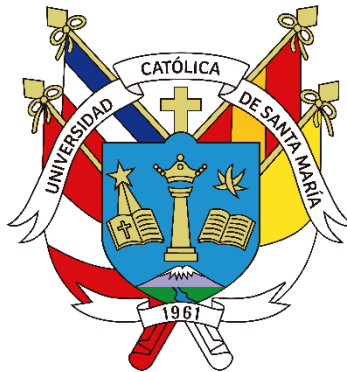


Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Propuesta para elaboración de unidades de albañilería ecoamigables a partir de la sustitución parcial del agregado fino por viruta de poliamida y del cemento por ceniza de cascarilla de arroz en la Ciudad de Arequipa

Tesis presentada por el Bachiller:

Vilchez Cuti ,Aaron Jeanluc

ORCID: 0009-0006-3500-9533

para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Loayza Rodriguez ,Jose German

ORCID:0000-0003-0997-674X

Arequipa -Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 25 de Octubre del 2024

Dictamen: 008886-C-EPIC-2024

Visto el borrador del expediente 008886, presentado por:

2015700931 - VILCHEZ CUTI AARON JEANLUC

Titulado:

**PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOAMIGABLES A PARTIR
DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR VIRUTA DE POLIAMIDA Y DEL
CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO CIVIL

**29245617 - DIAZ GALDOS MIGUEL RENATO
DICTAMINADOR**



**29412437 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO
DICTAMINADOR**



**72476554 - BUSTAMANTE MORA BORIS ANDRE
DICTAMINADOR**



Propuesta para elaboración de unidades de albañilería ecoamigables a partir de la sustitución parcial del agregado fino por viruta de poliamida y del cemento por ceniza de cascarilla de arroz en la Ci

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	2%
3	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%

repositorio.ucsm.edu.pe

Dedicatoria

Dedico esta investigación a mi padre, Valentín Vilchez, por su incondicional apoyo y paciencia a lo largo de todos estos años. Agradezco profundamente su esfuerzo por brindarme una educación, a pesar de las difíciles pruebas que enfrentamos como familia.

A mis hermanos, Giannina Vilchez y Joao Vilchez, por los momentos de inmensa alegría que me dieron, y por ser una fuente de motivación y aliento para concluir esta investigación.

A mis abuelitas, Marta y Faustina, quienes me apoyaron mucho durante mi etapa universitaria, siendo fundamentales para que esta meta se hiciera realidad.



Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a Dios, quien me ha ayudado y guiado en los momentos más difíciles, permitiéndome alcanzar esta meta. A mi familia, por su apoyo incondicional y aliento, recordándome siempre el objetivo que perseguía, especialmente en situaciones complicadas.

Mi agradecimiento también al Ingeniero Germán Loayza, por su valioso asesoramiento durante la investigación, brindándome consejos y alternativas para resolver mis dudas durante los ensayos y mostrando siempre su disposición para solucionar cualquier detalle que pudiera faltar.

Agradezco al Ingeniero Yuri y a la Arquitecta Mónica por su paciencia y apoyo durante la realización de mis ensayos en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María. De manera especial, al Señor Ricardo, por su inestimable ayuda en la ejecución de los ensayos que requerían un mayor esfuerzo físico.

Gracias a mis amigos de la universidad, Jhon Paricahua y Guillermo Romero, por sus constantes ánimos durante este proyecto, haciendo más llevaderos los momentos difíciles con su buen humor y apoyo.

Finalmente, quiero agradecer a todos mis familiares y amigos que me han apoyado en esta etapa, desde palabras de aliento hasta su disposición directa en mi tesis y carrera, ayudándome con la obtención de materiales, traslado, herramientas, y asesoramiento.

RESUMEN

La presente investigación titulada “Propuesta para la elaboración de unidades de albañilería eco amigables mediante la sustitución parcial de viruta de poliamida por agregado fino y ceniza de cascarilla de arroz por cemento en la ciudad de Arequipa” tiene como objetivo principal evaluar la influencia de la viruta de poliamida y la ceniza de cascarilla de arroz en la fabricación de unidades de albañilería que cumplan con los requisitos normativos para su uso estructural.

Para alcanzar este objetivo, se llevaron a cabo ensayos detallados sobre los agregados gruesos y finos, con el propósito de caracterizarlos y obtener datos fiables para el diseño preliminar. En esta investigación se utilizaron agregados provenientes de la cantera La Poderosa, asegurándose de que cumplieran con los parámetros establecidos por la normativa vigente.

El estudio comenzó con un diseño patrón basado en la "Guía para la elaboración del concreto sin asentamiento", específicamente en el Anexo 5, que proporciona proporciones iniciales para la mezcla y guía las sustituciones parciales. La investigación se dividió en cuatro etapas, iniciando con la utilización de dos tipos de cemento: Yura IP y Frontera IP. Conforme se realizaron los ensayos, se descartaron las unidades que no cumplían con los requisitos, ya sea por razones físicas, mecánicas o económicas.

En la primera etapa, se ensayaron diversas dosificaciones de cemento para los agregados, evaluando sus propiedades físicas y mecánicas para determinar la cantidad óptima de cemento, considerando la trabajabilidad y la resistencia requerida.

En la segunda etapa, se recolectó la viruta de poliamida de empresas del sector metal-mecánico y minero en Apima, asegurando su limpieza para evitar contaminantes en la mezcla. Durante la segunda y tercera etapa, se llevaron a cabo sustituciones parciales de viruta de poliamida por agregado fino, buscando la cantidad óptima que cumpliera con los requisitos normativos mínimos para su uso estructural y la

cantidad máxima admisible de la viruta, lo que permitió seleccionar el tipo de cemento con las mejores propiedades físicas y mecánicas en combinación con la viruta.

En la cuarta etapa, se realizó la sustitución parcial de ceniza de cascarilla de arroz por cemento, observándose una mejora en la resistencia, aunque la clasificación final de las unidades continuó siendo de Ladrillo Tipo IV.

Finalmente, se compararon las dosificaciones óptimas obtenidas desde una perspectiva física, mecánica y económica, evaluando también la viabilidad de la fabricación y la disponibilidad de los materiales. Los resultados obtenidos proporcionan una comprensión detallada del comportamiento de las sustituciones parciales en la mezcla, permitiendo una selección más informada de los materiales utilizados.

Palabras Clave

Unidad de Albañilería, Viruta de Poliamida, Ceniza de Cascarilla de Arroz

ABSTRACT

The present research titled "Proposal for the development of eco-friendly masonry units through the partial substitution of polyamide shavings for fine aggregate and rice husk ash for cement in the city of Arequipa" aims to evaluate the influence of polyamide shavings and rice husk ash in the manufacturing of masonry units that meet the regulatory requirements for structural use.

To achieve this objective, detailed tests were conducted on coarse and fine aggregates to characterize them and obtain reliable data for the preliminary design. Aggregates from the La Poderosa quarry were used in this study, ensuring that they met the parameters established by the current regulations.

The study began with a standard design based on the "Guide for the preparation of no-slump concrete," specifically in Annex 5, which provides initial mix proportions and guides the partial substitutions. The research was divided into four stages, beginning with the use of two types of cement: Yura IP and Frontera IP. As the tests were conducted, units that did not meet the requirements—whether due to physical, mechanical, or economic reasons—were discarded.

In the first stage, various cement dosages for the aggregates were tested, evaluating their physical and mechanical properties to determine the optimal cement quantity, considering workability and required strength.

In the second stage, polyamide shavings were collected from companies in the metal-mechanical and mining sectors in Apima, ensuring their cleanliness to avoid contaminants in the mix. During the second and third stages, partial substitutions of polyamide shavings for fine aggregate were performed, seeking the optimal quantity that met the minimum regulatory requirements for structural use, which allowed for the

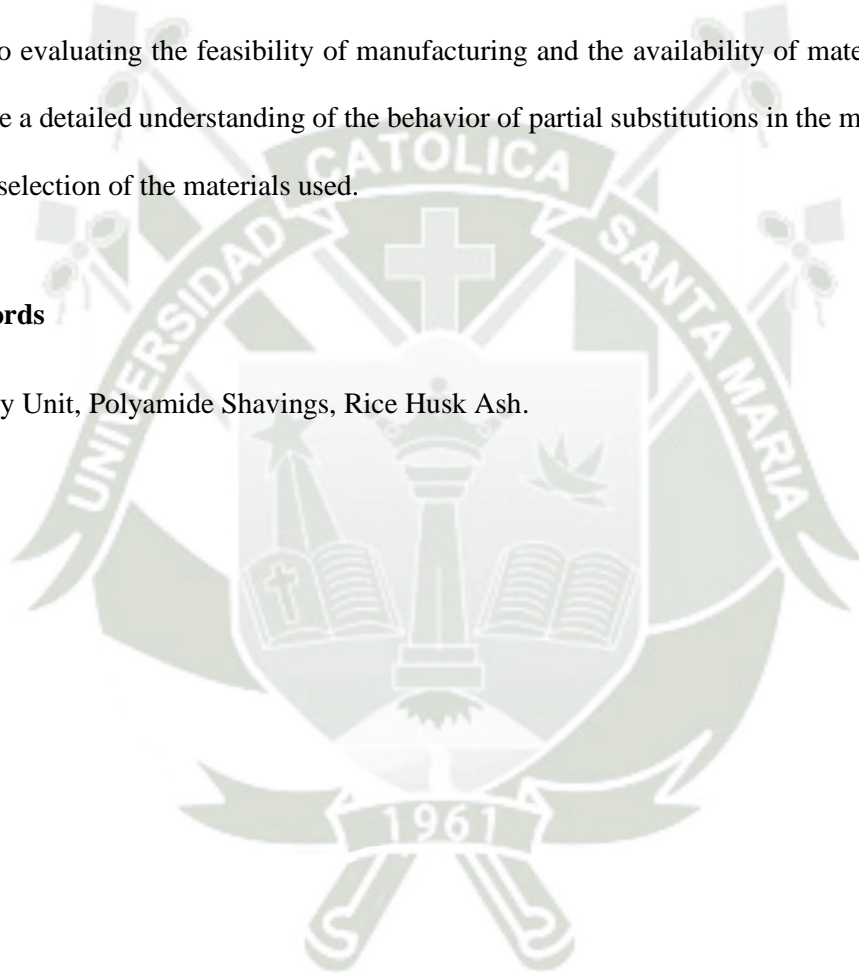
selection of the type of cement with the best physical and mechanical properties in combination with the shavings.

In the fourth stage, the partial substitution of rice husk ash for cement was carried out, resulting in an improvement in strength, although the final classification of the units remained as Type IV Brick.

Finally, the optimal dosages obtained were compared from a physical, mechanical, and economic perspective, also evaluating the feasibility of manufacturing and the availability of materials. The results obtained provide a detailed understanding of the behavior of partial substitutions in the mix, allowing for a more informed selection of the materials used.

Key words

Masonry Unit, Polyamide Shavings, Rice Husk Ash.



ÍNDICE

Dedicatoria

Agradecimientos

RESUMEN

ABSTRACT.

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	2
1.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	3
1.1.1.-ENUNCIADO DEL PROBLEMA	3
1.1.1.1.-HIPOTESIS	4
1.1.1.2.-OBJETIVO GENERAL.....	4
1.1.1.3.-OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
1.2.-JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	5
1.2.1.-SOCIAL.....	5
1.2.2.-AMBIENTAL.....	6
1.2.3.-ECONOMICA	6
1.2.4.-TECNOLOGICA	6
1.2.5.- INSTITUCIONAL.....	7
1.2.6.-ETICA	7
1.3.-ALCANCE	7
1.4.-LIMITACIONES	8
CAPITULO II	10
FUNDAMENTO TEORICO	10
2.1.-ANTECEDENTES TEORICOS.....	11
2.1.1.-NIVEL INTERNACIONAL.....	11
2.1.2.-NIVEL NACIONAL	12
2.1.3.-NIVEL REGIONAL.....	13
2.2.-ESTADO DEL ARTE	15
2.2.1.-INTERNACIONALES	15
2.2.2.-NACIONALES.....	18
2.3.-MARCO TEORICO	22
2.3.1.-UNIDADES DE ALBAÑILERIA.....	22

2.3.2.-PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA.....	27
2.3.2.7.-ENSAYO DE DENSIDAD DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	33
2.3.3.-MORTERO USADO PARA UNIDADES DE ALBAÑILERIA	33
2.3.4.-REQUISITOS ESTRUCTURALES QUE DEBE DE CUMPLIR UN SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN BASE A LA NORMATIVA	35
2.3.5.-RESIDUOS DE PETS APLICADOS EN LA CONSTRUCCION	39
2.3.6.-POLIAMIDA	41
2.3.7.-USO DE CENIZAS EN LA CONSTRUCCION	43
2.3.8.-METODOLOGIA PARA DOSIFICACIONES DE UNIDADES DE MAMPOSTERIAS DE HORMIGON ACI 211.3R-02.....	46
CAPITULO 3.....	49
METODOLOGIA DE INVESTIGACION.....	49
3.1.-TIPO DE INVESTIGACION	50
3.1.1.-DISEÑO DE LA INVESTIGACION	50
3.1.3.-NIVEL DE LA INVESTIGACION.....	50
3.1.4.-ENFOQUE DE LA INVESTIGACION	50
3.2.-POBLACION	50
3.3.-MUESTRA	52
3.5.-DISPOSICIONES PRELIMINARES DE LA INVESTIGACION	55
3.6.-METODOLOGIA A DESARROLLAR DURANTE LA INVESTIGACION	58
3.6.1.-METODOS Y TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS	58
3.6.1.1.-TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.7.-DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS	63
3.8.-VARIABLES	65
3.8.1.-VARIABLE INDEPENDIENTE.....	65
3.8.2.-VARIABLE DEPENDIENTE.....	65
3.8.3.-MATRIZ OPERACIONAL.....	65
3.8.4.-MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	67
.....	69
CAPITULO 4.....	70
CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS, VIRUTA DE POLIAMIDA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA LA ELABORACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	70
4.-CARACTERIZACION DE LOS AGREGADOS, VIRUTA DE POLIAMIDA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ:.....	71

4.1- AGREGADOS.....	71
4.1.1.-MUESTREO DE LOS AGREGADOS:	71
4.1.2.-ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO	72
4.1.3.-CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	75
4.1.4.-PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO.....	77
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO	77
4.1.5.-PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS	82
4.1.6.- MODULO DE FINEZA DE LOS AGREGADOS	86
4.1.7.- METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO NUMERO 200 POR LAVADO EN AGREGADOS .	87
4.2- VIRUTA DE POLIAMIDA	90
4.2.1.-OBTENCION DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA	90
.....	91
4.2.1.-GRANULOMETRIA DE LA POLIAMIDA	92
4.2.2.-PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO	93
4.2.3.-ABSORCION	94
4.3- CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	95
4.3.1.-OBTENCION DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ.....	95
4.3.2.-GRANULOMETRIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	96
4.3.3.-PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO	98
4.3.4.-PESO ESPECIFICO Y ABSORCION	99
CAPITULO 5.....	102
PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO PARA LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	102
5.-ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO:.....	103
5.1.-ASENTAMIENTO O SLUMP:.....	103
5.2.-CONTENIDO DE AIRE A PRESION:.....	103
5.3.-TEMPERATURA:.....	104
5.4.-PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO:	105
CAPITULO 6.....	107
DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN LA GUIA PARA SELECCIONAR PROPORCIONES DE CONCRETO SIN ASENTAMIENTO- ANEXO 5 MAMPOSTERIA	107
6.-DISEÑO DE LA GUIA PARA SELECCIÓN PROPORCIONES DE CONCRETO SIN ASENTAMIENTO:	108
6.1.-CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:	108

6.2.-CALCULO DE LOS PORCENTAJES DE AGREGADOS:	109
6.3.-CALCULO DE LA MASA DE AGREGADOS:	109
6.4.-CALCULO DE CEMENTO EN LA MEZCLA:.....	110
6.5.-CALCULO DE AGUA PARA CADA DOSIFICACION DE CEMENTO:.....	110
6.6.-CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS PARA GENERAR 1 M3 DE CONCRETO:	111
6.7.-CALCULO DE MASAS PARA EL AGREGADO GRUESO Y FINO:	112
6.8.-CORRECCION DE LOS AGREGADOS POR HUMEDAD:.....	114
6.9.-AGUA EFECTIVA EN LA MEZCLA PARA 1 M3:	115
6.10.-DISEÑO DE MEZCLA PARA 1 M3:.....	116
6.11.-SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR LA VIRUTA DE POLIMIDA EN BASE A PORCENTAJES.	117
6.12.-SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR LA VIRUTA DE POLIMIDA EN BASE A PORCENTAJES -TERCERA ETAPA.....	119
6.13.-SUSTITUCION DEL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ BASADA EN LA DOSIFICACION OPTIMA DE LA TERCERA ETAPA- CUARTA ETAPA	121
CAPITULO 7.....	124
RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA.....	124
7.1.-UNIDAD DE ALBAÑILERIA	125
7.1.1.- ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL.....	125
7.1.2.- ENSAYO DE ALABEO.....	126
7.1.3.- CONTENIDO DE HUMEDAD	127
7.1.4.- ENSAYO DE ABSORCION.....	129
7.1.5.- ENSAYO DE SUCCION	130
7.1.6.- RESISTENCIA A COMPRESION DE LAS UNIDADES	131
7.1.6.1- RESISTENCIA A COMPRESION PRIMERA ETAPA.....	131
7.1.6.2.- RESISTENCIA A COMPRESION SEGUNDA ETAPA	133
7.1.6.3.- RESISTENCIA A COMPRESION TERCERA ETAPA	134
7.1.6.4.- RESISTENCIA A COMPRESION CUARTA ETAPA	136
7.1.7.-RESISTENCIA A COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA.....	136
7.1.7.1-COMPRESION DE PRISMAS EN LADRILLOS.....	136
7.1.8.- RESISTENCIA DE COMPRESION DIAGONAL DE MURETES	138
7.1.8.1-COMPRESION DIAGONAL DE MURETES.....	138
7.2.9.- RESISTENCIA A LA TRACCION POR FLEXION DE LOS LADRILLOS	141

CAPITULO 8.....	143
ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS	143
8.-FABRICACION DE LADRILLOS PATRÓN.....	144
8.1.-MATERIALES	144
8.2.-MANO DE OBRA Y RENDIMIENTOS	144
8.3.-HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	145
8.4.-ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS LADRILLOS	145
8.5.-COMPARACION DE COSTOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA REALIZADAS CON LAS PRESENTES EN EL MERCADO.....	150
CONCLUSIONES	151
RECOMENDACIONES	158
PROPUESTAS DE INVESTIGACION	160
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	161
ANEXOS	165
ANEXO A.....	165
GRANULOMETRIA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCION, PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO, LAVADO DE FINOS PASANTES DE LA MALLA NRO 200 Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.....	165
A8.- CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	190
ANEXO B.....	192
GRANULOMETRIA, ABSORCION, PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA.....	192
GRANULOMETRIA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCION, PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	197
ANEXO C.....	204
VARIABILIDAD DIMENSIONAL, ALABEO, HUMEDAD, ABSORCION, SUCCION Y DENSIDAD DE LOS LADRILLOS DE LA PRIMERA A CUARTA ETAPA.....	204
ANEXO D.....	237
COMPRESION DE LOS LADRILLOS DE PRIMERA A CUARTA ETAPA.....	237
ANEXO E.....	256
ENSAYO DE PRISMAS, MURETES Y FLEXION DE LA PRIMERA Y TERCERA ETAPA ...	257
ANEXO F	266
ENSAYO QUIMICO DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	266
ANEXO G.....	267
PANEL FOTOGRAFICO.....	267

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ladrillo de Arcilla Industrial de 18 huecos.....	23
Figura 2 Ladrillo de Concreto.....	24
Figura 3 Colocación de Bloques Sillico Calcáreos	25
Figura 4 Mecánica de la Adhesión.....	31
Figura 5 Adición de Fibras de PETS en la preparación de Mortero.....	40
Figura 6 Proceso de Elaboración de Unidades de Albañilería con PETS en los Laboratorios de la UCSM	41
Figura 7 Barra Hueca de Poliamida 6	42

ÍNDICE DE ILUSTRACION

Ilustración 1 Representación de la Falla por Unidad y Mortero del Murete POL Y 10% E.....	140
--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Densidades de Unidades de Concreto con diferentes tipos de agregados.....	24
Tabla 2 Clasificación de Unidades de Albañilería.....	26
Tabla 3 Granulometría de Arena Gruesa para Mortero de Albañilería	34
Tabla 4 Tabla de Proporciones de Mortero Norma E070.....	35
Tabla 5 Características Principales de la Poliamida 66	43
Tabla 6 Composición Química de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	44
Tabla 7 Número Total de Unidades de Albañilería Ensayadas a Compresión.....	53
Tabla 8 Numero de Ensayos de Pilas de Albañilería	53
Tabla 9 Numero de Ensayos de Muretes	54
Tabla 10 Numero de Ensayos a Flexión.....	54
Tabla 11 Ensayos a realizar en Unidades.....	55
Tabla 12 Densidades de los Materiales	56
Tabla 13 Técnicas e Instrumentos a utilizar en la Recolección de Datos	59
Tabla 14 Matriz Operacional.....	66
Tabla 15 Matriz de Consistencia.....	68
Tabla 16 Ensayo de Granulometría de la Muestra 3 del Agregado Fino	73
Tabla 17 Ensayo de Granulometría de la Muestra 3 de Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa.....	74
Tabla 18 Tamaño de la Muestra de Agregado	75
Tabla 19 Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	76
Tabla 20 Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	76
Tabla 21 Gravedad Especifica de la Muestra 2 del Agregado Grueso de 3/8 " de la cantera La Poderosa	82
Tabla 22 Peso Unitario Suelto de la Muestra 1 del Agregado Fino	85
Tabla 23 Peso Unitario Varillado de la Muestra 1 del Agregado Fino	85
Tabla 24 Peso Unitario Suelto de la Muestra 1 del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa	85
Tabla 25 Peso Unitario Varillado de la Muestra 1 del Agregado Grueso de 3/8"	86

Tabla 26 Modulo de Fineza Promedio del Agregado Fino y Grueso.....	87
Tabla 27 Cantidad de Muestra para el Ensayo de Pasante de la Malla Nro. 200 en Base al Tamaño Máximo Nominal.	87
Tabla 28 Ensayo para la Determinación de Materiales más Finos que pasan por el Tamiz Nro. 200 de la Muestra 1	90
Tabla 29 Ensayo de granulometría de la Muestra 1 de la Viruta de Poliamida	92
Tabla 30 Peso Unitario Varillado de la Muestra 1 de la Viruta de Poliamida.....	93
Tabla 31 Peso Unitario Suelto de la Muestra 1 de la Viruta de Poliamida	93
Tabla 32 Absorción de la Muestra 1 de Viruta de Poliamida	94
Tabla 33 Ensayo Granulométrico de la Muestra 1 de la Ceniza de Cascarilla de Arroz	96
Tabla 34 Peso Unitario Varillado de la Ceniza de Cascarilla de Arroz de la Muestra 1	98
Tabla 35 Peso Unitario Suelto de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 1	98
Tabla 36 Peso Específico de la Muestra 1 de la Ceniza de Cascarilla Arroz.....	100
Tabla 37 Características del Agregado Grueso.....	108
Tabla 38 Características Físicas del Agregado Fino.....	108
Tabla 39 Cantidad de Kilogramos de Cemento en base a Porcentajes de Cemento	110
Tabla 40 Cantidad de Agua en Base al Porcentaje de Cemento	110
Tabla 41 Volumen de Agregados en Base al Porcentaje de Cemento.....	112
Tabla 42 Volúmenes de los Agregados en Base a los Porcentajes previos de Cemento.	113
Tabla 43 Peso Seco y Húmedo de los Agregados Grueso y Fino.....	115
Tabla 44 Agua Efectiva en los Agregados.....	116
Tabla 45 Diseño de Mezcla Inicial para hallar la mezcla Patrón	116
Tabla 46 Sustituciones de la Viruta de Poliamida por el Agregado Fino	118
Tabla 47 Sustituciones de la Viruta de Poliamida por la Arena Gruesa en la Tercera Etapa.....	120
Tabla 48 Sustitución de la Ceniza de Cascarilla de Arroz por el Cemento - CUARTA ETAPA	121
Tabla 49 Variación Dimensional de Unidades Representativas de cada Etapa	125
Tabla 50 Análisis de Costos Unitarios de Unidades Patrón	145
Tabla 51 Análisis de Costos Unitarios para Unidades POL 10%	146
Tabla 52 Análisis de Precios Unitarios de Unidades con Viruta de Poliamida al 10% + 6% de Ceniza de Cascarilla de Arroz	147
Tabla 53 Análisis de Precios Unitarios de Traslado de Viruta de Poliamida para Elaboración de Unidades de Albañilería.....	148
Tabla 54 Análisis de Precios Unitarios del Lavado y Molido de la Viruta de Poliamida para Unidades de Albañilería	149
Tabla 55 Comparación de Costos de Unidades de Albañilería	150
Tabla 56 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa.	165
Tabla 57 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso 3/8" de la Cantera La Poderosa	166
Tabla 58 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa.	167
Tabla 59 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa	168
Tabla 60 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de la Muestra 5 de la Cantera La Poderosa	169
Tabla 61 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de la Muestra 6 de la Cantera La Poderosa	170
Tabla 62 Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 1 de la Cantera La Poderosa	171
Tabla 63 Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 2 de la Cantera La Poderosa	172
Tabla 64 Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 3 de la Cantera La Poderosa	174
Tabla 65 Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 4 de la Cantera La Poderosa.....	175
Tabla 66 Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 5 de la Cantera La Poderosa.....	176
Tabla 67 Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 6 de La Cantera La Poderosa	177
Tabla 68 Densidad Relativa del Agregado Grueso de la Cantera La Poderosa M1,M2 Y M3.....	179
Tabla 69 Densidad Relativa del Agregado Grueso de la Muestra M4, M5 y M6 de La Cantera La Poderosa	181

Tabla 70 Densidad Relativa del Agregado Fino y Absorción de M1,M2 y M3.....	182
Tabla 71 Densidad Relativa del Agregado Fino de M4,M5 y M6.....	185
Tabla 72 Peso Unitario Varillado del Agregado Grueso de la Cantera la Poderosa.....	186
Tabla 73 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino de la Cantera La Poderosa	186
Tabla 74 Peso Unitario Varillado del Agregado Fino de la Cantera La Poderosa.....	187
Tabla 75 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino de la Cantera La Poderosa	188
Tabla 76 Determinación de Materiales más finos que pasan por el Tamiz Numero 200.....	189
Tabla 77 Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	190
Tabla 78 Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	191
Tabla 79 Ensayo de Granulometría de la Viruta de Poliamida Muestra 1	192
Tabla 80 Ensayo de Granulometría de la Viruta de Poliamida Muestra 2	194
Tabla 81 Ensayo de Granulometría de la Viruta de Poliamida Muestra 3	195
Tabla 82 Absorción de la Viruta de Poliamida.....	196
Tabla 83 Peso Unitario Varillado de la Viruta de Poliamida.....	197
Tabla 84 Peso Unitario Suelto de la Viruta de Poliamida	197
Tabla 85 Ensayo de Granulometría de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 1	198
Tabla 86 Ensayo de Granulometría de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 2	199
Tabla 87 Ensayo de Granulometría de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 3	200
Tabla 88 Densidad Relativa de la Ceniza de Cascarilla de Arroz y Absorción	201
Tabla 89 Peso Unitario Varillado de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	203
Tabla 90 Peso Unitario Suelto de la Ceniza de Cascarilla de Arroz	203
Tabla 91 Variabilidad Dimensional de Unidades Patrón Primera Etapa con Cemento Yura.....	204
Tabla 92 Variabilidad Dimensional Unidades Patrón Primera Etapa con Cemento Frontera	206
Tabla 93 Variabilidad Dimensional de Unidades con Adición de Viruta de Poliamida al 10% II y III Etapa.....	209
Tabla 94 Variación Dimensional de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con 6% de CCA	212
Tabla 95 Alabeo en Unidades Patrón Primera Etapa con Cemento Yura.	214
Tabla 96 Alabeo en Unidades Patrón Primera Etapa con Cemento Frontera	215
Tabla 97 Alabeo de Unidades con adición de 10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura	216
Tabla 98 Alabeo de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida más 6 % de CCA Cuarta Etapa	217
Tabla 99 Contenido de Humedad de Unidades con 22.5 % de Cemento Yura IP Primera Etapa.	218
Tabla 100 Contenido de Humedad de Unidades con 22.5 % de Cemento Frontera IP Primera Etapa.	219
Tabla 101 Contenido de Humedad de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura IP Tercera Etapa.	219
Tabla 102 Contenido de Humedad de Unidades con 6% de CCA +10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura IP Cuarta Etapa.....	220
Tabla 103 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Primera Etapa con Cemento Frontera.....	220
Tabla 104 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Primera Etapa con Cemento Yura	221
Tabla 105 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Segunda Etapa con Cemento Yura IP	221
Tabla 106 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Segunda Etapa con Cemento Frontera IP.....	222
Tabla 107 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Tercera Etapa con adición de Viruta de Poliamida con Cemento Yura IP	222
Tabla 108 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Tercera Etapa con Adición de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera IP.....	223
Tabla 109 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Cuarta Etapa con Adición de Viruta de Poliamida y CCA ..	223
Tabla 110 Tabla de Absorción de Unidades Patrón YURA Primera Etapa.....	224
Tabla 111 Absorción de Unidades Patrón Frontera IP Primera Etapa.....	224
Tabla 112 Absorción Unidades con Adición de 10 % de Viruta de Segunda y Tercera Etapa con Cemento Yura IP	225
Tabla 113 Absorción de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida más 6% de CCA con Cemento Yura IP	225

Tabla 114 <i>Tabla Resumen de Absorción de Unidades Yura Primera Etapa.....</i>	226
Tabla 115 <i>Tabla Resumen de Absorción de Unidades Frontera Primera Etapa</i>	226
Tabla 116 <i>Tabla de Absorción de Unidades Yura Segunda Etapa</i>	227
Tabla 117 <i>Tabla de Absorción de Unidades Frontera Segunda Etapa.....</i>	227
Tabla 118 <i>Tabla Resumen de Absorción de Unidades Yura Tercera Etapa</i>	227
Tabla 119 <i>Tabla Resumen de Unidades Frontera Tercera Etapa.....</i>	228
Tabla 120 <i>Tabla Resumen de Unidades Yura con Adición de Viruta de Poliamida al 10% mas Ceniza de Cascarilla de Arroz.</i>	228
Tabla 121 <i>Ensayo de Succión a Unidades Patrón Yura Primera Etapa.....</i>	229
Tabla 122 <i>Ensayo de Succión a Unidades Patrón Frontera Primera Etapa</i>	230
Tabla 123 <i>Ensayo de Succión a Unidades con adición de viruta de Poliamida al 10% Tercera Etapa con Cemento Yura</i>	231
Tabla 124 <i>Ensayo de Succión a Unidades con adición de Viruta al 10% y sustitución de CCA al 6%.....</i>	232
Tabla 125 <i>Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Primera Etapa con Cemento Yura.....</i>	233
Tabla 126 <i>Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Primera Etapa con Cemento Frontera</i>	233
Tabla 127 <i>Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Segunda y Tercera Etapa con Cemento Yura</i>	234
Tabla 128 <i>Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Segunda y Tercera Etapa con Cemento Frontera</i>	234
Tabla 129 <i>Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Cuarta Etapa con Cemento Yura.....</i>	235
Tabla 130 <i>Densidad de las Unidades con Viruta de Poliamida en sustitución del agregado fino en 10 %.....</i>	236
Tabla 131 <i>Ensayo de Compresión Primera Etapa Unidades con 10% de Cemento Yura IP.....</i>	237
Tabla 132 <i>Ensayo de Compresión Primera Etapa Unidades con 12.5 % de Cemento Yura IP.....</i>	237
Tabla 133 <i>Ensayo de Compresión Primera Etapa Unidades con 15 % de Cemento Yura IP.....</i>	238
Tabla 134 <i>Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 17.5 % de Cemento Yura IP.....</i>	238
Tabla 135 <i>Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 20 % de Cemento Yura IP.....</i>	239
Tabla 136 <i>Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 22.5 % de Cemento Yura IP.</i>	239
Tabla 137 <i>Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 25 % de Adición de Cemento</i>	240
Tabla 138 <i>Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 10 % de Adición de Cemento Frontera IP</i>	240
Tabla 139 <i>Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 12.5 % de Adición de Cemento Frontera IP ..</i>	241
Tabla 140 <i>Ensayo a Compresión Primera Etapa con Adición de 15 % de Cemento Frontera IP.....</i>	241
Tabla 141 <i>Ensayo a Compresión Primera Etapa con Adición de 17.5 % de Cemento Frontera IP.....</i>	242
Tabla 142 <i>Ensayo a Compresión Primera Etapa con adición de 20 % de Cemento Frontera IP</i>	242
Tabla 143 <i>Ensayo a Compresión Primera Etapa con adición de 22.5 % de Cemento Frontera IP</i>	243
Tabla 144 <i>Ensayo a Compresión Primera Etapa con adición de 25 % de Cemento Frontera IP</i>	243
Tabla 145 <i>Ensayo de Compresión Segunda Etapa con Adición de 10% de Viruta de Poliamida con Cemento Yura</i>	244
Tabla 146 <i>Ensayo de Compresión Segunda Etapa con Adición de 20 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura</i>	244
Tabla 147 <i>Ensayo de Compresión Segunda Etapa con Unidades de 10% de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera.....</i>	245
Tabla 148 <i>Ensayo de Compresión Segunda Etapa con Unidades de 20% de Adición Viruta de Poliamida con Cemento Frontera.....</i>	245
Tabla 149 <i>Ensayo de Compresión Tercera Etapa con adición de 5% de Viruta de Poliamida con Cemento Yura ..</i>	246
Tabla 150 <i>Ensayo de Compresión Tercera Etapa con adición de 7.5 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura</i>	246
Tabla 151 <i>Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 10% de Viruta de Poliamida con Cemento Yura.</i>	247
Tabla 152 <i>Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 12.5% de Viruta de Poliamida con Cemento Yura</i>	247

Tabla 153 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 15 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura	248
Tabla 154 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 17.5 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura	248
Tabla 155 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 5 % de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera	249
Tabla 156 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 7.5 % de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera.....	249
Tabla 157 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera.....	250
Tabla 158 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 12.5 % De Viruta de Poliamida con Cemento Frontera.....	250
Tabla 159 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 15 % de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera.....	251
Tabla 160 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 17.5 % de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera.....	251
Tabla 161 Ensayo de Compresión de Unidades con 10% de Viruta de Poliamida con Sustitución de 2% de Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	252
Tabla 162 Ensayo de Compresión de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Sustitución de 4% de Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	252
Tabla 163 Ensayo de Compresión de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Sustitución de 6% de Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	253
Tabla 164 Ensayo de Compresión de Unidades con 10% de Viruta de Poliamida con Sustitución de 8% de Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	253
Tabla 165 Ensayo de Compresión de Unidades con 10% de Viruta de Poliamida con Sustitución de 10% de Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	254
Tabla 166 Ensayo de Compresión de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Sustitución de 12 % de Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	254
Tabla 167 Ensayo de Compresión de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Sustitución de 14 % de Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	255
Tabla 168 Ensayo de Compresión de Unidades con 10% de Viruta de Poliamida con Sustitución de 16 % de Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	255
Tabla 169 Ensayo a Compresión de Prismas PRIMERA ETAPA con Cemento Yura SA	257
Tabla 170 Ensayo a Compresión de Prismas Primera Etapa con Cemento Frontera IP	257
Tabla 171 Ensayo a Compresión de Prismas Tercera Etapa con Unidades 10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura IP	259
Tabla 172 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes Primera Etapa Yura Patrón.....	261
Tabla 173 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes Primera Etapa Frontera Patrón	261
Tabla 174 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes Tercera Etapa con Unidades Adicionadas con Viruta de Poliamida al 10% con Cemento Yura IP.....	262
Tabla 175 Ensayo de Flexión Directa de Unidades Patrón con Cemento Yura Primera Etapa.....	263
Tabla 176 Ensayo de Flexión Directa de Unidades Patrón con Cemento Frontera Primera Etapa	264
Tabla 177 Ensayo Flexión Directa en Unidades con Adición de Viruta de Poliamida al 10%	265

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1</i> Ecuación para hallar el Esfuerzo Cortante de un Murete de Albañilería de la NTP 399.621	28
<i>Ecuación 2</i> Ecuación para hallar la Absorción de una Unidad de Albañilería	29
<i>Ecuación 3</i> Succión de una Unidad de Albañilería	30
<i>Ecuación 4</i> : Modulo de Rotura	32
<i>Ecuación 5</i> Densidad de las Unidades de Albañilería	33
<i>Ecuación 6</i> Volumen hallado en base al Peso Saturado y Sumergido	33
<i>Ecuación 7</i> Efectivo Zona Espesor Sísmica 2 y 3	36
<i>Ecuación 8</i> Espesor Efectivo para Zona 1	36
<i>Ecuación 9</i> Esfuerzo Axial Máximo	37
<i>Ecuación 10</i> Densidad Mínima de Muros	38
<i>Ecuación 11</i> Porcentaje de Agregado Fino en Base a los Modulos de Fineza de Agregados	46
<i>Ecuación 12</i> Porcentaje de Agregado Grueso para Unidades de Mampostería de Concreto	47
<i>Ecuación 13</i> Porcentaje de Agregado Fino en base a los Módulos de Fineza	57
<i>Ecuación 14</i> Porcentaje de Agregado Grueso en base al Porcentaje de Agregado Fino	57
<i>Ecuación 15</i> Porcentaje de Cemento en base a los Pesos Unitarios	57
<i>Ecuación 16</i> Contenido de Humedad de los Agregados	76
<i>Ecuación 17</i> Absorción del Agregado Fino	77
<i>Ecuación 18</i> Densidad Relativa del Agregado Fino	79
<i>Ecuación 19</i> Gravedad Especifica del Agregado Grueso	81
<i>Ecuación 20</i> Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso	81
<i>Ecuación 21</i> Peso Unitario de los Agregados	84
<i>Ecuación 22</i> Modulo de Fineza de los Agregados	86
<i>Ecuación 23</i> Porcentaje Pasante de la Malla Numero 200	89
<i>Ecuación 24</i> Peso Unitario del Concreto	106
<i>Ecuación 25</i> Calculo de Masa de los Agregados	109
<i>Ecuación 26</i> Volumen Absoluto de los Agregados para 1 m ³ de Concreto	111
<i>Ecuación 27</i> Volumen de Cemento en la Mezcla de Concreto	111
<i>Ecuación 28</i> Volumen de Agua en la Mezcla de Concreto	112
<i>Ecuación 29</i> Volumen de Agregado Grueso Seco en la Mezcla de Concreto	112
<i>Ecuación 30</i> Volumen de Agregado Grueso Seco en la Mezcla de Concreto	113
<i>Ecuación 31</i> Peso Húmedo del Agregado Grueso	114
<i>Ecuación 32</i> Peso Húmedo del Agregado Fino	114
<i>Ecuación 33</i> Agua presente en el Agregado Grueso	115
<i>Ecuación 34</i> Agua presente en el Agregado Fino	115

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 Muestreo Agregado Grueso	71
Foto 2 Muestreo Agregado Fino	72

Foto 3 Tamices para Análisis Granulométrico de la UCSM.....	72
Foto 4 Arena Gruesa en Estado Superficialmente Seco	77
Foto 5 Fiola añadida con Muestra y Agua a Baño María	78
Foto 6 Peso de la Fiola más agua hasta la marca	78
Foto 7 Muestra de Piedra Satura previo a su secado para estar Saturado Superficialmente Seca.	80
Foto 8 Pesaje del Agregado Grueso Saturado Superficialmente Seco	80
Foto 9 Peso Unitario Suelto de la Arena Gruesa.....	83
Foto 10 Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	84
Foto 11 Masa Inicial de Arena Gruesa previo al Ensayo.....	88
Foto 12 Lavado de la Arena Gruesa en la Malla Numero 200.....	88
Foto 13 Pesado de la Arena Gruesa después del secado al horno.....	89
Foto 14 Pieza de Poliamida siendo torneada (se puede ver la viruta que se obtiene de allí) y Sacos para ser llevados al Molino.....	90
Foto 15 Viruta de Poliamida final	91
Foto 16 Granulometría de la Viruta de Poliamida.....	92
Foto 17 Peso Unitario de la Viruta de Poliamida.....	94
Foto 18 Muestras de Viruta de Poliamida Saturadas	95
Foto 19 Horno para elaborar la Ceniza de Cascarilla de Arroz	95
Foto 20 Ceniza de Cascarilla de Arroz obtenida después del tamizaje por la Malla Nro. 90.	96
Foto 21 Ensayo de Granulometría de la Ceniza de Cascarilla de Arroz	97
Foto 22 Peso Unitario de la Ceniza de Cascarilla de Arroz	99
Foto 23 Muestra Saturada Superficialmente Seca y Pesaje de la Fiola + Muestra + Agua.....	101
Foto 24 Ensayo del Cono de Abrams para medir el Asentamiento (SLUMP "0").....	103
Foto 25 Toma de Temperatura de la Mezcla.....	104
Foto 26 Peso Unitario del Concreto	105
Foto 27 Ensayo de Variación Dimensional a los Ladrillos.....	126
Foto 28 Ensayo de Alabeo en Ladrillo.....	127
Foto 29 Muestras llevadas al Horno para hallar el Contenido de Humedad.....	128
Foto 30 Saturación de las Unidades para el Ensayo de Absorción	130
Foto 31 Ensayo de Succión de los Ladrillos	131
Foto 32 Elaboración de Ladrillos Primera Etapa.....	132
Foto 33 Muestra Descartada debido a que no cumplía con las dimensiones y poca trabajabilidad de la mezcla	133
Foto 34 Ladrillos Adicionados con 10 % de Viruta de Poliamida por Sustitución de Arena Gruesa.....	135
Foto 35 Muestra Ensayada de Prisma con 10 % de Viruta de Poliamida por sustitución.....	138
Foto 36 Falla Por Mortero y a la Unidad con Ladrillos adicionados con 10 % de Viruta de Poliamida (POL-Y 10%)	140
Foto 37 Ensayo de Resistencia a la Flexión por Tracción de los Ladrillos Patrón.....	142
Foto 38 Vaciado de Mezcla para los Ladrillos.....	203
Foto 39 Vaciado de Mezcla para los Ladrillos.....	267
Foto 40 Compactado de la Mezcla para Ladrillos.....	267
Foto 41 Ensayo de Compresión de Unidades Patrón	268
Foto 42 Prismas de Ladrillos Patrón Primera Etapa de Cemento Yura IP Y Cemento Frontera IP	268
Foto 43 Falla de Separación del frente Superficial del Lado A del Prisma Patrón con Cemento Yura IP de la Primera Etapa.....	269
Foto 44 Falla de Separación del frente Superficial del Lado B del Prisma Patrón con Cemento Yura IP	269
Foto 45 Falla de Separación del frente Superficial del Lado A del Prisma Patrón 1 con Cemento Frontera Tipo IP.	270
Foto 46 Rotura por Corte Cara opuesta del Prisma 1 Patrón con Cemento Frontera IP Primera Etapa.....	270
Foto 47 Elaboración de los Muretes Patrón con Cemento Yura Tipo IP y Cemento Frontera Tipo IP.....	271
Foto 48 Falla por Separación Superficial del Lado B del Prisma Patrón con Cemento Frontera Tipo IP.	271

Foto 49 Elaboración de los 12 Muretes Patron para la Primera Etapa.	272
Foto 50 Ensayo de Densidad de las Unidades de 10 % de Viruta de Poliamida en sustitución del agregado Fino....	272
Foto 51 Resistencia a Compresión Diagonal de Murete Patrón	273
Foto 52 Ensayo de Compresión Diagonal de Murete Patrón - 6 Con Cemento Frontera Tipo IP.....	273
Foto 53 Resultado de Ensayo a Compresión Diagonal de Murete Patrón Frontera Tipo IP Primera Etapa.....	274
Foto 54 Elaboración Masiva de Ladrillos para Muretes	274
Foto 55 Ladrillos con Adición de Viruta de Poliamida al 10 % en Sustitución de la Arena con Cemento Yura IP.	275
Foto 56 Medición de Variabilidad Dimensional de Ladrillos.....	275
Foto 57 Muretes con Adición de Viruta de 10 % en sustitución de la Arena	276
Foto 58 Prismas de Ladrillos de Adición de 10% de Viruta de Poliamida	276
Foto 59 Ladrillos con adición de 6% de CCA en sustitución del Cemento Yura Tipo IP	277
Foto 60 Ensayo a Flexión de Ladrillo Patrón Yura Primera Etapa.....	277

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Diagrama de Flujo de Procesos.....	64
Gráfico 2 Curva Granulométrica de la Muestra 3 del Agregado Fino de la Poderosa	73
Gráfico 3 Curva Granulométrica de la Muestra 3 del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa	74
Gráfico 4 Gravedad Específica de la Muestra 1 del Agregado Fino de la Cantera La Poderosa	79
Gráfico 5 Curva Granulométrica de la Muestra 1 de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.....	97
Gráfico 6 Ensayo de Alabeo de las Unidades Representativas de cada Etapa	126
Gráfico 7 Ensayo de Humedad en Unidades representativas de cada etapa.....	128
Gráfico 8 Ensayo de Absorción en unidades representativas de cada etapa.....	129
Gráfico 9 Ensayo de Succión en unidades representativas de cada etapa.....	130
Gráfico 10 Resistencia a Compresión de los Ladrillos en la Primera Etapa.....	132
Gráfico 11 Resistencia a Compresión de Ladrillos en Segunda Etapa	133
Gráfico 12 Resistencia a Compresión de los Ladrillos en la Tercera Etapa	134
Gráfico 13 Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Cuarta Etapa.....	136
Gráfico 14 Resistencia a Compresión de Prismas Representativos de cada etapa.....	137
Gráfico 15 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes Representativos.....	139
Gráfico 16 Resistencia a la Tracción por Flexión Unidades Representativas	141
Gráfico 17 Curva Granulométrica del Agregado Grueso Muestra 1.....	166
Gráfico 18 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de 3/8" de la Muestra 2 de la Cantera La Poderosa	167
Gráfico 19 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de 3/8" de la Muestra 3 de la Cantera La Poderosa.	168
Gráfico 20 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la Muestra 4 de La Cantera La Poderosa	169
Gráfico 21 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la Muestra 5 de la Cantera La Poderosa	170
Gráfico 22 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la Muestra 6 de la Cantera La Poderosa.....	171
Gráfico 23 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 1 de la Cantera La Poderosa.....	172
Gráfico 24 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 2 de la Cantera La Poderosa.....	173
Gráfico 25 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 3 de la Cantera La Poderosa.....	175
Gráfico 26 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 4 de la Cantera La Poderosa	176
Gráfico 27 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 5 de La Cantera La Poderosa.....	177
Gráfico 28 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 6 de La Cantera La Poderosa	178
Gráfico 29 Curva Granulométrica de la Viruta de Poliamida Muestra 1.....	193

Gráfico 30 Curva Granulométrica de la Viruta de Poliamida Muestra 2	194
Gráfico 31 Curva Granulométrica de la Viruta de Poliamida Muestra 3	196
Gráfico 32 Curva Granulométrica de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 1.....	197
Gráfico 33 Curva Granulométrica de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 1.....	198
Gráfico 34 Curva Granulométrica de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 2.....	199
Gráfico 35 Curva Granulométrica de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 3.....	200



INTRODUCCION

En los últimos años se ha puesto un mayor énfasis en la protección del medio ambiente a través de diversas prácticas como el reciclaje, la correcta segregación y la reutilización de residuos en otras áreas. Aunque estas prácticas contribuyen a reducir la contaminación, es necesario realizar más investigaciones para maximizar el aprovechamiento de estos materiales.

Muchas industrias generan residuos que pueden ser reutilizados de manera efectiva. Por ejemplo, en la industria metal-mecánica se ha comprobado que la incorporación de ciertos porcentajes de viruta de acero puede mejorar propiedades específicas. Además, el uso de polímeros en el concreto puede hacerlo más ligero, duradero y resistente a ciertos agentes químicos. En el sector agroindustrial, se ha observado que las cenizas de ciertos cultivos pueden mejorar las propiedades del concreto e incluso ayudar en la estabilización de subrasantes. La ceniza de cascarilla de arroz, en particular, es conocida como una puzolana natural que, al añadirse al concreto en determinadas proporciones, aumenta su resistencia a la compresión.

La cantidad de residuos generados es mucho mayor de lo que imaginamos, pero también existen múltiples soluciones. Dado que el sector de la construcción está buscando reducir sus desechos o encontrar formas de reutilizarlos, se está fomentando una cultura eco amigable sin comprometer las propiedades esenciales de resistencia y durabilidad necesarias para el adecuado funcionamiento durante un sismo. Con este enfoque, se pretende reutilizar y combinar residuos industriales y naturales para producir unidades de albañilería que cumplan con las normativas vigentes y sean respetuosas con el medio ambiente.

En esta investigación, se elaboraron ladrillos mediante la sustitución parcial de viruta de poliamida y ceniza de cascarilla de arroz. Se evaluó el comportamiento de estos materiales combinados, analizando las propiedades obtenidas tras los ensayos clasificatorios y la resistencia lograda.



CAPITULO I
GENERALIDADES

1.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

1.1.1.-ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La ciudad de Arequipa es un gran motor de crecimiento en el ámbito económico, industrial, social y demás parte de ello se ve representado en la cantidad de empresas privadas y públicas que trabajan y ejecutan Proyectos grandes, medianos y pequeños en distintas ramas como la Ingeniería Civil, Mecánica, Agraria, Metal Mecánica, Alimentaria, etc., debido a esto hay una gran demanda de materiales los cuales pueden ser los agregados como la arena, piedra, cemento, asfalto, Piezas Metálicas, etc. esto genera un gran cadena de producción y por consiguiente mucha actividad económica que beneficia a la población.

Por consiguiente, cada vez los desechos de construcción, virutas y residuos de piezas metálicas también son mayores, la segregación de residuos en las empresas está siendo inculcada para poder tener una diferenciación de estos para su posterior reutilización, pero si bien los esfuerzos son reconocidos no se ve un cambio notorio dado que al final se vuelven a juntar en el recojo de la basura porque no hay una sectorización de la segregación de residuos sino se realiza por formalidad.

En la industria Metal Mecánica se generan distintos tipos de residuos desde virutas de acero A36, Inox, Poliuretano y Poliamida, esta última que es muy usada para trabajos donde se necesiten piezas de mayor resistencia pero con durabilidad y limpieza garantizada, en vista de que las piezas metálicas como ruedas, engranajes, chumaceras, etc. a futuro presentan oxidación se hacen de Poliamida porque en ciertas industrias como las de alimentos no se pueden tener contaminantes debido al producto que manejan con estrictos protocolos.

Este tipo de material como la Poliamida también conocido como Nylon se le puede dar la forma que necesitemos por medio de cortado por arco de sierra, esmeril, Guillotina y Torno siendo manejable y No tóxico, pero para poder llegar a su forma final tiene que ser moldeado y pulido generando bastante viruta la cual es bastante ligera, pero ocupa mucho volumen.

En el área Agraria se tiene bastantes usos de las cenizas de cascara de distintos cultivos desde arroz ,cebolla ,plátano ,etc aplicándolas en varios tipos de investigaciones , se sabe que las cenizas tienen características especiales que permiten al concreto mejorar sus propiedades cuando son adicionadas de manera óptima , se puede ver que hay investigaciones previas de aplicaciones de estas tanto en estabilizaciones de suelos , mejora de propiedades del concreto ,en unidades de albañilería ,etc .Seria bueno investigar como interactúa este tipo de cenizas con otro material para la elaboración de unidades de albañilería.

Viendo que este tipo de residuos no está siendo reaprovechado sino más bien desechado generando mayor volumen de contaminación para la ciudad, se deben de tomar medidas respectivas para una reutilización generando menor impacto al medio ambiente.

1.1.2.-HIPOTESIS

Es posible la Elaboración de Unidades de Albañilería Eco amigables a partir de la sustitución parcial del Agregado Fino por la Viruta de Poliamida y del Cemento por la Ceniza de Cascarilla de Arroz para uso Estructural, dado que va cumplir los requisitos exigidos por la Normativa Peruana.

1.1.3.-OBJETIVO GENERAL

Elaborar Unidades de Albañilería Eco amigables a partir de la Sustitución parcial del Agregado Fino por la Viruta de Poliamida y del Cemento por la Ceniza de Cascarilla de Arroz para la elaboración de Unidades de Albañilería Eco amigables para uso Estructural, cumpliendo con los requisitos de la Normativa Peruana.

1.1.4.-OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las propiedades Físicas y Mecánicas del Agregado Grueso y Fino proveniente de la Cantera La Poderosa mediante los ensayos requeridos.

- Determinar las propiedades Físicas y Mecánicas de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.
- Realizar el Diseño de la Mezcla por medio de la **“Guía para Seleccionar Proporciones del Concreto sin Asentamiento (Anexo 5)”** y determinar las propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades Patrón con Cemento Yura IP y Cemento Frontera IP.
- Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería con sustitución parcial del Agregado Fino por la Viruta de Poliamida para encontrar la Dosificación Óptima utilizando Cemento Yura Tipo IP y Cemento Frontera Tipo IP.
- Determinar las propiedades Físicas y Mecánicas de Unidades de Albañilería con sustitución parcial del Cemento Yura Tipo IP por la Ceniza de Cascarilla de Arroz.
- Comparar las Propiedades Físicas y Mecánicas obtenidas de las dosificaciones Óptimas (Muestra PATRON, Sustitución de Poliamida y Poliamida + CCA) para la elaboración de Unidades Eco amigables determinadas previamente.

1.2.-JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

1.2.1.-SOCIAL

Generar conocimiento respecto alternativas que puedan mejorar o reemplazar parcialmente materiales convencionales en la construcción , la presente investigación se centra en poder reutilizar residuos industriales como lo es la poliamida que son desechados sin ninguna segregación en el día a día por parte de las empresas junto la ceniza de cascara de arroz que ya es sabido que aporta ciertas propiedades adicionales en la estabilización de suelos y en su interacción con el concreto , en un futuro se podría crear una industria ecoamigable de unidades de albañilería que puedan ser usadas en viviendas de interés social dando así mayores alternativas al ciudadano generando mayor consciencia ambiental en ello.

1.2.2.-AMBIENTAL

El Impacto ambiental que genera la construcción día a día es muy notorio dado que es casi imposible ejecutar proyectos sin tener un impacto en el entorno pero si se puede reducir por medio de distintas medidas, sea el reemplazo parcial de ciertos materiales, controles de ingeniería , concientización ambiental . La presente investigación se quiere proponer unidades de albañilería Ecoamigables que están compuestos por residuos de la industria metal mecánica y agraria que puedan cumplir con los requerimientos estructurales para su uso en viviendas típicas, cumpliendo la Normativa Peruana.

1.2.3.-ECONOMICA

La presente investigación va tener un costo considerable pero que va permitir ampliar un poco mas el panorama en lo relacionado a Albañilería Ecoamigable, resaltando que existen varias investigaciones previas referidas a disminuir el impacto por medio de reutilización de distintos materiales aquí se va poder hacer interacciones de materiales artificiales con naturales, generando mayor campo de investigación y beneficios para la población .

1.2.4.-TECNOLOGICA

El sistema de Albañilería Confinada en nuestro país es predominante esto lo podemos saber en base al CENSO previamente realizado, siempre se realiza investigación respecto a cómo poder mejorar este sistema dado que tiene ciertas limitaciones como en la variabilidad de la calidad de las unidades de albañilería , número de pisos a construir , ligeras diferencias entre los procesos de construcción y demás ,pero al poder hacer mayores estudios respecto adiciones parciales para mejorar o mantener las propiedades se va generar un cambio e innovación dado que poder ver Interacción de dos componentes distintos brindando o manteniendo propiedades genera una visión más amplia de la construcción .

1.2.5.- INSTITUCIONAL

El aporte que va generar esta investigación a nivel de Casa de Estudios va ser de gran ayuda para los que deseen seguir en esta línea de estudio dado que los materiales se pueden conseguir con viabilidad y el costo en comparación a las ventajas que se pueden obtener es sustentable, tomando en cuenta que la Ciudad de Arequipa tiene un Sistema predominante de Construcción el de Albañilería Confinada va ser muy beneficioso este nuevo conocimiento a obtener.

1.2.6.-ETICA

La presente investigación está basada en estudios realizados en el ámbito Nacional e Internacional, habiendo hecho un previo filtro de los mas resaltantes y fidedignos sirviendo estos como base de información y apoyo para este estudio. Cabe mencionar que la información que se genere durante la investigación va ser presentada con transparencia y legitimidad para brindar resultados que ayuden a posibles personas interesadas en aplicar este tipo de Unidades de Albañilería en su vivienda.

1.3.-ALCANCE

La presente investigación se centra en poder encontrar los porcentajes Óptimos de Viruta de Poliamida y Ceniza de Cascara de arroz para la elaboración de Unidades de Albañilería Eco amigables viendo la influencia de las sustituciones a lo largo del proceso, siendo desarrollada en la Ciudad de Arequipa.

Iniciando este proyecto se tiene contemplado usar el Diseño basado en la **“GUIA PARA SELECCIONAR PROPORCIONES DE HORMIGON SIN ASENTAMIENTO** en especial el **Apéndice 5**, dado que se podrá hallar la dosificación Optima en base a las propiedades de los agregados Gruesos y Finos como Diseño preliminar, dado que en el desarrollo se ira haciendo las respectivas sustituciones de la Viruta de vPoliamida y Ceniza de Cascará de Arroz.

Para obtener una mayor cantidad de resultados confiables y ver la influencia de las distintas sustituciones parciales se opta por usar dos tipos de cementos el **Yura Tipo IP** y el **Frontera Tipo IP**.

El desarrollo y los resultados que se obtengan en la presente investigación están orientado a los futuros investigadores que deseen encontrar nuevas alternativas en los materiales de construcción, optimizando los recursos de nuestro planeta dado que el consumo de estos cada día es mayor generando notables impactos en los distintos ecosistemas.

1.4.-LIMITACIONES

Las Limitaciones que se van a mantener durante la Investigación van a ser las siguientes:

- La obtención de la Poliamida (Nylon) se va realizar por medio de la recolección de viruta en las empresas dedicadas a la Industria Metal Mecánica en Arequipa como podrían ser Tornerías en APIMA y Mollebaya .

NOTA. - Cabe resaltar que las virutas sean del mismo tipo de nylon pasando por un previo filtro y limpieza respectiva para su uso en los Ensayos posteriores.

- La obtención de la Cascara de Arroz será del mismo proveedor dado que las características podrían tener una ligera variación en base al lugar del cual fueran extraídas.

- Los Ensayos se van a realizar en los Laboratorios de la Universidad Católica de Santa María, en caso no se pueda realizar algunos por motivo de falta de equipos se procederá a realizar los faltantes en los Laboratorios de la Universidad Nacional de San Agustín.

- Las unidades de albañilería que se van elaborar tienen como prioridad el cumplimiento de los Requisitos estructurales para ser usados en reemplazo parcial o total de unidades convencionales.

- Se limita la Zona de Estudio de la presente Investigación a la ciudad de Arequipa.
- Se limita a las condiciones ambientales de la ciudad de Arequipa
- Se limita al uso del Cemento Tipo IP y Cemento Frontera Tipo IP.
- Se limita el uso de agregados a la Cantera La Poderosa.
- Se limita el Diseño de las Unidades de Albañilería por medio de la “**GUIA PARA SELECCIONAR PROPORCIONES DE HORMIGON SIN ASENTAMIENTO** en especial el **Apéndice 5**.



CAPITULO II

FUNDAMENTO TEORICO



2.1.-ANTECEDENTES TEORICOS

2.1.1.-NIVEL INTERNACIONAL

“Análisis del Concreto con Nylon como aditivo para aligerar elementos Estructurales”

- a. **Autor: Luis Alejandro Ruiz Tejada y Carlos Fernando Tejada Ramírez**
- b. **Resumen:**

La presente Investigación (Ruiz & Tejada, 2016) nos permite ver la interacción de la poliamida nylon con el concreto , aquí vamos a poder ver que a medida se hace mayor el reemplazo parcial de la poliamida (la cual había sido fundida en pequeños moldes del cobre a una temperatura de 300 a 400 grados centígrados)por el agregado grueso la resistencia a la compresión va disminuyendo, se hizo las sustituciones del 5% y del 10% para la ejecución de los ensayos por medio de esclerometría se vio que el material nylon tiene una buena resistencia que va permitir ser usada en concretos flexibles, se realizó ensayos de resistencia ultima y módulos de elasticidad a los 21 y 28 días de los cuales se llega a interpretar que estas muestras tienen mayor deformación de las que no tienen adición de Nylon.

“Efecto de la Incorporación de cascarilla de arroz sobre las propiedades mecánicas de concretos y bloques de suelo cemento”

- a. **Autor: J. Cataño,K. Guzmán y M. Perpiñan**
- b. **Resumen:**

En la presente artículo de Investigación (Cataño, Guzman, & Perpiñan, 2021) vamos a ver el enfoque de la adición de la cascarilla de arroz a unidades de albañilería de concreto dado que se prioriza su bajo requerimiento energético para su elaboración ,haciendo un análisis de las propiedades físicos y mecánicas de los bloques convencionales con los adicionados en base a los ensayos realizados se pudo ir concluyendo que las mezclas que recibieron Ceniza de Cascara de Arroz aumentaron su resistencia en base a mayor tiempo hayan estado curándose debido a la

actividad puzolánica que tiene esta ,también se vio que las propiedades de resistencia a la tracción ,flexión y compresión fueron levemente mejores debido a la consistencia porosa que tiene la CCA se pudo ver que absorbe, conserva y expulsa el agua durante su proceso de desarrollo e hidratación

2.1.2.-NIVEL NACIONAL

“Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. CHACAPALCA/OROYA –YAULI-JUNIN”

a) Autor: Eduardo Carrasco Diaz y Deina Tinoco Orihuela

b) Resumen:

En la siguiente investigación (Carrasco & Tinoco, 2018) se desea elaborar unidades de albañilería a partir de arena de sílice impura con arcillas mixtas de la cantera “Leonardito” para este proceso se evaluó que no era necesaria la parte de cocción dado que esta parte del proceso es lo que genera mayor contaminación ambiental para ello se realizaron un total de 27 muestras de ladrillos estabilizados con 10,15 y 20 % adicionados con conglomerantes que nos van a brindar durabilidad y resistencia los cuales son cemento, cal y cemento plástico concluyendo que para lograr una mejor optimización de la arena sílice e debe de reducir su tamaño para generar una mayor cohesión del material dando así que la dosificación optima es del 15% presentando resultados óptimos.

“Influencia de la Adición de Cenizas de Cascarilla de Arroz en la resistencia mecánica de los ladrillos de concreto”

a) Autor: Janeth Vanessa Morillos Verastegui

b) Resumen:

Para la presente investigación (Morillos, 2021) se hizo un estudio de las propiedades físico mecánicas de la adición de Cenizas de Cascarilla de Arroz (CCA) a ladrillos de concreto , se hizo

una dosificación del 5%,10% ,15% y del 20% en peso del cemento ,por medio de los ensayos realizados se comprobó que las distintas muestras cumplían con los requerimientos de la Norma E 070 pero la que más resaltaba era la de 10% dado que a los 3 días de curado alcanzo una resistencia de 227.51 kg/cm² y a los 7 días una de 268.29kg/cm² finalmente a los 28 días se logró obtener una resistencia del 296.32 kg/cm² dando así un incremento del 12 % respecto a la muestra patrón concluyendo que la adición es positiva de la Ceniza de Cascara de Arroz.

2.1.3.-NIVEL REGIONAL

“Reutilización de Plástico Polietilen-Tereftalato(PET) como materia prima en la elaboración de eco ladrillos para albañilería como alternativa sostenible para la construcción.”

Autor: Alexander Jesús Romaña Vilca y Stephanie Milene Salas Arredondo

Resumen:

La presente investigación (Romaña & Salas, 2021) está enfocada en la reutilización del Polietilen-Tereftalato (PET) como materia base prima para la elaboración de estos eco ladrillos haciendo sus respectivas comprobaciones que cumplen con los requerimientos mínimos que estipula la Normativa Peruana, de los ensayos que se realizaron fueron varios dado que se hicieron varias pruebas en base a proporciones iniciales desde 10% Cemento -90% PETS hasta 90% Cemento -10%PETS para poder obtener las proporciones adecuadas ,las cuales en base a varios ensayos y pruebas se pudo obtener una dosificación adecuada de 50% Cemento - 45% PET y 5% de Arena Gruesa , presentando resistencia a la compresión más altas que los ladrillos convencionales con un f^b de 208.66 kg/cm² y un f^m de 99.44/cm² se concluyó que desde las perspectiva de costo y beneficio tiene mayores ventajas aportando a un desarrollo más sustentable.

“Mejoramiento del Adobe Manufacturado en el Valle del Colca con la incorporación de Aditivos: Fibras de Polipropileno y Quitosano.”

Autor: Dr. John Percy Aragon Brousset

Resumen:

La presente investigación (Aragon, 2022) está enfocada en la reutilización del Polietileno junto al Quitosano, ambos son aditivos de origen muy distinto pero analizándolos pueden permitir notables mejoras en los muros de adobe, al hacer la adición de las fibras de polipropileno se logró tener una mejora del 51 % de resistencia en unidad mientras que en murete se logró una mejora del 59% de resistencia en comparación del adobe que no fue estabilizado mientras que en la adición del Quitosano la resistencia como unidad se redujo en un 10% mientras que la resistencia como murete se redujo en un 64% en comparación al adobe convencional.

“Mejoramiento de Unidades de Albañilería hechas a base de Suelo-Cemento con adición de Mucilago de Tuna.”

Autor: Renzo Flores Mogrovejo y Sergio Ramirez Tavera

Resumen:

La presente investigación (Flores & Ramirez, 2020) está enfocada en elaborar las unidades de arcilla con la adición del mucilago de tuna, previo a ello se realizó el Proctor modificado para poder saber el contenido de humedad óptimo el cual oscila del 12% al 16%. Para la extracción respectiva del mucilago se contó con 3 tipos de extracción la cual fue más óptima la de suspensión en agua con proporción de 1 a 3, se realizaron muestras huecas y sólidas con concentraciones de mucilago del 0%, 1.5%, 3% y del 4.5%, concluyendo que la dosificación con mejores resultados fue la de 4.5% habiendo obtenido una resistencia como unidad sólida de 15.65 MPa siendo 23.6% superior a la de una convencional y de 15.01 como unidad hueca siendo 24.2% superior a la convencional, en Resistencia como Pilas Sólidas obtuvo 9.29 MPa y en Pilas Huecas 8.74 MPa siendo 20% y 22.5% superiores respectivamente a las unidades Convencionales y por último se obtuvo un $V'm$ en unidades sólidas del 0.91 MPa y en unidades huecas del 0.74 MPa siendo 12.4% y 16.2% más resistentes que las unidades convencionales.

2.2.-ESTADO DEL ARTE

El sistema de Albañilería Confinada es el predilecto por la mayoría de familias peruanas por su menor costo y mayor uso que tiene en la construcción , debido a esto se realizan varias Investigaciones de diversas formas de cómo mejorar su desempeño y propiedades de este tipo de sistema para dar mayor seguridad y confort a las personas ,adicional a esto se hacen varios estudios para poder hacer un reemplazo parcial de ciertos materiales que están siendo usados de manera indiscriminada para poder satisfacer la creciente demanda de estos , parte de ello es necesario generar mayor conocimiento respecto a adiciones de origen natural o artificial que permitan mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de una forma más sustentable.

2.2.1.-INTERNACIONALES

(Ruiz & Tejada, 2016) en su Tesis Titulada “*Análisis del concreto con Nylon como aditivo para aligerar elementos Estructurales*” se pudo concluir que la adición de Nylon al concreto es positiva dado que en ciertos porcentajes se puede ver mayores valores a Compresión de los Testigos de Concreto adicionados de los No adicionados , cabe destacar que este estudio se realizo un reemplazo parcial del agregado grueso del 5% y 10 % , la poliamida usada aquí se tuvo que fundir previamente para poder usarla como agregado para la mezcla.

Si bien las características de la Poliamida en estado solido son bastantes debido a su dureza, rigidez, deformación y demás se debería ahondar un poco más en la utilización de esta en su forma original, hacer una previa fundición nos da mayor trabajabilidad al momento de hacer la mezcla, pero es preferible poder hacer la reutilización de esta como viruta o fibra para una mayor facilidad de preparación en campo.

(Camacho & Mena, 2018) en su Tesis Titulada “*Diseño y Fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas*”

con un ladrillo tradicional” se concluye que si se puede hacer la elaboración de Ladrillos Ecológicos dándonos como optima Dosificación la de 14 % del Cemento Portland , 6% de Ceniza de Cascara de arroz y 4 % de Cascara de arroz , este tipo de ladrillo esta basado en la Norma Técnica Ecuatoriana que es la INEN 317 , sus medidas respectivas son de 16 cm ,8 cm y 4 cm de alto dándonos en promedio un valor de compresión final de 6.707 MPa a los 28 días siendo este superior a la Mezcla de suelo + 20% de Suelo.

Para la Investigación previamente dicha se puede comentar que se demuestra la adición de la ceniza de cascara de arroz mejora las propiedades de la mezcla dándonos mayores valores de compresión y la cascara de arroz nos da mayor ligereza, siendo estas mejoras en las propiedades Físicas y Mecánicas , adicionalmente a ello se demostró que tiene mejores propiedades a la Flexión siendo el promedio de 2.46 MPa de resistencia superior a los 2 MPa de un Ladrillo Convencional, el proceso se hizo sin cocción ,disminuyendo la contaminación durante la elaboración de las unidades lo único que faltaría saber seria como se comportaría este tipo de Ladrillos Ecológicos a Tracción dado que no se menciona Ensayo alguno respecto a ello.

(Nuñez, 2016) en su Tesis Titulada *“Análisis Comparativo de la Resistencia a Compresión del Hormigón común con el Hormigón adicionado Fibras de Nylon ,utilizando agregados existentes en la provincia de Pastaza”* se pudo concluir que la Adición del 0.5 % de Fibra de Poliamida Nylon de $\frac{3}{4}$ ” de longitud al concreto tuvo una superioridad del 29 % a un concreto convencional , siendo esta la que presenta mejores resultados a los demás porcentajes , dado que nos da una resistencia del 271.42 kg/cm² frente a los 208.19 kg/cm² de un concreto típico ,también se demostró que el tipo de falla que tienen los testigos de concreto convencionales son del tipo Explosivo mientras que los adicionados con fibra de Poliamida tienen fallas tipo Dúctiles .

Este tipo de investigación aporta bastante información y recomendaciones respecto a la adición de microfibras de nylon al concreto ,dado que se puede ver su aplicación , siendo este un uso mas habitual de los materiales que típicamente se adicionan al concreto (sean polímeros ,metal

,etc.), también nos brinda ciertas recomendaciones como las que pueden ser que para una mejor trabajabilidad adicionar algún Aditivo dado que las fibras de poliamida mientras mayor sea el porcentaje de aumento menos trabajabilidad nos da en el concreto.

(Campoverde, Nieto, & Takeuchi, 2023) en su Investigación Titulada *“Análisis de Ladrillos Ecológicos fabricados con Suelo Limo Arenoso, Cemento, Viruta y Papel en base a Resistencia, Costo y Deformación”* se puede concluir que la adición de la Viruta de Madera para la elaboración de ladrillos brinda una ligereza y resistencia optima en comparación a un ladrillo tradicional mientras que la adición de papel bond hace la mezcla mas ligera pero tiene una considerable reducción de resistencia a compresión.

Durante la Investigación se realizo los diferentes ensayos para tener una buena caracterización de los materiales como lo es la granulometría del suelo que se va utilizar , preparación previa de los materiales que se adicionaran como lo es la viruta de madera de roble y eucalipto , ambas virutas tiene medidas mediana y fina siendo descartadas las de dimensión gruesa porque puede causar porosidad en los ladrillos, siendo estas saturada 48 horas antes para poder ser aplicada a la mezcla , en el caso de la viruta del papel se dejó saturando 48 horas para ser batido para tener una mezcla homogénea de este.

En base a los resultados a compresión obtenidos se puede asegurar que las dosificaciones con un 40 % y 50 % de viruta de madera superan la resistencia en un 28 % y 22 % respectivamente de los ladrillos tradicionales siendo estos escogidos como óptimos. Respecto a los costos son ligeramente mas costosos que los tradicionales pero en peso son menores siendo este un factor considerable porque la estructura tendría menos masa que soportar siendo esto fundamental en el diseño , reduciendo costos en la construcción.

(Maure, Candanedo, Madrid, Bolobosky, & Marin, 2018) en su artículo Titulado *“Fabricación de Ladrillos a base de Polímeros PET y virutas Metálicas”* se puede concluir que si

se puede elaborar ladrillos a base de Pet con virutas metálicas, se realizó el Ensayo a Compresión a las distintas dosificaciones, el mejor comportamiento han sido aquellas con una dosificación de 1000 gramos de PET y 125 g de virutas Metálicas obteniendo una resistencia de 96.40 kg/cm².

Aquí se realizo un trabajo previo con los materiales para su fundición, se hizo el recorte de las botellas para poder acelerar el proceso de fundido a una temperatura de 70 °C hasta 126 °C, posterior a ello se coloco este material fundido en el molde colocando de manera progresiva la viruta metálica, se procede a esperar hasta que este endurecido para su posterior ensayo .

El presente articulo tomo una alternativa distinta a las usuales porque aquí no se ve la presencia de arena, suelos limo arcillosos, etc siendo estos ladrillos elaborados a base de puros residuos sin un ligante de por medio salvo el Pet a altas temperaturas pero le falta poder tener mayor cantidad de muestras para poder asegurar la durabilidad o características de las unidades por ello en las mismas conclusiones se menciona que es un precedente para futuras investigaciones.

2.2.2.-NACIONALES

(Romaña & Salas, 2021) en su Tesis Titulada “*Reutilización de Plástico Polietilen-Tereftalato (PET) como materia prima en la elaboración de Ecoladrillos para albañilería como alternativa sostenible para la construcción*” se puede concluir que si es Posible la elaboración de un EcoLadrillo PET con fines estructurales en base a los ensayos realizados se puede demostrar la superioridad de este frente a un Ladrillo de Arcilla Industrial dado que los Ecoladrillos PET tienen de valores f^b de 208.66 kg/cm² y del f^m de 99.44 kg/cm² en comparación los f^b de 180 kg/cm² y f^m 65 kg/cm² de los convencionales siendo así una alternativa y un camino para la Construcción sustentable en la ciudad de Arequipa.

El aporte de esta investigación es muy grande porque va haciendo pruebas con distintos tipos de dosificaciones partiendo de base con porcentajes de Polietilen y Cemento, llegando adicionar arena gruesa para una mejor cohesión entre los materiales, si bien se muestra todo un

proceso ordenado de prueba y error en base a ensayos de compresión ,absorción ,succión etc, nos queda pendiente una duda la cual es en base a que Normativa podríamos guiarnos para el procedimiento de elaboración de la este tipo de Ladrillos dado que para las características Mecánicas y Físicas se basa en la Norma E070 cumpliendo los requisitos mínimos y sobrepasándolos en comparación a ladrillos convencionales.

(Morillos, 2021) en su Tesis Titulada *“Influencia de la adición de cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia mecánica de los ladrillos de concreto”* concluye que la Optima adición de Cenizas de Cascarilla de Arroz (CCA)al concreto es del 10 % en peso del cemento presentando un incremento del 11.86 % de la resistencia del concreto PATRON, a mayores cantidades de CCA la resistencia iba decayendo ,por ende se puede ir deduciendo que los porcentajes de adición de este material deben ser menores para un mejor comportamiento.

Viendo los ensayos Físicos y Mecánicos realizados en esta investigación podemos ver que tenemos Compresión Axial, Compresión de Muretes y Pilas de Albañilería , Alabeo, absorción los cuales los ladrillos adicionados cumplen los requerimientos mínimos pero la Resistencia a Tracción queda como una interrogante ,por ende es necesario hacer en investigaciones posteriores la inclusión de este tipo de Ensayo para poder ver el comportamiento de las unidades de Albañilería adicionadas.

(Aragon, 2022) en su Tesis Titulada *“Mejoramiento del Adobe Manufacturado en el Valle del Colca con la incorporación de Aditivos: Fibras de Polipropileno y Quitosano”* concluye que las unidades de Albañilería que tienen adicionados de fibras de polipropileno tiene un mejor comportamiento de aquellas que están adicionados con quitosano , dado el comportamiento que tiene este ultimo no permite una adecuada hidratación de la mezcla de las unidades de adobe , siendo frágiles al momento de ser ensayados también se puede mencionar que si bien dentro de la Investigación no estaba contemplado la interacción entre las fibras de polipropileno con el Quitosano , se realizaron Ensayos de Pilas de Unidades con Polipropileno y Quitosano , el

comportamiento de esta interacción no fue positiva , dado que el quitosano redujo la cohesión entre las fibras de polipropileno con el material del adobe así no se pudo manifestar sus bondades que si estuviera solo .

Se puede ver un ejemplo de interacción de Materiales naturales con artificiales, pero sin generar resultados muy óptimos juntos sino solo de una forma separada.

Por medio de los diferentes estudios previos que se han realizado se puede observar que la Incorporación de distintos tipos de materiales sean de origen natural o artificial en su mayoría producen un efecto positivo en las propiedades Físicas y Mecánicas sea en concreto convencional o en Unidades de albañilería ,siendo necesario más estudios para ir ampliando mucho más este tipo de investigaciones dado que se vio en cierto estudio que la interacción de material artificial con natural no dio buenos frutos, por medio de la presente investigación se quiere demostrar que si se puede lograr una adecuada interacción de los materiales para un futuro uso en construcciones convencionales de nuestra ciudad y brindando una alternativa más sostenible .

(Caceres & Mamani, 2021) en su Tesis Titulada “*Propiedades Físico Mecánicas de Ladrillos de Concreto con Adición de Fibras de Caucho Reciclado*” concluye con una Dosificación Optima la cual consta de 25 % de Cemento ,11.25% de Fibras de Caucho y 63.75 % de arena generando un resultado a Compresión de la Unidad de 155 kg/cm², en el caso de Compresión en Pilas es de 78.38 kg/cm² con una Resistencia a Compresión Diagonal de 9.94 kg/cm² siendo catalogado como un ladrillo tipo IV y denominado LCR-I.

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que los ladrillos cumplen con los requisitos mínimos establecidos en la Norma E 070. A lo largo de esta investigación, se realizaron variaciones en las proporciones de cemento y fibras de caucho para determinar una dosificación final, que posteriormente fue comparada con los ladrillos industriales King Kong de 18 huecos. Un

aspecto relevante de este estudio es el enfoque metodológico seguido para identificar la dosificación óptima, mediante la ejecución secuencial de ensayos preliminares, como los de compresión en unidades, compresión en pilas y compresión diagonal en muretes. Estos ensayos proporcionan datos esenciales para la clasificación de los ladrillos. Además, se llevaron a cabo Ensayos complementarias, como el ensayo de textura, absorción por capilaridad y resistencia al fuego, con el fin de caracterizar más exhaustivamente los ladrillos.

(Iglesias, 2016) en su Tesis Titulada *“Utilización de la Ceniza de Cascara de Arroz del Valle de Majes como Adición al Cemento para la elaboración de Concreto con Resistencias 140 kg/cm², 175 kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² en la ciudad de Arequipa”* concluye que las propiedades mecánicas y de durabilidad son afectadas por la sustitución parcial del cemento por la Cenizas ce Cascarilla de Arroz siendo beneficiosa cuando se hace la sustitución del 5% y 10% en caso se haga mayor, los resultados obtenidos van a tener una tendencia a disminuir la resistencia siendo poco beneficiosa la ceniza en estos casos.

Durante la presente investigación se ve la comparación de resultados mediante un Diseño Patrón el cual va ser determinado mediante dos métodos los cuales son el Diseño ACI y el Módulo de Fineza para las Resistencias mencionadas en el título, posterior a ello se hacen las sustituciones parciales de la ceniza de cascarilla de arroz por el cemento en proporción de 5%, 10% y 15% haciendo un análisis de los resultados en los gráficos comparativos.

En la revisión se puede observar el Ensayo de Gravedad Especifica realizado a la Ceniza de Cascarilla de Arroz en una Probeta, hacerlo en este tipo de envase no brinda un buen manejo durante el ensayo debido al tamaño y poca hermeticidad de este, en comparación a que ser realizado en un matraz o Fiola como menciona la norma, también se puede observar que la cantidad de sílice (SiO₂) en la Ceniza es de 66,64% la cual es buena pero se puede mejorar, siendo probable que durante el quemado no se haya alcanzado las temperaturas adecuadas dado que a mayor porcentaje mejora considerablemente las propiedades físico mecánicas del concreto.

El aporte de esta investigación es muy importante porque brinda dosificaciones óptimas para poder elaborar Concreto a distintas resistencias con la Adición parcial de la Ceniza de Cascarilla de Arroz incluso recomendando que tipo de aditivo es indicado para poder tener una trabajabilidad como lo serían el Sika he 98 y el Euco 37.

2.3.-MARCO TEORICO

2.3.1.-UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Las unidades de albañilería han sido usadas desde hace muchos años por el hombre, debido a su facilidad de elaboración con materiales cercanos al área como pueden ser la arcilla, tierra, etc. En base a los registros históricos se puede observar desde la época de los Mesopotámicos y Palestinos , dadas sus estructuras que aún siguen como el Zigurat de Ur , su practicidad y versatilidad en la construcción hizo que sea usado mucho durante distintas épocas como prueba de ello tenemos La Gran Muralla China que fue hecha a base de ladrillo cocido y piedra , esto fue hecho durante gran parte de su extensión, desde aproximadamente 445 AC y siguió siendo construida hasta los 1600 aproximadamente por parte de la Dinasta Ming los últimos 100 años ,esta última dinastía se encargó de terminarla con sus grandes muros donde partes del trayecto tenían un ancho de 5 m añadiendo incluso torreones ,la muralla llegaba a 8 m de altura todo con fines defensivos de ataques e invasiones. (Paz, 2014)

Gran parte de su uso es por la facilidad de ser llevados con una sola mano y con materiales aledaños a las zonas de ejecución , después de su moldeo sea industrial o artesanal se tiene que dejar secar al aire libre para luego hacer su posterior cocido en hornos sean artesanales o industriales conforme pasa el tiempo pueden adicionar ,reemplazar ciertos materiales pero gran parte del proceso es el mismo , actualmente se tiene una alta demanda de estas unidades en nuestro país debido a su uso comercial ya establecido con el pasar de los años (Moscoso & Viamonte, 2022).

2.3.1.1.-CARACTERISTICAS GENERALES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Para poder definir como ladrillo o Unidad de albañilería a un elemento debe de cumplir ciertas características sean en sus materiales de los que está compuesto, dimensiones o su mismo peso dado que es sabido que para ser considerado como ladrillo debe poder ser manejado con una sola mano dado que si el peso excede y se necesitan ambas ya pasa a ser considerado un bloque (Aduviri & Perez, 2021).

Se puede observar que también hay una variedad de tipos de Ladrillos desde su forma hasta la composición de lo que están hechos, dado que la arcilla cocida no es la única materia prima de la cual podemos hacer las unidades de albañilería, en base a lo revisado podemos decir que tenemos las siguientes materias primas para Ladrillos:

a) **ARCILLA.** - Es aquella unidad de albañilería que su materia prima principal es la Arcilla la cual dentro de su composición tiene sílice y alúmina con cantidades de óxidos metálicos en variables cantidades, se debe de tener en cuenta que las mejores arcillas para hacer ladrillos son aquellas que tienen un 33 % de arenas un limos dado que así se reducen las contracciones al momento del secado , para su elaboración es moldeada cuando se combina con agua dándole mayor plasticidad que genera mayor trabajabilidad para darle la forma que deseemos, posterior a ello se deja secar al aire libre y se hace su cocción en hornos donde va estar de 900 a 1000 °C para su posterior distribución al mercado. (Gallegos & Casabonne, 2005)

Figura 1 Ladrillo de Arcilla Industrial de 18 huecos

FUENTE: Imagen extraída de la página web de Ladrillos EL DIAMANTE



b) **CONCRETO.** - Las unidades de concreto son elaboradas a partir de la combinación de cemento más agregados graduados pueden ser unidades de albañilería o bloques , para su optimo desempeño se tienen que elaborar el moldeo por vibración o presión

Figura 2 Ladrillo de Concreto



. (Gallegos & Casabonne, 2005)

FUENTE: Imagen extraída de la página web de Blogicasa

<https://www.blogicasa.com/ladrillos-de-concreto-ladrillos-de-cemento/>

Para el caso de unidades hechas de concreto nos podemos guiar de la siguiente densidad en base a sus agregados:

Tabla 1 Densidades de Unidades de Concreto con diferentes tipos de agregados

Densidades de Undes de concreto elaboradas con diferentes agregados	
Agregado	Densidad (kg/m3)
Arena y Piedra	2000-2350
Escorias	1600-2200
Arcilla expandida	1200-1500
Piedra pómez	950-1300
Concreto celular	400-700

FUENTE: Extraído del Libro de (Gallegos & Casabonne, 2005) Albañilería

Estructural

c) **SILICO-CALCAREAS.-** Son aquellas que están compuesta de arena o roca triturada y cal , tiene un color claro característico con ligeros tonos grises , se puede ver ello en

Figura 3 Colocación de Bloques Sillico Calcáreos



base a los agregados de lo que este compuesto ,es muy importante saber que la roca triturada o arena que se está usando tiene más del 75% de su contenido de sílice dado que ese componente es de suma importancia para la resistencia ,durabilidad y contracción que experimentara la unidad, para su elaboración se va tener que hacer la combinación de la cal sea viva o hidrata con los agregados , posterior al moldeo a presión alta sea mecánica o hidráulica se hace un curado de vapor a alta presión producto de este curado la cal interactúa con el sílice generando cementantes como silicatos cálcicos hidratados logrando una sólida unión entre partículas de arena y agregados.

FUENTE: Imagen extraída de la página web de Minera Luren

http://www.mineraluren.com/Productos_Materiales.html

CLASIFICACION DE TIPOS DE LADRILLOS

En base a las características que presentan los ladrillos podemos clasificarlos de 5 formas desde el TIPO I,II,III,IV y V siendo los últimos los que presentan mejores propiedades como se podrá ver en la tabla siguiente:

Tabla 2 Clasificación de Unidades de Albañilería

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4.8(50)
II Ladrillo	±7	±6	±4	8	6.7(70)
III Ladrillo	±5	±4	±3	6	9.3(95)
IV Ladrillo	±4	±3	±2	4	12.7(130)
V Ladrillo	±3	±2	±1	2	17.6(180)
P(1) Bloque	±4	±3	±2	4	4.9(50)
P(2) Bloque	±7	±6	±4	8	2.0(20)

FUENTE: Extraído de la Norma E070 Albañilería

En base a la tabla referenciada se puede ver que las unidades IV y V son aquellas que generalmente tienen mayor resistencia a compresión y menor variación de sus dimensiones, usualmente las unidades huecas King Kong Industriales son aquellas que sin mucho esfuerzo llegan a resistencias altas debido a su proceso de manufactura controlado durante la elaboración y cocido

de estas , en el caso del Tipo V podemos clasificar allí a los Ladrillos King Kong de Concreto que se compone de Cemento y agregados ,son los que tienen un mejor comportamiento pero en Arequipa no son usualmente usados. (ACEROS AREQUIPA, 2022)

2.3.2.-PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Las unidades de Albañilería antes de ser usadas en la ejecución de algún proyecto deben de ser analizadas sus propiedades Físicas y Mecánicas, si bien no se va hacer un análisis de todas las unidades se hace un previo muestreo para poder estimar las propiedades en general del lote de ladrillos a utilizar , en base a la normal E070 por cada 50 millares de unidades que hayan sido elaboradas se van a sacar 10 de las cuales 5 son destinadas al ensayo de Compresión y 10 son para Absorción (Ministerio de Vivienda, 2006)

2.3.2.1.-RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA(F'M)

Para la determinación del Ensayo a compresión se va hacer con las unidades y también Pilas de Ladrillos cada una con la normativa correspondiente, para el caso del Prismas de Albañilería vamos a basarnos en la NTP 399.605:2013 la cual nos brinda el procedimiento correcto , desde cómo se debe sacar las medidas y la ejecución del ensayo partiendo de que la carga inicial s aplicar debe ser primero de un cuarto de la esperada , dándonos descripciones del tipo de falla que vayamos a obtener y hacer una clasificación de estas, así mismo vamos a ver que obtenido el resultado de la compresión de laboratorio vamos hacer una corrección basado en la Altura del prisma(h_p) y la menor dimensión lateral(t_p) , vamos a multiplicar el factor que nos brinda la tabla y así lograremos obtener el f'_m que es la Resistencia a la Compresión de la Albañilería . (INACAL, "Norma Tecnica Peruana NTP 399.605:2013 Unidades de Albañileria .Metodo de Ensayo para la determinacion de la resistencia en compresion de prismas de albañileria " , 2013)

2.3.2.2.-RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA(VM)

Para la determinación de este ensayo se va tener que realizar 03 muretes de Albañilería de 0.60 m x 0.60 con las mismas unidades, mortero y mano de obra para que sea lo más uniforme posible las muestras, después de ello se va , con la colocación de sus respectivas escuadras tanto en la parte superior como inferior para la correcta aplicación de carga , una vez obtenida la carga máxima se va poder hacer el cálculo del Esfuerzo Cortante ,Deformación Angular y Modulo de Rigidez. (INACAL., "Norma Técnica Peruana NTP 399.621:2004 Unidades de Albañilería .Metodo de Ensayo de Compresion Diagonal en Muretes de Albañilería, 2004)

$$v_m = \frac{0.707P}{A_b} \quad (1)$$

Ecuación 1 Ecuación para hallar el Esfuerzo Cortante de un Murete de Albañilería de la NTP 399.621

FUENTE: NTP 399.621 2004 Unidades de Albañilería Métodos de Muestreo y Ensayo de Unidades de Albañilería de Concreto.

Donde:

v_m =Esfuerzo Cortante sobre área Bruta, en MPa

P =Carga aplicada en N

A_b =Área Bruta del espécimen en mm²

2.3.2.3.-ABSORCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA (ABS)

Para la determinación de la Absorción de las muestras de Albañilería se va escoger 3 muestras las cuales van a ser sumergidas por 24 h en agua, posterior a ello se va hacer su pesado de estas cuando están sumergidas, luego a ello retirar las unidades de donde estaban sumergidas para su secado superficial y así obtener el Peso Saturado , por ultimo vamos a dejar secar en un horno de 105 a 110 °C por no menos de 24 horas para así obtener el peso Seco de la unidad para lograr ello se va hacer revisiones cada 2 horas hasta obtener una variación menor al 0.2 % del peso anterior tomado, la toma de muestras es de 3 unidades. (INACAL., NTP. 339.604 Unidades de Albañileria. Metodos de Muestreo y Ensayo de Unidades de Albañileria de Concreto, 2002)

Con los datos obtenidos vamos a tener poder calcular el Porcentaje de Absorción por la siguiente formula

$$\text{Absorción \%} = \left(\frac{W_s - W_d}{W_d} \right) \times 100 \quad (2)$$

Ecuación 2 Ecuación para hallar la Absorción de una Unidad de Albañilería

FUENTE: NTP 399.604 2002 Unidades de Albañilería Métodos de Muestreo y Ensayo de Unidades de Albañilería de Concreto.

Donde:

W_s =Peso Saturado del Espécimen. (kg)

W_D =Peso Seco al Horno del Espécimen. (kg)

***No olvidar que el valor aceptable para unidades de Albañilería no debe ser mayor al 22% y en caso de bloques de concreto no es mayor del 12%.**

2.3.2.4.-SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA (ABS)

En base a la Norma E070, se puede hacer pruebas de campo para poder medir la succión que tengan las unidades de albañilería la cual debe de estar entre 10 a 20 gr/200 cm²- min. Para poder realizar vamos a necesitar una bandeja uniforme en la cual vamos a colocar unidades de albañilería donde haya una altura de agua de 3 mm y vamos a registrar cuanto succiona después de 1 min la muestra, tener en cuenta que las muestras deben de estar totalmente secas. (Ministerio de Vivienda, 2006)

$$SUCCION = \frac{200 (P_{im} - P_{Seco})}{A} \quad (3)$$

Ecuación 3 Succión de una Unidad de Albañilería

FUENTE: NORMA E 070 Albañilería

Donde:

V_1 = Volumen Inicial de Agua

V_2 = Volumen final de Agua

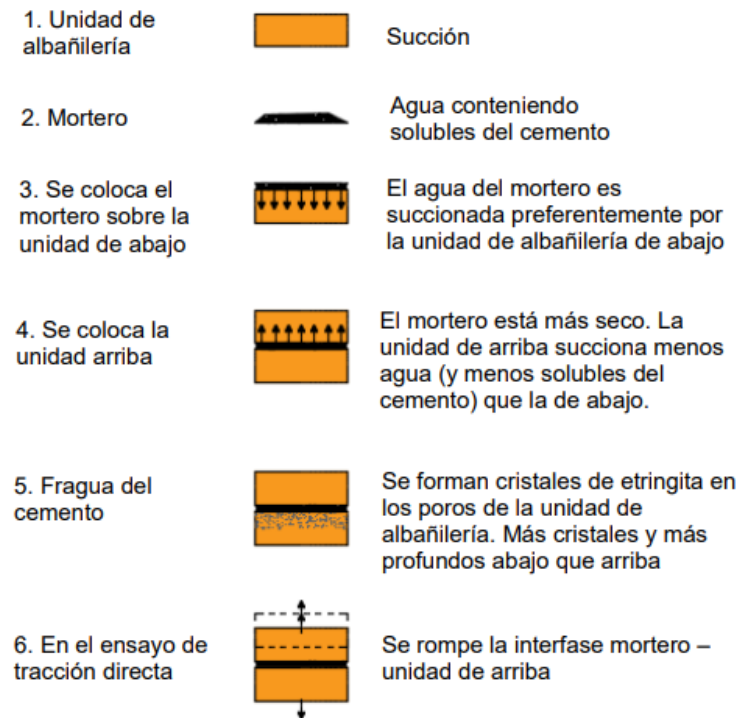
A = Área Bruta en cm²

2.3.2.5.-ADHERENCIA ENTRE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Un factor muy importante en la construcción con Albañilería confinada es la adherencia que existe entre los ladrillos, dado que no sirve tener muros vistosos y de aparente resistencia si es que la adherencia de las unidades no es la correcta o la suficiente para poder comportarse todo como un solo cuerpo, debido a ello cuando se realiza el ensayo

de Compresión Diagonal de Muretes vamos a poder observar como es el comportamiento , viendo qué tipo de falla va tener este y prediciendo un comportamiento futuro de las unidades con el mortero.

Figura 4 Mecánica de la Adhesión



FUENTE: Figura basada en el Libro “Albañilería Estructural” (Gallegos & Casabonne, 2005)

Es muy importante ver las características de los elementos que van a ser ensayados porque al realizarse de manera investigativa ensayos con mortero y vidrio se pudo obtener un valor de 0.2 kg/cm² el cual es muy bajo en comparación de la pasta de cemento con superficies porosas la cual nos da 10 kg/cm², siendo también muy importante los compuestos que tenga el mortero , viendo que en ciertas zonas del país se suele adicionar cal a la mezcla para poder mejorar ciertas características de la mezcla , se suele tener cierto recelo con la adición de esta al mortero pero en base a ensayos químicos realizados a construcciones existentes se vio que la durabilidad en el tiempo la presentaban las

construcción con morteros adicionados con cal , presentando menos fisuras y filtraciones que las construcciones que solo usaron mortero de cemento y agua . (Gallegos & Casabonne, 2005)

2.3.2.6.-ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Este tipo de ensayo es muy importante para poder ver la calidad de las unidades de albañilería si bien es realizado usualmente en Probetas de Concreto para poder inferir de manera indirecta la resistencia a la Tracción, lo que se va realizar aquí es el sometimiento de un ladrillo a una carga que va ir aumentando de manera creciente a cierta velocidad de desplazamiento, por medio de la siguiente expresión vamos a poder deducir la resistencia a la flexión (INACAL, 2002):

$$M_r = \frac{3.P.L}{2.b.h^2}$$

(4)

Ecuación 4 : Modulo de Rotura

FUENTE: NTP 339.079 Método de Ensayo para determinar la Resistencia a la Flexión del Concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los dos tercios del tramo.

Donde:

M_r = Modulo de Rotura

P = Carga Máxima soportada por la Unidad

b = ancho de la Unidad

h =altura de la Unidad

L = Longitud entre apoyos

2.3.2.7.-ENSAYO DE DENSIDAD DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Este ensayo tiene como objetivo determinar la densidad de las unidades de albañilería. Para ello, primero se registra el peso de las unidades secas antes de ser sometidas a cualquier prueba. Luego, las unidades se colocan en una olla con agua destilada y se hierven durante aproximadamente 3 horas. Una vez finalizado este proceso, se pesan nuevamente las unidades y, posteriormente, se sumergen en una canastilla dentro de un recipiente grande con agua, registrando el peso sumergido. Con los datos obtenidos, se calcula la densidad de las unidades

Ecuación 5 Densidad de las Unidades de Albañilería

$$DENSIDAD = \frac{Peso\ seco}{V}$$

(5)

Ecuación 6 Volumen hallado en base al Peso Saturado y Sumergido

$$V = P1 - P2$$

(6)

Donde:

P1 = Peso Saturado de las Unidades (g)

P2=Peso Sumergido(g)

V= Volumen (cm³)

2.3.3.-MORTERO USADO PARA UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Para una correcta adherencia entre las unidades de albañilería se va utilizar el mortero que es un compuesto de aglomerantes y agregado fino los cuales usualmente son cemento, arena, la

proporción de agua a usar se hace de manera que la mezcla sea trabajable para un mejor proceso constructivo.

Para lograr cumplir los requerimientos mínimos de la Norma E070 se nos da cierta granulometría que debe de cumplir la arena gruesa que va ser parte de la preparación del mortero la cual es la siguiente:

Tabla 3 Granulometría de Arena Gruesa para Mortero de Albañilería

TABLA 3	
GRANULOMETRIA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	PORCENTAJE QUE PASA (%)
NRO 4 (4.75 mm)	100
NRO 8 (2.36 mm)	95 a 100
NRO 16 (1.18 mm)	70 a 100
NRO 30 (0.60 mm)	40 a 75
NRO 50(0.30mm)	10 a 35
NRO 100 (0.15 mm)	2 a 15
NRO 200 (0.075 mm)	Menos de 2

FUENTE: NORMA E 070 ALBAÑILERIA

En base a la Norma E070 se tiene diferentes tipos de mortero en base al uso que se les va a dar, por medio de la siguiente tabla se podrá ver:

Tabla 4 Tabla de Proporciones de Mortero Norma E070

TABLA 4 TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES (PROPORCIONES)				USOS
TIP O	CEMEN TO	CAL	ARENA	
P1	1	0 A $\frac{1}{4}$	3 a $3\frac{1}{2}$	Muros Portantes
P2	1	0 A $\frac{1}{2}$	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 5	Muros No portantes

FUENTE: NORMA E 070 ALBAÑILERIA

También se nos hace mención que el mortero tiene que cumplir con los ensayos de Pilas y Muretes, proporcionando Resistencias iguales o mayores para asegurar el cumplimiento de la durabilidad de la Edificación de albañilería a realizar.

2.3.4.-REQUISITOS ESTRUCTURALES QUE DEBE DE CUMPLIR UN SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN BASE A LA NORMATIVA

Para un sistema de Albañilería Confinada en Perú nosotros nos basamos en el **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES** quien por medio de la **Norma E070** Albañilería nos brinda todo un procedimiento de diseño para este tipo de sistemas, desde los parámetros mínimos de los componentes de la Albañilería que pueden ser el mortero, unidad de

albañilería, bloques de concreto y demás, hasta los ensayos respectivos para poder darla la validez correspondiente a los materiales.

Para un óptimo comportamiento de una vivienda de Albañilería Confinada vamos a tener ciertos requerimientos que deben de cumplir, los cuales en base a la Norma E 070 son los siguientes (Ministerio de Vivienda, 2006):

MUROS PORTANTES

Se tendrá en cuenta que el espesor de los muros en base a la zona donde se ejecute la vivienda como mínimo deberá de cumplir:

A) ESPESOR EFECTIVO:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para ZONAS SISMICAS 2 Y 3}$$

(7)

Ecuación 7 Efectivo Zona Espesor Sísmica 2 y 3

FUENTE: EXTRAÍDA DE LA NORMA E070 ALBAÑILERÍA (Ministerio de Vivienda, 2006)

$$t \geq \frac{h}{21} \quad \text{Para ZONAS SISMICAS 1}$$

(8)

Ecuación 8 Espesor Efectivo para Zona 1

FUENTE: EXTRAÍDA DE LA NORMA E070 ALBAÑILERÍA (Ministerio de Vivienda, 2006)

*Considerar que “h” es la altura efectiva de pandeo

Donde:

t =Espesor efectivo

h =Altura efectiva

B) ESFUERZO AXIAL MÁXIMO:

Aquí vamos a considerar que la carga Máxima de Servicio que va ser aplicada a cada muro, está incluyendo el 100 % de carga viva debe ser menor a la expresión mostrada.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L.t} \leq 0.2 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$$

(9)

Ecuación 9 Esfuerzo Axial Máximo

FUENTE: Extraída de la Norma E070 Albañilería (Ministerio de Vivienda, 2006)

Donde:

σ_m =Esfuerzo Axial Máximo(kgf/cm²)

P_m =Carga de Gravedad Máxima de Servicio(kgf)

L = Longitud Total del muro (m)

t =Espesor Efectivo del muro (m)

f_m = Modulo de Rotura de la Albañilería (kgf/cm²)

h =Altura Efectiva (m)

Caso de NO CUMPLIRSE la expresión se procederá aumentar el espesor del muro o cambiando a muro de Concreto armado, de esta forma se va poder reducir la carga axial.

ESTRUCTURACION DE PLANTA:**a) MUROS A REFORZAR:**

Cuando se vea que ciertos muros portantes reciben 10% o más de la fuerza sísmica o a los muros perimetrales se va proceder a reforzarlos esto pasa principalmente en la ZONA SISMICA 2 Y 3 en la ZONA SISMICA 1 se reforzaran como mínimo los muros perimetrales de cierre.

b) DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS REFORZADOS:

Para poder saber si la densidad mínima de muros en cada dirección está siendo cumplida va ser evaluada en base a la siguiente formula:

$$(10) \quad \frac{\text{Área de Corte de Muros Reforzados}}{\text{Área de Planta Típica}} = \frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N.}{56}$$

Ecuación 10 Densidad Mínima de Muros

FUENTE: EXTRAÍDA DE LA NORMA E070 ALBAÑILERÍA (Ministerio de Vivienda, 2006)

Donde:

L =Longitud del muro (m)

t =Espesor del Muro (m)

Z = Factor de Zona Sísmica.

U =Factor de Importancia de la estructura.

S = Factor de Tipo de Suelo.

N =Número de pisos del edificio

Los valores de Z , U y S son factores de Zona Sísmica y N es el número de pisos , en caso encontrar placas de concreto su espesor de esta deberá multiplicarse por E_c/E_m donde E_c es el modulo del concreto y E_m de la albañilería y así saber su semejanza en albañilería .

2.3.5.-RESIDUOS DE PETS APLICADOS EN LA CONSTRUCCION

El uso del Plástico está involucrado en el diario vivir de las personas , por ende no es una excepción que en la construcción se vean muchas de sus aplicaciones ahora viendo desde un lado ambiental también se puede observar que la contaminación cada vez es mayor ,dado que las industrias deben de tratar de suplir la creciente demanda que tiene , por medio de estos se hace uso indiscriminado de los recursos sin pensar en el futuro o poco en ello , el plástico es un compuesto que es usado mucho pero que poco o casi nada de reutilización se le da , por su practicidad es fácil de desechar pero muy poco de reciclar , se han dado esfuerzos para poder incorporar políticas de segregación de este para poder reaprovecharlo y darle una segunda vida por medio de estas investigaciones se crearon los famosos Ecoladrillos que tienen un menor impacto con el ambiente generando el mismo confort y las propiedades iguales o mayores que los ladrillos convencionales en la construcción.

2.3.5.1.-REUTILIZACION DE RESIDUOS DE PETS EN LOS MORTEROS DE ALBAÑILERIA.

Un paso muy grande para poder empezar con el cambio fue la incorporación de los PETS en la construcción que su nombre químico sería Polietilen-Tereftalato, siendo este un polímero también de cadena larga molecular que contiene Hidrogeno Oxigeno e Hidrogeno, este compuesto es muy usado en los envases que día a día usamos y también en ciertos textiles dadas sus características que presenta que son la trabajabilidad y maniobrabilidad durante su proceso de elaboración. Aprovechando que este insumo no es siempre aprovechado o reutilizado después de

su uso por ende se iniciaron investigaciones donde se pueda hacer la incorporación de estos residuos.

Por medio de Investigaciones realizadas se vio que la adición de fibras de PET en el mortero para albañilería presenta una mejora en las propiedades del mismo siendo hasta un 20 a 30 % superior en su resistencia a la flexión que los morteros convencionales , presentando una mejora notoria y también practicidad en su aplicación dado que solo es adicionar en obra estas fibras , también su fabricación se basa en el corte por medio de navajas hasta llegar al tamaño adecuado y trabajable de uso , todo esto se vio en Facultad de Materiales de la UAQ todo darle mayores aplicaciones de uso a los residuos PETS (RESIDUOS PROFESIONAL, 2017).

Figura 5 Adición de Fibras de PETS en la preparación de Mortero



FUENTE: EXTRAIDA DE LA PAGINA WEB “Residuos Profesional”

2.3.5.2.-REUTILIZACION DE RESIDUOS DE PETS EN LA ELABORACION DE LADRILLOS ECOLOGICOS EN AREQUIPA

También con el tiempo las investigaciones respecto a la Reutilización de los PETS se ha dado en la ciudad de Arequipa por medio de distintos investigadores de las distintas Universidades presentes aquí , cabe denotar que la Investigación realizada en la UCSM donde se hace la reutilización de los PETS en la elaboración de Ladrillos Ecológicos en la ciudad de Arequipa , es una base para poder seguir investigando los distintos materiales que pueden ser reutilizados ,dado que aquí se llegó a obtener una dosificación Optima con las características adecuadas para lograr

ser usadas como cualquier albañilería convencional la cual fue de 50% de Cemento -45 % PET y 5% Arena gruesa presentando resistencias a la Compresión de 208.66 kg/cm² siendo muy superior a unidades de albañilería convencionales (Romaña & Salas, 2021).

Figura 6 Proceso de Elaboración de Unidades de Albañilería con PETS en los Laboratorios de la UCSM



FUENTE: IMÁGENES EXTRAIDA DE LA TESIS “Reutilización de Plástico Polietileno-Tereftalato (PET) como materia prima en la elaboración de Eco ladrillos para albañilería como alternativa sostenible para la construcción” de la UCSM

2.3.6.-POLIAMIDA

La Poliamida o Nailon es un plástico que fue sintetizado por su creador que es Wallace Carothers en Estados Unidos, él era un investigador de química Orgánica quien en su búsqueda de una fibra sintética genero la creación de una seda sintética que tiene múltiples usos hoy en día. Es un Polímero de cadena molecular larga semicristalino, más conocido en la industria como Nylon, se tiene los siguientes tipos:

Poliamida Sintética. -Son aquellas generadas por composiciones químicas denominadas como nylon, siendo un material cristalino usado en el ámbito industrial para múltiples usos siendo altamente rígido y sólido.

Poliamida Natural. -Son aquellas que su estructura las define a si mismas siendo materiales elásticos como la seda y la lana.

La poliamida tiene números que le siguen a su nombre que la diferencian los cuales pueden ser 66,11,12 y demás, estos significan la longitud que tienen las cadenas poliméricas, de los cuales el primero representa el número de átomos de carbono de diamina y el segundo carbono del ácido.

2.3.6.1.-PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA POLIAMIDA

Para fabricar Poliamida 6, se utiliza como materia prima principal la **caprolactama** o sal de nailon, un compuesto químico empleado para producir plásticos y fibras sintéticas. Este compuesto se somete a un calentamiento controlado a temperaturas que oscilan entre **220 y 260 °C**, junto con pequeñas cantidades de agua. El calor provoca la ruptura del anillo lactámico de la caprolactama, iniciando una reacción de **policondensación**, donde las moléculas se enlazan químicamente. Este proceso da lugar a la formación de enlaces amida (N-H-C=O), que constituyen la base de las largas cadenas poliméricas de la Poliamida 6

Figura 7 Barra Hueca de Poliamida 6



FUENTE: Pagina de venta de Poliamida <https://www.plasticosmetales.cl/pa6-poliaramida-6/>

2.3.6.2.-CARACTERÍSTICAS DE LA POLIAMIDA

La poliamida tiene usos amplios en las Industrias automovilísticas, metal mecánico, alimentarias, etc. debido a sus características que le permiten ser usados en distintos tipos de aplicaciones las cuales más resaltantes son las siguientes (RESINEX, 2021):

- Alta resistencia a las altas temperaturas durante periodos de tiempo prolongados
- Resistencia a la abrasión

-Resistencia a materiales químicos como gasolina, grasa o aroma.

-Absorción de agua

-Alta resistencia y rigidez

-Buenas propiedades Dieléctricas

-Dureza y funcionalidad a temperaturas bajas.

En base a la Ficha técnica de la Empresa Duraflon perteneciente a la Corporación Emacin podemos extraer estas características principales en la siguiente tabla:

Tabla 5 Características Principales de la Poliamida 66

Propiedades Mecánicas	Valor	Unidad	Norma
Resistencia a Tracción	86	MPa	ASTM D638
Módulo de Elasticidad	3200	MPa	ASTM D638
Resistencia a Flexion	86	MPa	ASTM D790
Modulo de Elasticidad	4500	MPa	ASTM D790
Resistencia a Compresion	99	MPa	ASTM D 695
Modulo de Compresion	2370	MPa	ASTM D 695
Dureza Shore	80		ASTM D 2240

FUENTE: FICHA TECNICA DE ENSINGER

2.3.7.-USO DE CENIZAS EN LA CONSTRUCCION

Varias investigaciones realizadas en el mundo han demostrado que la adición de Ceniza de Cascara de Arroz es una muy buena adición dada las propiedades que confiere su compuesto y

que puede comportarse como una “Puzolana” dado que tiene presencia de Sílice, por medio de Investigaciones realizadas se vio que este residuos agroindustrial suele ser uno de los mayores en las cosechas de arroz dado que en el momento no se le daba la importancia debida solo haciendo un análisis desde la perspectiva de Colombia siendo este uno de los que genera mayor cantidad de arroz debido a sus zonas agroindustriales , genera cerca de 2 100 000 toneladas de arroz y la Ceniza de Cascara de Arroz es cerca del 20 % de todo esto , estamos hablando del 400 toneladas de cascarilla que son residuos de las cosechas con alto contenido de sílice que no está siendo aprovechado (Mattey, Robayo, Diaz, Delvasto, & Monzo, 2015).

Haciendo análisis desde el punto de visto Químico esta es una fuente para obtener sílice de característica amorfa, pero viendo que puede ser reutilizado en la Industria de la construcción como adición parcial del cemento o del agregado fino debido a su granulometría se han hecho análisis de su incorporación al concreto y también de sus componentes que tiene en su masa, dando así los siguientes compuestos a través de un análisis Químico:

Tabla 6 Composición Química de la Ceniza de Cascarilla de Arroz

Componente	% en Peso	Componente	% en Peso
SiO ₂	91.39	S	0.14
K ₂ O	2.17	P ₂ O ₅	0.79
CaO	0.39	Na ₂ O	0.05
Al ₂ O ₃	0.13	Zn	0.02
Fe ₂ O ₃	0.37	Cl	0.04
MgO	0.33	Cr	0.01
MnO	0.17	H ₂ O	4

**FUENTE: TABLA OBTENIDA DE LA REVISTA LATINOAMERICANA DE METALURGICA
Y MATERIALES**

Por medio de la presente tabla se podrá ver los porcentajes de los compuestos que tiene la ceniza de cascarilla de arroz, en base a la Norma ASTM 618 cumple con los requerimientos de una Puzolana, su porcentaje de pérdida en peso fue menor del 6% y su Índice de Actividad Puzolánica fue mayor al mínimo requiriendo, cumpliendo con gran parte de los requerimientos que nos brinda la norma.

En base a la investigación de la adición de ceniza de cascarilla de arroz al concreto se pudo observar que con adición de 20% de ceniza en sustitución del agregado fino este concreto cumplía con los requerimientos para bloque No Portantes de la NTC 4076 siendo sus resistencias a los 28 días de 5.49 y 6.08 MPa respectivamente, siendo demostrada la viabilidad de la adición de ceniza al concreto con buenos resultados. (Mattey, Robayo, Diaz, Delvasto, & Monzo, 2015)

También en investigaciones locales se hicieron investigación sobre la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la elaboración de bloques de concreto, esto se dio en la Universidad Nacional de Cajamarca en la cual se hicieron ensayos con muestras de ladrillos adicionados con porcentajes de 5%,10%,15% y del 20% en peso del cemento, viendo el comportamiento de este cabe mencionar que se hizo uso de una mesa vibratoria durante diferentes intervalos de segundos permitiendo así saber tiempos óptimos de vibrado para una mayor resistencia mecánica. (Morillos, 2021)

Generando información a base de los ensayos la cual nos demuestra que en todas las adiciones se cumplen los parámetros mínimos de la NORMA E070 siendo la muestra más destacable las del 10 % de adición dado que tiene un incremento del 12 % respecto a la muestra patrón.

Se puede mencionar que para la obtención de la CCA se hizo molienda y su respectivo tamizado para hallar las propiedades en el Laboratorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. La densidad obtenida de la ceniza de cascara de arroz usada en esta investigación es de 2.38 g/cm³

estando en un valor medio de 2.10 g/cm³ a 2.40 g/cm³ de las puzolanas que es obtenida por medio de la investigación de A.M. Neville 1977.

2.3.8.-METODOLOGIA PARA DOSIFICACIONES DE UNIDADES DE MAMPOSTERIAS DE HORMIGON ACI 211.3R-02

El ACI es el Instituto Americano del Concreto, nos brinda normas y estándares respecto al hormigón además de ello muchas investigaciones, consideraciones preliminares hasta dosificaciones ,relaciones de agua cemento para diferentes fines del concreto a diseñar y demás , también cuenta con una Guía en la cual nos brinda pasos para poder elaborar de una manera correcta Unidades de Albañilería de Concreto todo esto se encuentra en la “**GUIA PARA SELECCIONAR PROPORCIONES DE HORMIGON SIN ASENTAMIENTO**” específicamente en el APENDICE 5 “ **UNIDAD DE MAMPOSTERIA DE HORMIGON**” (211.3R-02, 2002) aquí se nos va explicar más detalladamente los componentes de las Unidades de mampostería y que propiedades aporta cada uno de estos como es el cemento , agregado grueso y fino.

La metodología de este apéndice se basa prioritariamente en los Módulos de Fineza de los agregados, dado que en base a estos se va poder reemplazar en la ecuación mostrada el porcentaje correcto de Agregado Fino para así sacar volúmenes de Finos y de Gruesos.

$$\% \text{ Agregado Fino} = \frac{M.F.A.Grueso - M.F.Combinado}{(M.F.A.Fino - M.F.A.Fino) \times 100}$$

(11)

Ecuación 11 Porcentaje de Agregado Fino en Base a los Modulos de Fineza de Agregados

**FUENTE: Ecuación extraída de la “GUIA PARA SELECCIONAR
PROPORCIONES DE HORMIGON SIN ASENTAMIENTO” en el APENDICE 5:
UNIDAD DE MAMPOSTERIA DE HORMIGON.**

Donde:

M.F.A. Grueso = Modulo de Fineza del Agregado Grueso.

M.F.A. Fino = Modulo de Fineza del Agregado Fino.

M.F.A. Combinado = Modulo de Fineza de la Combinación de
Agregados.

Una vez realizado el previo cálculo de los Módulos de Fineza y del Porcentaje de Agregado Fino vamos a proceder hallar el Porcentaje de Agregado Grueso.

$$\% \text{ Agregado Grueso} = 100 - \% \text{ Agregado Fino} \quad (10)$$

Ecuación 12 Porcentaje de Agregado Grueso para Unidades de Mampostería de
Concreto

**FUENTE: Ecuación extraída de la “GUIA PARA SELECCIONAR
PROPORCIONES DE HORMIGON SIN ASENTAMIENTO” en el APENDICE 5:
UNIDAD DE MAMPOSTERIA DE HORMIGON.**

En base al ejemplo que nos muestra la guía con los porcentajes en volúmenes ya podemos saber que cantidades exactas del agregado vamos a colocar, dado que si sabemos el volumen total a elaborar podemos multiplicar ese mismo por los porcentajes hallados de las fórmulas después de ello multiplicar por la densidad logrando saber la masa de cada uno de estos , siendo de esta forma:

% DE AGREGADO FINO : 68 %

% DE AGREGADO GRUESO : 32%

DENSIDAD DE AGREGADO FINO: 1452 kg/m³

DENSIDAD DE AGREGADO GRUESO: 1269 kg/m³

DENSIDAD DEL CEMENTO : 3150 kg/m³

Hallamos la masa de cada uno de estos en base al Volumen general a realizar, el mezclador de ejemplo tendrá una capacidad de 2.5 m³, solamente para agregados usaremos 2.20 m³

Masa de Agregado Fino: $0.68(2.20)(1452 \text{ kg/m}^3)=2172.20 \text{ kg}$

Masa de Agregado Grueso: $0.32(2.20)(1269 \text{ kg/m}^3)=893.40 \text{ kg}$

Para el caso del Cemento vamos asumir un 10 % inicial de la masa total de los agregados, por ende, sería de esta forma:

Masa del Cemento: $0.10(3065.6 \text{ kg})=306.6 \text{ kg}$

Respecto al contenido de agua se va ir probando en base a la consistencia de la mezcla para lograr ello se va ir viendo con la mano si la mezcla puede mantener su forma sin presentar humedad expuesta, para este tipo de método es ir probando con prueba y error hasta llegar a la dosificación óptima.



CAPITULO 3

METODOLOGIA DE INVESTIGACION

3.1.-TIPO DE INVESTIGACION

3.1.1.-DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El presente Proyecto de Investigación va tener un Diseño Experimental dado que va realizar un manejo de las variables independientes para poder hacer su respectiva medición de la variable dependiente, tomando el respectivo grupo de trabajo y de control.

Es un estudio prospectivo debido a que se va recolectar los datos uno mismo en el laboratorio de los distintos ensayos realizados hasta la obtención de la dosificación adecuada.

3.1.3.-NIVEL DE LA INVESTIGACION

Esta investigación va tener un Nivel Correlacional dado que se va relacionar como influye la adición de la viruta de poliamida y ceniza de cascara de arroz en las distintas propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades Eco amigables de Albañilería para encontrar la posible mejoría de estas.

3.1.4.-ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

El enfoque que se va tener en la Investigación va ser Cuantitativo debido a que las interrogantes van a ser respondidas en base a números concretos, directamente enfocados a los resultados obtenidos en el laboratorio.

3.2.-POBLACION

La población que se va tener para la Investigación propuesta son las Unidades de Albañilería Eco amigables que durante el estudio va estar dividido en tres grupos:

- El **PRIMER GRUPO** tendrá Unidades de Albañilería diseñados por el **Método ACI 211-2R**, las cuales van a ser la **MUESTRA PATRON** que tendrán un Porcentaje Optima de Agregado Fino y Grueso, cual fin es hallar Dosificación adecuada de **Cemento Yura TIPO 1P** y **Cemento Frontera Tipo 1P**, que va ser hallada por medio de distintos porcentajes en 10%,12.5%,15%,17.5%,20%,22.5%,25% con 06 Unidades de cada uno de estas ,haciendo un

total de **42 Unidades de Albañilería de Yura Tipo 1P** y **42 Unidades de Albañilería de Cemento Frontera Tipo 1P** que serán Ensayadas a los **28 días de curado**.

- Como parte del **SEGUNDO GRUPO** se tendrá Unidades de Albañilería diseñados por el Método ACI 211-2R con la Dosificación Optima de **Cemento Yura TIPO 1P** y **Cemento Frontera Tipo 1P**, teniendo esto se va proceder hacer una sustitución parcial del 0%,10%,20%,30%,40%,50%,60%,70%,80%,90% entre la **Poliamida** con el **Agregado Fino** siendo 06 unidades en cada uno de los reemplazos, generando un total de **60 Unidades de Albañilería para cada tipo de Cemento** que serán ensayadas a los **28 días de curado** como parte de la **SEGUNDA ETAPA**.

NOTA: Resaltar que serán ensayadas las unidades cuya mezcla sea trabajable y que en base a los Ensayos posteriores cumplan los requerimientos mínimos por la Normativa Peruana, sino serán descartadas.

- En base a lo obtenido en la Segunda Etapa se procede a ampliar el campo de la Sustitución Parcial de la Poliamida por el Agregado Fino, siendo cada 2.5 % de sustitución para poder tener mayor detalle de la influencia de la Viruta de Poliamida en la Mezcla, siendo 06 Unidades de Albañilería por cada grupo haciendo un total de **30 Unidades de Albañilería para cada tipo de Cemento** que serán ensayadas a los **28 días de curado** como parte de la **TERCERA ETAPA**.

NOTA: Resaltar que finalizando de la TERCERA ETAPA se elegirá el mejor tipo de Cemento en base a los Ensayos previos realizados y así usar esa Dosificación Optima para iniciar la Cuarta Etapa.

- Una vez Obtenido los Porcentajes Óptimos de Viruta de Poliamida, Cemento, Agregado Grueso y Agregado Fino se inicia la Elaboración del **CUARTO GRUPO** que van a ser Unidades de Albañilería con el porcentaje Optimo haciendo una sustitución parcial del **Cemento Yura Tipo 1P** con la **Ceniza de Cascarilla de Arroz** en porcentajes del

2%,4%,6%,8%,10%,12%,14% y 16% siendo 06 unidades de cada porcentaje haciendo un total de **48 Unidades de Albañilería** que serán ensayadas a los **28 días de curado**.

- Conforme se vaya avanzando la Investigación se va proceder hacer los **Ensayos de Compresión en Pilas, Muretes y Resistencia a la Flexión** con las Dosificaciones Optimas Obtenidas siendo 06 en cada uno de estos **para cada tipo de Cemento**.

3.3.-MUESTRA

Se cuenta con una **Población total de 240 Unidades de Albañilería**, de acuerdo a la norma NTP 399.604 “Métodos de Muestreo y Ensayo de Unidades de Albañilería de Concreto” por cada Lote de 10 000 unidades se deberán muestrear 6 Unidades de las cuales 3 deberán de ser ensayadas a Compresión . En el caso de esta investigación se ha propuesto tener una confiabilidad del 98 %, donde se procederá a ensayar 06 Unidades para Resistencia a la Compresión a los 28 días , debido a la variedad de poblaciones y la cantidad de estas se ira descartando aquellos que no cumplan con los requerimientos mínimos de la Normativa Peruana hasta llegar a una Propuesta Optima Final.

Para el caso de **Pilas de Albañilería** según la Norma E070 Capitulo 5 Inciso 5.1.2 como mínimo se debe de hacer 03 Pilas, la presente Investigación se realizarán 06 Pilas para cada Dosificación Optima hallada.

Para el caso de **Muretes** según la **N.T.P. 399.621 204** Inciso 7.2 como mínimo se debe de hacer 03 Muretes del mismo tipo de unidad, mortero y mano de obra, en la presente Investigación se realizarán 06 Muretes para cada Dosificación Optima hallada.

Tabla 7 Número Total de Unidades de Albañilería Ensayadas a Compresión

POBLACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA	CEMENTO YURA TIPO IP (Und)	CEMENTO FRONTERA TIPO IP (Und)
UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON DISEÑO PATRON	42	42
UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON CEMENTO VIRUTA DE POLIAMIDA, AGREGADO GRUESO Y FINO	54	54
UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CEMENTO, VIRUTA DE POLIAMIDA, CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ, AGREGADO GRUESO Y FINO	48	0
TOTAL (Und)	144	96
TOTAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA (Und)	240	

FUENTE: PROPIA

Tabla 8 Numero de Ensayos de Pilas de Albañilería

TAMAÑO DE MUESTRA DE UNIDADES PARA EL ENSAYO DE PILAS DE ALBAÑILERIA		
DISEÑO POR EL METODO ACI 211-2R	CEMENTO YURA TIPO IP(Und)	CEMENTO FRONTERA TIPO IP(Und)
UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON	6	6
UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CEMENTO, VIRUTA DE POLIAMIDA, AGREGADO GRUESO Y FINO TERCERA ETAPA	6	0
TOTAL (Und)	12	6
TOTAL DE ENSAYOS DE PILAS (Und)	18	

FUENTE: PROPIA

Tabla 9 Numero de Ensayos de Muretes

TAMAÑO DE MUESTRA DE UNIDADES PARA EL ENSAYO DE MURETES		
DISEÑO POR EL METODO ACI 211-2R	CEMENTO YURA TIPO IP (Und)	CEMENTO FRONTERA TIPO IP (Und)
UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON	6	6
UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CEMENTO, VIRUTA DE POLIAMIDA, AGREGADO GRUESO Y FINO TERCERA ETAPA	6	0
TOTAL	12	6
TOTAL DE ENSAYOS DE MURETES	18	

FUENTE: PROPIA

Tabla 10 Numero de Ensayos a Flexión

TAMAÑO DE MUESTRA DE UNIDADES PARA EL ENSAYO DE FLEXION		
DISEÑO POR EL METODO ACI 211-2R	CEMENTO YURA TIPO IP (Und)	CEMENTO FRONTERA TIPO IP (Und)
UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON	6	6
UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CEMENTO, VIRUTA DE POLIAMIDA, AGREGADO GRUESO Y FINO TERCERA ETAPA	6	0
TOTAL	12	6
TOTAL DE ENSAYOS DE FLEXION	18	

FUENTE: PROPIA

Tabla 11 Ensayos a realizar en Unidades

RESUMEN DE TOTAL DE ENSAYOS	
Ensayo de Variabilidad Dimensional (Und)	175
Ensayo de Alabeo (Und)	160
Ensayo de Contenido de Humedad (Und)	175
Ensayo de Absorción (Und)	105
Ensayo de Succión (Und)	125
Ensayos de compresión en unidades de albañilería (Und)	249
Ensayos de Compresión en pilas (Und)	18
Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes (Und)	18
Resistencias a la flexión (Und)	18

FUENTE: PROPIA

3.5.-DISPOSICIONES PRELIMINARES DE LA INVESTIGACION

Para el Tamaño del muestreo se van a tener que hacer ensayos repetitivos hasta poder hallar la dosificación adecuada entre Nailon, Cemento y Arena gruesa, se conoce en base a la investigación (Romaña & Salas, 2021) que la arena mejora el comportamiento de la unidad y permite que haya mayor cohesión entre los componentes de la unidad .

Como información base tenemos las dimensiones de la unidad de albañilería las cuales van a ser

LARGO: 0.24 m

ANCHO: 0.14 m

ALTURA: 0.09 m

VOLUMEN: LARGO X ANCHO X ALTURA = 0.24 m x 0.14 m x 0.09 m= **0.03024**
m³

En base al volumen obtenido se va hacer las dosificaciones de porcentajes, se va considerar las siguientes densidades de los materiales para efecto de un cálculo de Pesos más adelante:

Tabla 12 Densidades de los Materiales

MATERIAL	DENSIDAD kg/m³
CEMENTO	2800
POLIAMIDA	1140
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	250
AGREGADO GRUESO	1600
AGREGADO FINO	1700
AGUA	1000

FUENTE: Densidades extraídas de Artículos de Revistas y Fichas Técnicas de Productos

En base a las investigaciones revisadas vamos a usar 6 muestras para tipo de dosificación para poder ir haciendo sus respectivos ensayos, para un análisis preliminar de cómo se comportaría con esas dosificaciones.

En base a las Características Físicas como es el Módulo de Fineza del Agregado Grueso, Fino y Combinado vamos a poder hallar los Porcentajes Óptimos de cada uno de estos como adición inicial de Cemento vamos asumir un 10 % y se va ir variando hasta poder hallar la dosificación correcta.

$$\% \text{ Agregado Fino} = \frac{M.F.A.Grueso - M.F.Combinado}{(M.F.A.Fino - M.F.A.Fino) \times 100} = X \%$$

Ecuación 13 Porcentaje de Agregado Fino en base a los Módulos de Fineza

FUENTE: Ecuación extraída de la “GUIA PARA SELECCIONAR
PROPORCIONES DE HORMIGON SIN ASENTAMIENTO” en el APENDICE 5:

UNIDAD DE MAMPOSTERIA DE HORMIGON.

$$\% \text{ Agregado Grueso} = 100 - X = Y \%$$

Ecuación 14 Porcentaje de Agregado Grueso en base al Porcentaje de Agregado Fino

FUENTE: Ecuación extraída de la “GUIA PARA SELECCIONAR
PROPORCIONES DE HORMIGON SIN ASENTAMIENTO” en el APENDICE 5:

UNIDAD DE MAMPOSTERIA DE HORMIGON.

$$\% \text{ Cemento Inicial} = 10 \%(X + Y)$$

Ecuación 15 Porcentaje de Cemento en base a los Pesos Unitarios

FUENTE: Ecuación extraída de la “GUIA PARA SELECCIONAR PROPORCIONES DE
HORMIGON SIN ASENTAMIENTO” en el APENDICE 5: UNIDAD DE MAMPOSTERIA DE
HORMIGON.

En investigaciones previas como (Aguilar, 2018) se hace una variación del Porcentaje de Cemento del 10% hasta el 21.8 % del total de la mezcla para poder ir usando una cantidad exactas

de bolsas de cemento como en el caso de este fue de 8.5 Bolsas en nuestro caso se va ir haciendo variaciones del Cemento del 10 % al 25 % respectivamente

Vamos a tener como Dimensiones de las unidades de albañilería las siguientes:

$L= 24 \text{ cm}$ $A= 0.14 \text{ cm}$ $H= 9 \text{ cm}$

3.6.-METODOLOGIA A DESARROLLAR DURANTE LA INVESTIGACION

La presente Investigación es del Tipo Experimental dado que se van hacer constantes Ensayos hasta poder hallar los porcentajes óptimos de las distintas adiciones que cumplan con los requerimientos estructurales y normativos.

Para poder tener una base de estudio en la investigación se debe hacer una revisión de Artículos científicos, Repositorios de Tesis Nacionales e Internacionales, Manuales Constructivos, Normas Peruanas e Internacionales y demás, así obtener la suficiente información teórica-práctica para un adecuado desarrollo del estudio.

3.6.1.-METODOS Y TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

3.6.1.1.-TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La presente investigación es de Nivel Correlacional dado que vamos hacer una comparación de la influencia de la Poliamida y Ceniza de Cascara de Arroz en dos tipos de Cemento el Yura Tipo 1P y Frontera Tipo 1P. Es también del Tipo Experimental dado que vamos hacer manejo de las variables Independientes para medir la variable Dependiente.

Siendo de la siguiente forma la recolección de datos:

Tabla 13 Técnicas e Instrumentos a utilizar en la Recolección de Datos

ENSAYOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS
Granulometría Modulo de Fineza de los Agregados	OBSERVACION	Cedula de Recolección de Datos
		Tamices Normados para Agregados Gruesos y Finos
		Balanza
Absorción de Unidad de Albañilería	OBSERVACION	Cedula de Recolección de Datos
Succión de Unidad de Albañilería	OBSERVACION	Cedula de Recolección de Datos
Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería	OBSERVACION	Cedula de Recolección de Datos
Resistencia de Pilas de Albañilería		Máquina de Compresión Hidráulica
Muretes de Albañilería	OBSERVACION	Cedula de Recolección de Datos
		Máquina de Compresión Diagonal
Resistencia a la Flexión	OBSERVACION	Cedula de Recolección de Datos
		Máquina de Ensayo a Flexión

FUENTE: Modificado de (Barreda, 2023)

3.6.1.2.-PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Se van a seguir los siguientes procedimientos durante la Investigación:

- a) Se va proceder a recolectar la viruta de Poliamida de las distintas empresas dedicadas al rubro Metal Mecánico en la ciudad de Arequipa, viendo que este en buen estado y sea del mismo tipo.
- b) La obtención de la Cascara de Ceniza de Arroz de un proveedor confiable que nos permita asegurar la uniformidad y calidad de esta.
- c) Se procede a la limpieza de la viruta de Poliamida, quitando toda suciedad, grasa, partes muy desgastadas y demás, posterior a la limpieza darle un tamaño homogéneo que nos permita el correcto manejo de esta por medio de un molino.
- d) La Cascara de arroz debe de ser incinerada por medio de un proceso controlado, tomando las medidas de seguridad del caso (guantes, chaleco, respirador de media cara, zapatos de seguridad, etc.).
- e) Traer los agregados Fino, Grueso de la Cantera La Poderosa
- f) Conseguir las bolsas de Cemento Yura Tipo I y Frontera Tipo 1P
- g) Realizar los Ensayos para determinar las Propiedades Físico y Mecánicas de los agregados Gruesos, Finos, Poliamida y Ceniza de Cascara de Arroz.
- h) Realizar el Diseño de las Unidades de Albañilería por Medio de la **“GUIA PARA SELECCIONAR PROPORCIONES DE HORMIGON SIN ASENTAMIENTO”** en el **APENDICE 5: UNIDAD DE MAMPOSTERIA DE HORMIGON.**
- i) Una vez obtenido el Diseño Optimo en base a los Módulos de Fineza de los agregados, se procede a elaborar las Unidades de Albañilería con distintos porcentajes de cemento para hallar

la dosificación óptima de Cemento Yura Tipo IP y Frontera IP, las cuales hacen un total de **42 Unidades para cada tipo de Cemento.**

j) Las **84 Unidades de Albañilería** elaboradas serán curadas **28 días**, luego serán secadas para su respectiva Clasificación del tipo de Unidad para fines estructurales (**Variación de Dimensión, Alabeo, Densidad, Resistencia a la Compresión**).

k) Con la Dosificación Óptima de **Cemento Yura Tipo IP y Frontera IP** se hace la sustitución parcial de Poliamida por el agregado Fino en porcentajes del **0%,10%,20%,30%,40%,etc** para cada porcentaje serán 6 unidades de Albañilería, dependiendo de lo trabajable que pueda ser la mezcla y las características obtenidas en los ensayos se procederá a pasar a la Tercera Etapa.

l) Las **Unidades de Albañilería que no sean descartadas**, serán curadas **28 días**, luego se les deja secar para su respectiva Clasificación del tipo de Unidad para fines estructurales (**Variación de Dimensión, Alabeo, Densidad, Resistencia a la Compresión**).

m) Con las Dosificaciones Ensayadas de la Segunda Etapa , se procederá ampliar el campo de Dosificación ,haciendo una sustitución cada 2.5 % para poder analizar la influencia en la Adición de la Viruta de Poliamida por Sustitución un total de **30 Unidades de Albañilería para cada tipo de Cemento.**

n) Las **60 Unidades de Albañilería** elaboradas serán curadas **28 días**, luego se les deja secar para su respectiva Clasificación del tipo de Unidad para fines estructurales (**Variación de Dimensión, Alabeo, Densidad, Resistencia a la Compresión**).Una vez realizado los Ensayos de clasificatorios se procede a elegir la Dosificación y tipo de Cemento óptimo para continuar a la Cuarta Etapa.

ñ) Con la Dosificación Óptima de **Viruta de Poliamida en Cemento Yura Tipo IP** se hace la sustitución parcial de **Ceniza de Cascara de Arroz** por el **Cemento** en porcentajes del

2%,4%,6%,8%,10%,12%,14% y 16%, para cada porcentaje serán 6 unidades de Albañilería, haciendo un total de **48 Unidades de Albañilería**.

o) Las **48 Unidades de Albañilería** elaboradas serán curadas **28 días**, luego se les deja secar para su respectiva Clasificación del tipo de Unidad para fines estructurales (**Variación de Dimensión, Alabeo, Densidad, Resistencia a la Compresión**).

p) Con los resultados previos obtenidos de Dosificaciones Optimas se puede proceder hacer los Ensayos de **Pilas** siendo las Dosificaciones Optimas las Muestras **Patrón y Adicionadas con Viruta de Poliamida**, por cada Dosificación se realizara 06 Unidades , haciendo un total de **12 Pilas de Albañilería para Cemento Yura y 06 Pilas para Cemento Frontera IP PATRON**.

q) Las **18 Pilas de Albañilería** elaboradas serán ensayadas **a los 28 días** manteniendo las condiciones óptimas en su espera.

r) Con los resultados previos obtenidos de Dosificaciones Optimas se puede proceder hacer los **Muretes** siendo las Dosificaciones Optimas las Muestras **Patrón y Adicionadas con Viruta de Poliamida**, por cada Dosificación se realizara 06 Muros , haciendo un total de **18 Muretes de Albañilería**.

s) Los **18 Muretes de Albañilería** elaborados serán ensayadas **a los 28 días** manteniendo las condiciones óptimas en su espera.

r) Con los resultados previos obtenidos de Dosificaciones Optimas se puede proceder hacer las muestras para el **Ensayo de Flexión** siendo las Dosificaciones Optimas las Muestras **Patrón y Adicionadas con Viruta de Poliamida**, por cada Dosificación se realizará 06 Muros, haciendo un total de **18 muestras**.

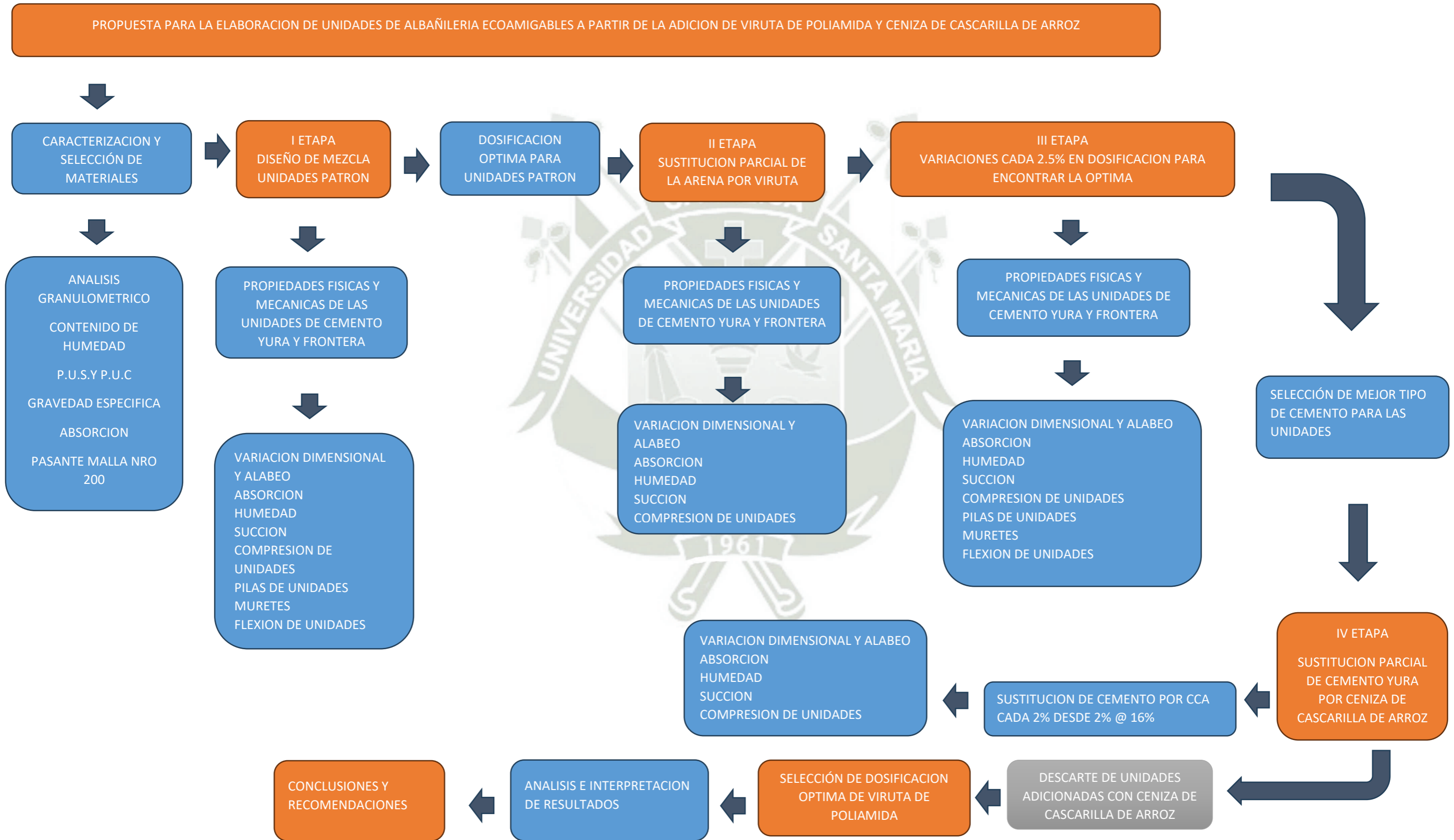
s) Las 18 muestras elaboradas serán ensayadas **a los 28 días** manteniendo las condiciones óptimas en su espera.

***NOTA: LOS ENSAYOS REALIZADOS SON BASADOS EN LA NORMA E070 Y
LAS RESPECTIVAS NORMAS TECNICAS PARA CADA TIPO DE ENSAYOS.**

3.7.-DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS



Gráfico 1 Diagrama de Flujo de Procesos



FUENTE : ELABORACION PROPIA

3.8.-VARIABLES

3.8.1.-VARIABLE INDEPENDIENTE

-Porcentaje Optimo de Viruta de Poliamida y Ceniza de Cascara de Arroz.

3.8.2.-VARIABLE DEPENDIENTE

-Elaboración de Unidades de albañilería Eco amigables

3.8.3.-MATRIZ OPERACIONAL

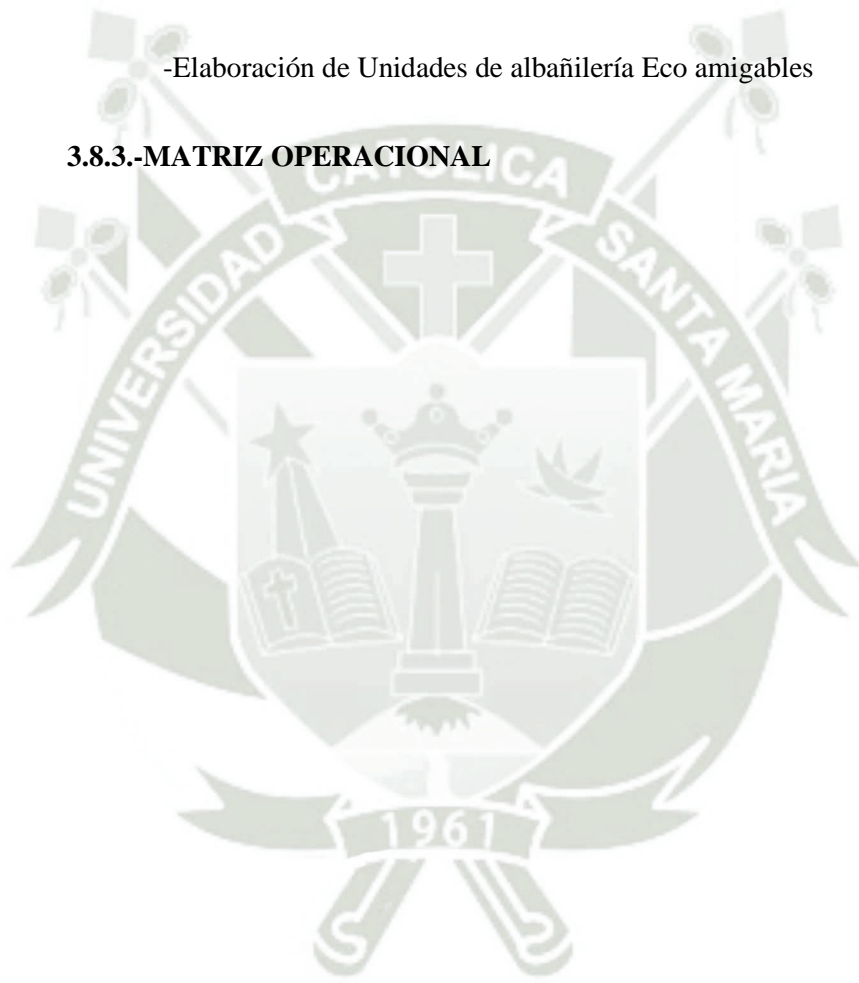


Tabla 14 Matriz Operacional

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
Porcentaje Optimo de Viruta de Poliamida y Ceniza de Cascarilla de Arroz	Poliamida	%	Porcentaje de Poliamida (Nylon)	Comparación de Porcentajes
	Ceniza de Cascarilla de Arroz	%	Proporción de Ceniza de Cascara de Arroz (CCA)	Comparación de Porcentajes
VARIABLES DEPENDIENTES	DEFINICION	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
Elaboración de Unidades de Albañilería Eco amigables	Elaboración de Unidades de Albañilería Eco amigables compuesta de Viruta de Poliamida y de Ceniza de Cascara de arroz.	Proporciones de Agregados Fino y Grueso Iniciales	Granulometría Módulo de Fineza de los Agregados	ACI 211.3R-02 Guía para Seleccionar proporciones de Hormigón sin Asentamiento
		Propiedades Físicas	Absorción de Unidad de Albañilería	NTP 339.604:2002
			Succión de Unidad de Albañilería	NORMA E070 Albañilería
		Propiedades Mecánicas	Resistencia a Compresión	NTP 339.604:2002
			Resistencia de Pilas de Albañilería	NTP 339.605:2013
			Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes	NTP 339.621:2004
			Resistencia a Flexión de Unidades de Albañilería	NTP 339.079:2012

FUENTE: PROPIA

3.8.4.-MATRIZ DE CONSISTENCIA

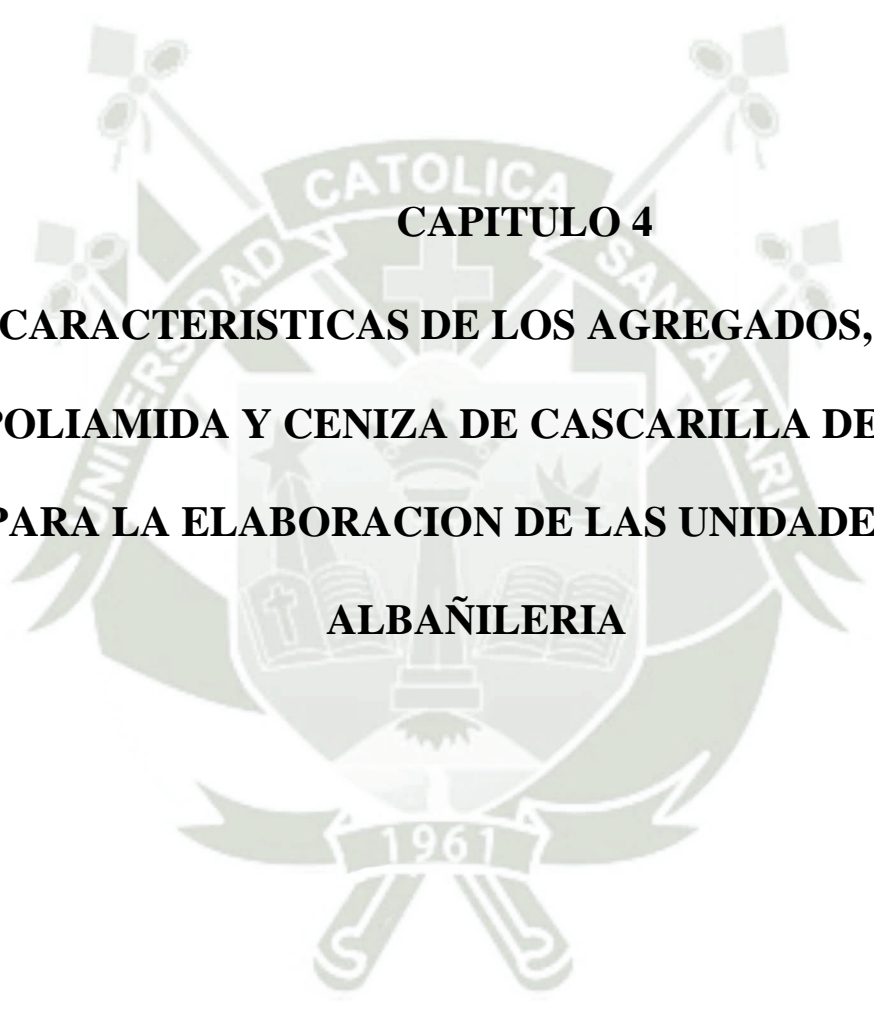


Tabla 15 Matriz de Consistencia

"PROPUESTA PARA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOAMIGABLES A PARTIR DE LA ADICION DE VIRUTA DE POLIAMIDA MAS CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE AREQUIPA "					
PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES		
			VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	
¿Cómo sería la elaboración de Unidades de Albañilería Eco amigables a partir de la reutilización de la Viruta de Poliamida y la Ceniza de Cascara de Arroz , cumpliendo los requisitos especificados por la Normativa Peruana ?	Elaborar Unidades de Albañilería Eco amigables a partir de la Sustitución parcial del Agregado Fino por la Viruta de Poliamida y del Cemento por la Ceniza de Cascarilla de Arroz para la elaboración de Unidades de Albañilería Eco amigables para uso Estructural, cumpliendo con los requisitos de la Normativa Peruana.	Es posible la Elaboración de Unidades de Albañilería Eco amigables a partir de la sustitución parcial del Agregado Fino por la Viruta de Poliamida y del Cemento por la Ceniza de Cascarilla de Arroz para uso Estructural, dado que va cumplir los requisitos exigidos por la Normativa Peruana.	Porcentaje Optimo de Viruta de Poliamida y Ceniza de Cascara de Arroz.	Proporción de Poliamida (Naylon) Proporción de Ceniza de Cascara de Arroz (CCA)	La presente Investigación va ser de tipo Descriptiva porque por medio del estudio de un fenómeno vamos a obtener una descripción de este, es Experimental dado que a lo largo de su estudio se va ver la interacción de la adición de dos distintos tipos de materiales, ambos para la elaboración de unidades de albañilería Eco amigables todo esto en un entorno controlado que van a ser laboratorios donde se realizaran sus ensayos correspondientes para poder contrastar la hipótesis con la realidad vista haciendo uso de la Técnica Cuantitativa dado que en base a los resultados que obtengamos vamos a poder tener resultados precisos y en base a estadística de estos poder obtener conclusiones .
			VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	
			Elaboración de Unidades de albañilería Eco amigables	Módulo de Fineza de Agregados Absorción del Agua Resistencia a la Compresión Resistencia de Pilas de Albañilería Resistencia a Compresión Diagonal de Muretes Adherencia del Mortero Resistencia a la Flexión	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS	INDICADORES	NORMATIVA	
¿Cómo se puede determinar las propiedades Físicas y Mecánicas del Agregado Grueso y Fino proveniente de la Cantera La Poderosa?	Determinar las propiedades Físicas y Mecánicas del Agregado Grueso y Fino proveniente de la Cantera La Poderosa mediante los ensayos requeridos.	Es posible la elaboración de Unidades de Albañilería Eco amigables a partir de la adición de Poliamida Nailon y Ceniza de Cascara de Arroz, dado que va cumplir los requisitos exigidos por la Normativa Peruana.	Granulometría Peso Unitario Suelto y Compactado Absorción Peso Específico Contenido de Humedad Pasante de la Malla Nro. 200	-NTP 400.012 2021 -NTP 400.022 2013 -NTP 400.017 2011 -NTP 400.018 2002 -NTP 400.021 2018	
¿Cómo se puede determinar las propiedades Físicas y Mecánicas de la Ceniza de Cascarilla de Arroz?	Determinar las propiedades Físicas y Mecánicas de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.		Ensayos Químicos a la Ceniza de Cascarilla de Arroz. Granulometría Peso Específico Absorción	-NTP 400.012 2021 -NTP 400.022 2013 -NTP 400.017 2011	
¿Cómo se va realizar el Diseño de Mezcla para las unidades de albañilería Patrón con Cemento Yura IP y Frontera IP?	Realizar el Diseño de la Mezcla por medio de la "Guía para Seleccionar Proporciones del Concreto sin Asentamiento (Anexo 5)" y determinar las propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades Patrón con Cemento Yura IP y Cemento Frontera IP.		Absorción del Agua Resistencia a la compresión Resistencia de Pilas de Albañilería Resistencia a compresión Diagonal de Muretes Resistencia a la Flexión	-NTP 339.604:2002 - NTP 339.621:2004 -NTP 339.604:2002 - NTP 339.079:2012 -NTP 339.605:2013	

<p>¿Cómo se puede determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería con sustitución parcial del Agregado Fino por la Viruta de Poliamida para encontrar la Dosificación Optima utilizando Cemento Yura Tipo IP y Cemento Frontera Tipo IP?</p>	<p>Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería con sustitución parcial del Agregado Fino por la Viruta de Poliamida para encontrar la Dosificación Optima utilizando Cemento Yura Tipo IP y Cemento Frontera Tipo IP.</p>		<p>Absorción del Agua Resistencia a la compresión Resistencia de Pilas de Albañilería Resistencia a compresión Diagonal de Muretes Resistencia a la Flexión</p>	<p>-NTP 339.604:2002 - NTP 339.621:2004 -NTP 339.604:2002 - NTP 339.079:2012 -NTP 339.605:2013</p>	
<p>¿Cómo se puede determinar las propiedades Físicas y Mecánicas de Unidades de Albañilería con sustitución parcial del Cemento Yura Tipo IP por la Ceniza de Cascarilla de Arroz?</p>	<p>Determinar las propiedades Físicas y Mecánicas de Unidades de Albañilería con sustitución parcial del Cemento Yura Tipo IP por la Ceniza de Cascarilla de Arroz.</p>		<p>Absorción del Agua Resistencia a la compresión Resistencia de Pilas de Albañilería Resistencia a compresión Diagonal de Muretes Resistencia a la Flexión</p>	<p>-NTP 339.604:2002 - NTP 339.621:2004 -NTP 339.604:2002 - NTP 339.079:2012 -NTP 339.605:2013 ASTM C618-03</p>	
<p>¿Cómo se puede Comparar las propiedades físicas-mecánicas obtenidas de las dosificaciones optimas (muestra patrón, sustitución de poliamida y poliamida + CCA) y costos para la elaboración de unidades eco amigables?</p>	<p>Comparación de las propiedades físicas-mecánicas obtenidas de las dosificaciones optimas (muestra patrón, sustitución de poliamida y poliamida + CCA) y costos para la elaboración de unidades eco amigables.</p>		<p>Resultados Obtenidos de las Cuatro Etapas y los Costos de los Análisis de los Precios Unitarios de cada uno de las Unidades Obtenidas .</p>	<p>-NTP 339.604:2002 - NTP 339.621:2004 -NTP 339.604:2002 - NTP 339.079:2012 -NTP 339.605:2013 ASTM C618-03</p>	

FUENTE: PROPIA



CAPITULO 4

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS, VIRUTA
DE POLIAMIDA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ
PARA LA ELABORACION DE LAS UNIDADES DE
ALBAÑILERIA**

4.-CARACTERIZACION DE LOS AGREGADOS, VIRUTA DE POLIAMIDA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ:

4.1- AGREGADOS

4.1.1.-MUESTREO DE LOS AGREGADOS:

En base a la NTP. 400.010 de Agregados: Extracción y Preparación de Muestras debemos de seleccionar las muestras en base al Tamaño Máximo Nominal del agregado, dado que la muestra que vamos a usar tiene como Tamaño Máximo Nominal 3/8" se va tomar 10 kg. En base a la NTP. 400.012 análisis Granulométrico de Agregado Grueso, Fino y Global se debe de hacer un previo muestreo, la cantidad inicial va ser basada en la norma de Extracción, por medio de este vamos a ir reduciendo hasta obtener la cantidad necesaria para el Análisis Granulométrico.

Foto 1 Muestreo Agregado Grueso



FUENTE: PROPIA

Foto 2 Muestreo Agregado Fino**FUENTE: PROPIA**

4.1.2.-ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO

Por medio de la norma NTP 400.012 2001 de Agregados del Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global se va procedió hacer el tamizaje respectivo, para el agregado Grueso vamos a usar los tamices $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{8}$ " , $\frac{1}{4}$ " , Nro. 4,8,16, FONDO de igual manera para el caso del Agregado Fino se va usar los Tamices Nro. 4 , 8 , 16 , 30 , 50 , 100 , 200 y FONDO, tener en cuenta que estamos trabajando con agregados de la Cantera "La Poderosa".

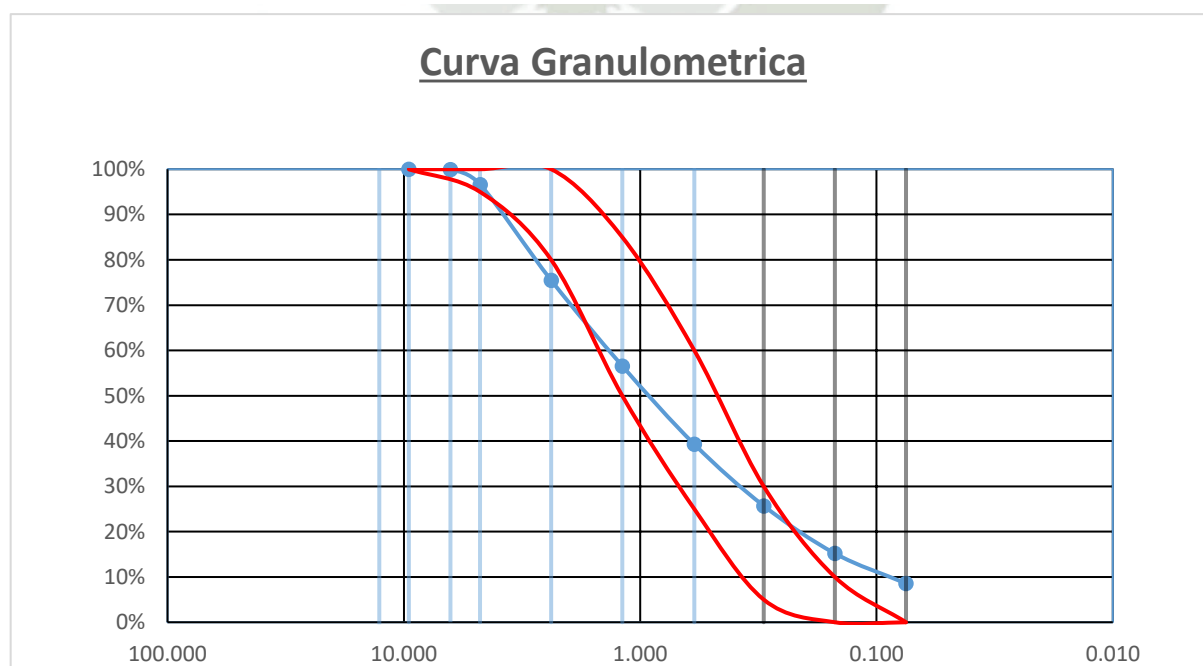
Foto 3 Tamices para Análisis Granulométrico de la UCSM.**FUENTE: PROPIA**

Tabla 16 Ensayo de Granulometría de la Muestra 3 del Agregado Fino

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.57	0.11	0.11	99.89
N° 4	4.760	18.05	3.36	3.36	96.64
N° 8	2.380	113.55	21.15	24.52	75.48
N° 16	1.190	101.48	18.91	43.42	56.58
N° 30	0.590	92.82	17.29	60.71	39.29
N° 50	0.300	72.93	13.59	74.30	25.70
N° 100	0.150	56.41	10.51	84.81	15.19
N° 200	0.075	35.47	6.61	91.42	8.58
FONDO		45.50	8.48	99.89	0.11
TOTAL		536.78	100.00		

FUENTE: PROPIA

Gráfico 2 Curva Granulométrica de la Muestra 3 del Agregado Fino de la Poderosa



FUENTE: PROPIA

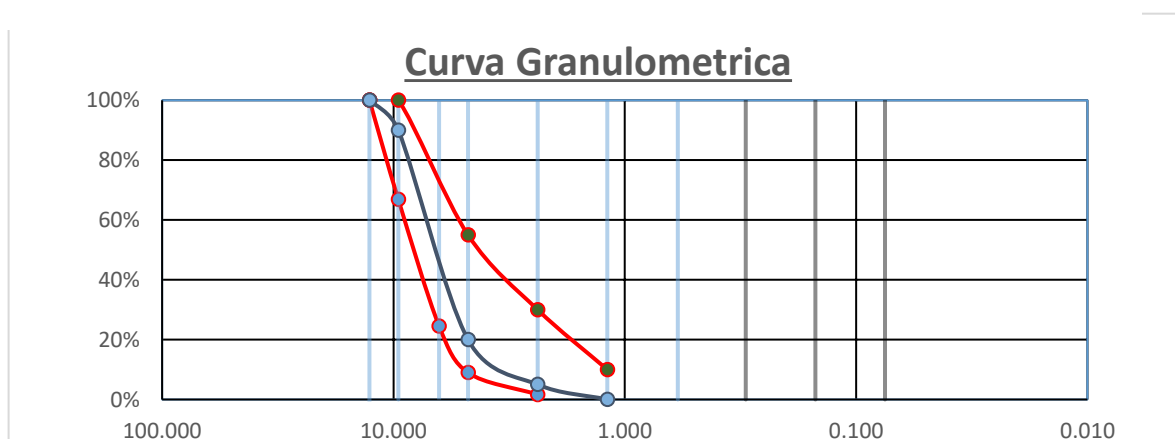
NOTA: Los ensayos y las curvas realizados a las demás muestras se encuentran en los ANEXOS

Tabla 17 Ensayo de Granulometría de la Muestra 3 de Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	693.7	33.2	33.2	66.8
1/4"	6.350	884.3	42.3	75.4	24.6
N° 4	4.760	326.0	15.6	91.0	9.0
N° 8	2.380	153.5	7.3	98.4	1.6
N° 16	1.190	32.1	1.5	99.9	0.1
FONDO		2	0.1	100.0	0.0
TOTAL		2,091.6	100.0		

FUENTE: PROPIA

Gráfico 3 Curva Granulométrica de la Muestra 3 del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa



FUENTE: PROPIA

4.1.3.-CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Realizar este ensayo permite obtener la cantidad de Humedad de los Agregados Grueso y Fino por medio de la Norma (INACAL, "AGREGADOS. Metodo de Ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado", 2002). Así mismo se debe de extraer cierta cantidad de muestra dependiendo del Tamaño Máximo de Partícula, esta Tabla se puede ver a continuación:

Tabla 18 Tamaño de la Muestra de Agregado

Tamaño Máximo nominal de agregado mm(pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal (kg)
4.75 mm (Nro. 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (1 ½)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2 ½)	10.0
75.0 (3)	13.0
90 (3 ½)	16.0
100.0 (4)	25.0
150.0 (6)	50.0

FUENTE: EXTRAIDA DE LA NORMA (INACAL, "AGREGADOS. Metodo de Ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado", 2002).

Para poder hallar el Contenido de Humedad se va utilizar la siguiente ecuación:

Ecuación 16 *Contenido de Humedad de los Agregados*

$$P = \frac{100 \times (W - D)}{D}$$

FUENTE: Ecuación extraída de (INACAL, "AGREGADOS. Metodo de Ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado", 2002).

Donde:

P= Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje

W= Masa de la muestra humedad original en gramos

D= Masa de la muestra seca en gramos

Tabla 19 Contenido de Humedad del Agregado Fino

Contenido de Humedad del Agregado Fino		M1
P	Contenido de Humedad Total evaporable de la muestra en porcentaje (%)	2.13
W	Masa de Muestra Humedad original (g)	584.69
D	Masa de la Muestra Seca en gramos(g)	572.50

FUENTE: PROPIA

Tabla 20 Contenido de Humedad del Agregado Grueso

DESCRIPCION		M1
P	Contenido de Humedad Total evaporable de la muestra en porcentaje(%)	0.84
W	Masa de Muestra Humedad original(g)	2154.50
D	Masa de la Muestra Seca (g)	2136.50

FUENTE: PROPIA

4.1.4.-PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

Para obtener el Peso Específico del Agregado Fino y su Absorción se va proceder a seguir los lineamientos de la Norma (INACAL, NTP. 400.022 2013 Metodo de Ensayo Normalizado para la Densidad ,Densidad Relativa (Peso Especifico) y Absorción del Agregado Fino, 2013), por medio del cual vamos a iniciar hallando la Densidad Superficialmente Seca, una vez hallado esta se va proceder a iniciar el Ensayo del Peso Específico por medio del cual vamos a colocar una cantidad de 300 g aproximadamente en un picnómetro se va llenar hasta en un 90 % de agua para proceder a quitar las burbujas por medio manual o de

una bomba de vacío, una vez realizado ello se va llenar hasta la marca designada del picnómetro y se va proceder a pesar, posterior a ello se va pesar el picnómetro únicamente con agua y tomar el dato respectivo, una vez realizado esto se tiene que pesar el material que está dentro del picnómetro posterior a su secado.

Foto 4 Arena Gruesa en Estado Superficialmente Seco



FUENTE: PROPIA

Una vez obtenido el Estado Saturado Superficialmente Seco, se puede calcular el Porcentaje de Absorción de la siguiente ecuación:

Ecuación 17 Absorción del Agregado Fino

$$\text{Absorción del Agregado Fino} = \frac{S - A}{A} \times 100$$

FUENTE= Ecuación extraída de (INACAL, NTP. 400.022 2013 Metodo de Ensayo Normalizado para la Densidad ,Densidad Relativa (Peso Especifico) y Absorción del Agregado Fino, 2013)

Donde:

S= Masa de la muestra Saturada Superficialmente Seca

A= Masa de la Muestra Seca al horno g

Foto 5 Fiola añadida con Muestra y Agua a Baño María



FUENTE: PROPIA

Foto 6 Peso de la Fiola más agua hasta la marca



FUENTE: PROPIA

Para hallar la Gravedad Especifica se procede a usar la siguiente ecuación:

Ecuación 18 Densidad Relativa del Agregado Fino

$$\text{Densidad Relativa de la Arena} = \frac{A}{B + S - C}$$

FUENTE: Ecuación extraída de (INACAL, NTP. 400.022 2013 Metodo de Ensayo

Normalizado para la Densidad ,Densidad Relativa (Peso Especifico) y Absorción del Agregado Fino,

2013)

Donde:

A= Masa de la Muestra Seca al horno g

B=Masa del picnómetro llenado hasta la marca de calibración g

C= Masa del picnómetro con la muestra lleno hasta la marca de calibración g

S=Masa de la muestra Saturada Superficialmente Seca

Gráfico 4 Gravedad Especifica de la Muestra 1 del Agregado Fino de la Cantera La

Poderosa

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		MUESTRA 1
S	Masa de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (g)	520.00
A	Masa de la muestra seca al horno en aire (g)	509.35
B	Masa del Picnómetro llenado de Agua hasta la marca de calibración (g)	671.91
C	Masa del Picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (g)	986.67
Temperatura (°C)		25
Volumen Nominal del Agua (cm ³)		205.24
Gravedad Especifica (gr/cm ³)		2.53
Absorción del Agregado Fino (%)		2.09

FUENTE: PROPIA

NOTA: El Ensayo de la MUESTRA 2 y 3 se encuentran en los ANEXOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

Siguiendo los Lineamientos de la Norma (INACAL., NTP. 400.021 2018 Metodo de Ensayo Normalizado para hallar la Densidad Relativa (Peso Especifico) y Absorcion del agregado Grueso, 2018) para poder comenzar el Ensayo se va proceder a dejar la piedra retenida por la Malla Nro. 4 saturando en agua por 1 día , posterior a ello se procede a secar externamente la piedra para que este en un estado Saturado Superficialmente Seco , se procede hacer el pesado de este previo a colocarlo en la canastilla que va estar sostenida por la balanza en la parte superior por medio de un gancho , aquí vamos a obtener el peso Sumergido dado que esta canastilla va estar dentro de un depósito lleno de agua como se podrá observar en las fotos, se debe de hacer un pesaje previo de la canastilla más el gancho para tener ese dato y así obtener los resultados deseados.

Foto 7 Muestra de Piedra Satura previo a su secado para estar Saturado Superficialmente Seca.



FUENTE: PROPIA

Foto 8 Pesaje del Agregado Grueso Saturado Superficialmente Seco

FUENTE: PROPIA

Para hallar la Gravedad Especifica del Agregado Grueso se va hacer uso de la siguiente ecuación:

Ecuación 19 Gravedad Especifica del Agregado Grueso

$$\text{Gravedad Especifica} = \frac{A}{(B - C)}$$

FUENTE: Ecuación extraída de (INACAL., NTP. 400.021 2018 Metodo de Ensayo

Normalizado para hallar la Densidad Relativa (Peso Especifico) y Absorción del agregado Grueso,



2018)

Donde:

A=Masa de la muestra Secada al horno o aire

B= Masa de la muestra del Ensayo Saturada Superficialmente Seca

C= Masa Aparente de la muestra de Ensayo Saturada en Agua

Posterior al pesado de la piedra sumergida se procede al secado en horno de la piedra ensayada para obtener el porcentaje de absorción de la piedra de la siguiente manera:

Ecuación 20 Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

A=Masa de la muestra Secada al horno o aire

B= Masa de la muestra del Ensayo Saturada Superficialmente Seca

FUENTE: Ecuación extraída de (INACAL., NTP. 400.021 2018 Metodo de Ensayo Normalizado para hallar la Densidad Relativa (Peso Especifico) y Absorcion del agregado Grueso, 2018)

Tabla 21 Gravedad Especifica de la Muestra 2 del Agregado Grueso de 3/8 " de la cantera La Poderosa

DESCRIPCION		M2
B (g)	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	2081.00
	Peso Sumergido de la Muestra más Canasta (g)	1798.00
	Peso de la Malla más Gancho (g)	551.00
C	Peso de la Muestra Sumergida (g)	1197.00
A	Peso de la Muestra Seca (g)	2050.00
	Volumen de la Muestra	283.00
	Peso Específico Normal (g/cm ³)	2.32
	Porcentaje de Absorción	1.51
	Peso Específico Aparente (g/cm ³)	2.40
	Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (g/cm ³)	2.35

FUENTE: PROPIA

NOTA: El Ensayo de la MUESTRA 1 y 3 se encuentran en los ANEXOS

4.1.5.-PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Por medio de la NTP (INACAL, NTP 400.017 2011 Metodo de Ensayo Normalizado para determinar la masa por Unidad de Volumen o Densidad (Peso Unitario) y los vacios de los agregados, 2011) se procede hallar los Pesos Unitarios Compactados y Suelos de la Arena

y Piedra datos muy importantes que van a ser necesarios para el Diseño de Mezclas , el procedimiento es el siguiente por medio del Tamaño Máximo Nominal se escoge el tamaño de la Olla en la cual se va hacer el ensayo dado que el TM es de $\frac{1}{2}$ " se va usar la Olla de 1/10 de pie cubico que es 0.0028 m³ aproximadamente para hallar el PESO UNITARIO SUELTO se ir llenando la olla por medio de un cucharon el cual no puede estar más de 50 mm de la base o capa que se esté formando hasta llegar al límite del recipiente ,haciendo que este al ras por medio de la varilla ,por último se procede hacer un pesaje de este , se necesita tener el peso de la Olla sin el agregado y con el posterior llenado de este .

Foto 9 Peso Unitario Suelto de la Arena Gruesa



FUENTE: PROPIA

Para realizar el Peso Unitario Compactado se hace un proceso dividido en tres capas las cuales van a ser varilladas 25 veces en cada capa en la última se procede hacer el enrase respectivo para su posterior pesaje como se puede ver a continuación
Foto 10 Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso



FUENTE: PROPIA

Para poder hacer el cálculo para hallar el Peso Unitario suelto o Compactado se necesitará la siguiente ecuación:

Ecuación 21 *Peso Unitario de los Agregados*

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

FUENTE: Ecuación extraída de (INACAL, NTP 400.017 2011 Metodo de Ensayo Normalizado para determinar la masa por Unidad de Volumen o Densidad (Peso Unitario) y los vacios de los agregados, 2011)

Donde:

M= Densidad de masa de Agregado kg/m³

G= Masa del Recipiente más el Agregado

V= Volumen del Recipiente

Tabla 22 Peso Unitario Suelto de la Muestra 1 del Agregado Fino

PESO UNITARIO SUELTO		MUESTRA 1
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	1410.57
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	5642
T	Masa del Recipiente (g)	1648
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49

FUENTE: PROPIA

Tabla 23 Peso Unitario Varillado de la Muestra 1 del Agregado Fino

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	1735.84
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	6563
T	Masa del Recipiente (g)	1648
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49

FUENTE: PROPIA

Tabla 24 Peso Unitario Suelto de la Muestra 1 del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa

PESO UNITARIO SUELTO		MUESTRA 1
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	1443.77
G	Masa del Recipiente mas Agregado (g)	5736
T	Masa del Recipiente (g)	1648
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49

FUENTE: PROPIA

Tabla 25 Peso Unitario Varillado de la Muestra 1 del Agregado Grueso de 3/8"

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1
M	Densidad de la Masa del Agregado kg/cm ³	1599.87
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	6178
T	Masa del Recipiente (g)	1648
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.485

FUENTE: PROPIA

NOTA: El Ensayo de la MUESTRA 1 y 3 se encuentran en los ANEXOS

4.1.6.- MODULO DE FINEZA DE LOS AGREGADOS

En base al Análisis Granulométrico previo se obtiene un Módulo de Fineza del Agregado Grueso y Fino, se debe de tomar en cuenta que para tener módulos de Fineza uniformes con una variación no tan marcada debemos de obtener uniformidad en las muestras significa que se debe realizar un adecuado muestreo.

MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

En Base a los datos previos obtenidos por medio de los Análisis granulométrico se Obtiene los datos Necesarios para poder obtener Los Módulos de Fineza Respectivo para los Agregados, el cual es un Indicador de las características granulométricas de los agregados sean Finos o Gruesos, podemos obtener por medio de las siguiente Ecuación:

$$M_F = \frac{\% \text{ Acumulados Retenidos (1 1/2 ; 3/4; 3/8" ; N°4, N°8 ; N°16 ; N° 30 ; N° 50 y N°100)}}{100}$$

Ecuación 22 Modulo de Fineza de los Agregados

FUENTE: NTP. 400.012 análisis Granulométrico del Agregado Grueso, Fino y

Global

Tabla 26 Modulo de Fineza Promedio del Agregado Fino y Grueso

Módulo de Fineza de los Agregados	
Agregado Fino	2.81
Agregado Grueso	6.21

FUENTE: PROPIA

4.1.7.- METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO NUMERO 200 POR LAVADO EN AGREGADOS

Este Método está basado en la Norma (INACAL., NTP. 400.018 AGREGADOS. Metodo de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales mas Finos que pasan por el Tamiz Normalizado 75 um(N°200) por lavado de agregados, 2002.) que brinda el procedimiento por para lograr el adecuado lavado y tamizaje por medio del agua para el agregado fino en este caso, basando en un inicio la cantidad de muestra de la siguiente tabla:

Tabla 27 Cantidad de Muestra para el Ensayo de Pasante de la Malla Nro. 200 en Base al Tamaño Máximo Nominal.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado	Cantidad Mínima (g)
4.75 mm (Nro. 4) o más pequeño	300
9.5 mm (3/8 pulgada)	1000
19 mm (3/4 pulgada)	2500
37.5 mm (1 ½ pulgada) o más grande	5000

FUENTE: EXTRAIDA DE LA NORMA (INACAL., NTP. 400.018 AGREGADOS. Metodo de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales mas Finos que pasan por el Tamiz Normalizado 75 um(N°200) por lavado de agregados, 2002.)

Foto 11 Masa Inicial de Arena Gruesa previo al Ensayo



FUENTE: PROPIA

Cuando la muestra haya sido escogida se procede a colocarla en una Malla Numero 200 y a comenzar el lavado a un chorro constante de agua hasta poder lograr un color claro sin muestra de los finos previamente lavados.

Foto 12 Lavado de la Arena Gruesa en la Malla Numero 200



FUENTE: PROPIA

Después de haber logrado el lavado total de los finos pasantes de la malla 200, siendo un indicador el agua clara que filtra a través de la malla como una garantía de esto, se procede al secado y posterior pesado de la muestra para obtener así un porcentaje de finos que se perdieron durante el ensayo y saber si el agregado es óptimo para la realización del Concreto.

Foto 13 Pesado de la Arena Gruesa después del secado al horno



FUENTE: PROPIA

Para realizar el cálculo del Porcentaje de material más Fino que la malla Nro. 200 se va usar la siguiente ecuación:

Ecuación 23 Porcentaje Pasante de la Malla Numero 200

$$A = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

FUENTE: Extraído de (INACAL., NTP. 400.018 AGREGADOS. Metodo de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales mas Finos que pasan por el Tamiz Normalizado 75 um(N°200) por lavado de agregados, 2002.)

Donde:

W_1 = *Peso inicial de la Muestra*

W_2 = *Peso final de la Muestra posterior al Lavado*

$A =$ Porcentaje de Material mas Fino que pasa la Malla Nro 20

Tabla 28 Ensayo para la Determinación de Materiales más Finos que pasan por el Tamiz Nro.

200 de la Muestra 1

DETERMINACION DE MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NRO 200		MUESTRA 1
W1	Peso Seco de la Muestra Original (g)	503.98
W2	Peso Seco de la Muestra Ensayada(g)	463.85
M	Material Pasante(g)	40.13
A	Porcentaje de Material más Fino Pasante Numero 200 (%)	7.96

FUENTE: PROPIA

NOTA: El Ensayo de la MUESTRA 2 y 3 se encuentran en los ANEXOS

4.2- VIRUTA DE POLIAMIDA

4.2.1.-OBTENCION DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA

Para realizar esta investigación se realizó la recolección de la Viruta de Poliamida, se obtuvo la viruta de las tornerías de APIMA y Mollebaya, usualmente este es el residuo de la generación de piezas mecanizadas e hidráulicas para Minería, Industria alimentaria y automovilística.

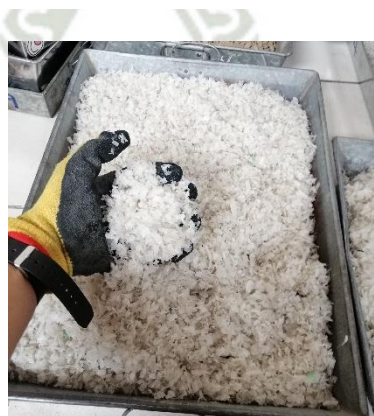
Foto 14 Pieza de Poliamida siendo torneada (se puede ver la viruta que se obtiene de allí) y Sacos para ser llevados al Molino



FUENTE: PROPIA

Una vez recolectada la viruta de Poliamida, se hace su respectiva limpieza para eliminar impurezas como virutas de otros metales, grasa, aceites y demás, para posterior a ello ser llevados al Molino para reducirlos a un tamaño trabajable, en esta investigación se pudo gestionar el apoyo de una empresa dedicada al rubro del reciclaje de botellas y demás tipo de Plástico para poder molerlo, dando una viruta mucho mas trabajable como se puede observar en la foto a continuación:

Foto 15 Viruta de Poliamida final



FUENTE: PROPIA

4.2.1.-GRANULOMETRIA DE LA POLIAMIDA

Se realizo el Ensayo de Granulometría para poder saber las dimensiones que

se presentan dentro de la viruta y poder obtener su curva granulométrica:

Foto 16 Granulometría de la Viruta de Poliamida



FUENTE: PROPIA

Tabla 29 Ensayo de granulometría de la Muestra 1 de la Viruta de Poliamida

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	27.05	10.52	10.52	89.48
N° 8	2.380	209.12	81.31	91.83	8.17
N° 16	1.190	19.49	7.58	99.41	0.59
N° 30	0.590	1.52	0.59	100.00	0.00
FONDO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		257.18	100.00		

Módulo de Fineza: 5.02

Limite Liquido: NP

Limite Plástico: NP

Índice de Plasticidad:

NP

FUENTE: PROPIA

4.2.2.-PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO

Se realizó el Ensayo de Peso Unitario de la Viruta de Poliamida para poder tener una mejor caracterización de este material.

Tabla 30 Peso Unitario Varillado de la Muestra 1 de la Viruta de Poliamida

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	0.248
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	2347.5
T	Masa del Recipiente (g)	1646
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49

FUENTE: PROPIA

Tabla 31 Peso Unitario Suelto de la Muestra 1 de la Viruta de Poliamida

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	0.282
G	Masa del Recipiente mas Agregado (g)	2443.5
T	Masa del Recipiente (g)	1646
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49

FUENTE: PROPIA

Foto 17 Peso Unitario de la Viruta de Poliamida



FUENTE: PROPIA

4.2.3.-ABSORCION

Siguiendo los lineamientos de las Normas para Agregados, se procede a ejecutar el Ensayo para poder hallar la Absorción de la Viruta, dejando la muestra saturar durante 1 día, posterior a ello se toma el Peso Saturado Superficialmente Seco para finalmente llevarlo al horno y tomar el Peso final, con los datos obtenidos se hará uso de la **Ecuación 15** para hallar el Porcentaje de Absorción.

Tabla 32 Absorción de la Muestra 1 de Viruta de Poliamida

ABSORCION DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA		MUESTRA 1
% Abs.	Absorción (%)	45.69
A	Masa de la muestra seca(g)	257.10
B	Masa de Muestra Saturada Superficialmente Seca (g)	374.57

FUENTE: PROPIA

Foto 18 Muestras de Viruta de Poliamida Saturadas



FUENTE: PROPIA

4.3- CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

4.3.1.-OBTENCION DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

En esta Investigación se usó la Cascarilla de Arroz del Pedregal para poder volverla Ceniza, esto se realizó en un horno elaborado de manera artesanal para aprovechar los materiales disponibles, controlando la temperatura adecuada para tener la mayor cantidad de Sílice y tenga un mejor aporte a la Mezcla para los Ladrillos.

Foto 19 Horno para elaborar la Ceniza de Cascarilla de Arroz



FUENTE: PROPIA

Una vez obtenida la Ceniza de Cascarilla de Arroz se lleva está a un molino manual para poder reducir el tamaño de los granos a uno más trabajable para ser aprovechado en la mezcla, en base a la investigación (Iglesias, 2016) propone que al ser tamizado por la malla

Foto 20 Ceniza de Cascarilla de Arroz obtenida después del tamizaje por la Malla Nro.



Nro. 80 puede ser utilizado todo el pasante de este, en esta investigación basado ello se realizó el tamizaje, siendo el pasante lo que se observa a continuación:

FUENTE: PROPIA

4.3.2.-GRANULOMETRIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

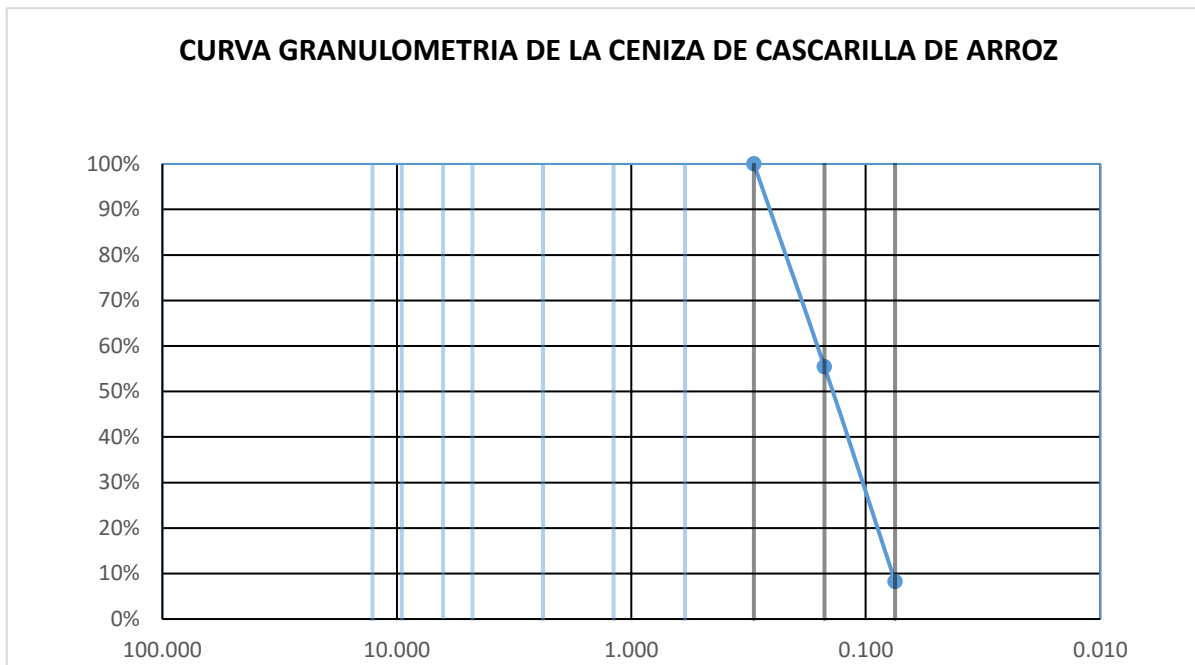
Siguiendo los lineamientos de la norma NTP 400.012 2001 de Agregados del Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global se va procedió hacer el tamizaje respectivo, para la Ceniza de Cascarilla de Arroz se va usar los Tamices,100 ,200 y FONDO.

Tabla 33 Ensayo Granulométrico de la Muestra 1 de la Ceniza de Cascarilla de Arroz

TAMICES		PESO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
SERIE	ABERTURA	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
ASTM	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
N° 50	0.300	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 100	0.150	230.00	44.54	44.54	55.46
N° 200	0.075	243.80	47.21	91.75	8.25
FONDO		42.60	8.25	100.00	0.00
TOTAL		516.40	100.00		

FUENTE: PROPIA

Gráfico 5 Curva Granulométrica de la Muestra 1 de la Ceniza de Cascarilla de Arroz



FUENTE: PROPIA

Foto 21 Ensayo de Granulometría de la Ceniza de Cascarilla de Arroz



FUENTE: PROPIA

4.3.3.-PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO

Por medio de la NTP (INACAL, NTP 400.017 2011 Metodo de Ensayo Normalizado para determinar la masa por Unidad de Volumen o Densidad (Peso Unitario) y los vacíos de los agregados, 2011) se procede hallar el Peso Unitario Compactado y Suelto de la Ceniza de Cascarilla de Arroz, según norma el tamaño mínimo de la Olla a utilizar es 1/10 de pie cubico para un tamaño máximo nominal de ½” o menores. En base a la granulometría obtenida de la ceniza cumple con el parámetro mínimo, cabe denotar que el procedimiento para este Ensayo va ser el mismo de un agregado grueso o fino.

Tabla 34 Peso Unitario Varillado de la Ceniza de Cascarilla de Arroz de la Muestra 1

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1
M	Densidad de la Masa del Agregado (g/cm ³)	0.300
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	2495
T	Masa del Recipiente (g)	1646
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49

FUENTE: PROPIA

Tabla 35 Peso Unitario Suelto de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 1

PESO UNITARIO SUELTO		MUESTRA 1
M	Densidad de la Masa del Agregado(g/cm ³)	0.222
G	Masa del Recipiente mas Agregado (g)	2274
T	Masa del Recipiente (g)	1646
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49

FUENTE: PROPIA

Foto 22 Peso Unitario de la Ceniza de Cascarilla de Arroz



FUENTE: PROPIA

4.3.4.-PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

Para obtener el Peso Específico del Agregado Fino y su Absorción se va proceder a seguir los lineamientos de la Norma (INACAL, NTP. 400.022 2013 Metodo de Ensayo Normalizado para la Densidad ,Densidad Relativa (Peso Especifico) y Absorción del Agregado Fino, 2013), por medio del cual vamos a iniciar hallando el peso de la Fiola más el agua hasta su marca ,luego hallaremos la Densidad Superficialmente Seca como se hizo para el agregado fino , una vez realizado esto se va proceder a iniciar el Ensayo del Peso Específico por medio del cual vamos a colocar una cantidad de 100 g aproximadamente, en una Fiola se va llenar hasta en un 90 % de agua para proceder a quitar las burbujas por medio manual o de bomba de vacío , una vez realizado ello , se procederá a llenar la Fiola hasta su marca , para poder hallar su masa de la muestra ,agua y Fiola ,posterior a ello la muestra se colocara en una bandeja y será llevada al horno para poder ser secada y hallar la absorción requerida.

Tabla 36 Peso Específico de la Muestra 1 de la Ceniza de Cascarilla Arroz

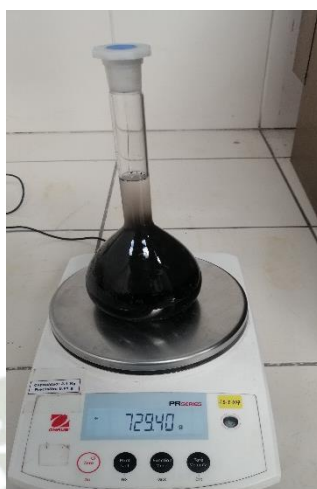
DESCRIPCION		MUESTRA 1
A	Peso de la Muestra Seca (g)	87.84
B	Peso de la muestra en SSS (g)	95.1
C	Peso de la Fiola(g)	182.00
D	Peso de Fiola + muestra +Agua (g)	727.77
V	Capacidad de la Fiola(ml)	500
W	Agua añadida a la Fiola(gr)	450.67
Peso Específico Corriente (g/cm3)		1.78
Peso Específico Aparente (g/cm3)		2.09
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (g/cm3)		1.93
% Absorción		8.27

FUENTE: (Colque, 2023)



NOTA: LOS ENSAYOS ADICIONALES, SE ENCUENTRAN EN LOS ANEXOS

Foto 23 Muestra Saturada Superficialmente Seca y Pesaje de la Fiola + Muestra + Agua





CAPITULO 5

**PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO PARA LAS
UNIDADES DE ALBAÑILERIA**

5.-ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO:

5.1.-ASENTAMIENTO O SLUMP:

Para poder medir el Asentamiento y/o Slump del Concreto en estado fresco se tiene que basar el procedimiento de este ensayo en la NTP (INACAL, NTP. 339.035 .Metodo de ensayo para la medicion del asentamiento del hormigon con el Cono de Abrams, 1999), para este Ensayo se va utilizar un Cono trunco de 10 cm de diámetro en la parte superior y 20 cm de diámetro en la parte inferior con una altura de 30 cm, que tiene 2 aletas sobre las cuales se va pisar firmemente, se coloca el concreto en estado fresco a tres capas haciendo la compactación en cada una de las capas con una varilla lisa de 5/8”, haciendo 25 golpes yendo desde adentro hacia afuera, en la última capa se hace un enrase con la misma varilla.

Una vez culminado el enrase se procede a sacar el molde y colocarlo a lado para así poder medir cuando a sido el asentamiento que ha experimentado el concreto, este va variar en base al Diseño de Mezclas realizado.

Foto 24 Ensayo del Cono de Abrams para medir el Asentamiento (SLUMP “0”)



FUENTE: PROPIA

5.2.-CONTENIDO DE AIRE A PRESION:

El procedimiento de este Ensayo está basado en la Norma (INACAL, NTP. 339.083 HORMIGON (CONCRETO) Metodo de Ensayo Volumetrico para determinar el Contenido de Aire del Hormigon Fresco., 2003) la cual dicta que para realizarlo se deben de tener los

siguientes instrumentos y equipos previos como cucharón ,franela ,varilla ,olla de Washington ,mazo de goma , siendo el procedimiento muy similar al Peso Unitario del Concreto haciendo el llenado de la olla a cada 1/3 de altura con 25 varilladas y dando de 10 a 15 golpes con el martillo de goma para quitar las burbujas de aire internas , haciendo el enrase en la última capa para que este al límite de la olla , posterior a ello se coloca la tapa que cuenta con un cierre hermético la cual nos va permitir hacer la lectura respectiva , esta cuenta con dos llaves por medio de la cual colocamos agua en un sentido y debe de salir agua sin burbujas en la otra llave ,una vez realizado esto se procede hacer el cierre de ambas llaves y el bombeo de aire hasta poder llegar en la lectura del medidor a la parte inicial , posterior a ello se abre la válvula de aire y se toma el dato donde la lectura haya sido constante.

5.3.-TEMPERATURA:

En base a la normativa (INACAL, NTP. 339.046 HORMIGON (CONCRETO)

.Metodo de Ensayo para determinar la Densidad (Peso Unitario) ,Rendimiento y Contenido de

Foto 25 Toma de Temperatura de la Mezcla



Aire (Metodo Gravimetrico) del Hormigon (Concreto), 2008)se sigue el procedimiento respectivo, esta propiedad es muy importante para conocer cómo va ser el comportamiento de la mezcla, para poder realizar este ensayo el termómetro debe de estar mínimo de 2 a 3 min en la mezcla siendo previamente humedecido, el valor tomado va variar en base al aporte de calor de cada componente de la mezcla, como se realizó el mezclado y el calor que va liberar el cemento.

FUENTE: PROPIA

5.4.-PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO:

Una vez realizada la mezcla del concreto se procede hacer los ensayos del concreto fresco, uno muy importante es el peso unitario del concreto siguiendo el procedimiento de la siguiente norma (INACAL, NTP. 339.046 HORMIGON (CONCRETO) .Metodo de Ensayo para determinar la Densidad (Peso Unitario) ,Rendimiento y Contenido de Aire (Metodo Gravimetrico) del Hormigon (Concreto), 2008) dado que se puede inferir el Peso Unitario y el rendimiento que tiene nuestra mezcla, para realizar este ensayo se va seguir el siguiente procedimiento:

Contar con las herramientas y equipos necesarios como son el cucharon, franela, varilla de 5/8", mazo de goma, olla de 1/3 pie 3 para este tipo de mezcla, bandeja para la parte inferior de la olla de Washington, Balanza de 0.1 de precisión en gramos.

Se procede a humedecer los instrumentos que van a estar en contacto con la mezcla como lo son la varilla y la olla posterior a ello se hace el llenado a 3 capas de la mezcla haciendo el varillado 25 veces y con el mazo de goma en los costados de 10 a 15 veces para quitar el aire atrapado de la mezcla, en la última capa se coloca en exceso para al momento del enrase tener la medida exacta y así hacer el pesaje respectivo.

Foto 26 Peso Unitario del Concreto



FUENTE: PROPIA

Para poder hacer el Cálculo del Peso Unitario se va hacer uso de la siguiente ecuación:

Ecuación 24 *Peso Unitario del Concreto*

$$\mathbf{PESO\ UNITARIO} = \frac{W\ total - W\ recipiente}{V\ recipiente}$$

FUENTE: EXTRAIDA DE LA NORMA (INACAL, NTP. 339.046 HORMIGON (CONCRETO) .Metodo de Ensayo para determinar la Densidad (Peso Unitario) ,Rendimiento y Contenido de Aire (Metodo Gravimetrico) del Hormigon (Concreto), 2008)

Donde:

W total = *Peso total del Recipiente mas la mezcla*

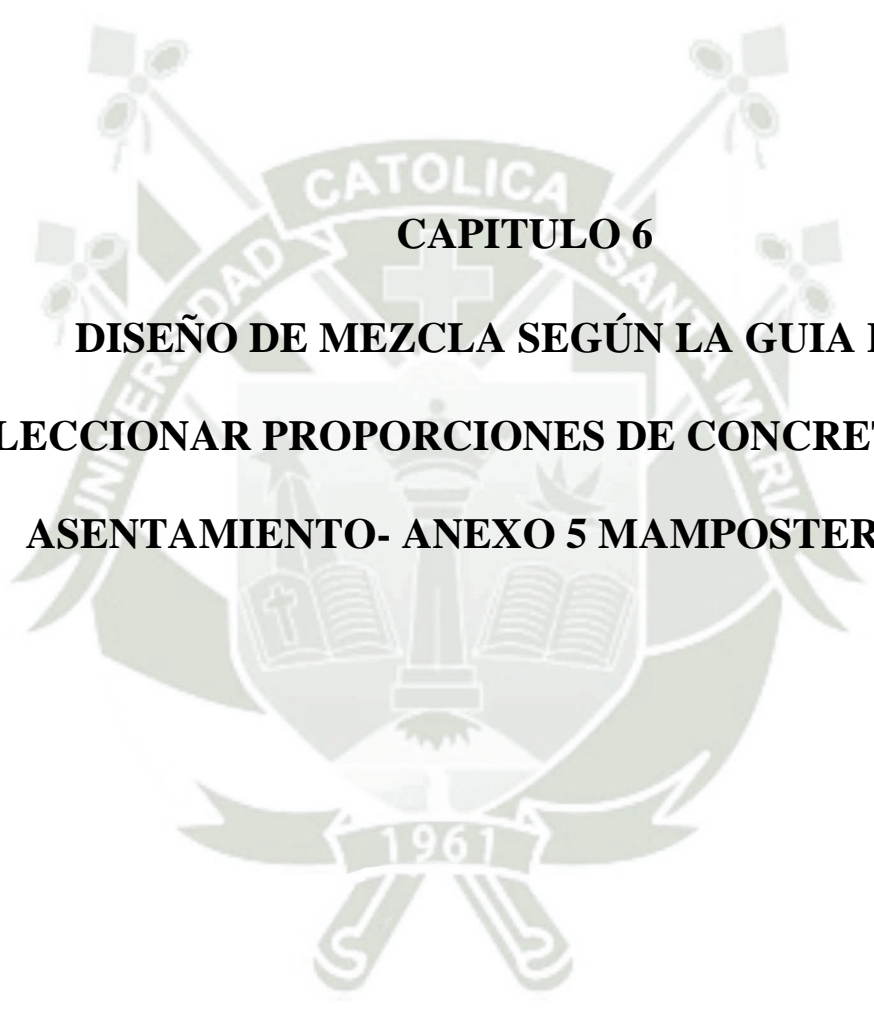
W recipiente = *Peso del Recipiente*

V recipiente = *Volumen del Recipiente*

En base a la Normativa (INACAL., HORMIGON(CONCRETO). Metodo de Ensayo para Determinar la Densidad (Peso Unitario),Rendimiento y Contenido de Aire (Metodo Gravimetrico) del Hormigon (Concreto Fresco), 2008) en la **NOTA 6** menciona que estos ensayos no están cubiertos para Fabricación de Tubos y Unidades de Albañilería.

En esta investigación se realizo el Ensayo de Peso Unitario y Contenido de Aire, pero se tuvo mucha dificultad debido a la trabajabilidad de la mezcla, en el varillado en vez de lograr una compactación se veía un incremento en los vacíos, esto se agravo al adicionar la viruta de Poliamida, siendo descartado estos ensayos para todas las Etapas.

Para la Obtención de los Volúmenes y Rendimiento de la mezcla se observará la cantidad de Unidades de Albañilería que produce por vaciado, recordando que en la Guía (211.3R-02, 2002) nos menciona que las proporciones de este método son una referencia inicial para la Dosificación que puede ir mejorando en cada Etapa hasta llegar a un Diseño Optimo Final.



CAPITULO 6

**DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN LA GUIA PARA
SELECCIONAR PROPORCIONES DE CONCRETO SIN
ASENTAMIENTO- ANEXO 5 MAMPOSTERIA**

6.-DISEÑO DE LA GUIA PARA SELECCIÓN PROPORCIONES DE CONCRETO

SIN ASENTAMIENTO:

6.1.-CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:

En base a los Ensayos realizados a los agregados, nos permite una caracterización de estos, conociendo sus propiedades Físicas para realizar el Diseño respectivo:

Tabla 37 Características del Agregado Grueso

CARACTERISTICAS AGREGADO GRUESO	
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1605.05
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1426.93
Módulo de Fineza	6.21
Capacidad de Absorción(%)	1.69
Humedad (%)	0.89
Gravedad Especifica (SSD)	2356.93

FUENTE: Formato de Tabla extraído de la Tesis (Aguilar, 2018)

Tabla 38 Características Físicas del Agregado Fino

CARACTERISTICAS AGREGADO FINO	
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1739.72
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1411.98
Módulo de Fineza	2.80
Capacidad de Absorción (%)	2.31
Humedad (%)	2.00
Gravedad Especifica (SSD)	2601.40

FUENTE: Formato de Tabla extraído de la Tesis (Aguilar, 2018)

6.2.-CALCULO DE LOS PORCENTAJES DE AGREGADOS:

Para obtener el cálculo de los Porcentajes de los Agregados en base a la cantidad total de agregados se va proceder a usar la ecuación que está en la (211.3R-02, 2002) que es la Guía Seleccionar las Proporciones para Concreto sin Asentamiento, se encuentra en la página 22:

Reemplazando los datos obtenidos de la **Tabla 17 y 18** en la **Ecuación 9** tendríamos lo siguiente:

$$\%Agregado\ Fino = \frac{6.21 - 3.7}{(6.21 - 2.80)} \times 100 = 73.54 \%$$

$$\%Agregado\ Grueso = 100 - 73.54 = 26.46 \%$$

Se puede inferir que los porcentajes a usar van a ser de **74 %** de Arena Gruesa y **26 %** de Piedra.

6.3.-CALCULO DE LA MASA DE AGREGADOS:

Una vez obtenido los Porcentajes del Agregado Grueso y Fino se procede hacer a realizar el cálculo de la masa con sus respectivos pesos Unitarios:

$$Agregado = 1\ m^3 \times (PUC) \times (\% DE AGREGADO)$$

Ecuación 25 Calculo de Masa de los Agregados

FUENTE: EXTRAIDA DE LA TESIS (Aguilar, 2018)

$$Agregado\ Grueso = 1\ m^3 \times (1605.05) \times (74.00\%) = 417.31\ kg$$

$$Agregado\ Fino = 1\ m^3 \times (1739.72) \times (26.00\%) = 1287.40\ kg$$

6.4.-CALCULO DE CEMENTO EN LA MEZCLA:

Obtenida la Masa total de los Agregados, se calcula en base a los porcentajes iniciales de cemento propuestos, para obtener luego la cantidad optima de cemento, agregado grueso y fino:

$$\text{Masa de Agregados} = 417.31 \text{ kg} + 1287.40 \text{ kg} = 1704.71 \text{ kg}$$

Tabla 39 Cantidad de Kilogramos de Cemento en base a Porcentajes de Cemento

% de CEMENTO	kg DE CEMENTO	BOLSAS DE CEMENTO
10.00	170.47	4.01
12.50	213.09	5.01
15.00	255.71	6.02
17.50	298.32	7.02
20.00	340.94	8.02
22.50	383.56	9.02
25.00	426.18	10.03

FUENTE: PROPIA

6.5.-CALCULO DE AGUA PARA CADA DOSIFICACION DE CEMENTO:

Para obtener una mampostería de Concreto sin Asentamiento se debe de lograr una mezcla que pueda tener un Slump Cero dado que las unidades de Albañilería no deben deformarse al momento del desmoldeo, el valor óptimo para ello en Relación de Agua Cemento es de 0.4 en base a previos ensayos realizados.

Tabla 40 Cantidad de Agua en Base al Porcentaje de Cemento

Relación Agua Cemento	0.45
------------------------------	------

% de CEMENTO	kg DE CEMENTO	CANTIDAD DE AGUA (kg)
10.00	170.47	76.71
12.50	213.09	95.89
15.00	255.71	115.07
17.50	298.32	134.25
20.00	340.94	153.42
22.50	383.56	172.60
25.00	426.18	191.78

FUENTE: PROPIA

6.6.-CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS PARA GENERAR 1 M3 DE CONCRETO:

Los datos previos obtenidos de los Agregados caben recordar que son para un Agregado Global, por medio de la siguiente ecuación se debe de ajustar a un Volumen de 1 m³ de Concreto:

$$1 \text{ m}^3 = V_{total \text{ de agregados}} + V_{Cemento} + V_{agua} + V_{aire}$$

Ecuación 26 Volumen Absoluto de los Agregados para 1 m³ de Concreto

FUENTE: EXTRAIDA DE (Aguilar, 2018)

$$V_{Cemento} = \frac{\text{Peso del Cemento}}{\text{Gravedad Especifica}_{Cemento}}$$

Ecuación 27 Volumen de Cemento en la Mezcla de Concreto

$$V_{Agua} = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Gravedad Especifica}_{Agua}}$$

Ecuación 28 Volumen de Agua en la Mezcla de Concreto

En base a la **Tabla 11.2.1** de Contenido de Aire Atrapado del libro (Rivva, 2013) se muestra diferentes valores en base al Tamaño Máximo Nominal del Agregado, dado que es de ½” el valor serio del 2,5 %.

$$V_{Aire} = 0.025 m^3$$

Se procede hacer el Cálculo de los Volúmenes de los Agregados

Tabla 41 Volumen de Agregados en Base al Porcentaje de Cemento

VOLUMEN DEL CEMENTO			VOLUMEN DE AGUA		VOLUMEN DE AIRE (m3)	VOLUMEN DE AGREGADOS (m3)
% de CEMENTO	kg DE CEMENTO	VOLUMEN DE CEMENTO (m3)	CANTIDAD DE AGUA (kg)	VOLUMEN DE AGUA (m3)		
10.00	170.47	0.060	76.71	0.077	0.025	0.838
12.50	213.09	0.075	95.89	0.096	0.025	0.804
15.00	255.71	0.090	115.07	0.115	0.025	0.770
17.50	298.32	0.105	134.25	0.134	0.025	0.736
20.00	340.94	0.120	153.42	0.153	0.025	0.702
22.50	383.56	0.135	172.60	0.173	0.025	0.668
25.00	426.18	0.150	191.78	0.192	0.025	0.634

FUENTE: PROPIA

6.7.-CALCULO DE MASAS PARA EL AGREGADO GRUESO Y FINO:

Para obtener la cantidad exacta de agregados grueso y fino en base al m3 de concreto se obtiene del volumen de agregados general multiplicado por los porcentajes hallados antes:

Ecuación 29 Volumen de Agregado Grueso Seco en la Mezcla de Concreto

$$V_{AG} = \frac{Peso Seco_{AG} \times (1 + C.A_{AG})}{1000 \times Gravedad Especifica_{AG}}$$

FUENTE: EXTRAIDA DE (Aguilar, 2018)

Donde:

$C.A_{AG}$ = Capacidad de Absorción del Agregado Grueso

Ecuación 30 Volumen de Agregado Grueso Seco en la Mezcla de Concreto

$$V_{AF} = \frac{\text{Peso Seco}_{AF} \times (1 + C.A_{AF})}{1000 \times \text{Gravedad Específica}_{AF}}$$

FUENTE: EXTRAIDA DE (Aguilar, 2018)

Donde:

$C.A_{AF}$ = Capacidad de Absorción del Agregado Fino

Tabla 42 Volúmenes de los Agregados en Base a los Porcentajes previos de Cemento.

VOLUMEN DE AGREGADOS (m3)	VOLUME N Ag. Grueso (m3)	Peso Seco de Ag. Grueso (kg)	VOLUME N Ag. Fino (m3)	Peso Seco de Ag. Fino (kg)
0.838	0.218	505.26	0.620	1577.71
0.804	0.209	484.70	0.595	1513.49
0.770	0.200	464.13	0.570	1449.26
0.736	0.191	443.56	0.545	1385.04
0.702	0.183	422.99	0.519	1320.82
0.668	0.174	402.43	0.494	1256.59
0.634	0.165	381.86	0.469	1192.37

FUENTE: PROPIA

6.8.-CORRECCION DE LOS AGREGADOS POR HUMEDAD:

En vista que los agregados que tomamos en su estado natural sean de la cantera o de las bolsas de agregados que se puedan adquirir estos presentan una humedad con la cual debemos de trabajar para así optimizar el Diseño de Mezcla y posterior a ello tener el Agua Efectiva:

Ecuación 31 Peso Húmedo del Agregado Grueso

$$\text{Peso Humedo}_{A.G.} = \text{Peso Seco A. G.} \times \left(1 + \frac{w_{A.G.}}{100}\right)$$

Donde:

$w_{A.G.}$ = Contenido de Humedad del Agregado Grueso

Ecuación 32 Peso Húmedo del Agregado Fino

$$\text{Peso Humedo}_{A.F.} = \text{Peso Seco A. F.} \times \left(1 + \frac{w_{A.F.}}{100}\right)$$

Donde:

$w_{A.F.}$ = Contenido de Humedad del Agregado Fino

En base a las Ecuaciones 19 y 20 mostradas, se van a reemplazar los valores para obtener los valores del Agregado Grueso y Fino Húmedos.

Tabla 43 Peso Seco y Húmedo de los Agregados Grueso y Fino

Peso Seco de Ag. Grueso (kg)	Peso Húmedo de Ag. Grueso (kg)	Peso Seco de Ag. Fino(kg)	Peso Húmedo de Ag. Fino (kg)
505.26	513.82	1577.71	1614.09
484.70	492.90	1513.49	1548.39
464.13	471.99	1449.26	1482.68
443.56	451.07	1385.04	1416.98
422.99	430.15	1320.82	1351.27
402.43	409.24	1256.59	1285.57
381.86	388.32	1192.37	1219.86

FUENTE: PROPIA

6.9.-AGUA EFECTIVA EN LA MEZCLA PARA 1 M3:

Se hace la respectiva corrección de los Agregados para obtener el Agua Efectiva de este Diseño de Mezcla, por medio de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 33 Agua presente en el Agregado Grueso

$$AGUA EN EL A. G = Peso Seco A. G. \times \left(\frac{w_{A.G.} - C. A_{A.G.}}{100} \right)$$

Donde:

$w_{A.G.}$ = Contenido de Humedad del Agregado Grueso

$C. A_{A.G.}$ = Capacidad de Absorción del Agregado Grueso

Ecuación 34 Agua presente en el Agregado Fino

$$AGUA EN EL A. F. = Peso Seco A. F. \times \left(\frac{w_{A.F.} - C. A_{A.F.}}{100} \right)$$

Donde:

$w_{A.F.}$ = Contenido de Humedad del Agregado Fino

$$C.A_{AF} = \text{Capacidad de Absorción del Agregado Fino}$$

Tabla 44 Agua Efectiva en los Agregados

Peso Húmedo de Ag. Grueso (kg)	AGUA EN A. Grueso (kg)	Peso Húmedo de Ag. Fino (kg)	AGUA EN A. Fino(kg)	AGUA EFECTIVA (kg)
513.82	-4.13	1614.09	-4.94	85.77
492.90	-3.96	1548.39	-4.74	104.58
471.99	-3.79	1482.68	-4.54	123.39
451.07	-3.62	1416.98	-4.33	142.20
430.15	-3.45	1351.27	-4.13	161.01
409.24	-3.29	1285.57	-3.93	179.82
388.32	-3.12	1219.86	-3.73	198.63

FUENTE: PROPIA

6.10.-DISEÑO DE MEZCLA PARA 1 M3:

Realizadas las corrección y Ajustes necesarios para 1 m³ de Concreto obtenemos el Diseño de Mezcla óptimo para cada tipo de porcentaje de cemento, de esta forma se evaluará quien tendrá mejores resultados desde una perspectiva de resistencia a la compresión y un enfoque económico respectivo

Tabla 45 Diseño de Mezcla Inicial para hallar la mezcla Patrón

CANTIDAD DE CEMENTO (%)	(kg) DE CEMENTO	(kg) DE AGUA	Kg de A. Grueso	Kg de A. Fino
10.00	170.47	85.77	513.82	1614.09
12.50	213.09	104.58	492.90	1548.39
15.00	255.71	123.39	471.99	1482.68
17.50	298.32	142.20	451.07	1416.98
20.00	340.94	161.01	430.15	1351.27
22.50	383.56	179.82	409.24	1285.57
25.00	426.18	198.63	388.32	1219.86

FUENTE: PROPIA

Este método basado en la guía (211.3R-02, 2002) nos menciona que las proporciones serán corregidas conforme se va realizando los vaciados respectivos, hasta poder llegar a una Dosificación más exacta siempre que cumpla con la Resistencia a Compresión y Absorción, cabe resaltar que estos ensayos se realizaron en cada una de las Dosificaciones basadas en el Porcentaje de Cemento siendo clasificados en base a la Norma E 070.

En base a los resultados obtenidos para cada tipo de Dosificación se obtuvo que la Optima será de 22.5 % de Cemento, siendo esto sustentando en el **Capítulo 7 de RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA.**

6.11.-SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR LA VIRUTA DE POLIMIDA EN BASE A PORCENTAJES.

Una vez obtenido el porcentaje Optimo de Cemento para la Mezcla Patrón se va proceder hacer las sustituciones parciales de Viruta de Poliamida por la Arena Gruesa en peso, mediante la siguiente tabla se podrá observar las sustituciones:

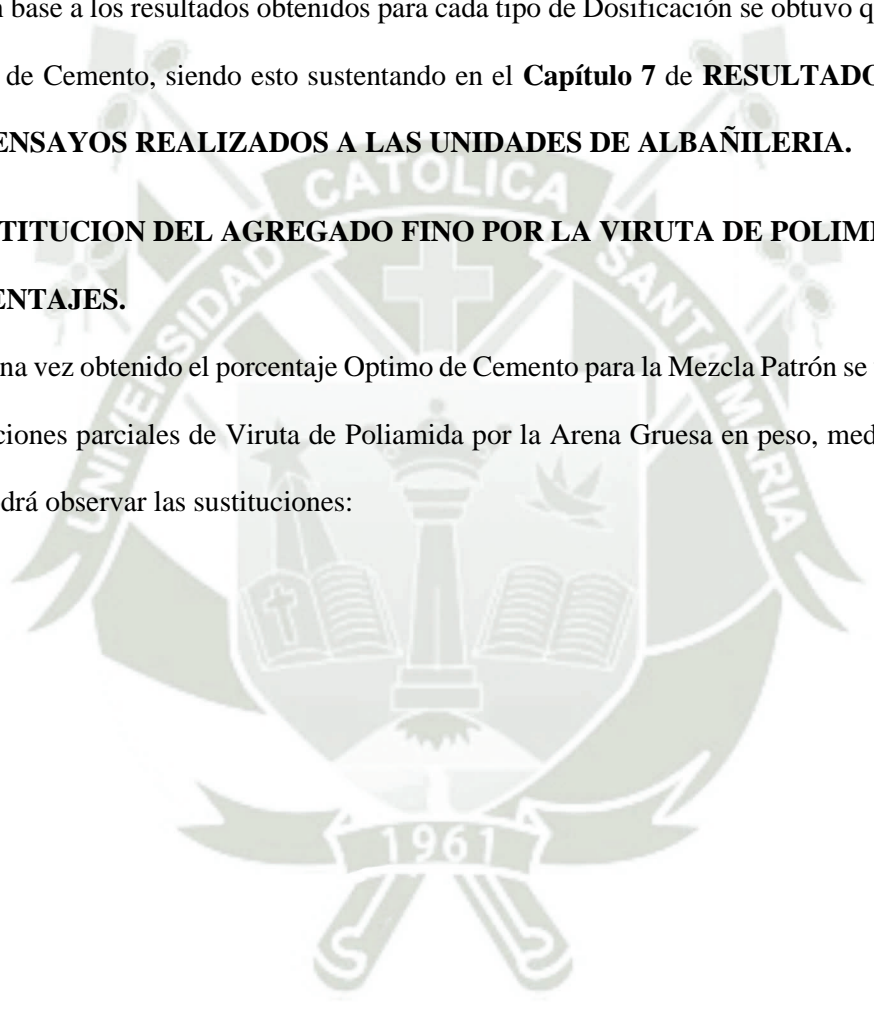


Tabla 46 Sustituciones de la Viruta de Poliamida por el Agregado Fino

POLIAMIDA			ARENA			CEMENTO		PIEDRA	
% Peso Poliamida	Kg de Poliamida para 1 Und	Kg de Poliamida para 6 Und.	% Peso Arena	kg de Arena	Kg de Arena 6 Und	Kg de Cemento 1 Und	Kg de Cemento para 6 Und	Kg de Piedra	Kg de Piedra para 6 Und
0	0	0	100	3.888	23.325	1.160	6.96	1.24	7.425
10.0	0.389	2.333	90	3.499	20.993	1.160	6.96	1.24	7.425
20.0	0.778	4.665	80.0	3.110	18.660	1.160	6.96	1.24	7.425
30.0	1.166	6.998	70	2.721	16.328	1.160	6.96	1.24	7.425
40.0	1.555	9.330	60.0	2.333	13.995	1.160	6.96	1.24	7.425
50.0	1.944	11.663	50	1.944	11.663	1.160	6.96	1.24	7.425
60.0	2.333	13.995	40.0	1.555	9.330	1.160	6.96	1.24	7.425
70.0	2.721	16.328	30.0	1.166	6.998	1.160	6.96	1.24	7.425
80.0	3.110	18.660	20.0	0.778	4.665	1.160	6.96	1.24	7.425
90.0	3.499	20.993	10.0	0.389	2.333	1.160	6.96	1.24	7.425
		104.964			128.289		69.593		74.252

FUENTE: PROPIA

Es importante destacar que las sustituciones previstas son las indicadas en la Tabla 44. Sin embargo, se irán descartando en función de la trabajabilidad de la mezcla y el rendimiento alcanzado, ya que deben cumplir con los requisitos mínimos establecidos por la normativa peruana.

La cantidad de agua que se utilizará será la misma que en la Primera Etapa. Sin embargo, debido a la incorporación de la viruta de Poliamida, es posible que la mezcla requiera una mayor absorción de agua. Para confirmar si es necesario ajustar la cantidad de agua, se realizará una prueba en el campo. Esta prueba consiste en formar una bola con la mezcla usando las manos. Si la bola mantiene su forma y no presenta una humedad excesiva, indicará que la mezcla es adecuada para la fabricación de ladrillos.

6.12.-SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR LA VIRUTA DE POLIMIDA EN BASE A PORCENTAJES -TERCERA ETAPA

Después de completar la Segunda Etapa, se observó que las mezclas con concentraciones del 10 % y del 20 % son las más manejables y prometen buenos resultados. Para comprender mejor cómo influye la viruta de Poliamida en la mezcla, se hicieron sustituciones en incrementos de 2.5 %, desde el 5 % hasta el 17.5 %. Esto permitió explorar una gama más amplia de porcentajes y encontrar la dosificación óptima de la viruta.

Tabla 47 Sustituciones de la Viruta de Poliamida por la Arena Gruesa en la Tercera Etapa

POLIAMIDA			ARENA			PIEDRA		CEMENTO	
% Peso Poliamida	Kg de Poliamida	kg de Poliamida para 6 Und	% Peso Arena	kg de Arena	kg de Arena para 6 Und	Kg de Piedra 1 Und	Kg de Piedra 6 Und	Kg de Cemento para 1 Und	Kg de Cemento para 6 Und
5	0.194	1.166	95	3.693	22.159	1.238	7.425	1.160	6.959
7.5	0.292	1.749	93	3.596	21.576	1.238	7.425	1.160	6.959
10.0	0.389	2.333	90.0	3.499	20.993	1.238	7.425	1.160	6.959
12.5	0.486	2.916	88	3.402	20.410	1.238	7.425	1.160	6.959
15.0	0.583	3.499	85.0	3.304	19.827	1.238	7.425	1.160	6.959
17.5	0.680	4.082	83	3.207	19.243	1.238	7.425	1.160	6.959

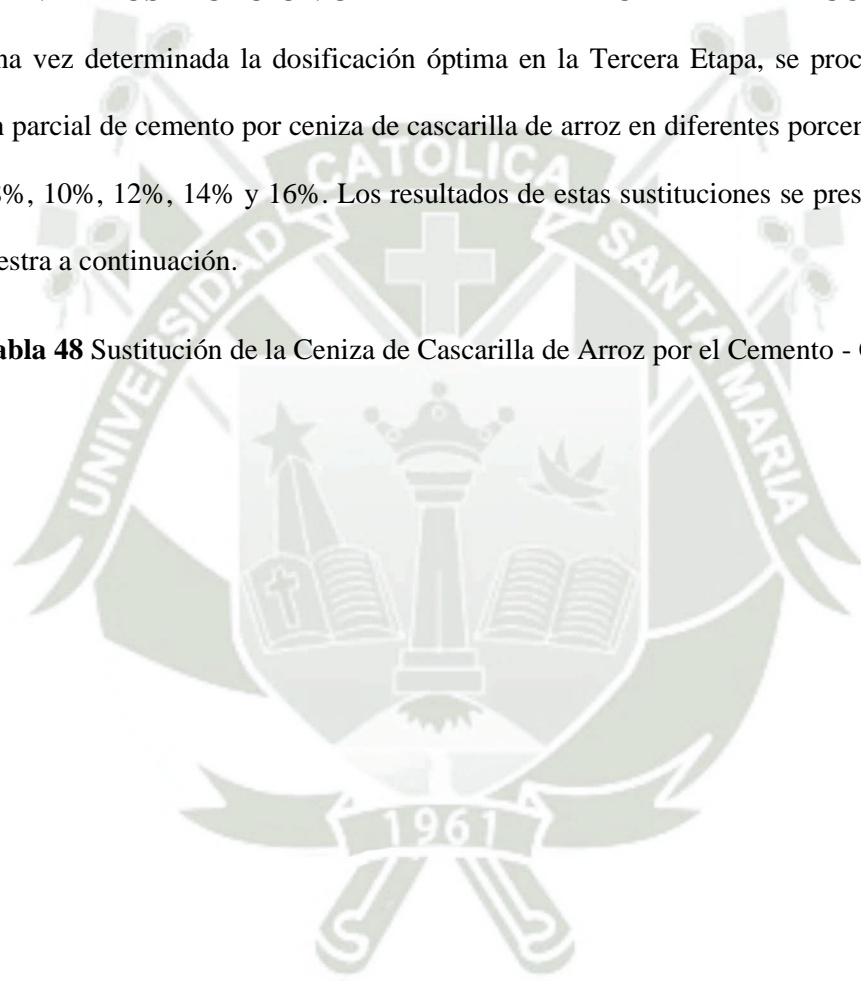
FUENTE: PROPIA

Tras realizar los ensayos correspondientes para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos, se comprobó que aquellos a los que se les añadió un 10% de Cemento Yura IP mostraron un mejor desempeño, estableciéndose esta proporción como la dosificación óptima para proceder a la Cuarta Etapa.

6.13.-SUSTITUCION DEL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ BASADA EN LA DOSIFICACION OPTIMA DE LA TERCERA ETAPA- CUARTA ETAPA

Una vez determinada la dosificación óptima en la Tercera Etapa, se procederá a realizar la sustitución parcial de cemento por ceniza de cascarilla de arroz en diferentes porcentajes de peso: 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14% y 16%. Los resultados de estas sustituciones se presentarán en la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 48 Sustitución de la Ceniza de Cascarilla de Arroz por el Cemento - CUARTA ETAPA



CEMENTO			CCA			ARENA		POLIAMIDA		PIEDRA	
% Peso Cemento	Kg de Cemento	Kg de Cemento 6 UNIDADES	% Peso de CCA	kg de CCA	Kg de CCA para 6 UNIDADES	Kg de Arena 1 Und	Kg de Arena 6 Und	Kg de Poliamida para 1 Und	Kg de Poliamida para 6 Und	Kg de Piedra para 1 Und	Kg de Piedra para 6 Und
100	1.160	6.959	0	0.000	0.000	3.856	23.136	0.31	1.878	1.238	7.425
98	1.137	6.820	2	0.023	0.139	3.856	23.136	0.31	1.878	1.238	7.425
96	1.113	6.681	4	0.046	0.278	3.856	23.136	0.31	1.878	1.238	7.425
94	1.090	6.542	6	0.070	0.418	3.856	23.136	0.31	1.878	1.238	7.425
92	1.067	6.403	8	0.093	0.557	3.856	23.136	0.31	1.878	1.238	7.425
90	1.044	6.263	10	0.116	0.696	3.856	23.136	0.31	1.878	1.238	7.425
88	1.021	6.124	12	0.139	0.835	3.856	23.136	0.31	1.878	1.238	7.425
86.0	0.997	5.985	14	0.162	0.974	3.856	23.136	0.31	1.878	1.238	7.425
84.0	0.974	5.846	16	0.186	1.113	3.856	23.136	0.31	1.878	1.238	7.425

FUENTE: PROPIA

Durante la realización de cada vaciado, es crucial controlar cuidadosamente la cantidad de agua en la mezcla. Si se añade demasiada, no se logrará un desmoldeo adecuado de los ladrillos, lo que afectará las esquinas y dificultará la extracción del molde. Por otro lado, si la cantidad de agua es insuficiente, la mezcla quedará demasiado seca, complicando la integración de los agregados en la mezcladora.

Se realizó la misma prueba de humedad óptima en la mezcla para determinar su trabajabilidad. Fue necesario añadir más agua de la prevista en el diseño, llegando a un caso extremo de 1 litro adicional para 6 unidades a partir de un 10% de CCA. Esto se verá reflejado en los resultados presentados en el **capítulo 7**.





CAPITULO 7
RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS ENSAYOS
REALIZADOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

7.1.-UNIDAD DE ALBAÑILERIA

7.1.1.- ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

Se realizó el Ensayo de Variación Dimensional a todos los Ladrillos de la Primera a Cuarta Etapa basado en la Norma NTP 399.604 y la NTP 399.613, en cada Etapa se escogió las Dosificaciones Óptimas siendo estas Patrón 22.5 % Yura, Patrón 22.5% Frontera, 10% Viruta de Poliamida (10% POL-Y y la Adición de 6% de Ceniza de Cascarilla de Arroz (6% CCA-Y) con los resultados siguientes:

Tabla 49 Variación Dimensional de Unidades Representativas de cada Etapa

VARIACION DIMENSIONAL DE UNIDADES EN %			
TIPOS DE UNIDADES	UNIDADES YURA		
	HASTA	HASTA	MAYOR
	100 mm	150 mm	A 150 mm
22.5% YURA	0.01	0.01	0.54
22.5% FRONTERA	0.26	0.39	1.39
10% POL-Y	0.85	1.60	0.53
6% CCA-Y	0.22	1.04	0.07

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En base a la clasificación de la Norma Peruana de Albañilería E-070 se procedería a clasificar como TIPO V a las Unidades 22.5 % YURA ,10% POL-Y y 6% CCA-Y y a las Unidades 22.5% FRONTERA como TIPO IV.

Foto 27 Ensayo de Variación Dimensional a los Ladrillos

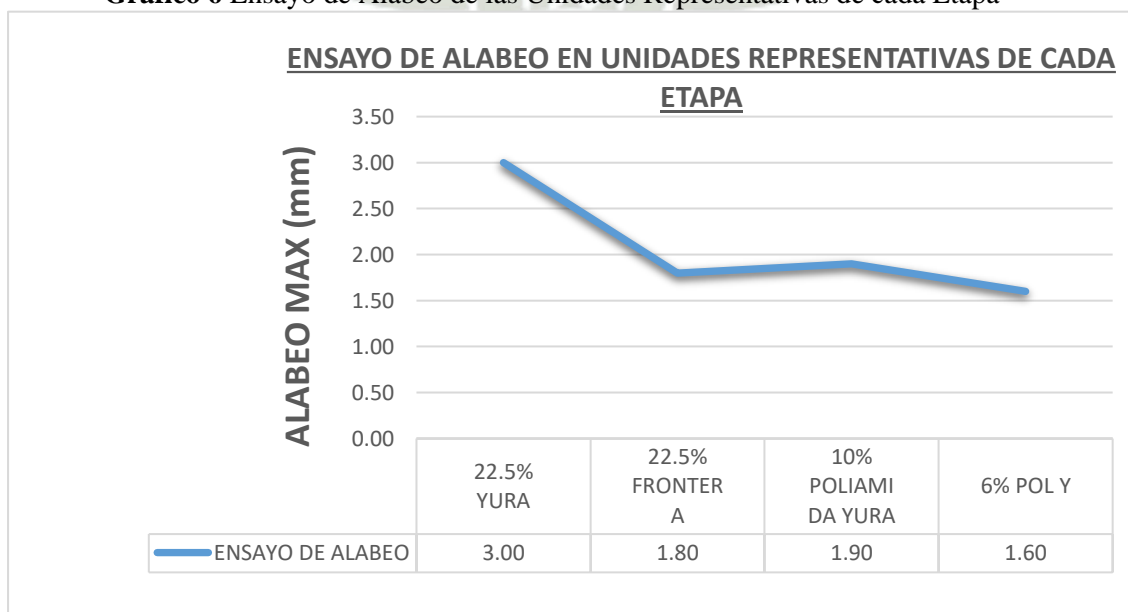
FUENTE: PROPIA



7.1.2.- ENSAYO DE ALABEO

Se realizó el Ensayo de Alabeo a todos los Ladrillos de la Primera a Cuarta Etapa basado en la Norma NTP 399.604 y la NTP 399.613, en cada Etapa se escogió las Dosificaciones Óptimas siendo estas Patrón 22.5 % Yura, Patrón 22.5% Frontera, 10% Viruta de Poliamida (10% POL-Y y la Adición de 6% de Ceniza de Cascarilla de Arroz (6% CCA-Y) con los resultados en el siguiente gráfico:

Gráfico 6 Ensayo de Alabeo de las Unidades Representativas de cada Etapa



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En base a la clasificación de la Norma Peruana de Albañilería E-070 se procedería a clasificar como TIPO V a las Unidades 22.5 % FRONTERA ,10% POL-Y y 6% CCA-Y y a las Unidades 22.5% YURA como TIPO IV.

Foto 28 Ensayo de Alabeo en Ladrillo

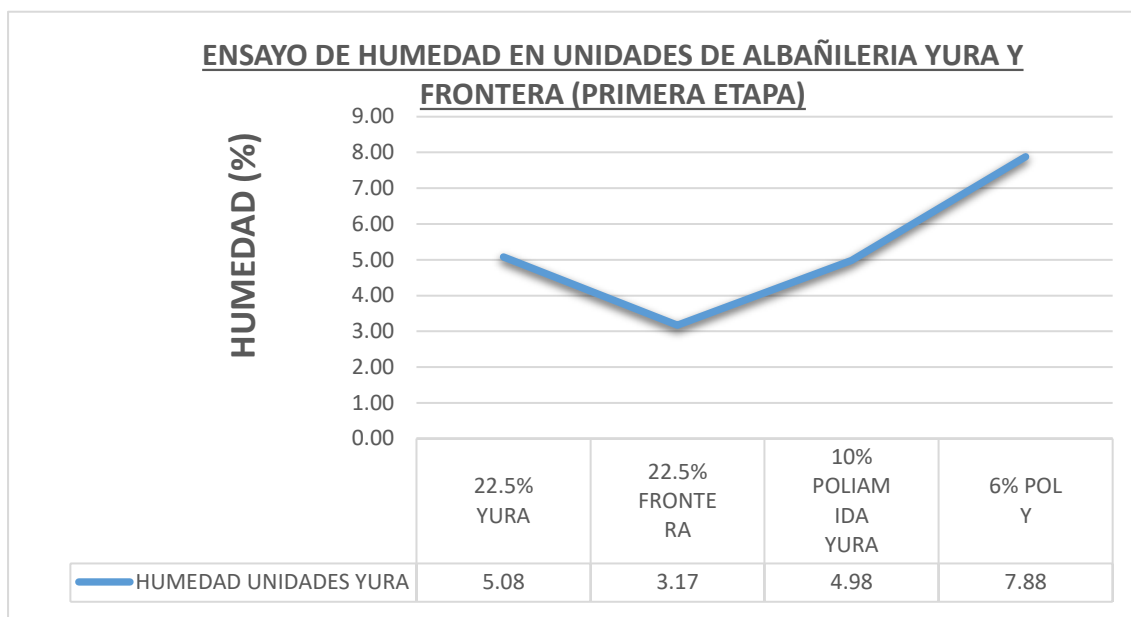


FUENTE: PROPIA

7.1.3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

Se halló el Contenido de Humedad a todos los Ladrillos de la Primera a Cuarta Etapa, en cada Etapa se escogió las Dosificaciones Óptimas siendo estas Patrón 22.5 % Yura, Patrón 22.5% Frontera, 10% Viruta de Poliamida (10% POL-Y y la Adición de 6% de Ceniza de Cascarilla de Arroz (6% CCA-Y) con los resultados en el siguiente gráfico:

Gráfico 7 Ensayo de Humedad en Unidades representativas de cada etapa



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En base a los resultados obtenidos se observa que las Unidades 22.5 % FRONTERA y 10% POL-Y tienen un Contenido de Humedad similar que oscila de 3% a 5% pero las Unidades 6% CCA-Y tienen una Humedad mayor debido a la Adición de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.

Foto 29 Muestras llevadas al Horno para hallar el Contenido de Humedad

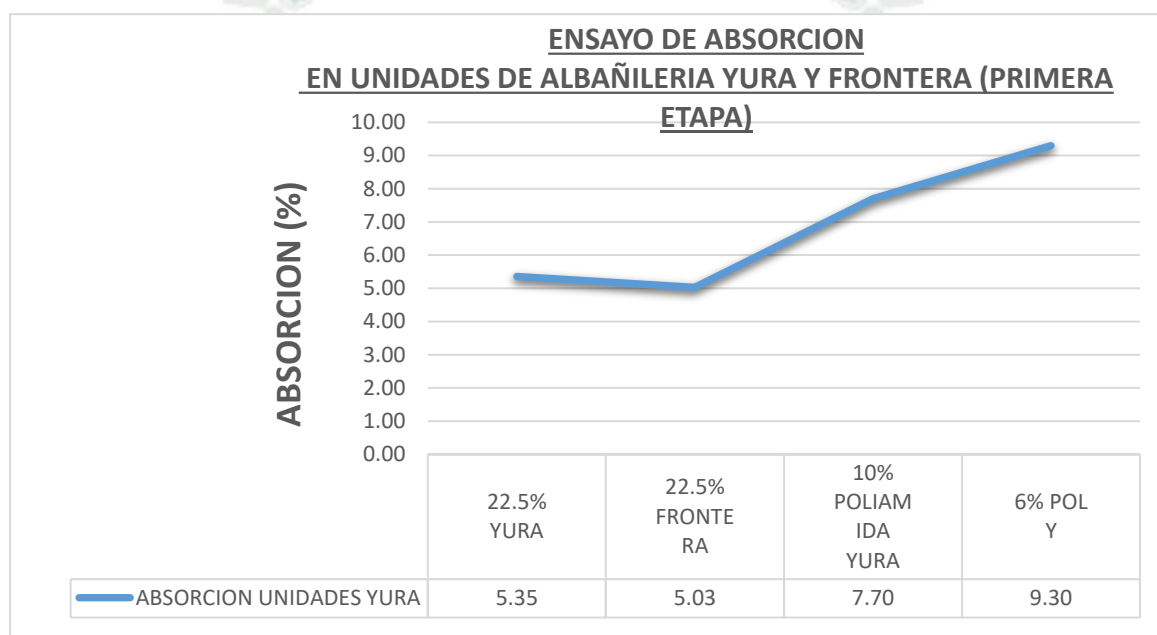


FUENTE: PROPIA

7.1.4.- ENSAYO DE ABSORCION

Se realizó el Ensayo de Absorción a todos los Ladrillos de la Primera a Cuarta Etapa basado en la Norma NTP 399.604, en cada Etapa se escogió las Dosificaciones Optimas siendo estas Patrón 22.5 % Yura, Patrón 22.5% Frontera, 10% Viruta de Poliamida (10% POL-Y y la Adición de 6% de Ceniza de Cascarilla de Arroz (6% CCA-Y) con los resultados en el siguiente grafico:

Gráfico 8 Ensayo de Absorción en unidades representativas de cada etapa



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En base a los resultados obtenidos se observa que las Unidades PATRON 22.5 % FRONTERA y PATRON 22.5 % YURA tienen Absorciones similares pero las Unidades 10% POL-Y es ligeramente mayor debido a la Adición de Viruta de Poliamida, en el caso de la Segunda y Tercera Etapa se observó que a mayor adición de Viruta la Absorción de los ladrillos iba en aumento los resultados de las unidades que fueron descartadas se encuentra en el ANEXO B. En el caso de las Unidades 6% CCA-Y ocurre lo mismo dado que a mayor adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz la Absorción iba en aumento llegando hasta un 12 % aproximadamente, los resultados promedios se encuentran en el ANEXO B .

Las Dosificaciones Optimas de cada etapa cumplieron con la normativa dado que ninguna excede el 12 % según lo especificado en la Normativa E 070 para bloques de Concreto.

Foto 30 Saturación de las Unidades para el Ensayo de Absorción

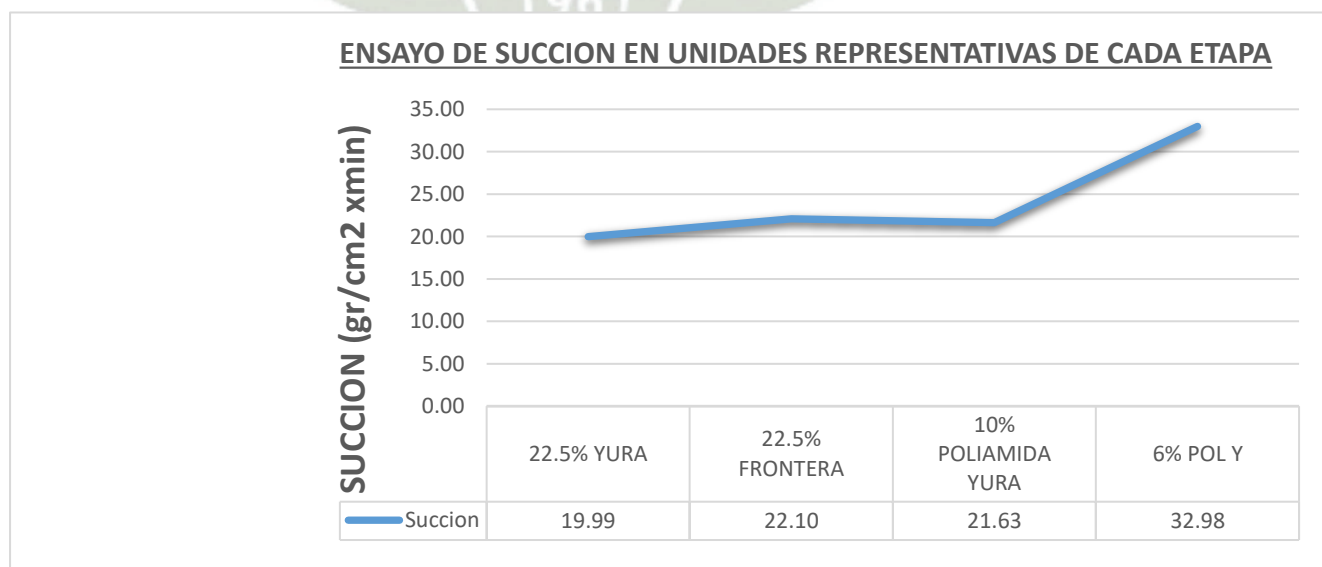


FUENTE: PROPIA

7.1.5.- ENSAYO DE SUCCION

Se realizo el Ensayo de Succión a todos los Ladrillos de la Primera a Cuarta Etapa basado en la Norma E 070, en cada Etapa se escogió las Dosificaciones Optimas siendo estas Patrón 22.5 % Yura, Patrón 22.5% Frontera, 10% Viruta de Poliamida (10% POL-Y) y la Adición de 6% de Ceniza de Cascarilla de Arroz (6% CCA-Y) con los resultados en el siguiente grafico:

Gráfico 9 Ensayo de Succión en unidades representativas de cada etapa



FUENTE: ELABORACION PROPIA

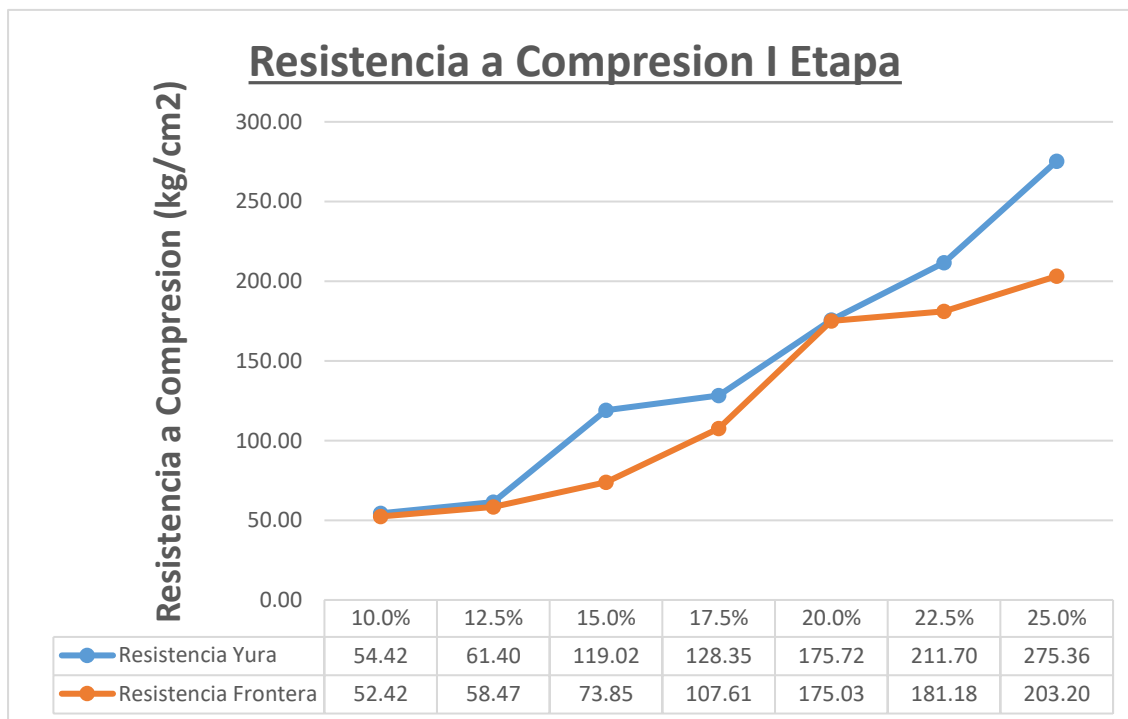
En base a los resultados obtenidos se observa que las Unidades PATRON 22.5 % FRONTERA y PATRON 22.5 % YURA tienen resultados similares en la Succión oscilando entre 20 gr/cm² a 22 gr/cm² estando al borde de lo permitido según la normativa que es 20 gr/cm². En el caso de las Unidades 10% POL-Y es ligeramente mayor debido a la Adición de Viruta de Poliamida, en el caso de la Segunda y Tercera Etapa se observó que a mayor adición de Viruta la Succión de los ladrillos iba en aumento, los resultados de las unidades que fueron descartadas se encuentran en el ANEXO B. En el caso de las Unidades 6% CCA-Y ocurre lo mismo dado que a mayor adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz la Succión iba en aumento llegando a valores no permitidos por la Normativa E 070, los resultados promedios se encuentran en el ANEXO B, este fue uno de los motivos del porque se descartaron las unidades con Adición de CCA como Propuesta Final.

Foto 31 Ensayo de Succión de los Ladrillos**FUENTE: PROPIA****7.1.6.- RESISTENCIA A COMPRESION DE LAS UNIDADES****7.1.6.1- RESISTENCIA A COMPRESION PRIMERA ETAPA**

Se realizó el Ensayo de Compresión de Unidades en la **PRIMERA ETAPA** para encontrar la cantidad Óptima de Cemento para un Diseño Patrón que pueda cumplir con la Resistencia y

trabajabilidad, el ensayo se realizó a los 28 días de 6 unidades con adición de Cemento del 10% hasta el 25 % con Cemento Yura y Frontera.

Gráfico 10 Resistencia a Compresión de los Ladrillos en la Primera Etapa



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Comparando los resultados se obtuvo la Adición Óptima la cual será de 22.5 % de Cemento tanto en Yura IP como Frontera IP, se puede inferir por medio del gráfico que las Unidades con Yura tienen un mejor comportamiento a Compresión.

Foto 32 Elaboración de Ladrillos Primera Etapa

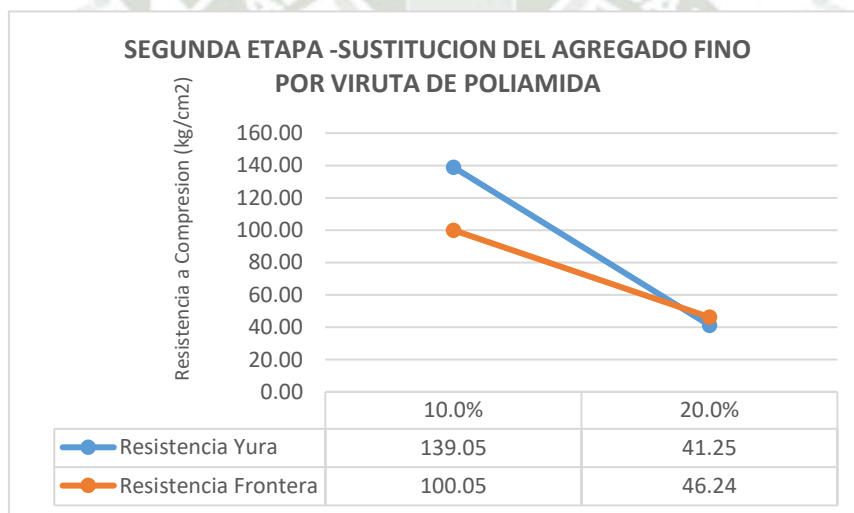


FUENTE: PROPIA

7.1.6.2.- RESISTENCIA A COMPRESION SEGUNDA ETAPA

En la **SEGUNDA ETAPA** se procedió hacer las sustituciones parciales en Peso del 10%,20%,30%,40%,50%,60% 70%,80% y 90 % de Viruta de Poliamida por el Agregado Fino, pero a partir del 30 % en adelante la mezcla dejo de ser trabajable, no se podía hacer un adecuado desmoldeo y las dimensiones obtenidas no cumplían con los requerimientos mínimos de la norma, por ende, se tuvo que desechar todas las unidades a partir del 30 %.

Gráfico 11 Resistencia a Compresión de Ladrillos en Segunda Etapa



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Foto 33 Muestra Descartada debido a que no cumplía con las dimensiones y poca trabajabilidad de la mezcla



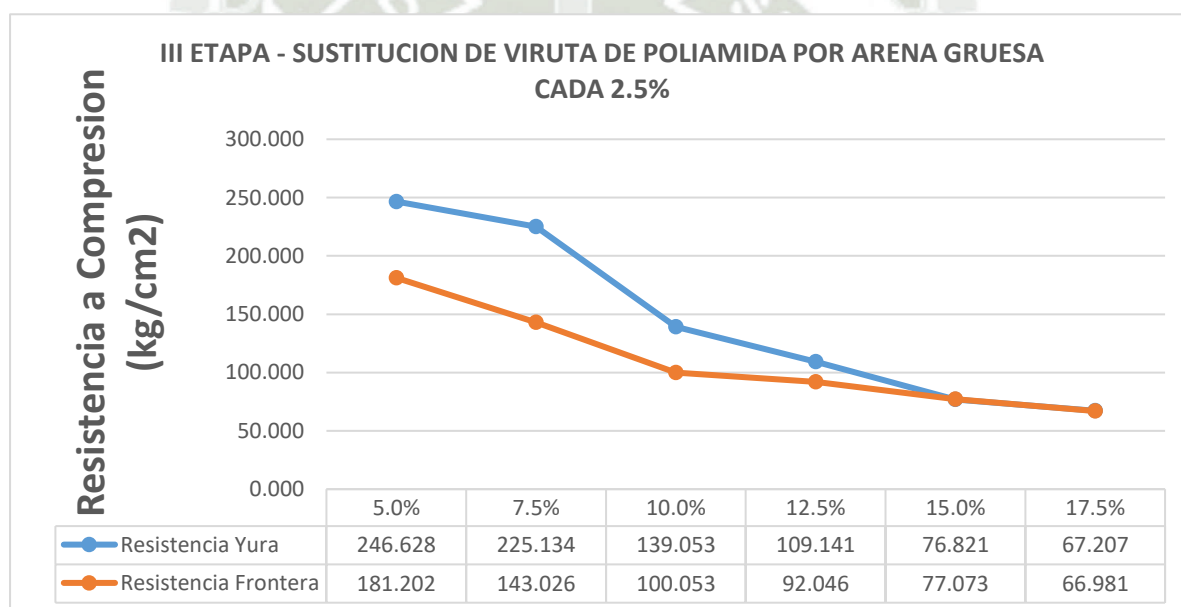
FUENTE: PROPIA

Las Unidades que se utilizaron en la Segunda Etapa fueron las de 10 % y 20 % en Cemento Yura IP y Frontera IP, resultando las Unidades de 10% POL -Y con una Clasificación de Tipo IV y en el caso de 10% POL-F con una clasificación Tipo III, viendo ello se procederá hacer sustituciones parciales cada 2.5% de la viruta dentro del rango de 5% a 20% para optimizar la cantidad de Viruta a utilizar.

7.1.6.3.- RESISTENCIA A COMPRESION TERCERA ETAPA

En la **TERCERA ETAPA** se realizó las sustituciones de la viruta de poliamida por la arena gruesa cada 2.5 %, obteniendo a los 28 días los resultados en el grafico:

Gráfico 12 Resistencia a Compresión de los Ladrillos en la Tercera Etapa



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Viendo los resultados obtenidos se evidencia que con un 5% de Adición de Viruta en la mezcla con Cemento Yura IP tiene un incremento en la Resistencia, pero se quiere aprovechar la máxima cantidad de Viruta en la mezcla por ende se usara las Unidades con un 10% de Viruta de Poliamida en sustitución de la Arena Gruesa cumpliendo los requerimientos de un Ladrillo Tipo IV en la resistencia y demás ensayos.

En el caso de las Unidades con Cemento Frontera tienen un comportamiento similar pero la reducción de la resistencia es más notoria, la Unidad que cumple con la Resistencia y el aprovechamiento de la máxima cantidad de viruta seria las de 7.5 % de Adición por sustitución.

Se eligió la mejor mezcla para seguir a la siguiente etapa, evaluando la Resistencia, trabajabilidad y la cantidad máxima de viruta admisible, cumpliendo los requisitos mínimos por la Norma E 070 para ser usados estructuralmente siendo elegida la mezcla **10% POL-Y** como la óptima.

Foto 34 Ladrillos Adicionados con 10 % de Viruta de Poliamida por Sustitución de Arena Gruesa

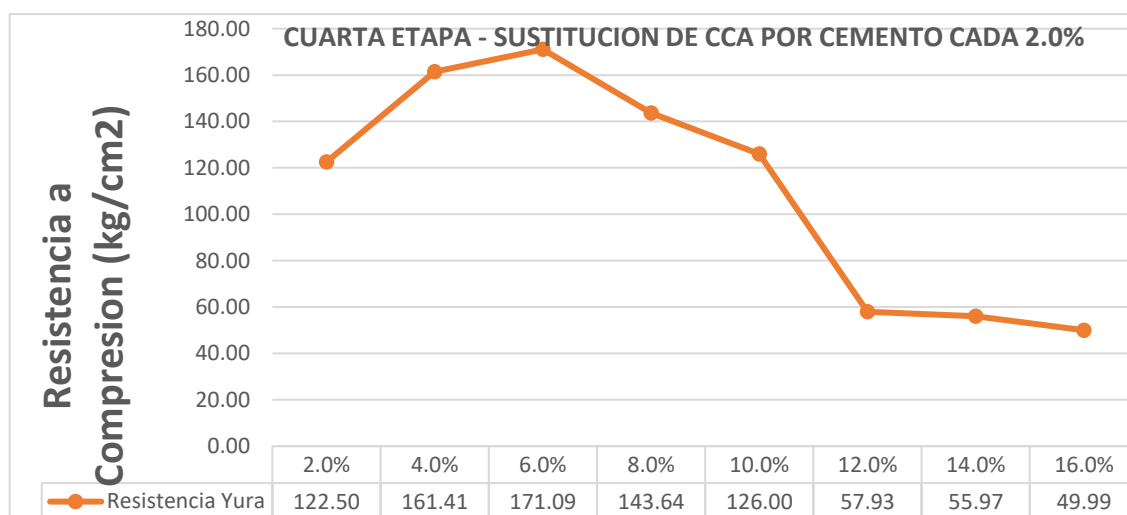


FUENTE: PROPIA

7.1.6.4.- RESISTENCIA A COMPRESION CUARTA ETAPA

En la CUARTA ETAPA se realizó sustituciones cada 2 % de la Ceniza de Cascarilla de Arroz por el Cemento Yura Tipo IP desde el 2% hasta el 16%, como base se esta tomando la Dosificación de 10 % de Viruta de Poliamida en sustitución de la Arena Gruesa

Gráfico 13 Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Cuarta Etapa



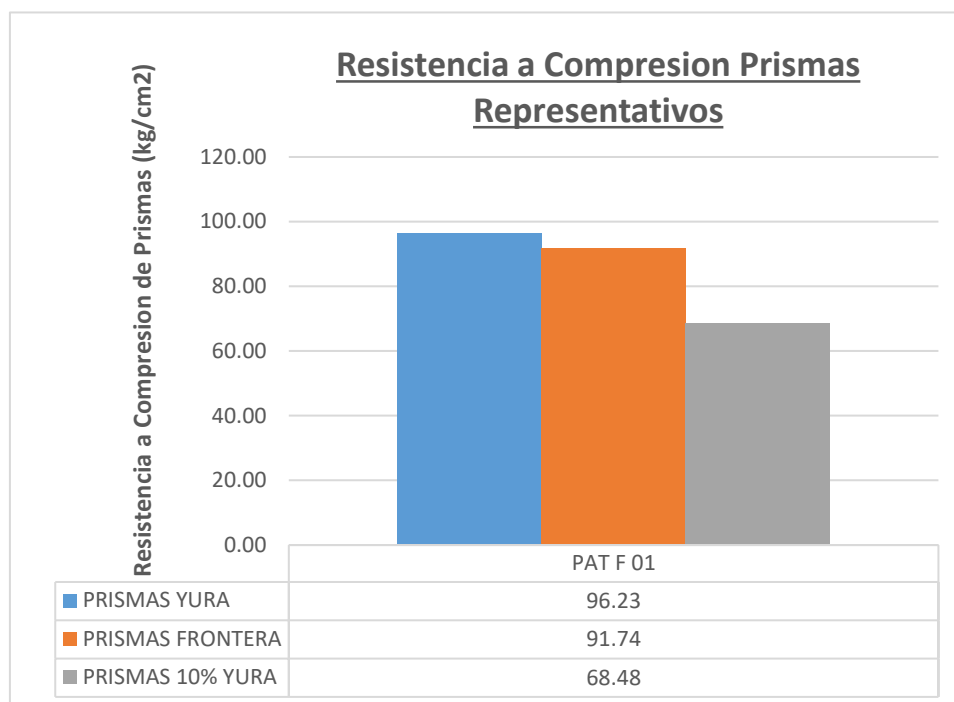
FUENTE: ELABORACION PROPIA

7.1.7.-RESISTENCIA A COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA

7.1.7.1-COMPRESION DE PRISMAS EN LADRILLOS

Se realizo el Ensayo de Compresión de Prismas a las Dosificaciones Optimas de la Primera y Tercera Etapa basado en la NTP 399.605 2013, en cada Etapa siendo estas Patrón 22.5 % Yura, Patrón 22.5% Frontera y 10% Viruta de Poliamida (10% POL-Y) con los resultados en el siguiente grafico:

Gráfico 14 Resistencia a Compresión de Prismas Representativos de cada etapa



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En base a los resultados obtenidos se observa que los Prismas con las Unidades Patrón de Cemento Yura IP y Cemento Frontera IP tiene una resistencia mayor que las Unidades con Adición de Viruta de Poliamida al 10 % en sustitución(10% POL-Y), haciendo una comparación con investigaciones previas realizadas se obtiene similares resultados a la investigación de (Romaña & Salas, 2021) que oscila también en promedio 100.457 kg/cm² para sus unidades Optimas observando la misma rigidez al momento de ser ejecutado el ensayo. En el caso de la presente investigación como propuesta Final se va utilizar las Unidades con 10% de Poliamida (10% POL-Y , con Cemento Yura) las cuales en promedio obtuvo un resultado de 68.48 kgf/cm² de Resistencia a Compresión en Pilas siendo este resultado parecido a lo obtenido en la investigación de (Caceres & Mamani, 2021) que ensaya unidades con adición de fibras, siendo 68.48 kgf/cm² un valor aceptable porque en comparación a Pilas de Albañilería sin refuerzo basado en la investigación de (Aduviri & Perez, 2021) es de 40.73

kgf/cm² , superando en un 68.13 % la resistencia de la albañilería convencional , demostrando cumplir con los requerimientos normativos para ser usado estructuralmente.

Foto 35 Muestra Ensayada de Prisma con 10 % de Viruta de Poliamida por sustitución



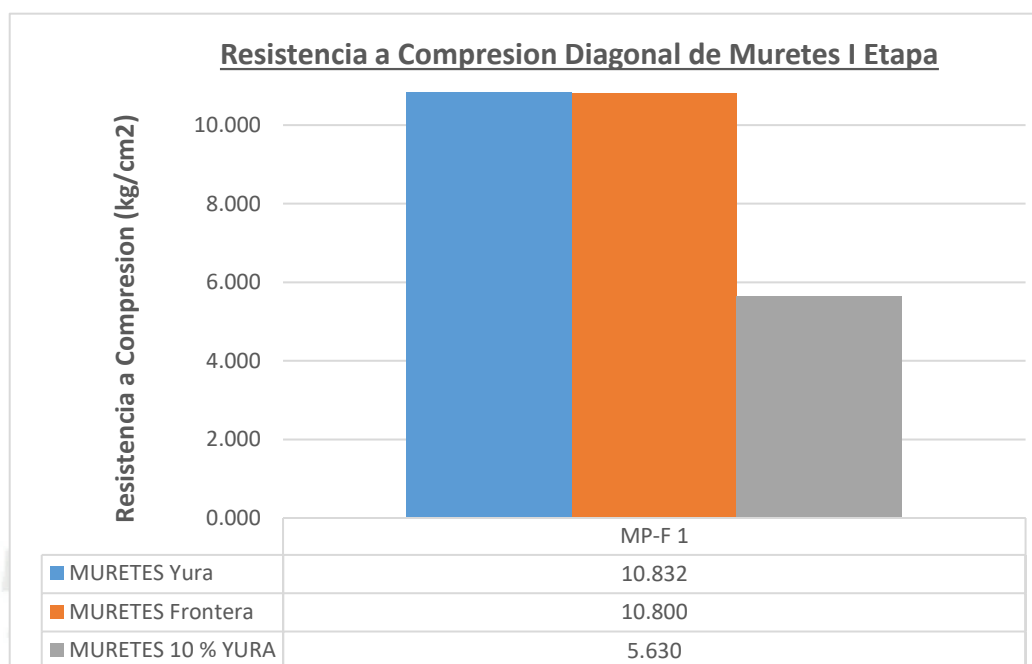
FUENTE: PROPIA

7.1.8.- RESISTENCIA DE COMPRESION DIAGONAL DE MURETES

7.1.8.1-COMPRESION DIAGONAL DE MURETES

Se realizó el Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes a las Dosificaciones Óptimas de la Primera y Tercera Etapa basado en la NTP 399.621 2004, siendo estas Patrón 22.5 % Yura, Patrón 22.5% Frontera y 10% Viruta de Poliamida (10% POL-Y) con los resultados en el siguiente gráfico:

Gráfico 15 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes Representativos



FUENTE: ELABORACION PROPIA

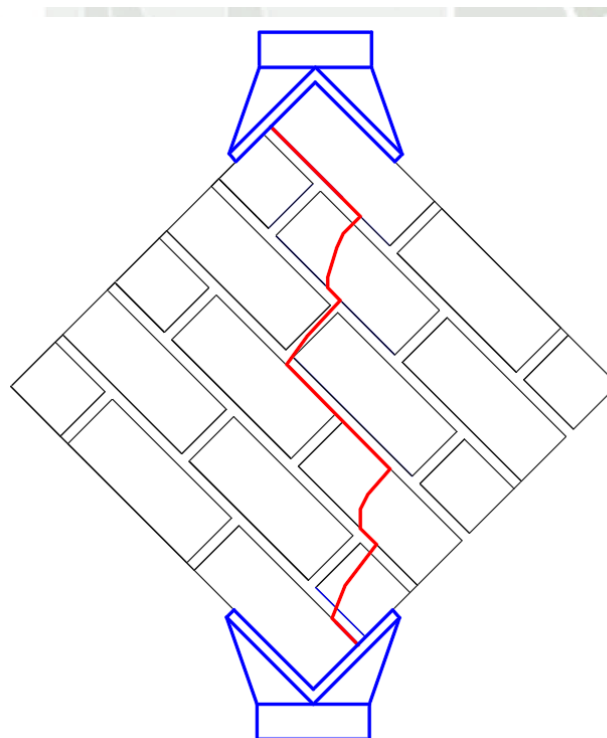
En base a los resultados obtenidos se observa que los Prismas con las Unidades Patrón de Cemento Yura IP y Cemento Frontera IP tiene una Resistencia a Compresión Diagonal mayor que las Unidades con Adición de Viruta de Poliamida al 10 % en sustitución (10% POL-Y), siendo esta casi el doble en la diferencia de resultados, pero al momento de ejecutar el ensayo en las Unidades Patrón se obtuvo Fallas Explosivas y que pasaban por el mortero viendo que la rigidez de los ladrillos patrón era muy alta en comparación de la Propuesta Final de 10% POL-Y la cual tuvo Fallas similares pero no tan explosiva sino graduales, en un par de casos tuvo fallo por corte dado que la grieta pasaba por el mortero y las unidades, sin embargo el valor es inferior a los patrón haciendo una comparación con un Murete de Albañilería sin Refuerzo es ligeramente más baja dado que en la investigación de (Aduviri & Perez, 2021) es de 6.25 kg/cm² siendo un 11% menor pero se puede optimizar este siguiendo las recomendaciones que se presentaran al final de esta investigación.

Foto 36 Falla Por Mortero y a la Unidad con Ladrillos adicionados con 10 % de Viruta de Poliamida (POL-Y 10%)



FUENTE: PROPIA

Ilustración 1 Representación de la Falla por Unidad y Mortero del Murete POL Y 10% E



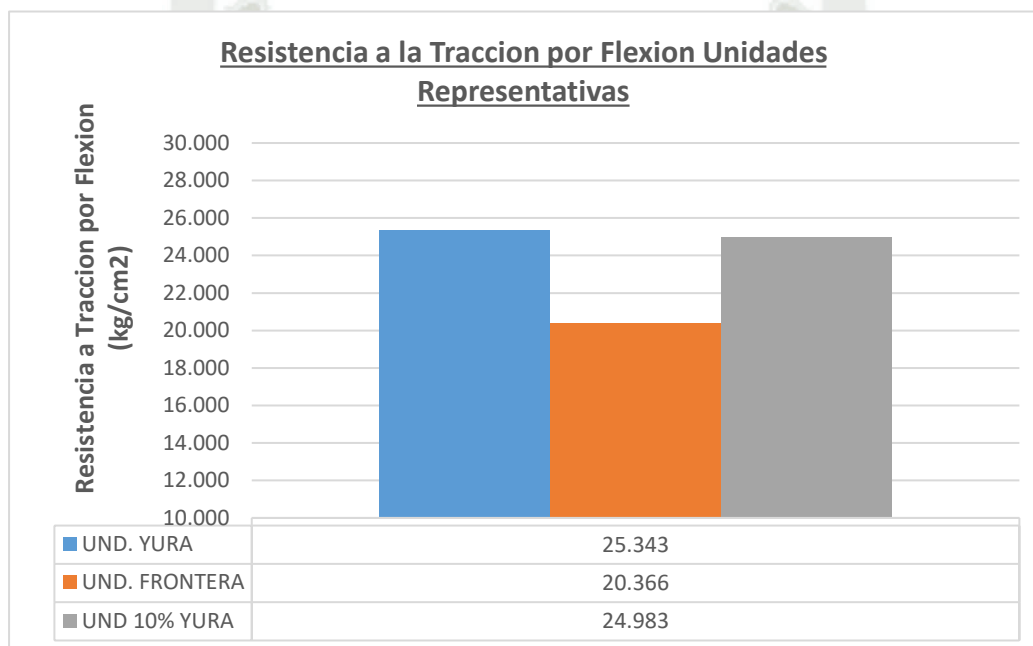
FUENTE: PROPIA

7.2.9.- RESISTENCIA A LA TRACCION POR FLEXION DE LOS

LADRILLOS

Se realizo el Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión de los Ladrillos a las Dosificaciones Optimas de la Primera y Tercera Etapa, siendo estas Patrón 22.5 % Yura, Patrón 22.5% Frontera y 10% Viruta de Poliamida (10% POL-Y) con los resultados en el siguiente grafico:

Gráfico 16 Resistencia a la Tracción por Flexión Unidades Representativas



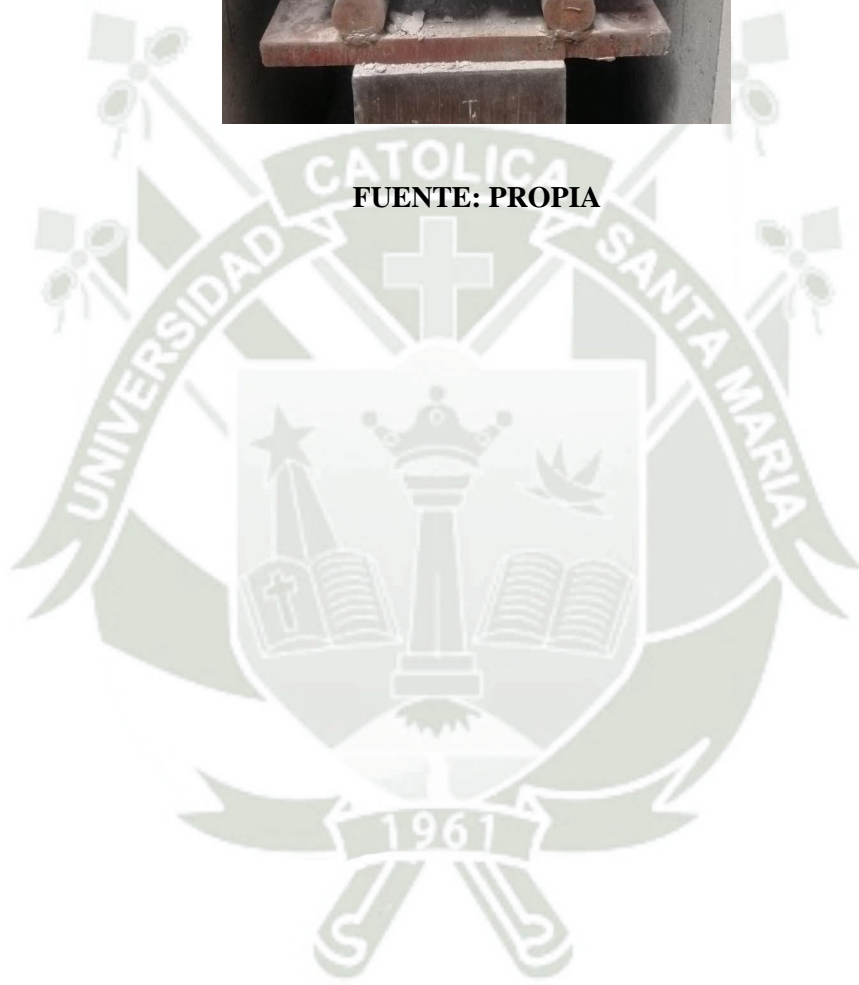
FUENTE: ELABORACION PROPIA

En base a los resultados obtenidos se observa que las Unidades Patrón Yura IP tienen el valor mayor siendo esto coherente dado que la Resistencia a la Flexión por tracción es proporcional a la Resistencia a Compresión, en base a lo obtenido en la Primera y Tercera Etapa el promedio de la Resistencia a Compresión de las Unidades Optimas Patrón Yura, Patrón Frontera IP y 10% POL-Y es 211.70 kg/cm², 181,18 kg/cm² y 139.053 kg/cm² respectivamente comparando con los Resultados a flexión se obtiene 11.9 %, 11.24 % y 17.97% respectivamente, viendo ello se puede concluir que la viruta de Poliamida al 10 % en la mezcla mantiene la Resistencia a la Flexión por tracción.

Foto 37 Ensayo de Resistencia a la Flexión por Tracción de los Ladrillos Patrón



FUENTE: PROPIA





8.-FABRICACION DE LADRILLOS PATRÓN

En base a la Investigación realizada se va proceder hacer un Análisis de Costos Unitarios para la Elaboración de Unidades **PATRON, DISEÑO OPTIMO - POL 10%, 6% CCA**, Muros con Unidades **POL 10%** de y para culminar una comparación con las Unidades de Albañilería presentes en el mercado.

8.1.-MATERIALES

Partiendo de los resultados obtenidos mediante los ensayos previos se determinó que el Diseño Optimo seria las Unidades **POL 10%**, por ende, los materiales que se requieren para la elaboración de 1 Unidad serian:

DISEÑO OPTIMO POL 10%	
CEMENTO (kg)	0.994
ARENA(m3)	0.0013
PIEDRA(m3)	0.0004
VIRUTA POL. (kg)	0.333
AGUA(m3)	0.0006

8.2.-MANO DE OBRA Y RENDIMIENTOS

Para la Elaboración de las Unidades Patrón se pudo hallar un rendimiento de 640 unidades por día con 02 ayudantes contando con las herramientas y equipos necesarios para una jornada de 8 horas diarias.

8.3.-HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Se considera un porcentaje de 3% para herramientas manuales y una mezcladora de 9 a 11 p3

8.4.-ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS LADRILLOS

En la tabla a continuación se presenta el Análisis de Costos Unitarios para la Elaboración de Unidades **PATRON**.

Tabla 50 Análisis de Costos Unitarios de Unidades Patrón

PARTIDA JORNADA	FABRICACION DE UNIDADES PATRON CON 22.5 % DE CEMENTO					
	8 h/d		Rendimiento		640 Ladrillos por dia	
RECURSO	UND	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						S/ 0.42
Peon	hh	2	0.0250	S/ 16.70	0.42	
MATERIALES						S/ 0.75
Cemento	kg		1.147	S/ 0.45	0.52	
Arena Gruesa	m3		0.0018	S/ 70.00	0.13	
Piedra	m3		0.0006	S/ 90.00	0.05	
Agua	m3		0.0006	S/ 2.50	0.00	
Moldes	Und		0.001	S/ 50.00	0.05	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						S/ 0.26
Herramientas Manuales	%		3	S/ 0.42	0.013	
Mezcladora de 9 a 11 p3	hm	1	0.0125	S/ 20.00	0.250	
					PU	S/ 1.43

FUENTE: PROPIA

Tabla 51 Análisis de Costos Unitarios para Unidades POL 10%

PARTIDA JORNADA	FABRICACION DE UNIDADES CON VIRUTA DE POLIAMIDA AL 10 % 8 h/d			Rendimiento	640 Ladrillos por día	
RECURSO	UND	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						S/ 0.21
Peon	hh	1	0.0125	S/ 16.70	S/ 0.21	
MATERIALES						S/ 0.63
Cemento Yura IP	kg		0.936	S/ 0.45	S/ 0.42	
Viruta de Poliamida Molida	m3		0.0004	S/ 26.07	S/ 0.01	
Arena Gruesa	m3		0.0013	S/ 70.00	S/ 0.09	
Piedra	m3		0.0006	S/ 90.00	S/ 0.05	
Agua	m3		0.0004	S/ 2.50	S/ 0.00	
Moldes	Und		0.001	S/ 50.00	S/ 0.05	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						S/ 0.26
Herramientas Manuales	%		3.0000	S/ 0.21	S/ 0.01	
Mezcladora de 9 a 11 p3	hm	1	0.0125	S/ 20.00	S/ 0.25	
					PU	S/ 1.09

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Tabla 52 Análisis de Precios Unitarios de Unidades con Viruta de Poliamida al 10% + 6% de Ceniza de Cascarilla de Arroz

PARTIDA		FABRICACION DE UNIDADES CON VIRUTA DE POLIAMIDA AL 10 % + CENIZA DE CASCARA DE ARROZ AL 6%				
JORNADA		8 h/d	Rendimiento		640 Ladrillos por dia	
RECURSO	UND	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						S/ 0.42
Peon	hh	2	0.0250	S/ 16.70	S/ 0.42	
MATERIALES						S/ 0.79
Cemento	kg		0.936	S/ 0.45	S/ 0.42	
CCA	kg		0.225	S/ 0.70	S/ 0.16	
Viruta de Poliamida Molida	m3		0.0004	S/ 25.72	S/ 0.01	
Arena Gruesa	m3		0.0014	S/ 70.00	S/ 0.10	
Piedra	m3		0.0006	S/ 90.00	S/ 0.05	
Agua	m3		0.0006	S/ 2.50	S/ 0.00	
Moldes	Und		0.001	S/ 50.00	S/ 0.05	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						S/ 0.26
Herramientas Manuales	%		3	S/ 0.42	S/ 0.01	
Mezcladora de 9 a 11 p3	hm	1	0.0125	S/ 20.00	S/ 0.25	
					PU	S/ 1.47

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Tabla 53 Análisis de Precios Unitarios de Traslado de Viruta de Poliamida para Elaboración de Unidades de Albañilería

PARTIDA	TRASLADO DE VIRUTA DE POLIAMIDA PARA UNIDADES DE ALBAÑILERIA						
JORNADA		8 h/d		Rendimiento		50 m3 por dia	
RECURSO	UND	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL	
MANO DE OBRA							S/ 2.67
Peon	hh	1	0.1600	S/ 16.70	S/ 2.67		
MATERIALES							S/ 0.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS							S/ 16.08
Herramientas Manuales	%		3.0000	S/ 2.67	S/ 0.08		
Camion Volquete 10 m3	hm	1	0.1600	S/ 100.00	S/ 16.00		
					PU	S/ 18.75	



8.5.-COMPARACION DE COSTOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA REALIZADAS CON LAS PRESENTES EN EL MERCADO.

El siguiente cuadro va mostrar los costos por unidad de albañilería comparada con las presentes en el mercado.

Tabla 55 Comparación de Costos de Unidades de Albañilería

COMPARACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA	
TIPO	COSTO (S/)
LADRILLO KING KONG	S/ 1.56
LADRILLOS ARTESANAL	S/ 0.70
LADRILLO 10% POL	S/ 1.09
LADRILLOS PATRON	S/1.43
LADRILLOS 10% VIRUTA DE POLIAMIDA + 6% CCA	S/1.47

FUENTE ELABORACION PROPIA

Después de haber realizado los Ensayos para determinar las Propiedades Físico y Mecánicas de las Unidades **Patrón, POLY 10% y POLY 10% + 6% CCA** y obtener los Costos para la elaboración de cada una de estas se puede asegurar que las Unidades POLY 10% cumplen con ambos criterios teniendo un precio aceptable con un aprovechamiento admisible máximo de la viruta de Poliamida.



1.-DEL OBJETIVO GENERAL

1.1 Es posible fabricar unidades de albañilería eco amigables sustituyendo parcialmente el agregado fino por viruta de poliamida, cumpliendo con los estándares de la Normativa Peruana. Sin embargo, la sustitución del cemento por ceniza de cascarilla de arroz no es adecuada debido al aumento en la absorción, succión, y costos asociados a la producción y recolección. La dosificación más óptima corresponde a una mezcla con un 10% de viruta de poliamida utilizando cemento Yura IP siendo este ladrillo catalogado como un Tipo IV.

2.- DE LA DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO Y FINO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA PODEROSA MEDIANTE LOS ENSAYOS REQUERIDOS.

2.1 Se determino las Propiedades Físicas y Mecánicas del Agregado Grueso proveniente de la Cantera La Poderosa, viendo que tiene una adecuada granulometría estando dentro de los límites permitidos, el Módulo de Fineza promedio es de 6.21, por medio del ensayo de Absorción se obtuvo un valor de 1.51% y un contenido de Humedad 0.89%, cumpliendo en cada uno de los Ensayos lo indicado por la Normativa correspondiente.

2.2 Se determino las Propiedades Físicas y Mecánicas del Agregado Fino proveniente de la Cantera La Poderosa, viendo que tiene una adecuada granulometría estando dentro de los límites permitidos, el Módulo de Fineza promedio es de 2.79, por medio del ensayo de Absorción se obtuvo un valor de 2.31 y un contenido de Humedad 2%, cumpliendo en cada uno de los Ensayos lo indicado por la Normativa correspondiente.

3.- DE LA DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ.

3.1.- Se realizó Ensayo químico por el Método de Ensayo para Rocas Fusión Alcalina para saber los componentes de la Ceniza de Cascarilla de Arroz siendo los más representativos el Dióxido de Silicio (SiO_2) en 81.10 %, Oxido de Potasio (K_2O) en 10.55%, la presencia de Silicio es más del 80 % siendo esto beneficioso debido a un adecuado proceso de calcinación.

3.2.- Respecto a la Pérdida por Ignición (LOI) es de 5.22% siendo relativamente bajo debido a un proceso de calcinación controlado.

4.-DISEÑO DE MEZCLA POR MEDIO DE LA “GUIA PARA SELECCIONAR PROPORCIONES DEL CONCRETO SIN ASENTAMIENTO (ANEXO 5)” Y DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANIZAS DE LAS UNIDADES PATRON CON CEMENTO YURA IP Y CEMENTO FRONTERA IP.

4.1.- La Dosificación Óptima para las Unidades Patrón de Cemento Yura Tipo IP es de 22.5% porque cumple con los requisitos de la Norma para ser catalogado como un ladrillo de uso estructural siendo la Resistencia a Compresión de la Unidad de **211.69 kg/cm²**.

4.2.- La Dosificación Óptima para las Unidades Patrón de Cemento Frontera Tipo IP es de 22.5% porque cumple con los requisitos de la Norma para ser catalogado como un ladrillo de uso estructural siendo la Resistencia a Compresión de la Unidad de **181.17 kg/cm²**.

4.3.- Para tener una Mezcla sin Asentamiento para Unidades de Albañilería se debe de tener una Relación Agua Cemento de 0.45 a 0.5 para tener una mejor trabajabilidad en la mezcla y se pueda ir avanzando mucho más rápido durante el desmoldeo.

Finalmente se concluye que las Unidades Patrón seleccionadas para cada tipo de Cemento cumplen con los requisitos Normativos para ser utilizadas como base para las sustituciones parciales en las siguientes etapas.

5.-DE LA DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON SUSTITUCION PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR LA VIRUTA DE POLIAMIDA PARA LA DOSIFICACION OPTIMA.

5.1.- A mayor porcentaje de viruta de poliamida en sustitución de la arena gruesa, en términos de peso, genera un ligero aumento en los resultados de los ensayos de absorción, contenido de humedad y succión. Un ejemplo de esto es la adición del 10 % de viruta de poliamida con cemento Yura IP, donde los valores de absorción, contenido de humedad y succión alcanzaron 7.89 %, 4.98 % y 21.63 %, respectivamente. Estos valores son comparables con los de las unidades patrón de cemento Yura IP, que presentaron 5.36 %, 5.08 % y 19.99 % en los mismos ensayos, lo que demuestra un leve incremento en estos parámetros.

5.2.- El porcentaje óptimo de viruta de poliamida en sustitución de la arena gruesa es del 10 % para el cemento Yura Tipo IP, ya que ofrece una resistencia a la compresión promedio de 139.053 kg/cm², lo que clasifica a las unidades como ladrillo Tipo IV. Debido a sus adecuadas propiedades físicas y mecánicas, se eligió esta dosificación para continuar con la siguiente etapa, ya que cumple con los requerimientos normativos.

5.3.- El porcentaje óptimo de viruta de poliamida en sustitución de la arena gruesa es del 7.5 % para el cemento Frontera Tipo IP, ya que proporciona una resistencia a la compresión promedio de 143.02 kg/cm², clasificando las unidades como ladrillo Tipo IV. Sin embargo, dado que esta investigación busca maximizar el uso de viruta de poliamida sin comprometer los requisitos normativos, este grupo fue descartado. Esto se debe a que, en comparación con los ladrillos fabricados con cemento Yura Tipo IP, presenta un menor porcentaje de viruta de poliamida y una resistencia a la compresión similar.

5.4.- La Sustitución Parcial del Agregado Fino por la Viruta de Poliamida es beneficiosa para aligerar la masa de los ladrillos debido a su mayor volumen permitiendo una reducción de un 15% hasta un 20% de la masa en comparación de los Ladrillos Patrón.

5.5.- A partir de un 20 % de reemplazo del agregado fino por viruta de poliamida, se observa una disminución significativa en la trabajabilidad de la mezcla, lo que dificulta considerablemente la fabricación de las unidades debido al aumento en el volumen y la mayor porosidad del material.

5.6.- Al sustituir el agregado Fino por la Viruta de Poliamida, en términos de peso, se incrementa la cantidad de ladrillos producidos debido al mayor volumen que aporta la viruta. Un ejemplo de esto es la adición del 10 % de viruta de poliamida, que en el diseño, por cada 12 ladrillos fabricados, permite obtener 2 adicionales, lo que representa una mejora en términos de costos y rendimiento.

Se puede concluir que la adecuada sustitución del Agregado Fino por la Viruta de Poliamida es de un 10 % con Cemento Yura Tipo IP porque cumple con los requerimientos normativos y tiene un mayor aprovechamiento desde una perspectiva de costos y resistencia.

6.-DE LA DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON SUSTITUCION PARCIAL DE CEMENTO YURA TIPO IP POR LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ.

6.1.- El porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz en sustitución del cemento Yura Tipo IP es del 6 %, lo que genera una resistencia de 171.09 kg/cm². Este valor es un 23 % mayor en comparación con el obtenido utilizando únicamente viruta de Poliamida, lo que demuestra un incremento en la resistencia siendo clasificado como ladrillo Tipo IV.

6.2.- A mayor Adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz en sustitución de la Arena Gruesa en Peso tiene un aumento de los valores en los Ensayos de Absorción, Contenido de Humedad y Succión siendo un ejemplo la Adición Óptima de 6 % de Ceniza de Cascarilla de Arroz con Cemento Yura IP en sus valores de Absorción, Contenido de Humedad y Succión de **9.30 %**, **7.88%** y **32.98** respectivamente en comparación de los de las unidades Patrón de Cemento Yura IP en sus valores de Absorción ,Contenido de Humedad y Succión de **7.89%** ,**4.98%** y **21.63** respectivamente ,demostrando este ligero incremento en los ensayos.

6.3.- Se concluye que a partir de un 8 % de sustitución del Cemento Yura Tipo IP por la Ceniza de Cascarilla de Arroz la Resistencia a Compresión de los Ladrillos disminuye progresivamente.

Se puede concluir que la Dosificación Óptima de Ceniza de Cascarilla de Arroz es de un 6% junto a un 10% de Viruta de Poliamida cumpliendo con los requerimientos normativos siendo catalogado este ladrillo como un Tipo IV.

7.-COMPARACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS OBTENIDAS DE LAS DOSIFICACIONES OPTIMAS (MUESTRA PATRON, SUSTITUCION DE POLIAMIDA Y POLIAMIDA + CCA) Y COSTOS PARA LA ELABORACION DE UNIDADES ECO AMIGABLES.

7.1.- Los Ladrillos realizados con el Diseño Patrón adicionados con Cemento Yura Tipo IP tienen mayores valores en la Resistencia a Compresión, Resistencia en Prismas y Muretes los cuales son de **181.17 kg/cm²** ,**96.225 kg/cm²** y **10.83 kg/cm²** respectivamente, pero son muy rígidos presentando en mayor medida falla por mortero en los Ensayos de Compresión Diagonal de Muretes de 28 días.

7.2.- Los Ladrillos que sustituyen el agregado Fino por la Viruta de Poliamida en un 10% tienen valores en la Resistencia a La Compresión, Compresión en Prismas y Resistencia a la Compresión Diagonal de **139.05 kg/cm²**, **68.48 kg/cm²** y **5.63 kg/cm²** respectivamente siendo menores que los Patrón, pero dentro de los rangos permitidos por la Normativa.

7.3.- Los Ladrillos que sustituyeron el Cemento Yura Tipo IP por la Ceniza de Cascarilla de Arroz en **6%** tiene una Resistencia a la Compresión mayor a los Adicionados con **10% de Viruta de Poliamida** siendo estas **171.09 kg/cm²** y **139.05 kg/cm²** respectivamente (ambas con Cemento Yura Tipo IP), pero compartiendo la misma clasificación de **Ladrillo TIPO IV** .Analizando los Ensayos de Contenido de Humedad, Absorción y Succión se ve un incremento de los adicionados con Ceniza de Cascarilla de Arroz siendo el valor de Succión mayor de lo indicado en la Normativa.

7.4.- Los costos de las Unidades Patrón, POLY 10% (Sustitución del Agregado Fino por Viruta de Poliamida al 10% con Cemento Yura Tipo IP) y 6% CCA (Unidades con Viruta de Poliamida al 10% y 6% de CCA) son **S/1.43** , **S/1.09** y **S/1.47** respectivamente siendo los más económicos aquellos que solo tiene la viruta de Poliamida al 10%.

Se puede concluir que la Propuesta Final en base a los Costos y las Propiedades Físico-Mecánicas son las Unidades que tienen la Viruta de Poliamida en un 10 % aprovechando la cantidad máxima de viruta admisible y cumpliendo los requisitos Normativos.





RECOMENDACIONES

1.-Se recomienda el uso de los Ladrillos POL 10% (Adicionados con Viruta de Poliamida) para viviendas típicas de Albañilería debido a la similitud en sus propiedades a los Ladrillos Convencionales.

2.- Se recomienda hacer el estudio de la elaboración de ladrillos con 10 % de Viruta de Poliamida en unidades huecas para obtener un mejor comportamiento en la adherencia y una reducción mayor de la masa de estas.

3.- La Viruta de Poliamida es un material que puede ser encontrado en las Tornerías de Apima, Mollebaya y en las empresas dedicadas al Rubro Industrial, Alimentario y Minero en la ciudad de Arequipa, pero se debe tener un especial cuidado al momento de su recolección dado que al no ser aprovechada y ser considerada como “Residuo No reutilizable” lo combinan con otros residuos que pueden ser de Acero A36, Inox, Aluminio, Eftalon y demás. Siempre tener en cuenta que virutas ajenas pueden ser fuentes potenciales de contaminación porque al entrar en contacto con el agua pueden producir oxido, siendo la mezcla totalmente descartada.

4.- En Diseño Estructural tomar los datos Óptimos obtenidos durante la investigación, para el caso del Ensayo a Flexión se va tomar el 15 % de este valor como medida de seguridad, dando como resultado 3.74 kg/cm².

5.- Se recomiendo hacer una investigación con el Cemento HE de Alta resistencia para poder obtener una dosificación menor de cemento y un menor tiempo de curado.

6.- Se recomienda hacer un adecuado varillado y compactado de la mezcla una vez que esté en los moldes siendo este de 25 veces aproximadamente, no excederse.

PROPUESTAS DE INVESTIGACION

1.-ANALISIS DE LA ADICION DE VIRUTA DE POLIAMIDA EN LA ELABORACION DE ELEMENTO PREFABRICADOS COMO CERCOS, VIGAS Y POSTES PARA LA CIUDAD DE AREQUIPA.

2.- IINLFUENCIA DE LA ADICION DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA EN EL MORTERO PARA ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL CON PROPORCIONES 1:3 , 1:3.5 ,1:4 ,1:4.5 Y 1:5 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA .

3.-ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA DE POLIAMIDA EN SUSTITUCION POR EL AGREGADO FINO EN PORCENTAJES DE 2%,4%,6%,8% Y 10% PARA MEZCLAS CON RESISTENCIAS 210 KG/CM² Y 280 KG/CM² PARA CEMENTO YURA IP Y CEMENTO HE EN LA CIUDAD DE AREQUIPA.

4.- ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES UTILIZANDO LOSAS DE CONCRETO ADICIONADAS CON VIRUTA DE POLIAMIDA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 211.3R-02, A. C. (2002). "Guide for selecting Proportions for No-Slump Concrete". *American Concrete Institute*, 21-24.
- ACEROS AREQUIPA. (2022, Junio 1). *Acerosarequipa*. Retrieved from Acerosarequipa: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor/los-ladrillos>
- Aduviri, D., & Perez, F. (2021). "*Analisis de las Propiedades Mecanicas de Prismas de Albañileria reforzados con tejido de Fibra de Carbono y su Aplicacion en el Diseño de Albañileria Confinada*". Arequipa: Repositorio de Tesis de la Universidad Catolica de Santa Maria.
- Aguilar, O. (2018). "*Elaboracion de Unidades de Albañileria de Concreto utilizando residuo de Concha de abanico*". Piura: Repositorio de Tesis de la Universidad de Piura.
- Aragon, J. (2022). *Mejoramiento del Adobe Manufacturado en el Valle del Colca con la Incorporacion de Aditivos :Fibras de Polipropileno y Quitosano*". Arequipa: Repositorio de Tesis de la Universidad Nacional de San Agustin.
- Barreda, D. (2023). "*Influencia del Espesor de Junta de mortero en la Resistencia a la Compresion Axial de Prismas de Albañileria de arcilla cocida en la ciudad de Arequipa*". Arequipa: Repositorio de Tesis de la Universidad Catolica de Santa Maria.
- Caceres, M., & Mamani, A. (2021). "*Propiedades Fisico Mecanicas de Ladrillos de Concreto con Adicion de Fibras de Caucho Reciclado*". Arequipa: Repositorio de Tesis de la Universidad Nacional de San Agustin.
- Camacho, A., & Mena, M. (2018). "*Diseño y Fabricacion de un ladrillo ecologico como material sostenible de construccion y comparacion de sus propiedades mecanicas con un ladrillo tradicional*". Quito: Repositorio de Tesis de la Pontificia Universidad Catolica de Ecuador.
- Campoverde, F., Nieto, X., & Takeuchi, C. (2023). "*Analisis de Ladrillos Ecologicos fabricados con Suelo Limo-Arenoso ,Cemento, Viruta y Papel, en base a Resistencia ,Costo y Deformacion.*". Ecuador: Project, Design and Management.
- Carrasco, E., & Tinoco, D. (2018). "*Elaboracion de ladrillos ecologicos a partir de arna de silice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. CHACAPALCA/OROYA-YAULI-JUNIN*". Huancayo: Repositorio de Tesis de la Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Cataño, J., Guzman, K., & Perpiñan, M. (2021). "*Efecto de la Incorporacion de cascarilla de arroz sobre las propiedades mecanicas de concretos y bloques de Suelo Cemento .Una revision Sistematica*". Medellin-Antioquia: Repositorio de Investigacion de la Universidad Cooperativa de Colombia .
- Colque, M. (2023). *Analisis del Efecto en la Resistencia del Concreto para Resistencias 175 kg/cm² y 210 kg/cm² al sustituir parcialmente el Cemento Tipo IP por Ceniza de Biomasa (Opuntia Ficus -Indica) en 2%,5%,10% y 15 % ,en la ciudad de Tacna*. Arequipa : Repositorio de la Universidad Catolica de Santa Maria.
- Flores, R., & Ramirez, S. (2020). "*Mejoramiento de Unidades de Albañileria hechas a base de Suelo-Cemento con adicion de Mucilago de Tuna*". Arequipa : Repositorio de Tesis de la Universidad Nacional de San Agustin.

- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *"Albañilería Estructural"*. Lima: Pontifice Universidad Católica del Peru.
- Iglesias, F. (2016). *Utilizacion de la Ceniza de Cascara de Arroz del Valle de Majes como Adicion al Cemento para la Elaboracion de Concreto con Resistencias 140 kg/cm², 175 kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² en la Ciudad de Arequipa*. Arequipa: Repositorio de la Universidad Católica de Santa María .
- INACAL. (1999). *NTP. 339.035 .Metodo de ensayo para la medicion del asentamiento del hormigon con el Cono de Abrams*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2002). *"AGREGADOS. Metodo de Ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado"*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2002). *NTP 339.079 Metodo de Ensayo para Determinar la Resistencia a la Flexion del Concreto en Vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2003). *NTP. 339.083 HORMIGON (CONCRETO) Metodo de Ensayo Volumetrico para determinar el Contenido de Aire del Hormigon Fresco*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2008). *NTP. 339.046 HORMIGON (CONCRETO) .Metodo de Ensayo para determinar la Densidad (Peso Unitario) ,Rendimiento y Contenido de Aire (Metodo Gravimetrico) del Hormigon (Concreto)*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2011). *NTP 400.017 2011 Metodo de Ensayo Normalizado para determinar la masa por Unidad de Volumen o Densidad (Peso Unitario) y los vacios de los agregados*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2013). *"Norma Tecnica Peruana NTP 399.605:2013 Unidades de Albañileria .Metodo de Ensayo para la determinacion de la resistencia en compresion de prismas de albañileria "*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2013). *NTP. 400.022 2013 Metodo de Ensayo Normalizado para la Densidad ,Densidad Relativa (Peso Especifico) y Absorcion del Agregado Fino*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2002). *NTP. 339.604 Unidades de Albañileria. Metodos de Muestreo y Ensayo de Unidades de Albañileria de Concreto*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2002.). *NTP. 400.018 AGREGADOS. Metodo de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales mas Finos que pasan por el Tamiz Normalizado 75 um(N°200) por lavado de agregados*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2004). *"Norma Tecnica Peruana NTP 339.621:2004 Unidades de Albañileria .Metodo de Ensayo de Compresion Diagonal en Muretes de Albañileria*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2008). *HORMIGON(CONCRETO). Metodo de Ensayo para Determinar la Densidad (Peso Unitario),Rendimiento y Contenido de Aire (Metodo Gravimetrico) del Hormigon (Concreto Fresco)*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2018). *NTP. 400.021 2018 Metodo de Ensayo Normalizado para hallar la Densidad Relativa (Peso Especifico) y Absorcion del agregado Grueso*. Lima: INACAL.
- INDECOPI. (1998). *NTP 339.127 SUELOS.Metodo de Ensayo para determinar el Contenido de Humedad del Suelo*. Lima: INDECOPI.
- INDECOPI. (2013). *NTP. 339.083. Metodo de Ensayo Normalizado para Determinar la temperatura de mezclas de Concreto*. Lima: INDECOPI.

- Kazmi, S., Abbas, S., Nehdi, M., Saleem, M., & Munir, M. (2017). "Feasibility of Using waste glass Sludge in Production of Ecofriendly Clay Bricks". *American Society of Civil Engineers*, 1-12.
- Lopez, P., & Fachelli, S. (2015). *"Metodologia de la Investigacion Social Cuantitativa"*. Barcelona: Universidad Autonoma de Barcelona.
- Marquina, P., Avolio, B., Carpio, D., L, Fajardo, V., & Salas, A. (2020). "Resultados del Ranking de Competitividad Mundial 2020". *CENTRUM PUCP*, 5-40.
- Mattey, P., Robayo, R., Diaz, J., Delvasto, S., & Monzo, J. (2015). "Aplicacion de Ceniza de Cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricacion de bloques en concreto no estructurales". *REVISTA LATINOAMERICANA DE METALURGICA Y MATERIALES*, 3-5.
- Maure, J., Candanedo, M., Madrid, J., Bolobosky, M., & Marin, N. (2018). *"Fabricacion de ladrillos a base de Polimeros PET y virutas metalicas."*. Revista de Iniciacion Cientifica ,4,33-38.<https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1816>.
- Ministerio de Vivienda, S. y. (2006). *"Norma Tecnica de Edificacion E.070 Albañileria"*. Lima: Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Morillos, J. (2021). *"Influencia de la Adicion de Cenizas de Cascarillas de arroz en la Resistencia Mecanica de los Ladrillos de Concreto"*. Cajamarca: Repositorio de Tesis de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- Moscoso, Y., & Viamonte, D. (2022). *"Analisis Comparativo de las Propiedades Fisico y Mecanicas de los Ladrillos Comercializados como Estructurales en Arequipa segun la Norma E.070 y su aplicacion en el Diseño de un Edificio Tipico de 04 Niveles"*. Arequipa: Repositorio de Tesis de la Universidad Catolica de Santa Maria.
- Munir, M., Abbas, S., Nehdi, M., Kazmi, S., & Khitab, A. (2018). "Development of Eco-Friendly Fired Clay Bricks Incorporating Recycled Marble Powder". *American Society of Civil Engineers*, 1-11.
- Nina, J. (2021). *"Analisis y Evaluacion de la Productividad en la Partida de Encofrado en Obras de Construccion de Edificaciones Privadas Ubicadas en la Ciudad de Arequipa"*. Arequipa: Repositorio de Tesis de la Universidad Catolica de Santa Maria.
- Núñez, J. (2016). *"Analisis Comparativo de la Resistencia a Compresion del Hormigon comun con el Hormigon adicionado Fibras de Nylon ,utilizando agregados existentes en la provincia de Pastaza"*. Ambato: Repositorio de Tesis de la Universidad Tecnica de Ambato.
- Orozco, A., Serpell, A., Molenaar, K., M.ASCE, & Forcael, E. (2013). "Modelando los Factores e Indices de Competitividad para Constructoras:Hallazgos en Chile". *The American Society of Civil Engineers*, 3-4.
- Paz, E. (2014). *"Analisis de la Determinacion de las propiedades Fisico y Mecanicas de Ladrillos elaborados con Plasticos Reciclado"*. Arequipa: Repositorio de Tesis de la Universidad Nacional de San Agustin.
- RESIDUOS PROFESIONAL. (2017, Julio 07). *RESIDUOS PROFESIONAL*. Retrieved from RESIDUOS PROFESIONAL: <https://www.residuosprofesional.com/fibras-pet-reciclado-construccion/>
- RESINEX. (2021, Julio 10). *RESINEX*. Retrieved from RESINEX: <https://www.resinex.es/tipos-de-polimeros/pa.html#:~:text=Las%20poliamidas%20son%20pol%C3%ADmeros%20de,un%20%C3%A1cido%20ad%C3%ADpico%20con%20hexametildiamina.>

Rivva, E. (2013). *"Diseño de Mezclas"*. Lima: Fondo Editorial ICG.

Romaña, A., & Salas, S. (2021). *"Reutilización de Plástico Polietileno-Tereftalato (PET) como materia prima en la elaboración de ecoladrillos para albañilería como alternativa sostenible para la Construcción"*. Arequipa: Repositorio de Tesis de la Universidad Católica de Santa María.

Ruiz, L., & Tejada, C. (2016). *"Análisis del Concreto con Nylon como aditivo para aligerar elementos estructurales"*. Pereira: Repositorio de Tesis de la Universidad Libre Seccional Pereira.



ANEXOS

ANEXO A

GRANULOMETRIA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCION, PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO, LAVADO DE FINOS PASANTES DE LA MALLA NRO 200 Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

A1.-GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO

MUESTRA 1 Agregado Grueso

Tabla 56 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa.

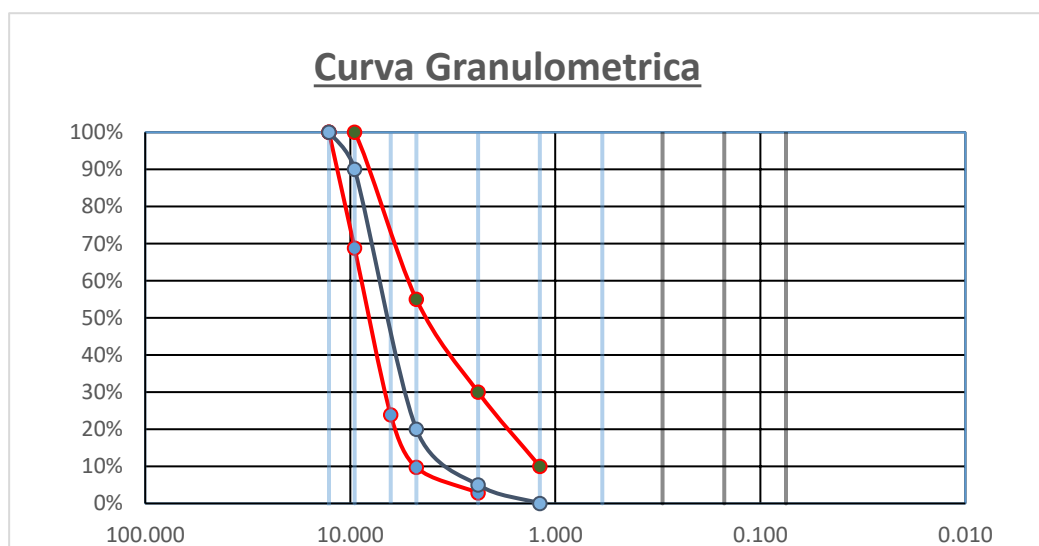
TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	708.0	31.2	31.2	68.8
1/4"	6.350	1,020.0	45.0	76.2	23.8
N° 4	4.760	321.0	14.1	90.3	9.7
N° 8	2.380	156.0	6.9	97.2	2.8
N° 16	1.190	40.0	1.8	98.9	1.1
FONDO		24	1.1	100.0	0.0
TOTAL		2,269.0	100.0		

**FUENTE:
PROPIA**

Módulo de Fineza: 6.19
Limite Liquido: NP
Limite Plástico: NP
Índice de Plasticidad: NP

FUENTE: PROPIA

Gráfico 17 Curva Granulométrica del Agregado Grueso Muestra 1



FUENTE: PROPIA

MUESTRA 2 Agregado Grueso

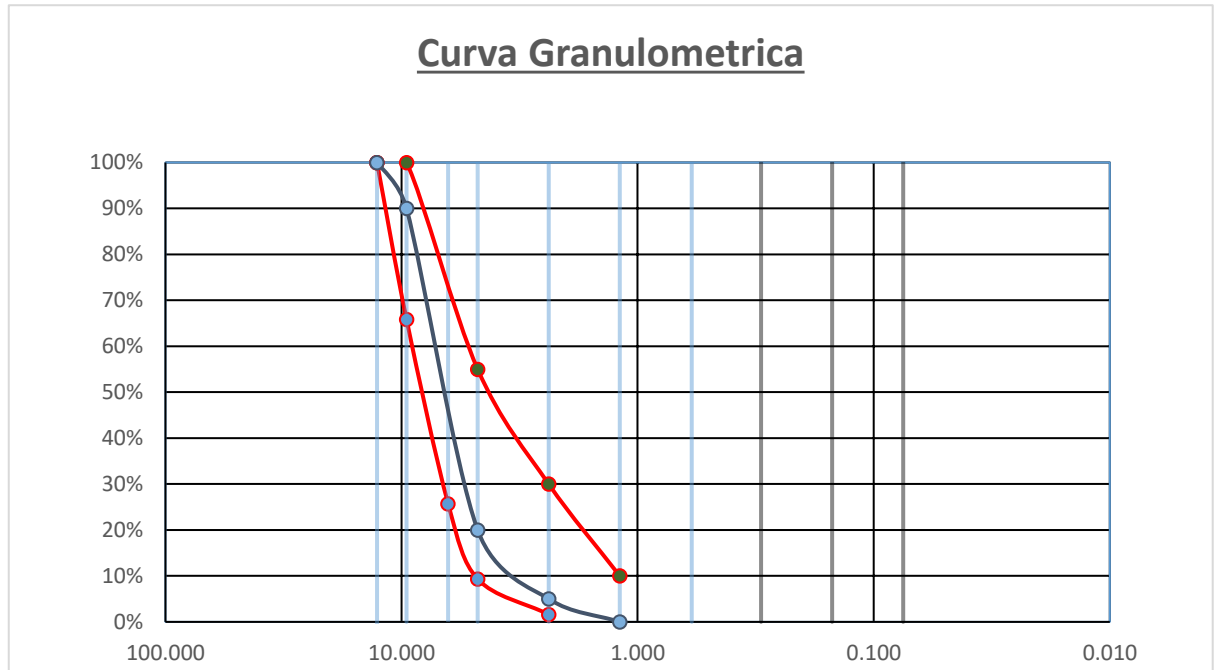
Tabla 57 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso 3/8" de la Cantera La Poderosa

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	797.0	34.1	34.1	65.9
1/4"	6.350	936.8	40.1	74.3	25.7
N° 4	4.760	382.6	16.4	90.7	9.3
N° 8	2.380	180.0	7.7	98.4	1.6
N° 16	1.190	34.0	1.5	99.8	0.2
FONDO		4	0.2	100.0	0.0
TOTAL		2,334.4	100.0		

FUENTE:
PROPIA

Modulo de Fineza: 6.23
Limite Liquido : NP
Limite Plastico : NP
Indice de Plasticidad : NP

Gráfico 18 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de 3/8" de la Muestra 2 de la Cantera La Poderosa



FUENTE: PROPIA

MUESTRA 3 Agregado Grueso

Tabla 58 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa.

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULAD O (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	693.7	33.2	33.2	66.8
1/4"	6.350	884.3	42.3	75.4	24.6
N° 4	4.760	326.0	15.6	91.0	9.0
N° 8	2.380	153.5	7.3	98.4	1.6
N° 16	1.190	32.1	1.5	99.9	0.1
FONDO		2	0.1	100.0	0.0
TOTAL		2,091.6	100.0		

FUENTE:PROPIA

A

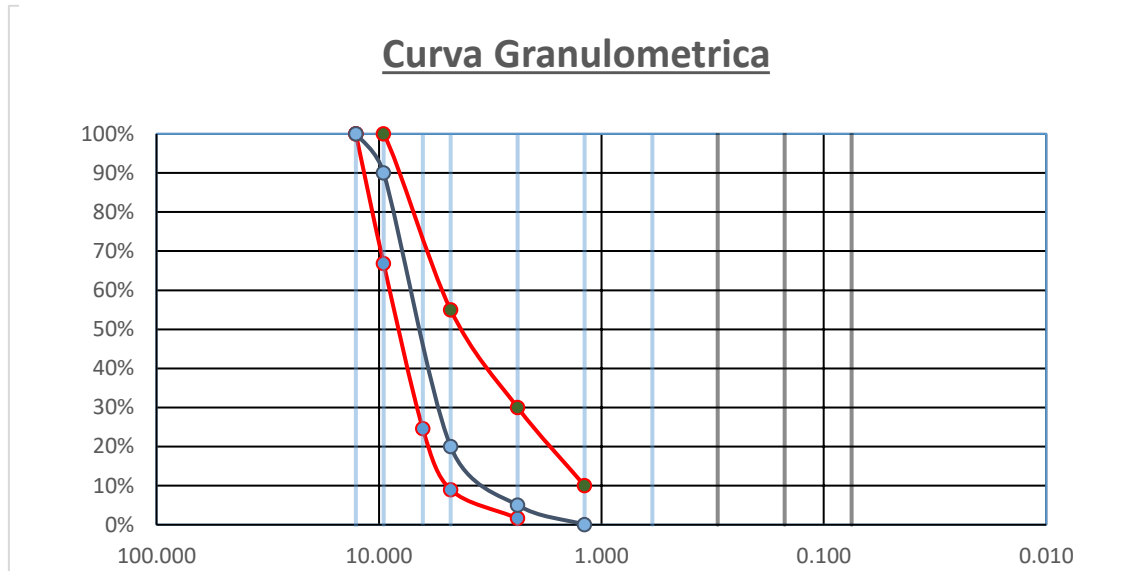
Módulo de Fineza: 6.22

Limite Liquido: NP

Limite Plástico: NP

Índice de Plasticidad: NP

Gráfico 19 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de 3/8" de la Muestra 3 de la Cantera La Poderosa.



FUENTE: PROPIA

MUESTRA 4 Agregado Grueso

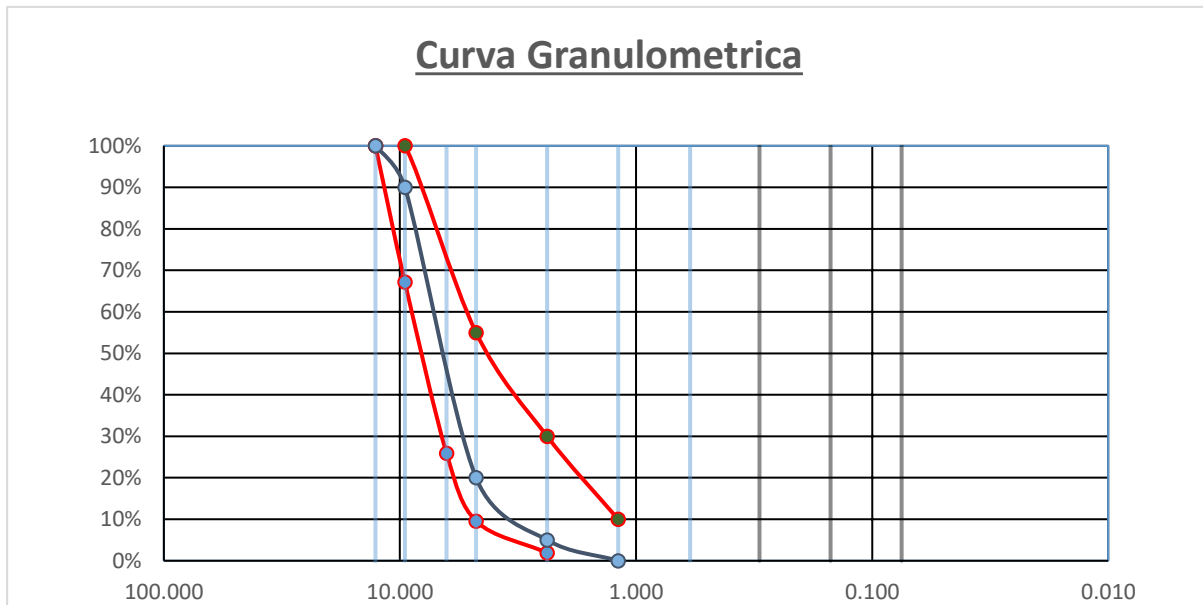
Tabla 59 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de 3/8" de la Cantera La Poderosa

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	657.48	32.9	32.9	67.1
1/4"	6.350	824.69	41.2	74.1	25.9
N° 4	4.760	326.79	16.3	90.4	9.6
N° 8	2.380	153.50	7.7	98.1	1.9
N° 16	1.190	32.10	1.6	99.7	0.3
FONDO		6.00	0.3	100.0	0.0
TOTAL		2,000.6	100.0		

**FUENTE:
PROPIA**

Modulo de Fineza: 6.21
Limite Liquido : NP
Limite Plastico : NP
Indice de Plasticidad : NP

Gráfico 20 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la Muestra 4 de La Cantera La Poderosa



FUENTE: PROPIA

MUESTRA 5 Agregado Grueso

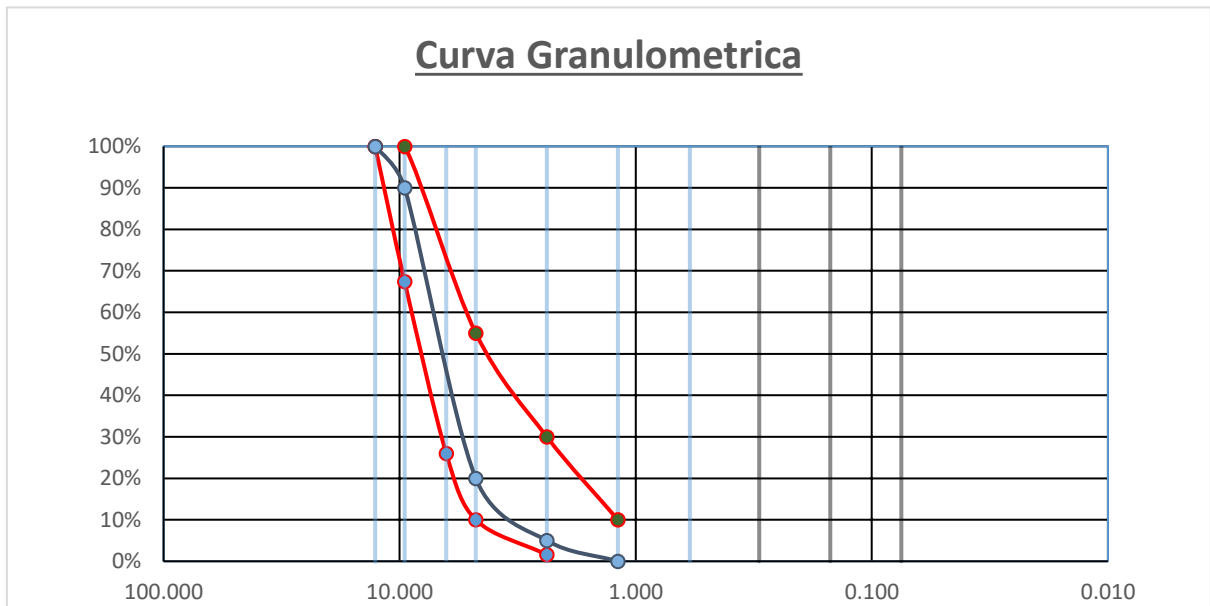
Tabla 60 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de la Muestra 5 de la Cantera La Poderosa

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	726.89	32.6	32.6	67.4
1/4"	6.350	923.47	41.4	74.0	26.0
N° 4	4.760	356.87	16.0	90.0	10.0
N° 8	2.380	187.39	8.4	98.4	1.6
N° 16	1.190	28.47	1.3	99.7	0.3
FONDO		7.00	0.3	100.0	0.0
TOTAL		2,230.1	100.0		

FUENTE:
PROPIA

Modulo de Fineza: 6.21
 Limite Liquido : NP
 Limite Plastico : NP
 Indice de Plasticidad : NP

Gráfico 21 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la Muestra 5 de la Cantera La Poderosa



FUENTE: PROPIA

MUESTRA 6 Agregado Grueso

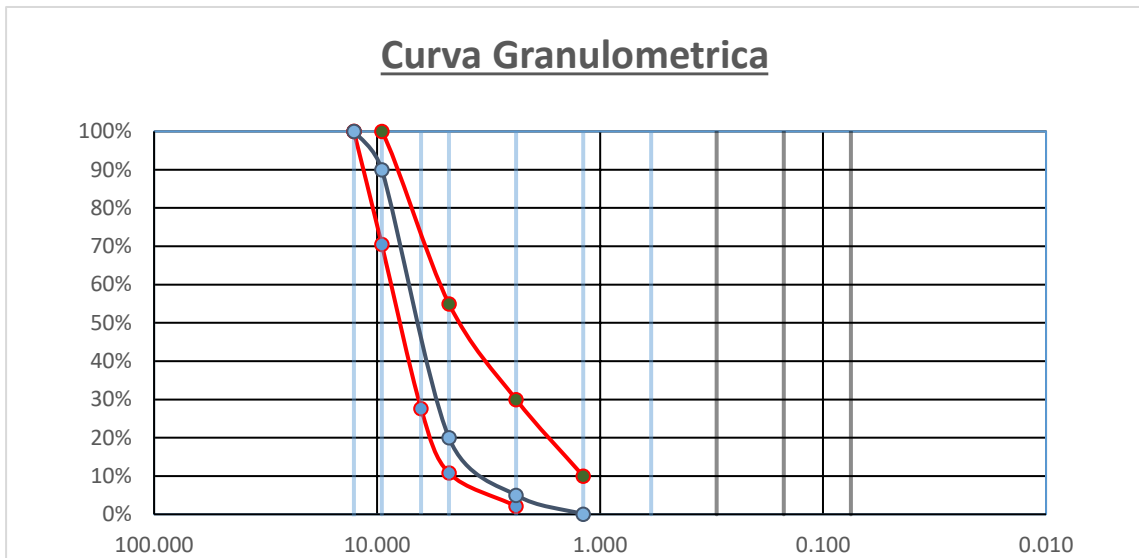
Tabla 61 Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso de la Muestra 6 de la Cantera La Poderosa

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	645.8	29.5	29.5	70.5
1/4"	6.350	936.5	42.8	72.3	27.7
N° 4	4.760	368.7	16.9	89.2	10.8
N° 8	2.380	189.7	8.7	97.9	2.1
N° 16	1.190	38.8	1.8	99.7	0.3
FONDO		7.5	0.3	100.0	0.0
TOTAL		2,186.9	100.0		

FUENTE:
PROPIA

Modulo de Fineza: 6.16
Limite Liquido : NP
Limite Plastico : NP
Indice de Plasticidad : NP

Gráfico 22 Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la Muestra 6 de la Cantera La Poderosa



FUENTE: PROPIA

A2.-GRANULOMETRIA AGREGADO FINO

MUESTRA 1 Agregado Fino

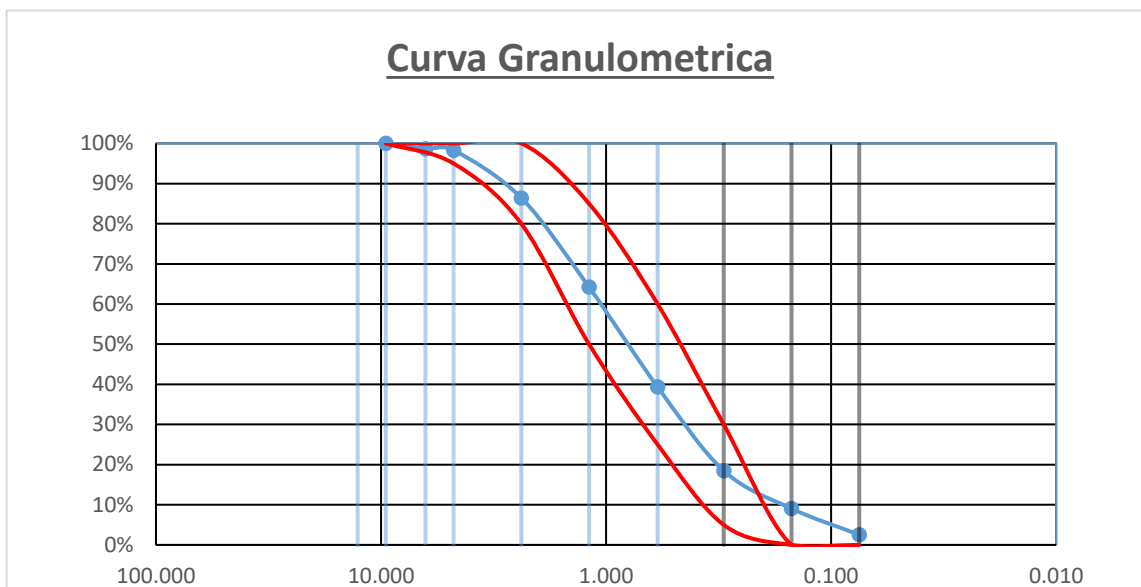
Tabla 62 Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 1 de la Cantera La Poderosa

TAMICES		PESO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)	RETENIDO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	ACUMULADO (%)
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	10.01	1.79	1.79	98.21
N° 4	4.760	12.10	2.17	2.17	97.83
N° 8	2.380	53.85	9.66	11.83	88.17
N° 16	1.190	112.25	20.13	31.95	68.05
N° 30	0.590	128.03	22.96	54.91	45.09
N° 50	0.300	106.60	19.11	74.03	25.97
N° 100	0.150	68.97	12.37	86.39	13.61
N° 200	0.075	39.92	7.16	93.55	6.45
FONDO		25.95	4.65	98.21	1.79
TOTAL		557.68	100.00		

FUENTE: PROPIA

Módulo de Fineza: 2.61
Limite Líquido: NP
Limite Plástico: NP
Índice de Plasticidad : NP

Gráfico 23 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 1 de la Cantera La Poderosa



FUENTE: PROPIA

MUESTRA 2 Agregado Fino

Tabla 63 Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 2 de la Cantera La Poderosa

TAMICES		PESO	RETENID O	RETENIDO	PASANTE
SERIE	ABERTURA	RETENID O	PARCIAL	ACUMULAD O	ACUMULAD O
ASTM	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	6.90	1.34	1.34	98.66
N° 4	4.760	8.74	1.70	1.70	98.30
N° 8	2.380	61.1	11.88	13.58	86.42
N° 16	1.190	114.2	22.21	35.79	64.21
N° 30	0.590	127.89	24.87	60.67	39.33
N° 50	0.300	107.23	20.86	81.52	18.48
N° 100	0.150	48.42	9.42	90.94	9.06
N° 200	0.075	33.57	6.53	97.47	2.53
FONDO		6.11	1.19	98.66	1.34
TOTAL		514.15	100.00		

FUENTE: PROPIA

Módulo de Fineza: 2.84
Límite Líquido: NP
Límite Plástico: NP
Índice de Plasticidad: NP

Gráfico 24 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 2 de la Cantera La Poderosa

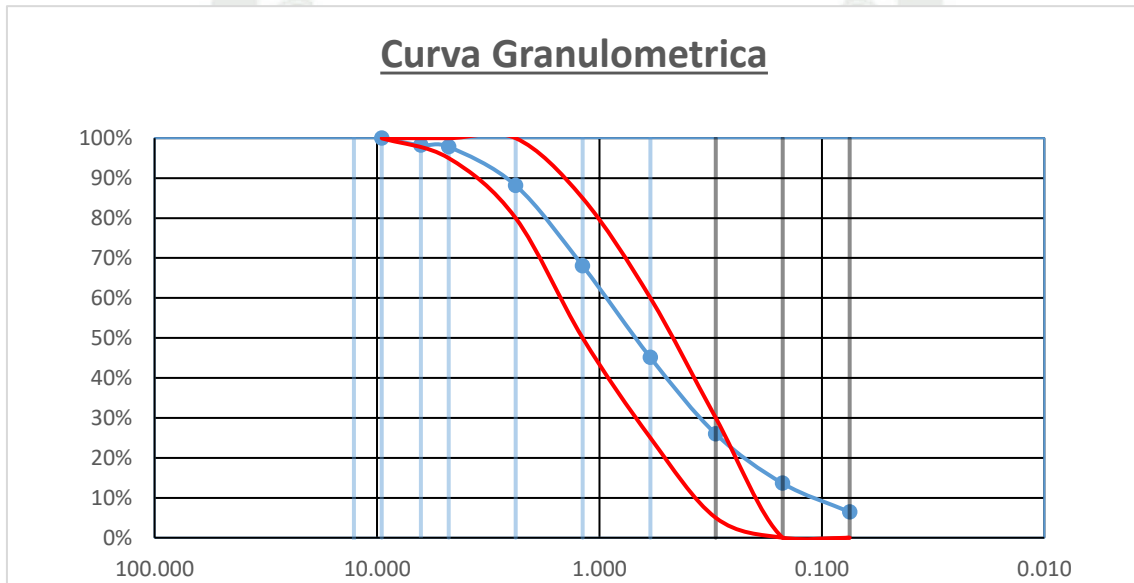


Tabla 64 Ensayo de Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 3 de la Cantera La

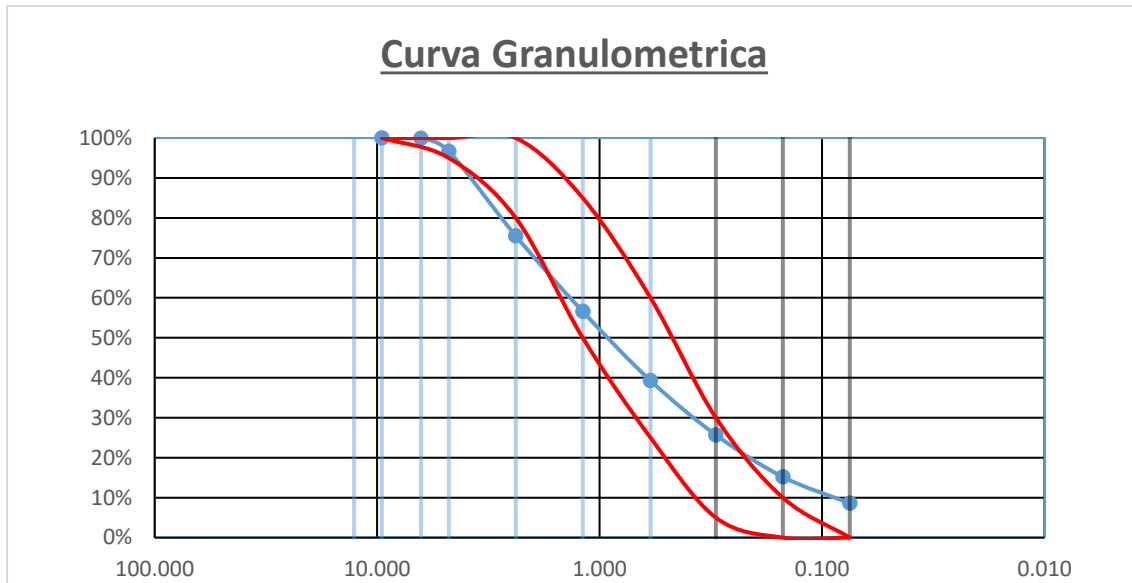
Poderosa

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.57	0.11	0.11	99.89
N° 4	4.760	18.05	3.36	3.36	96.64
N° 8	2.380	113.55	21.15	24.52	75.48
N° 16	1.190	101.48	18.91	43.42	56.58
N° 30	0.590	92.82	17.29	60.71	39.29
N° 50	0.300	72.93	13.59	74.30	25.70
N° 100	0.150	56.41	10.51	84.81	15.19
N° 200	0.075	35.47	6.61	91.42	8.58
FONDO		45.50	8.48	99.89	0.11
TOTAL		536.78	100.00		

FUENTE: PROPIA

Módulo de Fineza: 2.91
Límite Líquido: NP
Límite Plástico: NP
Índice de Plasticidad: NP

Gráfico 25 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 3 de la Cantera La



Poderosa

FUENTE: PROPIA

MUESTRA 4 Agregado Fino

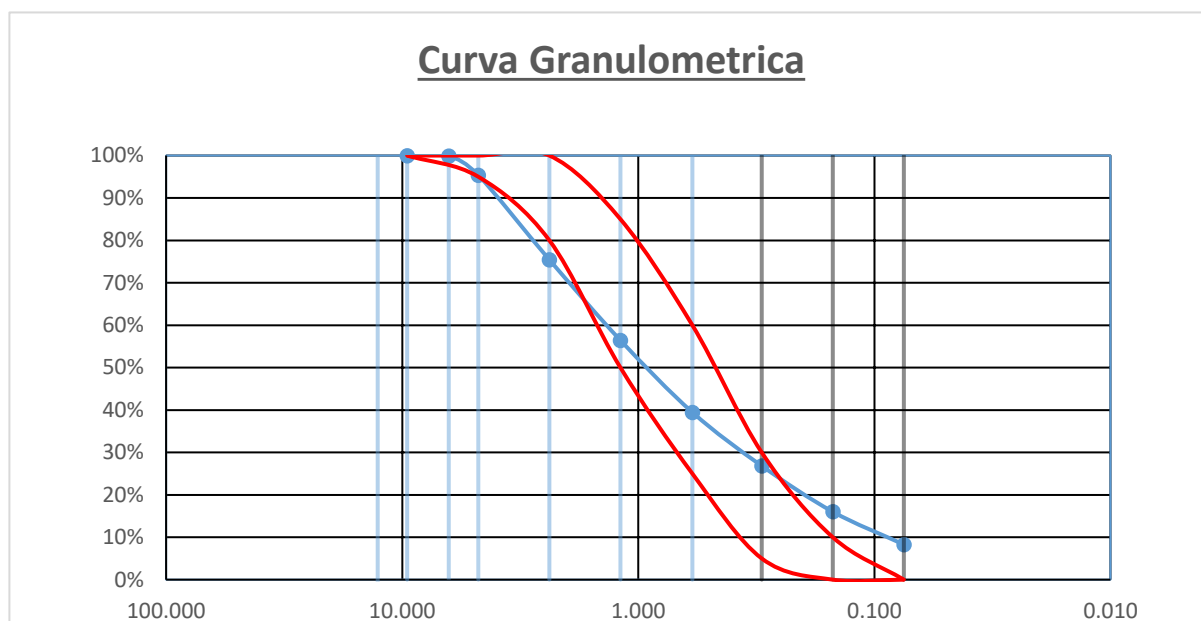
Tabla 65 Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 4 de la Cantera La Poderosa

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.65	0.12	0.12	99.88
N° 4	4.760	25.56	4.64	4.64	95.36
N° 8	2.380	109.84	19.94	24.57	75.43
N° 16	1.190	104.63	18.99	43.56	56.44
N° 30	0.590	93.54	16.98	60.54	39.46
N° 50	0.300	69.58	12.63	73.17	26.83
N° 100	0.150	59.63	10.82	83.99	16.01
N° 200	0.075	42.57	7.73	91.72	8.28
FONDO		44.98	8.16	99.88	0.12
TOTAL		550.98	100.00		

FUENTE: PROPIA

Modulo de Fineza: 2.90
Limite Liquido : NP
Limite Plastico : NP
Indice de Plasticidad : NP

Gráfico 26 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 4 de la Cantera La Poderosa



FUENTE: PROPIA

MUESTRA 5 Agregado Fino

Tabla 66 Granulometría del Agregado Fino de la Muestra 5 de la Cantera La Poderosa.

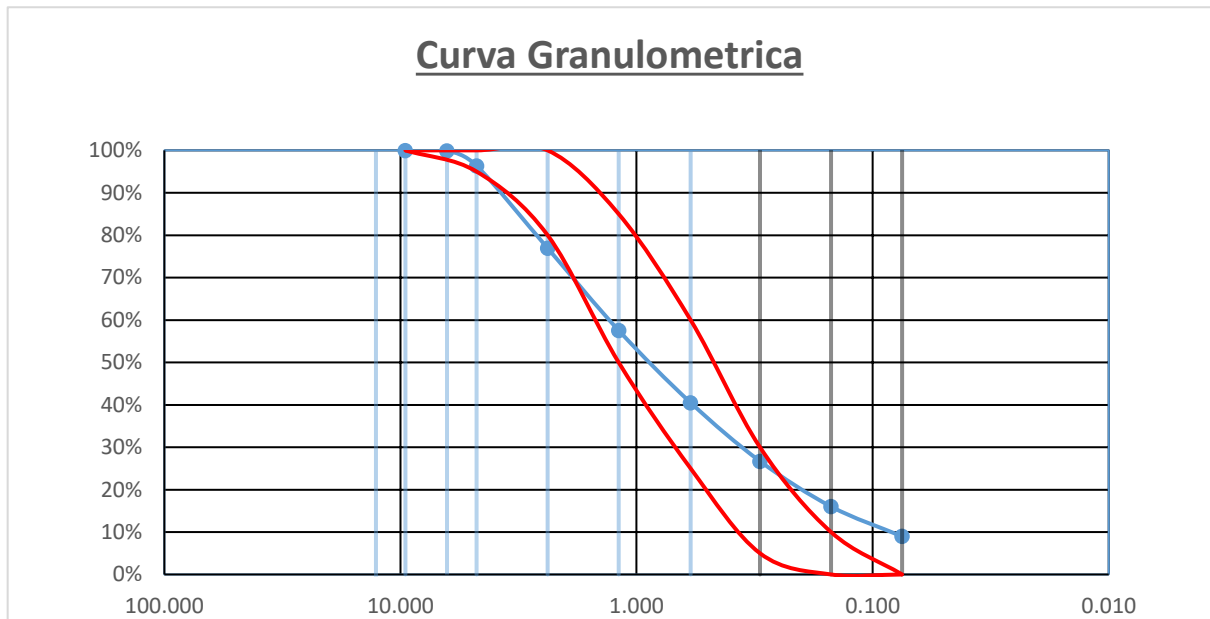
TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.25	0.04	0.04	99.96
N° 4	4.760	24.59	4.38	4.38	95.62
N° 8	2.380	118.57	21.11	25.49	74.51
N° 16	1.190	110.59	19.69	45.18	54.82
N° 30	0.590	96.34	17.15	62.34	37.66
N° 50	0.300	78.59	13.99	76.33	23.67
N° 100	0.150	63.54	11.31	87.64	12.36
N° 200	0.075	30.58	5.45	93.09	6.91
FONDO		38.56	6.87	99.96	0.04
TOTAL		561.61	100.00		

FUENTE: PROPIA

Modulo de Fineza: 3.01
Limite Liquido : NP
Limite Plastico : NP
Indice de Plasticidad : NP

Indice de Plasticidad : NP

Gráfico 28 Curva Granulométrica del Agregado Fino de la Muestra 6 de La Cantera La Poderosa



FUENTE: PROPIA

A3.-DENSIDAD RELATIVA DEL AGREGADO GRUESO Y ABSORCION

Tabla 68 Densidad Relativa del Agregado Grueso de la Cantera La Poderosa M1,M2 Y M3

Peso Específico Saturado Superficialmente Seco		Peso Específico Aparente		
$P.E_{Normal} = \frac{A}{B - C}$		$Pea = \frac{A}{A - C}$		
Peso Específico Normal		Porcentaje de Absorción		
$P_{SSS} = \frac{B}{B - C}$		$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$		
SIGNIFICADO DE NOMENCLATURA				
A	Masa de la muestra secada al horno en aire (g)			
B	Masa de Muestra de Ensayo de Superficie Saturada Seca en Aire (g)			
C	Peso Sumergido de la Muestra (g)			
DESCRIPCION		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
B	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (g)	2378.00	2081.00	2051.00
Peso Sumergido de la Muestra más Canasta (g)		1986.00	1798.00	1763.00

Peso de la Malla más Gancho (g)		551.00	551.00	551.00
C	Peso de la Muestra Sumergida (g)	1386.00	1197.00	1167.00
A	Peso de la Muestra Seca (g)	2342.00	2050.00	2010.60
Volumen de la Muestra		392.00	283.00	288.40
Peso Específico Normal (g/cm ³)		2.36	2.32	2.27
Porcentaje de Absorción (%)		1.54	1.51	2.03
Peso Específico Aparente (g/cm ³)		2.45	2.40	2.38
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (g/cm ³)		2.40	2.35	2.32

FUENTE: PROPIA

Tabla 69 Densidad Relativa del Agregado Grueso de la Muestra M4, M5 y M6 de La Cantera La Poderosa

Peso Especifico Saturado Superficialmente Seco		Peso Especifico Aparente		
$P.E_{Normal} = \frac{A}{B - C}$		$Pea = \frac{A}{A - C}$		
Peso Especifico Normal		Porcentaje de Absorción		
$P_{SSS} = \frac{B}{B - C}$		$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$		
SIGNIFICADO DE NOMENCLATURA				
A	Masa de la muestra secada al horno en aire (g)			
B	Masa de Muestra de Ensayo de Superficie Saturada Seca en Aire (g)			
C	Peso Sumergido de la Muestra (g)			
DESCRIPCION		4	5	6
B	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (g)	2487.00	2187.00	2254.00
Peso Sumergido de la Muestra mas Canasta (g)		2012.00	1823.00	1910.00
Peso de la Malla mas Gancho (g)		551.00	551.00	551.00
C	Peso de la Muestra Sumergida (g)	1456.00	1254.00	1268.00
A	Peso de la Muestra Seca (g)	2452.00	2156.00	2212.00
Volumen de la Muestra		475.00	364.00	344.00
Peso Especifico Normal (g/cm3)		2.38	2.31	2.24
Porcentaje de Absorción		1.43	1.44	1.90
Peso Especifico Aparente (g/cm3)		2.46	2.39	2.34
Peso Especifico Saturado Superficialmente Seco (g/cm3)		2.41	2.34	2.29

FUENTE: PROPIA

A4.-DENSIDAD RELATIVA AGREGADO FINO Y ABSORCION

Tabla 70 Densidad Relativa del Agregado Fino y Absorción de M1,M2 y M3



Densidad Relativa (Gravedad Especifica)		Absorción		
$P.E_{Normal} = \frac{A}{B + S - C}$		$Absorción (\%) = \frac{S - A}{A} \times 100$		
SIGNIFICADO DE NOMENCLATURA				
A	Masa de la muestra seca al horno en aire (g)			
B	Masa del Picnómetro llenado de Agua hasta la marca de calibración (g)			
C	Masa del Picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (g)			
S	Masa de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (g)			
DESCRIPCION		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
S	Masa de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (g)	520.00	521.45	526.07
A	Masa de la muestra seca al horno en aire (g)	509.35	510.36	512.47
B	Masa del Picnómetro llenado de Agua hasta la marca de calibración (g)	671.91	671.91	671.91

C	Masa del Picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (g)	986.67	997.34	996.45
	Temperatura (°C)	25	25	25
	Volumen Nominal del Agua	205.24	196.02	201.53
	Gravedad Especifico de Solidos	2.53	2.66	2.61
	Absorción del Agregado Fino	2.09	2.17	2.65

FUENTE: PROPIA



Tabla 71 Densidad Relativa del Agregado Fino de M4,M5 y M6

Densidad Relativa (Gravedad Especifica)		Absorción		
$P. E_{Normal} = \frac{A}{B + S - C}$		$Absorción (\%) = \frac{S - A}{A} \times 100$		
SIGNIFICADO DE NOMENCLATURA				
A	Masa de la muestra seca al horno en aire (g)			
B	Masa del Picnómetro llenado de Agua hasta la marca de calibración (g)			
C	Masa del Picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (g)			
S	Masa de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (g)			
DESCRIPCION		MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6
S	Masa de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (g)	512.10	518.24	520.64
A	Masa de la muestra seca al horno en aire (g)	503.56	507.84	512.68
B	Masa del Picnómetro llenado de Agua hasta la marca de calibración (g)	671.91	671.91	671.91
C	Masa del Picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (g)	980.54	991.54	995.63
Temperatura (°C)		25	25	25
Volumen Nominal del Agua		203.47	198.61	196.92
Gravedad Especifica		2.52	2.61	2.64
Absorción del Agregado Fino		1.70	2.05	1.55

FUENTE: PROPIA

A5.-PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

Tabla 72 Peso Unitario Varillado del Agregado Grueso de la Cantera la Poderosa

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	1599.87	1610.11	1605.16
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	6178	6207	6193
T	Masa del Recipiente (g)	1648	1648	1648
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49	2831.49	2831.49
ECUACION		$M = (G - T)/V$		

FUENTE: PROPIA

Tabla 73 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino de la Cantera La Poderosa

PESO UNITARIO SUELTO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	1443.77	1416.57	1420.46

G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	5736	5659	5670
T	Masa del Recipiente (g)	1648	1648	1648
V	Volumen del Recipiente (cm3)	2831.49	2831.49	2831.49
ECUACION		$M = (G - T)/V$		

FUENTE: PROPIA

A6.-PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

Tabla 74 Peso Unitario Varillado del Agregado Fino de la Cantera La Poderosa

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
M	Densidad de la Masa del Agregado kg/cm3	1735.84	1751.02	1732.31
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	6563	6606	6553

T	Masa del Recipiente (g)	1648	1648	1648
V	Volumen del Recipiente (cm3)	2831.485	2831.485	2831.485
ECUACION		$M = (G - T)/V$		

FUENTE: PROPIA

Tabla 75 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino de la Cantera La Poderosa

PESO UNITARIO SUELTO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm3	1410.57	1412.33	1413.04
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	5736	5659	5670
T	Masa del Recipiente (g)	1648	1648	1648
V	Volumen del Recipiente (cm3)	2831.49	2831.49	2831.49
ECUACION		$M = (G - T)/V$		

FUENTE: PROPIA

A7.-LAVADO DE FINOS PASANTE DE LA MALLA NRO 200

Tabla 76 Determinación de Materiales más finos que pasan por el Tamiz Numero 200.

DETERMINACION DE MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NRO 200		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
P1	Peso Seco de la Muestra Original (g)	503.98	530.51	543.67
P2	Peso Seco de la Muestra Ensayada(g)	463.85	487.68	499.61
M	Material Pasante(g)	40.13	42.83	44.06
A	Porcentaje de Material más Fino Pasante Nro. 200(%)	7.96	8.07	8.10
ECUACION		$A = \frac{(P1 - P2)}{P1} \times 100$		

FUENTE: PROPIA

A8.- CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

Tabla 77 Contenido de Humedad del Agregado Fino

Contenido de Humedad del Agregado Fino				
$P = \frac{W - D}{D} \times 100$				
SIGNIFICADO DE NOMENCLATURA				
P	Contenido de Humedad Total evaporable de la muestra en porcentaje			
W	Masa de Muestra Humedad original en gramos			
D	Masa de la Muestra Seca en gramos			
DESCRIPCION		1	2	3
P	Contenido de Humedad Total evaporable de la muestra en porcentaje(%)	2.13	1.87	2.01
W	Masa de Muestra Humedad original en gramos(g)	584.69	652.43	635.40
D	Masa de la Muestra Seca en gramos(g)	572.50	640.45	622.87

FUENTE: PROPIA

A9.-CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

Tabla 78 Contenido de Humedad del Agregado Grueso

Contenido de Humedad del Agregado Grueso				
$P = \frac{W - D}{D} \times 100$				
SIGNIFICADO DE NOMENCLATURA				
P	Contenido de Humedad Total evaporable de la muestra en porcentaje (g)			
W	Masa de Muestra Humedad original en gramos (g)			
D	Masa de la Muestra Seca en gramos(g)			
DESCRIPCION		1	2	3
P	Contenido de Humedad Total evaporable de la muestra en porcentaje (%)	0.84	1.10	0.73
W	Masa de Muestra Humedad original en gramos (g)	2154.50	2387.00	2057.00
D	Masa de la Muestra Seca en gramos (g)	2136.5	2361	2042

FUENTE: PROPIA

ANEXO B

GRANULOMETRIA, ABSORCION, PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA

B1 GRANULOMETRIA DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA

MUESTRA 1

Tabla 79 Ensayo de Granulometría de la Viruta de Poliamida Muestra 1

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	27.05	10.52	10.52	89.48
N° 8	2.380	209.12	81.31	91.83	8.17
N° 16	1.190	19.49	7.58	99.41	0.59
N° 30	0.590	1.52	0.59	100.00	0.00
FONDO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		257.18	100.00		

Módulo de Fineza: 5.02

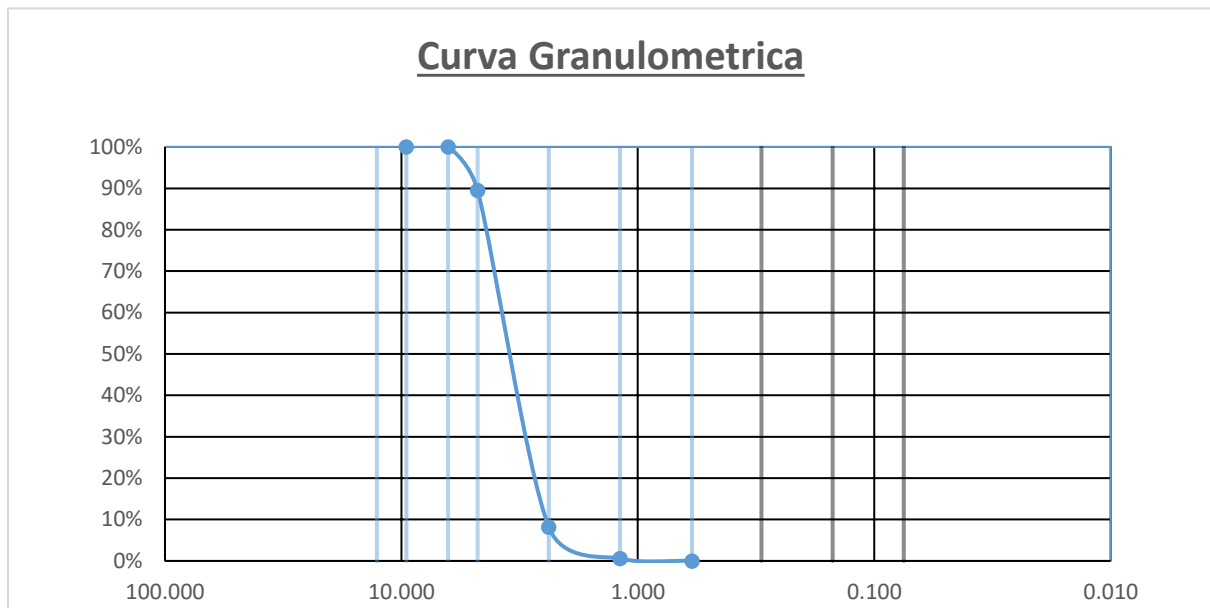
Limite Liquido: NP

Limite Plástico: NP

Índice de Plasticidad: NP

FUENTE: PROPIA

Gráfico 29 Curva Granulométrica de la Viruta de Poliamida Muestra 1



FUENTE: PROPIA



MUESTRA 2

Tabla 80 Ensayo de Granulometría de la Viruta de Poliamida Muestra 2

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	29.45	11.86	11.86	88.14
N° 8	2.380	203.75	82.06	93.92	6.08
N° 16	1.190	14.35	5.78	99.70	0.30
N° 30	0.590	0.75	0.30	100.00	0.00
FONDO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		248.30	100.00		

Módulo de Fineza: 5.05

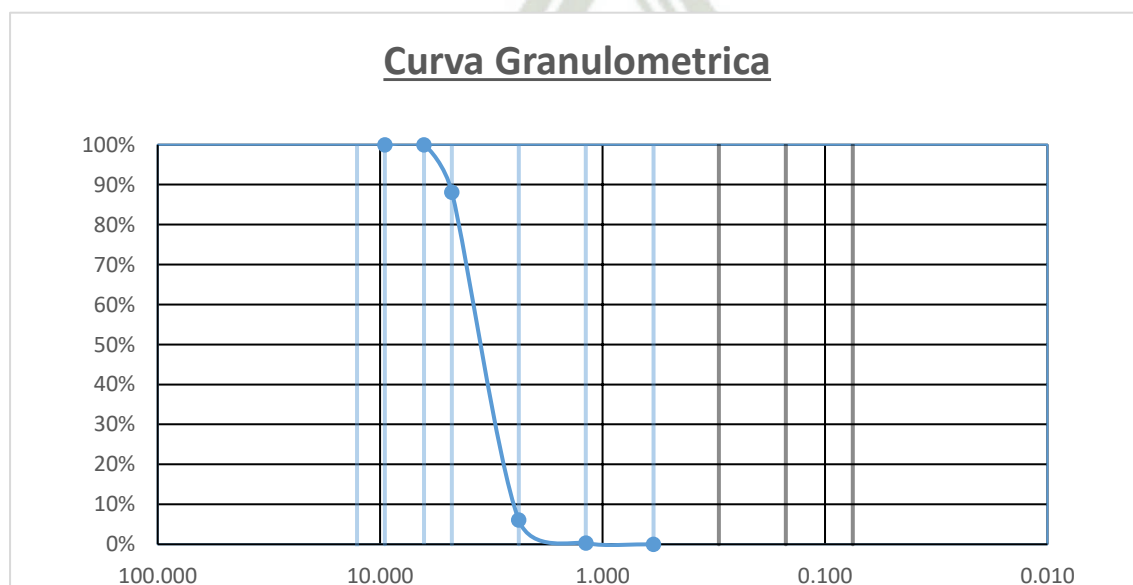
Límite Líquido: NP

Límite Plástico: NP

Índice de Plasticidad: NP

FUENTE: PROPIA

Gráfico 30 Curva Granulométrica de la Viruta de Poliamida Muestra 2



FUENTE: PROPIA

MUESTRA 3

Tabla 81 Ensayo de Granulometría de la Viruta de Poliamida Muestra 3

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	20.28	9.00	9.00	91.00
N° 8	2.380	187.03	83.01	92.02	7.98
N° 16	1.190	16.90	7.50	99.52	0.48
N° 30	0.590	1.09	0.48	100.00	0.00
FONDO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		225.30	100.00		

Módulo de Fineza: 5.01

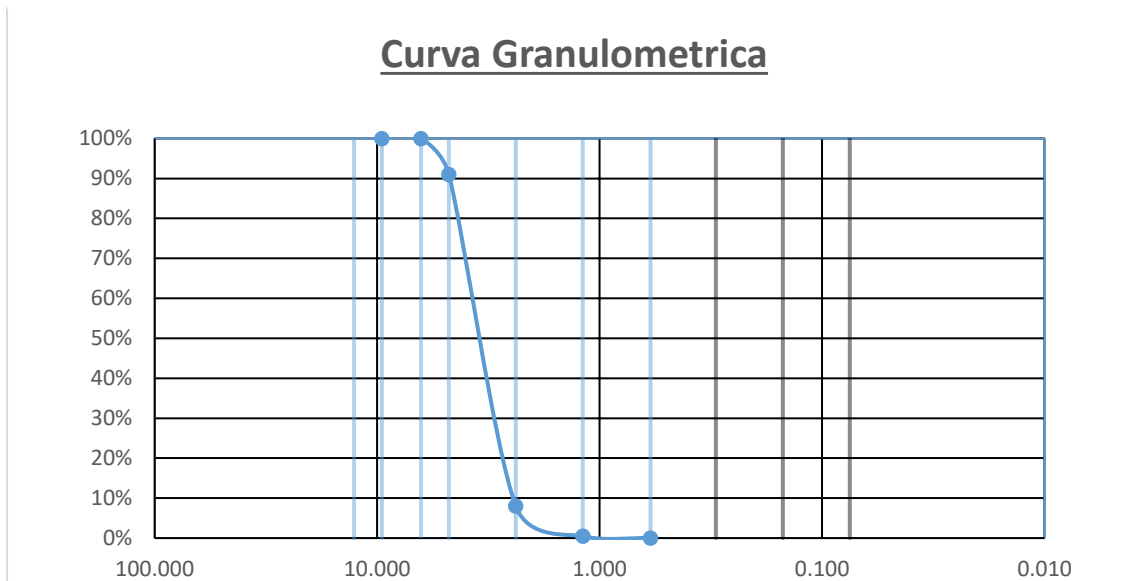
Limite Liquido: NP

Limite Plástico: NP

Índice de Plasticidad: NP

FUENTE: PROPIA

Gráfico 31 Curva Granulométrica de la Viruta de Poliamida Muestra 3



B2 ABSORCION DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA

Tabla 82 Absorción de la Viruta de Poliamida

ABSORCION DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
%				
Abs.	Absorción (%)	45.69	48.33	38.19
A	Masa de la muestra seca(g)	257.10	247.63	225.20
B	Masa de Muestra Saturada Superficialmente Seca (g)	374.57	367.31	311.20
ECUACION		$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$		

FUENTE: PROPIA

B3 PESO UNITARIO COMPACTADO Y SUELTO DE LA VIRUTA DE POLIAMIDA

Tabla 83 Peso Unitario Varillado de la Viruta de Poliamida

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	0.248	0.238	0.245
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	2347.5	2321	2338.5
T	Masa del Recipiente (g)	1646	1646	1646
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49	2831.49	2831.49
ECUACION		$M = (G - T)/V$		

FUENTE: PROPIA

Tabla 84 Peso Unitario Suelto de la Viruta de Poliamida

PESO UNITARIO SUELTO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	1.411	1.412	1.413
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	5642	5647	5649
T	Masa del Recipiente (g)	1648	1648	1648
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49	2831.49	2831.49
ECUACION		$M = (G - T)/V$		

FUENTE: PROPIA

**GRANULOMETRIA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCION, PESO UNITARIO
SUELTO Y COMPACTADO DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ**

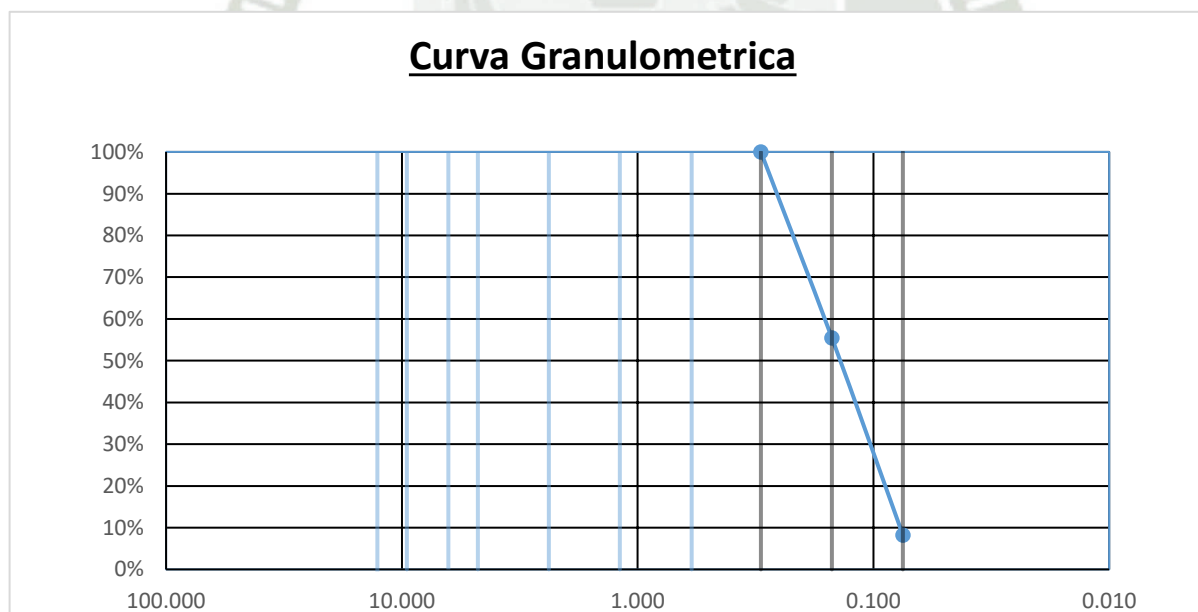
B4 GRANULOMETRIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

Tabla 85 Ensayo de Granulometría de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 1

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
N° 50	0.300	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 100	0.150	230.00	44.54	44.54	55.46
N° 200	0.075	243.80	47.21	91.75	8.25
FONDO		42.60	8.25	100.00	0.00
TOTAL		516.40	100.00		

FUENTE: PROPIA

Gráfico 33 Curva Granulométrica de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 1



FUENTE: PROPIA

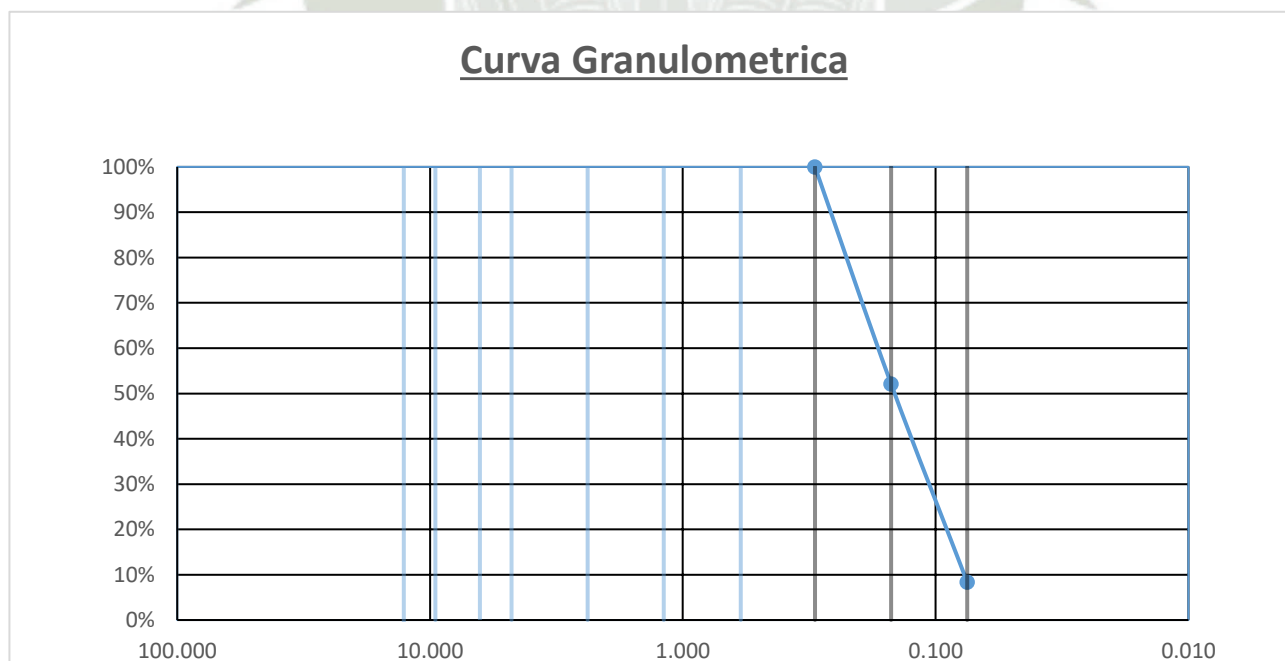
MUESTRA 2

Tabla 86 Ensayo de Granulometría de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 2

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE ASTM	ABERTURA (mm)				
N° 50	0.300	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 100	0.150	239.60	47.90	47.90	52.10
N° 200	0.075	218.70	43.72	91.62	8.38
FONDO		41.90	8.38	100.00	0.00
TOTAL		500.20	100.00		

FUENTE: PROPIA

Gráfico 34 Curva Granulométrica de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 2



FUENTE: PROPIA

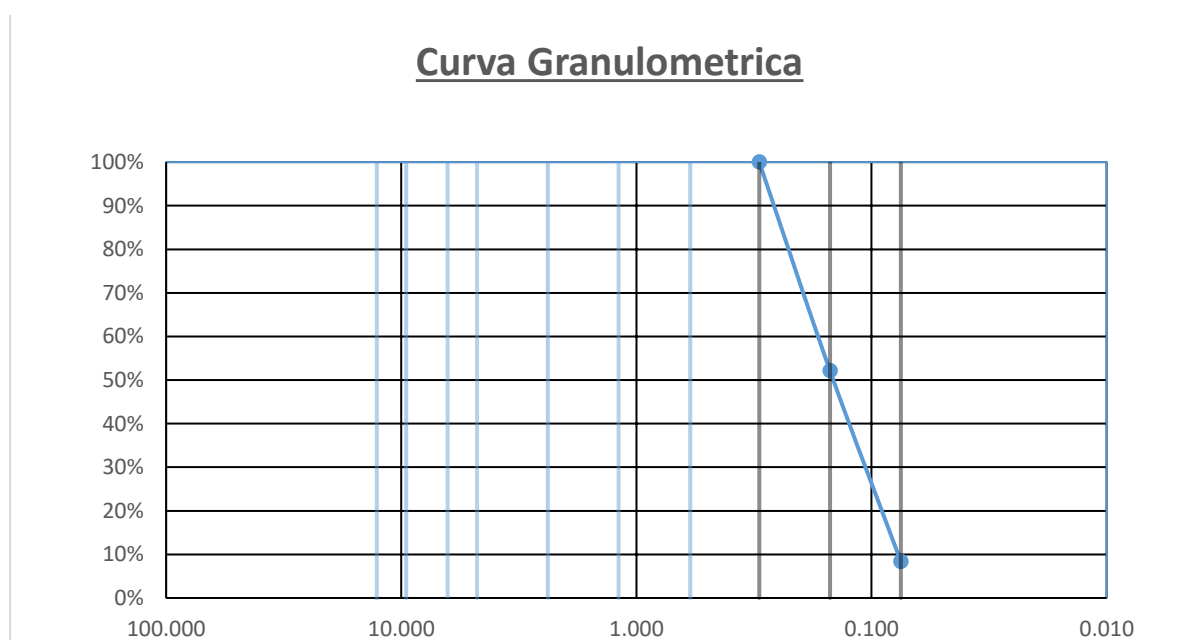
MUESTRA 3

Tabla 87 Ensayo de Granulometría de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 3

TAMICES		PESO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
SERIE	ABERTURA	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
ASTM	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
N° 50	0.300	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 100	0.150	248.90	47.82	47.82	52.18
N° 200	0.075	226.70	43.56	91.38	8.62
FONDO		44.87	8.62	100.00	0.00
TOTAL		520.47	100.00		

FUENTE: PROPIA

Gráfico 35 Curva Granulométrica de la Ceniza de Cascarilla de Arroz Muestra 3



FUENTE: PROPIA

B5 DENSIDAD RELATIVA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y ABSORCION

Tabla 88 Densidad Relativa de la Ceniza de Cascarilla de Arroz y Absorción

Peso Específico Aparente		Peso Específico Corriente	
$P.E_{Aparente} = \frac{A}{(V - W) - (B - A)}$		$P.E_{Corriente} = \frac{A}{V - W}$	
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco		Absorción	
$P.E_{Saturado\ Superficialmente\ Seco} = \frac{B}{V - W}$		$Absorcion\ (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$	
SIGNIFICADO DE NOMENCLATURA			
A	Masa de la muestra seca al horno en aire (g)		
B	Masa de la muestra Saturada Superficialmente Seca (g)		
C	Masa de la Fiola (g)		
D	Masa de la Fiola +muestra + agua (g)		
V	Capacidad de la Fiola		

W		Agua añadida a la fiola		
DESCRIPCION		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la Muestra Seca	87.84	89.35	88.39
B	Peso de la muestra en SSS	95.1	103.1	97.87
C	Peso de la Fiola	182.00	182.00	182.00
D	Peso de Fiola + muestra +Agua	727.77	729.44	732.54
V	Capacidad de la Fiola	500	500	500
W	Agua añadida a la Fiola	450.67	444.34	452.67
Peso Específico Corriente (g/cm3)		1.78	1.61	1.87
Peso Específico Aparente (g/cm3)		2.09	2.13	2.34
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (g/cm3)		1.93	1.85	2.07
% Absorción		8.27	15.39	10.73

FUENTE: PROPIA

B6 PESO UNITARIO VARILLADO Y SUELTO

Tabla 89 Peso Unitario Varillado de la Ceniza de Cascarilla de Arroz

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	0.300	0.305	0.303
G	Masa del Recipiente más Agregado (g)	2495	2510	2504
T	Masa del Recipiente (g)	1646	1646	1646
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49	2831.49	2831.49
ECUACION		$M = (G - T)/V$		

FUENTE: PROPIA

Tabla 90 Peso Unitario Suelto de la Ceniza de Cascarilla de Arroz

PESO UNITARIO VARILLADO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
M	Densidad de la Masa del Agregado g/cm ³	0.222	0.229	0.226
G	Masa del Recipiente mas Agregado (g)	2274	2294	2286
T	Masa del Recipiente (g)	1646	1646	1646
V	Volumen del Recipiente (cm ³)	2831.49	2831.49	2831.49
ECUACION		$M = (G - T)/V$		

FUENTE: PROPIA

ANEXO C

VARIABILIDAD DIMENSIONAL, ALABEO, HUMEDAD, ABSORCION, SUCCION Y DENSIDAD DE LOS LADRILLOS DE LA PRIMERA A CUARTA ETAPA

C1 VARIABILIDAD DIMENSIONAL

Tabla 91 Variabilidad Dimensional de Unidades Patrón Primera Etapa con Cemento Yura

ESPE CIMEN NRO.	LARGO (mm)					ANCHO					ALTURA				
	L 1	L 2	L 3	L 4	L P	A 1	A 2	A 3	A 4	A P	H 1	H 2	H 3	H 4	H P
22.5 %-A (YURA)	2 39.15	2 39.32	2 39.68	2 40.03	2 39.54	1 38.82	1 39.17	1 38.63	1 40.13	1 39.19	9 3.94	9 1.94	9 0.72	9 2.30	9 2.23
22.5 %-B (YURA)	2 39.57	2 39.45	2 39.48	2 41.54	2 40.01	1 38.6	1 39.56	1 39.56	1 41.66	1 39.84	9 0.08	9 0.93	9 0.66	9 0.87	9 0.64
22.5 %-C (YURA)	2 38.54	2 38.80	2 38.64	2 40.38	2 39.09	1 38.51	1 38.54	1 38.54	1 40.45	1 39.01	8 8.56	8 7.85	8 8.04	9 2.45	8 9.22
22.5 %-D (YURA)	2 40.73	2 41.91	2 41.41	2 41.11	2 41.29	1 41.92	1 41.38	1 40.18	1 41.58	1 41.26	9 1.09	9 1.67	9 1.94	9 1.07	9 1.44
22.5 %-E (YURA)	2 40.84	2 40.98	2 40.46	2 41.68	2 40.99	1 40.31	1 41.90	1 40.50	1 41.66	1 41.10	9 1.90	9 2.60	9 1.00	9 2.66	9 2.04
22.5 %-F (YURA)	2 40.45	2 40.12	2 40.86	2 40.81	2 40.56	1 40.47	1 41.82	1 41.24	1 41.61	1 41.29	9 1.81	9 2.16	9 0.04	9 1.89	9 1.48
22.5 %-G (YURA)	2 40.10	2 39.39	2 40.04	2 39.50	2 39.76	1 39.13	1 40.02	1 39.62	1 39.39	1 39.54	8 9.01	8 9.59	8 9.05	8 9.20	8 9.21

FUENTE: PROPIA

Tabla 92 Variabilidad Dimensional Unidades Patrón Primera Etapa con Cemento Frontera

ESP ECIMEN NRO.	LARGO (mm)					ANCHO					ALTURA				
	I 1	I 2	I 3	I 4	I P	A 1	A 2	A 3	A 4	A P	1	2	3	4	P
22.5 %-A (FRONTERA)	2 39.15	2 39.32	2 39.68	2 41.95	2 40.02	1 38.82	1 39.17	1 38.63	1 40.24	1 39.22	3.94	1.94	0.72	0.66	1.82
22.5 %-B (FRONTERA)	2 39.57	2 39.45	2 39.48	2 40.46	2 39.74	1 38.6	1 39.56	1 39.56	1 40.68	1 39.60	0.08	0.93	0.66	2.47	1.04
22.5 %-C (FRONTERA)	2 38.54	2 38.80	2 38.64	2 40.68	2 39.16	1 38.51	1 38.54	1 38.54	1 40.16	1 38.94	8.56	7.85	8.04	1.23	8.92
22.5 %-D (FRONTERA)	2 41.73	2 41.06	2 40.86	2 40.70	2 41.09	1 41.21	1 41.62	1 41.46	1 40.91	1 41.30	1.07	0.55	0.59	1.91	1.03
22.5 %-E (FRONTERA)	2 41.36	2 41.14	2 41.63	2 41.28	2 41.35	1 41.38	1 40.31	1 40.93	1 41.46	1 41.02	0.19	0.13	2.99	2.67	1.49

22.5 %-F (FRONTERA)	2 40.02	2 41.83	2 40.19	2 40.48	2 40.63	2 40.25	1 40.63	1 40.28	1 40.87	1 40.51	1 1.09	1 0.38	1 2.84	1 2.06	1 1.59
22.5 %-G (FRONTERA)	2 40.35	2 41.90	2 41.57	2 41.86	2 41.42	2 41.81	1 42.00	1 40.61	1 41.91	1 41.58	1 1.25	1 2.00	1 0.75	1 1.32	1 1.33
22.5 %-H (FRONTERA)	2 41.50	2 41.95	2 40.22	2 40.41	2 41.02	2 41.06	1 41.25	1 41.89	1 41.94	1 41.54	1 0.94	1 2.64	1 2.80	1 2.67	1 2.26
22.5 %-I (FRONTERA)	2 40.92	2 41.95	2 41.35	2 40.62	2 41.21	2 40.39	1 41.75	1 41.24	1 41.30	1 41.17	1 2.25	1 2.06	1 2.28	1 0.67	1 1.81
22.5 %-J (FRONTERA)	2 41.94	2 41.72	2 41.00	2 40.78	2 41.36	2 40.02	1 41.31	1 41.30	1 40.05	1 40.67	1 0.85	1 0.18	1 1.71	1 0.11	1 0.71

Med	N	2	N	1	1	9
ida Promedio	P=	40.70	P=	40.55	P=	1.20
Med						
ida						
Especificada	N	2	N	1	1	9
Fabricante	E=	40	E=	40	E=	0

Desv						
iación		0		0		(
Estándar	σ	.79	σ	.97	σ	.92
Vari						
ación	√	-	√	-	√	-
Dimensional	%=	0.292	%=	0.396	%=	1.334



Tabla 93 Variabilidad Dimensional de Unidades con Adición de Viruta de Poliamida al 10% II y III Etapa

ESPE CIMEN NRO.	LARGO (mm)					ANCHO					ALTURA				
	L 1	L 2	L 3	L 4	L P	A 1	A 2	A 3	A 4	A P	H 1	H 2	H 3	H 4	H P
10% POLIAMIDA- A (YURA)	2 42.78	2 42.02	2 44.09	2 45.44	2 43.58	1 41.52	1 41.12	1 44.38	1 43.83	1 42.71	8 9.41	8 9.01	8 9.41	9 2.41	9 0.06
10% POLIAMIDA- B (YURA)	2 45.74	2 44.42	2 43.82	2 42.77	2 44.19	1 42.91	1 43.34	1 43.58	1 42.97	1 43.20	8 8.93	8 8.74	8 7.05	8 9.46	8 8.55
10% POLIAMIDA- C (YURA)	2 41.44	2 42.97	2 41.81	2 43.76	2 42.50	1 42.98	1 41.35	1 42.97	1 41.77	1 42.27	8 7.86	8 9.16	9 2.46	8 9.76	8 9.81
10% POLIAMIDA- D (YURA)	2 41.83	2 42.38	2 42.17	2 41.81	2 42.05	1 40.83	1 40.66	1 42.44	1 42.00	1 41.48	9 0.82	8 7.72	8 8.97	8 6.97	8 8.62
10% POLIAMIDA- E (YURA)	2 41.83	2 42.43	2 43.61	2 41.79	2 42.42	1 40.11	1 40.98	1 42.61	1 42.29	1 41.50	8 8.96	8 9.56	9 0.19	9 0.33	8 9.76

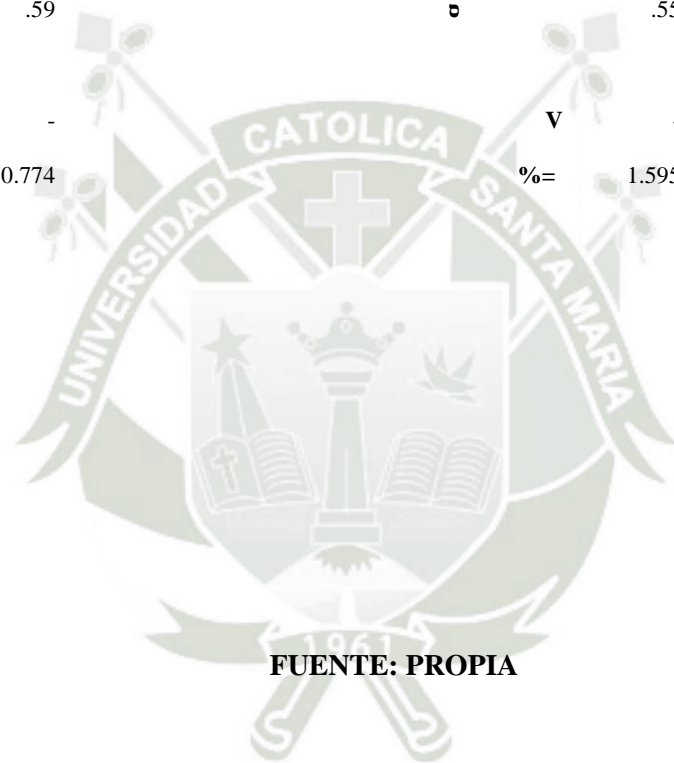
10% POLIAMIDA- F (YURA)	2 42.75	2 42.69	2 44.16	2 43.26	2 43.22	1 41.99	1 42.22	1 43.82	1 43.24	1 42.82	9 1.11	8 9.15	8 9.25	8 5.18	8 8.67
10% POLIAMIDA- G (YURA)	2 40.04	2 39.87	2 40.00	2 39.67	2 39.90	1 42.21	1 42.02	1 41.93	1 42.20	1 42.09	9 0.03	9 0.35	9 0.55	8 9.78	9 0.18
10% POLIAMIDA- H (YURA)	2 40.32	2 40.64	2 40.51	2 39.68	2 40.29	1 41.54	1 42.25	1 41.93	1 41.93	1 41.91	9 0.10	8 9.80	9 0.17	9 0.31	9 0.09
10% POLIAMIDA- I (YURA)	2 39.41	2 40.94	2 40.62	2 40.30	2 40.32	1 42.26	1 41.93	1 42.25	1 42.31	1 42.19	8 9.71	9 0.23	8 9.92	8 9.97	8 9.96
10% POLIAMIDA- J (YURA)	2 39.79	2 41.00	2 40.03	2 39.72	2 40.14	1 42.21	1 42.29	1 42.56	1 41.58	1 42.16	8 9.67	8 9.73	9 0.24	9 0.37	9 0.00

Medi	M	2	M	1	M	8
da Promedio	P=	41.86	P=	42.23	P=	9.57
Medi	M	2	M	1	M	9
da	E=	40	E=	40	E=	0

Especificada

Fabricante

Desvi	1	0	0
ación Estándar	.59	.55	.67
Varia			
ción	V -	V -	V 0
Dimensional	%= 0.774	%= 1.595	%= .478



FUENTE: PROPIA

Tabla 94 Variación Dimensional de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con 6% de CCA

ESPECIMEN	LARGO (mm)					ANCHO					ALTUR		
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3
6% POL A Y	238.81	238.32	239.83	239.61	239.14	138.14	137.83	139.46	138.45	138.47	89.81	89.68	90.00
6% POL B Y	239.90	240.28	240.25	239.72	240.04	137.72	138.74	139.19	139.02	138.67	89.76	89.81	90.00
6% POL C Y	239.10	238.56	239.64	239.08	239.10	138.60	138.07	138.22	137.85	138.18	89.81	89.40	90.00
6% POL D Y	239.12	239.68	239.59	239.11	239.38	138.52	138.12	138.22	137.94	138.20	89.78	90.24	89.00
6% POL E Y	239.06	238.81	239.84	239.97	239.42	139.11	138.69	138.30	138.95	138.76	90.08	89.96	90.00
6% POL F Y	239.45	239.45	239.04	239.55	239.37	138.14	139.36	137.70	138.73	138.48	89.65	89.81	90.00
6% POL G Y	239.31	239.08	239.16	238.71	239.07	138.71	138.92	138.60	139.03	138.81	90.14	90.12	90.00
6% POL H Y	240.14	239.90	239.97	240.15	240.04	138.07	138.52	138.19	139.29	138.52	90.34	90.72	90.00
6% POL I Y	239.56	239.89	240.39	239.38	239.80	138.41	139.01	138.80	138.74	138.74	90.09	90.04	89.00
6% POL J Y	239.61	239.28	239.71	238.92	239.38	139.03	137.78	139.20	138.30	138.58	89.44	89.63	89.00

Medida Promedio

MP= 239.48

MP= 138.54

Medida Especificada					
Fabricante	ME=	240		ME=	140
Desviación Estándar	σ	0.36		σ	0.22
Variación Dimensional	V %=	0.215		V %=	1.045



FUENTE: PROPIA

C2 ALABEO DE UNIDADES

Tabla 95 Alabeo en Unidades Patrón Primera Etapa con Cemento Yura.

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA CARA INFERIOR (mm)		
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
	Lado Izq.(M1)	Lado Der.(M3)	Centro(M2)	Lado Izq.(M1)	Lado Der.(M3)	Centro(M2)
22.5%-A (YURA)	1	1				1.5
22.5%-B (YURA)	1.5	1				1.5
22.5%-C (YURA)			2	1.5	1	
22.5%-D (YURA)	1	1.5				1
22.5%-E (YURA)			1.5			1
22.5%-F (YURA)	1.5	2				2
22.5%-G (YURA)			1.5	1.5	2	
22.5%-H (YURA)	3	1				2
22.5%-I (YURA)	2	0.5				2
22.5%-J (YURA)			2	1.5	2.5	
VALOR CRITICO	3.00	2.00	2.00	1.50	2.50	2.00
VALOR MAS CRITICO	3.00					
ALABEO MAXIMO	4					

FUENTE: PROPIA

Tabla 96 Alabeo en Unidades Patrón Primera Etapa con Cemento Frontera

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA CARA INFERIOR (mm)		
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
	Lado Izq.(M1)	Lado Der.(M3)	Centro(M2)	Lado Izq.(M1)	Lado Der.(M3)	Centro(M2)
22.5%-A (FRONTERA)	1	1				2
22.5%-B (FRONTERA)	2.5	1				1
22.5%-C (FRONTERA)			2	1	1	
22.5%-D (FRONTERA)			1	1.5	1	
22.5%-E (FRONTERA)	1.5	2				3
22.5%-F (FRONTERA)	1	2.5				3
22.5%-G (FRONTERA)			1	1.5	1	
22.5%-H (FRONTERA)			2	1.5	2	
22.5%-I (FRONTERA)	2	1				0
22.5%-J (FRONTERA)			1	2.5	1	
VALOR CRITICO	2.50	2.50	2.00	2.50	2.00	3.00
VALOR MAS CRITICO	3.00					
ALABEO MAXIMO	4					

FUENTE : PROPIA

Tabla 97 Alabeo de Unidades con adición de 10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA CARA INFERIOR (mm)		
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
	Lado Izq.(M1)	Lado Der.(M3)	Centro(M2)	Lado Izq.(M1)	Lado Der.(M3)	Centro(M2)
10% POLIAMIDA-A (YURA)			2	1	1	
10% POLIAMIDA-B (YURA)			1	1.5	1	
10% POLIAMIDA-C (YURA)	1	1				0
10% POLIAMIDA-D (YURA)	1.5	1				2
10% POLIAMIDA-E (YURA)	2	2.5				1.5
10% POLIAMIDA-F (YURA)			2	1.5	1	
10% POLIAMIDA-G (YURA)			2	1.5	1	
10% POLIAMIDA-H (YURA)	3	2.5				1
10% POLIAMIDA-I (YURA)	2	1				2
10% POLIAMIDA-J (YURA)			1	1.5	1	
VALOR CRITICO	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	2.00
VALOR MAS CRITICO	3.00					
ALABEO MAXIMO	4					

FUENTE: PROPIA

Tabla 98 Alabeo de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida más 6 % de CCA Cuarta Etapa

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA CARA INFERIOR (mm)		
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
	Lado Izq.(M1)	Lado Der. (M3)	Centro(M2)	Lado Izq.(M1)	Lado Der.(M3)	Centro(M2)
6% POL A Y	1	1.5				1
6% POL B Y	2	1.5				1.5
6% POL C Y			1	1.5	1	
6% POL D Y			1	1.5	1.5	
6% POL E Y	2	1.5				1
6% POL F Y			1	1.5	2	
6% POL G Y	2	1.5				1
6% POL H Y				1	1	
6% POL I Y	1	1.5				0
6% POL J Y			2	1.5	2	
VALOR CRITICO	2.00	1.50	2.00	1.50	2.00	1.50
VALOR MAS CRITICO	2.00					
ALABEO MAXIMO	4					

FUENTE: PROPIA

C3 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS UNIDADES

Tabla 99 Contenido de Humedad de Unidades con 22.5 % de Cemento Yura IP Primera

Etapas.

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)		HUMEDAD NATURAL (%)
	Peso Natural (g)	Peso Seco (g)	
22.5%-A (YURA)	5360.0	5130.0	4.48
22.5%-B (YURA)	6415.0	6015.0	6.65
22.5%-C (YURA)	6625.0	6295.0	5.24
22.5%-D (YURA)	6248.0	5958.0	4.87
22.5%-E (YURA)	6248.0	5918.0	5.58
22.5%-F (YURA)	6509.0	6280.0	3.65

FUENTE: PROPIA

Tabla 100 Contenido de Humedad de Unidades con 22.5 % de Cemento Frontera IP Primera

Etapa.

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)		HUMEDAD NATURAL (%)
	Peso Natural (g)	Peso Seco (g)	
22.5%-A (FRONTERA)	6310.7	6115.0	3.20
22.5%-B (FRONTERA)	6460.1	6131.5	5.36
22.5%-C (FRONTERA)	5929.5	5857.5	1.23
22.5%-D (FRONTERA)	6244.9	6022.6	3.69
22.5%-E (FRONTERA)	6232.5	6040.3	3.18
22.5%-F (FRONTERA)	6140.1	5998.5	2.36

FUENTE: PROPIA

Tabla 101 Contenido de Humedad de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura IP Tercera Etapa.

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)		HUMEDAD NATURAL (%)
	Peso Natural (g)	Peso Seco (g)	
10% POLIAMIDA-A (YURA)	5198.0	4960.0	4.80
10% POLIAMIDA-B (YURA)	5156.5	4897.0	5.30
10% POLIAMIDA-C (YURA)	5132.0	4850.0	5.81
10% POLIAMIDA-D (YURA)	5184.0	4870.0	6.45
10% POLIAMIDA-E (YURA)	5120.0	4953.0	3.37
10% POLIAMIDA-F (YURA)	4896.0	4700.0	4.17

FUENTE: PROPIA

Tabla 102 Contenido de Humedad de Unidades con 6% de CCA +10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura IP Cuarta Etapa.

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA		HUMEDAD NATURAL (%)
	SUPERIOR (mm)		
	Peso Natural (g)	Peso Seco (g)	
6% POL A Y	4653	4294.0	11.80
6% POL B Y	5023.5	4686.0	14.29
6% POL C Y	5087	4671.0	10.60
6% POL D Y	5194.5	4885.0	12.18
6% POL E Y	5287.5	4862.5	10.54
6% POL F Y	5244.5	4867.5	9.80

FUENTE: PROPIA

Tabla 103 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Primera Etapa con Cemento Frontera

HUMEDADES FRONTERA PRIMERA ETAPA	
UNIDADES	HUMEDAD NATURAL (%)
10% FRONTERA	6.22
12.5% FRONTERA	6.06
15% FRONTERA	6.96
17.5% FRONTERA	5.02
20% FRONTERA	3.61
22.5% FRONTERA	3.17
25% FRONTERA	3.92

FUENTE: PROPIA

Tabla 104 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Primera Etapa con Cemento Yura

HUMEDADES YURA PRIMERA	
ETAPA	
UNIDADES	HUMEDAD PROMEDIO (%)
10% YURA	5.21
12.5% YURA	5.26
15% YURA	5.75
17.5% YURA	6.26
20% YURA	5.43
22.5% YURA	5.08
25% YURA	5.88

FUENTE: PROPIA

Tabla 105 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Segunda Etapa con Cemento Yura IP

HUMEDADES YURA SEGUNDA	
ETAPA	
ENSAYO DE HUMEDAD	HUMEDAD PROMEDIO (%)
10.0%	4.98
20.0%	8.43

FUENTE: PROPIA

Tabla 106 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Segunda Etapa con Cemento Frontera

IP

HUMEDADES FRONTERA SEGUNDA	
ETAPA	
ENSAYO DE HUMEDAD	HUMEDAD PROMEDIO (%)
10.0%	2.40
20.0%	8.19

FUENTE: PROPIA

Tabla 107 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Tercera Etapa con adición de Viruta de Poliamida con Cemento Yura IP

HUMEDAD YURA TERCERA ETAPA	
ENSAYO DE HUMEDAD	HUMEDAD PROMEDIO (%)
5.0%	5.40
7.5%	5.58
10.0%	4.98
12.5%	5.78
15.0%	7.18
17.5%	8.27

FUENTE: PROPIA

Tabla 108 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Tercera Etapa con Adición de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera IP

HUMEDAD FRONTERA III ETAPA	
ENSAYO DE HUMEDAD	HUMEDAD PROMEDIO (%)
5.0%	4.22
7.5%	4.65
10.0%	2.40
12.5%	6.85
15.0%	6.37
17.5%	8.66

FUENTE: PROPIA

Tabla 109 Tabla Resumen de Contenido de Humedad Cuarta Etapa con Adición de Viruta de Poliamida y CCA

HUMEDADES CUARTA ETAPA	
ENSAYO DE HUMEDAD	HUMEDAD PROMEDIO (%)
2.0%	6.00
4.0%	7.13
6.0%	7.88
8.0%	9.29
10.0%	9.33
12.0%	9.40
14.0%	9.93
16.0%	10

FUENTE: PROPIA

C4 ABSORCION DE LAS UNIDADES

Tabla 110 Tabla de Absorción de Unidades Patrón YURA Primera Etapa

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)		ABSORCION (%)
	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	
22.5%-A (YURA)	5130	5398	4.96
22.5%-B (YURA)	6015	6320	4.83
22.5%-C (YURA)	6295	6584.5	4.40
22.5%-D (YURA)	5958	6358	6.29
22.5%-E (YURA)	5918	6320	6.36
22.5%-F (YURA)	6280	6630.5	5.29

FUENTE: PROPIA

Tabla 111 Absorción de Unidades Patrón Frontera IP Primera Etapa

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)		ABSORCION (%)
	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	
22.5%-A (FRONTERA)	6115.0	6420	4.75
22.5%-B (FRONTERA)	6131.5	6440	4.79
22.5%-C (FRONTERA)	5857.5	6190	5.37
22.5%-D (FRONTERA)	6022.6	6350.0	5.16
22.5%-E (FRONTERA)	6040.3	6391.5	5.49
22.5%-F (FRONTERA)	5998.5	6289.0	4.62

FUENTE: PROPIA

Tabla 112 Absorción Unidades con Adición de 10 % de Viruta de Segunda y Tercera Etapa con Cemento Yura IP

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)		ABSORCION (%)
	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	
10% POLIAMIDA-A (YURA)	4960	5395	8.06
10% POLIAMIDA-B (YURA)	4940	5263	6.14
10% POLIAMIDA-C (YURA)	5430	5832	6.89
10% POLIAMIDA-D (YURA)	4870	5298.5	8.09
10% POLIAMIDA-E (YURA)	5300	5875.5	9.79
10% POLIAMIDA-F (YURA)	4700	5127.5	8.34

FUENTE: PROPIA

Tabla 113 Absorción de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida más 6% de CCA con Cemento Yura IP

ESPECIMEN NRO.	MEDIDA CARA SUPERIOR (mm)		ABSORCION (%)
	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	
6% POL A Y	4294	4744.5	9.50
6% POL B Y	4686	5195.5	9.81
6% POL C Y	4671	5111	8.61
6% POL D Y	4885	5520	11.50
6% POL E Y	4862.5	5314.5	8.51
6% POL F Y	4867.5	5283	7.86

FUENTE: PROPIA

Tabla 114 Tabla Resumen de Absorción de Unidades Yura Primera Etapa

RESUMEN UNIDADES YURA	
UNIDADES YURA (PORCENTAJE DE CEMENTO)	ABSORCION PROMEDIO (%)
10.0%	7.23
12.5%	7.72
15.0%	7.35
17.5%	6.39
20.0%	6.74
22.5%	5.35
25.0%	5.12

FUENTE: PROPIA

Tabla 115 Tabla Resumen de Absorción de Unidades Frontera Primera Etapa

RESUMEN UNIDADES FRONTERA	
UNIDADES (PORCENTAJE DE CEMENTO)	ABSORCION PROMEDIO (%)
10.0%	9.19
12.5%	8.75
15.0%	7.43
17.5%	6.47
20.0%	5.37
22.5%	5.03
25.0%	5.54

FUENTE: PROPIA

Tabla 116 Tabla de Absorción de Unidades Yura Segunda Etapa

RESUMEN UNIDADES YURA	
UNIDADES (PORCENTAJE DE VIRUTA DE POLIAMIDA)	ABSORCION PROMEDIO (%)
10.0%	7.70
20.0%	12.20

FUENTE: PROPIA

Tabla 117 Tabla de Absorción de Unidades Frontera Segunda Etapa

RESUMEN UNIDADES FRONTERA	
UNIDADES (PORCENTAJE DE VIRUTA DE POLIAMIDA)	ABSORCION PROMEDIO (%)
10.0%	7.89
20.0%	14.02

FUENTE: PROPIA

Tabla 118 Tabla Resumen de Absorción de Unidades Yura Tercera Etapa

ABSORCION UND. YURA	
UNIDADES (PORCENTAJE DE VIRUTA DE POLIAMDIA)	ABSORCION PROMEDIO (%)
5.0%	7.32
7.5%	7.89
10.0%	7.70
12.5%	7.66
15.0%	8.12
17.5%	12.40

FUENTE: PROPIA

Tabla 119 Tabla Resumen de Unidades Frontera Tercera Etapa

ABSORCION UND. FRONTERA	
UNIDADES (PORCENTAJE DE VIRUTA DE POLIAMIDA)	ABSORCION PROMEDIO (%)
5.0%	6.54
7.5%	6.70
10.0%	7.10
12.5%	8.24
15.0%	8.41
17.5%	11.18

FUENTE: PROPIA

Tabla 120 Tabla Resumen de Unidades Yura con Adición de Viruta de Poliamida al 10% mas Ceniza de Cascarilla de Arroz.

RESUMEN UNIDADES YURA	
PORCENTAJES DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
2.0%	9.49
4.0%	9.24
6.0%	9.30
8.0%	9.73
10.0%	10.96
12.0%	12.44
14.0%	12.38
16.0%	12.83

FUENTE: PROPIA

C5 SUCCION DE LAS UNIDADES

Tabla 121 Ensayo de Succión a Unidades Patrón Yura Primera Etapa

ESPECIMEN NRO.	LARGO "L" (cm)	ANCHO "B" (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (gr)		SUCCION "W" (gr)	AREA BRUTA (cm2)	S(gr/200 cm2.min)
				Inicial Seco	Final + Agua			
22.5%-A (YURA)	23.95	13.92	9.22	5130	5163	33	333.42	19.80
22.5%-B (YURA)	24.00	13.98	9.06	6015	6055	40	335.64	23.84
22.5%-C (YURA)	23.91	13.90	8.92	6295	6328	33	332.36	19.86
22.5%-D (YURA)	24.13	14.13	9.14	5958	5990	32	340.86	18.78
22.5%-E (YURA)	24.10	14.11	9.20	5918	5953	35	340.03	20.59
22.5%-F (YURA)	24.06	14.13	9.15	6280	6309	29	339.88	17.06

FUENTE: PROPIA

Tabla 122 Ensayo de Succión a Unidades Patrón Frontera Primera Etapa

ESPECIMEN NRO.	LARGO "L" (cm)	ANCHO "B" (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (gr)		SUCCION "W" (gr)	AREA BRUTA (cm2)	S(gr/200 cm2.min)
				Inicial Seco	Final + Agua			
22.5%-A (FRONTERA)	24.00	13.92	9.18	6115.0	6155	40.0	334.08	23.94
22.5%-B (FRONTERA)	23.97	13.96	9.10	6131.5	6158	26.5	335.20	15.84
22.5%-C (FRONTERA)	23.92	13.89	8.89	5857.5	5894	36.5	332.24	21.97
22.5%-D (FRONTERA)	24.11	14.13	9.10	6022.6	6064.5	41.9	340.67	24.57
22.5%-E (FRONTERA)	24.14	14.10	9.15	6040.3	6078.5	38.2	340.37	22.44
22.5%-F (FRONTERA)	24.06	14.05	9.16	5998.5	6029.0	30.5	338.52	18.02

FUENTE: PROPIA

Tabla 123 Ensayo de Succión a Unidades con adición de viruta de Poliamida al 10% Tercera Etapa con Cemento Yura

ESPECIMEN NRO.	LARGO "L" (cm)	ANCHO "B" (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (gr)		SUCCION "W" (gr)	AREA BRUTA (cm2)	S(gr/200 cm2.min)
				Inicial Seco	Final + Agua			
10% POLIAMIDA-A (YURA)	24.36	14.27	9.01	4960	4999	39	348	22.44
10% POLIAMIDA-B (YURA)	24.42	14.32	8.85	4940	4978.5	38.5	350	22.02
10% POLIAMIDA-C (YURA)	24.25	14.23	8.98	5430	5468	38	345	22.03
10% POLIAMIDA-D (YURA)	24.20	14.15	8.86	4870	4903.5	33.5	342	19.56
10% POLIAMIDA-E (YURA)	24.24	14.15	8.98	5300	5335.5	35.5	343	20.70
10% POLIAMIDA-F (YURA)	24.32	14.28	8.87	4700	4740	40	347	23.03

FUENTE: PROPIA

Tabla 124 Ensayo de Succión a Unidades con adición de Viruta al 10% y sustitución de CCA al 6%

ESPECIMEN NRO.	LARGO "L" (cm)	ANCHO "B" (cm)	ESPEJOR (cm)	PESO (gr)		SUCCION "W" (gr)	AREA BRUTA (cm2)	S(gr/200 cm2.min)
				Inicial Seco	Final + Agua			
6% POL A Y	23.91	13.85	8.99	4294	4346	52	331.14	31.41
6% POL B Y	24.00	13.87	9.01	4686	4743.5	57.5	332.85	34.55
6% POL C Y	23.91	13.82	8.98	4671	4726.5	55.5	330.39	33.60
6% POL D Y	23.94	13.82	8.98	4885	4940	55	330.81	33.25
6% POL E Y	23.94	13.88	9.01	4862.5	4915	52.5	332.23	31.61
6% POL F Y	23.94	13.85	8.98	4867.5	4923	55.5	331.49	33.49

FUENTE: PROPIA

Tabla 125 Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Primera Etapa con Cemento Yura

SUCCION YURA	
UNIDADES (PORCENTAJES DE CEMENTO)	SUCCION PROMEDIO (gr/200 cm².min)
10.0%	24.54
12.5%	22.48
15.0%	21.44
17.5%	21.39
20.0%	21.29
22.5%	19.99
25.0%	19.71

FUENTE: PROPIA

Tabla 126 Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Primera Etapa con Cemento Frontera

SUCCION FRONTERA	
UNIDADES (PORCENTAJES DE CEMENTO)	SUCCION PROMEDIO (gr/200 cm².min)
10.0%	24.80
12.5%	24.25
15.0%	23.30
17.5%	22.09
20.0%	21.99
22.5%	21.13
25.0%	20.61

FUENTE: PROPIA

Tabla 127 Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Segunda y Tercera Etapa con Cemento

Yura

SUCCION YURA	
PORCENTAJES DE VIRUTA DE POLIAMIDA	SUCCION PROMEDIO(gr/200 cm2.min)
5.0%	20.92
7.5%	20.65
10.0%	21.63
12.5%	26.16
15.0%	30.27
17.5%	32.61
20.0%	39.22

FUENTE: PROPIA

Tabla 128 Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Segunda y Tercera Etapa con Cemento

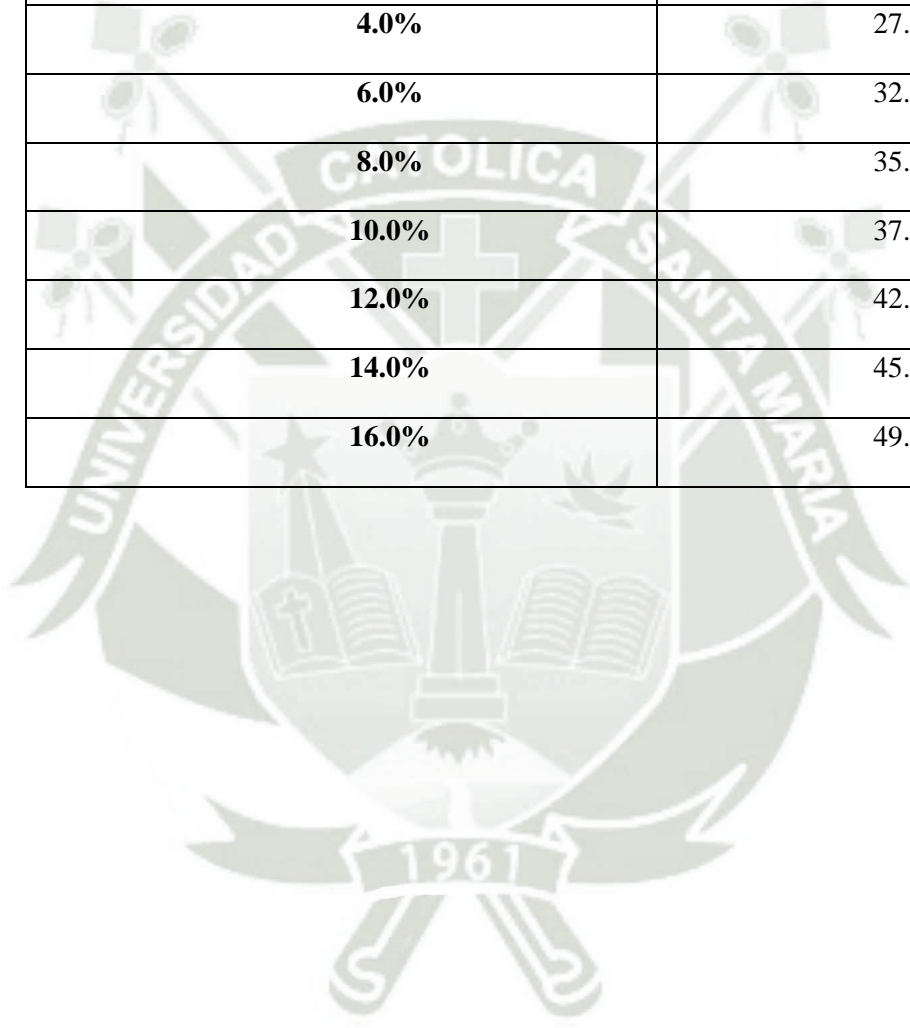
Frontera

SUCCION FRONTERA	
UNIDADES (PORCENTAJES DE VIRUTA DE POLIAMIDA)	SUCCION PROMEDIO (gr/200 cm2.min)
5.0%	18.70
7.5%	22.13
10.0%	21.05
12.5%	27.66
15.0%	28.95
17.5%	32.06
20.0%	37.33

FUENTE: PROPIA

Tabla 129 Tabla Resumen de los Ensayos de Succión Cuarta Etapa con Cemento Yura

SUCCION YURA	
UNIDADES (PORCENTAJES DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ)	SUCCION PROMEDIO (gr/200 cm2.min)
2.0%	24.78
4.0%	27.80
6.0%	32.98
8.0%	35.31
10.0%	37.63
12.0%	42.75
14.0%	45.37
16.0%	49.81



C6 DENSIDAD DE LAS UNIDADES

Tabla 130 Densidad de las Unidades con Viruta de Poliamida en sustitución del agregado fino en 10 %

ESPECIMEN NRO.	ENSAYO DE DENSIDAD				
	P(g)	P1 (g)	P2 (g)	V(cm3)	Densidad (gr/cm3)
10% POLIAMIDA-A (YURA)	4875.0	5167.5	2318.0	2849.5	1.71
10% POLIAMIDA-B (YURA)	4915.0	5207.5	2328.5	2879.0	1.71
10% POLIAMIDA-C (YURA)	4798.0	5074.0	2366.0	2708.0	1.77
10% POLIAMIDA-D (YURA)	4853.0	5144.0	2247.0	2897.0	1.68
10% POLIAMIDA-E (YURA)	4812.0	5098.5	2345.5	2753.0	1.75
10% POLIAMIDA-F (YURA)	4905.5	5201.5	2445.5	2756.0	1.78
				PROMEDIO	1.73

FUENTE: PROPIA



ANEXO D

COMPRESION DE LOS LADRILLOS DE PRIMERA A CUARTA ETAPA

D1 PRIMERA ETAPA

Tabla 131 Ensayo de Compresión Primera Etapa Unidades con 10% de Cemento Yura IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
10%-01Y	24.36	14.27	347.62	11842	34.07
10%-02Y	24.42	14.32	349.68	20764	59.38
10%-03Y	24.25	14.23	344.99	27026	78.34
10%-04Y	24.20	14.15	342.45	14135	41.28
10%-05Y	24.24	14.15	343.01	22835	66.57
10%-06Y	24.32	14.28	347.35	16284	46.88
RESISTENCIA PROMEDIO					54.419

FUENTE: PROPIA

Tabla 132 Ensayo de Compresión Primera Etapa Unidades con 12.5 % de Cemento Yura IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
12.5%-01Y	24.36	14.27	347.62	14529	41.80
12.5%-02Y	24.42	14.32	349.68	21815	62.39
12.5%-03Y	24.25	14.23	344.99	19913	57.72
12.5%-04Y	24.20	14.15	342.45	19782	57.77
12.5%-05Y	24.24	14.15	343.01	27371	79.80
12.5%-06Y	24.32	14.28	347.35	23945	68.94
RESISTENCIA PROMEDIO					61.400

FUENTE: PROPIA

Tabla 133 Ensayo de Compresión Primera Etapa Unidades con 15 % de Cemento Yura IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
15%-01Y	24.36	14.27	347.62	36938	106.26
15%-02Y	24.42	14.32	349.68	39386	112.64
15%-03Y	24.25	14.23	344.99	41769	121.07
15%-04Y	24.20	14.15	342.45	42860	125.16
15%-05Y	24.24	14.15	343.01	37511	109.36
15%-06Y	24.32	14.28	347.35	48512	139.66
RESISTENCIA PROMEDIO					119.024

FUENTE: PROPIA

Tabla 134 Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 17.5 % de Cemento Yura

IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
17.5%-01Y	24.36	14.27	347.62	37375	107.52
17.5%-02Y	24.42	14.32	349.68	40377	115.47
17.5%-03Y	24.25	14.23	344.99	39641	114.90
17.5%-04Y	24.20	14.15	342.45	42900	125.27
17.5%-05Y	24.24	14.15	343.01	63389	184.80
17.5%-06Y	24.32	14.28	347.35	42428	122.15
RESISTENCIA PROMEDIO					128.352

FUENTE: PROPIA

Tabla 135 Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 20 % de Cemento Yura IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
20%-01Y	24.10	13.90	334.99	56753	169.42
20%-02Y	23.95	14.02	335.78	37933	112.97
20%-03Y	23.98	13.96	334.76	48363	144.47
20%-04Y	24.10	13.99	337.16	74258	220.25
20%-05Y	24.06	14.00	336.84	63932	189.80
20%-06Y	24.10	14.10	339.81	73881	217.42
RESISTENCIA PROMEDIO					175.720

FUENTE: PROPIA

Tabla 136 Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 22.5 % de Cemento Yura

IP.

Unidad	L (cm)	A (cm)	Area (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
22.5%-01Y	24.36	14.27	347.62	72526	208.63
22.5%-02Y	24.42	14.32	349.68	75772	216.69
22.5%-03Y	24.25	14.23	344.99	60907	176.55
22.5%-04Y	24.20	14.15	342.45	89629	261.73
22.5%-05Y	24.24	14.15	343.01	70674	206.04
22.5%-06Y	24.32	14.28	347.35	69658	200.54
RESISTENCIA PROMEDIO					211.696

FUENTE: PROPIA

Tabla 137 Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 25 % de Adición de

Cemento

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
25%-01Y	24.36	14.27	347.62	76045	218.76
25%-02Y	24.42	14.32	349.68	88831	254.04
25%-03Y	24.25	14.23	344.99	90204	261.47
25%-04Y	24.20	14.15	342.45	88470	258.34
25%-05Y	24.24	14.15	343.01	114313	333.26
25%-06Y	24.32	14.28	347.35	113340	326.30
RESISTENCIA PROMEDIO					275.360

FUENTE: PROPIA**Tabla 138** Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 10 % de Adición de

Cemento Frontera IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
10%-01F	24.07	14.10	339.40	9735	28.68
10%-02F	24.09	13.98	336.81	12040	35.75
10%-03F	24.06	14.06	338.31	13948	41.23
10%-04F	24.07	14.11	339.63	19277	56.76
10%-05F	24.09	14.11	340.03	21950	64.55
10%-06F	24.06	14.18	341.10	29855	87.52
RESISTENCIA PROMEDIO					52.416

FUENTE: PROPIA

Tabla 139 Ensayo de Compresión Primera Etapa de Unidades con 12.5 % de Adición de Cemento Frontera IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
12.5%-01F	24.10	14.03	338.12	10981	32.48
12.5%-02F	24.06	14.06	338.25	21539	63.68
12.5%-03F	24.04	14.05	337.79	11818	34.99
12.5%-04F	24.08	14.12	339.96	20858	61.35
12.5%-05F	24.11	14.14	340.88	23970	70.32
12.5%-06F	24.11	14.07	339.27	29855	88.00
RESISTENCIA PROMEDIO					58.469

FUENTE: PROPIA

Tabla 140 Ensayo a Compresión Primera Etapa con Adición de 15 % de Cemento Frontera IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
15%-01F	24.11	14.05	338.68	18067	53.35
15%-02F	24.08	14.08	338.94	24505	72.30
15%-03F	24.09	14.08	339.16	25173	74.22
15%-04F	24.10	14.09	339.59	24094	70.95
15%-05F	24.08	14.10	339.70	26814	78.93
15%-06F	24.06	14.06	338.34	31587	93.36
RESISTENCIA PROMEDIO					73.851

FUENTE: PROPIA

Tabla 141 Ensayo a Compresión Primera Etapa con Adición de 17.5 % de Cemento Frontera

IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
17.5%-01F	23.95	13.90	332.96	27418	82.35
17.5%-02F	24.22	13.97	338.30	26462	78.22
17.5%-03F	23.94	13.93	333.41	24666	73.98
17.5%-04F	24.03	14.12	339.38	47163	138.97
17.5%-05F	24.04	14.09	338.69	49517	146.20
17.5%-06F	24.10	14.08	339.32	42728	125.92
RESISTENCIA					
PROMEDIO					107.607

FUENTE: PROPIA

Tabla 142 Ensayo a Compresión Primera Etapa con adición de 20 % de Cemento Frontera IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
20%-01F	24.00	13.93	334.35	43077	128.84
20%-02F	24.02	14.00	336.32	73239	217.77
20%-03F	23.94	13.92	333.15	49621	148.94
20%-04F	24.13	14.00	337.85	72700	215.18
20%-05F	23.90	13.90	332.21	65616	197.51
20%-06F	24.00	14.00	336.00	47687	141.93
RESISTENCIA					
PROMEDIO					175.028

FUENTE: PROPIA

Tabla 143 Ensayo a Compresión Primera Etapa con adición de 22.5 % de Cemento Frontera

IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
22.5%-01F	24.00	13.92	334.15	49213	147.28
22.5%-02F	23.97	13.96	334.68	67315	201.14
22.5%-03F	23.92	13.89	332.29	50185	151.03
22.5%-04F	24.11	14.13	340.65	56871	166.95
22.5%-05F	24.14	14.10	340.36	74820	219.82
22.5%-06F	24.06	14.05	338.11	67909	200.85
RESISTENCIA					
PROMEDIO					181.177

FUENTE: PROPIA**Tabla 144** Ensayo a Compresión Primera Etapa con adición de 25 % de Cemento Frontera IP

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
25%-01F	23.95	13.90	332.96	57761	173.48
25%-02F	24.22	13.97	338.30	61859	182.85
25%-03F	23.94	13.93	333.41	85397	256.14
25%-04F	24.03	14.12	339.38	58504	172.39
25%-05F	24.04	14.09	338.69	74514	220.01
25%-06F	24.10	14.08	339.32	72720	214.31
RESISTENCIA					
PROMEDIO					203.195

FUENTE: PROPIA

D2 SEGUNDA ETAPA

Tabla 145 Ensayo de Compresión Segunda Etapa con Adición de 10% de Viruta de Poliamida con Cemento Yura

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
10%-01Y	24.36	14.27	347.62	52659	151.48
10%-02Y	24.42	14.32	349.68	46209	132.15
10%-03Y	24.25	14.23	344.99	49752	144.21
10%-04Y	24.20	14.15	342.45	47615	139.04
10%-05Y	24.24	14.15	343.01	48443	141.23
10%-06Y	24.32	14.28	347.35	43839	126.21
RESISTENCIA PROMEDIO					139.053

FUENTE: PROPIA

Tabla 146 Ensayo de Compresión Segunda Etapa con Adición de 20 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
20%-01Y	24.20	14.25	344.97	9004	26.10
20%-02Y	24.56	14.13	347.16	20307	58.50
20%-03Y	24.33	14.18	345.00	14301	41.45
20%-04Y	24.54	14.29	350.73	14147	40.34
20%-05Y	24.41	14.24	347.72	16103	46.31
20%-06Y	24.13	14.42	347.87	12114	34.82
RESISTENCIA PROMEDIO					41.253

FUENTE: PROPIA

Tabla 147 Ensayo de Compresión Segunda Etapa con Unidades de 10% de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
10%-01F	24.18	14.15	342.06	36316	106.17
10%-02F	24.13	14.20	342.68	31116	90.80
10%-03F	24.15	14.12	341.03	38720	113.54
10%-04F	24.19	14.18	343.04	28614	83.41
10%-05F	24.18	14.09	340.80	32871	96.45
10%-06F	24.16	14.18	342.57	37663	109.94
RESISTENCIA PROMEDIO					100.053

FUENTE: PROPIA

Tabla 148 Ensayo de Compresión Segunda Etapa con Unidades de 20% de Adición Viruta de Poliamida con Cemento Frontera

Unidad	L (cm)	A (cm)	Area (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
20%-01F	24.12	14.17	341.83	15745	46.06
20%-02F	24.16	14.21	343.25	15823	46.10
20%-03F	24.22	14.32	346.84	13875	40.00
20%-04F	24.19	14.29	345.71	14408	41.68
20%-05F	24.14	14.18	342.25	14044	41.03
20%-06F	24.12	14.18	342.02	21408	62.59
RESISTENCIA PROMEDIO					46.244

FUENTE: PROPIA

D3 TERCERA ETAPA

Tabla 149 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con adición de 5% de Viruta de Poliamida con Cemento Yura

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm²)
5%-01Y	24.05	14.02	337.22	104613	310.22
5%-02Y	24.15	14.11	340.67	103989	305.25
5%-03Y	24.14	14.06	339.45	84579	249.16
5%-04Y	24.12	14.06	339.27	83115	244.98
5%-05Y	24.15	14.10	340.43	64455	189.34
5%-06Y	23.98	14.02	336.16	60785	180.82
RESISTENCIA PROMEDIO					246.628

FUENTE: PROPIA

Tabla 150 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con adición de 7.5 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm²)
7.5%-01Y	24.13	14.00	337.82	91025	269.45
7.5%-02Y	24.12	14.14	341.02	86665	254.13
7.5%-03Y	24.11	14.05	338.82	67429	199.01
7.5%-04Y	24.06	13.98	336.45	78543	233.45
7.5%-05Y	24.01	14.07	337.74	62578	185.28
7.5%-06Y	24.05	14.04	337.57	70716	209.49
RESISTENCIA PROMEDIO					225.134

FUENTE: PROPIA

Tabla 151 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 10% de Viruta de Poliamida con Cemento Yura.

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
10%-01Y	24.36	14.27	347.62	52659	151.48
10%-02Y	24.42	14.32	349.68	46209	132.15
10%-03Y	24.25	14.23	344.99	49752	144.21
10%-04Y	24.20	14.15	342.45	47615	139.04
10%-05Y	24.24	14.15	343.01	48443	141.23
10%-06Y	24.32	14.28	347.35	43839	126.21
RESISTENCIA PROMEDIO					139.053

FUENTE: PROPIA

Tabla 152 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 12.5% de Viruta de Poliamida con Cemento Yura

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
12.5%-01Y	24.33	14.06	341.91	29774	87.08
12.5%-02Y	24.33	14.03	341.43	36316	106.36
12.5%-03Y	24.37	14.05	342.45	37663	109.98
12.5%-04Y	24.35	14.05	342.18	54578	159.50
12.5%-05Y	24.35	14.05	342.11	34592	101.11
12.5%-06Y	24.37	14.06	342.68	31116	90.80
RESISTENCIA PROMEDIO					109.141

FUENTE: PROPIA

Tabla 153 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 15 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
15%-01Y	24.08	14.20	341.97	25920	75.80
15%-02Y	24.07	14.07	338.59	23016	67.98
15%-03Y	24.06	14.09	339.17	28614	84.37
15%-04Y	24.08	14.07	338.74	32871	97.04
15%-05Y	24.05	14.06	338.08	24365	72.07
15%-06Y	24.03	14.08	338.27	21541	63.68
RESISTENCIA PROMEDIO					76.821

FUENTE: PROPIA

Tabla 154 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 17.5 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
17.5%-01Y	24.21	14.17	343.17	27685	80.67
17.5%-02Y	24.07	14.08	339.03	22554	66.52
17.5%-03Y	24.13	14.14	341.07	20371	59.73
17.5%-04Y	24.21	14.10	341.22	26607	77.98
17.5%-05Y	24.14	14.06	339.37	21323	62.83
17.5%-06Y	24.10	14.17	341.58	18961	55.51
RESISTENCIA PROMEDIO					67.207

FUENTE: PROPIA

Tabla 155 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 5 % de Viruta de Poliamida

con Cemento Frontera

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
5%-01F	24.19	14.13	341.73	74850	219.03
5%-02F	24.17	14.20	343.27	77682	226.30
5%-03F	24.18	14.23	344.09	71444	207.63
5%-04F	24.16	14.17	342.18	56521	165.18
5%-05F	24.16	14.12	341.24	44471	130.32
5%-06F	24.13	14.15	341.47	47378	138.75
RESISTENCIA PROMEDIO					181.202

FUENTE: PROPIA**Tabla 156** Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 7.5 % de Viruta de

Poliamida con Cemento Frontera

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
7.5%-01F	24.18	14.10	340.90	44277	129.88
7.5%-02F	24.22	14.12	342.10	53476	156.32
7.5%-03F	24.13	14.16	341.58	54431	159.35
7.5%-04F	24.15	14.14	341.43	54578	159.85
7.5%-05F	24.20	14.20	343.56	48205	140.31
7.5%-06F	24.16	14.16	342.11	38472	112.45
RESISTENCIA PROMEDIO					143.026

FUENTE: PROPIA

Tabla 157 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
10%-01F	24.18	14.15	342.06	36316	106.17
10%-02F	24.13	14.20	342.68	31116	90.80
10%-03F	24.15	14.12	341.03	38720	113.54
10%-04F	24.19	14.18	343.04	28614	83.41
10%-05F	24.18	14.09	340.80	32871	96.45
10%-06F	24.16	14.18	342.57	37663	109.94
RESISTENCIA PROMEDIO					100.053

FUENTE: PROPIA

Tabla 158 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 12.5 % De Viruta de Poliamida con Cemento Frontera

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
12.5%-01F	24.19	14.15	342.39	29774	86.96
12.5%-02F	24.14	14.15	341.71	34592	101.23
12.5%-03F	24.18	14.18	343.01	35847	104.51
12.5%-04F	24.20	14.13	341.83	32147	94.04
12.5%-05F	24.15	14.16	342.03	30847	90.19
12.5%-06F	24.17	14.20	343.05	25847	75.35
RESISTENCIA PROMEDIO					92.046

FUENTE: PROPIA

Tabla 159 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 15 % de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
15%-01F	24.13	14.13	340.92	25454	74.66
15%-02F	24.10	14.15	340.93	30456	89.33
15%-03F	24.10	14.07	339.08	27093	79.90
15%-04F	24.18	14.15	342.24	19164	56.00
15%-05F	24.16	14.12	341.10	24125	70.73
15%-06F	24.12	14.12	340.63	31276	91.82
RESISTENCIA PROMEDIO					77.073

FUENTE: PROPIA

Tabla 160 Ensayo de Compresión Tercera Etapa con Adición de 17.5 % de Viruta de Poliamida con Cemento Frontera

Unidad	L (cm)	A (cm)	Area (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
17.5%-01F	24.16	14.16	342.05	27685	80.94
17.5%-02F	24.19	14.18	343.10	22554	65.74
17.5%-03F	24.15	14.17	342.26	20371	59.52
17.5%-04F	24.17	14.17	342.52	26607	77.68
17.5%-05F	24.19	14.11	341.28	21323	62.48
17.5%-06F	24.14	14.14	341.44	18961	55.53
RESISTENCIA PROMEDIO					66.981

FUENTE: PROPIA

D4 CUARTA ETAPA

Tabla 161 Ensayo de Compresión de Unidades con 10% de Viruta de Poliamida con Sustitución de 2% de Ceniza de Cascarilla de Arroz

ROTULO	L (cm)	A (cm)	Área (cm²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm²)
2% POL A Y	23.95	13.83	331.26	32960	99.50
2% POL B Y	23.94	13.87	332.05	50028	150.66
2% POL C Y	23.93	13.85	331.44	38493	116.14
2% POL D Y	23.98	13.86	332.29	38730	116.56
2% POL E Y	23.91	13.83	330.72	37175	112.41
2% POL F Y	23.93	13.86	331.54	46325	139.73
RESISTENCIA PROMEDIO					122.498

FUENTE: PROPIA

Tabla 162 Ensayo de Compresión de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Sustitución de 4% de Ceniza de Cascarilla de Arroz

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm²)
4% POL A Y	23.94	13.86	331.96	52239	157.37
4% POL B Y	23.93	13.86	331.68	49215	148.38
4% POL C Y	23.91	13.82	330.30	56182	170.09
4% POL D Y	23.94	13.82	330.97	54454	164.53
4% POL E Y	23.98	13.86	332.39	52741	158.67
4% POL F Y	23.91	13.88	331.97	56249	169.44
RESISTENCIA PROMEDIO					161.413

FUENTE: PROPIA

Tabla 163 Ensayo de Compresión de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Sustitución de 6% de Ceniza de Cascarilla de Arroz

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
6% POL A Y	23.91	13.85	331.14	64717	195.44
6% POL B Y	24.00	13.87	332.85	56941	171.07
6% POL C Y	23.91	13.82	330.39	55938	169.31
6% POL D Y	23.94	13.82	330.81	52395	158.38
6% POL E Y	23.94	13.88	332.23	58454	175.95
6% POL F Y	23.94	13.85	331.49	51849	156.41
RESISTENCIA PROMEDIO					171.093

FUENTE: PROPIA

Tabla 164 Ensayo de Compresión de Unidades con 10% de Viruta de Poliamida con Sustitución de 8% de Ceniza de Cascarilla de Arroz

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
8% POL A Y	23.96	13.88	332.57	48378	145.47
8% POL B Y	24.01	13.86	332.74	43259	130.01
8% POL C Y	23.90	13.85	331.12	48908	147.70
8% POL D Y	23.99	13.86	332.47	46107	138.68
8% POL E Y	23.94	13.85	331.73	43320	130.59
8% POL F Y	23.98	13.87	332.65	56357	169.42
RESISTENCIA PROMEDIO					143.644

FUENTE: PROPIA

Tabla 165 Ensayo de Compresión de Unidades con 10% de Viruta de Poliamida con Sustitución de 10% de Ceniza de Cascarilla de Arroz

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
10% POL A Y	23.94	13.85	331.54	48836	147.30
10% POL B Y	23.92	13.84	330.98	59375	179.39
10% POL C Y	23.97	13.82	331.21	45065	136.06
10% POL D Y	23.96	13.89	332.63	15124	45.47
10% POL E Y	23.96	13.88	332.46	36502	109.79
10% POL F Y	23.99	13.83	331.73	45781	138.00
RESISTENCIA PROMEDIO					126.003

FUENTE: PROPIA

Tabla 166 Ensayo de Compresión de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Sustitución de 12 % de Ceniza de Cascarilla de Arroz.

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
12% POL A Y	23.96	13.88	332.57	32081	96.46
12% POL B Y	24.01	13.86	332.74	15614	46.93
12% POL C Y	23.90	13.85	331.12	12975	39.18
12% POL D Y	23.99	13.86	332.47	15653	47.08
12% POL E Y	23.94	13.85	331.73	20293	61.17
12% POL F Y	23.98	13.87	332.65	18874	56.74
RESISTENCIA PROMEDIO					57.928

FUENTE: PROPIA

Tabla 167 Ensayo de Compresión de Unidades con 10 % de Viruta de Poliamida con Sustitución de 14 % de Ceniza de Cascarilla de Arroz

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
14% POL A Y	23.98	13.89	333.10	19559	58.72
14% POL B Y	23.95	13.86	332.05	17746	53.44
14% POL C Y	23.94	13.88	332.30	25011	75.27
14% POL D Y	23.96	13.88	332.58	19705	59.25
14% POL E Y	23.92	13.84	331.06	11506	34.76
14% POL F Y	23.99	13.82	331.52	18025	54.37
RESISTENCIA PROMEDIO					55.967

FUENTE: PROPIA

Tabla 168 Ensayo de Compresión de Unidades con 10% de Viruta de Poliamida con Sustitución de 16 % de Ceniza de Cascarilla de Arroz.

Unidad	L (cm)	A (cm)	Área (cm ²)	Pu (kgf)	f bf (kg/cm ²)
16% POL A Y	23.94	13.83	331.13	17777	53.69
16% POL B Y	23.96	13.93	333.68	20778	62.27
16% POL C Y	23.95	13.89	332.74	16902	50.80
16% POL D Y	23.93	13.85	331.42	15276	46.09
16% POL E Y	23.93	13.88	332.25	16228	48.84
16% POL F Y	23.97	13.88	332.59	12715	38.23
RESISTENCIA PROMEDIO					49.986

FUENTE: PROPIA



ANEXO E

ENSAYO DE PRISMAS, MURETES Y FLEXION DE LA PRIMERA Y TERCERA ETAPA

E1 ENSAYO DE PRISMAS

Tabla 169 Ensayo a Compresión de Prismas PRIMERA ETAPA con Cemento Yura SA

ROTULO PRISMAS	P (kgf)	L (cm)	t (cm)	H (cm)	Ab (cm ²)	fm (kg/cm ²)	ESBELTEZ (H/t)	COEFICIENTE	f'mt
PAT Y 01	33115	24.10	13.92	31.00	335.47	98.712	2.227	1.018	100.504
PAT Y 02	36258	23.96	13.93	30.50	333.76	108.634	2.190	1.015	110.281
PAT Y 03	33541	24.20	14.01	31.10	339.04	98.929	2.220	1.018	100.669
PAT Y 04	33183	23.92	13.98	31.30	334.40	99.231	2.239	1.019	101.128
PAT Y 05	29044	23.97	14.01	30.50	335.82	86.487	2.177	1.014	87.712
PAT Y 06	25577	24.00	14.03	30.60	336.72	75.959	2.181	1.014	77.059
PROMEDIO									96.225

FUENTE: PROPIA

Tabla 170 Ensayo a Compresión de Prismas Primera Etapa con Cemento Frontera IP

FUENTE: PROPIA

ROTULO O PRISMAS	P (kgf)	L (cm)	A (cm)	H (cm)	Ab (cm²)	fm (kg/cm²)	ESB ELTEZ (H/t)	COE FICIENTE	f'mt
PAT F 01	34942	23.95	13.95	30.60	334.10	104.585	2.19 4	1.015	106.204
PAT F 02	33454	23.97	13.98	30.70	335.10	99.833	2.19 6	1.016	101.398
PAT F 03	32731	24.02	14.02	31.50	336.76	97.194	2.24 7	1.020	99.113
PAT F 04	30434	23.90	13.99	30.80	334.36	91.021	2.20 2	1.016	92.489
PAT F 05	26865	24.03	14.00	30.90	336.42	79.856	2.20 7	1.017	81.179
PAT F 06	23271	24.03	14.03	30.70	337.14	69.025	2.18 8	1.015	70.064
PROMEDIO									91.741

Tabla 171 Ensayo a Compresión de Prismas Tercera Etapa con Unidades 10 % de Viruta de Poliamida con Cemento Yura IP

ROTULO PRISMAS	P (kgf)	L (cm)	t (cm)	H (cm)	Ab (cm2)	fm (kg/cm2)	ESBELTEZ (H/t)	COEFICIENTE	f'mt
POL Y 10% 01	24455	24.10	13.92	31.00	335.47	72.897	2.227	1.018	74.221
POL Y 10% 02	22565	23.96	13.93	30.50	333.76	67.608	2.190	1.015	68.633
POL Y 10% 03	19016	24.20	14.01	31.10	339.04	56.087	2.220	1.018	57.074
POL Y 10% 04	26078	23.92	13.98	31.30	334.40	77.984	2.239	1.019	79.475
POL Y 10% 05	24551	23.97	14.01	30.50	335.82	73.108	2.177	1.014	74.143
POL Y 10% 06	19037	24.00	14.03	30.60	336.72	56.537	2.181	1.014	57.355
Promedio kg/cm2									68.483

FUENTE: PROPIA

The logo of Universidad Católica Santa María is a circular emblem. It features a central shield with a crown on top, flanked by two open books and a star. Above the shield is a cross. The shield is set against a background of a sunburst. The emblem is surrounded by a banner that reads "UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA" and a smaller banner at the bottom with the year "1961".

E2 ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL DE MURETES

Tabla 172 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes Primera Etapa Yura Patrón

MURETES YURA	P (kgf)	L (cm)	H (cm)	t (cm)	Ab (cm²)	Vm (kg/cm²)
MP-Y 1	15728	61.50	62.10	14.10	871.38	12.761
MP-Y 2	15263	62.30	61.00	14.30	881.595	12.240
MP-Y 3	15116	63.80	62.50	14.00	884.1	12.088
MP-Y 4	13387	63.50	63.40	13.90	881.955	10.731
MP-Y 5	13174	62.80	63.00	14.10	886.89	10.502
MP-Y 6	8325	62.80	61.50	14.20	882.53	6.669
PROMEDIO						10.832

FUENTE: PROPIA

Tabla 173 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes Primera Etapa Frontera Patrón

MURETES FRONTERA	P (kgf)	L (cm)	H (cm)	t (cm)	Ab (cm²)	Vm (kg/cm²)
MP-F 1	18914	64.20	63.50	14.20	906.67	14.749
MP-F 2	17931	63.40	63.00	14.10	891.12	14.226
MP-F 3	13400	62.50	63.20	13.90	873.615	10.844
MP-F 4	11029	63.20	62.50	13.80	867.33	8.990
MP-F 5	10022	62.40	62.50	14.00	874.3	8.104
MP-F 6	9948	63.50	63.00	14.10	891.825	7.886
PROMEDIO						10.800

FUENTE: PROPIA

Tabla 174 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes Tercera Etapa con Unidades

Adicionadas con Viruta de Poliamida al 10% con Cemento Yura IP

MURETES	P (kgf)	L (cm)	H (cm)	t (cm)	Ab (cm²)	Vm (kg/cm²)
MP Y 10% - 1	8627	60.50	61.20	14.10	857.99	7.109
MP Y 10% - 2	6256	62.30	61.00	14.30	881.60	5.017
MP Y 10% - 3	6866	63.80	62.50	14.00	884.10	5.491
MP Y 10% - 4	6290	63.50	63.40	13.90	881.96	5.042
MP Y 10% - 5	6665	62.80	63.00	14.10	886.89	5.313
MP Y 10% - 6	7248	62.80	61.50	14.20	882.53	5.806
PROMEDIO						5.630

FUENTE: PROPIA

E3 ENSAYO DE FLEXION DE LAS UNIDADES

Tabla 175 Ensayo de Flexión Directa de Unidades Patrón con Cemento Yura Primera Etapa

UNIDADES YURA	ANCHO			ALTURA			L(cm)	Pu(kgf)	f(kg/cm ²)
	B1	B2	B(FINAL)	T1	T2	T(FINAL)			
PAT Y 01	14.00	14.10	14.05	9.20	9.10	9.15	17.00	1194.00	25.88
PAT Y 02	14.20	14.10	14.15	9.00	9.30	9.15	17.00	1106.00	23.81
PAT Y 03	13.90	14.00	13.95	9.10	9.20	9.15	17.00	1080.00	23.58
PAT Y 04	13.90	14.10	14.00	9.20	9.00	9.10	17.00	1178.00	25.91
PAT Y 05	14.20	14.10	14.15	9.00	9.10	9.05	17.00	1273.00	28.01
PAT Y 06	13.80	13.90	13.85	8.90	9.10	9.00	17.00	1094.00	24.87
PROMEDIO									25.343

FUENTE: PROPIA

Tabla 176 Ensayo de Flexión Directa de Unidades Patrón con Cemento Frontera Primera Etapa

UNIDADES FRONTERA	ANCHO			ALTURA			L(cm)	Pu(kgf)	f(kg/cm ²)
	B1	B2	B(FINAL)	T1	T2	T(FINAL)			
PAT F 01	13.90	14.20	14.05	9.20	9.00	9.10	17.00	986.00	21.61
PAT F 02	14.00	14.20	14.10	9.20	9.00	9.10	17.00	935.00	20.42
PAT F 03	13.90	14.10	14.00	9.20	9.00	9.10	17.00	850.00	18.70
PAT F 04	13.90	13.90	13.90	9.20	9.00	9.10	17.00	1083.00	23.99
PAT F 05	14.20	14.10	14.15	9.20	9.00	9.10	17.00	867.00	18.87
PAT F 06	14.10	13.90	14.00	9.20	9.00	9.10	17.00	846.00	18.61
PROMEDIO									20.366

FUENTE: PROPIA



Tabla 177 Ensayo Flexión Directa en Unidades con Adición de Viruta de Poliamida al 10%

UNIDADES POL 10%	ANCHO			ALTURA			L(cm)	Pu(kgf)	f(kg/cm2)
	B1	B2	B(FINAL)	T1	T2	T(FINAL)			
POL 10% A	14.00	13.90	13.95	9.00	9.10	9.05	17.00	1206.00	26.92
POL 10% B	14.10	14.00	14.05	9.00	8.90	8.95	17.00	1180.00	26.74
POL 10% C	13.90	14.00	13.95	9.10	8.90	9.00	17.00	1157.00	26.11
POL 10% D	14.00	13.90	13.95	9.20	9.00	9.10	17.00	1066.00	23.53
POL 10% E	13.90	14.00	13.95	8.90	9.00	8.95	17.00	1053.00	24.03
POL 10% F	14.00	14.20	14.10	9.10	8.90	9.00	17.00	1011.00	22.57
PROMEDIO								24.983	

FUENTE: PROPIA

ENSAYO QUIMICO DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Clave generada : B393E04D

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-24-09948

Fecha de emisión: 24/7/2024

Página 1 de 1

Señores: AARON JEANLUC VILCHEZ CUTI
Dirección: CERRO COLORADO - AREQUIPA
Atención: AARON JEANLUC VILCHEZ CUTI
Recepción: 18/7/2024
Realización: 18/7/2024
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra.

Métodos ensayados

*592 Método de Ensayo para Rocas Fusión alcalina

Código Interno L.A.S.	(c) Nombre de Muestra	(c) Procedencia de Muestra	(c) Descripción de Muestra	*592								
				Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	LOI	MgO	Mn ₂ O ₃	Na ₂ O	SiO ₂
				%	%	%	%	%	%	%	%	%
MN24017344	CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	No proporcionado por el cliente.	Ceniza	0,57	1,46	0,43	10,55	5,22	0,73	0,13	0,01	81,10

----- Fin del informe -----

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

 Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Inge⁴²⁶, Emisor de certificado: LLAMA.PE, 24/7/2024 16:18:39

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.


 Validar el Informe
vía web

ANEXO G

PANEL FOTOGRAFICO

Foto 39 Vaciado de Mezcla para los Ladrillos



FUENTE: PROPIA

Foto 40 Compactado de la Mezcla para Ladrillos



FUENTE: PROPIA

Foto 41 Ensayo de Compresión de Unidades Patrón



FUENTE: PROPIA

Foto 42 Prismas de Ladrillos Patrón Primera Etapa de Cemento Yura IP Y Cemento Frontera IP



FUENTE: PROPIA

Foto 43 Falla de Separación del frente Superficial del Lado A del Prisma Patrón con Cemento Yura IP de la Primera Etapa.



FUENTE: PROPIA

Foto 44 Falla de Separación del frente Superficial del Lado B del Prisma Patrón con Cemento Yura IP



FUENTE: PROPIA

Foto 45 Falla de Separación del frente Superficial del Lado A del Prisma Patrón 1 con Cemento Frontera Tipo IP.



FUENTE: PROPIA

Foto 46 Rotura por Corte Cara opuesta del Prisma 1 Patrón con Cemento Frontera IP Primera Etapa



FUENTE: PROPIA

Foto 47 Elaboración de los Muretes Patrón con Cemento Yura Tipo IP y Cemento Frontera Tipo



FUENTE: PROPIA

Foto 48 Falla por Separación Superficial del Lado B del Prisma Patrón con Cemento Frontera Tipo IP.



FUENTE: PROPIA

Foto 49 Elaboración de los 12 Muretes Patron para la Primera Etapa.



FUENTE: PROPIA

Foto 50 Ensayo de Densidad de las Unidades de 10 % de Viruta de Poliamida en sustitución del agregado Fino



FUENTE: PROPIA

Foto 51 Resistencia a Compresión Diagonal de Murete Patrón



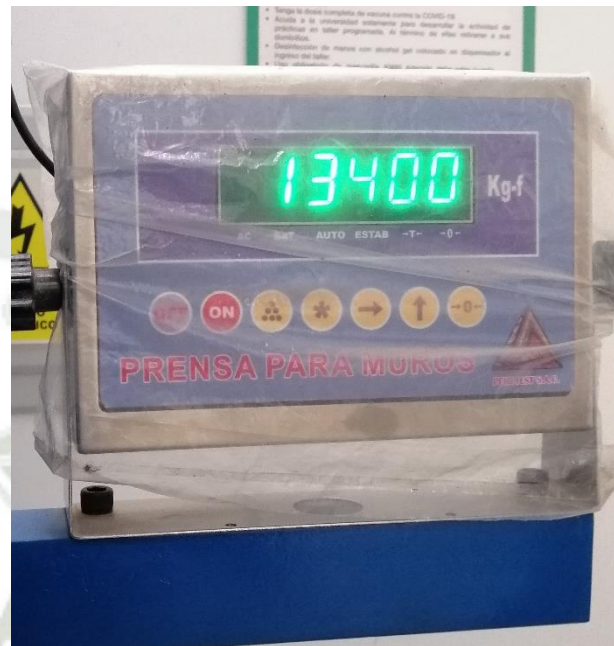
FUENTE: PROPIA

Foto 52 Ensayo de Compresión Diagonal de Murete Patrón - 6 Con Cemento Frontera Tipo IP



FUENTE: PROPIA

Foto 53 Resultado de Ensayo a Compresión Diagonal de Murete Patrón Frontera Tipo IP
Primera Etapa



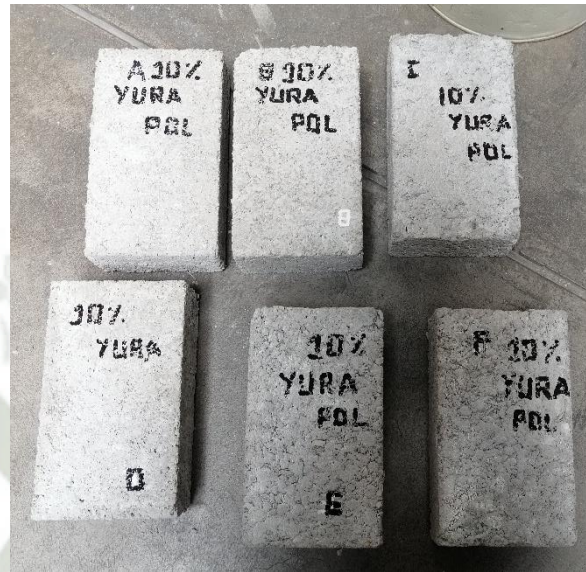
FUENTE: PROPIA

Foto 54 Elaboración Masiva de Ladrillos para Muretes



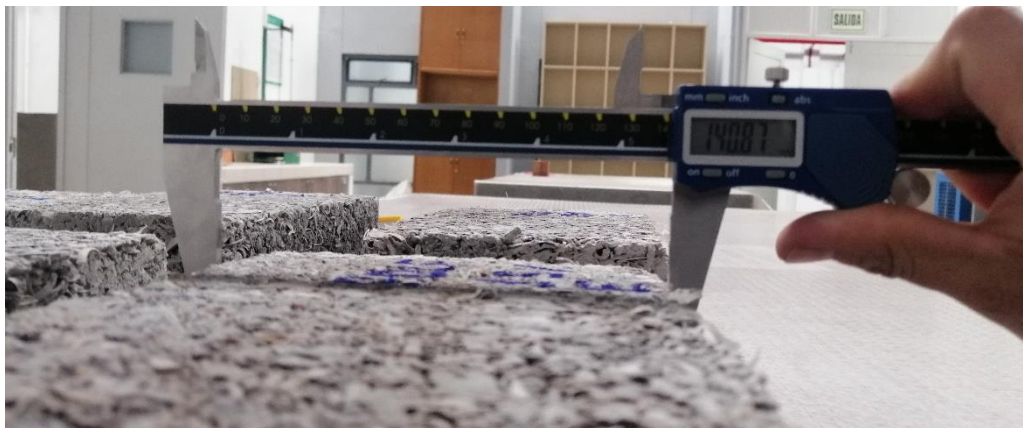
FUENTE: PROPIA

Foto 55 Ladrillos con Adición de Viruta de Poliamida al 10 % en Sustitución de la Arena con Cemento Yura IP.



FUENTE: PROPIA

Foto 56 Medición de Variabilidad Dimensional de Ladrillos



FUENTE: PROPIA

Foto 57 Muretes con Adición de Viruta de 10 % en sustitución de la Arena



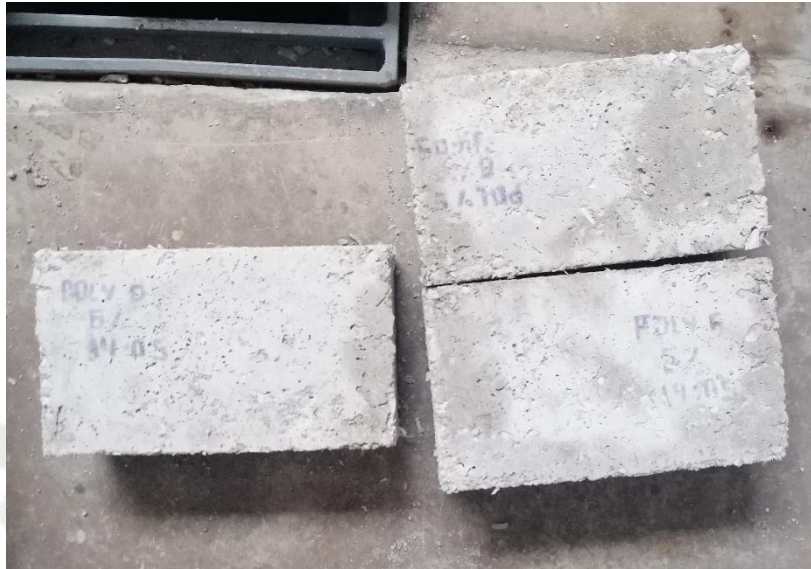
FUENTE: PROPIA

Foto 58 Prismas de Ladrillos de Adición de 10% de Viruta de Poliamida



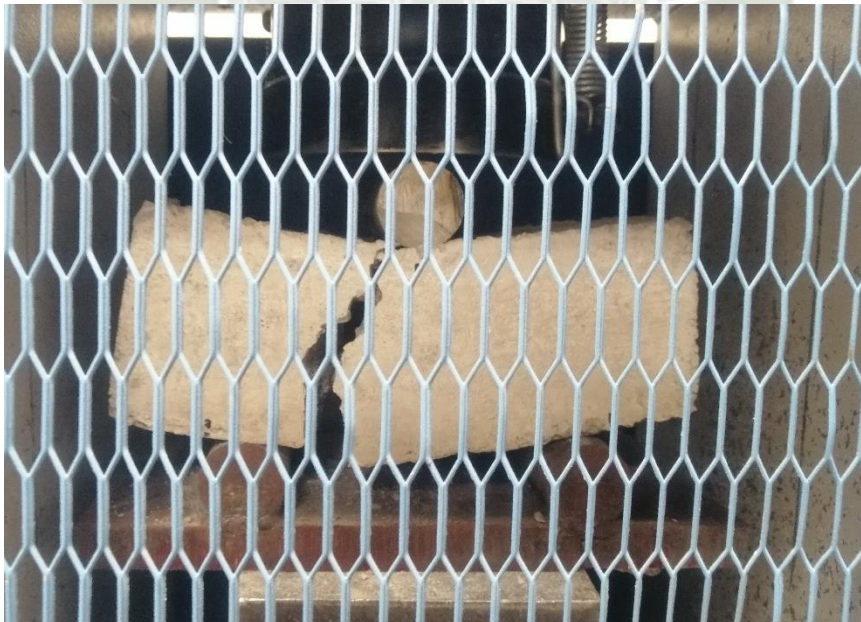
FUENTE: PROPIA

Foto 59 Ladrillos con adición de 6% de CCA en sustitución del Cemento Yura Tipo IP



FUENTE: PROPIA

Foto 60 Ensayo a Flexión de Ladrillo Patrón Yura Primera Etapa



FUENTE: PROPIA