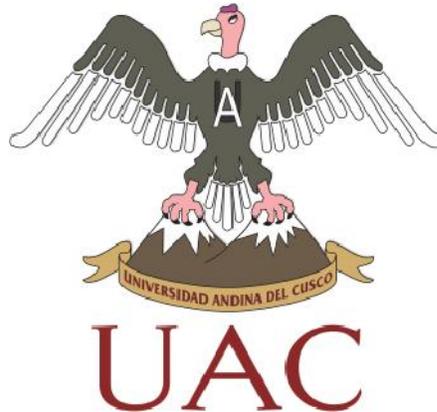




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS BLOQUES
HUECOS DE CONCRETO ELABORADOS CON PUZOLANA Y PIEDRA NEGRA
DE LA CANTERA DE CCOCHA EN EL DISTRITO DE TINTA-SICUANI-CUSCO.”**

Presentado por :

BACH. DIEGO IVAN AGUILAR ESTRADA

Para optar al Título Profesional de
INGENIERO CIVIL

Asesor:

Mg. Ing. VÍCTOR CHACÓN SÁNCHEZ

CUSCO – PERÚ
2017



DEDICATORIA

A DIOS

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y fuerza, darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos y metas que tanto anhelo.

A MI MADRE

Aidé Estrada Valverde, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, su amor y por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A MI PADRE

Oscar Aguilar Guillen, por su constante e incondicional apoyo, por su comprensión infinita.

A MI ABUELITA

Margarita Guillen Camero, por la motivación constante y fortaleza en los momentos de flaqueza, por sus enseñanzas para ser mejor cada día y así poder cumplir mis metas.

A MIS HERMANOS

Yanet, Indira y Boris, a quienes los quiero y valoro mucho.

A MIS AMIGOS, quienes siempre han estado en los momentos en los que he necesitado.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes les debo por su apoyo incondicional.

DIEGO IVAN



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda colaboraron con la realización del presente trabajo de investigación:

A DIOS

Por darme la bendición de estar cumpliendo este importante paso que tanto anhele en mi vida.

A MIS PADRES Y FAMILIARES

Por brindarme todo su amor, apoyo y confianza a lo largo de mi vida.

A LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

Por formarme a la vez forjarme como persona de bien y así poder aportar algo a la sociedad.

A MI ASESOR

Mg. Ing. Víctor Chacón Sánchez, por guiarme y orientarme en esta investigación, por el tiempo, paciencia y apoyo para la realización de este proyecto de investigación.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por su apoyo y amistad, que de una u otra forma colaboraron desinteresadamente durante su realización.

A MIS JURADOS DICTAMINANTES

Ing. Henry Enciso Boluarte, por el apoyo y conocimiento brindado en cada una de las etapas de la investigación, por el tiempo dedicado a la realización del trabajo de investigación.

Mg. Ing. Carmen Cecilia Gil Rodríguez, por los conocimientos y experiencia que me brindó, por el tiempo que dispuso, por la paciencia y ánimos que me dio.

DIEGO IVAN



RESUMEN

La tesis, tuvo como objeto principal, el conocer las propiedades de los bloques huecos de concreto, unidad de albañilería de dimensiones 40x20x15 cm, 40x20x12 cm y 40x20x10 cm, frente a parámetros físico- mecánicos que exige la norma de albañilería, elaborados con piedra negra y puzolana, de la cantera de Ccocha, en el distrito de Tinta, provincia de Sicuani, Cusco.

Obteniéndose los siguientes resultados, que los bloques huecos de concreto de 40x20x15cm con piedra negra alcanzaron una resistencia a la compresión de 17.11 kg/cm² y los bloques de concreto con puzolana alcanzaron una resistencia a la compresión de 14.38 kg/cm². Así mismo los bloques de concreto de dimensiones 40x20x12 cm con piedra negra alcanzaron una resistencia a la compresión de 23.53 kg/cm² y los bloques de concreto con puzolana alcanzaron una resistencia de 19.06 kg/cm². Finalmente los bloques huecos de concreto de dimensiones 40x20x10 cm con piedra negra alcanzaron una resistencia a la compresión de 24.06 kg/cm² y los bloques de concreto con puzolana alcanzaron resistencias a la compresión de 18.09 kg/cm². Es por ello que se concluyó que los bloques de concreto elaborados con piedra negra de medidas 40x20x12cm y 40x20x10cm alcanzaron y superaron al mínimo requerido por la Norma Técnica E.070 para su uso en muros no portantes y los bloques de concreto elaborados con puzolana de medias 40x20x15cm, 40x20x12cm y 40x20x10cm no alcanzaron al mínimo requerido por la Norma E.070 para muros no portante.

PALABRAS CLAVES: Bloques huecos de concreto, puzolana, piedra negra, propiedades físico mecánicas, albañilería, cantera Ccocha – Sicuani - Cusco, características de los bloques huecos de concreto.



ABSTRACT

The thesis had as its main object, knowing the properties of hollow concrete masonry unit, physico-mechanical dimensions 40x20x15 cm, 40x20x10 cm 40x20x12 cm parameters versus the standard required masonry, made with black and pozzolan stone quarry Ccocha blocks, Tinta district, Sicuani province, Cusco.

The following results show that the 40x20x15cm hollow concrete blocks with black stone achieved a compressive strength of 17.11 kg / cm² and the concrete blocks with pozzolan reached a compressive strength of 14.38 kg / cm². Likewise, concrete blocks of dimensions 40x20x12 cm with black stone reached a compressive strength of 23.53 kg / cm² and concrete blocks with pozzolan reached a resistance of 19.06 kg / cm². Finally, concrete blocks 40x20x10 cm with black stone reached a compression strength of 24.06 kg / cm² and concrete blocks with pozzolan reached compressive strength of 18.09 kg / cm². For this reason, it was concluded that concrete blocks made of black stone measuring 40x20x12cm and 40x20x10cm reached and exceeded the minimum required by Technical Standard E.070 for use in non-load bearing walls, and concrete blocks made with pozzolan from Stockings 40x20x15cm, 40x20x12cm and 40x20x10cm did not reach the minimum required by Standard E.070 for non-load bearing walls.

KEY WORDS: Blocks of concrete, pozzolan, black stone, mechanical physical properties, masonry, quarry Ccocha - Sicuani - Cusco, characteristics of hollow concrete blocks.



INTRODUCCIÓN

En la Ciudad del Cusco uno de los principales materiales de construcción en tabiquería no estructural en edificaciones son las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) y los bloques huecos de concreto (bloquetas). Sin embargo la fabricación de estas unidades que constituyen bloques huecos de concreto en el departamento de Cusco se ve limitado debido a que estas unidades no cumplen con características físicas mecánicas especificadas en la norma E.070 (albañilería) y la NTP 339.604 (MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONCRETO). Existen diversas investigaciones que demuestran que el uso del concreto con puzolana ha logrado una gran evolución en todas sus propiedades como son: cálculo, diseño, resistencia, durabilidad, entre otras características que este le proporciona al concreto.

Es por esto que este material es de gran importancia para la ingeniería y para esta investigación que se basa en la fabricación de bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra, para posteriormente realizar un análisis comparativo de sus características físico mecánicas, con la finalidad de realizar un estudio experimental y técnico el cual permita demostrar que las unidades de albañilería huecas de concreto elaboradas con puzolana y piedra negra, permitan ser utilizadas como material de construcción (bloques huecos de concreto tipo “P” – Portante). Así mismo para que estas unidades sean aceptadas como material de construcción tiene que cumplir con la RESISTENCIA A ESFUERZOS DE COMPRESIÓN que exige la Norma de Estructuras E.070 Albañilería – del Reglamento Nacional de Edificaciones. Puesto que, los bloques de concreto, hoy en día son elaboradas con materiales diversos y aditivos cuya finalidad es aumentar la resistencia de este material, en donde se verifico que la contaminación hoy en día supera los rangos permisibles en la elaboración de materiales de construcción, y han optado por utilizar alternativas para evitar la emisión de gases y reducir el impacto ambiental.

Hoy en día existen empresas que desarrollaron unidades de albañilería que nos permiten alargar su vida útil (peso y resistencia), en una edificación o en diversos usos que se emplee, la tesis busca que estas unidades de albañilería sean capaces de cumplir con las exigencias de las normas constructivas.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
INTRODUCCIÓN	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	1
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.	1
1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	1
1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA.....	2
1.1.2.1 PROBLEMA GENERAL	2
1.1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA	3
1.2.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
A. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA:	3
B. JUSTIFICACIÓN SOCIAL:.....	3
C. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD:.....	4
D. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA:.....	4
1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.	4
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
• OBJETIVO ESPECIFICO N° 1:.....	6
• OBJETIVO ESPECIFICO N° 2:.....	6
• OBJETIVO ESPECIFICO N° 3:.....	7
• OBJETIVO ESPECIFICO N° 4:.....	7
• OBJETIVO ESPECIFICO N° 5:.....	7
1.5. HIPÓTESIS.....	7



- 1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.....7
- 1.5.2. SUB HIPÓTESIS.....7
 - SUB HIPÓTESIS N° 1:7
 - SUB HIPÓTESIS N° 2:8
 - SUB HIPÓTESIS N° 3:8
 - SUB HIPÓTESIS N° 4:8
 - SUB HIPÓTESIS N° 5:8
- 1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....8
 - 1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES8
 - 1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES.....9
 - 1.6.3. INDICADORES.....9
 - 1.6.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....10
- CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS.11
 - 2.1 ANTECEDENTES DE LA TESIS O DE LA INVESTIGACIÓN11
 - 2.1.1 A NIVEL NACIONAL.....11
 - 2.1.2 A NIVEL INTERNACIONAL13
 - 2.2 ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES15
 - 2.2.1 ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA.....15
 - 2.2.2 ALBAÑILERÍA ARMADA.....15
 - 2.2.3 ALBAÑILERÍA CONFINADA15
 - 2.2.4 ALBAÑILERÍA NO REFORZADA16
 - 2.2.5 ALBAÑILERÍA REFORZADA O ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL.....16
 - 2.2.6 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA HUECA16
 - 2.2.7 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA SOLIDA O MACIZA16
 - 2.2.8 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA TUBULAR.....17
 - 2.2.9 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA APILABLE.....17
 - 2.2.10 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ALVEOLAR17
 - 2.2.11 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA17
 - 2.2.12 TIPOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....18
 - 2.2.12.1 POR EL ÁREA QUE OCUPAN LOS ORIFICIOS.....18
 - 2.2.12.2 POR EL MATERIAL DE FABRICACIÓN21
 - 2.2.13 CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
43
 - 2.2.13.1 LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN44



CAPITULO 3: METODOLOGÍA.....45

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN45

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....45

3.1.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....45

3.1.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN46

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....46

3.2.1 DISEÑO METODOLÓGICO.....46

3.2.2 DISEÑO DE INGENIERÍA46

3.2.3 DISEÑO SOBRE EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....48

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA48

3.3.1 POBLACIÓN DE INVESTIGACIÓN48

3.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN DE INVESTIGACIÓN.....48

3.3.1.2 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN DE INVESTIGACIÓN48

3.3.2 MUESTRA.....48

3.3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE INVESTIGACIÓN.....48

3.3.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA DE INVESTIGACIÓN.....49

3.3.2.3 MÉTODO DE MUESTREO49

3.3.2.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA DE INVESTIGACIÓN49

3.3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN50

3.4 INSTRUMENTOS51

3.4.1 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.....51

3.4.1.1 GUÍAS DE OBSERVACIÓN DE DATOS EN LABORATORIO.....51

3.4.2 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA.....56

3.4.2.1 CUÑAS DE ALABEO56

3.4.2.2 BALANZA ELECTRÓNICA56

3.4.2.3 VERNIER.....57

3.4.2.4 HORNO ELÉCTRICO.....57

3.4.2.5 MÁQUINA A COMPRESIÓN58

3.5 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....59

3.5.1 VARIACIÓN DIMENSIONAL59

3.5.1.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....59

3.5.1.2 PROCEDIMIENTO.....59

3.5.1.3 TOMA DE DATOS60

3.5.2 ALABEO.....69



- 3.5.2.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....69
- 3.5.2.2 PROCEDIMIENTO.....69
- 3.5.2.3 TOMA DE DATOS.....71
- 3.5.3 SUCCIÓN.....74
 - 3.5.3.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....74
 - 3.5.3.2 PROCEDIMIENTO.....76
 - 3.5.3.3 TOMA DE DATOS.....77
- 3.5.4 ABSORCIÓN80
 - 3.5.4.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....80
 - 3.5.4.2 PROCEDIMIENTO.....81
 - 3.5.4.3 TOMA DE DATOS.....82
- 3.5.5 RESISTENCIA A COMPRESIÓN85
 - 3.5.5.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....85
 - 3.5.5.2 PROCEDIMIENTO.....86
 - 3.5.5.3 TOMA DE DATOS.....87
- 3.6 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS91
 - 3.6.1 ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL.....91
 - 3.6.1.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA.....91
 - 3.6.1.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA.....115
 - 3.6.2 ANÁLISIS DEL ALABEO139
 - 3.6.2.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA.....139
 - 3.6.2.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA.....153
 - 3.6.3 ANÁLISIS DE SUCCIÓN166
 - 3.6.3.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA.....166
 - 3.6.3.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA.....172
 - 3.6.4 ANÁLISIS DE LA ABSORCIÓN178
 - 3.6.4.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA.....178
 - 3.6.4.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA.....184
 - 3.6.5 ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN190
 - 3.6.5.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA.....190
 - 3.6.5.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA.....196
- CAPITULO 4: RESULTADOS203
 - 4.1. RESULTADOS PRUEBA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL203
 - 4.2. RESULTADOS PRUEBA DE ALABEO210



4.3. RESULTADOS PRUEBA DE ABSORCIÓN213

4.4. RESULTADOS PRUEBA DE SUCCIÓN.....216

4.5. RESULTADOS PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN219

CAPITULO 5: DISCUSIÓN222

GLOSARIO227

GLOSARIO DE TÉRMINOS230

CONCLUSIONES.....231

 CONCLUSIÓN N°1:.....231

 CONCLUSIÓN N°2:.....231

 CONCLUSIÓN N°3:.....232

 CONCLUSIÓN N°4:.....232

 CONCLUSIÓN N°5:.....233

 CONCLUSIÓN N°6:.....233

RECOMENDACIONES.....234

 RECOMENDACIÓN N°1:.....234

 RECOMENDACIÓN N°2:.....234

 RECOMENDACIÓN N°3:.....234

 RECOMENDACIÓN N°4:.....234

 RECOMENDACIÓN N°5:.....235

 RECOMENDACIÓN N°6:.....235

 RECOMENDACIÓN N°7:.....235

 RECOMENDACIÓN N°8:.....235

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....236

ANEXOS238

 ANEXO N°1: PANEL FOTOGRÁFICO238

 ANEXO N°2: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....245

 ANEXO N°3: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I246



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA (unidad de medida “cm”).....	18
FIGURA N° 2: ÁREA NETA VS ÁREA BRUTA EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	18
FIGURA N° 3: UNIDADES SOLIDAS O MACIZAS.....	19
FIGURA N° 4: UNIDADES HUECAS DE ALBAÑILERÍA	20
FIGURA N° 5: UNIDADES PERFORADAS DE ALBAÑILERÍA.....	20
FIGURA N° 6: UNIDADES TUBULARES DE ALBAÑILERÍA	21
FIGURA N° 7: LADRILLOS SÍLICO- CALCÁREOS (unidad de medida “cm”).....	22
FIGURA N° 8: BLOQUES DE CONCRETO	23
FIGURA N° 9: PARTES DE UN BLOQUE DE CONCRETO.....	24
FIGURA N° 10: DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL	26
FIGURA N° 11: DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	27
FIGURA N° 12: DETERMINACIÓN DE ALABEO Y PRUEBA NECESARIA.....	28
FIGURA N° 13: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD E SUCCIÓN	29
FIGURA N° 14: PROPIEDADES QUÍMICAS DEL CEMENTO.....	33
FIGURA N° 15: PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO.....	33
FIGURA N° 16: ROCA VOLCÁNICA CANDESITA PORFIRITICA.....	40
FIGURA N° 17: LOCALIZACIÓN DEL VOLCÁN QUIMSACHATA DE FORMACIONES DE LAVA NEGRA	41
FIGURA N° 18: DIAGRAMA DE FLUJO.....	47
FIGURA N° 19: CUÑAS DE ALABEO.....	56
FIGURA N° 20: BALANZA CON APROXIMACIÓN DE 5000MG	56
FIGURA N° 21: VERNIER.....	57
FIGURA N° 22: HORNO ELÉCTRICO.....	57
FIGURA N° 23: MÁQUINA A COMPRESIÓN (ACCUTEK)	58
FIGURA N° 24: INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN PRUEBA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL.....	59
FIGURA N° 25: TOMA DE DATOS POR LADO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA CON VERNIER.....	59
FIGURA N° 26: INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN PRUEBA DE ALABEO	69
FIGURA N° 27: MEDICIÓN POR UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.....	70
FIGURA N° 28: MEDICIÓN DE CONVEXIDAD POR UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	70
FIGURA N° 29: CONTENEDOR TRANSPARENTE PARA ENSAYO DE SUCCIÓN ...	74
FIGURA N° 30: BALANZA ELECTRÓNICA CON PRECISIÓN DE 0.5 GR	75
FIGURA N° 31: HORNO ELÉCTRICO PARA SECADO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	75
FIGURA N° 32: BALANZA ELECTRÓNICA CON PRECISIÓN 1.0 GR	80
FIGURA N° 33: CONTENEDOR DE PLÁSTICO 80 LTS	80
FIGURA N° 34: HORNO ELÉCTRICO PARA SECADO DE MUESTRAS DE ALBAÑILERÍA	81



FIGURA N° 35: EQUIPO DE COMPRESIÓN AXIAL ACCUTEK85

FIGURA N° 36: NEOPRENOS DE GOMA SUSTITOS A LA UTILIZACIÓN DE
CAPPING EN BLOQUES DE CONCRETO.....85

FIGURA N° 37: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE
MUESTRA94

FIGURA N° 38: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE
MUESTRA94

FIGURA N° 39: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE
MUESTRA95

FIGURA N° 40: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TIZÓN MÍNIMO POR UNIDAD DE
MUESTRA95

FIGURA N° 41: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE
MUESTRA96

FIGURA N° 42: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE
MUESTRA96

FIGURA N° 43: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO POR UNIDAD DE
MUESTRA97

FIGURA N° 44: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE
MUESTRA97

FIGURA N° 45: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE
MUESTRA98

FIGURA N° 46: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE
MUESTRA102

FIGURA N° 47: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE
MUESTRA102

FIGURA N° 48: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE
MUESTRA103

FIGURA N° 49: VARIACIÓN DIMENSIONAL MÍNIMO DE TIZÓN POR UNIDAD DE
MUESTRA103

FIGURA N° 50: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE
MUESTRA104

FIGURA N° 51: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE
MUESTRA104

FIGURA N° 52: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO MÍNIMO POR UNIDAD DE
MUESTRA105

FIGURA N° 53: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE
MUESTRA105

FIGURA N° 54: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE
MUESTRA106

FIGURA N° 55: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE
MUESTRA110

FIGURA N° 56: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE
MUESTRA110

FIGURA N° 57: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE
MUESTRA111

FIGURA N° 58: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TIZÓN MÍNIMO POR UNIDAD DE
MUESTRA111



FIGURA N° 59: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA112

FIGURA N° 60: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA112

FIGURA N° 61: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA113

FIGURA N° 62: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA113

FIGURA N° 63: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA114

FIGURA N° 64: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE MUESTRA118

FIGURA N° 65: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA118

FIGURA N° 66: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA119

FIGURA N° 67: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TIZÓN MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA119

FIGURA N° 68: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA120

FIGURA N° 69: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA120

FIGURA N° 70: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA121

FIGURA N° 71: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA121

FIGURA N° 72: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA122

FIGURA N° 73: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE MUESTRA126

FIGURA N° 74: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA126

FIGURA N° 75: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA127

FIGURA N° 76: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TIZÓN MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA127

FIGURA N° 77: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA128

FIGURA N° 78: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA128

FIGURA N° 79: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA129

FIGURA N° 80: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA129

FIGURA N° 81: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA130



FIGURA N° 82: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE MUESTRA134

FIGURA N° 83: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA134

FIGURA N° 84: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA135

FIGURA N° 85: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TIZÓN MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA135

FIGURA N° 86: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA136

FIGURA N° 87: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA136

FIGURA N° 88: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA137

FIGURA N° 89: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA137

FIGURA N° 90: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA138

FIGURA N° 91: CONCAVIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA141

FIGURA N° 92: CONVEXIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA141

FIGURA N° 93: CONVEXIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA142

FIGURA N° 94: CONCAVIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA142

FIGURA N° 95: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA (mm)143

FIGURA N° 96: CONCAVIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA146

FIGURA N° 97: CONVEXIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA146

FIGURA N° 98: CONVEXIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA147

FIGURA N° 99: CONCAVIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA147

FIGURA N° 100: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA (mm)148

FIGURA N° 101: CONCAVIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA150

FIGURA N° 102: CONVEXIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA151

FIGURA N° 103: CONVEXIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA151

FIGURA N° 104: CONCAVIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA152

FIGURA N° 105: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA (mm)152

FIGURA N° 106: CONCAVIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA154

FIGURA N° 107: CONVEXIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA155

FIGURA N° 108: CONVEXIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA155

FIGURA N° 109: CONCAVIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA156

FIGURA N° 110: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA156

FIGURA N° 111: CONCAVIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA159

FIGURA N° 112: CONVEXIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA159

FIGURA N° 113: CONVEXIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA160

FIGURA N° 114: CONCAVIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA160



FIGURA N° 115: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA161

FIGURA N° 116: CONCAVIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA163

FIGURA N° 117: CONVEXIDAD SUPERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA164

FIGURA N° 118: CONVEXIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA164

FIGURA N° 119: CONCAVIDAD INFERIOR POR UNIDAD DE MUESTRA.....165

FIGURA N° 120: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA165

FIGURA N° 133: VOLUMEN DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO POR UNIDAD DE MUESTRA.....167

FIGURA N° 134: VOLUMEN DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO POR UNIDAD DE MUESTRA.....169

FIGURA N° 135: VOLUMEN DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO POR UNIDAD DE MUESTRA.....171

FIGURA N° 136: VOLUMEN DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO POR UNIDAD DE MUESTRA.....173

FIGURA N° 137: VOLUMEN DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO POR UNIDAD DE MUESTRA.....175

FIGURA N° 138: VOLUMEN DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO POR UNIDAD DE MUESTRA.....177

FIGURA N° 121: VOLUMEN DE AGUA ABSORBIDA POR UNIDAD DE MUESTRA 179

FIGURA N° 122: PORCENTAJE DE AGUA RETENIDA POR UNIDAD DE MUESTRA179

FIGURA N° 123: VOLUMEN DE AGUA ABSORBIDA POR UNIDAD DE MUESTRA 181

FIGURA N° 124: PORCENTAJE DE AGUA RETENIDA POR UNIDAD DE MUESTRA181

FIGURA N° 125: VOLUMEN DE AGUA ABSORBIDA POR UNIDAD DE MUESTRA 183

FIGURA N° 126: PORCENTAJE DE AGUA RETENIDA POR UNIDAD DE MUESTRA183

FIGURA N° 127: VOLUMEN DE AGUA ABSORBIDA POR UNIDAD DE MUESTRA 185

FIGURA N° 128: PORCENTAJE DE AGUA RETENIDA POR UNIDAD DE MUESTRA185

FIGURA N° 129: VOLUMEN DE AGUA ABSORBIDA POR UNIDAD DE MUESTRA 187

FIGURA N° 130: PORCENTAJE DE AGUA RETENIDA POR UNIDAD DE MUESTRA187

FIGURA N° 131: VOLUMEN DE AGUA ABSORBIDA POR UNIDAD DE MUESTRA 189

FIGURA N° 132: PORCENTAJE DE AGUA RETENIDA POR UNIDAD DE MUESTRA189

FIGURA N° 139: VARIACIÓN DE RESISTENCIA POR UNIDAD DE MUESTRA.....191

FIGURA N° 140: VARIACIÓN DE RESISTENCIA POR UNIDAD DE MUESTRA.....193

FIGURA N° 141: VARIACIÓN DE RESISTENCIA POR UNIDAD DE MUESTRA.....195

FIGURA N° 142: VARIACIÓN DE RESISTENCIA POR UNIDAD DE MUESTRA.....197

FIGURA N° 143: VARIACIÓN DE RESISTENCIA POR UNIDAD DE MUESTRA.....199

FIGURA N° 144: VARIACIÓN DE RESISTENCIA POR UNIDAD DE MUESTRA.....201

FIGURA N° 145: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL POR SOGA204



FIGURA N° 146: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL POR TIZÓN.....205

FIGURA N° 147: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL POR GRUESO.....206

FIGURA N° 148: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL POR SOGA207

FIGURA N° 149: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL POR TIZÓN.....208

FIGURA N° 150: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL POR GRUESO.....209

FIGURA N° 151: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE ALABEO.....211

FIGURA N° 152: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE ALABEO.....212

FIGURA N° 153: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE ABSORCIÓN214

FIGURA N° 154: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE ABSORCIÓN215

FIGURA N° 155: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE SUCCIÓN217

FIGURA N° 156: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE SUCCIÓN218

FIGURA N° 157: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....220

FIGURA N° 158: RESULTADOS OBTENIDOS PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....221

**ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA N° 1: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	10
TABLA N° 2: RESISTENCIA MÍNIMA EN ROTURA A COMPRESIÓN	25
TABLA N° 3: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO	30
TABLA N° 4: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO	30
TABLA N° 5: LIMITES PERMISIBLES DEL AGUA	35
TABLA N° 6: VENTAJAS DE LA PUZOLANA	37
TABLA N° 7: CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES	43
TABLA N° 8: LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES	44
TABLA N° 9: CANTIDAD DE ELEMENTOS CONSIDERADOS EN LA MUESTRA	49
TABLA N° 10 : FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO-“ENSAYO DE ABSORCIÓN”	51
TABLA N° 11: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO-“ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL”	52
TABLA N° 12: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO-“ENSAYO DE ALABEO”	53
*TABLA N° 13: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO-“ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN”	54
TABLA N° 14: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO-“ENSAYO DE SUCCIÓN”	55
TABLA N° 15: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA	60
TABLA N° 16: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA	60
TABLA N° 17: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA	61
TABLA N° 18: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD MUESTRA	61
TABLA N° 19: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD MUESTRA	62
TABLA N° 20: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA	62
TABLA N° 21: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA	63
TABLA N° 22: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA	63
TABLA N° 23: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA	64
TABLA N° 24: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA	64
TABLA N° 25: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA	65
TABLA N° 26: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA	65
TABLA N° 27: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA	66
TABLA N° 28: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA	66
TABLA N° 29: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA	67
TABLA N° 30: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA	67
TABLA N° 31: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA	68
TABLA N° 32: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA	68
TABLA N° 33: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA	71
TABLA N° 34: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA	71
TABLA N° 35: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA	72
TABLA N° 36: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA	72



TABLA N° 37: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA..... 73
TABLA N° 38: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA..... 73
TABLA N° 39: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA 77
TABLA N° 40: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA 77
TABLA N° 41: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA 78
TABLA N° 42: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA 78
TABLA N° 43: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA 79
TABLA N° 44: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA 79
TABLA N° 45: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA 82
TABLA N° 46: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA 82
TABLA N° 47: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA 83
TABLA N° 48: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA 83
TABLA N° 49: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA 84
TABLA N° 50: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA 84
TABLA N° 51: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA 87
TABLA N° 52: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA 88
TABLA N° 53: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA 88
TABLA N° 54: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA 89
TABLA N° 55: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA 89
TABLA N° 56: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA 90
TABLA N° 57: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA 91
TABLA N° 58: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES..... 91
TABLA N° 59: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA 92
TABLA N° 60: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES 92
TABLA N° 61: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA..... 93
TABLA N° 62: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES 93
TABLA N° 63: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA 99
TABLA N° 64: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES..... 99
TABLA N° 65: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA 100
TABLA N° 66: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES 100
TABLA N° 67: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA..... 101
TABLA N° 68: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES 101
TABLA N° 69: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA 107



TABLA N° 70: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES.....107

TABLA N° 71: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA108

TABLA N° 72: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES108

TABLA N° 73: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA.....109

TABLA N° 74: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES109

TABLA N° 75: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA115

TABLA N° 76: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES.....115

TABLA N° 77: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA116

TABLA N° 78: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES116

TABLA N° 79: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA.....117

TABLA N° 80: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES117

TABLA N° 81: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA123

TABLA N° 82: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES.....123

TABLA N° 83: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA124

TABLA N° 84: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES124

TABLA N° 85: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA.....125

TABLA N° 86: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES125

TABLA N° 87: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA131

TABLA N° 88: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES.....131

TABLA N° 89: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA132

TABLA N° 90: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA132

TABLA N° 91: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA.....133

TABLA N° 92: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES133



TABLA N° 93: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA139

TABLA N° 94: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR SUPERFICIE DE ASIENTO140

TABLA N° 95: CONCAVIDAD, CONVEXIDAD Y ALABEO PROMEDIO DE LAS UNIDADES MUESTRALES140

TABLA N° 96: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA144

TABLA N° 97: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR SUPERFICIE DE ASIENTO145

TABLA N° 98: CONCAVIDAD, CONVEXIDAD Y ALBEO PROMEDIO DE LAS UNIDADES MUESTRALES145

TABLA N° 99: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA149

TABLA N° 100: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR SUPERFICIE DE ASIENTO149

TABLA N° 101: CONCAVIDAD, CONVEXIDAD Y ALABEO PROMEDIO DE LAS UNIDADES MUESTRALES150

TABLA N° 102: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA153

TABLA N° 103: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR SUPERFICIE DE ASIENTO154

TABLA N° 104: CONCAVIDAD, CONVEXIDAD Y ALABEO PROMEDIO DE LAS UNIDADES MUESTRALES154

TABLA N° 105: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA157

TABLA N° 106: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR SUPERFICIE DE ASIENTO158

TABLA N° 107: CONCAVIDAD, CONVEXIDAD Y ALABEO PROMEDIO DE LAS UNIDADES MUESTRALES.158

TABLA N° 108: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA162

TABLA N° 109: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD PROMEDIO POR SUPERFICIE DE ASIENTO162

TABLA N° 110: CONCAVIDAD, CONVEXIDAD Y ALBEO PROMEDIO DE LAS UNIDADES MUESTRALES163

TABLA N° 123: VOLUMEN DE SUCCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA DURANTE 60 SEGUNDOS166

TABLA N° 124: PROMEDIO DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO DE LAS UNIDADES MUESTRALES167

TABLA N° 125: VOLUMEN DE SUCCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA DURANTE 60 SEGUNDOS168

TABLA N° 126: PROMEDIO DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO DE LAS UNIDADES MUESTRALES168

TABLA N° 127: VOLUMEN DE SUCCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA DURANTE 60 SEGUNDOS170



TABLA N° 128: PROMEDIO DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO DE LAS UNIDADES MUESTRALES170

TABLA N° 129: VOLUMEN DE SUCCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA DURANTE 60 SEGUNDOS172

TABLA N° 130: PROMEDIO DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO DE LAS UNIDADES MUESTRALES172

TABLA N° 131: VOLUMEN DE SUCCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA DURANTE 60 SEGUNDOS174

TABLA N° 132: PROMEDIO DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO DE LAS UNIDADES MUESTRALES174

TABLA N° 133: VOLUMEN DE SUCCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA DURANTE 60 SEGUNDOS176

TABLA N° 134: PROMEDIO DE SUCCIÓN Y SUCCIÓN CORREGIDO DE LAS UNIDADES MUESTRALES176

TABLA N° 111: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA.....178

TABLA N° 112: PROMEDIO PORCENTUAL DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES178

TABLA N° 113: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA.....180

TABLA N° 114: PROMEDIO PORCENTUAL DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES180

TABLA N° 115: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA.....182

TABLA N° 116: PROMEDIO PORCENTUAL DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES182

TABLA N° 117: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA.....184

TABLA N° 118: PROMEDIO PORCENTUAL DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES184

TABLA N° 119: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA.....186

TABLA N° 120: PROMEDIO PORCENTUAL DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES186

TABLA N° 121: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA.....188

TABLA N° 122: PROMEDIO PORCENTUAL DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES188

TABLA N° 135: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA190

TABLA N° 136: PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN MÁXIMA DE LAS UNIDADES MUESTRALES191

TABLA N° 137: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA192

TABLA N° 138: PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN MÁXIMA DE LAS UNIDADES MUESTRALES193

TABLA N° 139: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA194

TABLA N° 140: PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN MÁXIMA DE LAS UNIDADES MUESTRALES195

TABLA N° 141: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA196

TABLA N° 142: PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN MÁXIMA DE LAS UNIDADES MUESTRALES197

TABLA N° 143: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA198

TABLA N° 144: PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN MÁXIMA DE LAS UNIDADES MUESTRALES199



TABLA N° 145: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA	200
TABLA N° 146: PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN MÁXIMA DE LAS UNIDADES MUESTRALES	201
TABLA N° 147: RESUMEN COMPARATIVO DE RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL.....	203
TABLA N° 148: RESUMEN COMPARATIVO DE RESULTADOS DE ALABEO.....	210
TABLA N° 149: RESUMEN COMPARATIVO DE RESULTADOS DE ABSORCIÓN..	213
TABLA N° 150: RESUMEN COMPARATIVO DE RESULTADOS DE SUCCIÓN	216
TABLA N° 151: RESUMEN COMPARATIVO DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	219



CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Las unidades de albañilería bloques huecos de concreto tipo “P”, es uno de los componentes básicos para la construcción de la albañilería en nuestra sociedad. Esta unidad se elabora con cemento, agregados y agua; y dependiendo de esta dosificación se pueden elaborar para diferentes fines (Casabone, 2005), estas unidades se producen en condiciones extremadamente disimiles: en sofisticadas fábricas, bajo un estricto control industrial, o en precarias canchas – como ocurre en nuestra ciudad – mediante procedimientos rudimentarios y sin ningún control de calidad. Es por ello, que por ejemplo en nuestra ciudad podemos observar, que las formas, tipos, dimensiones y pesos de estas unidades, son de variedad prácticamente ilimitada, y que la calidad de estas unidades – medida por el valor y por el coeficiente de variación de sus propiedades significativas – cubra el rango, desde pésimo hasta excelente.

Mediante el empleo de un nuevo material como es “La Puzolana” obtendremos unidades de albañilería bloques huecos de concreto de mayor resistencia, menor peso y aun bajo costo, y también contribuiremos a reducir la contaminación ambiental mediante el mejoramiento de sus propiedades físicas para la duración en el tiempo de vida útil.



1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA

Durante el proceso de fabricación de los ladrillos existen una serie de problemas como son:

1.1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Las propiedades Físico-Mecánicas de los bloques huecos de concreto elaborados con Puzolana y Piedra negra de la cantera de Ccocha del distrito de Tinta en la provincia de Sicuani-Cusco, cumplen con los parámetros especificados en la Norma E.070?

1.1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- **PROBLEMA ESPECIFICO N° 1:**

¿Cuál será el valor de la resistencia a la compresión de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y los bloques huecos de concreto elaborados con piedra negra, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070?

- **PROBLEMA ESPECIFICO N° 2:**

¿Cuál será la variabilidad de absorción de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y los bloques huecos de concreto elaborados con piedra negra, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070?

- **PROBLEMA ESPECIFICO N° 3:**

¿Cuál será la variabilidad dimensional de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y los bloques huecos de concreto elaborados con piedra negra, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070?



- **PROBLEMA ESPECIFICO N° 4:**

¿Cuál será la variabilidad de succión de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y los bloques huecos de concreto elaborados con piedra negra, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070?

- **PROBLEMA ESPECIFICO N° 5:**

¿Cuál será la variabilidad de alabeo de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y los bloques huecos de concreto elaborados con piedra negra, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

1.2.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA:

❖ Dentro de los aportes de la Universidad Andina del Cusco, y principalmente en nuestra Escuela Profesional de Ingeniería Civil, es importante el de contribuir con el conocimiento y empleo de unidades de albañilería (bloques huecos de concreto), que no son muy comúnmente usadas en la ciudad del Cusco; para que sean de buena calidad en su uso en sistemas estructurales de las edificaciones, elaboradas con puzolana y piedra negra; verificando sus propiedades físico – mecánicas, de acuerdo a los requisitos mínimos de la norma E-070 (NORMA DE ALBAÑILERÍA).

B. JUSTIFICACIÓN SOCIAL:

❖ Esta investigación contribuirá de sobremanera a la sociedad y a los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cuso, puesto que todos necesitamos conocer si las unidades de albañilería, bloques huecos de concreto, elaborados con puzolana y piedra negra, en el distrito de Tinta – Sicuani, son de buena calidad para



la construcción, debido a que son fabricados sin ningún tipo de control de calidad. Así mismo, la generación de residuos sólidos de unidades de albañilería son muy frecuentes en estos últimos tiempos, lo cual exige un manejo y gestión adecuada del control de calidad de estos, a fin de no generar impactos negativos a la salud y el medio ambiente.

C. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD:

- ❖ La investigación contará con acceso a las instalaciones de Laboratorio de Concreto y Asfalto de la Universidad Andina del Cusco, así mismo, se tendrá acceso a la recopilación y procesamiento de datos. Los equipos y materiales adicionales que se utilizarán están a disponibilidad y alcance por su bajo costo para la investigación.

D. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA:

- ❖ La importancia de la investigación es conocer la calidad de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra, utilizados para mejorar las características de estos tipos de unidades, con el propósito de brindar un material con alta resistencia, menores fisuras y menor peso. Es por eso que podremos demostrar la relevancia de la investigación y contribuir al uso adecuado de las unidades de albañilería en las construcciones.

1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

- ❖ Se limita a la zona de estudio ubicado en el distrito de Tinta, provincia de Sicuani y departamento del Cusco.
- ❖ Se limita al estudio de las unidades de albañilería bloques de concreto elaborados con puzolana, fabricados en el distrito de Tinta, provincia de Sicuani y departamento del Cusco.



- ❖ Se limita al estudio de las unidades de albañilería bloques de concreto elaborados con piedra negra, fabricados en el distrito de Tinta, provincia de Sicuani y departamento del Cusco.
- ❖ La tesis se limita al estudio de las unidades de albañilería bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra de características: [40x20x15] cm, [40x20x12] cm y [40x20x10] cm.
- ❖ La tesis se limita al estudio de las unidades de albañilería bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra de espesor de pared de 1.5cm.
- ❖ Se limita al estudio del tipo de componentes (agregado fino y grueso, cemento tipo I, agua, puzolana y piedra negra), utilizados por el fabricante en el Distrito de Tinta - Sicuani - Cusco.
- ❖ La tesis se limita al estudio de la dosificación de los materiales propuesta por el fabricante (1.0 bolsa cemento, 0.22m³ puzolana o piedra negra, 0.04m³ agua).
- ❖ Se limita el estudio a la cara de asentado de los bloques huecos de concreto de todas las dimensiones antes mencionadas, perpendiculares a los orificios.
- ❖ El estudio se limita a la evaluación de la variación dimensional de las unidades de albañilería bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra.
- ❖ Se limita a la evaluación del alabeo de las unidades de albañilería bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra.
- ❖ Se limita a la evaluación del porcentaje de succión de las unidades de albañilería bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra.



- ❖ Se limita a la evaluación de absorción de las unidades de albañilería bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra.
- ❖ Se limita a la evaluación de la resistencia a compresión utilizando la máquina compresor de las unidades de albañilería bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra.
- ❖ Se limita a la evaluación de la resistencia a compresión máquina de los bloques de concreto refrendados con neoprenos de goma de espesor 10 mm.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar las propiedades físico mecánicas de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra de la cantera de Ccocha en el Distrito de Tinta- Sicuani evaluados bajo los parámetros de la Norma E.070 - Albañilería.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **OBJETIVO ESPECIFICO N° 1:**

Determinar la resistencia a la compresión de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el Distrito de Tinta- Sicuani, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070

- **OBJETIVO ESPECIFICO N° 2:**

Evaluar la absorción de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el Distrito de Tinta- Sicuani, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070



- **OBJETIVO ESPECIFICO N° 3:**

Evaluar la variabilidad dimensional de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el Distrito de Tinta- Sicuani, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070

- **OBJETIVO ESPECIFICO N° 4:**

Evaluar la succión de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el Distrito de Tinta- Sicuani, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070

- **OBJETIVO ESPECIFICO N° 5:**

Evaluar el alabeo de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra en el Distrito de Tinta- Sicuani, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070

1.5. HIPÓTESIS.

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el Distrito de Tinta- Sicuani, cumplen con los parámetros especificados en la norma E.070.

1.5.2. SUB HIPÓTESIS

- **SUB HIPÓTESIS N° 1:**

El valor de la resistencia a compresión de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el distrito de Tinta sometidos a esfuerzos de compresión serán mayores a 50 kg/cm².



- **SUB HIPÓTESIS N° 2:**
Los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el distrito de Tinta – Sicuani, presentan mejores características de absorción, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070.
- **SUB HIPÓTESIS N° 3:**
Las variabilidades dimensionales de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el distrito de Tinta – Sicuani, serán menores respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070.
- **SUB HIPÓTESIS N° 4:**
Los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el distrito de Tinta – Sicuani, presentan mejores características de succión, respecto a lo indicado en la Norma Técnica E.070.
- **SUB HIPÓTESIS N° 5:**
Los variabilidad de alabeo de los bloques huecos de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el distrito de Tinta – Sicuani, serán mayores que los máximos permisibles en la Norma Técnica E.070.

1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES.

1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

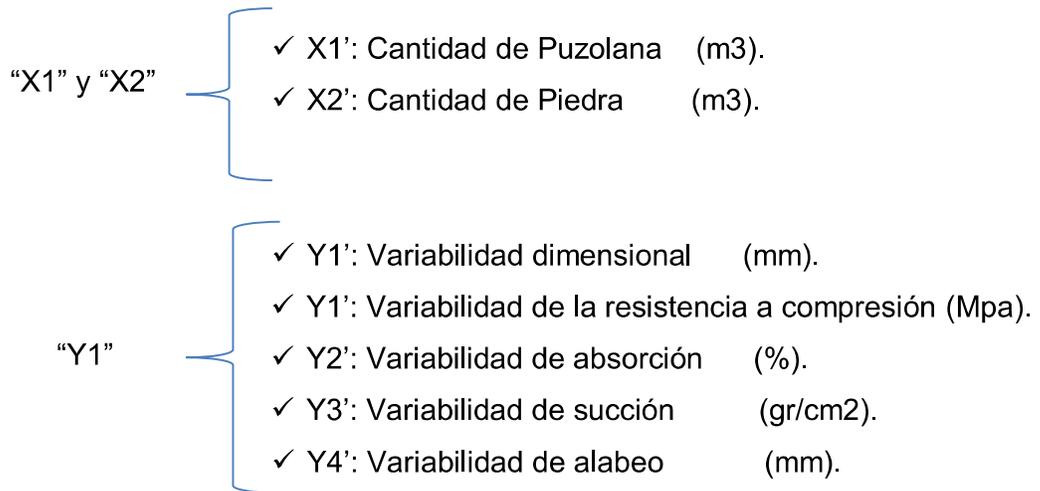
- ✓ X1: Puzolana (Roca volcánica muy fragmentada y de composición basáltica utilizado como aislante en la construcción y fabricación de cemento hidráulico).
- ✓ X2: Piedra Negra (Mineral de la clase VIII (silicatos), según la clasificación de Strunz, grupo de los ciclosilicatos).



1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- ✓ Y1: Bloque hueco de concreto (elementos prefabricados que se utilizan como alternativa a los ladrillos de arcilla en la construcción).

1.6.3. INDICADORES





1.6.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA N° 1: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE				
X1: Puzolana	Las puzolanas son materiales naturales o artificiales que contienen sílice y/o alúmina. No son cementos en sí, pero cuando son molidos finamente y mezcladas con cal, la mezcla fraguará y endurecerá a temperaturas normales en presencia de apara, como el cemento.	% de puzolana	*Cantidad de Puzolana	Fichas de Laboratorio
X2: Piedra negra	Materia mineral dura y de estructura compacta que constituye las rocas.	% de piedra negra	*Cantidad de Piedra Negra	
VARIABLE DEPENDIENTE				
Y1: Bloque hueco	Un bloque hueco es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes.	Resistencia a los 28 días	* Variabilidad de la resistencia a compresión	Fichas de Laboratorio
		peso de la unidad en (gr)	*Variabilidad de absorción	
		* Variacion de Largo	*Variabilidad de succión	
		*Variacion de Ancho	*Variabilidad de alabeo	
		*Variacion de Altura	*Variabilidad dimensional	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS.

2.1 ANTECEDENTES DE LA TESIS O DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1 A NIVEL NACIONAL.

TÍTULO: “FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON UNA MESA VIBRADORA”

AUTORES: Dr.Ing. Javier Arrieta Freyre y Bach.Ing. Enrique Peñaherrera Deza

LUGAR: Lima, Perú (Programa Científico PC - CISMID, 1999-2000)

AÑO: 2001

Según (Arrieta Freyre & Peñaherrera Deza, 2001), los bloques de concreto son elementos modulares pre moldeados diseñados para la albañilería confinada y armada. En su fabricación a pie de obra sólo se requiere materiales básicos usuales, como son la piedra partida, la arena, el cemento y el agua; pudiéndose evitar el problema de transporte de unidades fabricadas, lo cual favorece su elaboración y facilita su utilización en la autoconstrucción, la que deberá contar con el respaldo técnico necesario [...]

Actualmente en la elaboración de bloques se viene utilizando grandes máquinas vibradoras, sin embargo la disponibilidad de este tipo de equipos en muchas zonas es prácticamente nula, obligando a recurrir a la vibración manual, el tal motivo, la propuesta de utilizar mesas vibratorias pequeñas resulta una alternativa constructiva que hace viable la albañilería con bloques de concreto.

Para la producción de los bloques de concreto se implementa un taller de mediana escala que permita la fabricación de las unidades, con una producción de 300 bloques al día con personal mínimo (1 operario y dos ayudantes); el equipamiento está conformado por una mesa vibradora de 1.2m x 0.6 de 3 HP, moldes metálicos y un área de producción de 50 m²; ésta comprende una zona



de materiales y agregado, una zona de mezclado y fabricación, una zona de desmolde y zona de curado.

De los ensayos realizados en esta investigación con diferentes dosificaciones con agregados usuales y cementos Portland tipo I, se puede concluir que la mesa vibradora permite la fabricación de bloques vibro compactados que cumplen con las resistencias establecidas por la norma NTP 339.005 NTP339.007; así mismo se propone como mezcla de diseño óptimo la dosificación 1:5:2 (cemento: arena: piedra) en volumen.

En forma similar a los bloques, también se puede fabricar en el mismo taller y variando solamente los moldes, bloques tipo piso grass y adoquines de concreto, entre otras unidades.

TÍTULO: “USO DE CONCRETO LIGERO CON AGREGADO DE ROCA VOLCÁNICA EN LA FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL”

AUTORES: Ing. Carlos Rolando Ibearcena Lajo.

LUGAR: Universidad Católica de Santa María

AÑO: 2013

La tesis propone la utilización de roca volcánica como es la piedra pómez, en la fabricación de bloques de concreto para ser usados en la construcción de tabiques.

El aporte de la investigación es la experiencia obtenida con la roca volcánica donde se determinó las características de la mezcla, como la disminución de volúmenes a pesar que la investigación tiene diferentes agregados y es de otro tipo de ensayo, pero se conservó la roca volcánica como uno de sus elementos.



TÍTULO: “PROTOTIPO DE BLOQUE LIGERO VIBRO COMPACTADO PARA ALBAÑILERÍA APILABLE ELABORADO A BASE DE PUZOLANA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO ESTABLECIENDO LA RELACIÓN ENTRE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y GRADO DE COMPACTACIÓN”

AUTORES: Bach. Donny Miguel Rodríguez Grozzo y Bach. Joel Fabricio Irrazabal Ordoñez.

LUGAR: Cusco, Perú (Universidad Andina del Cusco)

AÑO: 2016

Según la investigación, tuvo como finalidad la elaboración de un prototipo de bloque ligero vibro compactado de concreto para la albañilería apilable elaborado a base de puzolana y fibras de polipropileno.

Se caracteriza el material utilizado para lograr una mejor descripción del prototipo teniendo en cuenta las propiedades particulares de los componentes. Se analizó las pruebas físicas- mecánicas del prototipo determinando la ecuación correspondiente al grado de compactación y resistencia a la compresión.

2.1.2 A NIVEL INTERNACIONAL

TÍTULO: “ELABORACIÓN INDUSTRIAL DE BLOQUES DE CONCRETO EMPLEANDO CENIZA VOLANTE”

AUTORES: Cristina Patricia Bernal, Margarita Enid Ramirez Carmona

LUGAR: Medellín, Colombia (Universidad Pontificia Bolivariana)

AÑO: 2008

Según (Lamb Bernal & Ramirez Carmona, 2008), se fabricaron bloques de concreto 15x20x40 R10 a nivel industrial, en los que se reemplazó cemento por ceniza volante hasta en un 20%, las proporciones de la mezcla de los diferentes



lotes de bloques, se obtuvieron de un diseño experimental de mezcla, en el que las variables independientes fueron el agua, el cemento y la ceniza volante, y la variable respuesta la resistencia. Mediante los resultados obtenidos del diseño experimental, se optimizó el uso de ceniza como reemplazo parcial del cemento en bloques de concreto, lo cual que permitió el desarrollo de un producto competitivo, funcional y de menor costo.

TÍTULO: “APLICACIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ OBTENIDA DE UN PROCESO AGRO-INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES EN CONCRETO NO ESTRUCTURALES”

AUTORES: Pedro E. Matthey, Rafael A. Robayo, Jherson E. Díaz, Silvio Delvasto, José Monzó.

LUGAR: Cali, Colombia (Rev. LatinAm. Metal. Mat.)

AÑO: 2015

Según (Matthey, Robayo, Díaz, Delvasto, & Monzó, 2015); en esta investigación se logró desarrollar una aplicación para un residuo agro-industrial como lo es la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) resultante del proceso de combustión controlada de la cascarilla de arroz, este proceso de quema es realizado en la arrocera la Esmeralda ubicada en el municipio de Jamundí (Cali, Valle del Cauca, Colombia). La ceniza resultante del proceso de combustión de la cascarilla de arroz presento un porcentaje de sílice amorfa del 29,38%. Este residuo se incorporó en mezclas de concreto con el fin de estudiar su efecto como puzolana en la sustitución parcial de cemento Portland tipo I y como agregado fino, en la fabricación de bloques no estructurales y bloques macizos. Los resultados obtenidos mostraron que la relación cemento: agregado de 1:6 y la adición del 20% de CCA actuando como filler y puzolana es la composición óptima para el uso de este residuo agro-industrial en una aplicación como los bloques no estructurales. Además se encontró que el proceso de mezclado en dos etapas mejora la calidad del producto, aumentando las propiedades mecánicas de las mezclas elaboradas a 28 días de curado.



2.2 ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES

2.2.1 ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA.

Material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas con morteros o por unidades de albañilería apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido. (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006).

2.2.2 ALBAÑILERÍA ARMADA

Albañilería reforzada interiormente con varillas acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de albañilería armada también se les denomina muros armados (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

2.2.3 ALBAÑILERÍA CONFINADA

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerara como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)



2.2.4 ALBAÑILERÍA NO REFORZADA

Albañilería sin refuerzo (Albañilería simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta norma (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

2.2.5 ALBAÑILERÍA REFORZADA O ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL

Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta norma (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

2.2.6 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA HUECA

Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

2.2.7 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA SOLIDA O MACIZA

Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)



2.2.8 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA TUBULAR

Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

2.2.9 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA APILABLE

Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

2.2.10 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ALVEOLAR

Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

2.2.11 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial. Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

FIGURA N° 1: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA (unidad de medida “cm”)

FUENTE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA – ABANTO CASTILLO FLAVIO

2.2.12 TIPOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.**2.2.12.1 POR EL ÁREA QUE OCUPAN LOS ORIFICIOS**

Los tipos de unidades de albañilería se clasifican en base a los orificios perpendiculares o paralelos a la cara de asiento que pueden tener o no las unidades:

- ❖ Área bruta de la cara de asiento = $A_b = a \cdot l$.
- ❖ Área ocupada por los orificios = A_o .
- ❖ Numero de orificios = n .
- ❖ Área neta = $A_n = A_b - A_o \cdot n$

FIGURA N° 2: ÁREA NETA VS ÁREA BRUTA EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

FUENTE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA-ABANTO CASTILLO FLAVIO.

Su clasificación es la siguiente:

2.2.3.1 UNIDADES SOLIDAS O MACIZAS

Son aquellas que pueden tener o no orificios .si tienen orificios estos deben ser necesariamente perpendiculares a la cara de asiento y el área que ocupan no debe ser mayor del 30% del área bruta de la cara de asiento. Se utilizan para construir muros portantes y no portantes y en el análisis estructural no se consideran los orificios (ABANTO CASTILLO & NORMA TECNICA PERUANA E070, 2005, págs. 42-43)

FIGURA N° 3: UNIDADES SOLIDAS O MACIZAS



FUENTE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA-ABANTO CASTILLO FLAVIO.

2.2.3.2 UNIDADES HUECAS

En estas unidades los orificios son también necesariamente perpendiculares a la cara de asiento y el área que ocupan es, mayor que el 30% del área bruta de la cara de asiento; cada orificio tiene un área tal que permite llenarlo con concreto fluido y si esto se hace durante el proceso constructivo pasan a ser consideradas como unidades solidas o macizas.

Se utilizan solamente para la construcción de muros no portantes; pero si son rellenos los orificios con concreto pueden ser utilizados para la construcción de muros portantes (ABANTO CASTILLO & NORMA TECNICA PERUANA E070, 2005, págs. 42- 43).

FIGURA N° 4: UNIDADES HUECAS DE ALBAÑILERÍA

FUENTE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA-ABANTO CASTILLO FLAVIO.

2.2.3.3 UNIDADES PERFORADAS

En estas unidades los orificios también son obligatoriamente perpendiculares a la cara de asiento y el área que ocupan es mayor al 30% del área bruta de la cara de asiento.

La diferencia con las unidades huecas es que sus orificios son de dimensiones pequeñas y no permiten llenarlos con concreto fluido.

Se utilizan solamente para la construcción de muros no portantes (ABANTO CASTILLO & NORMA TECNICA PERUANA E070, 2005, pág. 43)

FIGURA N° 5: UNIDADES PERFORADAS DE ALBAÑILERÍA

FUENTE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA - ABANTO CASTILLO FLAVIO

2.2.3.4 UNIDADES TUBULARES

A diferencia de los casos anteriores, en estas unidades los orificios son paralelos a la cara de asiento.

El área que ocupan estos orificios con respecto a la cara de asiento no está normada. Las unidades tubulares solamente se deben utilizar para la construcción de muros no portantes. Dentro de estas unidades están los ladrillos “pandereta” que incorrectamente se utilizan para la construcción de muros portantes (ABANTO CASTILLO & NORMA TECNICA PERUANA E070, 2005, pág. 44)

FIGURA N° 6: UNIDADES TUBULARES DE ALBAÑILERÍA



FUENTE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA - ABANTO CASTILLO FLAVIO

2.2.12.2 *POR EL MATERIAL DE FABRICACIÓN*

2.2.12.2.1 LADRILLOS DE ARCILLA COCIDA

Los ladrillos de arcilla fabricados en nuestro medio en forma artesanal (a mano) o en forma semi-industrial (a máquina) (ABANTO CASTILLO & NORMA TECNICA PERUANA E070, 2005, pág. 40)

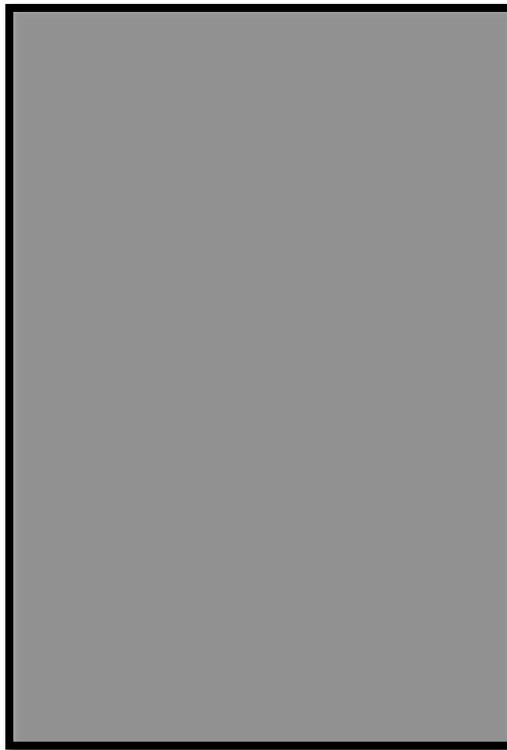
2.2.12.2.2 LADRILLOS SÍLICO - CALCÁREOS

Unidades de albañilería sílico - calcáreos son producto de una mezcla de tres componentes:

- Arena fina natural con alto contenido de sílice.
- Cal viva finamente molida e hidratada en la mezcla.
- Agua.

Las unidades de albañilería sílico - calcáreas se usan para la construcción de muros, los cuales pueden ser: muros portantes (albañilería confinada o armada) y muros no portantes (tabiques, parapetos, cercos) (ABANTO CASTILLO & NORMA TECNICA PERUANA E070, 2005, pág. 40).

FIGURA N° 7: LADRILLOS SÍLICO- CALCÁREOS (unidad de medida “cm”)



FUENTE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA-ABANTO CASTILLO FLAVIO.

2.2.12.2.3 BLOQUES DE CONCRETO

Los bloques de concreto son fabricados con mezclas de cemento Portland, arena, piedra pequeña y agua; los cuales son dosificados y moldeados convenientemente.

La calidad de los bloques depende de los siguientes factores:

- Origen y granulometría de los agregados.
- Dosificación de la mezcla.
- Procedimiento de mezclado. El batido debe realizarse con mezcladora para obtener mezclas homogéneas y uniformes en toda su masa.
- Sistema de moldeado. El método más apropiado es el de vibración.
- La manera como se desmoldan.
- Procedimiento del curado.
- Secado, almacenaje y transporte. (ABANTO CASTILLO & NORMA TECNICA PERUANA E070, 2005, pág. 42)

FIGURA N° 8: BLOQUES DE CONCRETO



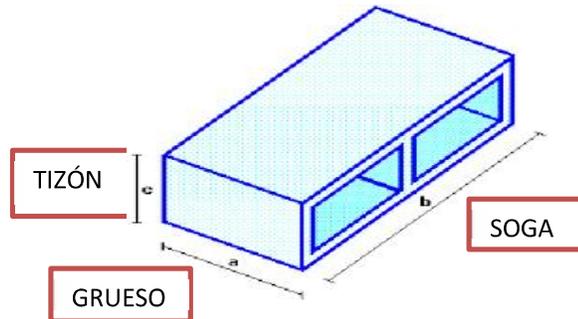
FUENTE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA-ABANTO CASTILLO FLAVIO.

Características de los bloques:

- Aislamiento térmico.
Varía según la densidad del concreto de los bloques.
- Aislamiento acústico.
Relacionado con su capacidad de absorción de energía y pérdida de intensidad acústica.

- Resistencia al fuego.
Capacidad de resistir elevadas temperaturas.

FIGURA N° 9: PARTES DE UN BLOQUE DE CONCRETO



FUENTE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA-ABANTO CASTILLO FLAVIO.

2.2.12.2.3.1 PROPIEDADES

Las propiedades físicas de los bloques huecos de concreto, que tienen que ver con la resistencia de la albañilería serán:

- ❖ Resistencia a la Compresión.
- ❖ Variabilidad dimensional
- ❖ Alabeo
- ❖ Succión
- ❖ Absorción.

2.2.12.2.3.2 TIPOS DE BLOQUES DE CONCRETO

El requisito obligatorio para el bloque de concreto es de resistencia a la compresión y se establece por 5 tipos normalizados.

TABLA N° 2: RESISTENCIA MÍNIMA EN ROTURA A COMPRESIÓN

TIPO	RESISTENCIA MÍNIMA EN ROTURA A LA COMPRESIÓN-N/cm ²	
	Promedio por 3 unidades	Individual
B-I	40	35
B-II	50	40
B-III	70	55
B-IV	100	80
B-V	120	95

FUENTE: SENCICO.

A. VARIACIÓN DIMENSIONAL

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP399.613 y 399. (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006).

La prueba de variabilidad dimensional tiene relación directa con el espesor de las juntas y, por lo tanto, con la altura de las hiladas. A mayor variabilidad dimensional de las unidades, mayor espesor de las juntas lo que da como resultado una albañilería menos resistente a corte y a compresión.

La determinación de la variación dimensional incluya la definición de las dimensiones promedio. Se efectúa sobre una muestra representativa y de por lo menos 20 unidades. Se miden todas sus dimensiones con precisión al milímetro y se promedian los resultados, obteniéndose los valores $P(P_1, P_2 \text{ Y } P_3)$. Luego se separan las medidas para cada dimensión: de un lado las que son mayores que P y de otro lado las que son menores que P . Luego se promedia cada grupo los resultados de expresan de modo siguiente. (GALLEGOS, 2005) (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

FIGURA N° 10: DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

FUENTE: NTP 339.613

B. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f_b) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

El ensayo de compresión se realiza usualmente en testigos de medias unidades secas, aunque algunas normas proponen o aceptan el ensayo de unidades enteras e incluso de dos medias unidades separadas por una junta de mortero. La carga de compresión se aplica perpendicular a las superficies de asiento. Si el testigo es muy irregular, es rellenado o aislado con pasta de cemento portland poco antes de colocar el recubrimiento – normalmente de azufre para lograr el contacto uniforme con los cabezales de la máquina de compresión. (GALLEGOS, 2005) (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006) La resistencia a la compresión (f_b) se determina dividiendo la carga de rotura (P_u) entre el área bruta (A) de la unidad cuando esta es sólida o tubular y el área neta (A) cuando es hueca o perforada; la Norma Peruana, sin embargo, considera siempre como divisor el área bruta, para evitar errores y poder comparar valores de resistencia. Así se obtiene el valor:

FIGURA N° 11: DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

FUENTE: NTP 339.613

Usualmente la prueba consiste en dos o tres ensayos. Las pruebas se evalúan estadísticamente para obtener el valor característico que, generalmente, está referido a la aceptación de 10% de resultados de pruebas defectuosas.

C. ALABEO

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613 (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006).

La concavidad se mide con una regla y una cuña graduada. Se expresa en milímetros. Se mide la concavidad de las unidades de albañilería.

FIGURA N° 12: DETERMINACIÓN DE ALABEO Y PRUEBA NECESARIA



FUENTE: NTP 339.613

D. SUCCIÓN

El ensayo de succión se emplea testigos secados al horno cuando se trata de ensayos de investigación y unidades en su estado natural y cuando se trata de ensayos para evaluar la succión para un proceso constructivo. Se considera que para succiones mayores de 20gr/minuto en un área de 200cm², es requisito indispensable que los ladrillos se saturen antes de su uso. (ITINTEC331.017, 1978)

El espécimen después de pesado (P_s), se coloca sobre los soportes durante un minuto; luego se retira, se seca la superficie con un paño y se pesa (P_m) la succión se obtiene de:

FIGURA N° 13: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD E SUCCIÓN

FUENTE: NTP 339.613

Donde P_m y P_s ; son los pesos antes indicados en gramos y A es el área de contacto de la unidad con el agua en centímetros cuadrados. La succión se expresa en $\text{gramos}/200\text{cm}^2/\text{minuto}$, o simplemente en gramos. Cuando se ha de efectuar este ensayo a pie de obra se puede obviar la provisión de agua para mantener la inmersión constante de 3mm de la unidad. La diferencia del volumen en cm^3 normalizada a 200cm^2 será la succión, (GALLEGOS, 2005) (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006)

E. ABSORCIÓN

Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613. La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006).

El ensayo de absorción se mide la absorción de la unidad sumergida en agua fría durante veinticuatro horas para efectuar el ensayo las unidades se secan, se pesan y se someten al tratamiento antes dicho y luego de eso se vuelven a pesar. Se llama absorción y absorción máxima a la diferencia entre la unidad mojada y la unidad seca expresada en porcentaje del peso de la unidad seca, el coeficiente de saturación es simplemente la relación entre esos dos porcentajes.

MATERIALES USADOS EN LA ELABORACIÓN**A. AGREGADOS**

- ✓ **Agregado Fino.** Es aquel que pasa íntegramente el tamiz de 3/8" y como mínimo en un 95% el tamiz N° 4, quedando retenido en el tamiz N° 200. (Lopez, 1992)

TABLA N° 3: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

FUENTE: NTP 400.037.

- ✓ **Agregado Grueso.** Es aquel que queda retenido, como mínimo en un 95% en el tamiz N° 4. (Lopez, 1992).

TABLA N° 4: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

FUENTE: NTP 400.037.



B. CEMENTO

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes. (Pasquel Carbajal, 1198)

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. (NORMA TÉCNICA PERUANA E.070 ALBAÑILERÍA, 2006).

✓ **Cemento Portland Tipo I:**

Es un cemento hidráulico producido por la pulverización de Clinker, el cual está compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos, conteniendo además, una o más formas de sulfatos de calcio (yeso), como un añadido en la etapa de molienda. Hasta hace pocos años este era el cemento más utilizado en las aplicaciones de concreto: simple y armado, así como en los trabajos de albañilería. El Clinker está formado principalmente por cuatro compuestos mineralógicos y otros componentes secundarios.

✓ **Composición:**

Luego del proceso de formación del Clinker y molienda final, se obtienen los siguientes compuestos establecidos por primera vez por Le Chatelier en 1852, y que son los que definen en comportamiento del cemento hidratado. (Pasquel Carbajal, 1198)

Los principales compuestos del cemento son:

- El silicato tricálcico (C3S) ,(Alita)
- El silicato bicálcico (C2S) , (Belita)
- El aluminato tricálcico (C3A)
- El ferro-aluminato tetra cálcico (C4AF), (Celita)
- Oxido de Magnesio
- Oxido de Potasio y Sodio (Álcalis).
- Oxido de Manganeso y Titanio

(Rivva Lopez, 2000)

✓ **Tipos:**

- *Tipo I.* De uso general, donde no se requiere propiedades especiales.
- *Tipo II.* De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Especialmente adecuados para ser empleados en ambientes agresivos y/o vaciados masivos.
- *Tipo III.* De desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Especiales para uso en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicios de las estructuras, o para uso en climas fríos.
- *Tipo IV.* De bajo calor de hidratación, recomendables para concretos masivos.
- *Tipo V.* Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos. (Rivva Lopez, 2000)

De estos cinco tipos en el Perú solo se fabrican los tipos I, II, y, V. Los denominados “cementos adicionados” son mezcla de cemento y un material de características puzolanicas molidos en forma conjunta. En el Perú se fabrican los tipos IP, IPM, IS, e ISM.

- *Tipo IP.* Es un cemento al cual se ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y el 40% del peso total.
- *Tipo IPM.* Es un cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje menor del 15% del peso total.
- *Tipo IS.* Es un cemento al cual se le ha añadido entre 25% y 75% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- *Tipo ISM.* Es un cemento al cual se ha añadido menos del 25% de escoria de altos Hornos referida al peso total.

(Rivva Lopez, 2000)

✓ **Propiedades Químicas y Físicas:****FIGURA N° 14: PROPIEDADES QUÍMICAS DEL CEMENTO**

REQUERIMIENTO QUÍMICOS	YURA	ASTM C 959 - 03 NTP 334.090
Oxido de Magnesio MgO, %	2.16	6.0
Trióxido de Azufre SO ₃ ,%	2.04	4.0
Pérdida por Ignición o al fuego p.f.%	2.55	5.0

FUENTE: (YURA S.A., 2011)

FIGURA N° 15: PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO

REQUERIMIENTO FÍSICOS	YURA	ASTM C 959 - 03 NTP 334.090
Peso Específico (g/cm ³)	2.82	No Especifica
Tiempo de fraguado Inicial (minutos)	176	45 Mínimo
Tiempo de fraguado Final (minutos)	215	420 Mínimo
Resistencia a la compresión, Mpa, (Kgf/cm ²)		
03 días.	19.4	13 Mínimo
	198	(132.56) Mínimo
07 días.	24.5	20 Mínimo
	250	(203.94) Mínimo
28 días.	32.83	25 Mínimo
	335	(254.93) Mínimo

FUENTE: (YURA S.A., 2011)



✓ **Propiedades de Hidratación:**

Conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido. Dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre la cantidad de agua y cemento se pueden definir los siguientes estados:

- **Plástico.**

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende, la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente, dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura ambiente y el cemento en particular. (Pasquel Carbajal, 1198)

- **Fraguado Inicial.**

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento la pérdida de plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en que evidencia el proceso exotérmico donde se genera el ya mencionado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas descritas. En esta etapa la pasta puede re mezclarse sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura que aún está en formación. (Pasquel Carbajal, 1198)

- **Fraguado Final.**

Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo. La estructura de gel está constituida por el ensamble definitivo de sus partículas endurecidas. (Pasquel Carbajal, 1198)

- **Endurecimiento.**

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantiene e incrementan con el tiempo las características resistentes. La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continua de manera indefinida. Es el estado final de la pasta, en que se evidencian totalmente las influencias de la composición del cemento. (Pasquel Carbajal, 1198).

C. AGUA EN EL CONCRETO

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química. Al ser empleada en la mezcla puede ocasionar colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto. Complementariamente, al evaluar el mecanismo de hidratación del cemento en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.008 y ser, de preferencia, potable.

No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse a continuación se presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto. (Rivva Lopez, 2000) (Pasquel Carbajal, 1198)

TABLA N° 5: LIMITES PERMISIBLES DEL AGUA

COMPONENTES	LIM. PERMISIBLES
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sales Solubles Totales	500 ppm
P.h.	Mayor a 7
Sólidos en Suspensión	1500 ppm
Materia Orgánica	10 ppm

FUENTE: (Rivva Lopez, 2000).

D. PUZOLANA

Puzolana es el nombre que recibe la ceniza volcánica que proviene de la población de Puzzuoli, en las faldas del Vesubio, donde esta roca ya era explotada en tiempos de los romanos. Posteriormente el término fue extendiéndose a todos aquellos materiales que por sus propiedades similares a la puzolana de origen natural, podían tener usos sustitutivos.



Las puzolanas son sustancias que contienen minerales silíceos y aluminosos que si bien no tienen por sí mismos cualidades cementantes, son capaces de reaccionar con el hidróxido cálcico (activador) en presencia del agua a temperaturas ordinarias para formar compuestos cementantes, capaces de desarrollar resistencia por endurecimiento hidráulico. (Díaz & Ramírez, 2009)

✓ **Tipos:**

- *Puzolanas naturales:* Proceden de las rocas eruptivas volcánicas como riolitas, traquitas, andesitas y basaltos, entre otras que en forma de cenizas o escorias han adquirido caracteres de una roca deleznable. Constan fundamentalmente de una masa vítrea que cementa fragmentos de pómez, escorias, pequeños cristales de augita, mica, piroxenos, etc. Se producen por un enfriamiento brusco de la lava. (Díaz & Ramírez, 2009)
- *Puzolanas artificiales:* Se forman de cenizas volantes (combustión de carbón mineral en las plantas térmicas de generación de electricidad), arcillas activadas o calcinadas artificialmente (arcillas calcinadas y enfriadas rápidamente), escorias de fundición (fundición de aleaciones ferrosas en altos hornos) y cenizas de residuos agrícolas (cascarilla de arroz, ceniza del bagazo y la paja de la caña de azúcar)

(Díaz & Ramírez, 2009)

✓ **Propiedades Física y Química:**

La actividad puzolánica se refiere a la cantidad máxima de hidróxido de calcio con la que la puzolana puede combinar y la velocidad con la cual ocurre esta reacción.





✓ **Ventajas:**

Se detalla a continuación:

TABLA N° 6: VENTAJAS DE LA PUZOLANA

<p>A. En la resistencia mecánica A.1 A largo plazo, al prolongar el período de endurecimiento A.1.1 A tracción A.1.2 A compresión A.1.3 Mejor relación tracción - compresión</p>	<p>E. En la plasticidad D.1 Rebajando la relación a/c D.2 Reduciendo la segregación D.3 Evitando la exudación y el sangrado</p>
<p>B. En la estabilidad B.1 Frente a la expansión por cal libre B.2 Frente a la expansión por sulfatos B.3 Frente a la expansión por la reacción álcalis - agregado B.4 Frente a la retracción hidráulica de secado, por la menor relación a/c B.5 Frente a la retracción térmica por enfriamiento B.6 Frente a la fisuración</p>	<p>F. En la impermeabilidad F.1 Reduciendo la porosidad F.2 Evitando la formación de eflorescencias F.3 Produciendo la mayor cantidad de Tobermorita</p>
<p>C. En la durabilidad C.1 Frente a ataques por agua puras y ácidas C.2 Frente a ataques por aguas y suelos sulfatados C.3 Frente a ataques por agua de mar C.4 Frente a ataques por gases de descomposición y fermentación de materias orgánicas C.5 Frente a la desintegración por la reacción álcalis - agregado</p>	<p>G. En la adherencia G.1 Del agregado a la pasta G.2 Del mortero a las armaduras</p>
<p>D. En el rendimiento y la economía D.1 Al corresponder a los cementos puzolánicos mayor volumen que a otros conglomerantes a igualdad de peso D.2 Al ser los cementos puzolánicos, en general, conglomerantes más baratos</p>	<p>H. En el comportamiento térmico H.1 Al liberar menor calor de hidratación H.2 Al producir menor elevación de temperatura</p>

FUENTE: (Salazar J., 2012).

✓ **Usos:**

- Trabajos de concreto en grandes masas
- Cimentaciones en todo terreno
- Obras marítimas
- Obras sanitarias
- Albañilería (pega de muros y mampostería en general)
- Repellos o revocos (pañetes)
- Solados
- Baldosas hidráulica
- Prefabricados de elementos estructurales de concreto armado o sin armar, especialmente curados por tratamientos térmicos
- Concretos especiales premezclados

E. ROCAS VOLCÁNICAS (PIEDRA NEGRA)

- ✓ **Depósitos Cuaternarios:** Se ha podido determinar tres emisiones sucesivas de lavas eyectadas por el cráter de 50 m. de profundidad y de 200 m. de ancho, La última colada ha salido por una fisura de dirección NNW- SSE formando una lengua de lava de 3 km. de largo; dicha emisión partió en dos al volcán y por la explosión los flancos del cono se cubrieron de bombas y pómez rojizos. La superficie escoriácea de esta colada que fue muy fluida' está conformada por rosetas groseramente concéntricas y perpendiculares a la eyección. El cráter después de la emisión de la lava se contrajo por descompresión en la chimenea, dando en todos sus alrededores pendientes convergentes de las capas de lavas y piroclásticos. La **lava negra** con labrador, biotita y augita, es una andesita básica y tiene cristales hialinos de cuarzo xenomórfico. Estos cristales son enigmáticos en esta Lava básica y tal vez correspondan a rellenos de cavidades por cuarzo secundario de origen hidrotermal o cuarzo de origen profundo. La fuente termomineral en San Pedro, es el último testigo de la actividad de este volcán. (ESQUIVEL, 2011).



- ✓ **Actividad Volcánica:** En la zona de estudio a 2.32 km hacia el O de la capital distrital se puede distinguir el conjunto Volcánico de Quimsachata (Qr-qu), la misma que es fácilmente distinguible en superficie, cuenta con una extensión aproximada de 8.85 Km² y representa la reciente y última actividad volcánica de la zona, a través de fisuras aisladas. Su composición consta de coladas andesíticas porfiríticas de color gris a negro, de forma escoriácea con alteración puzolanica. Es posible que las fuentes hidrotermales de la zona (baños termales de San Pedro) tengan una relación con este volcánico que data del año 4450 AC. (ESQUIVEL, 2011).

- ✓ **Andesita.** Roca ígnea volcánica, eruptiva de tonalidades grisasea oscura o negra, en buen estado suele utilizarse en mampostería, y machacada, como subbase de carreteras. Es impermeable, así como los productos de su meteorización, por lo cual es buen cierre para obras hidráulicas. Es la roca volcánica más común después del basalto.

✓ **Composición.**

La andesita se genera a partir de un magma diferenciado asociado al volcanismo de zonas de subducción. La presencia de agua es muy abundante donde se pierde en las erupciones volcánicas en forma de vapor.

Está constituida fundamentalmente por plagioclasa, piroxeno (clinopiroxeno y ortopiroxeno), augita y hornblenda. Frecuentemente están asociados biotita, cuarzo, magnetita y esfena.

En el extremo inferior de la gama de sílice, lava de andesita también puede contener olivino. Magma de andesita comúnmente estalla de estratovolcanes como flujos de lava espesa, llegando algunos a varios km de longitud. Magma de andesita también puede generar fuertes erupciones explosivas para formar columnas de enorme erupción y subidas de tensión y flujos piroclásticos. La Andesitas estalla a temperaturas entre 900 y 1100 ° C.

- Peso específico: 2.6
- Coeficiente de absorción: 3,6%
- Módulo de ruptura: 8700 PSI
- Módulo de elasticidad: 2175 PSI
- Abrasión: 15.50m
- Composición básica: Silicatos (SiO₂) 50-60%
- Composición Secundaria: Feldespatos 40-50%
- Textura: Fina
- Color: Blanco

Composición química promedio de las andesitas expresadas en porcentaje de masa de óxidos es:

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
58,70	0,88	17,24	3,31	4,09	0,14	3,37	6,88	3,53	1,64	0,21

✓ **Clasificación.**

Según su composición química las andesitas se pueden clasificar en tres tipos: las dacitas, las andesitas con hornblenda y biotita y las con piroxeno, las dacitas son andesitas con cuarzo y a veces no son consideradas andesitas si no una familia aparte. Las andesitas con piroxeno son las más comunes de todas y son más oscuras, densas y máficas que las otras variedades.(ECURED, s.f.)

FIGURA N° 16: ROCA VOLCÁNICA CANDESITA PORFIRITICA



FUENTE: BIBDIGITALepn.edu.ec.



FIGURA N° 17: LOCALIZACIÓN DEL VOLCÁN QUIMSACHATA DE FORMACIONES DE LAVA NEGRA



FUENTE: INFORME "IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS VULNERABLES EN EL DIST. SAN PEDRO, CANCHIS-CUSCO".



F. DOSIFICACIÓN

La dosificación del concreto o diseño de mezclas considera en forma general independientemente del método elegido los siguientes aspectos: la relación agua- cemento (a/c), la resistencia requerida, el revenimiento, el tamaño máximo del agregado, el contenido de aire en caso de ser necesario, las condiciones de exposición del concreto y las condiciones de colocación.

Existen muchos métodos de dosificación, todos ellos requieren de ajustes en las proporciones de los ingredientes hasta lograr los resultados deseados.

Uno de los métodos de proporcionamiento de mezclas de concreto más conocido es el recomendado por el comité ACI 211.1 “Práctica Recomendada para el Diseño de Concretos de Peso Normal, Pesado y Masivo”, sin embargo por su sencillez, lo cual va de la mano con una mejor comprensión del proceso se presenta a continuación el Método de la Asociación Canadiense de Cemento Portland.(SENCICO)

El método canadiense requiere conocer: la relación agua-cemento (a/c en decimal), el tamaño máximo del agregado grueso (mm), el módulo de finura de la arena, especificar si el concreto tendrá aire introducido o no, y el revenimiento deseado (mm). El proceso de diseño se hace con base en intentos, los pasos que se acostumbra seguir son como sigue:

- Elegir una cantidad de cemento de cemento requerido para elaborar tres cilindros de concreto, con dimensiones estándar de 15 x 30 cm.
- Determinar la cantidad de agua, multiplicando la cantidad de cemento por la relación agua- cemento.
- Estimar la masa del agregado requerido tamaño máximo del agregado.
- Obtener las masas tanto de la arena como de la grava, supóngase que el módulo de finura de la arena.

- Mézclese el cemento y el agua, adicionando la arena y la grava hasta que la mezcla sea trabajable con la cuchara de albañil. Mida el revenimiento de la mezcla y determine si la mezcla es arenosa, gravosa o tiene una buena trabajabilidad. (SENCICO)
- Densidad de la mezcla entendiéndose esto como la relación entre la masa y el volumen que ocupa en un recipiente de volumen conocido, peso volumétrico. (SENCICO)
- Colar o moldear los cilindros para las pruebas de resistencia a la compresión. (SENCICO)
- Calcular las proporciones de la mezcla por m³.

2.2.13 CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla N° 8.

TABLA N° 7: CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES



FUENTE: NORMA TÉCNICA PERUANA E.070.

2.2.13.1 LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla N° 9. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTP E.030 Diseño Sismorresistente.

TABLA N° 8: LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES

FUENTE: NORMA TÉCNICA PERUANA E070.



CAPITULO 3: METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es del tipo cuantitativa, es aplicada y alcanza el nivel descriptivo. El método usado es el hipotético-deductivo.

Según (Hernández Sampieri, 1999), se clasifica en:

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Según Finalidad:

- ❖ Aplicada o Práctica: porque la investigación es una parte de la realidad concreta en tiempo y espacio, evaluando las características físicas mecánicas de los bloques huecos de concreto elaborados en el distrito de Tinta, Sicuani - Cusco.

Según Enfoque:

- ❖ Cuantitativa: porque se podrá cuantificar los datos de campo recolectados y los datos de laboratorio obtenidos por los ensayos que se realizan a los bloques huecos de concreto elaborados en el distrito de Tinta, Sicuani - Cusco.

3.1.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

- ❖ Descriptiva: porque se medirá, evaluará y recolectaran datos sobre diversos conceptos de las características de los bloques huecos de concreto elaborados en el distrito de Tinta, Sicuani – Cusco.



3.1.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

- ❖ Hipotético-deductivo: porque planteamos hipótesis que se demostraran a través de pruebas que se realizaran y las deduciremos con las conclusiones.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.1 DISEÑO METODOLÓGICO

- ❖ Experimental- cuasi experimental: porque se introduce un nuevo producto de bloques de concreto elaborados con puzolana, en el distrito de Tinta, Sicuani; de la cual se desconoce sus propiedades físico- mecánicas, y a partir de ello se someterá a ensayos de las muestra tomadas en campo para poder obtener sus valores y parámetros y ser comparados con la Norma Técnica Peruana E.070.

3.2.2 DISEÑO DE INGENIERÍA

La investigación busca en su primera etapa la recopilación, elaboración y presentación de conceptos de los materiales y herramientas a utilizar.

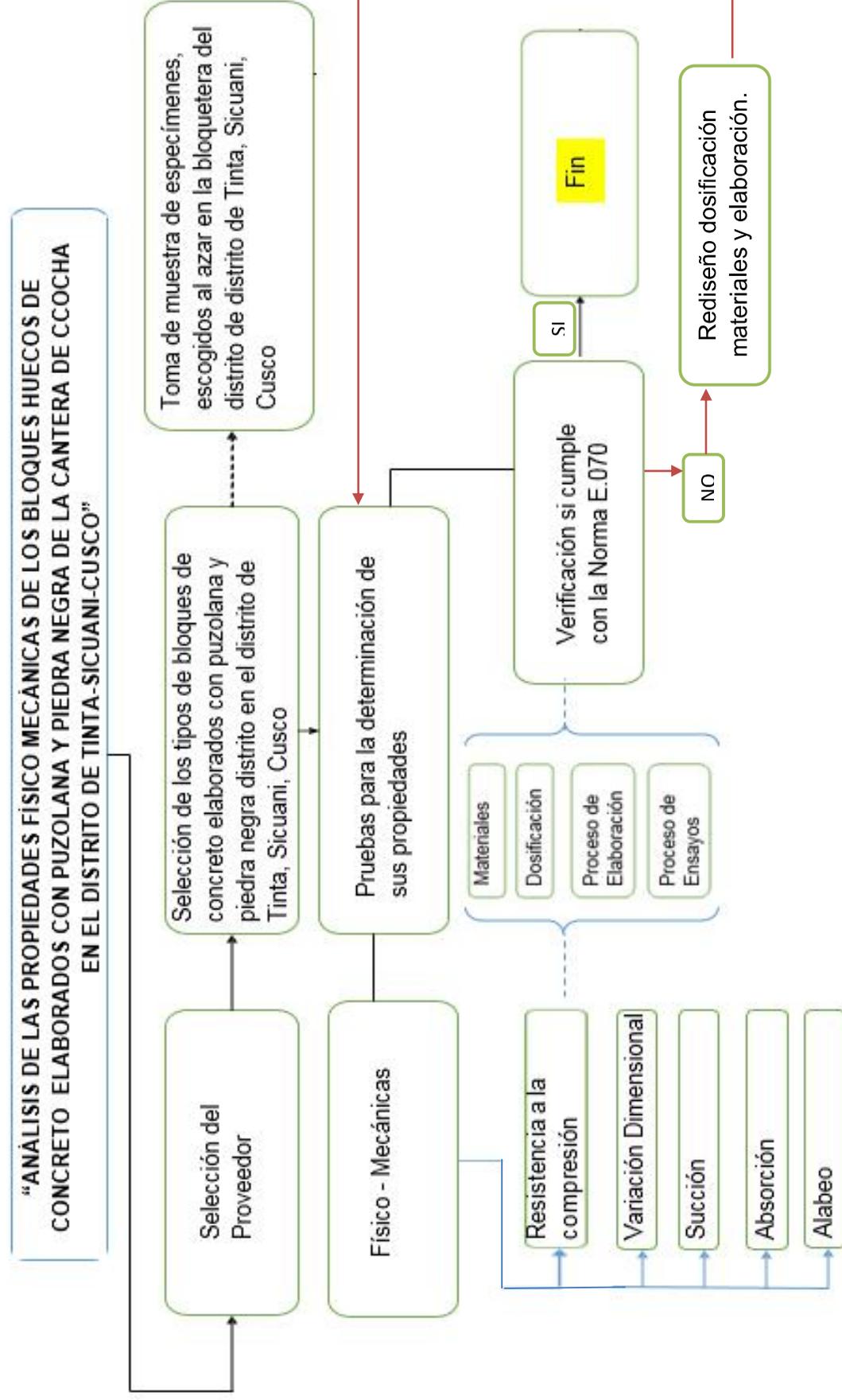
En la segunda etapa, se procedió a la selección del material estudiado (*bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra de la cantera de Ccocha en el distrito de Tinta, Sicuani, Cusco*), posteriormente dividido en grupos, se procederá a realizar los ensayos.

La realización de los ensayos nos ayudó a evaluar la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo, absorción y succión de las diferentes unidades de albañilería ensayados. Finalmente, los resultados fueron discutidos de acuerdo a la comparación de la variación de los mismos.

Lo entenderemos a través del siguiente diagrama de flujo:



FIGURA N° 18: DIAGRAMA DE FLUJO





3.2.3 DISEÑO SOBRE EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Se procede a la recolección de unidades de albañilería (bloques de concreto) elaboradas en la bloquetera Charca. Seguidamente se analizó los tipos de bloques de concreto que se van a utilizar para la investigación, luego se procedió a la recolección de bloques de concreto que se tomaran de muestra siendo esta selección aleatoria, después se procedió al analizar los bloques de concreto de acuerdo a los requerimientos de esta investigación.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN DE INVESTIGACIÓN

3.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN DE INVESTIGACIÓN

- ❖ La población está compuesta por los bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra en el distrito de Tinta, Sicuani, Cusco, siendo la única la bloquetera Charca S.A.

3.3.1.2 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN DE INVESTIGACIÓN

- ❖ La población es única: bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra de la bloquetera Charca S.A.

3.3.2 MUESTRA

3.3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

- ❖ La muestra está compuesta por los bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra, siendo estos materiales oriundos de la zona de Ccocha, Sicuani, Cusco por la bloquetera Charca S.A.

3.3.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

- ❖ Coincidente con la población, la muestra es: bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra de Charca S.A.

3.3.2.3 MÉTODO DE MUESTREO

Se utilizó el método de “**Muestreo por Conveniencia**”, conocido también como muestra accesible. Utilizada para analizar e investigar aspectos generales con diagnósticos previos a la investigación, teniendo en cuenta la cantidad de producción bloques de concreto elaborados con puzolana y piedra negra tratándose de una población finita.

Así mismo, se tomó como base para la toma de muestras lo indicado por la norma E.070 y las normas ITINTEC 331.017, 331.018, 331.019 para la toma de muestras y cantidades necesarias para la realización de los ensayos necesarios, como son: resistencia a la compresión, alabeo, succión, absorción y variación dimensional.

3.3.2.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

Para evaluar la muestra, se ha considerado los bloques de concreto que producen en mayor cantidad. Tomando en consideración la siguiente cantidad de elementos:

TABLA N° 9: CANTIDAD DE ELEMENTOS CONSIDERADOS EN LA MUESTRA

PRUEBA	BLOQUE DE CONCRETO 40x20x15 cm		BLOQUE DE CONCRETO 40x20x12 cm		BLOQUE DE CONCRETO 40x20x10 cm	
	con piedra negra	con puzolana	con piedra negra	con puzolana	con piedra negra	con puzolana
VARIACIÓN DIMENSIONAL	10	10	10	10	10	10
ALABEO	10	10	10	10	10	10
SUCCIÓN	10	10	10	10	10	10
ABSORCIÓN	10	10	10	10	10	10
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	10	10	10	10	10	10
SUBTOTAL	50	50	50	50	50	50
TOTAL	300					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

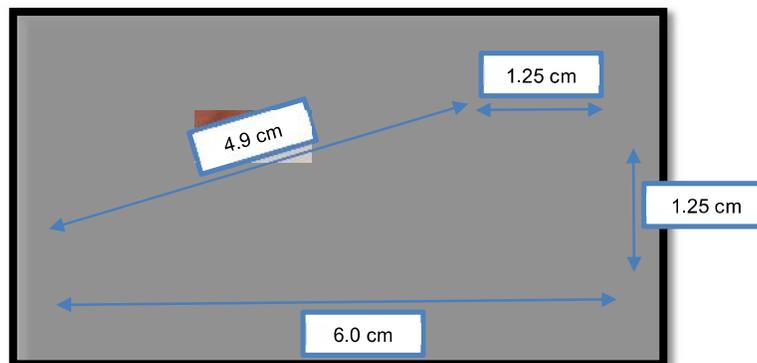
- a) Para evaluar la muestra, se ha considerado los bloques de concreto producidos en el distrito de Tinta, Sicuani, Cusco.
- b) Se consideró los bloques de concreto elaborados con puzolana.
- c) Se consideró los bloques de concreto elaborados con piedra negra.
- d) Se consideró los bloques de concreto que utilizan los materiales de: agua, agregados (confitillo y piedra negra), cemento Portland Yura y puzolana de la cantera de Ccocha.
- e) Se consideró los bloques de concreto elaborados con piedra negra y puzolana, que tengan las siguientes medidas:
 - Bloques de concreto: [40x20x15] cm
 - Bloques de concreto: [40x20x12] cm
 - Bloques de concreto: [40x20x10] cm

3.4.2 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

3.4.2.1 CUÑAS DE ALABEO

Herramienta usada para la verificación de la deformación curvilínea de la superficie de un bloque de concreto, que se produce durante su fabricación.

FIGURA N° 19: CUÑAS DE ALABEO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.4.2.2 BALANZA ELECTRÓNICA

Aparato utilizado para averiguar y transmitir los datos sobre el peso de un objeto, encontrada de diversos tamaños con aproximación de 5000 gr. y con sensibilidad de por lo menos 1gr.

FIGURA N° 20: BALANZA CON APROXIMACIÓN DE 5000MG



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.4.2.3 *VERNIER*

Instrumento utilizado para realizar medidas de precisión. Está compuesta por una regla fija, donde están graduadas las escalas de medición ya sea en milímetros, en pulgadas o mixtas.

FIGURA N° 21: VERNIER



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.4.2.4 *HORNO ELÉCTRICO*

Aparato con recirculante de aire, termostáticamente controlado para una temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

FIGURA N° 22: HORNO ELÉCTRICO

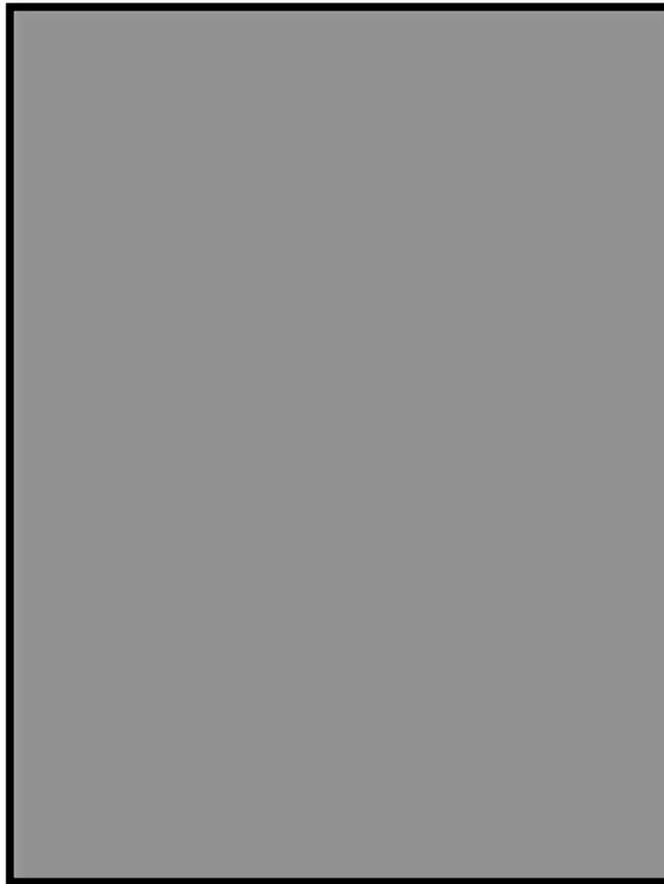


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.4.2.5 MÁQUINA A COMPRESIÓN

Equipo que permite la realización de ensayos convencionales de compresión, caracterizado por sus funciones de carga automática a velocidad constante y visualización de los valores de fuerza a través de su pantalla digital.

FIGURA N° 23: MÁQUINA A COMPRESIÓN (ACCUTEK)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

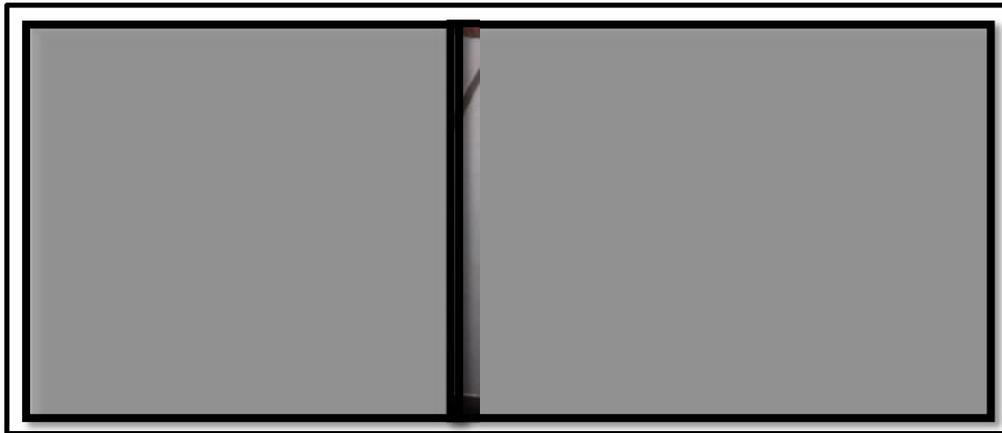
3.5 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 VARIACIÓN DIMENSIONAL

3.5.1.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- Regla metálica graduada de 300 mm.
- Brocha.

FIGURA N° 24: INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN PRUEBA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

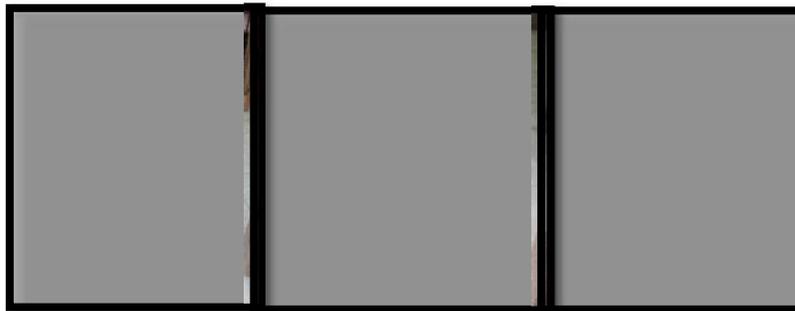


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.2 PROCEDIMIENTO

Se mide en cada espécimen el largo, ancho y alto, con precisión de 1 cm. Cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara.

FIGURA N° 25: TOMA DE DATOS POR LADO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA CON VERNIER



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.3 TOMA DE DATOS**3.5.1.3.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA****A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.****TABLA N° 15: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	SOGA (cm)					<i>Lprom</i>
	L1	L2	L3	L4	L5	
1	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
2	39.90	39.90	40.00	39.90	39.90	39.90
3	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90
4	40.00	40.50	40.10	40.00	40.00	40.10
5	40.10	40.00	40.50	40.30	40.10	40.20
6	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
7	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90
8	40.20	40.20	40.20	40.30	40.20	40.20
9	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10
10	40.10	40.20	40.10	40.20	40.20	40.10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 16: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)					<i>Apron</i>
	A1	A2	A3	A4	A5	
1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
2	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90
3	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
4	15.10	15.10	15.10	15.10	15.20	15.10
5	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
6	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
8	15.00	14.90	15.00	14.90	15.00	14.90
9	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
10	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA N° 17: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	GRUESO (cm)					<i>Hprom</i>
	H1	H2	H3	H4	H5	
1	19.40	19.40	19.50	19.40	19.40	19.40
2	19.40	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50
3	19.50	19.60	19.50	19.60	19.30	19.50
4	19.50	19.40	19.50	19.60	19.60	19.50
5	19.20	19.40	19.00	19.20	19.30	19.20
6	19.00	19.00	18.90	18.90	18.90	18.90
7	19.50	19.50	19.60	19.60	19.30	19.50
8	19.40	19.50	19.40	19.30	19.40	19.40
9	19.50	19.50	19.50	19.40	19.30	19.40
10	19.50	19.30	19.50	19.50	19.40	19.40

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.

TABLA N° 18: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD MUESTRA

N° MUESTRA	SOGA (cm)					<i>Lprom</i>
	L1	L2	L3	L4	L5	
1	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10
2	40.20	40.20	40.20	40.20	40.20	40.20
3	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
4	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
5	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90
6	40.20	40.30	40.40	40.40	40.30	40.30
7	40.10	40.00	40.20	40.20	40.10	40.10
8	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
9	40.10	40.10	40.10	40.20	40.20	40.10
10	40.20	40.10	40.20	40.20	40.20	40.20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA N° 19: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD MUESTRA

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)					<i>Aprom</i>
	A1	A2	A3	A4	A5	
1	12.10	12.20	12.20	12.10	12.10	12.10
2	12.10	12.10	12.20	12.10	12.20	12.10
3	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70
4	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70
5	11.90	12.00	12.00	12.00	11.90	11.90
6	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80
7	12.20	12.10	12.20	12.20	12.20	12.20
8	12.20	12.20	12.20	12.20	12.20	12.20
9	12.20	12.20	12.20	12.10	12.10	12.10
10	12.10	12.10	12.00	12.20	12.20	12.10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 20: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	GRUESO(cm)					<i>Hprom</i>
	H1	H2	H3	H4	H5	
1	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50
2	19.60	19.20	19.30	19.00	19.20	19.30
3	19.40	19.40	19.60	19.50	19.40	19.50
4	19.40	19.10	19.10	19.00	19.00	19.10
5	19.50	19.40	19.40	19.10	19.20	19.30
6	19.20	19.20	19.20	19.30	19.20	19.20
7	19.20	19.30	19.30	19.90	19.90	19.50
8	19.10	19.10	19.20	19.20	19.20	19.20
9	19.50	19.40	19.50	19.50	19.50	19.50
10	19.20	19.30	19.30	19.20	19.10	19.20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



C. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.

TABLA N° 21: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	SOGA (cm)					<i>Lprom</i>
	L1	L2	L3	L4	L5	
1	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
2	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90
3	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90
4	39.90	39.90	40.00	39.80	39.90	39.90
5	40.10	40.20	40.10	40.10	40.10	40.10
6	40.00	40.00	40.00	40.10	40.10	40.00
7	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90
8	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90
9	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
10	40.00	40.10	40.20	40.10	40.10	40.10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 22: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)					<i>Aprom</i>
	A1	A2	A3	A4	A5	
1	10.00	10.00	10.00	10.00	9.90	10.00
2	10.00	10.00	10.00	9.90	10.00	10.00
3	9.60	9.50	9.50	9.50	9.60	9.50
4	9.70	9.70	9.80	9.60	9.80	9.70
5	9.90	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
6	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
7	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
8	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
9	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
10	9.90	10.00	9.90	9.90	9.90	9.90

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA N° 23: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	GRUESO					<i>H_{prom}</i>
	H1	H2	H3	H4	H5	
1	19.50	19.50	19.60	19.60	19.50	19.50
2	19.00	19.60	19.50	19.40	19.60	19.40
3	19.60	19.60	19.80	19.70	19.60	19.70
4	19.50	19.40	19.30	19.40	19.30	19.40
5	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40
6	19.40	19.40	19.50	19.40	19.40	19.40
7	19.50	19.80	19.70	19.60	19.60	19.60
8	19.40	19.40	19.50	19.40	19.40	19.40
9	19.50	19.60	19.50	19.50	19.70	19.60
10	19.50	19.60	19.60	19.60	19.50	19.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.3.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA

A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.

TABLA N° 24: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	SOGA (cm)					<i>L_{prom}</i>
	L1	L2	L3	L4	L5	
1	40.10	40.20	40.10	40.10	40.20	40.10
2	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
3	40.10	40.10	40.00	40.00	40.10	40.00
4	40.00	40.10	40.10	40.20	40.10	40.10
5	40.10	40.10	40.20	40.10	40.10	40.10
6	40.20	40.10	40.20	40.20	40.20	40.20
7	40.20	40.20	40.20	40.20	40.30	40.20
8	40.20	40.20	40.20	40.30	40.20	40.20
9	40.20	40.30	40.20	40.30	40.30	40.20
10	40.00	40.10	40.10	40.10	40.20	40.10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA N° 25: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)					<i>Aprom</i>
	A1	A2	A3	A4	A5	
1	15.20	15.30	15.30	15.20	15.20	15.20
2	15.00	14.90	14.90	15.00	15.00	14.90
3	15.00	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10
4	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10
5	15.00	15.00	15.00	15.10	15.00	15.00
6	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	15.00	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10
8	15.00	15.10	15.10	15.00	15.00	15.00
9	14.90	15.00	15.10	15.00	14.90	15.00
10	15.00	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 26: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	GRUESO (cm)					<i>Hprom</i>
	H1	H2	H3	H4	H5	
1	19.50	19.60	19.60	19.70	19.50	19.60
2	19.70	19.70	19.80	19.70	19.80	19.70
3	19.60	19.70	19.60	19.70	19.80	19.70
4	19.40	19.40	19.50	19.50	19.50	19.50
5	19.60	19.60	19.60	19.70	19.60	19.60
6	19.50	19.40	19.40	19.30	19.50	19.40
7	19.70	19.90	19.80	19.80	19.80	19.80
8	19.60	19.70	19.80	19.90	19.50	19.70
9	19.60	19.70	19.70	19.60	19.70	19.70
10	19.50	19.50	19.60	19.60	19.60	19.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.****TABLA N° 27: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	SOGA (cm)					<i>Lprom</i>
	L1	L2	L3	L4	L5	
1	39.80	39.80	39.80	39.90	39.80	39.80
2	39.90	39.80	39.90	39.90	40.00	39.90
3	40.00	40.10	40.20	40.10	40.20	40.10
4	40.20	40.20	40.30	40.20	40.20	40.20
5	39.90	40.00	40.00	40.00	39.90	40.00
6	40.20	40.20	40.10	40.30	40.20	40.20
7	40.20	40.20	40.20	40.20	40.20	40.20
8	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90	39.90
9	39.80	39.70	39.90	39.80	39.80	39.80
10	40.30	40.40	40.30	40.30	40.30	40.30

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 28: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)					<i>Aprom</i>
	A1	A2	A3	A4	A5	
1	11.80	11.90	11.70	12.00	12.00	11.90
2	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.70
3	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70
4	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80
5	11.90	12.00	12.00	12.00	11.90	12.00
6	12.00	12.10	12.10	12.00	12.00	12.00
7	11.90	11.80	11.90	12.00	12.00	11.90
8	12.00	12.00	12.10	12.00	12.00	12.00
9	12.10	12.10	12.00	12.10	12.00	12.00
10	11.90	12.00	11.90	11.80	12.20	11.90

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA N° 29: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	GRUESO (cm)					<i>H_{prom}</i>
	H1	H2	H3	H4	H5	
1	19.20	19.30	19.40	19.40	19.30	19.30
2	19.50	19.20	19.30	19.40	19.20	19.30
3	19.30	19.30	19.30	19.40	19.40	19.30
4	19.50	19.50	19.40	19.60	19.50	19.50
5	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50
6	19.50	19.60	19.50	19.60	19.70	19.60
7	19.50	19.70	19.50	19.60	19.60	19.60
8	19.50	19.60	19.50	19.70	19.70	19.60
9	19.50	19.40	19.40	19.50	19.50	19.50
10	19.40	19.50	19.50	19.50	19.60	19.50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.

TABLA N° 30: VARIACIÓN DE SOGA POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	SOGA (cm)					<i>L_{prom}</i>
	L1	L2	L3	L4	L5	
1	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
2	40.20	40.20	40.20	40.20	40.20	40.20
3	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10
4	39.90	39.90	40.00	39.80	39.90	39.90
5	40.00	40.10	40.00	40.00	40.10	40.00
6	40.30	40.30	40.30	40.30	40.30	40.30
7	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10
8	40.20	40.20	40.20	40.20	40.30	40.20
9	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10	40.10
10	40.00	40.00	40.00	39.80	40.00	39.90

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 31: VARIACIÓN DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)					<i>Aprom</i>
	A1	A2	A3	A4	A5	
1	10.00	10.00	9.90	9.90	9.90	9.90
2	10.00	10.00	10.00	9.90	9.90	9.90
3	9.90	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
4	10.00	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
5	10.10	10.20	10.10	10.20	10.20	10.10
6	10.10	10.10	10.00	10.00	10.10	10.10
7	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
8	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
9	10.10	10.00	10.00	10.10	10.10	10.00
10	10.10	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 32: VARIACIÓN DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	GRUESO (cm)					<i>Hprom</i>
	H1	H2	H3	H4	H5	
1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
2	19.30	19.30	19.30	19.40	19.40	19.30
3	19.80	19.80	19.80	19.80	19.90	19.80
4	19.30	19.30	19.20	19.40	19.50	19.30
5	19.40	19.40	19.30	19.30	19.40	19.40
6	19.70	19.60	19.60	19.70	19.70	19.70
7	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80
8	19.20	19.30	19.20	19.20	19.20	19.20
9	19.30	19.30	19.30	19.30	19.40	19.30
10	19.30	19.40	19.30	19.50	19.40	19.40

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.2 ALABEO

3.5.2.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- Dos cuñas de acero o de madera graduadas al milímetro.
- Una regla metálica graduada al milímetro.
- Una brocha.

FIGURA N° 26: INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN PRUEBA DE ALABEO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.2.2 PROCEDIMIENTO

El alabeo se presenta como concavidad o convexidad procedimiento que para cada caso se detalla a continuación en las dos caras mayores del bloque hueco de concreto.

3.5.2.2.1 MEDICIÓN DE CONCAVIDAD

- ❖ Se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del bloque hueco de concreto.
- ❖ Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima.
- ❖ Se efectúa la lectura con la precisión de 1 mm y se registra el valor obtenido

FIGURA N° 27: MEDICIÓN POR UNIDAD DE ALBAÑILERÍA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.2.2.2 MEDICIÓN DE CONVEXIDAD

Se emplea alternativamente uno de los procedimientos siguientes:

- ❖ Se coloca al borde recto de la regla sea sobre una diagonal o bien sobre dos aristas opuestas de una de las caras mayores del bloque hueco de concreto. Se introduce en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.
- ❖ Se apoya el bloque hueco de concreto por la cara a medir sobre una superficie plana, se introduce cada una de las cuñas en dos vértices opuestos diagonalmente o en dos aristas, buscando el punto para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.

FIGURA N° 28: MEDICIÓN DE CONVEXIDAD POR UNIDAD DE ALBAÑILERÍA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.2.3 TOMA DE DATOS**3.5.2.3.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA****A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.****TABLA N° 33: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	SUPERFICIE ASIENTO			
	SUPERIOR		INFERIOR	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1	0.00	3.00	3.00	0.00
2	1.50	0.00	3.00	0.00
3	3.00	0.00	0.00	2.50
4	2.00	0.00	0.00	2.00
5	1.50	0.00	2.00	3.00
6	0.00	2.50	3.50	0.00
7	4.00	0.00	1.50	1.00
8	5.00	0.00	0.00	2.80
9	0.00	4.00	3.00	0.00
10	3.50	0.00	2.00	0.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.**TABLA N° 34: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	SUPERFICIE ASIENTO			
	SUPERIOR		INFERIOR	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1	1.00	0.00	0.00	1.50
2	3.00	0.00	0.00	3.00
3	1.50	0.00	0.00	4.00
4	0.00	9.60	0.00	1.50
5	5.00	0.00	1.50	0.00
6	0.00	3.00	5.00	0.00
7	2.00	0.00	0.00	3.50
8	0.00	6.00	0.00	5.50
9	7.50	0.00	0.00	3.30
10	0.00	3.50	3.00	0.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.**TABLA N° 35: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	SUPERFICIE ASIENTO			
	SUPERIOR		INFERIOR	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1	3.00	0.00	0.50	0.00
2	1.30	0.00	1.00	0.00
3	2.50	0.00	1.50	0.00
4	0.00	2.50	3.00	0.00
5	1.50	0.00	0.00	5.00
6	0.00	2.00	6.00	0.00
7	3.00	2.00	3.00	0.00
8	5.00	0.00	0.00	4.00
9	0.00	4.25	11.00	0.00
10	6.00	0.00	0.00	4.50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.2.3.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA**A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.****TABLA N° 36: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	SUPERFICIE ASIENTO			
	SUPERIOR		INFERIOR	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1	1.50	2.30	0.00	0.00
2	1.50	0.00	2.60	0.00
3	0.00	0.50	2.30	0.00
4	2.40	0.00	1.90	0.00
5	1.80	0.00	0.00	1.70
6	1.60	0.00	1.50	0.00
7	1.50	0.00	0.00	1.50
8	1.90	0.00	1.60	0.00
9	2.40	0.00	1.90	0.00
10	2.70	0.00	0.00	0.10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.

TABLA N° 37: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	SUPERFICIE ASIENTO			
	SUPERIOR		INFERIOR	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1	2.50	0.00	0.00	4.00
2	1.00	0.00	0.00	2.60
3	0.00	3.00	0.00	4.10
4	0.00	4.00	0.00	1.50
5	3.40	0.00	0.00	2.30
6	0.00	2.50	2.60	0.00
7	2.80	0.00	0.00	3.40
8	3.00	0.00	0.00	5.00
9	2.20	0.00	0.00	1.20
10	0.00	3.50	6.10	0.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.

TABLA N° 38: CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	SUPERFICIE ASIENTO			
	SUPERIOR		INFERIOR	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1	0.00	5.00	5.00	0.00
2	3.50	0.00	2.60	0.00
3	4.00	0.00	0.00	6.00
4	4.00	0.00	0.00	2.58
5	2.50	0.00	0.00	3.40
6	0.00	3.00	4.00	0.00
7	4.30	0.00	3.00	0.00
8	4.00	0.00	0.00	4.00
9	0.00	3.80	3.00	0.00
10	4.30	0.00	4.20	0.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

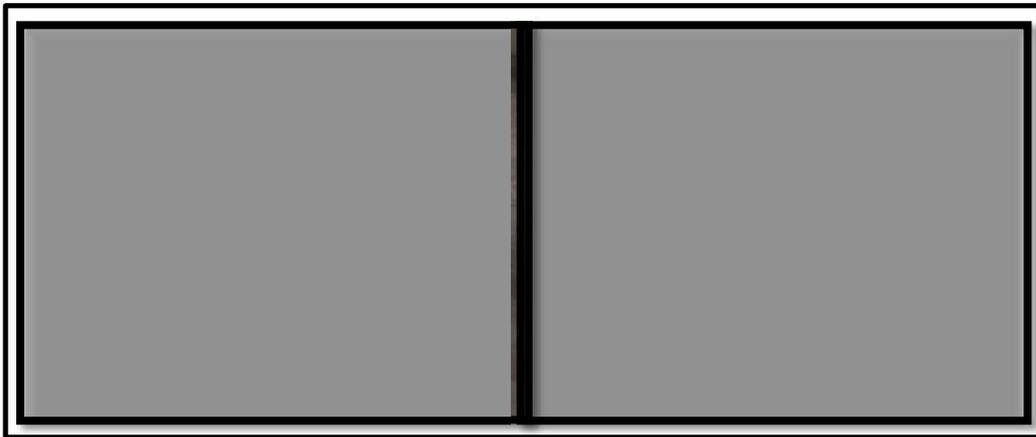
3.5.3 SUCCIÓN

3.5.3.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- Bandeja o recipiente para agua con una profundidad interior de no mayor de 12,5 mm y de un largo y ancho tales que resulte un área de no menor de 2000 cm².

La base de la bandeja debe ser plana y horizontal. Se deberá incorporar a la bandeja un dispositivo que permita mantener el nivel de agua 0,25 mm por encima de los soportes.

FIGURA N° 29: CONTENEDOR TRANSPARENTE PARA ENSAYO DE SUCCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Soporte para los bloques de concreto. Se usará dos barras idénticas de metal no corrosible, con sección rectangular de 5 mm de altura y de un ancho no mayor de 10 mm.
- Balanza con capacidad no menor de 2 kg y que permita efectuar pesadas con una precisión de 0,5 g.

FIGURA N° 30: BALANZA ELECTRÓNICA CON PRECISIÓN DE 0.5 GR

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Horno con libre circulación de aire que permita mantener una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C.

FIGURA N° 31: HORNO ELÉCTRICO PARA SECADO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Sala de temperatura constante que mantenga una temperatura de 24°C \pm 2,0°C.
- Cronómetro calibrado en segundos que indique un período de 1 minuto.



3.5.3.2 PROCEDIMIENTO

- ❖ Se secan los especímenes según el procedimiento descrito en el ítem antes mencionado.
- ❖ Se miden con una precisión de 1 mm el largo y ancho de la superficie del espécimen que estará en contacto con el agua.
- ❖ Se pesa el espécimen con una aproximación de 0,5 g.
- ❖ Se monta la bandeja para la prueba en la Sala de Temperatura constante.
- ❖ Se horizontaliza el fondo de la bandeja mediante un nivel de burbuja. Se coloca el espécimen encima de los soportes contando como tiempo cero el momento de contacto del bloque hueco de concreto con el agua. Durante el período de contacto, $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$ se mantiene el nivel de agua en el original agregando agua según sea necesario.
- ❖ Al final del tiempo de contacto se saca el espécimen y se seca el agua superficial con un trapo húmedo.
- ❖ Se pesa el espécimen con una precisión de 0,5 g. La pesada se realiza en un lapso no mayor de 2 min después de su retiro del contacto con el agua.

La diferencia en peso en gramos entre la pesada final y la inicial, es el peso de agua absorbida por el bloque de concreto durante un minuto de contacto con el agua. Si el área de contacto del bloque de concreto no difiere en $\pm 2,5\%$ de 200 cm^2 , se dará como resultado el aumento de peso en gramos.

**3.5.3.3 TOMA DE DATOS****3.5.3.3.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA****A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.****TABLA N° 39: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)
1	11254.00	11289.00
2	11179.00	11195.00
3	11108.00	11135.00
4	11267.00	11302.00
5	11362.00	11402.00
6	11302.00	11335.00
7	11268.00	11300.00
8	11972.00	11995.00
9	11426.00	11475.00
10	11412.00	11429.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.**TABLA N° 40: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)
1	9227.00	9245.00
2	9138.00	9155.00
3	9105.00	9143.00
4	9126.00	9152.00
5	9145.00	9171.00
6	9215.00	9264.00
7	9085.00	9109.00
8	9365.00	9402.00
9	9125.00	9173.00
10	9425.00	9463.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



C. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.

TABLA N° 41: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)
1	8023.00	8040.00
2	8110.00	8135.00
3	8016.00	8054.00
4	8105.00	8142.00
5	8035.00	8063.00
6	8012.00	8030.00
7	8023.00	8046.00
8	8116.00	8141.00
9	8100.00	8135.00
10	8006.00	8024.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.3.3.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA

A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.

TABLA N° 42: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)
1	8944.00	8992.00
2	8744.00	8794.00
3	8857.00	8912.00
4	8791.00	8845.00
5	8842.00	8894.00
6	8915.00	8968.00
7	8912.00	8968.00
8	8865.00	8913.00
9	8725.00	8784.00
10	8751.00	8794.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.

TABLA N° 43: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)
1	7802.00	7835.00
2	7882.00	7913.00
3	7958.00	7993.00
4	7204.00	7242.00
5	7194.00	7232.00
6	7315.00	7352.00
7	7264.00	7294.00
8	7201.00	7236.00
9	7306.00	7334.00
10	7412.00	7447.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.

TABLA N° 44: VOLUMEN DE AGUA RETENIDO POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)
1	5208.00	5245.00
2	5299.00	5335.00
3	5231.00	5265.00
4	5236.00	5275.00
5	5201.00	5234.00
6	5198.00	5234.00
7	5301.00	5335.00
8	5189.00	5214.00
9	5024.00	5059.00
10	5003.00	5037.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.4 ABSORCIÓN

3.5.4.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- Balanza con capacidad no menor de 2 kg y que permita efectuar pesadas con una precisión de 1.0 g.

FIGURA N° 32: BALANZA ELECTRÓNICA CON PRECISIÓN 1.0 GR



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Recipiente de agua que pueda contener las muestras completamente sumergidas.

FIGURA N° 33: CONTENEDOR DE PLÁSTICO 80 LTS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**3.5.4.3 TOMA DE DATOS****3.5.4.3.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA****A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.****TABLA N° 45: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	PESO SECO INICIAL (gr)	PESO HÚMEDO FINAL (gr)
1	11254.00	12092.00
2	11179.00	12023.00
3	11108.00	11947.20
4	11267.00	12112.20
5	11362.00	12201.00
6	11302.00	12141.50
7	11268.00	12111.40
8	11972.00	12829.10
9	11426.00	12262.70
10	11412.00	12242.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.**TABLA N° 46: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	PESO SECO INICIAL (gr)	PESO HÚMEDO FINAL (gr)
1	9227.00	9812.30
2	9138.00	9735.30
3	9105.00	9600.70
4	9126.00	9718.10
5	9145.00	9735.40
6	9215.00	9816.70
7	9085.00	9684.60
8	9365.00	9964.10
9	9125.00	9713.90
10	9425.00	10026.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**C. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.****TABLA N° 47: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	PESO SECO INICIAL (gr)	PESO HÚMEDO FINAL (gr)
1	8023.00	8473.00
2	8110.00	8645.00
3	8016.00	8536.00
4	8105.00	8607.00
5	8035.00	8515.00
6	8012.00	8524.00
7	8023.00	8535.00
8	8116.00	8631.00
9	8100.00	8605.00
10	8006.00	8548.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.4.3.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA**A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.****TABLA N° 48: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	PESO SECO INICIAL (gr)	PESO HÚMEDO FINAL (gr)
1	8944.00	9745.00
2	8744.00	9558.00
3	8857.00	9646.20
4	8791.00	9576.20
5	8842.00	9676.00
6	8915.00	9714.50
7	8912.00	9735.40
8	8865.00	9702.10
9	8725.00	9541.70
10	8751.00	9551.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.****TABLA N° 49: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	PESO SECO INICIAL (gr)	PESO HÚMEDO FINAL (gr)
1	7802.00	8411.30
2	7882.00	8487.30
3	7958.00	8553.70
4	7204.00	7766.10
5	7194.00	7754.40
6	7315.00	7896.70
7	7264.00	7813.60
8	7201.00	7750.10
9	7306.00	7874.90
10	7412.00	7993.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.**TABLA N° 50: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA**

N° MUESTRA	PESO SECO INICIAL (gr)	PESO HÚMEDO FINAL (gr)
1	5208.00	5578.00
2	5299.00	5704.00
3	5231.00	5621.00
4	5236.00	5638.00
5	5201.00	5601.00
6	5198.00	5590.00
7	5301.00	5713.00
8	5189.00	5584.00
9	5024.00	5419.00
10	5003.00	5395.00

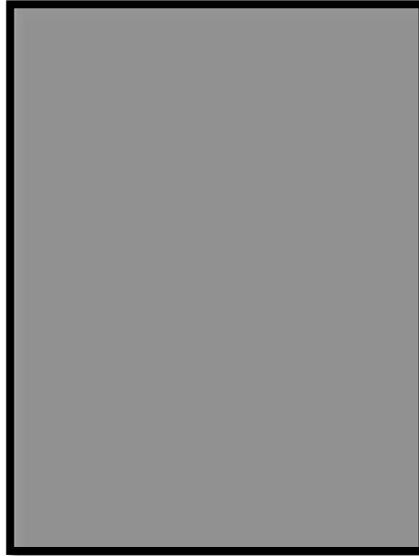
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.5 RESISTENCIA A COMPRESIÓN

3.5.5.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- ❖ Máquina para ensayos de compresión. La superficie del bloque de apoyo debe ser como mínimo de 12,5 cm.

FIGURA N° 35: EQUIPO DE COMPRESIÓN AXIAL ACCUTEK



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- ❖ Neoprenos de caucho de : 40x20x15 cm, 40x20x12 cm ,40x20x10 cm

FIGURA N° 36: NEOPRENOS DE GOMA SUSTITOS A LA UTILIZACIÓN DE CAPPING EN BLOQUES DE CONCRETO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.5.2 PROCEDIMIENTO

Si las caras del espécimen presentan irregularidades se pueden aplicar un recubrimiento, por medio de uno de los procedimientos que se detallan a continuación o en su defecto se podrá usar neoprenos de goma.

❖ **Recubrimiento de yeso:**

Se cubre ambas caras opuestas del espécimen con solución alcohólica de goma laca, dejándolas secar perfectamente.

Se aplica una capa delgada de pasta de yeso cocido extendiéndola hasta obtener una superficie plana y uniforme.

Se repite el procedimiento en la otra cara del espécimen.

Se comprueba de que ambas caras sean aproximadamente paralelas y se espera por lo menos 2 h, antes de efectuar el ensayo. (INTINTEC331.018, 1978)

❖ **Recubrimiento con azufre:**

Se usa una mezcla que contenga 40% a 60% de azufre en polvo (en masa) completándose con arcilla refractaria cocida u otro material inerte apropiado que pasa por el tamiz N° 100 (149 m)

Se usa un recipiente de aproximadamente la misma medida del bloque de concreto y de 1,25 cm de profundidad. Se aceita ligeramente el molde y se vierte 0,5 cm de azufre calentado y fluido.

Se coloca inmediatamente sobre el líquido la superficie del bloque de concreto que se va a recubrir, sosteniendo el espécimen de tal manera que el recubrimiento sea uniforme. (INTINTEC331.018, 1978)

❖ **Recubrimiento con neoprenos de goma:**

Se colocan para corregir las irregularidades en la superficie de la unidad que entre en contacto o que reciban la carga axial, las dimensiones serán determinadas en función a las dimensiones de la superficie que recibirá la carga como son para el caso de unidad de 40x20x15 cm se usara las dimensiones de 40x15cm con un espesor de 1cm, para la unidad de 40x20x12cm se usara de



40x12cm con un espesor de 1cm y para el caso de la unidad de 40x20x10 cm se emplea las dimensiones de 40x10cm con un espesor de 1cm.

Es así que se coloca el espécimen con una de sus caras mayores sobre el apoyo de la máquina y se hace descender el vástago solidario al cabezal, maniobrando suavemente la rótula hasta obtener un contacto perfecto sobre la cara superior del espécimen, asegurando que el eje de la misma coincida con el eje longitudinal del espécimen.

Se aplica la carga cuidando que la velocidad del cabezal de la máquina no sea mayor de 1,27 mm/min. (INTINTEC331.018, 1978)

3.5.5.3 TOMA DE DATOS

3.5.5.3.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA

A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.

TABLA N° 51: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	FUERZA (kg)	ÁREA ESPÉCIMEN (cm ²)
1	4609.10	256.60
2	4313.40	262.40
3	4405.20	262.50
4	4425.60	266.70
5	4527.60	254.70
6	4497.00	258.40
7	4323.60	257.40
8	4339.90	257.50
9	4435.80	259.80
10	4548.00	261.70

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.

TABLA N° 52: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	FUERZA (kg)	ÁREA ESPÉCIMEN (cm ²)
1	5241.40	222.20
2	4762.10	207.50
3	4892.60	207.80
4	5030.30	214.70
5	5102.70	217.90
6	5149.60	204.80
7	5201.60	219.50
8	4823.30	206.10
9	4945.60	216.70
10	4925.20	211.20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.

TABLA N° 53: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	FUERZA (kg)	ÁREA ESPÉCIMEN (cm ²)
1	4027.90	181.50
2	4527.60	180.40
3	4109.50	176.60
4	4204.30	179.20
5	4408.20	179.10
6	4439.90	177.80
7	4487.80	179.40
8	4204.30	177.50
9	4058.50	177.00
10	4517.40	178.10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.5.3.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA

A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X15] CM.

TABLA N° 54: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	FUERZA (kg)	ÁREA ESPÉCIMEN (cm ²)
1	2783.80	235.60
2	3976.90	243.90
3	2947.00	236.50
4	3082.60	236.00
5	3487.40	227.80
6	3813.80	228.90
7	3997.30	236.90
8	2797.10	230.70
9	2889.90	227.00
10	3793.40	231.20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X12] CM.

TABLA N° 55: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	FUERZA (kg)	ÁREA ESPÉCIMEN (cm ²)
1	3334.50	193.20
2	3987.10	200.30
3	3905.50	189.50
4	3793.40	196.10
5	3727.10	191.10
6	3388.50	186.90
7	3442.60	194.70
8	3490.50	191.20
9	3739.30	192.40
10	3824.00	186.40

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



C. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA [40X20X10] CM.

TABLA N° 56: RESISTENCIA MÁXIMA POR UNIDAD DE MUESTRA

N° MUESTRA	FUERZA (kg)	ÁREA ESPÉCIMEN (cm ²)
1	2794.00	135.20
2	2029.20	130.80
3	2182.20	131.00
4	2049.60	131.90
5	2604.40	131.70
6	2681.90	129.60
7	2561.50	129.40
8	2396.30	130.90
9	2365.80	129.50
10	2029.20	129.40

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.6 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1 ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

3.6.1.1 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PIEDRA NEGRA

3.6.1.1.1 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE [40X20X15] CM.

A. CÁLCULO DE PORCENTAJE DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA, TIZÓN Y GRUESO

Se obtuvo los siguientes datos:

TABLA N° 57: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

$$L_{prom} = \frac{\sum_i^n L}{N} ; L\% = \frac{L_{prom} - L_{min}}{L_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	SOGA (cm)		
	Lmin	Lprom	L%
1	40.00	40.00	0.01%
2	39.90	39.90	0.06%
3	39.90	39.90	0.05%
4	40.00	40.10	0.28%
5	40.00	40.20	0.41%
6	40.00	40.00	0.00%
7	39.90	39.90	0.01%
8	40.20	40.20	0.04%
9	40.10	40.10	0.01%
10	40.10	40.10	0.02%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 58: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES

PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)	0.09%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 59: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

$$A_{prom} = \frac{\sum_i^n A}{N} ; A\% = \frac{A_{prom} - A_{min}}{A_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)		
	Amin	Aprom	A%
1	15.00	15.00	0.17%
2	14.90	14.90	0.03%
3	15.00	15.00	0.11%
4	15.10	15.10	0.09%
5	15.00	15.00	0.03%
6	15.00	15.00	0.11%
7	14.00	14.00	0.09%
8	14.90	14.90	0.15%
9	15.00	15.00	0.07%
10	14.80	14.80	0.07%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 60: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES

PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)	0.09%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 61: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE
POR UNIDAD DE MUESTRA

$$H_{prom} = \frac{\sum_i^n H}{N} ; H\% = \frac{H_{prom} - H_{min}}{H_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	GRUESO (cm)		
	Hmin	Hprom	H%
1	19.40	19.40	0.26%
2	19.40	19.50	0.38%
3	19.30	19.50	1.03%
4	19.40	19.50	0.51%
5	19.00	19.20	1.04%
6	18.90	18.90	0.20%
7	19.30	19.50	0.97%
8	19.30	19.40	0.52%
9	19.30	19.40	0.67%
10	19.30	19.40	0.72%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 62: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR
GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES

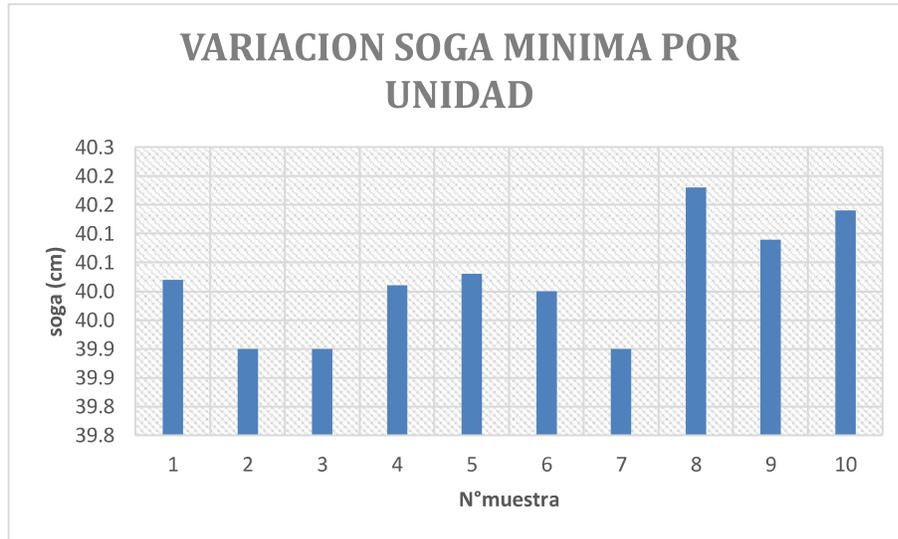
PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)	0.63%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. DIAGRAMAS DE REPRESENTACIÓN DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA, TIZÓN Y GRUESO

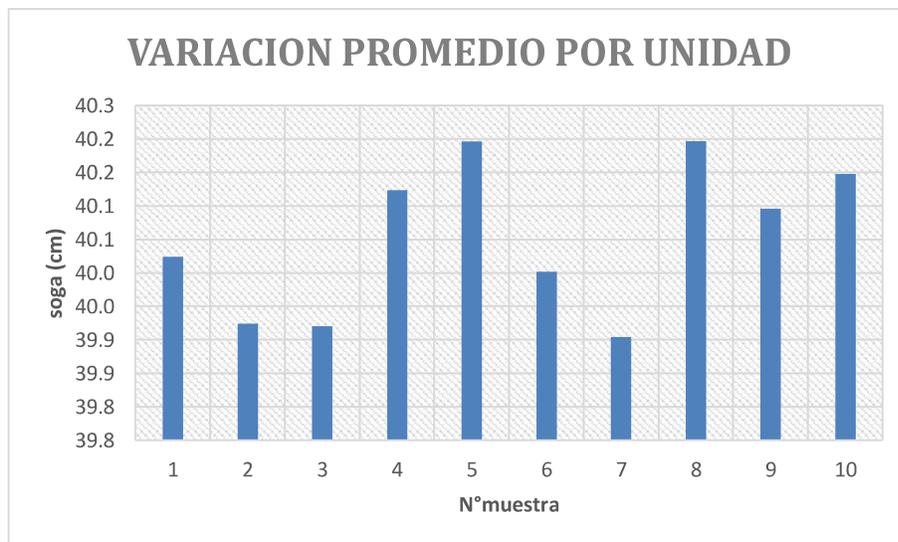
- **Diagramas de la variación dimensional de sogas:**

FIGURA N° 37: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE MUESTRA



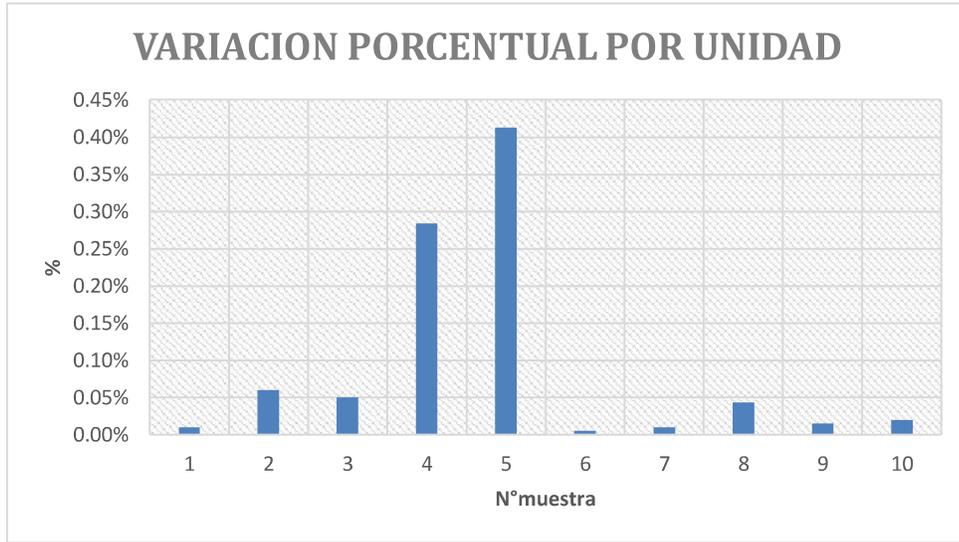
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 38: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

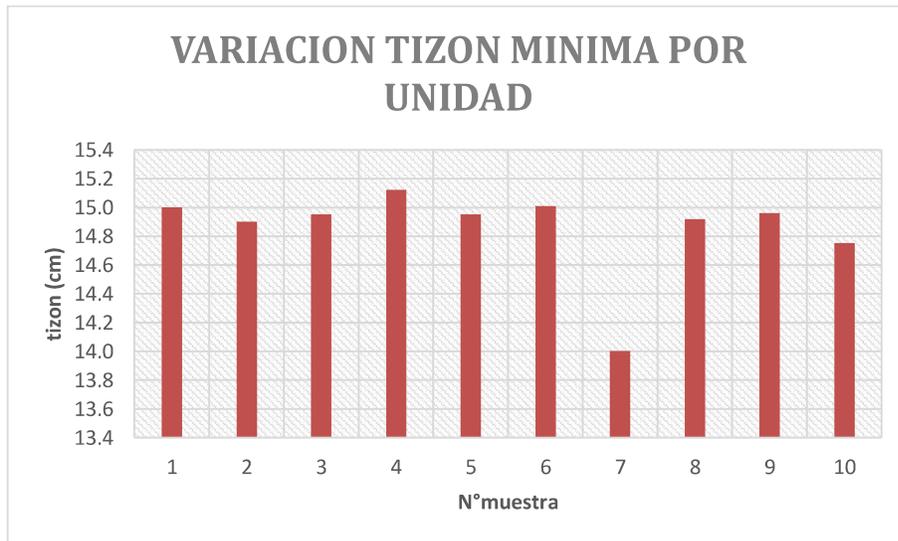
FIGURA N° 39: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

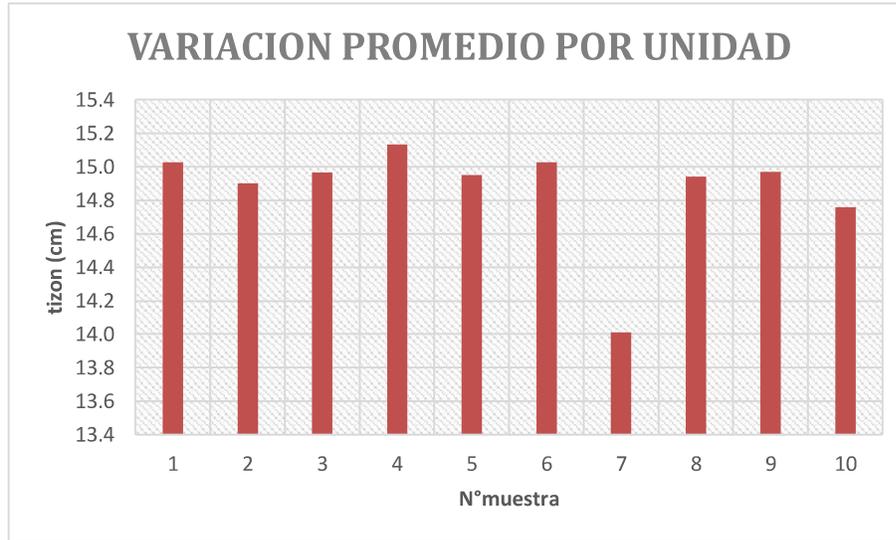
- **Diagramas de la variación dimensional por tizón:**

FIGURA N° 40: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TIZÓN MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA



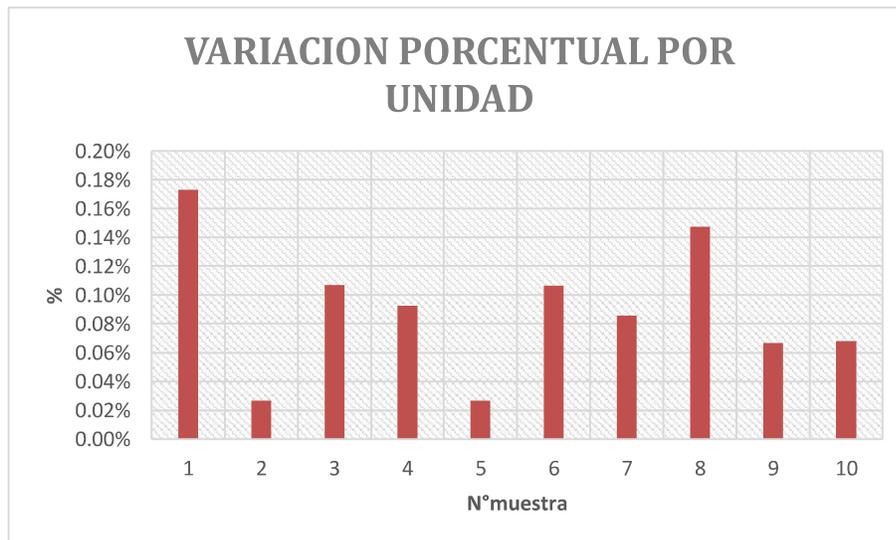
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 41: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

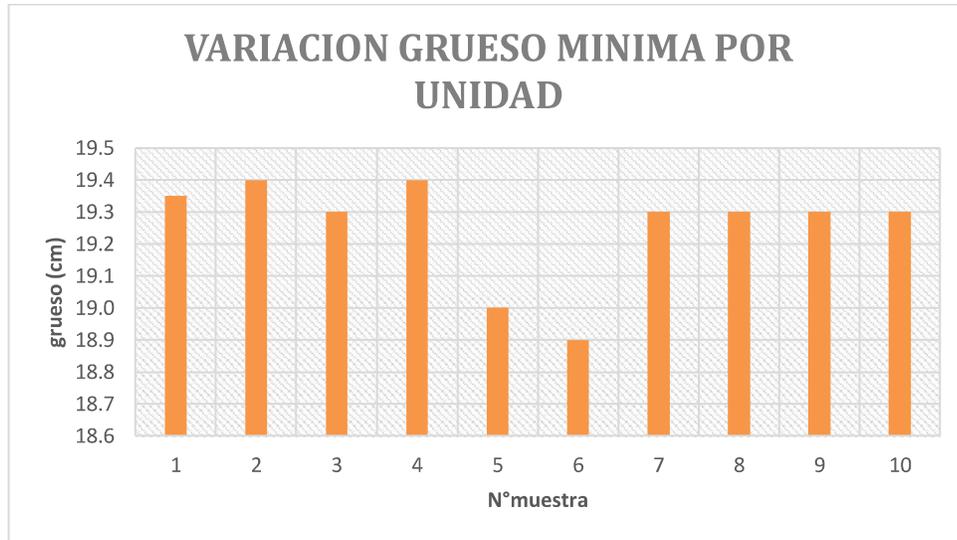
FIGURA N° 42: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

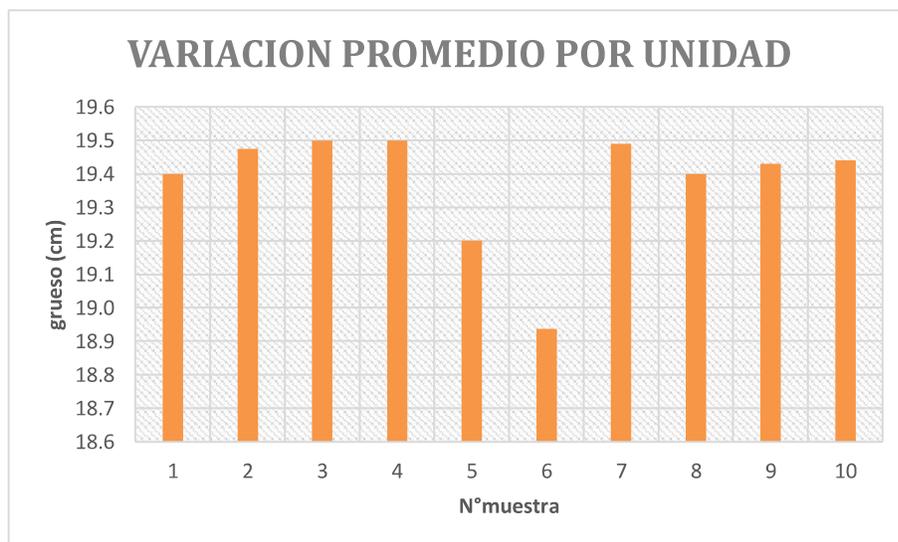
- **Diagramas de la variación dimensional por grueso:**

FIGURA N° 43: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO POR UNIDAD DE MUESTRA



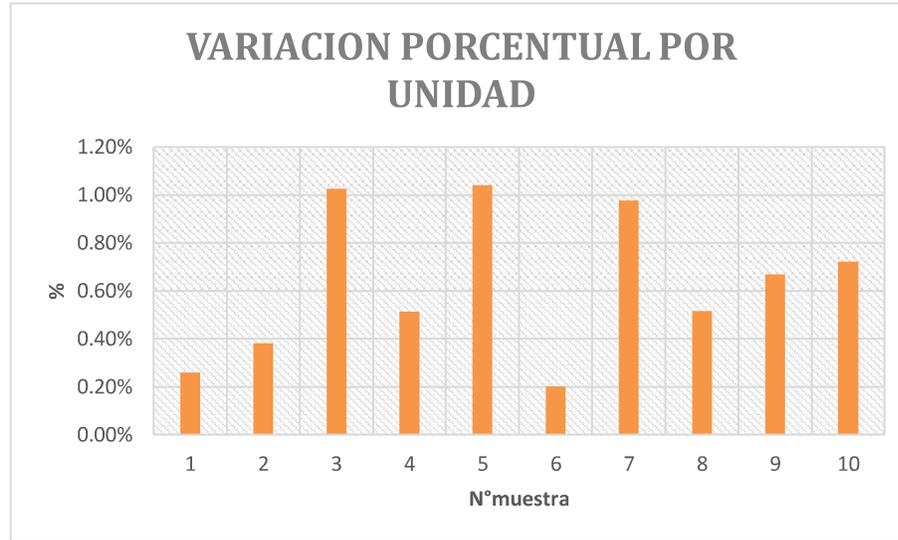
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 44: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 45: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De diez unidades de albañilería tomadas al azar se puede resaltar que en cuanto a sus características externas de variación dimensional de soga, tizón y grueso de las unidades de albañilería tipo bloques huecos de concreto elaborados con piedra negra de 40x20x15cm:

- Se puede apreciar que la soga mínima es de 39.90cm, el tizón mínimo es de 14.00cm y el grueso mínimo es de 18.90cm.
- Mientras que la soga máxima promedio es de 40.20cm, el tizón máximo promedio es de 15.10cm y el grueso máximo promedio es de 19.50cm.

3.6.1.1.2 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE [40X20X12] CM.

A. CÁLCULO DE PORCENTAJE DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA, TIZÓN Y GRUESO

Se obtuvo los siguientes datos:

TABLA N° 63: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

$$L_{prom} = \frac{\sum_i^n L}{N} ; L\% = \frac{L_{prom} - L_{min}}{L_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	SOGA (cm)		
	Lmin	Lprom	L%
1	40.10	40.10	0.01%
2	40.20	40.20	0.04%
3	40.00	40.00	0.00%
4	40.00	40.00	0.01%
5	39.90	39.90	0.02%
6	40.20	40.30	0.25%
7	40.00	40.10	0.25%
8	40.00	40.00	0.01%
9	40.10	40.10	0.06%
10	40.10	40.20	0.11%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 64: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES

PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL SOGA (%)	0.08%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA N° 65: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

$$A_{prom} = \frac{\sum_i^n A}{N} ; A\% = \frac{A_{prom} - A_{min}}{A_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)		
	Amin	Aprom	A%
1	12.10	12.10	0.31%
2	12.10	12.10	0.31%
3	11.70	11.70	0.05%
4	11.70	11.70	0.09%
5	11.90	11.90	0.45%
6	11.80	11.80	0.14%
7	12.10	12.20	0.41%
8	12.20	12.20	0.10%
9	12.10	12.10	0.31%
10	12.00	12.10	0.79%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 66: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES

PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL TIZÓN (%)	0.30%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 67: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE
POR UNIDAD DE MUESTRA

$$H_{prom} = \frac{\sum_i^n H}{N} ; H\% = \frac{H_{prom} - H_{min}}{H_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	GRUESO (cm)		
	Hmin	Hprom	H%
1	19.50	19.50	0.21%
2	19.00	19.30	1.35%
3	19.40	19.50	0.31%
4	19.00	19.10	0.63%
5	19.10	19.30	1.14%
6	19.20	19.20	0.26%
7	19.20	19.50	1.59%
8	19.10	19.20	0.26%
9	19.40	19.50	0.41%
10	19.10	19.20	0.57%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 68: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR
GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES

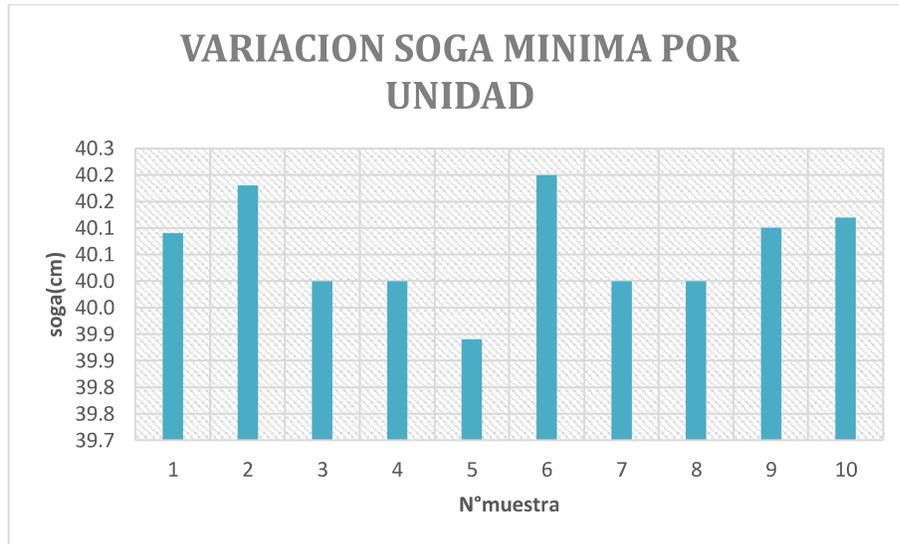
PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL GRUESO (%)	0.67%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. DIAGRAMAS DE REPRESENTACIÓN DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA, TIZÓN Y GRUESO

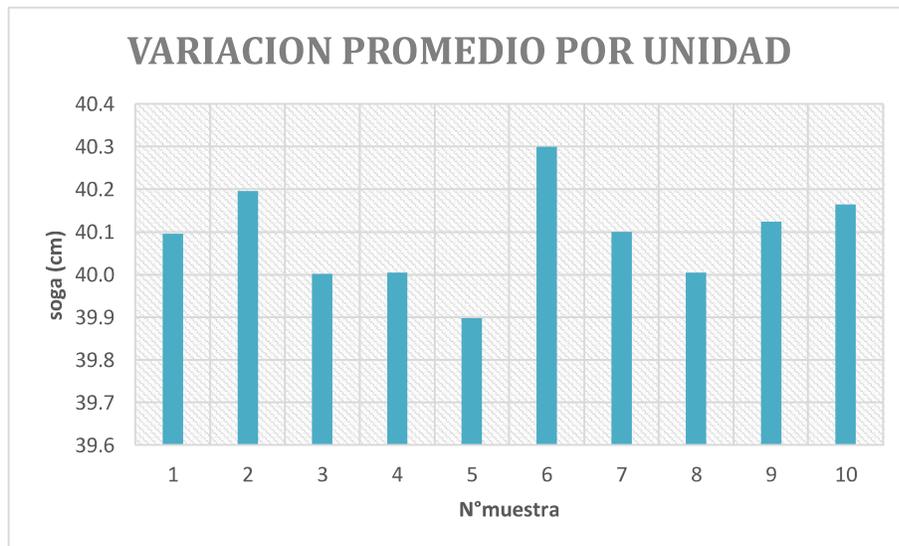
- **Diagramas de la variación dimensional de sogá:**

FIGURA N° 46: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE MUESTRA



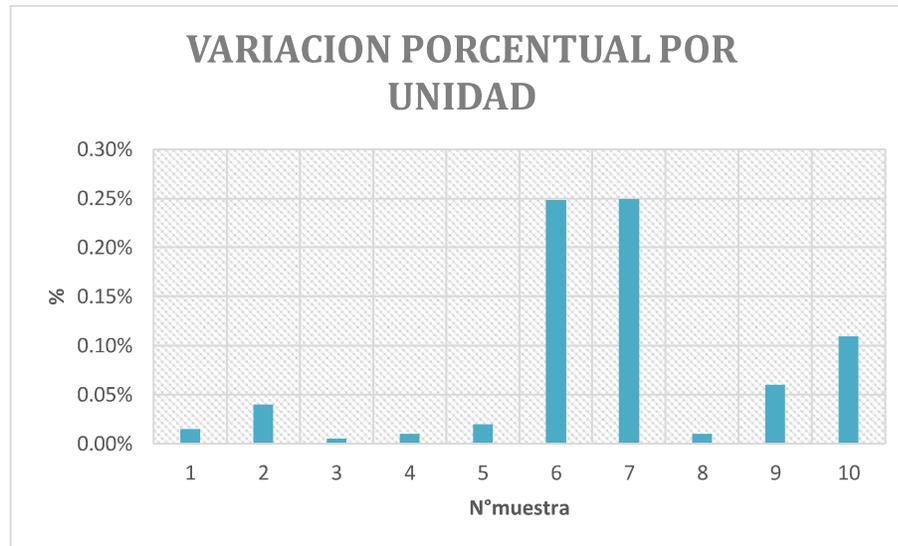
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 47: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

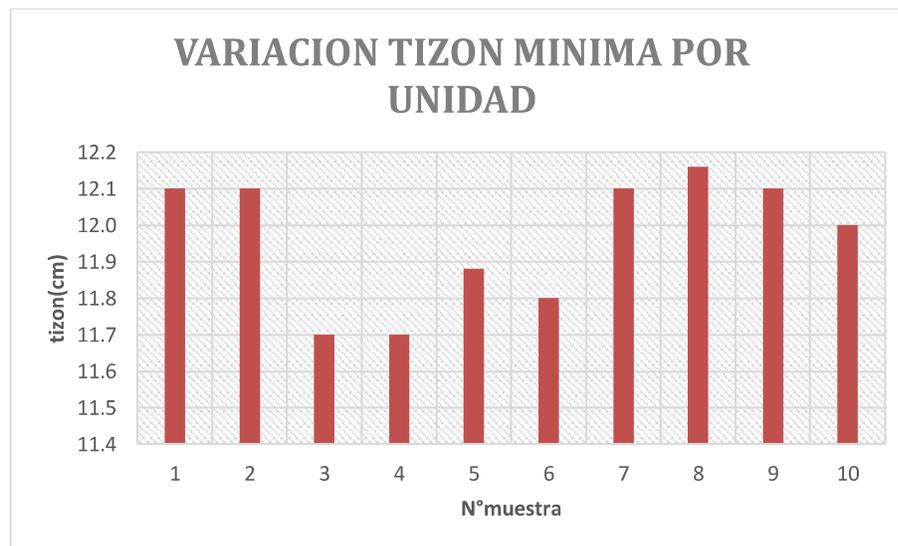
FIGURA N° 48: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

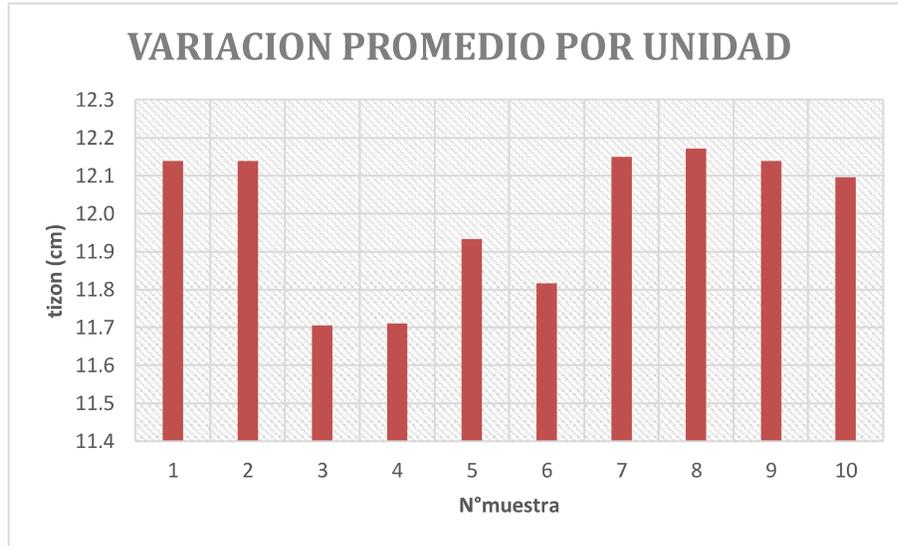
- **Diagramas de la variación dimensional de tizón:**

FIGURA N° 49: VARIACIÓN DIMENSIONAL MÍNIMO DE TIZÓN POR UNIDAD DE MUESTRA



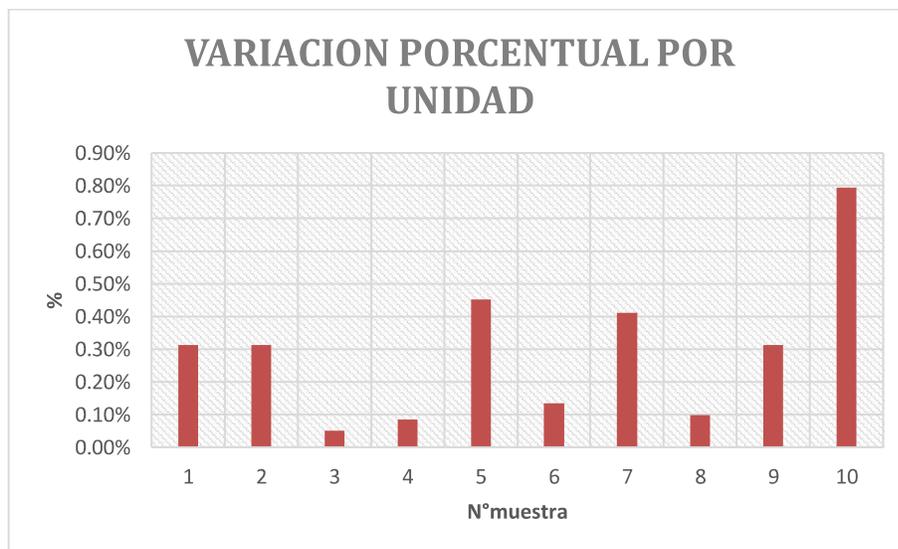
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 50: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

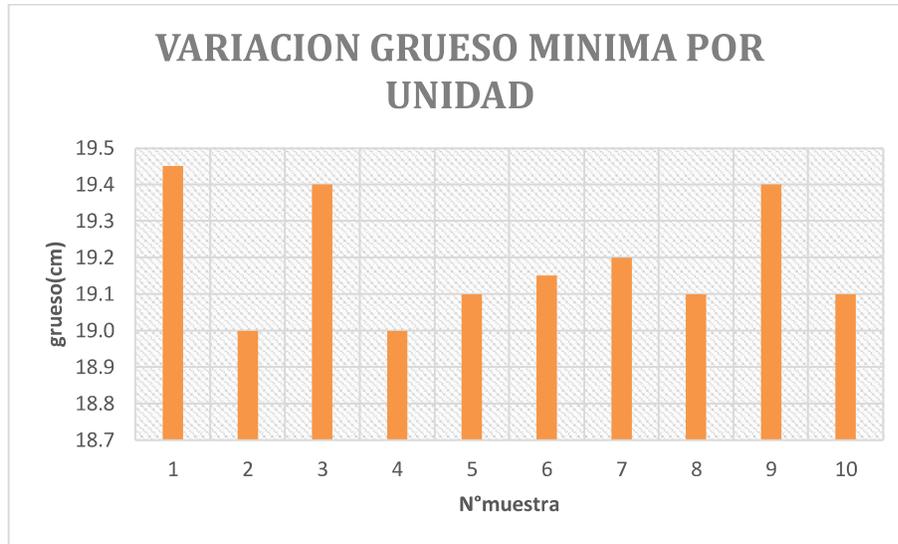
FIGURA N° 51: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

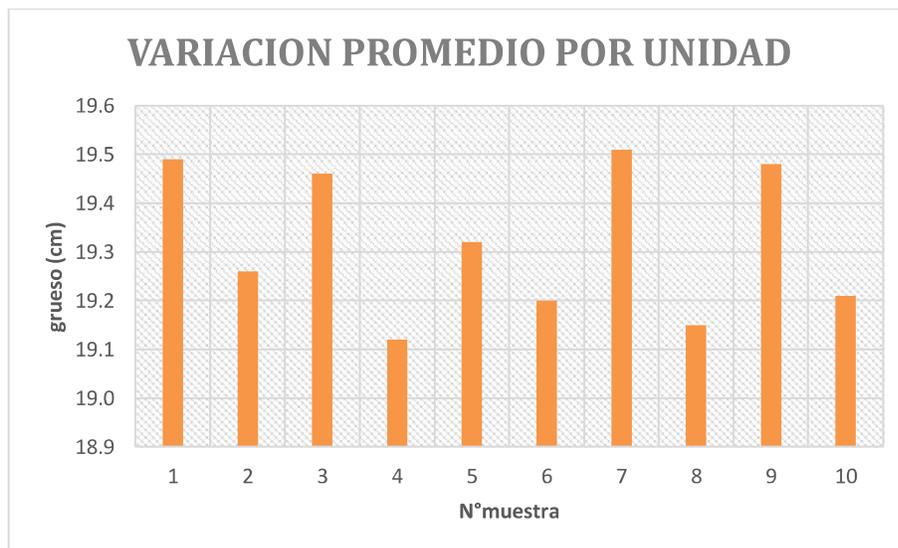
- **Diagramas de la variación dimensional de grueso:**

FIGURA N° 52: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA

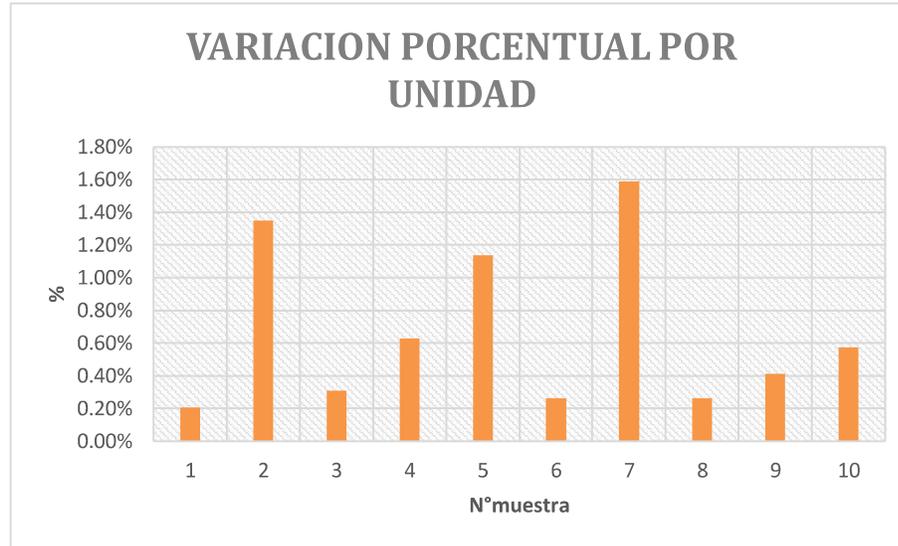


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 53: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 54: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

De diez unidades de albañilería tomadas al azar se puede resaltar que en cuanto a sus características externas de variación dimensional de soga, tizón y grueso de la unidad de albañilería tipo bloque hueco de concreto elaborado con piedra negra de 40x20x12cm:

- Se puede apreciar que la soga mínima es de 39.90cm, el tizón mínimo es de 11.70cm y el grueso mínimo es de 19.00cm.
- Mientras que la soga máxima promedio es de 40.30cm, el tizón máximo promedio es de 12.20cm y el grueso máximo promedio es de 19.50cm.

3.6.1.1.3 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE [40X20X10] CM.

A. CÁLCULO DE PORCENTAJE DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA, TIZÓN Y GRUESO.

Se obtuvo los siguientes datos:

TABLA N° 69: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

$$L_{prom} = \frac{\sum_i^n L}{N} ; L\% = \frac{L_{prom} - L_{min}}{L_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	SOGA (cm)		
	Lmin	Lprom	L%
1	40.00	40.00	0.00%
2	39.90	39.90	0.02%
3	39.90	39.90	0.04%
4	39.80	39.90	0.24%
5	40.10	40.10	0.06%
6	40.00	40.00	0.09%
7	39.90	39.90	0.04%
8	39.90	39.90	0.02%
9	40.00	40.00	0.07%
10	40.00	40.10	0.26%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 70: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES

PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL SOGA (%)	0.08%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA N° 71: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

$$A_{prom} = \frac{\sum_i^n A}{N} ; A\% = \frac{A_{prom} - A_{min}}{A_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)		
	Amin	Aprom	A%
1	9.90	10.00	0.62%
2	9.90	10.00	0.62%
3	9.50	9.50	0.42%
4	9.60	9.70	1.28%
5	9.90	10.00	0.70%
6	10.00	10.00	0.14%
7	9.90	9.90	0.00%
8	10.10	10.10	0.12%
9	10.10	10.10	0.26%
10	9.90	9.90	0.14%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 72: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES

PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL TIZÓN (%)	0.43%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 73: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE
POR UNIDAD DE MUESTRA

$$H_{prom} = \frac{\sum_i^n H}{N} ; H\% = \frac{H_{prom} - H_{min}}{H_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	GRUESO (cm)		
	Hmin	Hprom	H%
1	19.50	19.50	0.20%
2	19.00	19.40	2.16%
3	19.60	19.70	0.31%
4	19.30	19.40	0.41%
5	19.40	19.40	0.04%
6	19.40	19.40	0.12%
7	19.50	19.60	0.66%
8	19.40	19.40	0.05%
9	19.50	19.60	0.26%
10	19.50	19.60	0.31%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 74: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR
GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES

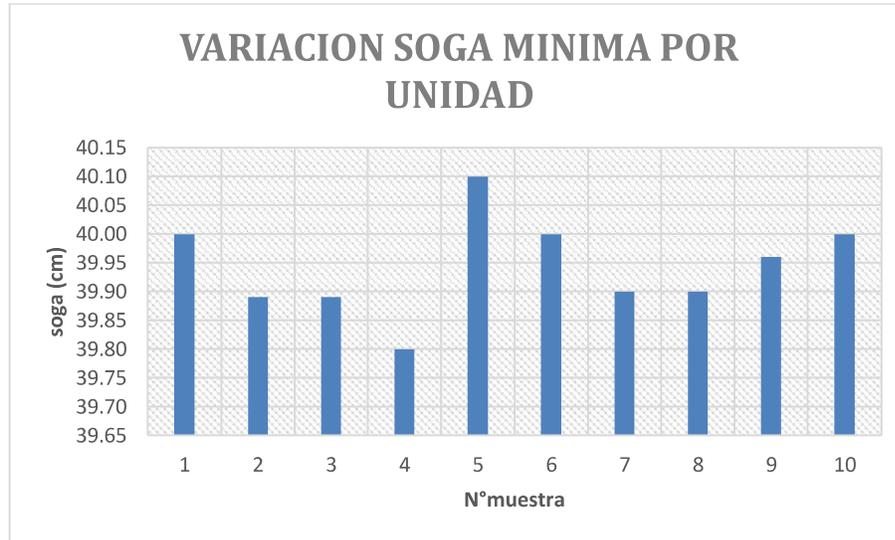
PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL GRUESO (%)	0.45%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. DIAGRAMAS DE REPRESENTACIÓN DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA, TIZÓN Y GRUESO

- *Diagramas de variación dimensional de sogas:*

FIGURA N° 55: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE MUESTRA



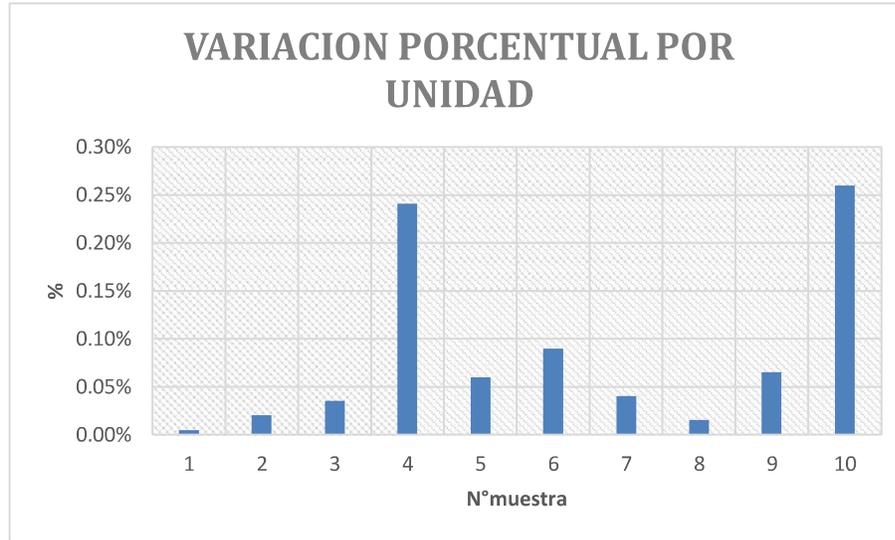
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 56: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

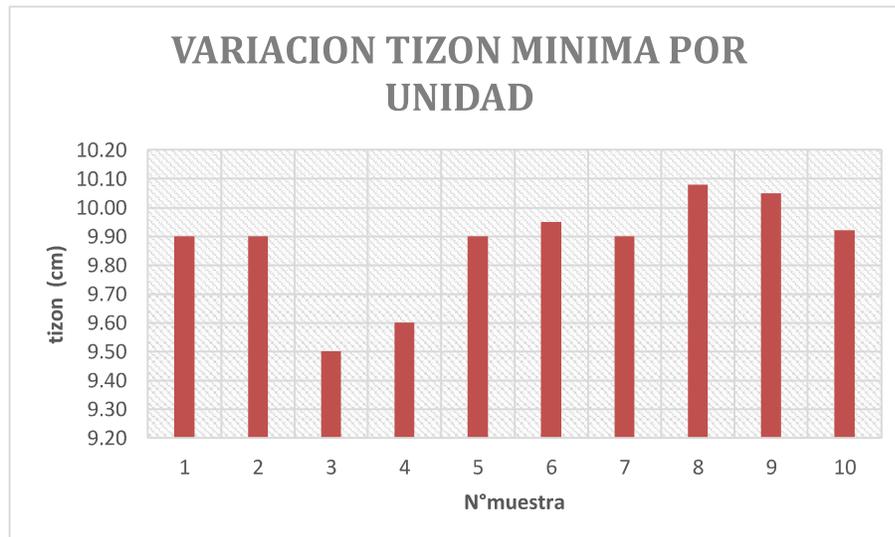
FIGURA N° 57: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **Diagramas de variación dimensional de tizón:**

FIGURA N° 58: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TIZÓN MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA



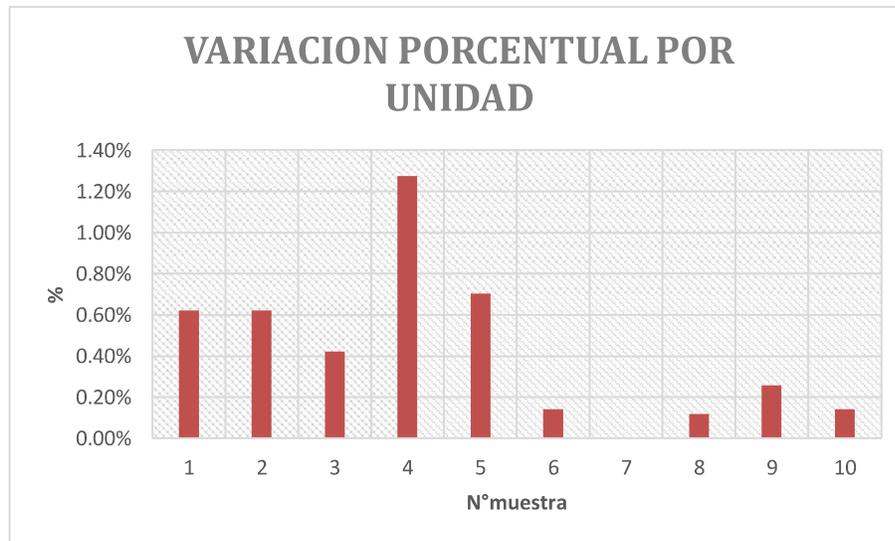
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 59: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

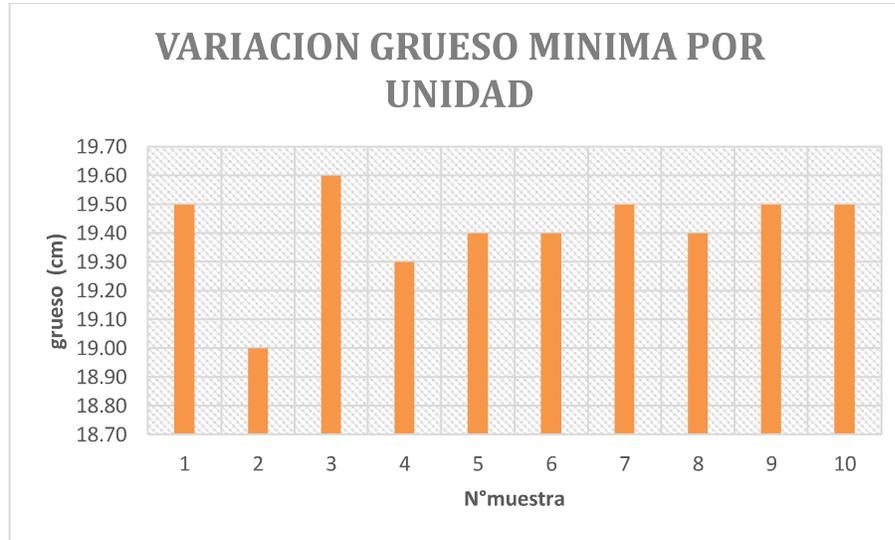
FIGURA N° 60: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

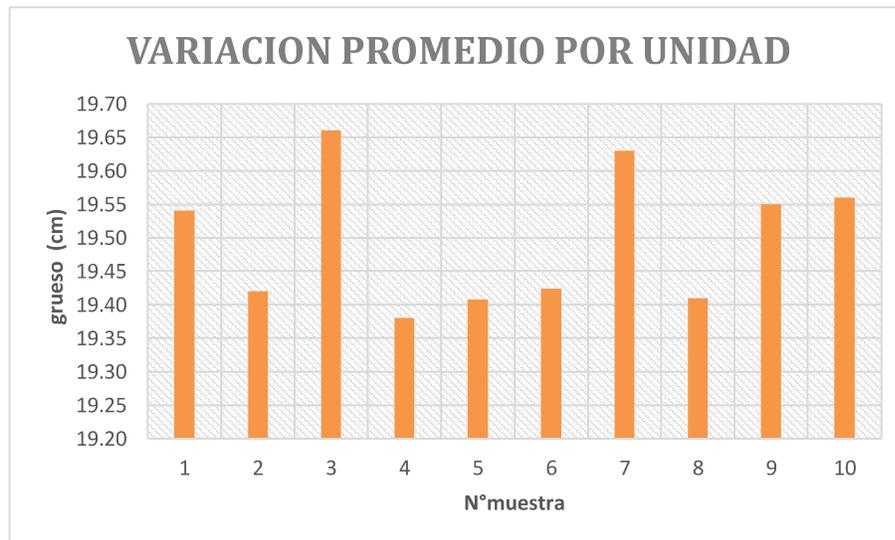
- **Diagramas de variación dimensional de grueso:**

FIGURA N° 61: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA



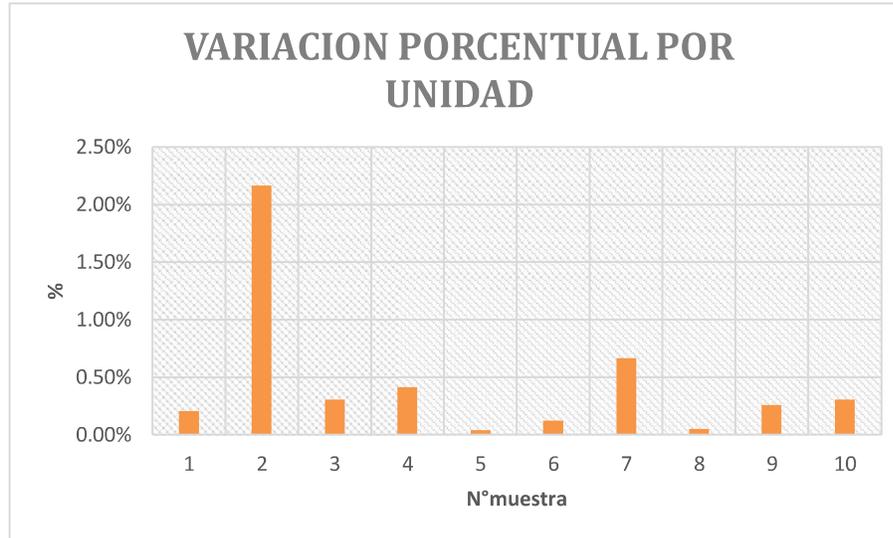
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 62: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 63: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

De diez unidades de albañilería tomadas al azar se puede resaltar que en cuanto a sus características externas de variación dimensional de soga, tizón y grueso de la unidad de albañilería tipo bloque hueco de concreto elaborado con piedra negra de 40x20x10cm:

- Se puede apreciar que la soga mínima es de 39.80cm, el tizón mínimo es de 9.50cm y el grueso mínimo es de 19.00cm.
- Mientras que la soga máxima promedio es de 40.10cm, el tizón máximo promedio es de 10.10cm y el grueso máximo promedio es de 19.70cm.

3.6.1.2 BLOQUE HUECO DE CONCRETO CON PUZOLANA**3.6.1.2.1 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE [40X20X15] CM.****A. CÁLCULO DE PORCENTAJE DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA, TIZÓN Y GRUESO.**

Se obtuvo los siguientes datos:

TABLA N° 75: VARIACIÓN DE SOGA MÍNIMA, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

$$L_{prom} = \frac{\sum_i^n L}{N} ; L\% = \frac{L_{prom} - L_{min}}{L_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	SOGA (cm)		
	Lmin	Lprom	L%
1	40.10	40.10	0.12%
2	40.00	40.00	0.00%
3	40.00	40.00	0.11%
4	40.00	40.10	0.21%
5	40.10	40.10	0.12%
6	40.10	40.20	0.12%
7	40.20	40.20	0.12%
8	40.20	40.20	0.04%
9	40.20	40.20	0.20%
10	40.00	40.10	0.21%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 76: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR SOGA DE LAS UNIDADES MUESTRALES

PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL SOGA (%)	0.13%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA N° 77: VARIACIÓN DE TIZÓN MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

$$A_{prom} = \frac{\sum_i^n A}{N} ; A\% = \frac{A_{prom} - A_{min}}{A_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	TIZÓN (cm)		
	Amin	Aprom	A%
1	15.20	15.20	0.26%
2	14.90	14.90	0.20%
3	15.00	15.10	0.46%
4	15.10	15.10	0.20%
5	15.00	15.00	0.15%
6	15.00	15.00	0.12%
7	15.00	15.10	0.44%
8	15.00	15.00	0.17%
9	14.90	15.00	0.40%
10	15.00	15.10	0.46%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 78: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR TIZÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES

PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL TIZÓN (%)	0.29%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 79: VARIACIÓN DE GRUESO MÍNIMO, PROMEDIO Y PORCENTAJE
POR UNIDAD DE MUESTRA

$$H_{prom} = \frac{\sum_i^n H}{N} ; H\% = \frac{H_{prom} - H_{min}}{H_{prom}} * 100$$

N° MUESTRA	GRUESO (cm)		
	Hmin	Hprom	H%
1	19.50	19.60	0.36%
2	19.70	19.70	0.41%
3	19.60	19.70	0.41%
4	19.40	19.50	0.31%
5	19.60	19.60	0.10%
6	19.30	19.40	0.62%
7	19.70	19.80	0.45%
8	19.50	19.70	0.96%
9	19.60	19.70	0.25%
10	19.50	19.60	0.26%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 80: VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL PROMEDIO PORCENTUAL POR
GRUESO DE LAS UNIDADES MUESTRALES

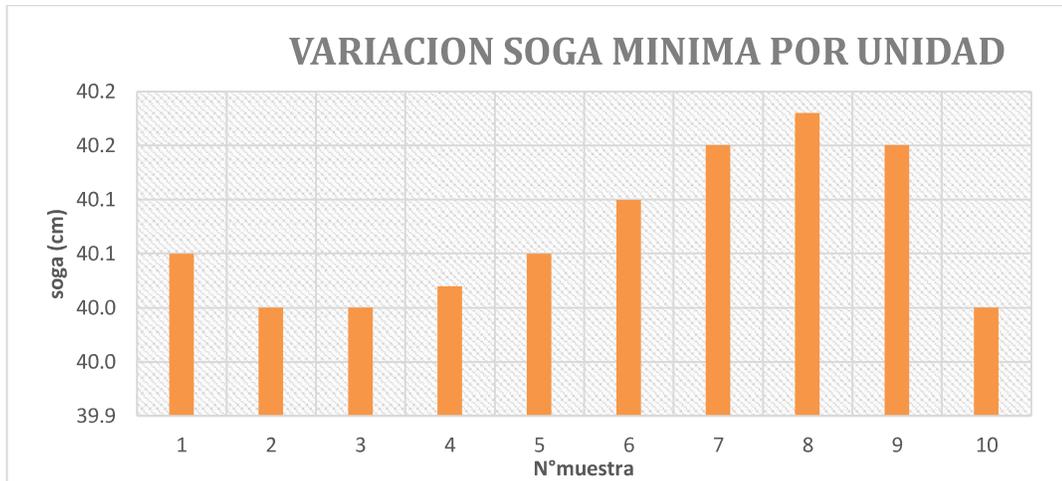
PROMEDIO (%)	
VARIACIÓN DIMENSIONAL GRUESO (%)	0.41%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. DIAGRAMAS DE REPRESENTACIÓN DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA, TIZÓN Y GRUESO.

- *Diagramas de variación dimensional de sogas:*

FIGURA N° 64: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE SOGA MÍNIMA POR UNIDAD DE MUESTRA



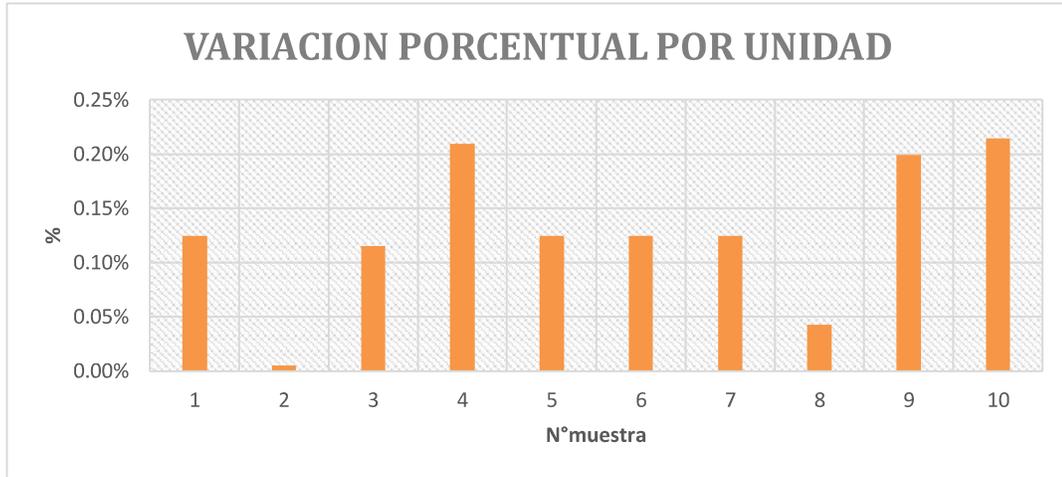
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 65: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

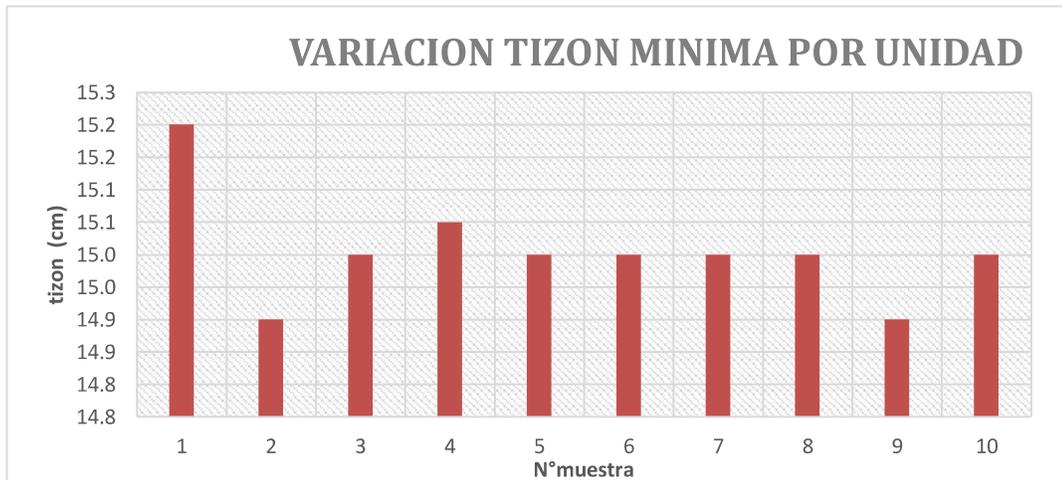
FIGURA N° 66: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **Diagramas de variación dimensional de tizón:**

FIGURA N° 67: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TIZÓN MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA



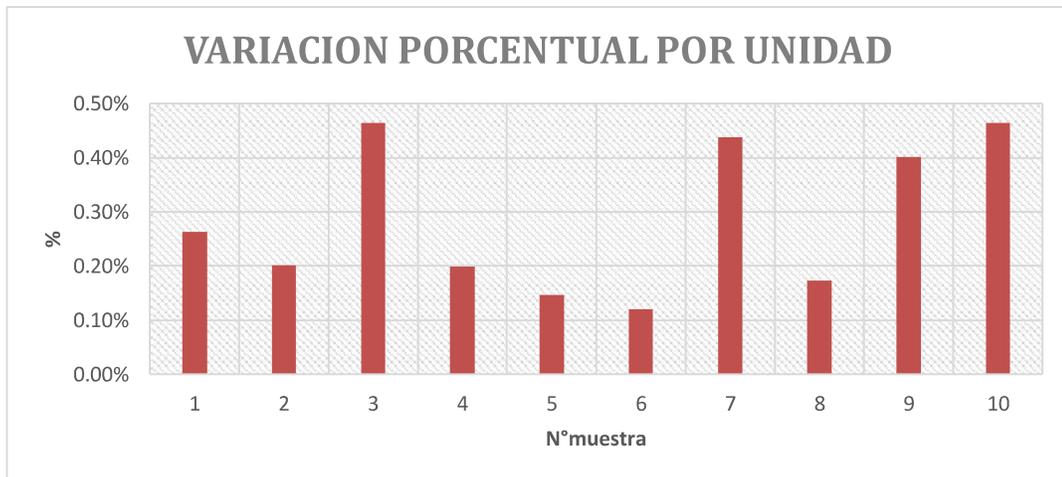
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 68: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

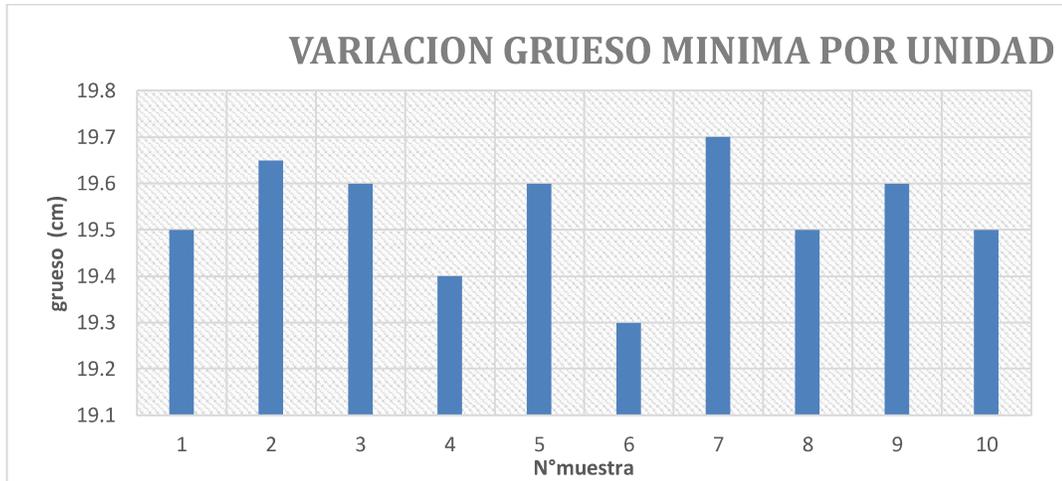
FIGURA N° 69: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

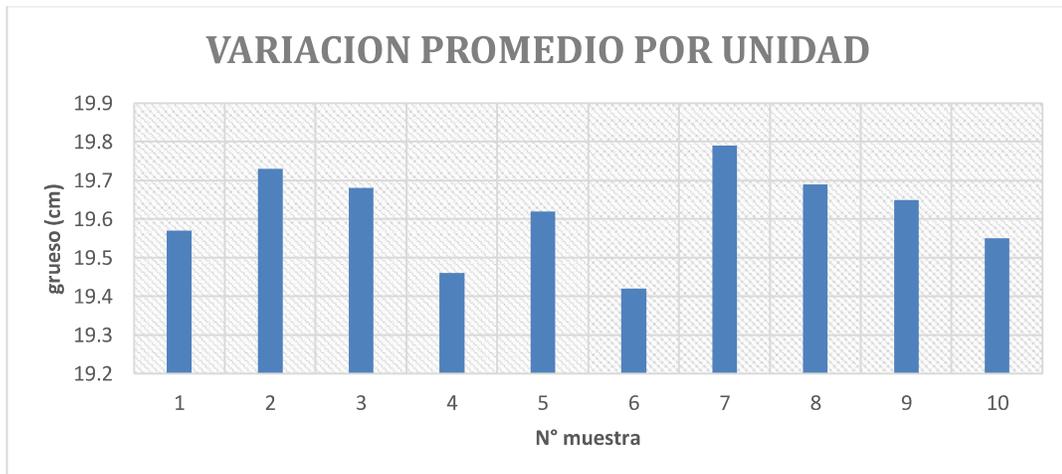
- **Diagramas de variación dimensional de grueso:**

FIGURA N° 70: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE GRUESO MÍNIMO POR UNIDAD DE MUESTRA

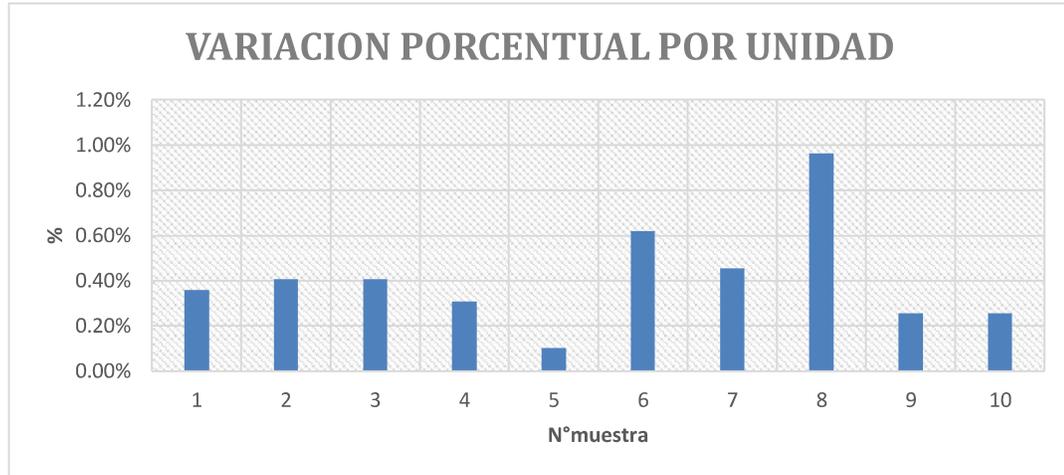


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 71: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO POR UNIDAD DE MUESTRA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA N° 72: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PORCENTAJE POR UNIDAD DE MUESTRA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

De diez unidades de albañilería tomadas al azar se puede resaltar que en cuanto a sus características externas de variación dimensional de soga, tizón y grueso de la unidad de albañilería tipo bloque hueco de concreto elaborado con puzolana de 40x20x15cm:

- Se puede apreciar que la soga mínima es de 40.00cm, el tizón mínimo es de 14.90cm y el grueso mínimo es de 19.30cm.
- Mientras que la soga máxima promedio es de 40.20cm, el tizón máximo promedio es de 15.10cm y el grueso máximo promedio es de 19.80cm.