

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE
ALBAÑILERÍA PARA VIVIENDA**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Bejarano Peraltilla, Salvador Patricio

Mendoza Zúñiga, Franshesco Jeanpier

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Díaz Galdos, Miguel Renato

Arequipa- Perú

2019

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE LUMEN
EN Pisos DE ALBANILERÍA PARA VIVIENDA

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

FRAUENSCCO JEANPIER MENDOZA ZUNIGA
SOLIMAR PATRICIA REGAZANO PERALTA

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO

OBSERVACIONES:

Arequipa, 12 de ABOGOSTO del 2019.

[Signature]
COD 1345

[Signature]
COD 1733

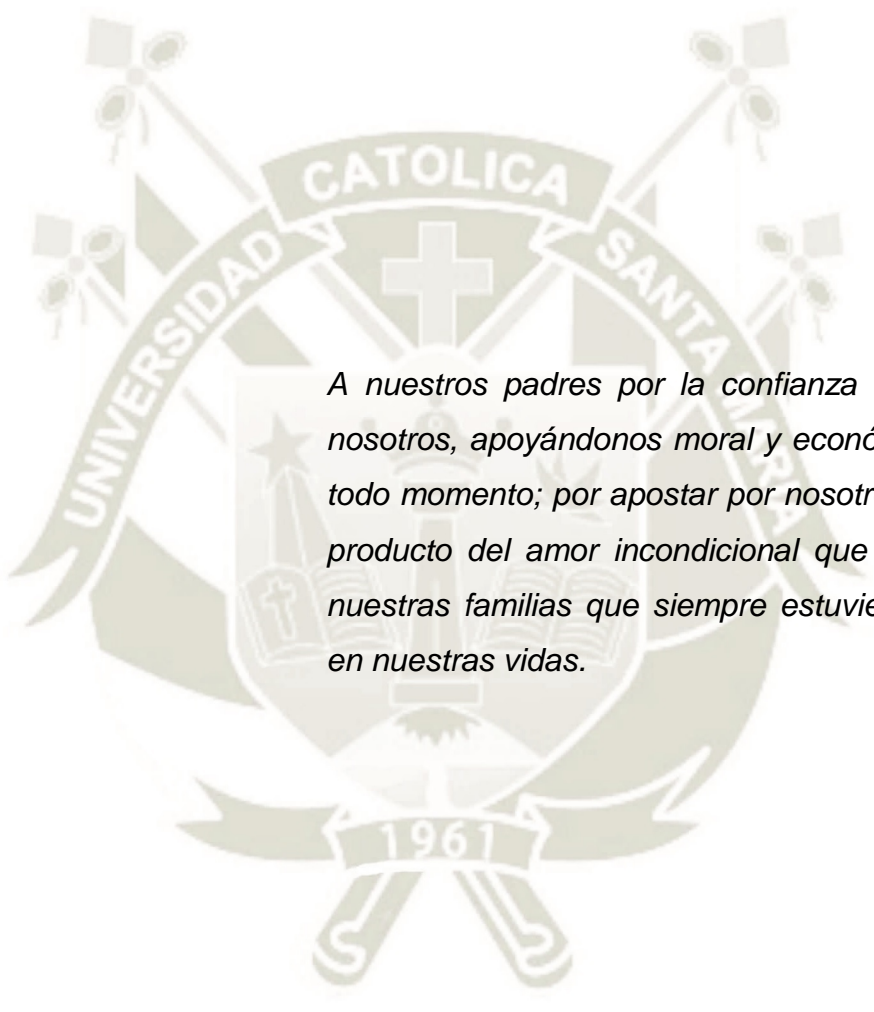
[Signature]
COD 7766

Dedicatorias

El presente trabajo de investigación está dedicado a nuestros padres, familia, amigos y todas las personas que nos apoyaron en la elaboración de la misma, compañeros de trabajo, nuestros profesores universitarios y personas cercanas que nos animaron con algún consejo.



Agradecimiento



A nuestros padres por la confianza depositada en nosotros, apoyándonos moral y económicamente en todo momento; por apostar por nosotros ciegamente producto del amor incondicional que nos tienen. A nuestras familias que siempre estuvieron presentes en nuestras vidas.

RESUMEN

Esta tesis se desarrolló mediante metodología comparativa y explicativa, con el fin de seleccionar el tamaño idóneo para unidades de albañilería hechas de sillar, además de seleccionar el mortero de mejor adherencia para su uso en la construcción y arquitectura contemporánea.

El primer capítulo consta en la recopilación de antecedentes históricos del sillar, sistemas constructivos, procesos de extracción y sus formas de uso enfocándonos principalmente en el sillar como muro de albañilería y zócalo.

En el segundo capítulo además de plantear la hipótesis expondremos el problema por el cual es necesario la elaboración de la presente tesis, explicando el objetivo principal y los objetivos secundarios que perseguiremos durante la investigación.

En el tercer y cuarto capítulo explicaremos la metodología que seguiremos para la realización de los ensayos de laboratorio que son necesarios para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas tanto del sillar como del mortero, además se describirán a detalle cada uno de los ensayos que se realizarán para luego exponer los datos obtenidos. Finalmente se elaborarán cuadros comparativos y resumen con el fin de sintetizar los resultados.

En el quinto capítulo se dará paso al análisis estructural mismo que se llevará a cabo con el tamaño de unidad de albañilería de sillar de mejor desempeño en el Capítulo III y IV, basándonos en las Normas E030 y E070 que rigen tanto la albañilería como su compartimiento sísmico.

El sexto capítulo desarrollará el análisis de costos unitarios, para el cual elaboraremos un listado de insumos con los precios actuales del mercado, seguidamente continuaremos con el metrado por partida, para finalmente obtener el precio unitario, el presupuesto total de una edificación y el precio por metro cuadrado (m²).

Por último procederemos con las conclusiones y recomendaciones además de adjuntar los anexos y la bibliografía correspondiente.

Palabras clave: albañilería de sillar, análisis estructural.

ABSTRACT

This thesis was developed by comparative and explanatory methodology, in order to select the ideal size for masonry units made of sillar, in addition to selecting the best adhesion mortar for use in contemporary construction and architecture.

The first chapter consists in the collection of historical background of the sillar, construction systems, extraction processes and their forms of use focusing mainly on the sillar as masonry wall and plinth.

In the second chapter, in addition to posing the hypothesis, we will explain the problem by which the elaboration of this thesis is necessary, explaining the main objective and the secondary objectives that we will pursue during the investigation.

In the third and fourth chapters we will explain the methodology that we will follow for the realization of the laboratory tests that are necessary for the determination of the physical and mechanical properties of both the sillar and the mortar. In addition, each of the tests will be described with detail. They will perform to later expose the obtained data. Finally, comparative and summary tables will be prepared in order to synthesize the results.

In the fifth chapter will give way to the structural analysis that will be carried out with the sizes of masonry unit of sillar with the best performance in Chapter III and IV, based on the Standards E030 and E070 that govern both the masonry and its seismic compartment.

The sixth chapter will develop the analysis of unit costs, for which we will elaborate a list of inputs with the current market prices, then we will continue with the meter by item, to finally obtain the unit price, the total budget of a building and the price per square meter (m^2).

Finally we will proceed with the conclusions and recommendations in addition to attaching the annexes and the corresponding bibliography.

Keywords: albañilería de sillar, structural analysis.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Arequipa está rodeada por tres volcanes Misti, Pichu Pichu y Chachani, siendo este último protagonista de una erupción parasísmica que expulsó material ígneo cargado de gas que con el paso del tiempo se solidificó en una piedra porosa de color blanco, beige o rosado llamado sillar.

Actualmente el sillar se usa principalmente como zócalo de muros de albañilería puesto que mejora la arquitectura de las edificaciones contemporáneas, también lo podemos observar con frecuencia como unidad de albañilería.

El sillar se comercializa en bloques de dimensiones significativas que restan área útil al proyecto y elevan su costo, es por esto que se propuso diferentes tamaños de unidades de albañilería de sillar para luego compararlos y seleccionar el más apropiado para la construcción, basándonos en los resultados que obtuvimos luego de realizar los ensayos de laboratorio, de la misma manera se usó diferentes tipos de mortero por lo que también fueron evaluados y comparados.

Por último se procedió a evaluar todas las combinaciones mortero – sillar posibles con el fin de hallar la combinación idónea que permita reducir dimensiones y costos conservando los parámetros necesarios de seguridad.

INDICE

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I	1
1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	2
1.1. RESEÑA HISTÓRICA	2
1.1.1. ORIGEN Y FORMACIÓN	4
1.1.2. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.-	6
1.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	10
1.1.4. PROCESO DE EXTRACCIÓN	11
1.1.4.1. Extracción de unidades convencionales:	11
1.1.4.2. Extracción de unidades utilizadas en la investigación:.....	12
1.1.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA	13
1.1.6. TIPOS DE SILLAR.....	13
1.2. USO DEL SILLAR	14
1.2.1. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR	14
1.2.2. ZÓCALO DE SILLAR.....	15
CAPÍTULO II	16
2. PROBLEMÁTICA.....	17
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
2.1.2. DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA.....	17
2.2. ALCANCES.....	17
2.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	19
2.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2.6. HIPÓTESIS	22
2.7. VARIABLES	23
2.7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES:	23
2.7.2. VARIABLES DEPENDIENTES:.....	23
CAPÍTULO III	24
3. ENSAYOS Y COMPARACIONES ENTRE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR.....	25
3.1. METODOLOGÍA	25
3.2. OBTENCIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS	26
3.2.1. ENSAYO DE ALABEO	26

3.2.2.	ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL.....	29
3.2.3.	ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD	34
3.2.4.	ENSAYO DE SUCCIÓN	40
3.3.	OBTENCIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS 44	
3.3.1.	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL.....	44
3.3.2.	ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN	48
3.3.3.	ENSAYO TRACCIÓN INDIRECTA.....	53
3.3.4.	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS.....	58
3.3.5.	ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	67
3.4.	CUADROS RESUMEN	76
3.4.1.	CUADRO RESUMEN POR UNIDADES	76
3.4.2.	CUADRO RESUMEN ENSAYO COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES (v'm).....	77
	CAPÍTULO IV	78
4.	ENSAYO Y COMPARACIÓN ENTRE MORTEROS.....	79
4.1.	METODOLOGÍA	79
4.2.	OBTENCIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS	80
4.2.1.	ENSAYO DE DENSIDAD DE MORTEROS.....	80
4.3.	OBTENCIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS 83	
4.3.1.	PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA.....	83
4.3.1.1.	ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTEROS	83
4.3.2.	PARA ZÓCALOS DE SILLAR	87
4.3.2.1.	ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL	87
4.3.2.2.	ENSAYO DE ADHESIÓN HORIZONTAL.....	92
4.4.	CUADROS RESUMEN	96
	CAPÍTULO V	97
5.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	98
5.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA	98
5.2.	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN:	98
5.3.	MEMORIA DE CÁLCULO	98
5.3.1.	GENERALIDADES	98
5.3.1.1.	DISTRIBUCIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA	99
5.3.1.2.	VISTAS TRIDIMENSIONALES	102
5.3.2.	PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO.....	102
5.3.2.1.	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA 102	
5.3.2.2.	PESOS UNITARIOS	103
5.3.3.	PROCEDIMIENTO DE LA NORMA.....	104

5.3.3.1.	CÁLCULO DE VALORES Z, U, S, C, R	104
5.3.3.2.	DENSIDAD DE MUROS	105
5.3.3.3.	CÁLCULO DE CORTANTES POR PISO	106
5.3.3.4.	CÁLCULO DE LOS CENTROS DE MASA Y CENTROS DE RIGIDEZ	107
5.3.3.5.	CÁLCULO DE CORTANTES Y MOMENTOS TOTALES POR MURO	109
5.3.3.6.	CHEQUEOS FINALES.....	110
5.3.4.	DISEÑO DE COLUMNAS.....	115
5.3.4.1.	DISEÑO DE COLUMNAS EXTERNAS PRIMER PISO	115
5.3.4.2.	DISEÑO DE COLUMNAS INTERNAS PRIMER PISO.....	118
5.3.5.	DISEÑO DE VIGA SOLERA	121
CAPÍTULO VI	.....	122
6.	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS	123
6.1.	LISTADO DE INSUMOS	123
6.2.	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.....	123
6.2.1.	GENERALIDADES	123
6.2.2.	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA.....	124
6.2.2.1.	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA MUROS DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PEQUEÑA	124
6.2.2.2.	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 3 NIVELES CON UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PEQUEÑA.....	125
6.2.3.	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA ZÓCALO DE SILLAR	126
6.3.	PRODUCCIÓN INDUSTRIALIZADA Y ARTESANAL	126
6.4.	CUADRO RESUMEN.....	127
CONCLUSIONES	.....	128
RECOMENDACIONES	.....	134
REFERENCIAS	.....	135
BIBLIOGRAFÍA	.....	136
ANEXOS	.....	137
ANEXO 01:	RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO	138
ANEXO 02:	RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL.....	141
ANEXO 03:	RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	144
ANEXO 04:	RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN	147
ANEXO 05:	RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL	149
ANEXO 06:	RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN	152

ANEXO 07: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA	155
ANEXO 08: ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS	158
ANEXO 09: ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES.....	161
ANEXO 10: ENSAYO DE DENSIDAD DE MORTEROS	170
ANEXO 11: ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTEROS	171
ANEXO 12: DENSIDAD DE MUROS	172
ANEXO 13: CORTANTES Y MOMENTOS TOTALES POR MURO	173
ANEXO 14: RESISTENCIA AL ESFUERZO AXIAL	174
ANEXO 15: CONTROL DE FISURACIÓN	176
ANEXO 16: CONTROL DE AGRIETAMIENTO	178
ANEXO 17: PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE VIVIENDA CON MUROS DE ALBAÑILERÍA DE LADRILLO K.K.	180
ANEXO 18: PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE VIVIENDA CON MUROS DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR ARTESANAL.	194
ANEXO 19: PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE VIVIENDA CON MUROS DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR INDUSTRIAL.	213
ANEXO 20: PLANOS ESTRUCTURALES DE VIVIENDA CON MUROS DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR INDUSTRIAL.....	228
ANEXO 21: CONSTANCIAS DE LOS ENSAYOS DE ALBAÑILERIA DE SILLAR	233

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1.01.- CONVENTO DE SANTA CATALINA	2
IMAGEN 1.02.- TEMPLO DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS	3
IMAGEN 1.03.- IGLESIA DE SANTO DOMINGO	4
IMAGEN 1.04.- FORMACIÓN DEL SILLAR.....	5
IMAGEN 1.05.- FRAGMENTOS DE ROCA ASIMILADA EN EL SILLAR.....	6
IMAGEN 1.06.- ASENTAMIENTO HUMANO VILLA PARAÍSO	7
IMAGEN 1.07.- ALBAÑILERÍA NO CONFINADA (CASA DE MORAL).....	7
IMAGEN 1.08.- ALBAÑILERÍA CONFINADA CON SILLAR.....	8
IMAGEN 1.09.- TECHO EN FORMA DE MEDIO CILINDRO DE SILLAR (CONVENTO DE SANTA CATALINA).....	9
IMAGEN 2.01.- CURADO DE 27 MURETES DE SILLAR.....	19
IMAGEN 2.02.- ANDA DE ACERO CON BARRETAS VISTA FRONTAL	20
IMAGEN 2.03.- ANDA DE ACERO CON BARRETAS	21
IMAGEN 3.01.- ENSAYO DE ALABEO: MEDICIÓN DE ALABEO DE LA DIAGONAL EN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA TIPO M.....	27
IMAGEN 3.02.- ENSAYO DE ALABEO: MEDICIÓN DE ALABEO DE LA DIAGONAL EN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA TIPO P	28
IMAGEN 3.03.- ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL: MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G	31
IMAGEN 3.04.- ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL: MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M	31
IMAGEN 3.05.- ENSAYO DE DENSIDAD: SATURACIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR VISTA SUMERGIDA.....	35
IMAGEN 3.06.- ENSAYO DE DENSIDAD: SATURACIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR VISTA AÉREA	35
IMAGEN 3.07.- ENSAYO DE DENSIDAD: REGISTRO DE PESO SUMERGIDO	36
IMAGEN 3.08.- ENSAYO DE DENSIDAD: REGISTRO DE PESO SATURADO .	36
IMAGEN 3.09.- MASA DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR SECADA AL HORNO	41
IMAGEN 3.10.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR DURANTE LA SUCCIÓN	41

IMAGEN 3.11.- MASA DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR LUEGO DE SUCCIONAR AGUA POR UN MINUTO	42
IMAGEN 3.12.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P DURANTE LA COMPRESIÓN	45
IMAGEN 3.13.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G DURANTE LA COMPRESIÓN.....	46
IMAGEN 3.14.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P LUEGO DE ROTURA	46
IMAGEN 3.15.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M LUEGO DE ROTURA.....	47
IMAGEN 3.16.- ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P DURANTE COMPRESIÓN .	50
IMAGEN 3.17.- ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G DURANTE COMPRESIÓN .	50
IMAGEN 3.18.- ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P LUEGO DE ROTURA	50
IMAGEN 3.19.- ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M DURANTE COMPRESIÓN .	51
IMAGEN 3.20.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P DURANTE COMPRESIÓN	54
IMAGEN 3.21.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M DURANTE COMPRESIÓN .	54
IMAGEN 3.22.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M LUEGO DE ROTURA.....	55
IMAGEN 3.23.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M LUEGO DE ROTURA.....	55
IMAGEN 3.24.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G LUEGO DE ROTURA.....	56
IMAGEN 3.25.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO P PREVIA A COMPRESIÓN	63
IMAGEN 3.26.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO M PREVIA A COMPRESIÓN	63
IMAGEN 3.27.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO G PREVIA A COMPRESIÓN.....	63
IMAGEN 3.28.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO P POST COMPRESIÓN.....	64

IMAGEN 3.29.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO P POST COMPRESIÓN	64
IMAGEN 3.30.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO M POST COMPRESIÓN	64
IMAGEN 3.31.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO G POST COMPRESIÓN	65
IMAGEN 3.32.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETES ESPERANDO SER TRASLADADOS AL LABORATORIO DE CONCRETO PARA SU ROTURA	69
IMAGEN 3.33.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETES ARRIBANDO AL LABORATORIO DE CONCRETO PARA SU ROTURA	69
IMAGEN 3.34.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P ANTES DE ROTURA	70
IMAGEN 3.35.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M ANTES DE ROTURA	70
IMAGEN 3.36.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G ANTES DE ROTURA	70
IMAGEN 3.38.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P POST ROTURA, FALLA DIAGONAL	71
IMAGEN 3.37.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P POST ROTURA, FALLA DIAGONAL	71
IMAGEN 3.39.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M POST ROTURA, FALLA MIXTA	71
IMAGEN 3.40.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G POST ROTURA, FALLA DIAGONAL	72
IMAGEN 3.41.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P POST ROTURA, FALLA DOBLE DIAGONAL	72
IMAGEN 4.01.- ENSAYO DE DENSIDAD DE MORTEROS: TARADO DEL RECIPIENTE	81

IMAGEN 4.02.- ENSAYO DE DENSIDAD DE MORTEROS: VARILLADO DE LA MEZCLA	81
IMAGEN 4.03.- ENSAYO DE DENSIDAD DE MORTEROS: ELIMINACIÓN DE BURBUJAS DE AIRE CON MARTILLO DE GOMA	81
IMAGEN 4.04.- ENSAYO DE DENSIDAD DE MORTEROS: MASA DE RECIPIENTE Y MEZCLA.....	81
IMAGEN 4.05.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTEROS: CUBO DE 5 X 5 CM DE MORTERO 01 ANTES DE COMPRESIÓN	85
IMAGEN 4.06.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTEROS: CUBO DE 5 X 5 CM DE MORTERO 03 POST COMPRESIÓN	85
IMAGEN 4.07.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 01 SOMETIDO A 6kg DE MASA	88
IMAGEN 4.08.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 2 SOMETIDO A 6kg DE MASA	89
IMAGEN 4.09.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 3 SOMETIDO A 6kg DE MASA	89
IMAGEN 4.10.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 02 DURANTE SU EXTRACCIÓN	90
IMAGEN 4.11.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 03 DURANTE SU EXTRACCIÓN	90
IMAGEN 4.12.- ENSAYO DE ADHESIÓN HORIZONTAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 02 SOMETIDO A 6kg DE MASA	94
IMAGEN 4.13.- ENSAYO DE ADHESIÓN HORIZONTAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 03 SOMETIDO A 6kg DE MASA	94
IMAGEN 4.14.- ENSAYO DE ADHESIÓN HORIZONTAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 3 SOMETIDO A 21.810 kg DE MASA.....	95
IMAGEN 5.01.- DISTRIBUCIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA PRIMER NIVEL	99
IMAGEN 5.02.- DISTRIBUCIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA SEGUNDO Y TERCER NIVEL.....	100
IMAGEN 5.03.- DISTRIBUCIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CUARTO NIVEL	101
IMAGEN 5.04.- VISTAS TRIDIMENSIONALES	102

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.01.- TABLA 01 NORMA E 070	26
TABLA 3.02.- COMPARACIÓN DE LA MEDIDA DE ALABEO	28
TABLA 3.03.- Tabla 01 Norma E 070	30
TABLA 3.04.- COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL	32
TABLA 3.05.- COMPARACIÓN DE DENSIDADES.....	38
TABLA 3.06.- COMPARACIÓN DE ABSORCIÓN	38
TABLA 3.07.- COMPARACIÓN VOLÚMENES PROMEDIO DE LOS ESPECÍMENES	38
TABLA 3.08.- COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE SUCCIÓN	43
TABLA 3.09.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL.....	47
TABLA 3.10.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN.....	52
TABLA 3.11.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA.....	57
TABLA 3.12.- TABLA 07 NORMA E 070	59
TABLA 3.13.- TABLA 08 NORMA E 070	60
TABLA 3.14.- TABLA 09 NORMA E 070	60
TABLA 3.15.- TABLA 10 NORMA E 070	61
TABLA 3.16.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL.....	66
TABLA 3.17.- COMPARACIÓN ENTRE DIFERENTES COMBINACIONES UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR - MORTERO.....	74
TABLA 3.18.- COMPARACIÓN FINAL DE PROPIEDADES.....	76
TABLA 3.19.- COMPARACIÓN ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES.....	77
TABLA 4.01.- COMPARACIÓN DENSIDADES DE MORTEROS	82
TABLA 4.02.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS	86
TABLA 4.03.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO	91
TABLA 4.04.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO	95
TABLA 4.05.- COMPARACIÓN FINAL DE PROPIEDADES.....	96
TABLA 5.01.- DENSIDAD DE MUROS	106

TABLA 5.02.- METRADO DE CARGAS	106
TABLA 5.03.- CENTRO DE MASA.....	108
TABLA 5.04.- CENTRO DE RIGIDEZ	108
TABLA 5.05.- CORTANTES TOTALES	109
TABLA 5.06.- MOMENTOS TOTALES	109
TABLA 5.07.- RESISTENCIA AL ESFUERZO MAXIMO.....	110
TABLA 5.08.- CONTROL DE FISURACIÓN	112
TABLA 5.09.- CONTROL DE AGRIETAMIENTO.....	113
TABLA 5.10.- CALCULO DE LM	115
TABLA 5.11.- CALCULO PARÁMETROS DE DISEÑO DE COLUMNA	116
TABLA 5.12.- CALCULO DE FUERZAS CORTANTE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN.....	116
TABLA 5.13.- CALCULO DE ACERO HORIZONTAL	117
TABLA 5.14.- CALCULOS FINALES.....	117
TABLA 5.15.- CALCULO LM COLUMNAS INTERNAS.....	118
TABLA 5.16.- CALCULO PARAMETROS DE DISEÑO COLUMNA INTERNA..	118
TABLA 5.17.- CALCULO FUERZA CORTANTE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN COLUMNA INTERNA	119
TABLA 5.18.- CALCULO ACERO HORIZONTAL COLUMNA INTERNA.....	119
TABLA 5.19.- CÁLCULOS FINALES COLUMNA INTERNA	120
TABLA 5.20.- DISEÑO DE VIGA SOLERA.....	121

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 3.01.- COMPARACIÓN DE LA MEDIDA DE ALABEO	29
CUADRO 3.02.- COMPARACIÓN LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL EN ALTURA.....	33
CUADRO 3.03.- COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL EN EL LARGO	33
CUADRO 3.04.- COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE EL ANCHO	33
CUADRO 3.05.- COMPARACIÓN DE DENSIDADES	39
CUADRO 3.06.- COMPARACIÓN DE ABSORCIONES	39
CUADRO 3.07.- COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE SUCCIÓN	43
CUADRO 3.08.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL.....	48
CUADRO 3.09.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA.....	52
CUADRO 3.10.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA.....	58
CUADRO 3.11.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL.....	66
CUADRO 3.12.- COMPARACIÓN DE ESFUERZOS CORTANTES.....	75
CUADRO 4.01.- COMPARACIÓN DENSIDADES DE MORTEROS.....	83
CUADRO 4.02.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE MORTEROS	86
CUADRO 4.03.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AI DESPRENDIMIENTO 1.....	91
CUADRO 4.04.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AI DESPRENDIMIENTO 2.....	96



CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

1.1. RESEÑA HISTÓRICA

El sillar o piedra sillar no es más que una roca ígnea que consiste en toba dura compuesta de fragmentos de roca y fenocristales en una matriz de fragmentos vítreos, pero su elegancia, atractivo arquitectónico y ornamental además de su característico color termino por convertirlo en el símbolo de la Ciudad Blanca.

El sillar se usó en un comienzo por los habitantes del valle del Chili para separar viviendas sin mayor importancia, iniciada la colonización los españoles impusieron sus construcciones de piedra, madera y adobe dejando en desuso la piedra sillar¹. No fue hasta el terremoto de 1582 que derrumbó prácticamente toda construcción de la recién fundada ciudad arequipeña y debida al difícil acceso a los medios acostumbrados de albañilería que los indujeron a adecuar el sillar a sus construcciones².

El convento de Santa Catalina en 1579 y la iglesia de la Compañía de Jesús, iniciada en 1595 son los dos edificios monumentales arequipeños más antiguos hechos de sillar.

IMAGEN 1.01.-CONVENTO DE SANTA CATALINA



FUENTE: WWW.AREQUIPAPERUESTILO.BLOGSPOT.COM

La aplicación de la ignimbrita aún no era absoluta pero como consecuencia del terremoto del 20 de octubre de 1687 fueron los alarifes quienes masificaron su uso para construir bodegas y luego edificaciones.

IMAGEN 1.02.- TEMPLO DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS



FUENTE: EL SILLAR EN LA ARQUITECTURA DE GINA ISABEL SANZ

Transcurridos los años otras grandes obras se edificaron de sillar tales como el Templo de la Compañía de Jesús construida entre 1654 y 1698 y la Iglesia de Santo Domingo, construida en 1634 y concluida 33 años después.

IMAGEN 1.03.- IGLESIA DE SANTO DOMINGO

FUENTE: WWW.TRIPADVISOR.COM.PE

Posteriormente se edificaron más de 500 casonas cuyo material primordial fue el sillar, de las cuales 250 son calificadas como monumentos y forma parte del legado cultural de la ciudad arequipeña

Durante el siglo XX, frente a las nuevas necesidades urbanas, que exigían optimizar el espacio y una mayor densidad habitacional vertical, la antigua casona arequipeña de sillar devino impracticable.

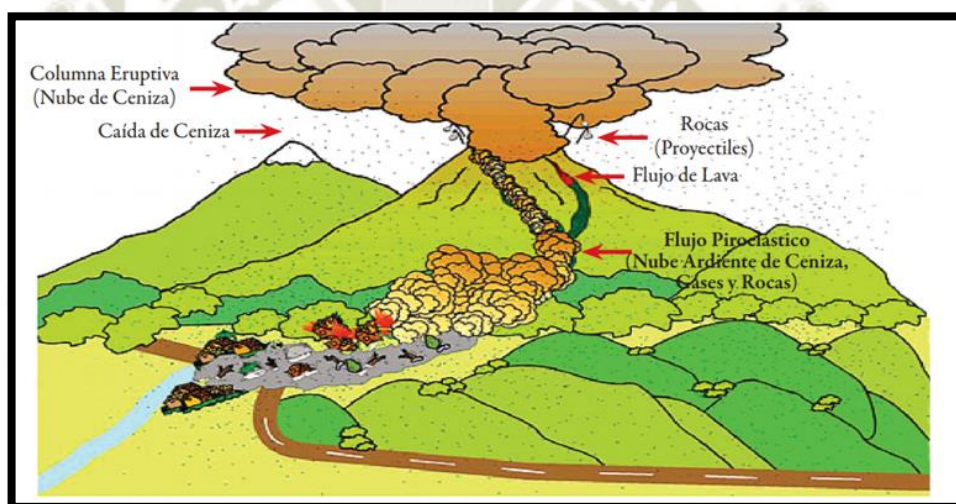
1.1.1. ORIGEN Y FORMACIÓN

No se cuenta con una explicación absoluta sobre el origen y formación del sillar en Arequipa puesto que existen varias teorías que explican su existencia, de las que podemos destacar la teoría del Dr. William F. Jenks que al cabo de nuestra investigación es la más respaldada.

El Dr. William F. Jenks sostiene que durante el plioceno superior alrededor de 800,000 años atrás el sillar se formó debido a la erupción para - sísmica del volcán Chachani, misma que expulsó a través de las grietas y fisuras formadas en sus faldas, una gran cantidad de lava

cargada de gas que se desmenuzo en diminutos fragmentos vítreos que no se elevaron por los aires sino que se mantuvieron cerca de la superficie debido a las partículas de roca que contenía en su interior. El gas por su altísima temperatura avanzo a gran velocidad sobre lo que en ese entonces era un valle ancho y extenso que dividía Arequipa y Yura, debido al gran peso de la nube esta fue perdiendo velocidad a lo largo del valle para finalmente detenerse, no sin antes cubrir en su totalidad las depresiones desde el complejo volcánico del Chachani hasta el margen derecho del rio chili en el distrito de Uchumayo a escasos metros del batolito de La Caldera cerca del peaje².

IMAGEN 1.04.- FORMACIÓN DEL SILLAR



FUENTE: EL SILLAR EN LA ARQUITECTURA – GINA ISABEL SANZ

Durante la erupción volcánica fragmentos de bordes de las fisuras en las faldas del Chachani se asimilaron a la nube de gas, misma que los transporto y anexo a su masa formando ahora parte del sillar como se puede observar en la siguiente fotografía a manera de lunares y tachas.

IMAGEN 1.05.- FRAGMENTOS DE ROCA ASIMILADA EN EL SILLAR



FUENTE: WWW.DANIELSALMORAL.COM

Con el pasar del tiempo la gran masa se fue solidificando dando lugar al endurecimiento del material antes fluido, para obtener “ignimbrita” nombre técnico del sillar que se significa lluvia de fuego.

1.1.2. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.-

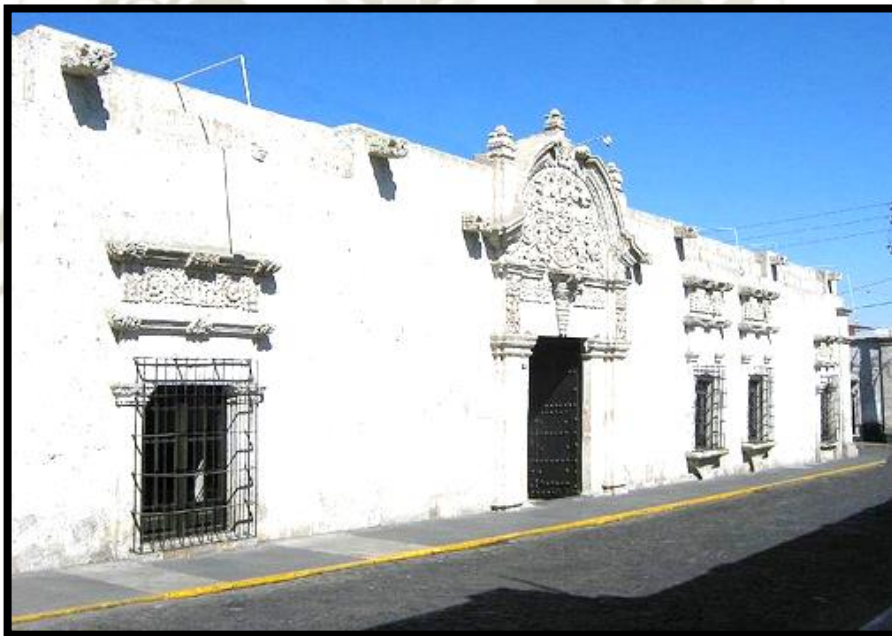
En la ciudad de Arequipa, se observan mayormente 3 sistemas constructivos de muros utilizando el sillar: albañilería no reforzada, albañilería confinada y albañilería de bloques de sillar apilados, sin mortero de junta, éste último se da mayormente en los pueblos jóvenes y asentamientos humanos, como una primera etapa constructiva, hasta reunir los medios económicos suficientes para asentarlos.

IMAGEN 1.06.- ASENTAMIENTO HUMANO VILLA PARAÍSO



FUENTE: WWW.DIARIOSINFRONTERAS.PE

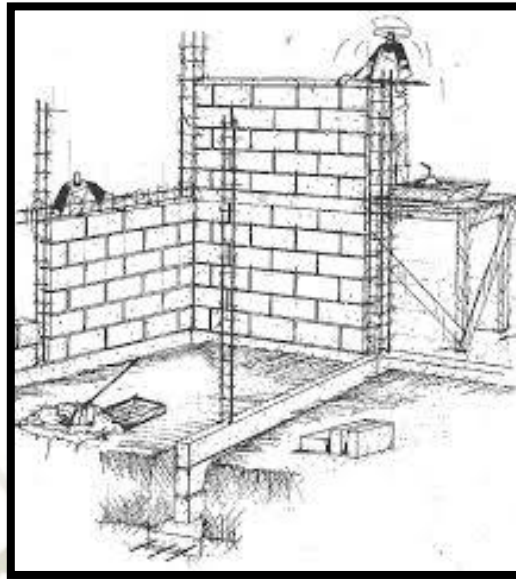
IMAGEN 1.07.- ALBAÑILERÍA NO CONFINADA (CASA DE MORAL)



FUENTE: WWW.ARQUIWEBMASTER.NET

En las edificaciones antiguas de sillar, se observa que se usó el mortero cal-arena para el asentado de los bloques, sin ningún refuerzo metálico que le proporcione ductilidad al conjunto; en las edificaciones que se construyen actualmente, se está utilizando el mortero cemento-arena y esto posiblemente influenciado por la tecnología del ladrillo de arcilla.

IMAGEN 1.08.- ALBAÑILERÍA CONFINADA CON SILLAR

FUENTE: WWW.PE.UNDP.ORG

Los espesores de muros son variables, dependiendo de la altura de los mismos, en las edificaciones recientes, tanto en las urbanizaciones residenciales como en pueblos jóvenes ya consolidados, se observa el uso de columnas y vigas de confinamiento, semejante a la albañilería con ladrillo de arcilla confinada. Los bloques de sillar en este caso son asentados con mortero cemento-arena y colocados de canto dando espesores de muro de 20 cm³.

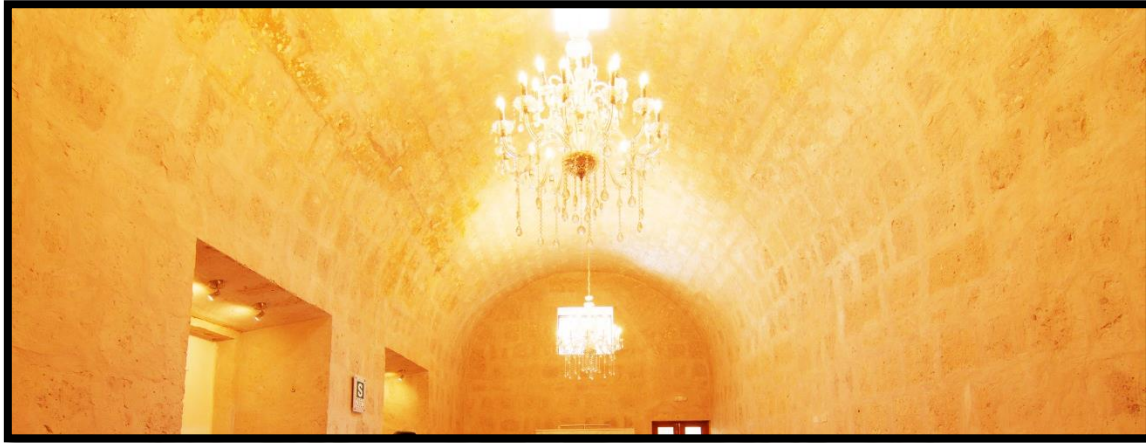
Tanto las juntas exteriores como interiores esta solaqueadas, las edificaciones que siguen este sistema constructivo, mayormente son de uno de dos pisos.

Los entresijos y techos de las edificaciones antiguas están constituidas por bloques de sillar, colocados formando superficies curvas como cúpulas, arcos, medios cilindros, etc. o combinaciones de ellas, con la finalidad de hacer trabajar al sillar a la compresión.

De esta forma se lograba techar grandes luces como se observa en las bóvedas de las iglesias, en los entresijos, la superficie horizontal y plana se conseguía mediante rellenos.

El empuje horizontal que producen techados en curva, se contrarresta mediante el uso de contrafuertes, los entrepisos y techos de edificaciones modernas de sillar son de aligerado convencional.

IMAGEN 1.09.- TECHO EN FORMA DE MEDIO CILINDRO DE SILLAR (CONVENTO DE SANTA CATALINA)



FUENTE: WWW.VIV.PE

En cuanto al uso del sillar en elementos estructurales, podemos decir que esta piedra tiene una capacidad resistente a la compresión bastante cercana a la de un ladrillo de arcilla tipo III. Esta característica es la que permite utilizarlo en albañilería portante y en techados de forma curva donde mayormente trabaja a la compresión. Su uso también proliferó en épocas pasadas, en las construcciones de pilares de puentes (Grau y Bolognesi en Arequipa) y de edificaciones altas.

Una de las características arquitectónicas del sillar es que su color blanco, rosado o crema, le proporciona a las edificaciones una apariencia muy bella, lo que ha sido y es explotado muy hábilmente por los arquitectos y constructores en Arequipa. Así también, siendo el sillar una piedra relativamente blanda, facilita su tallado en cualquier forma, ha permitido brindar a las fachadas de una serie de edificios arequipeños, apariencias barrocas o churriguerescas.

De otro lado, las instalaciones eléctricas y sanitarias en edificaciones de sillar, son convencionales, con tuberías empotradas o vistas. Para el empotramiento normalmente se procede al picado de los muros y luego de colocada la tubería, al relleno correspondiente.

El mayor deterioro que se da en los muros es por humedecido y secado, este deterioro es mayor cuando contiene sales solubles. Debido al alto porcentaje de absorción de la piedra sillar, su uso en climas húmedos no es nada recomendable.

1.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

- Se caracteriza por sus superficies ásperas con números agujeros y fragmentos de roca.
- En cuanto a su textura es bastante porosa además absorbe líquidos y soluciones salinas con facilidad sin perder su cohesión.
- Durante su partición se puede apreciar una característica fractura terrosa a través de todo el plano de falla.
- Coloración principalmente blanca o crema, en menor proporción rosada normalmente en la cima de los farallones.
- Grano fino de fácil abrasión.
- Más ligero que la piedra natural debido a su porosidad y baja densidad.
- De fácil instalación costo y rendimiento si se trabaja con el material en bruto.
- Baja adherencia mediante aglutinantes.
- Resistencia aceptable a la compresión y bastante menor a la tracción.
- Actualmente un bloque de sillar labrado a mano de dimensiones convencionales cuesta 5 soles.
- Se comercializa por tareas, que constan de 200 bloques de sillar y oscilan entre los 950 a 1100 soles dependiendo del cantero.

1.1.4. PROCESO DE EXTRACCIÓN

1.1.4.1. Extracción de unidades convencionales:

- Cantería

El trabajo inicial para la extracción de unidades de sillar consiste en desprender farallones de verticales taludes a lo largo de las quebradas de Añashuayco, Culebrillas, etc. Utilizando barreta, combo y cuñas los maestros canteros debilitan la cima del farallón con el fin de formar una discontinuidad o grieta, finalmente el bloque termina sucumbiendo por acción de su propio peso.

- Corte

Una vez el farallón se ha desprendido del talud y yace en el fondo de la quebrada los maestros canteros segmenta el gigantesco bloque de sillar en unidades de menor tamaño mediante barreta y combo, a continuación se realiza el proceso de desbaste para eliminar irregularidades.

- Desbaste

El proceso de desbaste consiste en eliminar irregularidades y conseguir paralelepípedos con dimensiones tan cercanas a las necesarias como sea posible, mediante el uso de moldes metálicos y tiza el artesano acota el bloque para evitar reducirlo en exceso.

- Labrado

Finalmente cuando el bloque posee dimensiones bastante cercanas a las requeridas, se procede a labrarlo, con el uso de una barreta templada acorde a las necesidades de los canteros, dicha barreta es templada por el mismo cantero y requiere de mucha experiencia para lograr el punto exacto que facilita el proceso. Luego de ser labrado la unidad goza de dimensiones bastante conseguidas y perpendicularidad entre sus caras.

Los bloques de sillar están listos para ser comercializadas y formar parte de la arquitectura Arequipeña.

1.1.4.2. Extracción de unidades utilizadas en la investigación:

Para la elaboración de las unidades que utilizamos en la investigación seguimos el siguiente procedimiento:

- Cantería

Se llevó a cabo exactamente el mismo proceso descrito para unidades de sillar convencionales.

- Corte

Se realizó un proceso similar al usado para unidades convencionales, pero se debió cortar en bloques de mayores dimensiones con el fin de obtener de ellos las unidades de albañilería de sillar finales con la mayor eficacia posible en sus 03 tamaños (tipo P de 09 x 15 x 26 cm, tipo M de 13 x 18 x 26 cm y tipo G de 16 x 24 x 30 cm).

- Corte Industrial

Al término del corte se cuenta con bloques de marcadas irregularidades, es por esta razón que se procede con el desbaste. Teniendo en cuenta que los bloques sufrirían un proceso de corte a máquina se sustrajo el proceso de desbaste.

Los bloques sin desbastar se trasladaron mediante camiones a una pequeña planta de cortado para dotarlas de su forma final.

Se obtuvieron 02 unidades de albañilería de sillar tipo G (16 x 24 x 30 cm), 04 unidades de albañilería de sillar tipo M (13 x 18 x 26 cm) y 08 unidades de albañilería de sillar tipo P (09 x 15 x 26 cm) de cada bloque.

Finalmente se les preveo de 02 ranuras una en cada cara de asiento con el fin de dotarlas de resistencia mecánica al corte una vez conformen un muro, propósito de los alveolos en los ladrillos.

1.1.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Para conocer a fondo un material es fundamental su composición química, misma que dota a la ignimbrita de algunas de sus propiedades.

El sillar está compuesto de diferentes óxidos y tiene una naturaleza vítrea, con ayuda del siguiente cuadro se exponen sus componentes y el rango de porcentaje de cada uno⁴.

TABLA 1.01.- COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SILLAR

Oxido de Sílice (SiO_2)	64% - 75%
Oxido de Aluminio (Al_2O_3)	14% - 15%
Oxido de Hierro (F_2O_3)	0% - 1%
Oxido de Calcio + Oxido de Magnesio	1% - 3%
Otros Óxidos	0.1%

FUENTE: TRABAJOS DEL SILLAR DE KAREN JENNIFER BELTRAN TAIPE

1.1.6. TIPOS DE SILLAR

- Sillar de color blanco: En el fragmento más bajo de los farallones se encuentra normalmente el sillar blanco. Debido a su color y elegancia es el preferido local, siendo el más vendido por los canteros.
- Sillar de color crema: Justo por encima del sillar blanco, a media altura en el farallón, se encuentra el sillar beige o crema, según relatos de los canteros este sillar posee prácticamente las mismas características del sillar blanco, sin embargo la población no tiende a comprarlo porque piensan que es usado o que está sucio. Tiene como defecto, su alta porosidad, característica que es perjudicial para su uso como unidad de albañilería.
- Sillar de color rosado: En lo más alto del farallón encontramos este peculiar sillar, según los maestros canteros su proceso de extracción toma más tiempo que el del sillar blanco o crema, debido a su dureza, la altura y ligero aumento en su resistencia encarecen su costo, no es común observar tareas de este sillar.¹

1.2. USO DEL SILLAR

En la zona Sur del Perú producto de erupciones volcánicas existen grandes depósitos de flujos piroclásticos, que con el paso del tiempo se convirtieron en ignimbrita, conocido por los arequipeños como “sillar”. Este material fue usado como material de construcción en la época colonial aunque se sigue usando hasta nuestros días pero con menor popularidad.

En la época Prehispánica el sillar solo se usó en algunas viviendas sin importancia, fue en la época colonial que paso a ser un material protagonista en la construcción, siendo utilizado para construir majestuosas iglesias, mansiones y puentes muy importantes.

1.2.1. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR

Su textura es muy rica y estéticamente agradable, motivo por el cual muchas personas lo prefieren al natural o caravista, aunque también puede ser estucado ²

- Sillar Blanco

Se usa para separar ambientes exteriores e interiores, teniendo también uso en esculturas, columnas, fuentes, adoquines, etc. La piedra sillar cuando es utilizada para efectos decorativos nos permite hacer incrustaciones y/o combinaciones con otro tipo de materiales como: cerámica, madera, resina, etc. dando a la pieza artística una presentación muy armoniosa.

- ✓ Sillar Crema

Utilizado en la construcción de muros perimétricos, de poca aplicación en acabados del hogar por ser muy poroso.

- ✓ Sillar Rosado

Por ser más compacto y tener menos presencia de piedras está destinado a la escultura y a resaltar detalles en las edificaciones como marcos de ventanas o puertas.

Recomendaciones de uso:

El sillar de mayor densidad vítrea, llamado de grano fino, es el adecuado para vanos, dinteles y portadas. El sillar más poroso, de grano grueso, se destina a los cimientos y los muros. Por lo que en construcciones se debe mojar primero antes de usarlo, ya que de otro modo el sillar absorbería toda el agua en la mezcla, quedando esta sin consistencia adecuada para el fraguando.

El mantenimiento se da de acuerdo al uso que se le dé, o si es de alto tránsito; se lijara cada 5 años aproximadamente.

El sillar puede ser pintado directamente sin previo estuque, simplemente impregnando una capa de selladora antes de la pintura, aunque en muchos casos se recomienda utilizar pinturas transpirables para permitir la exudación de humedad ambiental.

1.2.2. ZÓCALO DE SILLAR

El uso del sillar como zócalo data de la época colonial, actualmente continua en uso incluso con más frecuencia que los bloques de sillar.

Se comercializan en variedad de tamaños con espesores que varían entre 1.7 y 2.5 cm, no hay mayor inconveniente en cortar el zócalo con espesores mayores, pero aumenta su peso por unidad de área lo cual le juega un papel perjudicial en la adhesión.

El zócalo de sillar se comercializa por metro cuadrado y es utilizado en vestíbulos, patios internos, bovedillas, medios arcos, jardines internos y cualquier otro detalle que la creatividad de los arquitectos y diseñadores consideren adecuados.

Recomendaciones de uso:

Humedecer el zócalo y la superficie donde se desea adherir la pieza, usar mortero que en su dosificación contenga cal y lijar la cara del zócalo donde se aplicara la mezcla con el fin de mejorar la adhesión.



CAPÍTULO II

2. PROBLEMÁTICA

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad no se utiliza unidades de albañilería de sillar de dimensiones diferentes a la convencional de 18x30x54 cm, en consecuencia se desconoce si su comportamiento estructural es adecuado para edificaciones contemporáneas.

2.1.2. DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA

Las dimensiones de las unidades de sillar que se usan en la actualidad se propusieron empíricamente por los canteranos según cuenta sus propios relatos, debido a esto no se basan en ensayos de laboratorio físicos ni mecánicos, por ende no se cuenta con datos concretos para su estudio.

La Norma E070 no contemplan en ningún capítulo consideraciones para trabajar con sillar, por ende se pone en peligro la integridad de las personas que transitan cerca de muros de sillar o muros que han sido revestidos con zócalo de sillar.

Existen varios tipos de mortero de los que se desconoce cuál cuenta con las mejores propiedades adhesivas, mismas que mejorarían la calidad de los zócalos de sillar y muros de albañilería con sillar si se seleccionara la más apta.

Las dimensiones con las que se trabaja el sillar en la actualidad son poco maniobrables, por lo que el transporte y colocación se debe realizar en parejas de obreros según hemos podido observar.

2.2. ALCANCES

- ✓ Se trabajó en la presente tesis con tres tamaños de unidad de albañilería de sillar con las siguientes dimensiones:
 - Unidad Tipo P: 09 cm x 15 cm x 26 cm
 - Unidad Tipo M: 13 cm x 18 cm x 26 cm
 - Unidad Tipo G: 16 cm x 24 cm x 30 cm

- ✓ Se definieron las dimensiones de las unidades en sus tres tamaños de manera que cumplan con el espesor efectivo según la norma E 070, además se tomó en consideración su masa y tamaño en vista que se buscan unidades de albañilería con una relación entre sus dimensiones aproximadas a las de un ladrillo convencional con el fin de ser maniobrables y adecuadas.
- ✓ Las unidades de albañilería de sillar poseen una ranura en la cara superior e inferior de 1,2cm de ancho, 1,2cm de profundidad y un largo de acuerdo a las dimensiones de cada unidad de albañilería de sillar.
- ✓ Se utilizó en la investigación tres dosificaciones de morteros:
 - Mortero 1: 1;1/4;3 (cemento; cal; arena)
 - Mortero 2: 1;1/2;4 (cemento; cal; arena)
 - Mortero 3: 1;4 (cemento; arena)
- ✓ Se realizó en la tesis los siguiente ensayos según la norma E 070:
 - Ensayo de alabeo: 30 pruebas
 - Ensayo de variabilidad dimensional: 30 pruebas
 - Ensayo de absorción: 15 pruebas
 - Ensayo de succión: 15 pruebas
 - Ensayo de densidad: 15 pruebas
 - Ensayo de compresión axial: 09 pruebas
 - Ensayo de tracción por flexión: 09 pruebas
 - Ensayo de tracción indirecta: 09 pruebas
 - Ensayo de compresión axial de prisma: 09 pruebas
 - Ensayo de compresión diagonal: 27 pruebas
 - Ensayo de densidad (mortero): 15 pruebas
 - Ensayo de compresión axial (morteros): 15 pruebas
 - Ensayo de adhesión vertical: 09 pruebas
 - Ensayo de adhesión horizontal: 09 pruebas

2.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente tesis busca comparar diferentes combinaciones entre unidades de albañilería de sillar y morteros con el fin de seleccionar la combinación que mejor se desempeñe tanto en el aspecto técnico como económico.

Debido a que se utilizarán tres tamaños de bloques de albañilería de sillar y tres dosificaciones de mortero, algunos ensayos mecánicos tendrán nueve combinaciones, las mismas que se deben de probar tres veces cada uno lo que hace un total de veintisiete muestras por ensayo.

IMAGEN 2.01.- CURADO DE 27 MURETES DE SILLAR



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La investigación contó con 216 ensayos de laboratorio mismos que demandaron una inversión generosa de tiempo y dinero.

2.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las unidades de sillar se comercializan en dimensiones que varían entre bloques de 20x32x55 cm y bloques de 17x30x54 cm siendo el tamaño estándar hoy en día el de 18x30x54cm, es decir, que para obtener unidades de otras dimensiones se debió recortar las unidades que se comercializan en la actualidad usando maquinaria.

La máquina para el ensayo de compresión diagonal para muretes no se encuentra a nuestra disposición debido a esto se trasladó los muretes al laboratorio de concreto de la Universidad Nacional San Agustín para realizar los ensayos correspondientes.

El peso de los muretes es de 80kgf para los muretes de unidades de sillar Tipo P (09 x 15 x 26 cm), 105kgf para los muretes de unidades de sillar Tipo M (13 x 18 x 26 cm) y 180kgf para los muretes de unidades de sillar Tipo G (16 x 24 x 30 cm). En consecuencia, el transporte de los mismos se tornó en extremo complicado, no solo por su considerable masa pero además por su fácil fractura en el área de las esquinas. Dicho esto se debió fabricar un anda de acero para lograr transportar y colocar los muretes en la prensa hidráulica para su rotura, de esta manera se dividió el peso en 4 personas con el fin de evitar lesiones entre los colaboradores y tesistas.

IMAGEN 2.02.- ANDA DE ACERO CON BARRETAS VISTA FRONTAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 2.03.- ANDA DE ACERO CON
BARRETAS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El cortado de los bloques de sillar en sus diferentes tamaños se realizó mediante una cierra diamantada y agua a presión, lo que generó una delgada capa de ignimbrita de textura arcillosa que disminuía considerablemente la adherencia entre la piedra sillar y los diferentes tipos de mortero. Para evitar este problema se lijaron manualmente mediante escobillas aceradas toda cara que posteriormente estaría en contacto con mortero, actividad que tomo más de 60 horas divididas entre ambos tesistas.

Puesto que la unidad de albañilería de sillar de tamaño grande posee dimensiones generosas, su aplicación en los diversos ensayos se vio comprometida, viéndonos en la necesidad de buscar diversas soluciones para llevar acabo el objetivo de manera correcta.

2.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis comparativo entre diferentes unidades de albañilería de sillar no convencionales.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar los ensayos de laboratorio como: compresión axial, tracción indirecta, compresión diagonal de muretes, para obtener las propiedades mecánicas de las diferentes unidades de sillar y su comportamiento en conjunto con diferentes morteros.

Realizar los ensayos de laboratorio como: variabilidad dimensional, absorción, peso específico entre otros para obtener las propiedades físicas de las diferentes unidades de sillar.

Comparar los diferentes morteros basándose en los resultados obtenidos en laboratorio y seleccionar la dosificación más adecuada para su elaboración.

Encontrar las dimensiones adecuadas para las unidades de albañilería de sillar.

Comprobar que las dimensiones recomendadas cumplan con la Norma E070.

Mejorar la durabilidad y el desempeño de los muros de albañilería.

Mejorar la durabilidad y el desempeño de los zócalos de sillar.

2.6. HIPÓTESIS

Las dimensiones con las que se trabaja las unidades de sillar están sobredimensionadas, esto origina un aumento del costo del material y del costo de la mano de obra, además utilizando unidades de albañilería de sillar de dimensiones menores que las utilizadas actualmente se obtendrá un desempeño similar.

2.7. VARIABLES

2.7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Sillar
- Mortero

2.7.2. VARIABLES DEPENDIENTES:

- Resistencia a la Compresión
- Resistencia a la Tracción Indirecta
- Adherencia
- Resistencia de Compresión Diagonal





CAPÍTULO III

3. ENSAYOS Y COMPARACIONES ENTRE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR

3.1. METODOLOGÍA

De la cantera de Añashuayco se obtuvo la materia prima para la elaboración de los diferentes tamaños de unidad de albañilería de sillar. Se extrajeron 90 bloques de 60cm X 35cm X 22cm mismos que tuvieron que ser transportar a una planta de cortado de material pétreo.

Mediante sierras circulares de acero diamantado mismas que utilizaron agua a presión para su enfriamiento, se cortaron los bloques en sus diferentes tamaños, además se optó por mejorar la adhesión entre las unidades de albañilería de sillar mediante una ranura que debió ser cortada en ambas caras de asiento de las unidades.

Con el uso de escobillas aceradas se procedió a lijar toda cara que posteriormente estaría en contacto con mortero con el fin de eliminar una delgada capa de ignimbrita con textura arcillosa que se formó debido al uso de agua en el proceso de cortado.

Con las unidades listas se procedió a realizar los diversos ensayos propuestos, mismo que se desarrollaron en los laboratorios de concreto de la Universidad Católica de Santa María y la Universidad Nacional de San Agustín.

Durante los ensayos se registraron los datos necesarios para los posteriores cálculos, además se tomaba nota de diferentes observaciones y se dibujaban bosquejos.

Siguiendo el procedimiento dictado por la Norma E070 y las diversas Normas Técnicas Peruanas, se hizo el trabajo de gabinete para obtener los resultados finales de cada ensayo.

Finalmente se compilaron todos los resultados de los diferentes ensayos en el presente documento.

3.2. OBTENCIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

3.2.1. ENSAYO DE ALABEO

- **INTRODUCCIÓN**

Para la realización del ensayo de alabeo, se realizaron todos los procedimientos especificados en la Norma Técnica Peruana 399.613 como indica la Norma E070.

Con el fin de clasificar las diferentes unidades de albañilería de sillar se utilizará la Tabla 1 “Clase de unidad de albañilería para fines estructurales” de la Norma E070⁵.

TABLA 3.01.- TABLA 01 NORMA E 070

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

- (1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

FUENTE: NORMA E 070

- **MATERIALES Y EQUIPOS**

- 10 unidades de sillar: Tipo P (09 x 15 x 26 cm).
- 10 unidades de sillar: Tipo M (13 x 18 x 26 cm).
- 10 unidades de sillar: Tipo G (16 x 24 x 30 cm).
- 2 cuñas metálicas: Las cuñas deberán ser graduadas y numeradas en divisiones de 1mm.
- Regla Metálica.

➤ Brocha para limpieza.

● **PROCEDIMIENTO**

Seleccionar 10 unidades de sillar de cada tipo (P, M y G), haciendo un total de 30 unidades de sillar.

Limpiar los especímenes con una brocha.

Medición en superficies cóncavas:

Colocar el borde recto de la regla metálica sobre una de las diagonales de la superficie cóncava, introducir la cuña entre la regla metálica y la superficie de la unidad, tomar lectura en la zona que haya mayor separación entre la regla metálica y la superficie del espécimen y registrar como distorsión cóncava del espécimen el promedio de las medidas tomadas sobre las dos diagonales de la cara del espécimen.

Medición en superficies convexas:

Colocar el borde recto de la regla metálica sobre las diagonales de la superficie cóncava, apoyar la regla metálica en una zona plana muy cercana al centro de la diagonal, tomar el registro de las deflexiones en las dos esquinas de la diagonal y en las dos diagonales y registrar como deflexión convexa del espécimen el promedio de las cuatro medidas tomadas⁶.

● **PANEL FOTOGRÁFICO**

IMAGEN 3.01.- ENSAYO DE ALABEO: MEDICIÓN DE ALABEO DE LA DIAGONAL EN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA TIPO M



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.02.- ENSAYO DE ALABEO: MEDICIÓN DE ALABEO DE LA DIAGONAL EN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA TIPO P



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CÁLCULOS**

$$V = \frac{Mn - Mp}{Mn} \times 100$$

V: Variabilidad Dimensional (mm).

Mn: Medida nominal (mm).

Mp: Medida promedio (mm).

- **RESULTADOS**

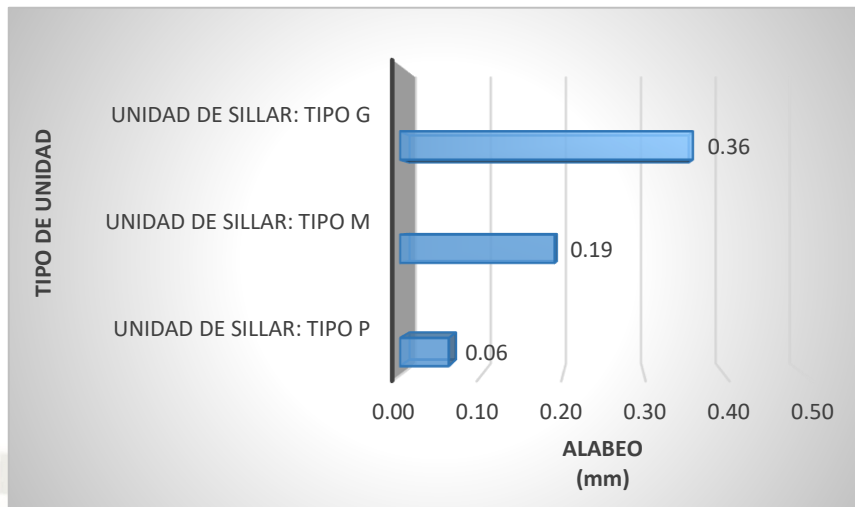
TABLA 3.02.- COMPARACIÓN DE LA MEDIDA DE ALABEO

TIPO DE UNIDAD	ALABEO (mm)
Unidad de Albañilería de Sillar de Tipo P	0.06
	TIPO V
Unidad de Albañilería de Sillar de Tipo M	0.19
	TIPO V
Unidad de Albañilería de Sillar de Tipo G	0.36
	TIPO V

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 3.01.- COMPARACIÓN DE LA MEDIDA DE ALABEO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.2.2. ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

- **INTRODUCCIÓN**

Para la realización del ensayo de variabilidad dimensional, se realizaron todos los procedimientos especificados en las Normas Técnicas Peruanas 399.613 y 399.604 como indica la Norma E070.

Con el fin de clasificar las diferentes unidades de albañilería de sillar se utilizara la Tabla 1 “Clase de unidad de albañilería para fines estructurales” de la Norma E070⁵.

TABLA 3.03.- Tabla 01 Norma E 070

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

- (1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: Norma E 070

• MATERIALES Y EQUIPOS

- 10 unidades de sillar: Tipo P (09 x 15 x 26 cm).
- 10 unidades de sillar: Tipo M (13 x 18 x 26 cm).
- 10 unidades de sillar: Tipo G (16 x 24 x 30 cm).
- Regla metálica (con precisión al milímetro).

• PROCEDIMIENTO

Seleccionar 10 unidades de sillar de cada tipo (P, M y G), haciendo un total de 30 unidades de sillar.

Para la medición de las diferentes dimensiones de la unidad (largo, ancho y altura), se procederá como indican las Normas NTP 399.613 y 399.604, tomando cuatro medidas por cada dimensión midiendo a través de ambas caras y ambos extremos desde los puntos medios de los bordes que limitan las caras.

Se registrará las dimensiones largo, ancho y altura para cada espécimen calculando el promedio de las cuatro medidas tomadas por cada dimensión, se registrara este promedio con una aproximación de 0,5mm⁷.

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

*IMAGEN 3.03.- ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL:
MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
DE SILLAR TIPO G*



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

*IMAGEN 3.04.- ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL: MEDICIÓN DE LAS
DIMENSIONES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M*



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CÁLCULOS**

El cálculo de la variabilidad dimensional se realizara utilizando la siguiente formula:

$$V = \frac{Mn - Mp}{Mn} \times 100\%$$

V: Variabilidad Dimensional (%).

Mn: Medida nominal (Medida propuesta).

Mp: Medida promedio (mm).

- **RESULTADOS**

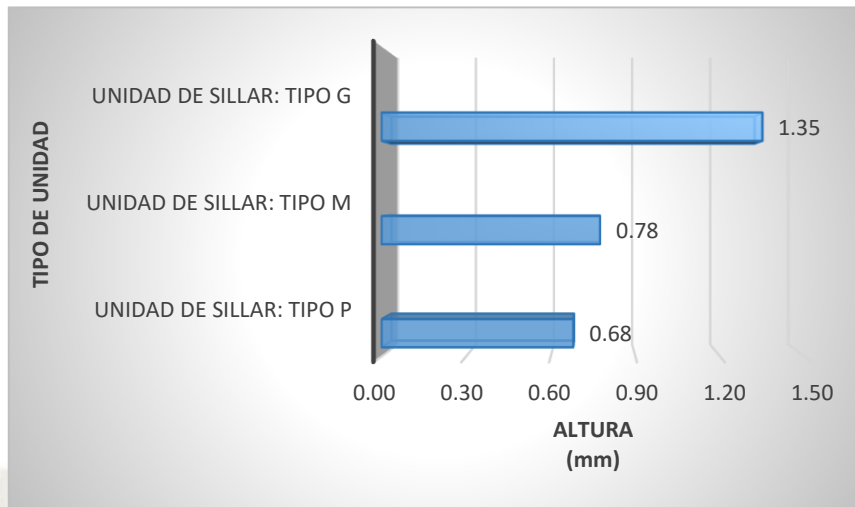
TABLA 3.04.- COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL

TIPO DE UNIDAD	VARIABILIDAD DIMENSIONAL (mm)		
	ALTURA	LARGO	ANCHO
Unidad de Albañilería de Tipo P	0.675	0.900	0.975
	TIPO V	TIPO V	TIPO V
Unidad de Albañilería de Tipo M	0.775	0.475	0.500
	TIPO V	TIPO V	TIPO V
Unidad de Albañilería de Tipo G	1.35	1.025	0.45
	TIPO IV	TIPO IV	TIPO V

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

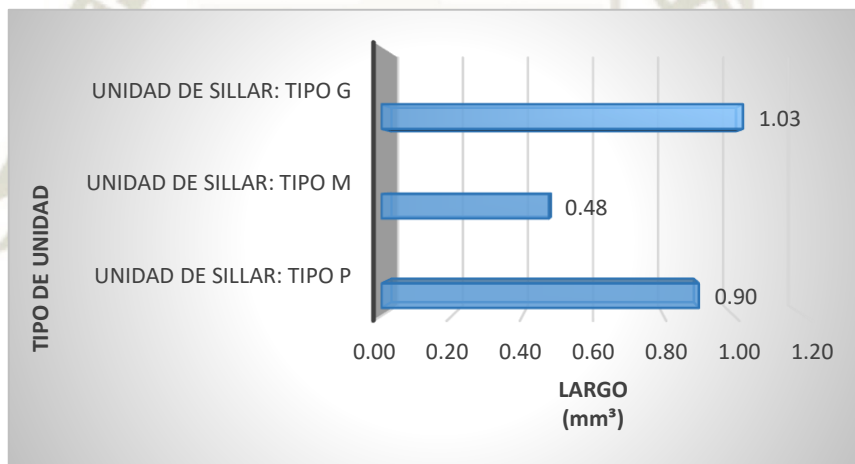
● **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 3.02.- COMPARACIÓN LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL EN ALTURA



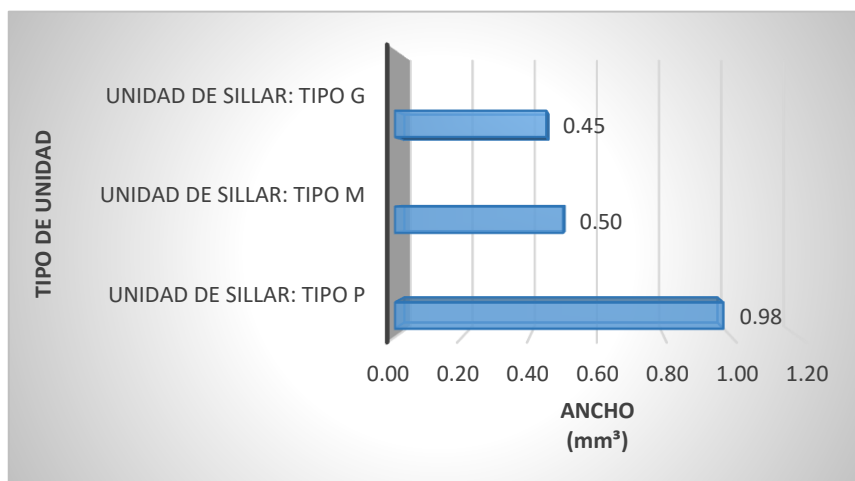
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO 3.03.- COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL EN EL LARGO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO 3.04.- COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE EL ANCHO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.2.3. ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD

• INTRODUCCIÓN

Para la realización del ensayo de densidad en unidades de albañilería, se realizaron todos los procedimientos especificados en la Norma Técnica Peruana 399.604 como indica la Norma E070.

El propósito del ensayo de densidad es obtener la relación entre la masa de la unidad de albañilería y su volumen. La densidad es proporcional a la resistencia de un material, en este caso de los bloques de albañilería de sillar.

• MATERIALES Y EQUIPOS

- 05 unidades de sillar: Tipo P (09 x 15 x 26 cm).
- 05 unidades de sillar: Tipo M (13 x 18 x 26 cm).
- 05 unidades de sillar: Tipo G (16 x 24 x 30 cm).
- Balanza con precisión de 0.5g.
- Balanza con precisión de 1.0g.
- Balanza acondicionada para peso sumergido.
- Horno.

• PROCEDIMIENTO

1. Se seleccionaron 05 unidades de sillar de cada tipo (P, M y G), haciendo un total de 15 unidades de sillar.
2. Sumergir los especímenes de prueba en agua a una temperatura entre 15,6 – 26,7°C por 24 horas o hasta que estén completamente saturados.
3. Retirar los especímenes y colocarlos en la balanza acondicionada para peso sumergido, registrar estos datos de peso sumergido como (W_i).
4. Dejar drenando los especímenes por el lapso de un minuto colocándolos sobre una malla de alambre, y retirar el agua superficial con un paño húmedo, pesar y registrar estas medidas como “Peso saturado” (W_s).

5. Finalmente secar los especímenes en un horno ventilado a una temperatura entre 100 y 115°C hasta que dos pesadas sucesivas en intervalos de 2 horas muestren un incremento de la pérdida no mayor a 0,2% del peso último, a continuación se procede a pesar y registrar estas medidas como “Peso secado al horno” (Wd) ⁶.

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

*IMAGEN 3.05.- ENSAYO DE DENSIDAD: SATURACIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR
VISTA SUMERGIDA*



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

*IMAGEN 3.06.- ENSAYO DE DENSIDAD: SATURACIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR
VISTA AÉREA*



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.07.- ENSAYO DE DENSIDAD: REGISTRO DE PESO SUMERGIDO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.08.- ENSAYO DE DENSIDAD: REGISTRO DE PESO SATURADO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CÁLCULOS**

ABSORCIÓN

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

$$\text{Absorción (kg/m}^3\text{)} = \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \times 1000$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

$$\text{Contenido de Humedad (\% de absorción total)} = \frac{W_r - W_d}{W_s - W_d} \times 100\%$$

$$\text{Contenido de Humedad (\% de absorción total)} = \frac{W_r - W_d}{W_d} \times 100\%$$

DENSIDAD SECA AL HORNO

$$\text{Densidad (D)(kg/m}^3\text{)} = \frac{W_d}{W_s - W_i} \times 100\%$$

ÁREA NETA MEDIA

$$\text{Volumen Neto (Vn)(mm}^3\text{)} = \frac{W_d}{D} = (W_s - W_i) \times 10^4$$

$$\text{Area Neta Media (An)(mm}^2\text{)} = \frac{V_n}{H}$$

W_r: Peso Recibido (kg).

W_s: Peso saturado (kg).

W_d: Peso secado al horno (kg).

W_i: Peso Sumergido (kg).

- V_n : Volumen neto del espécimen.
 D : Densidad seca al horno del espécimen.
 A_n : Área neta del espécimen.
 H : Altura media del espécimen.

• **RESULTADOS**

TABLA 3.05.- COMPARACIÓN DE DENSIDADES

TIPO DE UNIDAD	DENSIDAD (kg/m ³)
Unidad de Sillar: Tipo P	1302.18
Unidad de Sillar: Tipo M	1311.17
Unidad de Sillar: Tipo G	1308.44

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 3.06.-COMPARACIÓN DE ABSORCIÓN

TIPO DE UNIDAD	ABSORCIÓN	
	%	Kg/m ³
Unidad de Sillar: Tipo P	27.92	363.51
Unidad de Sillar: Tipo M	27.14	355.88
Unidad de Sillar: Tipo G	27.01	353.34

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

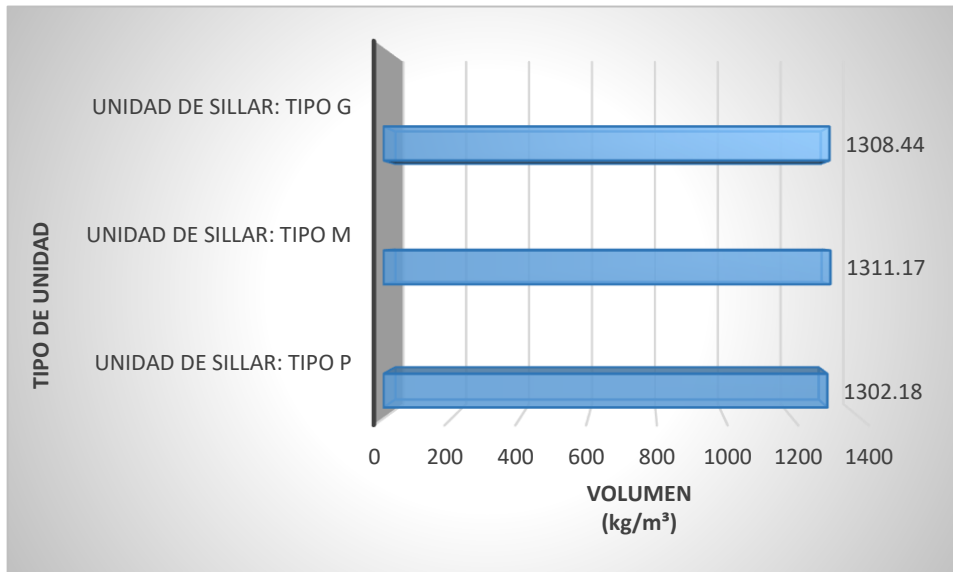
TABLA 3.07.- COMPARACIÓN VOLÚMENES PROMEDIO DE LOS
ESPECÍMENES

TIPO DE UNIDAD	VOLUMEN (cm ³)
Unidad de Sillar: Tipo P	3497.60
Unidad de Sillar: Tipo M	5949.40
Unidad de Sillar: Tipo G	11246.20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

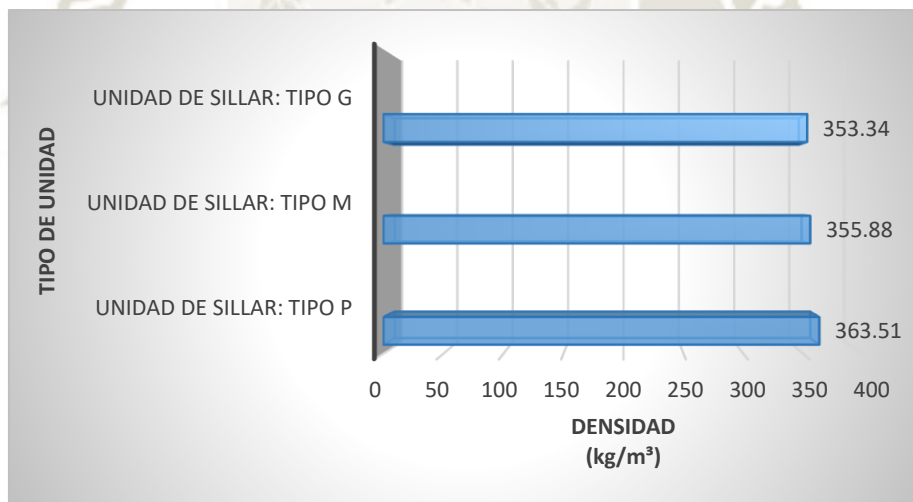
• CUADRO COMPARATIVO

CUADRO 3.05.- COMPARACIÓN DE DENSIDADES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO 3.06.- COMPARACIÓN DE ABSORCIONES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.2.4. ENSAYO DE SUCCIÓN

• INTRODUCCIÓN

Para la realización del ensayo de succión, se realizaron todos los procedimientos especificados en la Norma Técnica Peruana 399.613 como indica la Norma E070.

• MATERIALES Y EQUIPOS

- 05 unidades de sillar: Tipo P (09 x 15 x 26 cm).
- 05 unidades de sillar: Tipo M (13 x 18 x 26 cm).
- 05 unidades de sillar: Tipo G (16 x 24 x 30 cm).
- Balanza con precisión de 0.5g.
- Balanza con precisión de 1.0g.
- Bandeja de base plana 20x15cm.
- Barras de acero de sección semicircular.
- Horno de secado.

• PROCEDIMIENTO

1. Seleccionar 05 unidades de sillar de cada tipo (P, M y G), haciendo un total de 15 unidades de sillar.
2. Almacenar las unidades no apiladas en un ambiente aireado hasta que sequen completamente o hasta que el peso del espécimen varié en menos de 0,2% de su peso en dos pesadas sucesivas en un intervalo de 2 horas.
3. Medir el área que estará en contacto con la superficie del agua
4. Pesar los especímenes.
5. Ajustar la bandeja hasta que el fondo este nivelado.
6. Colocar los soportes de acero sobre la bandeja, llenar la bandeja con agua hasta que el nivel excede por 3mm la altura de los soportes.
7. Colocar un espécimen sobre los soportes dentro de la bandeja y dejar reposando por un minuto.

8. Secar superficialmente el espécimen durante 10 segundos y pesar luego de 2 minutos.
9. Anotar la diferencia entre el peso luego de estar sumergido por un minuto y el peso seco del espécimen y anotar como W^7 .

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

IMAGEN 3.09.- MASA DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR SECADA AL HORNO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.10.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR DURANTE LA SUCCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.11.- MASA DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR LUEGO DE SUCCIONAR AGUA
POR UN MINUTO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CÁLCULOS**
ABSORCIÓN

$$X = \frac{200W}{LB}$$

- X*: Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200cm².
W: Diferencia de pesos del espécimen (W).
L: Longitud del espécimen (cm).
B: Ancho del espécimen (cm).

NOTA. – Si el área en contacto no es un rectángulo, calcular el área neta y sustituir por *LB*.

- **RESULTADOS**

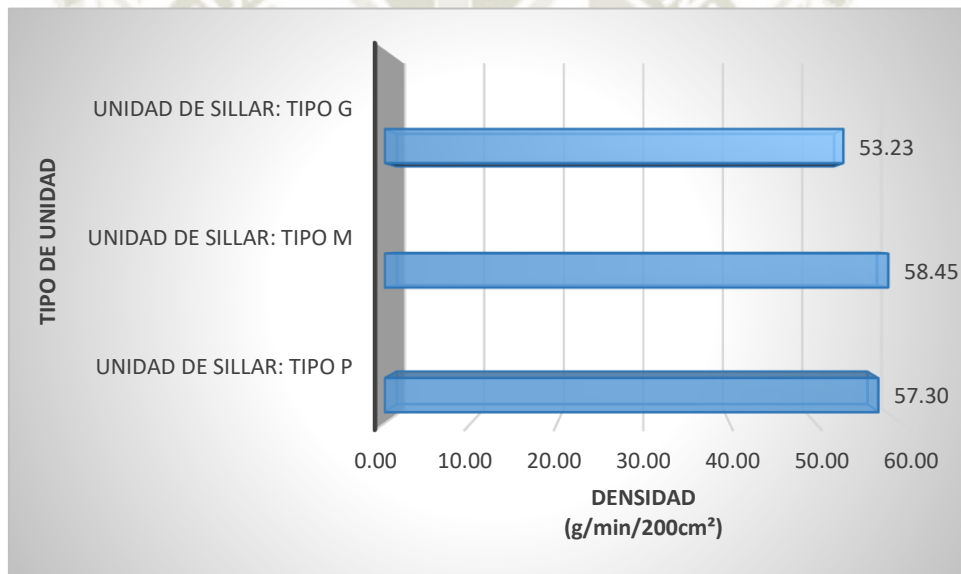
TABLA 3.08.- COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE SUCCIÓN

TIPO DE UNIDAD	DENSIDAD (g/min/200cm ²)
Unidad de Sillar: Tipo P	57.30
Unidad de Sillar: Tipo M	58.45
Unidad de Sillar: Tipo G	53.23

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 3.07.- COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE SUCCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3. OBTENCIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

3.3.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

- **INTRODUCCIÓN**

Para la realización del ensayo de resistencia a la compresión axial en unidades de albañilería, se llevaron a cabo todos los procedimientos especificados en la Norma Técnica Peruana 399.604 como indica la Norma E070.

El ensayo de resistencia a la compresión axial es primordial para cuantificar el esfuerzo máximo que puede resistir una unidad de albañilería en este caso de sillar, la resistencia a la compresión es un parámetro de mucha utilidad puesto que indica que el peso resistente de un material entre su área neta.

- **MATERIALES Y EQUIPOS**

- 03 unidades de sillar: Tipo P (09 x 15 x 26 cm).
- 03 unidades de sillar: Tipo M (13 x 18 x 26 cm).
- 03 unidades de sillar: Tipo G (16 x 24 x 30 cm).
- Prensa hidráulica.
- Regla metálica de precisión.
- Balanza acondicionada para peso sumergido.
- Azufre.
- Arcilla refractaria.

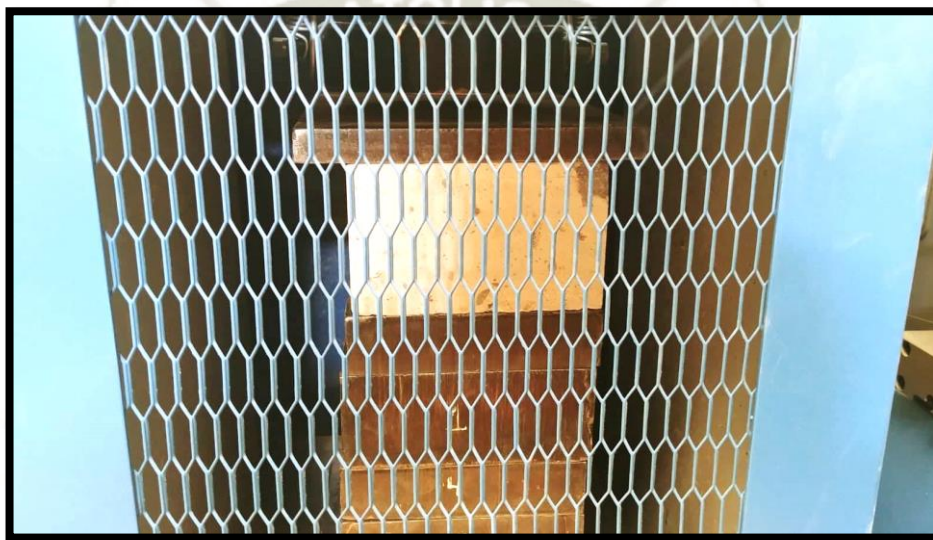
- **PROCEDIMIENTO**

1. Se seleccionó 03 unidades de sillar de cada tipo (P, M y G), haciendo un total de 09 unidades de sillar.
2. Se procede a medir cada uno de las unidades con la regla metálica de precisión con el fin de obtener el área neta, en este caso se sustrajo el área de la ranura.
3. Luego se coloca uno a uno los especímenes en la prensa hidráulica y se procede a comprimirlos hasta lograr la rotura.

4. Una vez haya fallado el bloque de albañilería de sillar se procede a retirarlo de la prensa hidráulica y a tomar lectura de la fuerza máxima resistente.
5. Finalmente se divide la fuerza máxima entre el área neta antes medida para obtener el esfuerzo de compresión de la unidad de albañilería de sillar⁷.

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

IMAGEN 3.12.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P DURANTE LA COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.13.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL:
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G DURANTE
LA COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.14.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P
LUEGO DE ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.15.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M LUEGO DE ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CÁLCULOS**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

$$\text{Resistencia a la compresión } (f'b)(\text{kg/cm}^2) = P_{\text{max}}/A_n$$

RESISTENCIA FINAL A LA COMPRESIÓN

$$\text{Resistencia final a la compresión } (f' b)(\text{kg}/(\text{cm}^2)) = f' b \text{ prom} - \sigma$$

$f'b$: Resistencia a la compresión.

$f'b \text{ prom}$: Resistencia a la compresión promedio.

σ : Desviación estándar.

- **RESULTADOS**

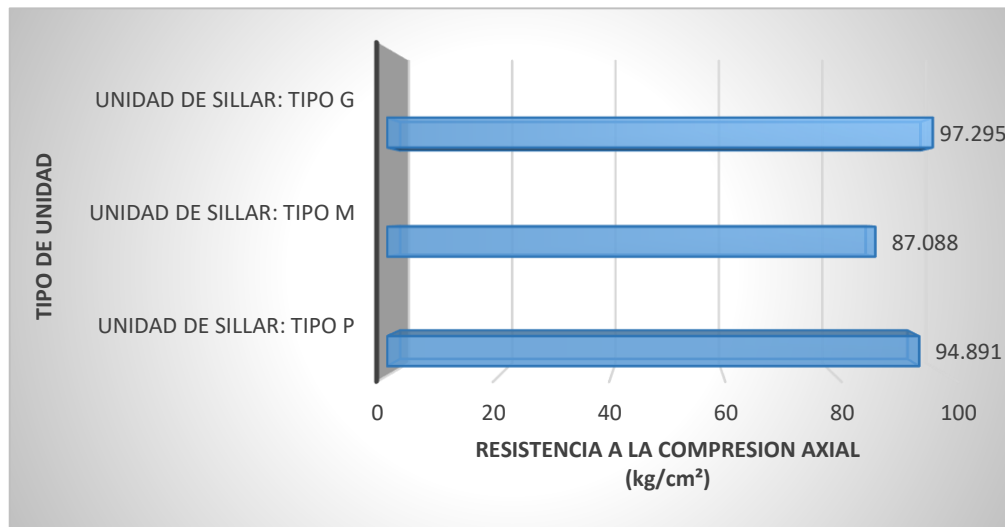
TABLA 3.09.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

TIPO DE UNIDAD	$f'b$ (kg/cm ²)
Unidad de Sillar: Tipo P	94.891
Unidad de Sillar: Tipo M	87.088
Unidad de Sillar: Tipo G	97.295

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 3.08.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3.2. ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN

- **INTRODUCCIÓN**

Para la realización del ensayo de tracción por flexión en unidades de albañilería, se llevaron a cabo todos los procedimientos especificados en la NTP 399.613.

Parámetro utilizado para medir la calidad de la unidad de albañilería, se aplica una fuerza ortogonal a la cara del bloque misma que es transmitida a través de una varilla de acero ubicada en parte superior media de la unidad y dos en la parte inferior para originar una fuerza que obligue a la unidad de albañilería de sillar a fallar por flexión.

- **MATERIALES Y EQUIPOS**

- 03 unidades de sillar: Tipo P (09 x 15 x 26 cm).
- 03 unidades de sillar: Tipo M (13 x 18 x 26 cm).
- 03 unidades de sillar: Tipo G (16 x 24 x 30 cm).
- Prensa hidráulica.
- Regla metálica de precisión.
- 03 Varillas de acero.
- Placas de acero de 2.54 cm.

- **PROCEDIMIENTO**

1. Se seleccionó 03 unidades de sillar de cada tipo (P, M y G), haciendo un total de 09 unidades de sillar.
2. Se coloca la placa de acero inferior para luego colocar las varillas de acero sobre ella de manera que sean paralelas entre sí, el diámetro de la varilla debe estar comprendido entre $1/8$ y $1/12$ de la longitud de la unidad de albañilería.
3. A continuación se procede a medir con la regla metálica de precisión la luz o distancia entre las varillas.
4. Una vez medida la luz se procede a colocar la unidad de albañilería de sillar de manera que las distancias entre la varilla y la cara vertical más cercana del bloque sean igual en ambos lados.
5. Luego se coloca sobre la mitad de la unidad de albañilería una tercera varilla de acero del mismo diámetro que las 2 anteriores.
6. Finalmente se procede a aplicar la carga con la prensa hidráulica a una velocidad de 1.25 mm/min hasta lograr que falle y posteriormente tomar lectura de la carga máxima aplicada al espécimen⁶.

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

IMAGEN 3.16.- ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P DURANTE COMPRESIÓN



IMAGEN 3.17.- ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G DURANTE COMPRESIÓN



IMAGEN 3.18.- ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P LUEGO DE ROTURA

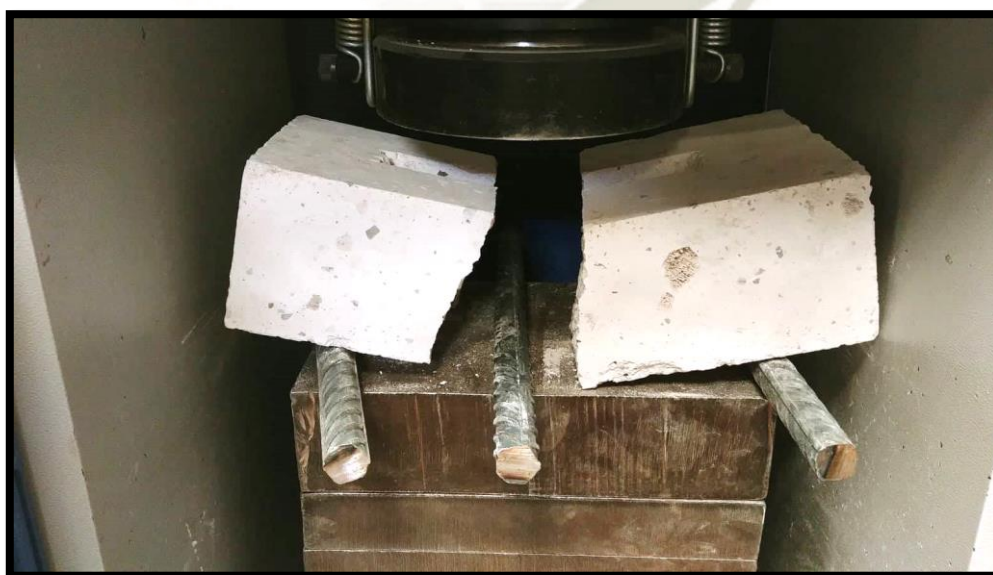


IMAGEN 3.19.- ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN:
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M
DURANTE COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CÁLCULOS**

MÓDULO DE ROTURA (TRACCIÓN POR FLEXIÓN)

$$\text{Modulo de rotura en el plano de falla } (S)(\text{kg}/\text{cm}^2) = \frac{3PL}{2bh^2}$$

- S : Módulo de rotura en el plano de falla.
- P : Máxima carga aplicada.
- L : Distancia entre los ejes de las varillas inferiores (luz).
- b : Ancho de la unidad.
- h : Altura de la unidad.

- **RESULTADO**

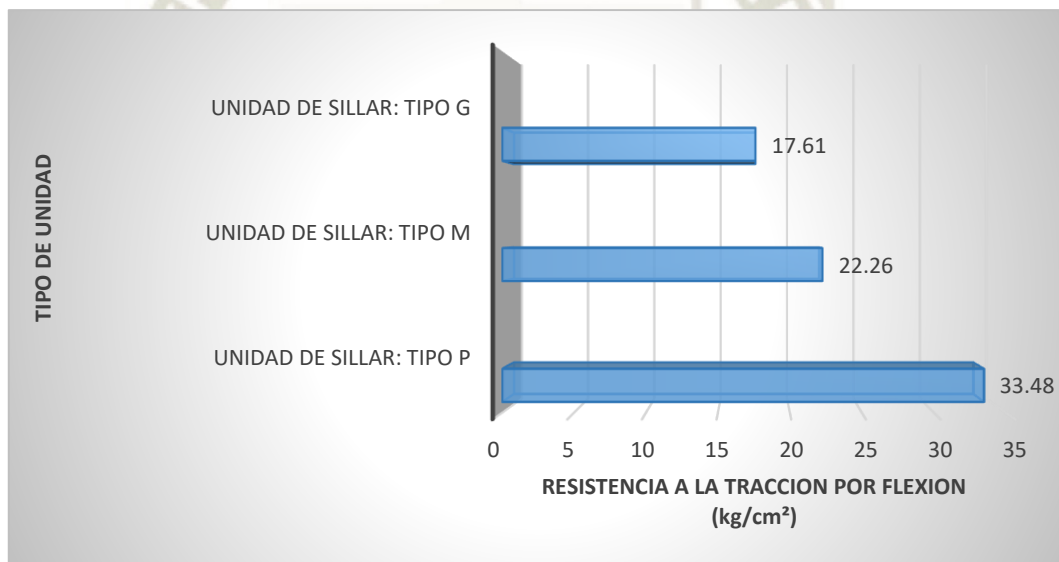
TABLA 3.10.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN

TIPO DE UNIDAD	S (kg/cm ²)
Unidad de Sillar: Tipo P	33.48
Unidad de Sillar: Tipo M	22.26
Unidad de Sillar: Tipo G	17.61

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 3.09.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3.3. ENSAYO TRACCIÓN INDIRECTA

• INTRODUCCIÓN

Para la realización del ensayo de tracción indirecta en unidades de albañilería, se llevaron a cabo todos los procedimientos especificados en la Norma ASTM C-1006

Parámetro utilizado para medir la calidad de la unidad de albañilería, se aplica una fuerza ortogonal a la cara del bloque misma que es transmitida a través de una varilla de acero ubicada en parte superior media de la unidad y una segunda en la parte inferior media para originar una fuerza que obligue a la unidad de albañilería de sillar a fallar por tracción.

• MATERIALES Y EQUIPOS

- 03 unidades de sillar: Tipo P (09 x 15 x 26 cm).
- 03 unidades de sillar: Tipo M (13 x 18 x 26 cm).
- 03 unidades de sillar: Tipo G (16 x 24 x 30 cm).
- Prensa hidráulica.
- Regla metálica de precisión.
- 02 Varillas de acero.
- Placas de acero de 2.54 cm.

• PROCEDIMIENTO

1. Se seleccionó 03 unidades de sillar de cada tipo (P, M y G), haciendo un total de 09 unidades de sillar.
2. Se coloca la placa de acero inferior para luego colocar la varilla de acero sobre ella, el diámetro de la varilla debe estar comprendido entre 1/8 y 1/12 de la longitud de la unidad de albañilería.
3. Una vez ubicada la primera varilla se procede a colocar la unidad de albañilería de sillar de manera que la varilla se sitúe en la parte media de la unidad de albañilería de sillar.
4. Luego se coloca en la sobre la mitad de la unidad de albañilería una segunda varilla de acero del mismo diámetro que la anterior.

5. Finalmente se procede a aplicar la carga con la prensa hidráulica a una velocidad de 1.25 mm/min hasta lograr la falla y posteriormente se toma lectura de la carga máxima aplicada al espécimen⁸.

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

*IMAGEN 3.20.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA:
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P DURANTE
COMPRESIÓN*



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

*IMAGEN 3.21.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA:
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M
DURANTE COMPRESIÓN*



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.22.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M LUEGO DE ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.23.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA:
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M LUEGO
DE ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.24.- ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G
LUEGO DE ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



- **CÁLCULOS**

TRACCIÓN INDIRECTA

$$\text{Resistencia a la tracción indirecta } (f'_{bt})(\text{kg/cm}^2) = \frac{2P}{\pi bh}$$

f'_{bt} : Resistencia a la tracción indirecta.

P : Máxima carga aplicada.

b : Ancho de la unidad.

h : Altura de la unidad.

- **RESULTADOS**

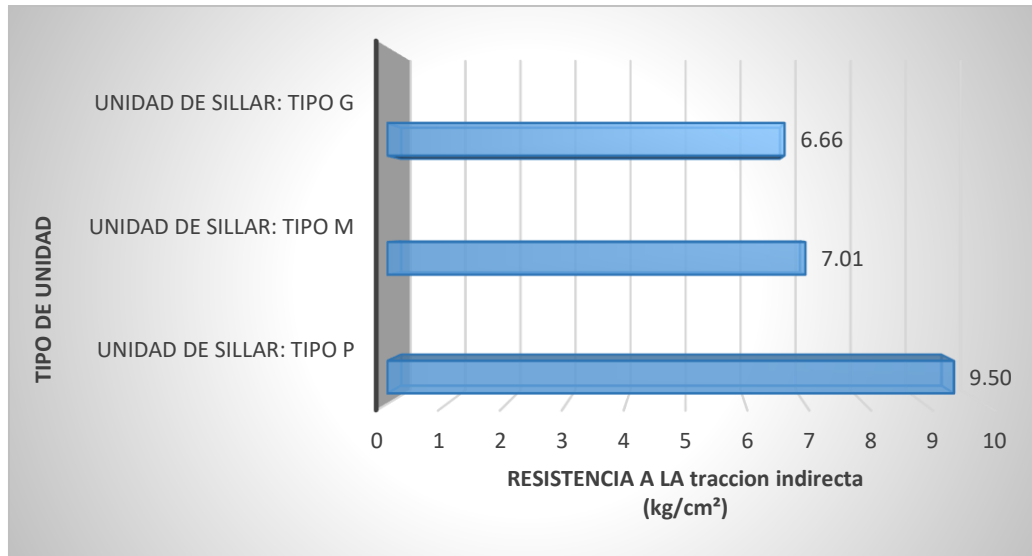
TABLA 3.11.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

TIPO DE UNIDAD	f'_{bt} (kg/cm ²)
Unidad de Sillar: Tipo P	9.50
Unidad de Sillar: Tipo M	7.01
Unidad de Sillar: Tipo G	6.66

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 3.10.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3.4. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS

- **INTRODUCCIÓN**

Para la realización del ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas con unidades de albañilería, se llevaron a cabo todos los procedimientos especificados en la Norma Técnica Peruana 399.605 como indica la Norma E070.

Los prismas de albañilería se dividen típicamente en pilas y muretes, las pilas se usan en el ensayo de resistencia a la compresión axial y los muretes en el ensayo de compresión diagonal que veremos posteriormente.

La resistencia a la compresión axial en pilas se determina de manera empírica mediante tablas y registros de resistencia de unidades o mediante ensayos, dependiendo de la zona sísmica y de la importancia de la edificación. Dada la seriedad de este documento y puesto que en la actualidad no se cuentan con registros sobre el ensayo de compresión en pilas de sillar con unidades de tamaño no

convencional, se determinó la resistencia a la compresión mediante ensayos.

A continuación se muestra la tabla 7 de la norma E 070, misma que especifica en que instancia se debe recurrir a tablas o registro y cuando se debe realizar los ensayos pertinentes.

TABLA 3.12.- TABLA 07 NORMA E 070

TABLA 7 MÉTODOS PARA DETERMINAR f'_m y v'_m									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v'_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

- A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.
- B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

FUENTE: NORMA E 070

Las pilas estarán conformadas por al menos 2 unidades de albañilería, mismas que serán asentadas una sobre otra mediante mortero con una altura que facilite su elaboración, almacenaje y transporte pero no sea menor a 30 cm.

El ensayo de compresión axial de prisma se llevara a cabo cuando la pila tenga una edad nominal de 28 días, si se debe realizar el ensayo antes de los 28 se deberá afectar el desenlace del mismo por un factor comprendido en la tabla 8 de la norma E 070. La edad nominal no deberá ser menor a 14 días en ningún caso.

TABLA 3.13.- TABLA 08 NORMA E 070

TABLA 8			
INCREMENTO DE f'_m y v'_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

FUENTE: NORMA E 070

En caso de no realizarse el ensayo de compresión axial en prismas se podrá consultar la tabla 9 de la norma E 070.

TABLA 3.14.- TABLA 09 NORMA E 070

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

FUENTE: NORMA E 070

Por último se debe considerar la relación entre la altura y el espesor (factor de corrección por esbeltez), la esbeltez se calcula dividiendo la altura de la muestra entre la menor dimensión perpendicular a la carga de la pila. Una vez obtenida se debe interpolar mediante la tabla 10 de la norma E 070 para obtener el factor exacto.

TABLA 3.15.- TABLA 10 NORMA E 070

TABLA 10 FACTORES DE CORRECCIÓN DE f_m' POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

FUENTE: NORMA E 070

• **MATERIALES Y EQUIPOS**

- 03 pilas de sillar conformadas por 3 unidades Tipo P (09 x 15 x 26 cm).
- 03 pilas de sillar conformadas por 3 unidades Tipo M (13 x 18 x 26 cm).
- 03 pilas de sillar conformadas por 3 unidades Tipo G (16 x 24 x 30 cm).
- Prensa hidráulica.
- Regla metálica de precisión.
- Azufre.
- Planchas de acero de 2.5 cm de espesor.

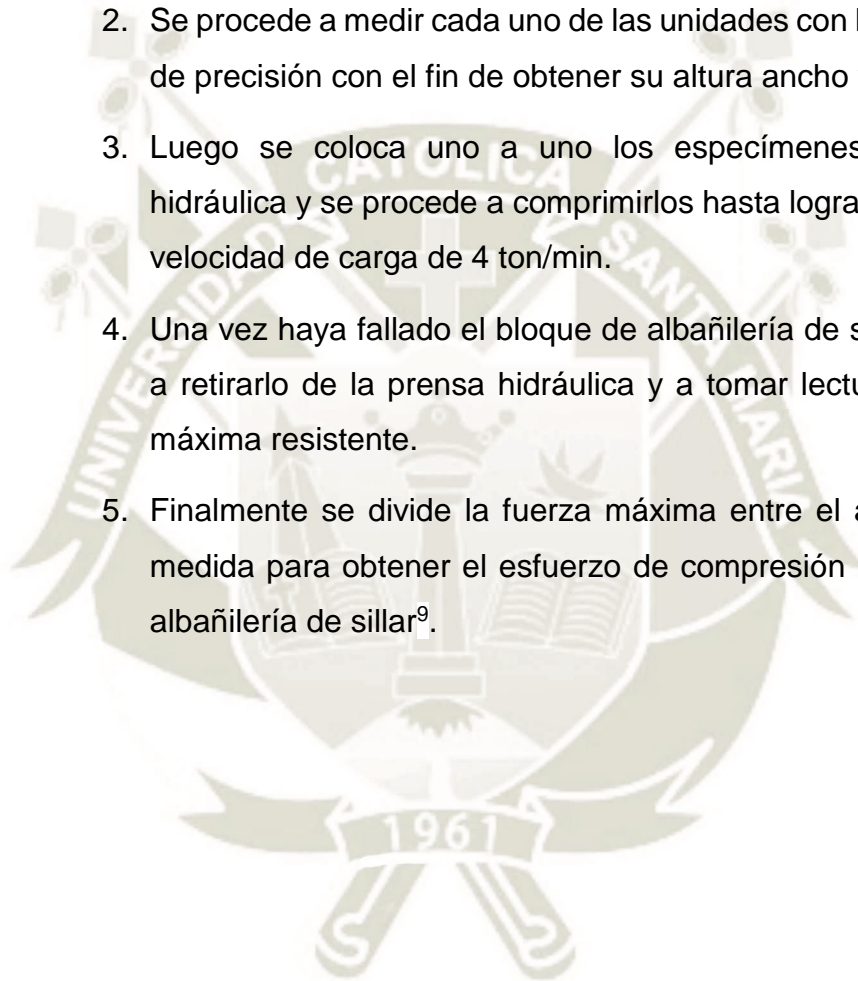
• **ELABORACIÓN DE PRISMAS**

1. Se seleccionó 09 unidades de sillar de cada tipo (P, M y G), haciendo un total de 27 unidades de sillar.
2. Se realizó el asentado de las unidades de albañilería de sillar con el fin de generar 3 pilas de 3 unidades cada una con unidades pequeñas. De la misma forma se procedió con las pilas de unidades medianas y finalmente las pilas de unidades grandes.
3. Luego se almacenaron durante 28 días bajo temperaturas comprendidas entre los 8 y 24 grados centígrados con una humedad relativa menor al 80% para su posterior ensayo.
4. Las pilas fueron curadas durante los primeros 2 días para evitar que la unidad de sillar absorba agua del mortero.

5. Los prismas fueron zunchados y sujetos durante el traslado del punto de almacenamiento al laboratorio de concreto (UNSA) para evitar sacudidas, volteo y daños en general en los especímenes.

- **PROCEDIMIENTO**

1. Se usó 03 pilas de sillar de cada tipo (P, M y G), haciendo un total de 09 pilas de sillar.
2. Se procede a medir cada uno de las unidades con la regla metálica de precisión con el fin de obtener su altura ancho y largo.
3. Luego se coloca uno a uno los especímenes en la prensa hidráulica y se procede a comprimirlos hasta lograr la rotura a una velocidad de carga de 4 ton/min.
4. Una vez haya fallado el bloque de albañilería de sillar se procede a retirarlo de la prensa hidráulica y a tomar lectura de la fuerza máxima resistente.
5. Finalmente se divide la fuerza máxima entre el área neta antes medida para obtener el esfuerzo de compresión de la unidad de albañilería de sillar⁹.



• **PANEL FOTOGRÁFICO**

IMAGEN 3.25.- ENSAYO DE COMPRESIÓN
AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO P
PREVIA A COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.26.- ENSAYO DE COMPRESIÓN
AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO M
PREVIA A COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.27.- ENSAYO DE COMPRESIÓN
AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO
G PREVIA A COMPRESIÓN



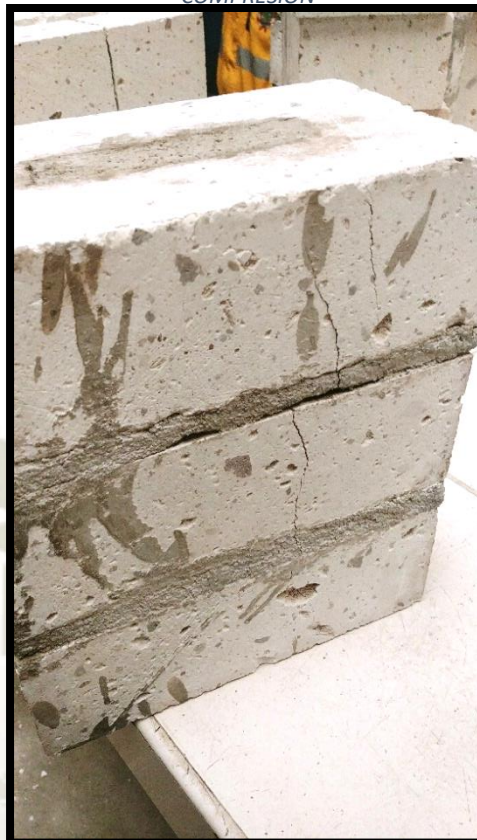
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.28.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL
EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO P POST
COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.29.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL
EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO P POST
COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.30.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL
EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO M POST
COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.31.- ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS: PILA DE SILLAR TIPO G
POST COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CÁLCULOS**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS

$$\text{Resistencia a la compresion en prismas } (f_m)(\text{kg/cm}^2) = \frac{P_{max}}{A_n}$$

RESISTENCIA FINAL A LA COMPRESIÓN

$$\text{Resistencia final a la compresion } (f'_m) \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = f'_m \text{ prom} - \sigma$$

f'_m : Resistencia a la compresión.

$f'_m \text{ prom}$: Resistencia a la compresión promedio.

σ : Desviación estándar.

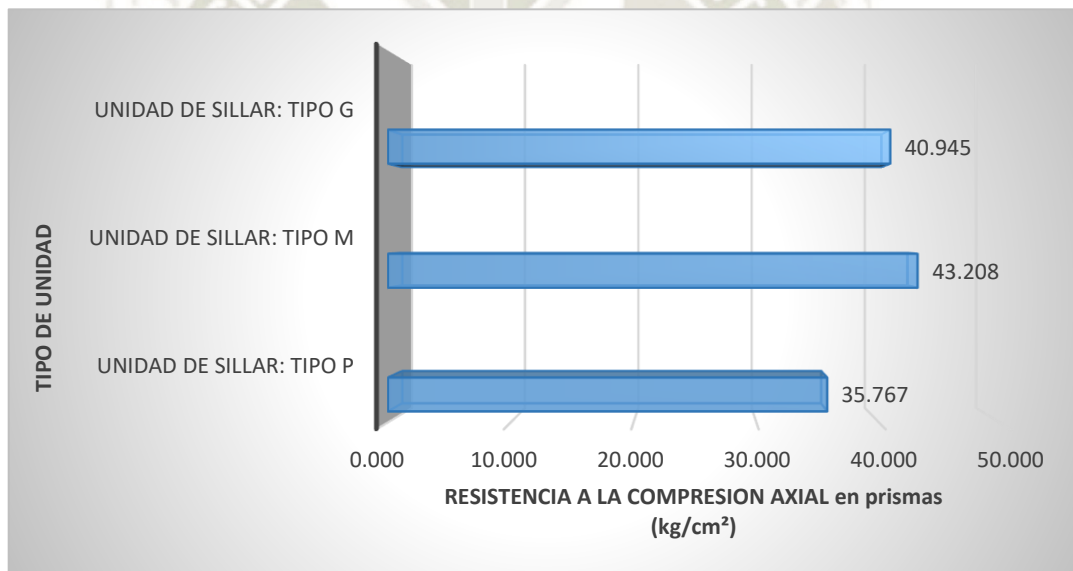
- **RESULTADOS**

TABLA 3.16.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

TIPO DE UNIDAD	f'm (kg/cm ²)
Unidad de Sillar: Tipo P	35.76
Unidad de Sillar: Tipo M	32.25
Unidad de Sillar: Tipo G	30.63

- **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 3.11.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3.5. ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

• INTRODUCCIÓN

Para la realización del ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería, se realizaron todos los procedimientos especificados en la Norma Técnica Peruana 399.621 como indica la Norma E070.

El objetivo del ensayo diagonal en muretes de albañilería es determinar el esfuerzo cortante máximo y el módulo de rigidez que podría soportar el murete, como objetivo secundario podríamos decir que mediante este ensayo ponemos a prueba la adhesión mortero – unidad de albañilería, verificando que la adherencia sea buena.

• MATERIALES Y EQUIPOS

- Cemento Portland Tipo I
- Arena Fina
- Cal
- Unidades de Albañilería de Sillar Tipo P (09 x 15 x 26 cm).
- Unidades de Albañilería de Sillar Tipo M (13 x 18 x 26 cm).
- Unidades de Albañilería de Sillar Tipo G (16 x 24 x 30 cm).
- Equipo para Ensayo de Compresión Diagonal:
- Rotula de Acero (base de la escuadra de carga)
- Anda de acero
- Barretas

• ELABORACIÓN DE MURETES

1. Se seleccionan las unidades de sillar necesarias para la elaboración de los 27 muretes de albañilería de sillar (3 ensayos por cada tipo de murete), se utilizaron en total 126 unidades de sillar Tipo P, 81 unidades de sillar Tipo M y 81 unidades de sillar Tipo G.
2. Las unidades seleccionadas deben de ser lijadas, para mejorar la adhesión mortero – sillar.
3. Con las unidades de sillar listas para ser asentadas (lijadas), se procede a la elaboración del mortero tipo I y a la construcción de

los primeros nueve muretes, es decir tres de cada tamaño pero todos usando el mortero tipo I. Además se fabricaron tres cubos de 50mm de lado por cada tanda de mortero (esto para realizar el ensayo de compresión para morteros como manda la Norma Técnica Peruana 399.621)

4. De la misma manera se elabora el mortero tipo II y se construyen los nueve muretes que utilizaran esta mezcla además de fabricar los cubos de mortero (tres por cada tanda), y por último se elabora el mortero tipo III y se construyen los nueve muretes restantes.
5. Los muretes ya construidos fueron almacenados 28 días como indica la NTP 399.621 al igual que los cubos de mortero.
6. Los muretes luego de estar almacenados 28 días fueron trasladados al laboratorio de concreto de la Universidad Nacional de San Agustín junto con los cubos de mortero.

• PROCEDIMIENTO

1. Capear las esquinas que estarán en contacto con la máquina de compresión diagonal de muretes, esto para que las esquinas de los muretes encajen perfectamente con la máquina, en nuestro caso debido a que las unidades de sillar eran perfectamente lisas no hubo necesidad de realizar este capeado.
2. Se preparó la máquina para el ensayo de compresión diagonal colocando la rótula de acero en la parte inferior.
3. Con los muretes Tipo P y M no se tuvo problemas para ser colocados en la máquina de compresión diagonal, sin embargo por el excesivo peso de los muretes hechos con la unidades de albañilería de sillar Tipo G se tuvo que utilizar un anda de acero que permitía cargar el murete entre cuatro personas, y de esta manera colocarlo en la máquina para la compresión diagonal.
4. La velocidad de la aplicación de carga se hacía de tal manera que cada ensayo demoró por lo menos 3 minutos, cumpliendo los requerimientos que manda la Norma Técnica Peruana 399.621

5. Finalmente una vez que el murete fallaba se tomaba una foto para analizar el tipo de falla, se registraba el valor de la rotura y se limpiaba la zona para ensayar un nuevo murete¹⁰.

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

IMAGEN 3.32.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETES ESPERANDO SER TRASLADADOS AL LABORATORIO DE CONCRETO PARA SU ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.33.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETES ARRIBANDO AL LABORATORIO DE CONCRETO PARA SU ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.34.- ENSAYO DE COMPRESIÓN
DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD
DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P ANTES DE
ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.35.- ENSAYO DE COMPRESIÓN
DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD
DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M ANTES DE
ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.36.- ENSAYO DE COMPRESIÓN
DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD
DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G ANTES DE
ROTURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.37.- ENSAYO DE COMPRESIÓN
DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD
DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P POST
ROTURA, FALLA DIAGONAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.38.- ENSAYO DE COMPRESIÓN
DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD
DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P POST
ROTURA, FALLA DIAGONAL



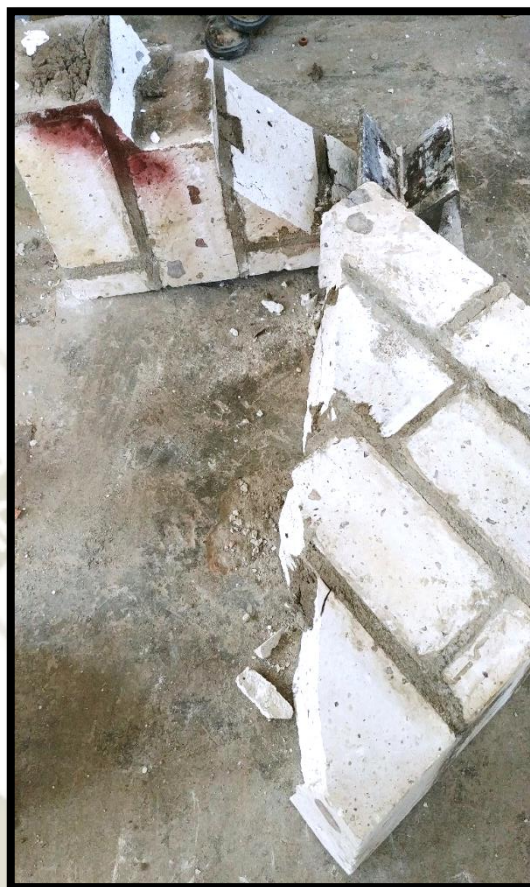
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.39.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
DE SILLAR TIPO M POST ROTURA, FALLA MIXTA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.40.- ENSAYO DE COMPRESIÓN
DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE
ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G POST ROTURA,
FALLA DIAGONAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 3.41.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES: MURETE DE UNIDAD DE
ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P POST ROTURA, FALLA DOBLE DIAGONAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CÁLCULOS**

DIAGONAL

$$D = \sqrt{L^2 + H^2}$$

ÁREA BRUTA

$$A_b = D \times A$$

ESFUERZO CORTANTE SOBRE EL ÁREA BRUTA

$$v_m = \frac{P}{A_b}$$

- D : Diagonal (cm).
- L : Largo (cm).
- H : Altura (cm).
- A_b : Área Bruta (cm²).
- A : Ancho (cm).
- v_m : Esfuerzo Cortante sobre el Área Bruta (kgf/cm²).
- P : Carga máxima soportada (kgf).

• RESULTADOS

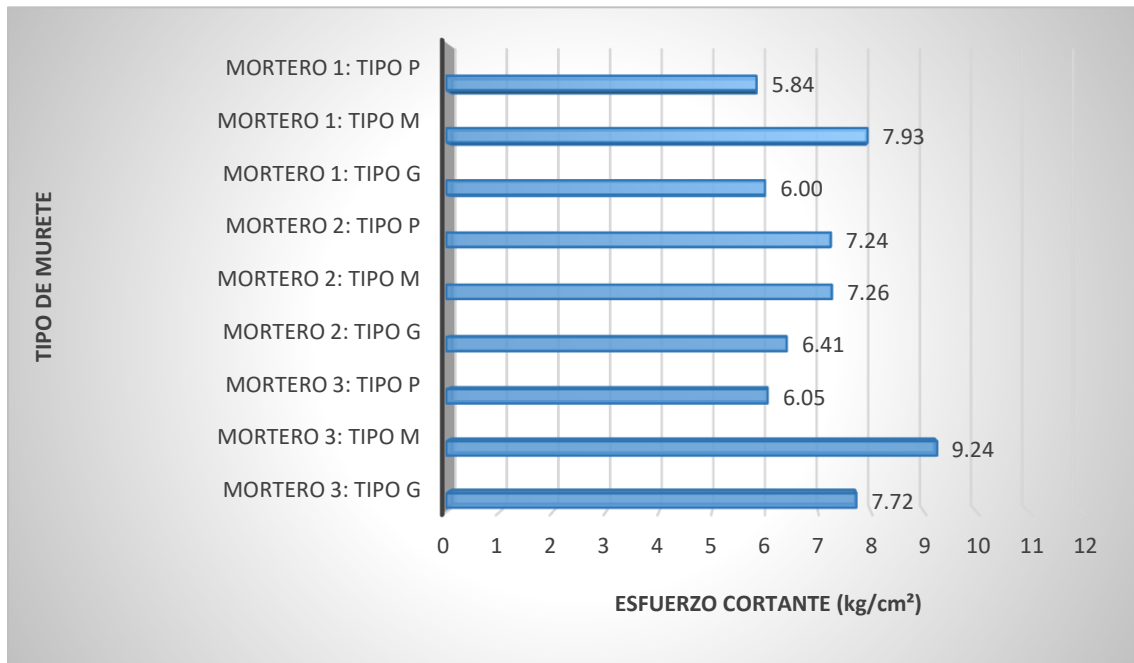
TABLA 3.17.- COMPARACIÓN ENTRE DIFERENTES COMBINACIONES
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR - MORTERO

MURETE	ESFUERZO CORTANTE (v´m) (kg/cm2)
Mortero 1 Sillares Tipo P	5.84
Mortero 1 Sillares Tipo M	7.93
Mortero 1 Sillares Tipo G	6.00
Mortero 2 Sillares Tipo P	7.24
Mortero 2 Sillares Tipo M	7.26
Mortero 2 Sillares Tipo G	6.41
Mortero 3 Sillares Tipo P	6.05
Mortero 3 Sillares Tipo M	9.24
Mortero 3 Sillares Tipo G	7.72

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

• CUADRO COMPARATIVO

CUADRO 3.12.- COMPARACIÓN DE ESFUERZOS CORTANTES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.4. CUADROS RESUMEN

3.4.1. CUADRO RESUMEN POR UNIDADES

TABLA 3.18.- COMPARACIÓN FINAL DE PROPIEDADES

ENSAYOS	UNIDAD	UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE SILLAR		
		TIPO P	TIPO M	TIPO G
ALABEO	mm	0.060	0.190	0.360
	Clasificación	TIPO V	TIPO V	TIPO V
VARIABILIDAD DIMENSIONAL	mm	0.975	0.775	1.350
	Clasificación	TIPO V	TIPO V	TIPO IV
ABSORCIÓN	kg/m ³	363.510	355.880	353.340
DENSIDAD	kg/m ³	1302.180	1311.170	1308.440
SUCCIÓN	g/200cm ² /min	57.300	58.450	53.230
COMPRESIÓN AXIAL (f'b)	kg/cm ²	94.891	87.088	97.295
TRACCIÓN POR FLEXIÓN	kg/cm ²	33.480	22.260	17.610
TRACCIÓN INDIRECTA	kg/cm ²	9.500	7.010	6.660
COMPRESIÓN AXIAL DE PRISMAS (f'm)	kg/cm ²	35.76	32.25	30.63

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.4.2. CUADRO RESUMEN ENSAYO COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES (v'm)

TABLA 3.19.- COMPARACIÓN ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE SILLAR	UNIDAD	MORTERO 1	MORTERO 2	MORTERO 3
TIPO P	kg/cm ²	5.84	7.24	6.05
TIPO M	kg/cm ²	7.93	7.26	9.24
TIPO G	kg/cm ²	6.00	6.41	7.72

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





CAPÍTULO IV

4. ENSAYO Y COMPARACIÓN ENTRE MORTEROS

4.1. METODOLOGÍA

Basándonos en la Norma E070 se seleccionaron el mortero I y II (1:1/4,3; 1:1/2.4 cemento: cal: arena), el mortero III se seleccionó debido a su frecuente uso en las construcciones locales (1.4 cemento: arena).

Para la elaboración de los 27 muretes se prepararon los tres tipos de morteros aplicando cada uno a nueve especímenes (03 pequeños, 03 medianos y 03 grandes), una vez armados los muretes se curaron los siguientes 7 días.

En el ensayo de compresión de morteros se procedió a vaciar tres cubos de 5cm de lado por cada tanda de mortero, una vez que las muestras tuvieron una edad nominal de 28 días se colocaron en la prensa hidráulica para su rotura.

Realizados los ensayos de compresión diagonal de muretes y de compresión de morteros, se seleccionó el mortero de mejor adhesión y resistencia a la compresión para ser usado en el ensayo de compresión axial de primas.

Con el fin de corroborar la dosificación de mortero con mayores cualidades de adherencia se realizaron dos últimos ensayos, de adhesión vertical y horizontal.

4.2. OBTENCIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

4.2.1. ENSAYO DE DENSIDAD DE MORTEROS

- **INTRODUCCIÓN**

Se realiza el ensayo de densidad de morteros con la finalidad de obtener el peso por unidad de volumen, mismo que es de gran uso en metrado de cargas además de ser claro indicador de su resistencia.

- **MATERIALES Y EQUIPOS**

- Cemento Portland IP
- Arena gruesa
- Agua
- Cal
- Balanza de 0.5g de precisión
- Recipiente metálico
- Varilla de acero
- Espátula

- **PROCEDIMIENTO**

1. Se prepara los materiales limpiándolos para que no queden residuos de algún ensayo anterior
2. Se prepara el mortero en la cantidad necesaria para llenar el recipiente metálico
3. Pesar el recipiente metálico
4. Pesar el recipiente metálico lleno de agua
5. Limpiar recipiente metálico
6. Llenar el recipiente metálico con el primero mortero hasta la mitad, luego varillar, terminar de llenar el recipiente metálico y varillar nuevamente, finalmente enrasar el envase y pesar.
7. Repetir todos los pasos haciendo uso del segundo y tercer mortero.

● **PANEL FOTOGRÁFICO**

IMAGEN 4.01.- ENSAYO DE DENSIDAD DE
MORTEROS: TARADO DEL RECIPIENTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.03.- ENSAYO DE DENSIDAD DE
MORTEROS: ELIMINACIÓN DE BURBUJAS DE
AIRE CON MARTILLO DE GOMA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.02.- ENSAYO DE DENSIDAD DE
MORTEROS: VARILLADO DE LA MEZCLA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.04.- ENSAYO DE DENSIDAD DE
MORTEROS: MASA DE RECIPIENTE Y
MEZCLA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

• **CÁLCULOS**

$$V_b = \frac{W_f - W_e}{\gamma_{H_2O}}$$

$$D = \frac{W_m}{V_b}$$

- V_b : Volumen del recipiente metálico (cm³)
 W_f : Peso del recipiente metálico lleno de agua (g)
 W_e : Peso del recipiente metálico vacío (g)
 γ_{H_2O} : Peso específico del agua (g/cm³)
 D : Densidad del mortero (g/cm³)
 W_m : Peso del recipiente metálico lleno de mortero (g)

• **DESENLACE**

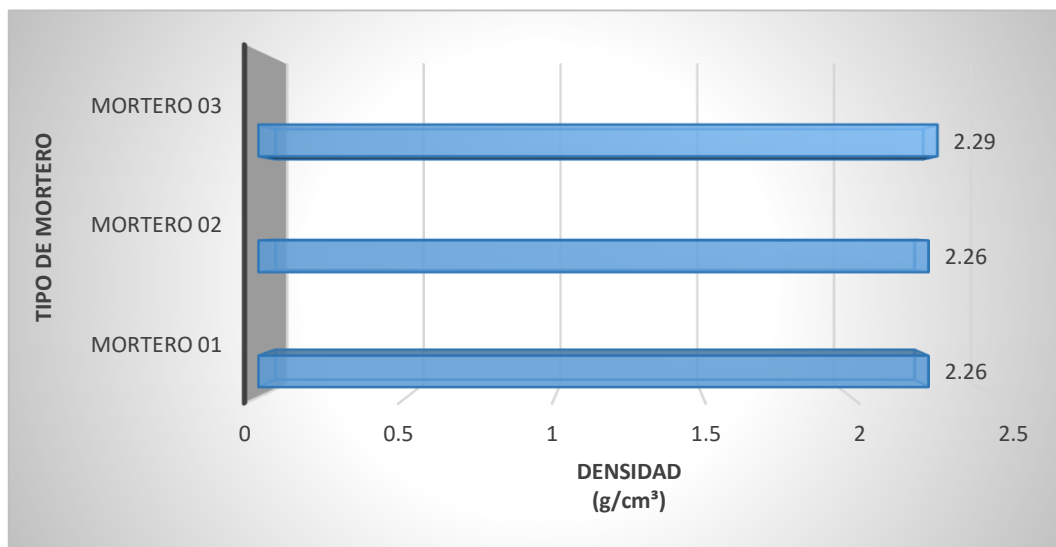
TABLA 4.01.- COMPARACIÓN DENSIDADES DE MORTEROS

TIPO	Densidad (g/cm ³)
Mortero 1	2.26
Mortero 2	2.26
Mortero 3	2.29

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 4.01.- COMPARACIÓN DENSIDADES DE MORTEROS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3. OBTENCIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

4.3.1. PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA

4.3.1.1. ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTEROS

- **INTRODUCCIÓN**

Para la realización del ensayo de compresión de morteros en cubos de 5 cm de lado, se llevaron a cabo todos los procedimientos especificados en la Norma Técnica Peruana 344.051 como indica la Norma E 070.

La resistencia a la compresión generalmente se usa como el principal criterio para seleccionar el tipo de mortero a utilizar en una estructura de mampostería, ya que es fácil de medir y puede relacionarse con otras propiedades como la adherencia y la durabilidad.

Aunque la resistencia a la compresión de los muros puede incrementarse utilizando un mortero más resistente, el aumento no es proporcional a la resistencia a la compresión del mortero, (aumenta sólo 10% cuando la resistencia del mortero aumenta en un 130%).

- **MATERIALES Y EQUIPOS**

- 05 cubos de 5cm de lado de mortero 1 (1; $\frac{1}{4}$; 3) (cemento; cal; arena).
- 05 cubos de 5cm de lado de mortero 2 (1; $\frac{1}{2}$; 4) (cemento; cal; arena).
- 05 cubos de 5cm de lado de mortero 3 (1; 4) (cemento; arena).
- Prensa hidráulica.
- Regla metálica de precisión.
- Molde de madera.

- **PROCEDIMIENTO**

1. Se vaciaron 5 cubos de 5cm de lado en un molde de madera usando la dosificación del Mortero 1.
2. Se dejaron fraguar durante 28 días.
3. Se procedió a curar los cubos los primeros 7 días para evitar figuraciones.
4. Una vez alcanzada la edad nominal de 28 días para las muestras se sometieron a compresión mediante una prensa hidráulica.
5. Luego se tomó lectura de la carga máxima soportada por las muestras.
6. A continuación se divide la fuerza máxima entre el área neta antes medida para obtener el esfuerzo de compresión del Mortero 1.
7. Finalmente se realiza el mismo procedimiento para el mortero 2 y 3 con sus respectivas dosificaciones antes mencionadas.

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

IMAGEN 4.05.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTEROS: CUBO DE 5 X 5 CM DE MORTERO 01 ANTES DE COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.06.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTEROS: CUBO DE 5 X 5 CM DE MORTERO 03 POST COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CÁLCULOS**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS

$$\text{Resistencia a la compresión } (f'_{cm})(kg/cm^2) = P_{max}/A_n$$

RESISTENCIA FINAL A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS

$$\text{Resistencia final a la compresión } (f'_{cm})(kg/(cm^2)) = f'_{cm \text{ prom}} - \sigma$$

f'_{cm} : Resistencia a la compresión.

$f'_{cm \text{ prom}}$: Resistencia a la compresión promedio.

σ : Desviación estándar.

- **DESENLACE**

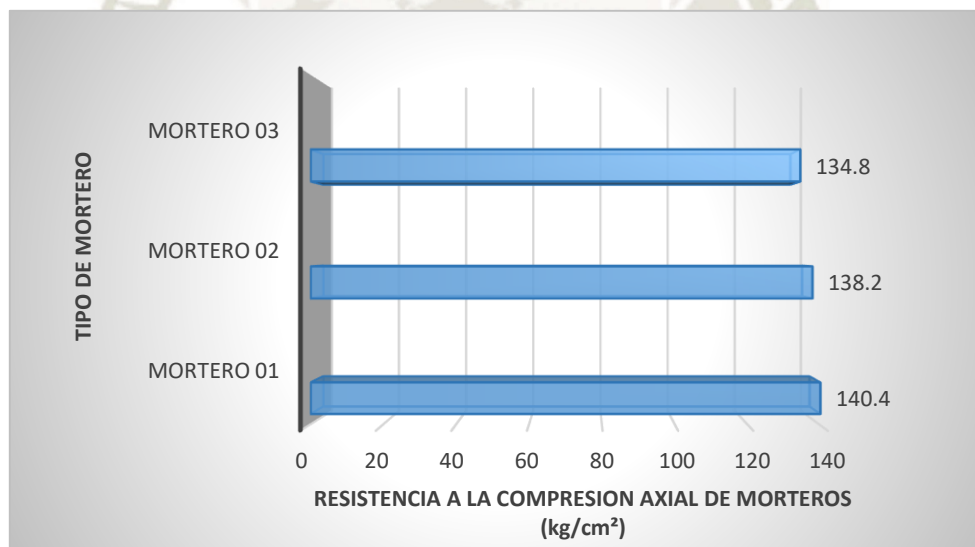
TABLA 4.02.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS

TIPO DE MORTERO	f'cm (kg/cm ²)
Mortero 1	140.40
Mortero 2	138.20
Mortero 3	134.8

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 4.02.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE MORTEROS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3.2. PARA ZÓCALOS DE SILLAR

4.3.2.1. ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL

- **INTRODUCCIÓN**

Para la realización del ensayo de adhesión vertical, se llevaron a cabo procedimientos planteados propiamente tomando en cuenta las necesidades de la investigación, el criterio y la experiencia en ensayos de laboratorio.

El ensayo adhesión vertical cuantifica la adherencia de una o varias unidades de zócalo de sillar a unidades de albañilería de arcilla calcinada, entra a tallar además de la adhesión la fricción estática.

- **MATERIALES Y EQUIPOS**

- 09 unidades de zócalo de sillar de 50cm x 25cm y 1.7cm de espesor.
- 02 Pesas de 0.5kg.
- 02 Pesas de 1.0kg.
- 02 Pesas de 1.5kg.
- Balanza.
- Escobilla acerada.

- **PROCEDIMIENTO**

1. Se seleccionó 09 unidades de zócalo de sillar para ser lijadas en su cara de asiento mediante escobillas aceradas.
2. Se humedecieron las unidades de zócalo de sillar.
3. Se vertió abundante agua en el muro de unidad de albañilería de arcilla calcinada (ladrillo King Kong H 10).
4. Luego se procedió a colocar el Mortero 1 (1; 1/4; 3 – cemento: cal: arena) en la cara de asiento en las 3 primeras unidades de zócalo de sillar.
5. A continuación se apostó la unidad de sillar contra el muro firmemente y se sostuvo en la posición por un minuto mientras

se le daba pequeños golpes perpendiculares al muro de unidad de arcilla calcinada.

6. Pasados 2 días se colocaron los pesos uno a uno comenzando por los de 1.5 kg hasta llegar a los de 0.5 kg., una vez colocado un peso se esperó 10 minutos antes de colocar el siguiente.
7. Finalmente se realizó el mismo procedimiento para el Mortero 2 (1; 1/2; 4 – cemento: cal: arena) y el Mortero 3 (1; 4 – cemento: arena).

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

*IMAGEN 4.07.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 01
SOMETIDO A 6kg DE MASA*



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.08.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 2
SOMETIDO A 6kg DE MASA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.09.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 3
SOMETIDO A 6kg DE MASA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.10.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 02
DURANTE SU EXTRACCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.11.- ENSAYO DE ADHESIÓN VERTICAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 03
DURANTE SU EXTRACCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **DESENLACE**

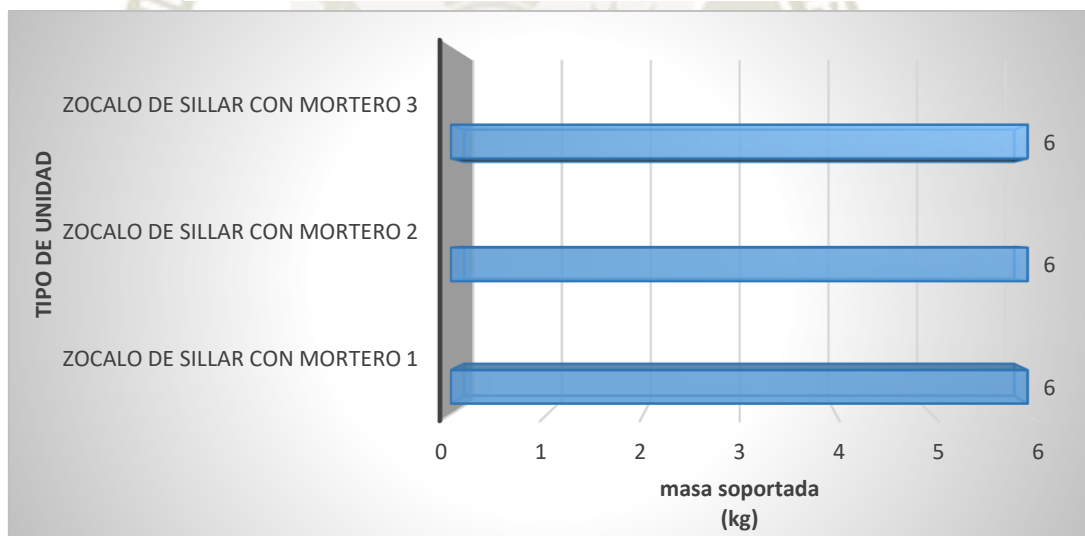
TABLA 4.03.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO

TIPO DE UNIDAD	MASA SOPORTADA (kg)
Zócalo de Sillar con Mortero 01	6
Zócalo de Sillar con Mortero 02	6
Zócalo de Sillar con Mortero 03	6

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **CUADRO COMPARATIVO**

CUADRO 4.03.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO 1



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.3.2.2. ENSAYO DE ADHESIÓN HORIZONTAL

• INTRODUCCIÓN

Para la realización del ensayo de adhesión horizontal, se llevaron a cabo procedimientos planteados propiamente tomando en cuenta las necesidades de la investigación, el criterio y la experiencia en ensayos de laboratorio.

El ensayo adhesión horizontal cuantifica la adherencia de una unidad de zócalo de sillar a unidades de albañilería de arcilla calcinada, en este ensayo solo tiene competencia la adhesión puesto que la fricción es nula.

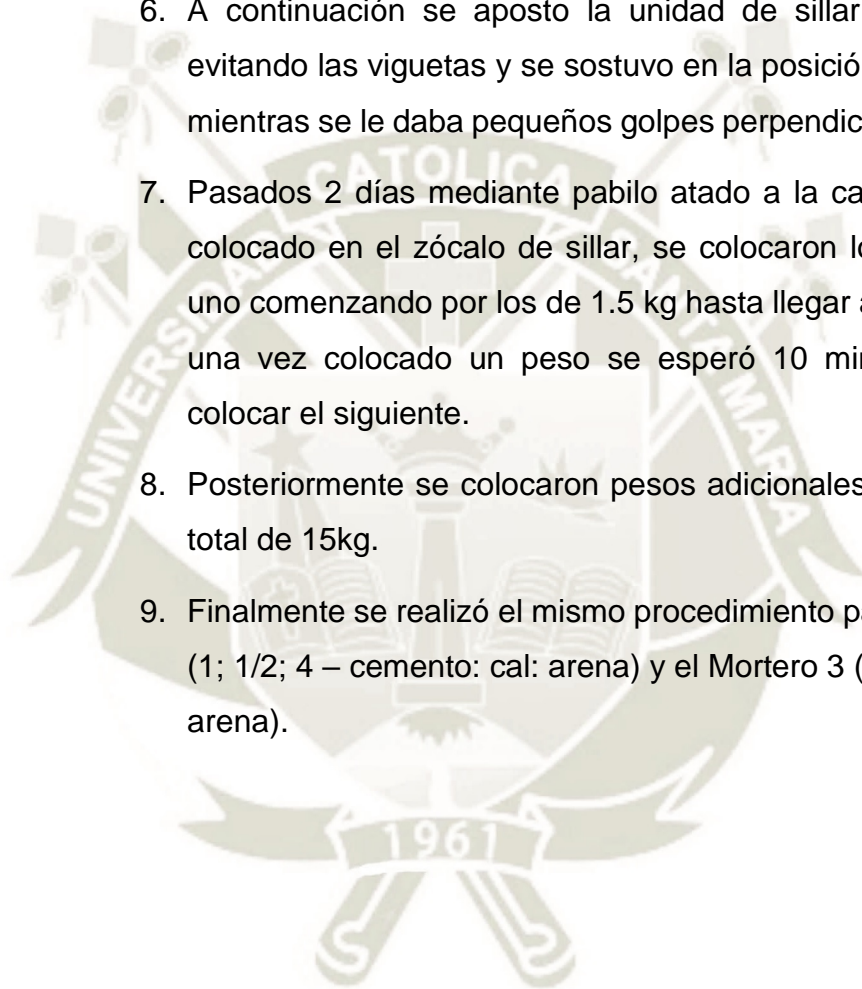
• MATERIALES Y EQUIPOS

- 09 unidades de zócalo de sillar de 50cm x 25cm y 1.7cm de espesor.
- 02 Pesas de 0.5kg.
- 02 Pesas de 1.0kg.
- 02 Pesas de 1.5kg.
- Pesas adicionales.
- Balanza.
- Escobilla acerada.
- Tornillos, tuercas y volandas.
- Taladro.

• PROCEDIMIENTO

1. Se seleccionó 09 unidades de zócalo de sillar para ser lijadas en su cara de asiento mediante escobillas aceradas.
2. Se perforaron las unidades con un taladro en el centro de ambas dimensiones significativas de la unidad de zócalo de sillar, para luego introducir un tornillo sujeto por una volanda y posterior tuerca.
3. Se humedecieron las unidades de zócalo de sillar.

4. Se vertió abundante agua en la losa unidireccional de concreto y unidad de albañilería de arcilla calcinada (ladrillo para techo H 15).
5. Luego se procedió a colocar el Mortero 1 (1; 1/4; 3 – cemento: cal: arena) en la cara de asiento en las 3 primeras unidades de zócalo de sillar.
6. A continuación se apostó la unidad de sillar contra la losa evitando las viguetas y se sostuvo en la posición por un minuto mientras se le daba pequeños golpes perpendiculares a la losa.
7. Pasados 2 días mediante pabito atado a la cabeza del perno colocado en el zócalo de sillar, se colocaron los pesos uno a uno comenzando por los de 1.5 kg hasta llegar a los de 0.5 kg., una vez colocado un peso se esperó 10 minutos antes de colocar el siguiente.
8. Posteriormente se colocaron pesos adicionales con una masa total de 15kg.
9. Finalmente se realizó el mismo procedimiento para el Mortero 2 (1; 1/2; 4 – cemento: cal: arena) y el Mortero 3 (1; 4 – cemento: arena).



- **PANEL FOTOGRÁFICO**

IMAGEN 4.12.- ENSAYO DE ADHESIÓN HORIZONTAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 02 SOMETIDO A 6kg DE MASA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.13.- ENSAYO DE ADHESIÓN HORIZONTAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 03 SOMETIDO A 6kg DE MASA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 4.14.- ENSAYO DE ADHESIÓN HORIZONTAL: ZÓCALO DE SILLAR CON MORTERO 3 SOMETIDO A 21.810 kg DE MASA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **DESENLACE**

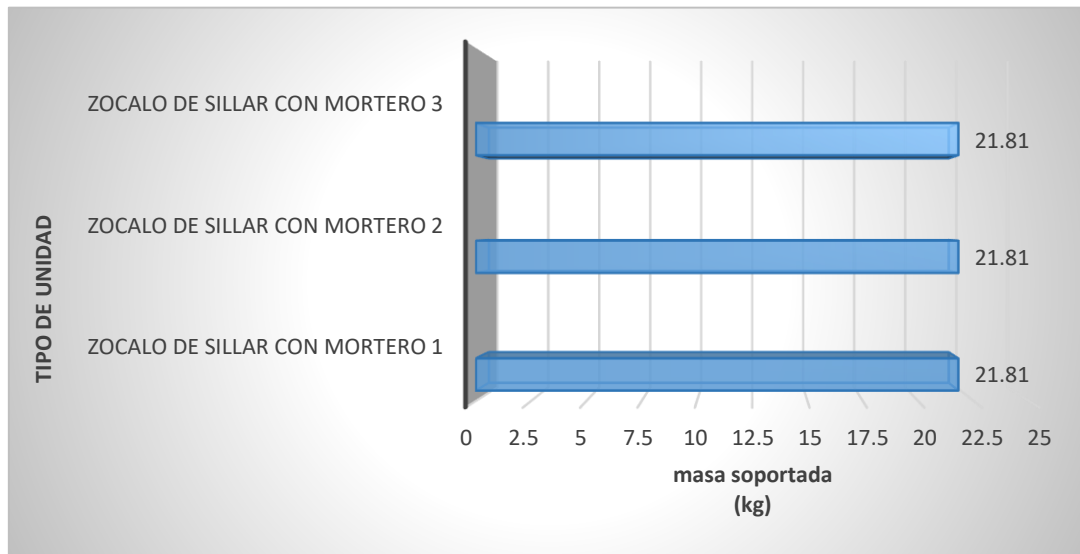
TABLA 4.04.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO

TIPO DE UNIDAD	MASA SOPORTADA (kg)
Zócalo de Sillar con Mortero 01	21.810
Zócalo de Sillar con Mortero 02	21.810
Zócalo de Sillar con Mortero 03	21.810

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

• CUADRO COMPARATIVO

CUADRO 4.04.- COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO 2



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.4. CUADROS RESUMEN

TABLA 4.05.- COMPARACIÓN FINAL DE PROPIEDADES

ENSAYO	UNIDAD	MORTERO 1	MORTERO 2	MORTERO 3
DENSIDAD DE MORTEROS	g/cm ³	2.26	2.26	2.29
COMPRESIÓN DE MORTEROS	kg/cm ²	140.896	138.748	135.296
ADHESIÓN VERTICAL	kg	6.00	6.00	6.00
ADHESIÓN HORIZONTAL	kg	21.81	21.81	21.81

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para el análisis estructural del proyecto vivienda unifamiliar de albañilería de sillar se utilizaron los parámetros de la Norma E030 y Norma E070, se cuantificaron las características del proyecto para luego ser comparado con los requisitos mínimos que presenta las normas antes mencionadas, de esta manera aprobar o rechazar la construcción de una vivienda con unidades de albañilería de sillar.

5.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

El proyecto es una vivienda unifamiliar de muros portantes, utilizando unidades de albañilería de sillar Tipo M (13 cm x 18 cm x 26 cm) en lugar de ladrillos convencionales, el proyecto comprende 04 niveles y está ubicado en el distrito de Cayma Provincia y ciudad de Arequipa.

5.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN:

Unidades de albañilería de sillar Tipo M (13 cm x 18 cm x 26 cm)

Mortero 1: Dosificación 1:1/4:3 (cemento: cal: arena)

5.3. MEMORIA DE CÁLCULO

5.3.1. GENERALIDADES

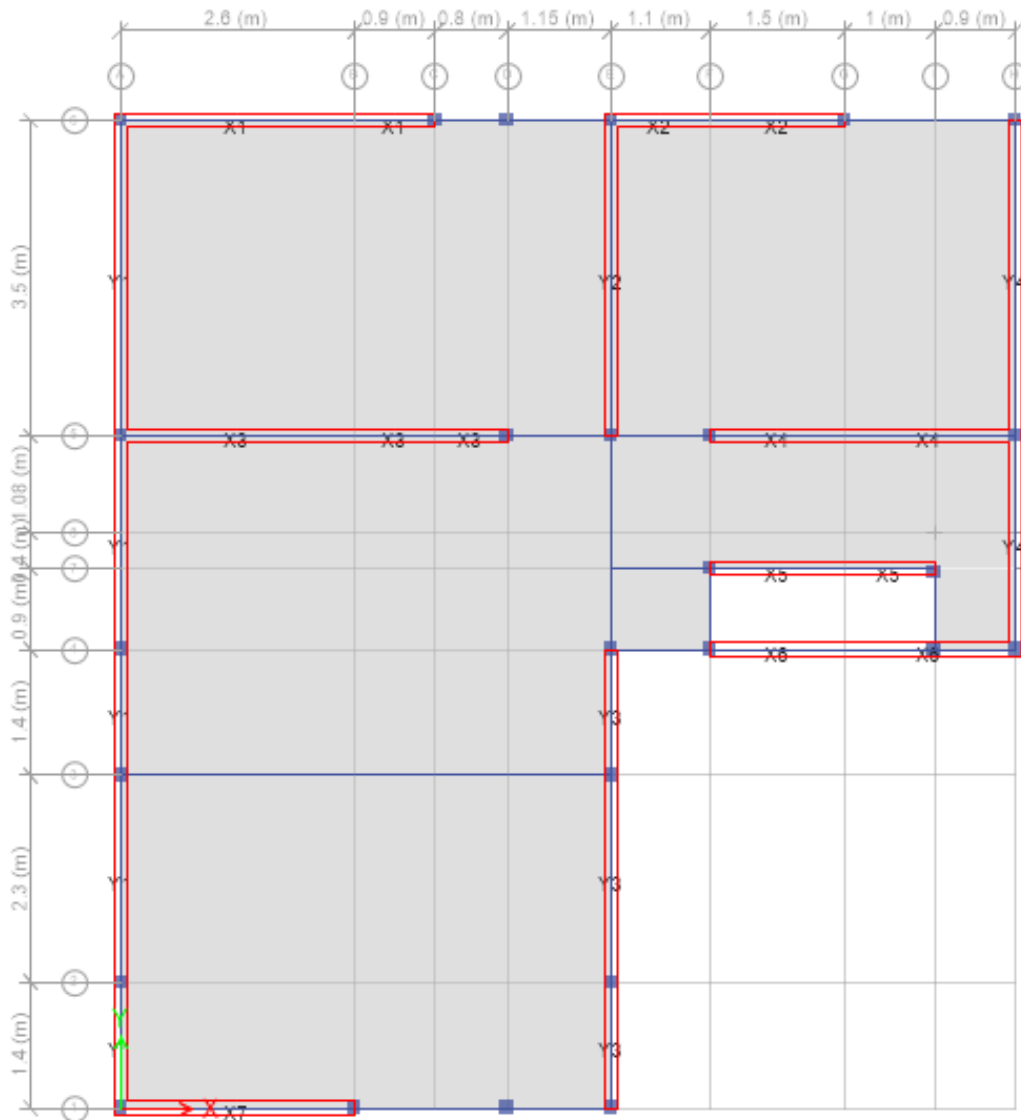
La vivienda es de tipo unifamiliar de 04 niveles en el distrito de Arequipa, provincia y ciudad de Arequipa.

- Área del terreno: 155.01 m²
- Área ocupada 1er piso: 155.01 m²
- Área ocupada 2do piso: 89.13 m²
- Área ocupada 3er piso: 89.13m²
- Área ocupada 4to piso: 89.13m²
- Área techada 1er piso: 89.13 m²
- Área techada 2do piso: 89.13 m²
- Área techada 3er piso: 89.13 m²
- Área techada 4 piso: 89.13 m²
- Altura de entrepiso: 2.40 m²

5.3.1.1. DISTRIBUCIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA

Primer Piso

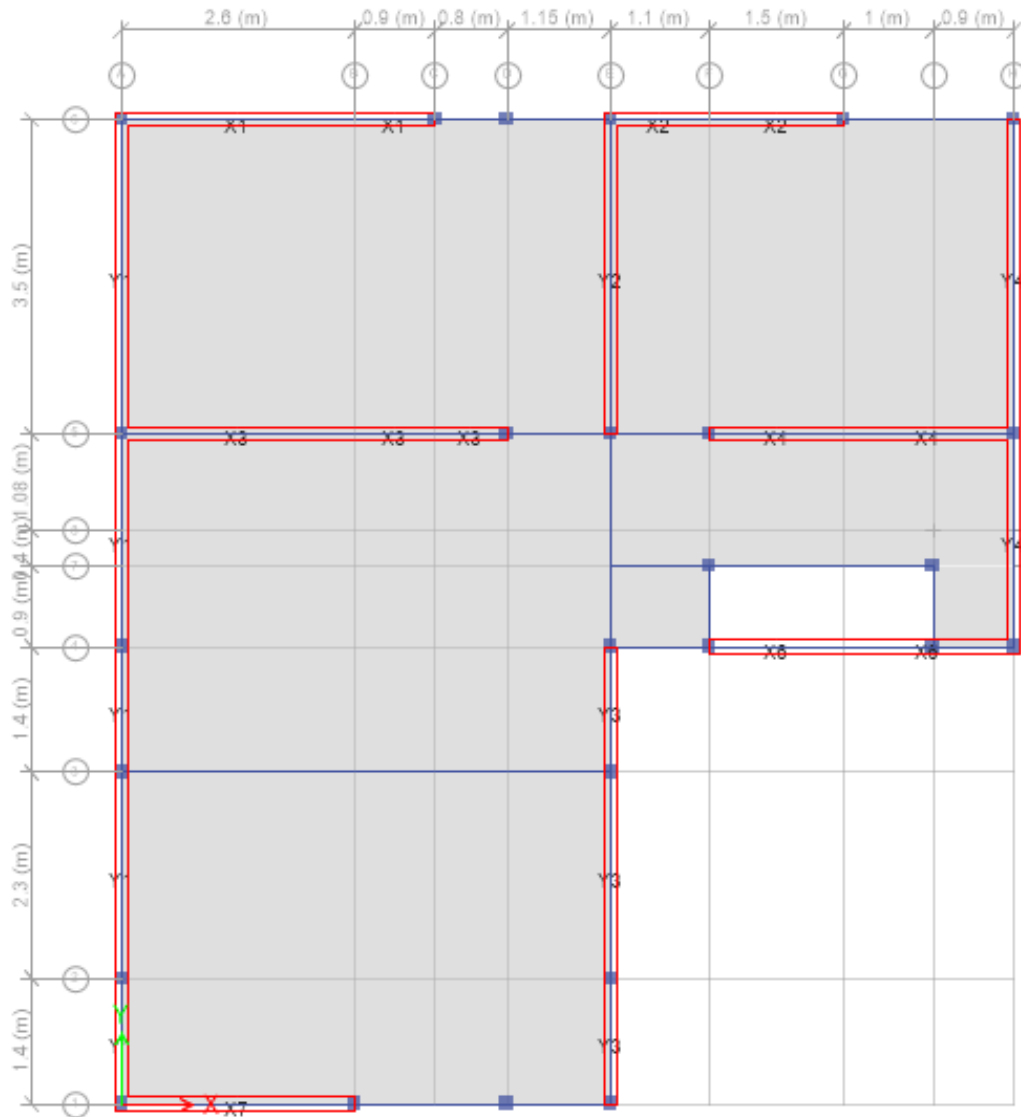
IMAGEN 5.01.- DISTRIBUCIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA PRIMER NIVEL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Segundo y Tercer Piso

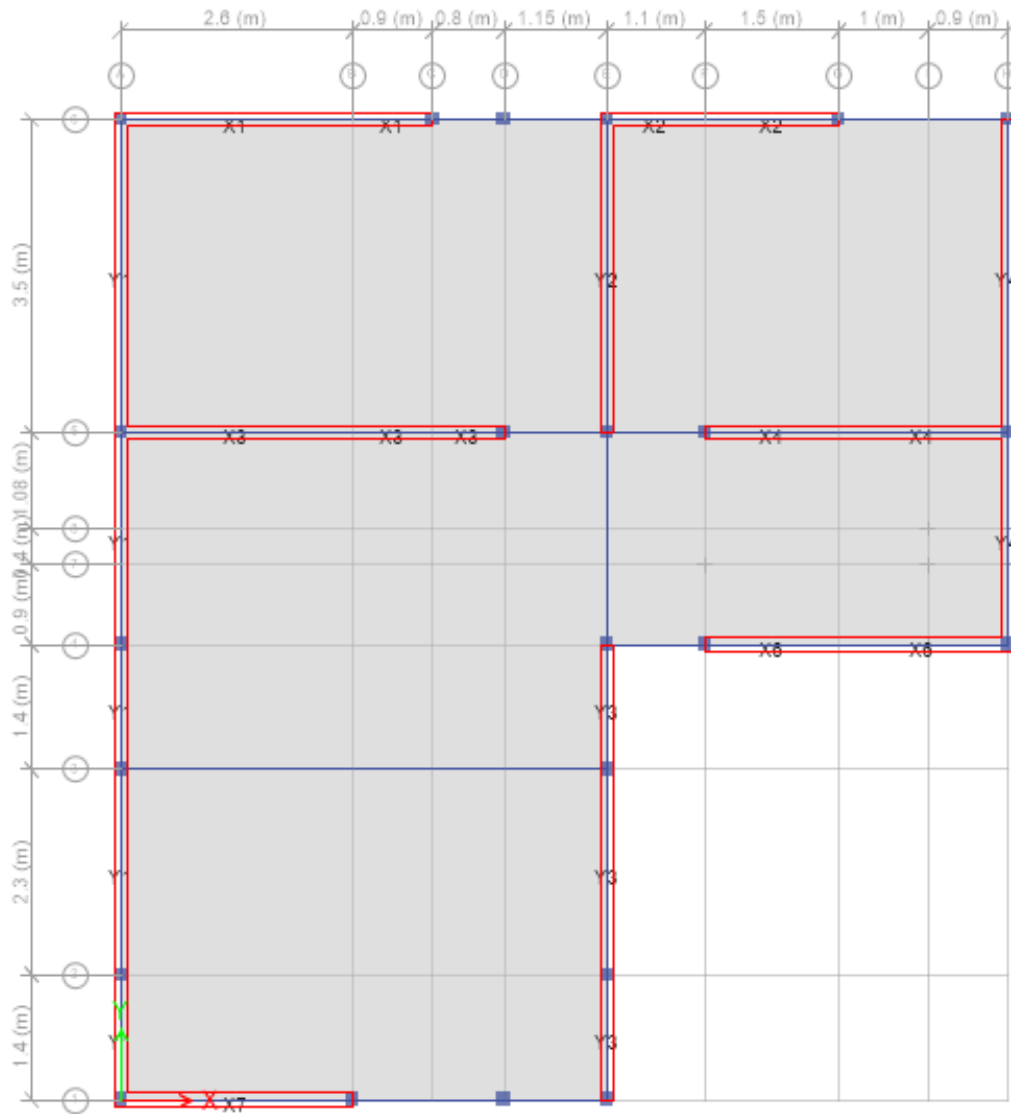
IMAGEN 5.02.- DISTRIBUCIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA SEGUNDO Y TERCER NIVEL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuarto Piso

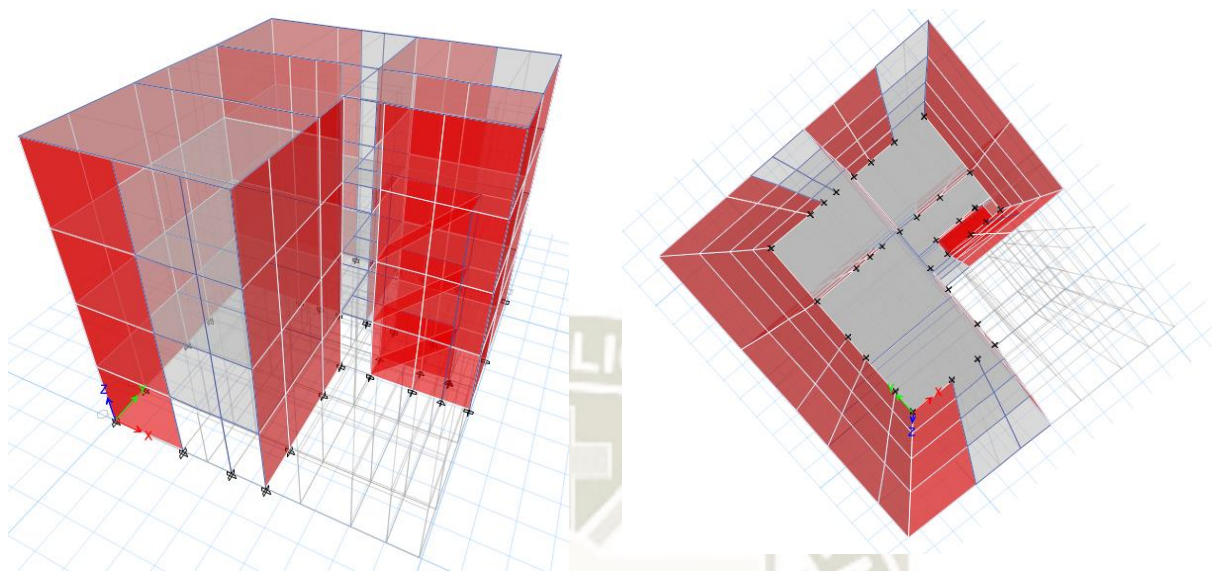
IMAGEN 5.03.- DISTRIBUCIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CUARTO NIVEL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5.3.1.2. VISTAS TRIDIMENSIONALES

IMAGEN 5.04.- VISTAS TRIDIMENSIONALES



5.3.2. PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO

5.3.2.1. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Los siguientes datos se obtuvieron en laboratorio siguiendo los procedimientos de la Norma Técnica Peruana 399.613 para el cálculo de $f'm$ y Norma Técnica Peruana 399.621 para el cálculo de $v'm$

- $f'm = 35.767 \text{ kg/cm}^2$
- $v'm = 6.920 \text{ kg/cm}^2$

Debido a que $\sqrt{f'm}$ es menor que $v'm$, el $v'm$ que se utilizará en el cálculo será igual a $\sqrt{f'm}$

- $v'm = 5.981 \text{ kg/cm}^2$

En vista que la complejidad de los ensayos y a la disponibilidad de datos congruentes con nuestra investigación es que los datos de Módulo de Elasticidad y Módulo de Corte fueron tomados del Proyecto de Investigación en Albañilería “Ensayos de Albañilería de Sillar”

presentado por Juan Carlos Lara Galindo de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

De la hoja 221 Tabla N° R-3 Resultados del Ensayo de Compresión Axial tenemos que para una pila de albañilería de sillar con mortero dosificación 1:5 cemento: arena el $f'm$ es de 46.70kg/cm^2 y de la Tabla N° R-4 Módulos de Elasticidad de la Pila, para una pila con mortero dosificación 1:5 cemento: arena el Modulo de Elasticidad es de 19876kg/cm^2 . Podría tomarse estos datos para nuestra investigación de no ser que el mortero no es exactamente el mismo, en consecuencia se realizó el ensayo para el cálculo del $f'm$ con la compresión de pilas. Para el caso del Módulo de Elasticidad no tomaremos el Módulo de Elasticidad propuesto directamente sino que utilizaremos la relación $E/f'm$ propuesta en la Tabla N° R-4 Módulos de Elasticidad de la Pila $E/f'm = 425.6$, para nuestro caso $f'm = 35.767\text{kg/cm}^2$ el Modulo de Elasticidad sería igual a $= 15222.44\text{kg/cm}^2$.

De igual forma hallaremos el Modulo de corte utilizando la relación propuesta en la investigación ya mencionada $G/E=0.37$ de esta forma obtenemos un Módulo de Corte de 5632.30kg/cm^2 .

5.3.2.2. PESOS UNITARIOS

- Peso propio de losa aligerada bidireccional = 495kg/m^2
- Piso terminado = 100kg/cm^2
- Peso muros portantes (unidad de albañilería de sillar) = 1492.22kg/m^3
- Nota: Para el cálculo del peso de los muros de albañilería de sillar se utilizó los datos obtenidos en el ensayo de densidad de la unidad y los datos obtenidos en el ensayo de densidad de morteros.
- Peso concreto armado = 2200kg/m^3
- Carga viva para viviendas según Norma E020 = 200kg/m^2

5.3.3. PROCEDIMIENTO DE LA NORMA

5.3.3.1. CALCULO DE VALORES Z, U, S, C, R

Factor de Zona (Z)

El distrito de Arequipa pertenece a la Zona 3

$$Z = 0.35$$

Factor de Uso (U)

Vivienda unifamiliar de tres niveles, este tipo de edificaciones son consideradas por la norma como categoría 3

$$U = 1$$

Factor de Suelo (S)

Arequipa está considerada como un terreno S_2 , suelo intermedio, para este tipo de suelo y una zona sísmica 3 corresponde un valor de "S" igual a 1.15

$$S = 1.15$$

Factor de ampliación sísmica (C)

Para el cálculo del factor C previamente se halló los factores T , T_p y T_l

Para el Tipo de Suelo S_2 corresponde un valor de T_p igual a 0.6 y un valor de T_l igual a 2

La variable T (periodo fundamental de vibración) es igual a $\frac{H_n}{C_t}$ siendo H_n la altura de la edificación (7.20m) y la variable C_t igual a 60 para edificios de albañilería como es el caso

$$T = \frac{H_n}{C_t} = \frac{7.2}{60} = 0.12$$

Finalmente tenemos:

2.5 Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Para nuestro caso:

$$C = 2.5$$

Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)

Este coeficiente se halla utilizando la siguiente expresión

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

Por ser la edificación regular en altura y en la distribución de los muros los valores I_a e I_p serán iguales a 1

El valor R_0 es igual a 3 para edificaciones con muros estructurales.

$$R = 3$$

5.3.3.2. DENSIDAD DE MUROS

De no cumplirse la siguiente condición se deberá de colocar más muros o ampliar su espesor

$$\frac{\sum Lt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Donde:

L : Longitud total de muros incluyendo columnas.

t : Espesor efectivo = 0.15 m.

A_p : Área de planta de la edificación en m².

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso.

S: Factor de tipo de suelo.

N: Número de pisos de la edificación.

TABLA 5.01.- DENSIDAD DE MUROS

Datos		ZUSN/56
Z	0.3500	0.0288
U	1.0000	
S	1.1500	
N	4.0000	
Ap	89.1300	
LxT	2.7795	
LyT	3.3690	
LxT/Ap	0.0312	CORRECTO
LyT/Ap	0.0378	CORRECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5.3.3.3. CÁLCULO DE CORTANTES POR PISO

Metrado de Cargas

Para el cálculo de las cortantes por piso previamente se realizó el metrado de cargas obteniendo los siguientes resultados:

TABLA 5.02.- METRADO DE CARGAS

Piso	Peso (kgf)	Peso Acumulado
Piso 4	50911.83	50911.83
Piso 3	63663.93	114575.46
Piso 2	64304.47	178880.23
Piso 1	64989.77	243870.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cortante Basal

$$V = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

Donde:

Z : Factor de zona.

U : Factor de uso.

C : Factor de ampliación sísmica

S : Factor de Suelo

R : Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

P : Peso total de la edificación

$$V = \frac{0.35 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.15}{3} P$$

$$V = 0.3354 P$$

$$V = 81.80 \text{ ton}$$

5.3.3.4. CÁLCULO DE LOS CENTROS DE MASA Y CENTROS DE RIGIDEZ

Calculo del Centro de Masa

Para el cálculo del centro de masa se utilizó las ecuaciones que propone la Norma E030

$$X_{cm} = \frac{\sum P_i X_i}{\sum P_i}; Y_{cm} = \frac{\sum P_i Y_i}{\sum P_i}$$

Donde:

P_i = Peso de un elemento

X_i = Centroide en X del elemento

Y_i = Centroide en Y del elemento

Centros de masa por piso:

TABLA 5.03.- CENTRO DE MASA

Centros de Masa		
	X cm	Y cm
Piso 4	4.30	6.31
Piso 3	4.27	6.36
Piso 2	4.30	6.35
Piso 1	4.34	6.35

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cálculo del Centro de Rigidez

Centro de Rigidez

El centro de rigidez se calcula de manera similar al centro de masa, utilizando la siguiente fórmula:

$$X_{cr} = \frac{\sum K_{iy} X_i}{\sum K_{iy}}; Y_{cr} = \frac{\sum K_{ix} Y_i}{\sum K_{ix}}$$

TABLA 5.04.- CENTRO DE RIGIDEZ

Centros de Masa		
PISO	X cr	Y cr
Piso 4	4.53	7.21
Piso 3	4.48	7.39
Piso 2	4.58	7.29
Piso 1	4.58	7.39

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5.3.3.5. CÁLCULO DE CORTANTES Y MOMENTOS TOTALES POR MURO

Los cuadros que se presentan a continuación muestran los mayores cortantes y momentos que reciben los muros luego de comparar Sismo en eje X y Y, además de sismo dinámico. Es bajo la acción de estas cargas por las que deben de ser diseñados.

TABLA 5.05 CORTANTES TOTALES

Cortantes Totales (ton)				
Muro	1er Nivel	2do Nivel	3er Nivel	4to Nivel
X1	5.118	5.400	4.296	2.628
X2	3.575	3.491	2.638	1.474
X3	6.553	7.481	6.332	4.326
X4	4.836	5.040	3.887	2.235
X5	2.525	0.000	0.000	0.000
X6	4.496	4.218	3.099	1.698
X7	4.298	4.035	2.948	1.477
Y1	18.121	16.945	13.193	7.092
Y2	4.817	4.228	3.093	1.354
Y3	7.338	6.785	5.007	2.220
Y4	9.640	10.221	8.306	4.629

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 5.06.- MOMENTOS TOTALES

Cortantes Totales (ton.m)				
Muro	1er Nivel	2do Nivel	3er Nivel	4to Nivel
X1	11.034	9.424	6.431	3.413
X2	6.678	5.477	3.625	1.794
X3	15.386	13.642	9.729	5.682
X4	10.350	8.752	5.819	2.885
X5	6.043	-----	-----	-----
X6	11.018	11.018	7.705	1.913
X7	7.565	6.007	3.892	1.784
Y1	50.073	38.265	24.414	10.720
Y2	9.248	6.601	4.026	1.428
Y3	17.770	13.221	7.965	2.940
Y4	27.462	21.281	13.709	6.464

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5.3.3.6. CHEQUEOS FINALES

Resistencia al esfuerzo Axial Máximo

Se debe de cumplir la siguiente condición:

$$\sigma \leq \sigma_{adm} \leq 0.15f'm$$

$$\sigma_{adm} = 0.20 f'm \left(1 - \frac{h^2}{35t} \right)$$

$$0.15f'm = 53.7\text{ton}/\text{m}^2$$

$$\sigma_{adm} = 56.6\text{ton}/\text{m}^2$$

TABLA 5.07.- RESISTENCIA AL ESFUERZO MAXIMO

PRIMER PISO						
Muro	L(m)	Pm(ton)	Pm / L / t	Chequeo1	Chequeo2	REF. HOR.
X1	3.50	25.52	48.60	OK	OK	SI
X2	2.60	23.71	60.81	-	-	SI
X3	4.50	51.81	76.76	-	-	SI
X4	3.40	28.38	55.65	OK	-	SI
X5	2.50	8.43	22.49	OK	OK	SI
X6	3.40	10.95	21.47	OK	OK	SI
X7	2.60	18.58	47.64	OK	OK	SI
Y1	9.95	86.15	57.72	-	-	SI
Y2	3.50	32.66	62.22	-	-	SI
Y3	5.10	43.06	56.29	OK	-	SI
Y4	5.88	37.10	42.07	OK	OK	SI

SEGUNDO PISO						
Muro	L(m)	Pm(ton)	Pm / L / t	Chequeo1	Chequeo2	REF. HOR.
X1	3.50	18.00	34.29	OK	OK	SI
X2	2.60	17.80	45.64	OK	OK	SI
X3	4.50	34.61	51.27	OK	OK	SI
X4	3.40	19.75	38.73	OK	OK	SI
X6	3.40	9.61	18.84	OK	OK	SI
X7	2.60	13.70	35.12	OK	OK	SI
Y1	9.95	64.03	42.90	OK	OK	SI
Y2	3.50	24.30	46.28	OK	OK	SI
Y3	5.10	30.76	40.21	OK	OK	SI
Y4	5.88	28.57	32.39	OK	OK	SI

TERCER PISO						
Muro	L(m)	Pm(ton)	Pm / L / t	Chequeo1	Chequeo2	REF. HOR.
X1	3.50	11.30	21.52	OK	OK	SI
X2	2.60	11.86	30.40	OK	OK	SI
X3	4.50	20.91	30.98	OK	OK	SI
X4	3.40	13.24	25.97	OK	OK	SI
X6	3.40	6.53	12.81	OK	OK	NO
X7	2.60	8.61	22.09	OK	OK	SI
Y1	9.95	40.11	26.87	OK	OK	SI
Y2	3.50	15.80	30.10	OK	OK	SI
Y3	5.10	19.06	24.91	OK	OK	SI
Y4	5.88	19.29	21.87	OK	OK	SI

CUARTO PISO						
Muro	L(m)	Pm(ton)	Pm / L / t	Chequeo1	Chequeo2	REF. HOR.
X1	3.50	4.56	8.68	OK	OK	NO
X2	2.60	6.13	15.72	OK	OK	NO
X3	4.50	8.12	12.03	OK	OK	NO
X4	3.40	8.30	16.27	OK	OK	NO
X6	3.40	4.45	8.72	OK	OK	NO
X7	2.60	3.43	8.81	OK	OK	NO
Y1	9.95	15.73	10.54	OK	OK	NO
Y2	3.50	7.14	13.60	OK	OK	NO
Y3	5.10	7.53	9.85	OK	OK	NO
Y4	5.88	9.23	10.46	OK	OK	NO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Control de Fisuración

Se debe de cumplir la siguiente condición

$$V_e \leq 0.55V_m$$

$$V_m = 0.5 v'm x \alpha x t x L + 0.23Pg$$

Donde:

V_e = Fuerza cortante que es generada por sismo moderado

V_m = Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal

$v'm$ = Resistencia característica de corte de la albañilería

t = Espesor del muro

L = Longitud de muro

Pg = Peso por gravedad de la estructura

$$\frac{1}{3} \leq \alpha \leq 1; \alpha = \frac{V_e \times L}{M_e}$$

Donde:

V_e = Fuerza cortante del muro

M_e = Momento flector del muro

TABLA 5.08.- CONTROL DE FISURACIÓN

PRIMER PISO								
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me(ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)	0.55*Vm	CONDICIÓN
X1	17.06	3.50	5.12	11.03	1.00	14.91	8.20	NO FISURA
X2	14.74	2.60	3.58	6.68	1.00	11.55	6.36	NO FISURA
X3	32.98	4.50	6.55	15.39	1.00	21.72	11.94	NO FISURA
X4	17.97	3.40	4.84	10.35	1.00	14.81	8.14	NO FISURA
X5	5.62	2.50	2.52	6.04	1.00	9.14	5.03	NO FISURA
X6	7.51	3.40	4.50	11.02	1.00	12.40	6.82	NO FISURA
X7	12.30	2.60	4.30	7.57	1.00	10.99	6.05	NO FISURA
Y1	57.27	9.95	18.12	50.07	1.00	44.41	24.43	NO FISURA
Y2	20.47	3.50	4.82	9.25	1.00	15.70	8.63	NO FISURA
Y3	27.77	5.10	7.34	17.77	1.00	22.40	12.32	NO FISURA
Y4	24.08	5.88	9.64	27.46	1.00	24.00	13.20	NO FISURA

SEGUNDO PISO								
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me(ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)	0.55*Vm	CONDICIÓN
X1	10.66	3.50	2.61	4.42	1.00	13.79	7.58	NO FISURA
X2	8.94	2.60	1.69	2.59	1.00	10.67	5.87	NO FISURA
X3	19.15	4.50	3.61	6.37	1.00	19.26	10.59	NO FISURA
X4	10.42	3.40	2.47	4.13	1.00	13.53	7.44	NO FISURA
X6	5.68	3.40	2.12	4.74	1.00	12.19	6.71	NO FISURA
X7	7.98	2.60	1.93	2.80	1.00	41.09	22.60	NO FISURA
Y1	37.25	9.95	7.70	17.06	1.00	14.47	7.96	NO FISURA
Y2	12.55	3.50	2.05	3.10	1.00	20.62	11.34	NO FISURA
Y3	17.40	5.10	3.30	6.18	1.00	22.68	12.47	NO FISURA
Y4	15.45	5.88	5.16	10.15	1.00	10.26	5.64	NO FISURA

TERCER PISO								
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me(ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)	0.55*Vm	CONDICIÓN
X1	7.77	3.50	4.30	6.43	1.00	12.78	7.03	NO FISURA
X2	7.07	2.60	2.64	3.63	1.00	9.79	5.38	NO FISURA
X3	13.71	4.50	6.33	9.73	1.00	17.28	9.51	NO FISURA
X4	8.08	3.40	3.89	5.82	1.00	12.54	6.89	NO FISURA
X6	4.69	3.40	3.10	7.71	1.00	11.76	6.47	NO FISURA
X7	5.84	2.60	2.95	3.89	1.00	9.51	5.23	NO FISURA
Y1	27.30	9.95	13.19	4.44	1.00	37.52	20.64	NO FISURA
Y2	9.74	3.50	3.09	4.03	1.00	13.23	7.28	NO FISURA
Y3	12.66	5.10	5.01	7.97	1.00	18.93	10.41	NO FISURA
Y4	12.19	5.88	8.31	13.71	1.00	21.27	11.70	NO FISURA

CUARTO PISO								
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me(ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)	0.55*Vm	CONDICIÓN
X1	3.39	3.50	2.63	3.41	1.00	11.77	6.47	NO FISURA
X2	3.27	2.60	1.47	1.79	1.00	8.92	4.90	NO FISURA
X3	5.74	4.50	4.33	5.68	1.00	15.45	8.50	NO FISURA
X4	4.36	3.40	2.24	2.89	1.00	11.68	6.42	NO FISURA
X6	3.43	3.40	1.70	1.91	1.00	11.46	6.31	NO FISURA
X7	2.50	2.60	1.48	1.78	1.00	8.74	4.81	NO FISURA
Y1	11.48	9.95	7.09	10.72	1.00	33.88	18.64	NO FISURA
Y2	4.30	3.50	1.35	1.43	1.00	11.98	6.59	NO FISURA
Y3	5.40	5.10	2.22	2.94	1.00	17.26	9.49	NO FISURA
Y4	5.74	5.88	4.63	6.46	1.00	19.78	10.88	NO FISURA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Control de Agrietamiento

TABLA 5.09.- CONTROL DE AGRIETAMIENTO

PRIMER PISO						
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me (ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)
X1	17.06	3.50	5.12	11.03	1.00	14.91
X2	14.74	2.60	3.58	6.68	1.00	11.55
X3	32.98	4.50	6.55	15.39	1.00	21.72
X4	17.97	3.40	4.84	10.35	1.00	14.81
X5	5.62	2.50	2.52	6.04	1.00	9.14
X6	7.51	3.40	4.50	11.02	1.00	12.40
X7	12.30	2.60	4.30	7.57	1.00	10.99
Y1	57.27	9.95	18.12	50.07	1.00	44.41
Y2	20.47	3.50	4.82	9.25	1.00	15.70
Y3	27.77	5.10	7.34	17.77	1.00	22.40
Y4	24.08	5.88	9.64	27.46	1.00	24.00
						202.05

SEGUNDO PISO						
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me (ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)
X1	12.16	3.50	5.40	9.42	1.00	13.79
X2	10.91	2.60	3.49	5.48	1.00	10.67
X3	22.29	4.50	7.48	13.64	1.00	19.26
X4	12.40	3.40	5.04	8.75	1.00	13.53
X6	6.59	3.40	4.22	11.02	1.00	12.19
X7	9.13	2.60	4.03	6.01	1.00	10.26
Y1	42.82	9.95	16.95	38.26	1.00	41.09
Y2	15.14	3.50	4.23	6.60	1.00	14.47
Y3	20.03	5.10	6.79	13.22	1.00	20.62
Y4	18.32	5.88	10.22	21.28	1.00	22.68
						178.56

TERCER PISO						
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me (ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)
X1	7.77	3.50	4.30	6.43	1.00	12.78
X2	7.07	2.60	2.64	3.63	1.00	9.79
X3	13.71	4.50	6.33	9.73	1.00	17.28
X4	8.08	3.40	3.89	5.82	1.00	12.54
X6	4.69	3.40	3.10	7.71	1.00	11.76
X7	5.84	2.60	2.95	3.89	1.00	9.51
Y1	27.30	9.95	13.19	24.41	1.00	37.52
Y2	9.74	3.50	3.09	4.03	1.00	13.23
Y3	12.66	5.10	5.01	7.97	1.00	18.93
Y4	12.19	5.88	8.31	13.71	1.00	21.27
						164.60

CUARTO PISO						
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me (ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)
X1	3.39	3.50	2.63	3.41	1.00	11.77
X2	3.27	2.60	1.47	1.79	1.00	8.92
X3	5.74	4.50	4.33	5.68	1.00	15.45
X4	4.36	3.40	2.24	2.89	1.00	11.68
X6	3.43	3.40	1.70	1.91	1.00	11.46
X7	2.50	2.60	1.48	1.78	1.00	8.74
Y1	11.48	9.95	7.09	24.41	1.00	33.88
Y2	4.30	3.50	1.35	4.03	1.00	11.98
Y3	5.40	5.10	2.22	7.97	1.00	17.26
Y4	5.74	5.88	4.63	6.46	1.00	19.78
						150.92

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5.3.4. DISEÑO DE COLUMNAS

Para la uniformización del diseño de columnas se consideró para todos los pisos los resultados del diseño de las columnas del primer piso, ya que estas superaban en dimensiones y en refuerzo a las columnas de los pisos siguientes, el chequeo de las columnas del resto de pisos se adjunta en los anexos de la presente tesis.

5.3.4.1. DISEÑO DE COLUMNAS EXTERNAS PRIMER PISO

Calculo de Lm.

TABLA 5.10.- CALCULO DE LM

CALCULO DE Lm PARA TODOS LOS NIVELES									
	Paño1	Paño2	Paño3	Paño4	Paño5	L	Max Paño	0.5L	Lm
X1	3.50					3.50	3.50	1.75	3.50
X2	2.60					2.60	2.60	1.30	2.60
X3	4.50					4.50	4.50	2.25	4.50
X4	3.40					3.40	3.40	1.70	3.40
X5	2.50					2.50	2.50	1.25	2.50
X6	2.50	0.90				3.40	2.50	1.70	2.50
X7	2.60					2.60	2.60	1.30	2.60
Y1	3.50	2.38	1.40	2.30	1.40	10.98	3.50	5.49	5.49
Y2	3.50					3.50	3.50	1.75	3.50
Y3	1.40	2.30	1.40			5.10	2.30	2.55	2.55
Y4	3.50	2.38				5.88	3.50	2.94	3.50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Calculo de los momentos por sismo severo, carga gravitacional PG y fuerza Pc y F.

TABLA 5.11.- CALCULO PARÁMETROS DE DISEÑO DE COLUMNA

	Vm	Lm	L	Nc	Nc+1	Mu	M	Pg	Pc	F
X1	17.06	3.50	3.50	2.00	3.00	32.15	11.68	25.52	12.76	3.34
X2	14.74	2.60	2.60	2.00	3.00	20.03	2.34	23.71	11.86	0.90
X3	32.98	4.50	4.50	2.00	3.00	46.16	6.58	51.81	25.91	1.46
X4	17.97	3.40	3.40	2.00	3.00	31.05	9.49	28.38	14.19	2.79
X5	5.62	2.50	2.50	2.00	3.00	18.13	11.38	8.43	4.22	4.55
X6	7.51	2.50	3.40	3.00	4.00	30.40	21.38	10.95	3.65	6.29
X7	12.30	2.60	2.60	2.00	3.00	19.35	4.59	18.58	9.29	1.77
Y1	57.27	5.49	10.98	6.00	7.00	122.73	54.01	86.15	14.36	4.92
Y2	20.47	3.50	3.50	2.00	3.00	27.74	3.18	32.66	16.33	0.91
Y3	27.77	2.55	5.10	4.00	5.00	53.31	19.98	43.06	10.77	3.92
Y4	24.08	3.50	5.88	3.00	4.00	68.37	39.48	37.10	12.37	6.71

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Calculo de fuerza cortante, tracción y compresión.

TABLA 5.12.- CALCULO DE FUERZAS CORTANTE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN

	Vc	T	C
X1	8.53	0.00	16.09
X2	7.37	0.00	12.76
X3	16.49	0.00	27.37
X4	8.98	0.00	16.98
X5	2.81	0.34	8.77
X6	2.07	2.64	9.94
X7	6.15	0.00	11.06
Y1	6.14	0.00	19.28
Y2	10.24	0.00	17.24
Y3	4.17	0.00	14.68
Y4	5.38	0.00	19.08

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cálculo del acero Vertical de la columna

TABLA 5.13.- CALCULO DE ACERO HORIZONTAL

	Asf	Ast	Asf+Ast	As req.	Varilla de 3/8	Varilla de 1/2
X1	2.39	0.00	2.39	2.39	4.00	2.00
X2	2.06	0.00	2.06	2.06	3.00	2.00
X3	4.62	0.00	4.62	4.62	7.00	4.00
X4	2.52	0.00	2.52	2.52	4.00	2.00
X5	0.79	0.09	0.88	2.00	3.00	2.00
X6	0.58	0.74	1.32	2.00	3.00	2.00
X7	1.72	0.00	1.72	2.00	3.00	2.00
Y1	1.72	0.00	1.72	2.00	3.00	2.00
Y2	2.87	0.00	2.87	2.87	5.00	3.00
Y3	1.17	0.00	1.17	2.00	3.00	2.00
Y4	1.51	0.00	1.51	2.00	3.00	2.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cálculos finales

TABLA 5.14.- CALCULOS FINALES

	An(cm2)	Acf	Acf min	A columneta	Prediseñado	
X1	111.26	286.79	225.00	286.79	225.00	Aumentar Sección
X2	82.34	247.78	225.00	247.78	225.00	Aumentar Sección
X3	170.15	554.31	225.00	554.31	225.00	Aumentar Sección
X4	117.56	302.00	225.00	302.00	225.00	Aumentar Sección
X5	36.67	94.53	225.00	225.00	225.00	OK
X6	50.72	69.64	225.00	225.00	225.00	OK
X7	64.13	206.71	225.00	225.00	225.00	OK
Y1	162.84	206.24	225.00	225.00	225.00	OK
Y2	108.62	344.08	225.00	344.08	225.00	Aumentar Sección
Y3	107.69	140.04	225.00	225.00	225.00	OK
Y4	160.48	180.69	225.00	225.00	225.00	OK

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Resultados:

Como podemos ver en los resultados anteriores algunas columnas deben de aumentar su sección transversal, para uniformizar estos resultados se ha considerado colocar todas las columnas externas de 25 x 15 cm, de la misma manera en el acero vertical se observa que se requiere como máximo 4 varillas de 1/2" por lo que esta cantidad

se tomara como constante para todas las columnas externas, el refuerzo horizontal con estribos deberá de ser con la siguiente distribución: 10@0.05 @0.25 el resto esto de acuerdo a la NTP.

5.3.4.2. DISEÑO DE COLUMNAS INTERNAS PRIMER PISO

Calculo de Lm

TABLA 5.15.- CALCULO LM COLUMNAS INTERNAS

CALCULO DE Lm PARA TODOS LOS NIVELES									
	Paño1	Paño2	Paño3	Paño4	Paño5	L	Max Paño	0.5L	Lm
X1	3.50					3.50	3.50	1.75	3.50
X2	2.60					2.60	2.60	1.30	2.60
X3	4.50					4.50	4.50	2.25	4.50
X4	3.40					3.40	3.40	1.70	3.40
X5	2.50					2.50	2.50	1.25	2.50
X6	2.50	0.90				3.40	2.50	1.70	2.50
X7	2.60					2.60	2.60	1.30	2.60
Y1	3.50	2.38	1.40	2.30	1.40	10.98	3.50	5.49	5.49
Y2	3.50					3.50	3.50	1.75	3.50
Y3	1.40	2.30	1.40			5.10	2.30	2.55	2.55
Y4	3.50	2.38				5.88	3.50	2.94	3.50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Calculo de los momentos por sismo severo, carga gravitacional PG y fuerza Pc y F para columnas internas.

TABLA 5.16- CALCULO PARAMETROS DE DISEÑO COLUMNA INTERNA

	Vm	Lm	L	Nc	Nc+1	Mu	M	Pg	Pc	F
X1	17.06	3.50	3.50	2.00	3.00	32.15	11.68	25.52	12.76	3.34
X2	14.74	2.60	2.60	2.00	3.00	20.03	2.34	23.71	11.86	0.90
X3	32.98	4.50	4.50	2.00	3.00	46.16	6.58	51.81	25.91	1.46
X4	17.97	3.40	3.40	2.00	3.00	31.05	9.49	28.38	14.19	2.79
X5	5.62	2.50	2.50	2.00	3.00	18.13	11.38	8.43	4.22	4.55
X6	7.51	2.50	3.40	3.00	4.00	30.40	21.38	10.95	3.65	6.29
Y1	57.27	5.49	10.98	6.00	7.00	122.73	54.01	86.15	14.36	4.92
Y2	20.47	3.50	3.50	2.00	3.00	27.74	3.18	32.66	16.33	0.91
Y3	27.77	2.55	5.10	4.00	5.00	53.31	19.98	43.06	10.77	3.92
Y4	24.08	3.50	5.88	3.00	4.00	68.37	39.48	37.10	12.37	6.71
X7	12.30	2.60	2.60	2.00	3.00	19.35	4.59	18.58	9.29	1.77

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Calculo de fuerza cortante, tracción y compresión columna interna.

TABLA 5.17- CALCULO FUERZA CORTANTE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN COLUMNA INTERNA

	Vc	T	C
X1	5.69	0.00	6.91
X2	4.91	1.75	5.05
X3	10.99	0.00	17.11
X4	5.99	0.00	7.85
X5	1.87	1.18	1.52
X6	1.38	1.65	1.00
X7	4.09	0.00	8.10
Y1	6.82	0.00	9.31
Y2	2.78	2.30	4.23
Y3	3.58	0.00	7.45
Y4	4.10	2.06	3.61

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Calculo del acero Vertical de la columna

TABLA 5.18- CALCULO ACERO HORIZONTAL COLUMNA INTERNA

	Asf	Ast	Asf+Ast	As req.	Varilla de 3/8	Varilla de 1/2
X1	1.59	0.00	1.59	2.00	3.00	2.00
X2	1.38	0.49	1.87	2.00	3.00	2.00
X3	3.08	0.00	3.08	3.08	5.00	4.00
X4	1.68	0.00	1.68	2.00	3.00	2.00
X5	0.53	0.33	0.86	2.00	3.00	2.00
X6	0.39	0.46	0.85	2.00	3.00	2.00
X7	1.15	0.00	1.15	2.00	3.00	2.00
Y1	1.91	0.00	1.91	2.00	3.00	2.00
Y2	0.78	0.65	1.42	2.00	3.00	3.00
Y3	1.00	0.00	1.00	2.00	3.00	2.00
Y4	1.15	0.58	1.73	2.00	3.00	2.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cálculos finales

TABLA 5.19- CÁLCULOS FINALES COLUMNA INTERNA

	An(cm2)	Acf	Acf min	A columneta	Prediseñado	
X1	14.34	191.19	225.00	225.00	225.00	OK
X2	-7.93	165.19	225.00	225.00	225.00	OK
X3	99.82	369.54	225.00	369.54	225.00	Aumentar Sección
X4	25.64	201.33	225.00	225.00	225.00	OK
X5	-50.38	63.02	225.00	225.00	225.00	OK
X6	-56.60	46.43	225.00	225.00	225.00	OK
X7	28.65	137.50	225.00	225.00	225.00	OK
Y1	43.21	229.39	225.00	229.39	225.00	Aumentar Sección
Y2	-17.80	93.36	225.00	225.00	225.00	OK
Y3	20.88	120.46	225.00	225.00	225.00	OK
Y4	-25.22	137.81	225.00	225.00	225.00	OK

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Resultados:

Debido a que una columna necesita ampliar su sección se tomara como sección para todas las columnas las dimensiones 15 x 20cm, (ya que el muro X3 no tiene columnas internas por lo que no lo tomamos en cuenta) en lo que respecta al acero vertical se observa que se requiere como máximo 4 varillas de 1/2 por lo que esta cantidad se tomara constante para todas las columnas internas, el refuerzo horizontal con estribos es igual al caso de las columnetas externas: 10@0.05 @0.25 el resto esto de acuerdo a la NTP.

5.3.5. DISEÑO DE VIGA SOLERA

La viga solera se diseñó con las siguientes dimensiones: 20 x 15 cm, en base a este pre dimensionamiento se analizó la estructura finalmente se calculó el acero necesario para las vigas.

TABLA 5.20- DISEÑO DE VIGA SOLERA

DISEÑO DE VIGA SOLERA								
	Vm	Lm	L	Ts	As	As min	As req	Varillas de 3/8"
X1	14.29	3.50	3.50	7.14	1.89	1.25	1.89	3.00
X2	10.88	2.60	2.60	5.44	1.44	1.25	1.44	3.00
X3	20.25	4.50	4.50	10.13	2.68	1.25	2.68	4.00
X4	14.00	3.40	3.40	7.00	1.85	1.25	1.85	3.00
X5	8.92	2.50	2.50	4.46	1.18	1.25	1.25	2.00
X6	12.29	2.50	3.40	4.52	1.20	1.25	1.25	2.00
X7	10.54	2.60	2.60	5.27	1.39	1.25	1.39	2.00
Y1	42.31	5.49	10.98	10.58	2.80	1.25	2.80	4.00
Y2	14.77	3.50	3.50	7.39	1.95	1.25	1.95	3.00
Y3	21.29	2.55	5.10	5.32	1.41	1.25	1.41	2.00
Y4	23.10	3.50	5.88	6.87	1.82	1.25	1.82	3.00

Como se puede observar la mayor demanda es de 4 varillas de 3/8" por lo que se considerara esta cantidad para todas las vigas soleras.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Con el fin de realizar un estudio completo del tema, se elaboró el análisis de costos unitarios de una edificación de tres niveles ubicada en el distrito de Cayma ciudad de Arequipa.

El análisis se llevó a cabo usando la unidad de albañilería de sillar Tipo P puesto que se desempeñó de mejor manera al finalizar los ensayos de laboratorio, cumple con la totalidad de chequeos del análisis estructural y presenta un costo menor al compararlo con la unidad tipo M y G.

6.1. LISTADO DE INSUMOS

Consiste en una lista ordenada por recursos, mismos que intervienen en la construcción del proyecto que se desea presupuestar. Se puede observar con facilidad la unidad, cantidad, precio y parcial de cada recurso por separado sin necesidad de sumarlo de cada partida.

Además se muestra el parcial total, mismo que no suele coincidir con el total del presupuesto por motivos de redondeo.

6.2. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Se analizaron las partidas necesarias para el proyecto de una vivienda unifamiliar de 3 niveles con albañilería de sillar desde las obras provisionales hasta casco rojo.

6.2.1. GENERALIDADES

- Terreno de 120m² ubicado en Cayma Arequipa.
- Edificación de 220m² techados divididos en 3 plantas.
- Profundidad de desplante de 1.10m.
- Ancho de cimiento corrido de 0.70m.
- Entrepisos de 2.40m
- Unidad de albañilería de sillar pequeña de 09 cm x 15 cm x 26 cm
- Losa unidireccional de 0.20cm de espesor.

6.2.2. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA

Se cuenta con 3 unidades de albañilería de sillar de tamaños no convencionales, tipo P, M y G, mismo que tras evaluar el costo de materia prima, traslado, corte mediante maquinaria especializada y mano de obra se obtuvieron los siguientes resultados.

Costo unidad de albañilería pequeña: S/. 4.74 incluido IGV.

Costo unidad de albañilería mediana: S/. 7.61 incluido IGV.

Costo unidad de albañilería grande: S/. 12.87 incluido IGV.

Tomando en cuenta los resultados de los ensayos practicados a los 03 tipos de unidad de albañilería de sillar se eliminó del análisis la unidad tipo M y G. Dicho esto se procederá a realizar el análisis de costo con el tipo de unidad restante.

6.2.2.1. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA MUROS DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PEQUEÑA

Durante la elaboración de los muretes intervinieron.-

Mano de obra: 01 operario y 01 peón con un rendimiento promedio de 10 m²/día.

Materiales: 34.63 unidades de albañilería de sillar tipo P y 0.029 m³ de mortero tipo 1.

Herramientas: Se consideró el 3% de la mano de obra puesto que la actividad descrita no genera mayor desgaste en las herramientas.

El costo por m² de asentado de muro de albañilería con la unidad de sillar Tipo P es de: S/. 199.01

6.2.2.2. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 3 NIVELES CON UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PEQUEÑA

Se llevó a cabo el análisis de costos unitarios para la vivienda de 03 plantas ubicada en el distrito de Cayma provincia de Arequipa.

La edificación cuenta con las siguientes características.-

➤ Áreas.-

- Área del terreno: 155.01 m²
- Área ocupada 1er piso: 155.01 m²
- Área ocupada 2do piso: 89.13 m²
- Área ocupada 3er piso: 89.13m²
- Área ocupada 4to piso: 89.13m²
- Área techada 1er piso: 89.13 m²
- Área techada 2do piso: 89.13 m²
- Área techada 3er piso: 89.13 m²
- Área techada 4er piso: 89.13 m²
- Área techada total: 356.52 m²

➤ Ambientes.-

- Primer nivel:
 - ❖ Patio frontal
 - ❖ Patio trasero
 - ❖ Cochera
 - ❖ Sala y Comedor
 - ❖ Baño de visitas
 - ❖ Estudio
 - ❖ Cocina
 - ❖ Gradas
- Segundo, tercer y cuarto nivel:
 - ❖ Dormitorio amplio
 - ❖ 02 Dormitorios secundarios
 - ❖ Baño principal

- ❖ Baño compartido
- ❖ Hall
- ❖ Gradas

- Todos los muros tanto portantes como no portantes fueron considerados de unidad de albañilería de sillar Tipo P durante el análisis de costos unitarios.
- Se consideró en el cálculo una losa bidireccional de 20cm con ladrillo para techo H-15.
- Se realizó el presupuesto con precios unitarios al mes de setiembre del 2018.

El total de la edificación hasta casco rojo o en este caso blanco arrojó la suma total de: S/. 293 261.14

El precio por metro cuadrado de construcción es de: S/. 822.57

6.2.3. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA ZÓCALO DE SILLAR

Para la colocación de un metro cuadrado de zócalo de sillar de 1.7cm de espesor intervinieron.-

Mano de obra: 01 operario y 0.25 peón con un rendimiento promedio de 5 m²/día.

Materiales: 08 unidades de zócalo de sillar de 0.50m x 0.25m y 0.02m³ de mortero tipo 1.

Herramientas: Se consideró el 3% de la mano de obra puesto que la actividad descrita no genera mayor desgaste en las herramientas.

El costo por m² de zócalo de sillar de 1.7cm de espesor colocado considerando 5% de desperdicio es de: S/. 71.80

6.3. PRODUCCIÓN INDUSTRIALIZADA Y ARTESANAL

Las unidades de albañilería de sillar usadas en esta investigación se produjeron artesanalmente, es decir su producción no fue industrializada, en consecuencia el precio unitario se elevó bastante cómo pudieron observar en el ítem 5.2.2, dicho esto el costo arrojado por el análisis de costos unitarios de la unidad industrializada es de S/. 1.58 por unidad de albañilería

de sillar de Tipo P en caso se produjera las unidades en serie al igual que con las unidades de arcilla calcinada conocidas comúnmente como ladrillos.

Considerando la diferencia de costos de S/. 4.74 a S/. 1.58 por unidad el valor total de la edificación de 04 niveles ensayada anteriormente bajaría su costo en S/. 84 987.64.

De la misma forma el precio por metro cuadrado de construcción se reduciría en 28.98% con un valor de S/. 584.18.

6.4. CUADRO RESUMEN

TABLA 6.01.- COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO VIVIENDA UNIFAMILIAR DE:	COSTO POR UNIDAD (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	COSTO POR m ² (S/.)
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA CALCINADA H-10	1.05	187 295.77	525.34
UNIDAD ALBAÑILERÍA DE SILLAR PRODUCIDA ARTESANALMENTE	4.74	293 261.14	822.57
UNIDAD ALBAÑILERÍA DE SILLAR PRODUCIDA INDUSTRIALMENTE	1.59	208 273.50	584.18

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CONCLUSIONES

Al término de la variedad de ensayos físicos y mecánicos practicados a los 03 tipos de unidad de albañilería de sillar y sus respectivas combinaciones con los 03 tipos de morteros, se llegó a las siguientes conclusiones.-

El alabeo aumento a la par de las dimensiones ensayadas, cuanto mayor era la dimensión medida mayor su alabeo como era de esperarse. Los 03 tipos de unidad de sillar son de tipo V puesto que se cortaron a máquina.

La variabilidad dimensional no excedió los 2 milímetros para ningún espécimen, se tomó en cuenta para el cuadro resumen la mayor variación promedio respecto a sus 03 dimensiones.

La absorción obtenida en unidades de albañilería de sillar supera cómodamente a sus rivales más cercanos como la unidad de arcilla calcina o los bloques de concreto, se deberá tener especial cuidado en el cálculo de la estructura en caso se edifique en zonas con frecuentes precipitaciones, puesto que la construcción elevara su peso considerablemente debido al agua retenida.

La densidad es un claro indicador de la resistencia de un material, el sillar cuenta con una densidad baja, misma que lo limita como material de construcción.

Al igual que la absorción, el ensayo de succión se deberá tomar en cuenta para futuros cálculos.

Cortar las unidades de albañilería de sillar para obtener paralelepípedos de dimensiones definidas y precisos ángulos rectos entre sus caras no eleva su resistencia a la compresión axial con respecto a la de un bloque trabajado a mano mediante combo y barreta.

Tanto el ensayo de tracción por flexión como el de tracción indirecta son parámetros utilizados para comparar la calidad de un material, claramente favorecieron a la unidad de albañilería de sillar tipo P, puesto que las unidades tipo M y G elevaban considerablemente el divisor de la ecuación. Cabe resaltar que el disminuir la altura y ancho de la unidad solo elevara la resistencia del espécimen hasta cierto punto, por lo que unidades de dimensiones menores podrían resistir considerablemente menos antes de fallar en el ensayo.

Los resultados obtenidos en el ensayo de compresión axial de prismas son considerablemente menores a los necesarios para obtener la clasificación de sólido industrial según la norma E 070, limitando parcialmente su uso en edificaciones de mayor altura.

Enfocándonos mecánicamente en los ensayos de compresión diagonal de muretes, el tipo M fue el de mayor resistencia superando en un 25% a sus contrincantes. Cabe mencionar que aunque el tipo M obtuvo mejores resultados, tanto las unidades de sillar tipo P y G obtuvieron desempeños por encima del promedio convencional. Por último destacar el lijado previo al armado de las caras de los bloques que estuvieron en contacto con mezcla, como principal responsable de los resultados satisfactorios durante este ensayo puesto que elevaron altamente la adherencia entre mortero y sillar.

Enfocándonos en la adhesión de los ensayos de compresión diagonal de muretes los resultados fueron excelentes, el 95% de los muretes fallaron por la diagonal.

Los muretes de unidad de albañilería de sillar tipo G y M se caracterizaron por una falla diagonal que se desviaba por la línea del mortero a mitad del murete por pocos centímetros y luego regresaba a la diagonal, esto se debe a la geometría de las unidades ya que en los muretes de unidad de albañilería tipo P este fenómeno no tubo cabida.

La diferencia en adhesión entre los 03 tipos de morteros no fue contundente, tras analizar los videos en cámara lenta y observar detenidamente las fallas se concluyó, que el Mortero 01 se desempeñó mejor al generar mayor cantidad de fallas limpias por la diagonal y menor cantidad de fallas mixtas ya que en ningún espécimen se observó fallas características de la falta de adhesión entre el mortero y las unidad de sillar.

Cabe resalta que el Mortero 01 contiene cal en menor porcentaje que el mortero 02, pero posee mayor cantidad de cemento. Por lo que podemos concluir que la cal definitivamente coopera en la adhesión pero el factor determinante fue la cantidad de cemento respecto al volumen de la mezcla.

La densidad de morteros es menor en las dosificaciones que contienen cal debido a su menor peso específico en relación a la arena gruesa.

Los 03 morteros obtuvieron resultados similares en el ensayo de compresión, dicho esto el cambio en sus dosificaciones no fue contundente, en consecuencia la variación fue mínima.

Durante el ensayo de adhesión vertical los zócalos de sillar resistieron el mismo peso indistintamente, pero al retirar la lámina de sillar se pudo observar una diferencia, los zócalos adheridos al muro de arcilla calcina con mortero 1 y 2 (contenían cal), opusieron mayor resistencia y fueron imposibles de retirar en una sola pieza, lo cual no ocurrió con las unidades de sillar adheridas mediante mortero 3 (sin cal). Dicho esto se concluye que el uso de cal aumento la adhesión considerablemente.

Al igual que en el ensayo de adhesión vertical el ensayo de adhesión horizontal ofreció los mismos resultados, los zócalos de sillar soportaron pesos mayores incluso a los 20 kilogramos sin desprenderse con ninguno de los morteros. Al momento de removerlos se pudo observar el mismo fenómeno que en el ensayo anterior.

Es de suma importancia recalcar que el principal inconveniente para usar la piedra sillar en la construcción además de su baja resistencia a la compresión es la pobre adhesión con el mortero, como se ha podido observar en los ensayos este inconveniente ha sido ampliamente superado lijando las superficies del sillar mediante escobillas aceradas que no solo remueven impurezas y aumenta su rugosidad sino también eliminan polvillo de sillar que es contraproducente para lograr una adherencia adecuada. Por último, se aplicó abundante agua y chocolate (agua con cemento) antes de untar el mortero en la unidad de albañilería de sillar, todos estos factores elevaron la adherencia y fueron causa principal de resultados sobresaliente en el ensayo de compresión diagonal de muretes y los ensayos del capítulo 4.

Tomando en cuenta los ensayos de laboratorio físico y mecánicos, el análisis estructural y el análisis de costos unitarios podemos concluir que la unidad de albañilería de sillar tipo P obtuvo el mejor desempeño general tras considerar los siguientes puntos:

- Arrojo los mejores resultados en los ensayos de tracción indirecta y tracción por flexión, ambos ensayos miden la calidad de una unidad con respecto a sus

dimensiones. Aunque la unidad de albañilería de sillar tipo M y G poseen dimensiones mayores, su performance fue menor indicando que la unidad tipo P posee el tamaño óptimo de los 03 especímenes.

- Se posiciono mejor que la unidad de albañilería de sillar tipo M y G en la mayoría de ensayos, si bien la diferencia entre la unidad sillar tipo M y P fue estrecha, culminó como la más favorable para su uso en la industria de la construcción.
- Obtuvo el mayor número de fallas diagonales limpias en el ensayo de compresión diagonal de muretes. Los muretes levantados con unidades de mayor dimensión tienden a desviar la falla hacia el plano del mortero en el centro del murete, debido puramente a las dimensiones de sus unidades de albañilería, por lo que la unidad tipo P de dimensiones recatadas y un número mayor de filas evita este fenómeno con frecuencia.
- La maniobrabilidad de las unidades de albañilería de sillar de tipo P conlleva a ser clasificados como ladrillos y no bloques puesto que su masa permite manejarlo con una sola mano.
- Su costo, teniendo en cuenta la trabajabilidad, el rendimiento del personal civil y el costo unitario, la unidad tipo P resulta ser menos costosa en comparación con sus rivales directos (unidad tipo M y G), siendo conocidos que la ingeniería maneja un estrecho vínculo con la economía y viabilidad de un proyecto resulta ser la mejor opción.
- El resultado del análisis estructural dio carta libre a la unidad de albañilería de sillar más pequeña, tras pasar todos los chequeos requeridos por la norma E 070 y E 030 se considera apta para la construcción. En caso la unidad tipo P no hubiera obtenido resultados completamente satisfactorios en el análisis, nos veríamos en la obligación de usar la unidad tipo M aunque todos los puntos de esta lista señalen a la menor de las unidades de albañilería como idónea dentro de la investigación.
- Aunque la unidad Tipo M alcanzó los picos más altos en el ensayo de compresión diagonal de muretes, la unidad sillar tipo P y G contemplaron resultados por encima del promedio convencional, debido principalmente a la sobresaliente adherencia entre el mortero y la piedra sillar, dicho esto los resultados mencionados no son suficientes para seleccionar a la unidad tipo M sobre la P.

Concluida la investigación y con especial énfasis en el Capítulo IV, se concluyó que el Mortero 1 goza de mejor adherencia a la piedra sillar tras considerar los siguientes puntos:

- Pese a que los 03 tipos de morteros mostraron un desempeño sobresaliente, principalmente por el lijado de las caras de sillar en contacto con mortero, más aun cuando las 03 dosificación soportaron satisfactoriamente la misma masa en los ensayos de adhesión vertical y horizontal, se selección el mortero 1 como el mejor debido a la gran resistencia que ofrecía durante el retiro de los zócalos de sillar de los muros y techos con superficie de arcilla calcinada.
- Mayor número de fallas diagonales limpias en el ensayo de compresión diagonal de muretes.

Tras cotejar los datos obtenidos en la presente tesis con los sostenidos en la tabla 09 de la Norma E 070, y posteriormente clasificar la unidad de albañilería de sillar de tamaño pequeño en la tabla 02 de la norma antes mencionada, se concluye que la unidad en cuestión es un sólido artesanal y solo deberá ser usado en muros portantes para edificaciones de 02 niveles. No obstante, considerando las acotaciones finales de la tabla 02, y en vista que el análisis estructural así lo respalda, es seguro aplicar la unidad de albañilería de sillar tipo P en edificaciones de hasta 04 niveles.

TABLA 01 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.- TABLA 09 NORMA E 070

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

FUENTE: NORMA E 070

TABLA 02 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.- TABLA 02 NORMA E 070

TABLA 2 LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

FUENTE: NORMA E 070



RECOMENDACIONES

- Sumergir la unidad de sillar en agua 2 o 3 centímetros en las caras de asentado para evitar que succione agua de la mezcla durante el fraguado.
- Evitar usar agua en el proceso de cortado de los bloques con el fin obviar la fina capa arcillosa de sillar que se genera en dicho proceso, mismo que disminuye considerablemente la adherencia del material al mortero y conlleva considerable tiempo y trabajo para ser retirado mediante escobillas aceradas.
- Optar por cortar el sillar mediante hilo diamantado u otro método que no utilice agua como medio de enfriamiento mecánico.
- Limpiar las caras de asentado de polvo y fragmento sueltos del mismo sillar con el fin de elevar la adhesión, lijar de ser necesario.
- Evitar su uso en zonas con frecuentes precipitaciones debido a su alto porcentaje de absorción.
- Emplear morteros que contengan cal en su dosificación además de un alto porcentaje de cemento.
- Utilizar zócalos de 1.7 centímetros de espesor con el fin de evitar peso excesivo.

REFERENCIAS

- 1 Anónimo. (14 de Mayo de 2008). Scribd. Obtenido de <https://www.scribd.com/doc/141449153/Sillar-y-Piedra-Laja-Informe>
- 2 Sanz, G. I. (2014). Sillar en Arequipa. Arequipa: Edición propia.
- 3 Juan Carlos L. (1988). Ensayos de Albañilería de Sillar (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- 4 Taipe, K. J. (10 de Abril de 2010). Scribd. Obtenido de Scribd: <https://www.scribd.com/document/75653683/Trabajos-Del-Sillar>
- 5 Norma E070. 2006. Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: editor. 15 p.
- 6 NTP 399.613. 2005. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. 39 p.
- 7 NTP 399.604. 2002. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. 20 p.
- 8 ASTM C-1006. 2017. Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Masonry Units. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials. 4 p.
- 9 NTP 399.604. 2018. Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. 28 p.
- 10 NTP 399.621. 2004. Unidades de albañilería. Método de ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. 14 p.

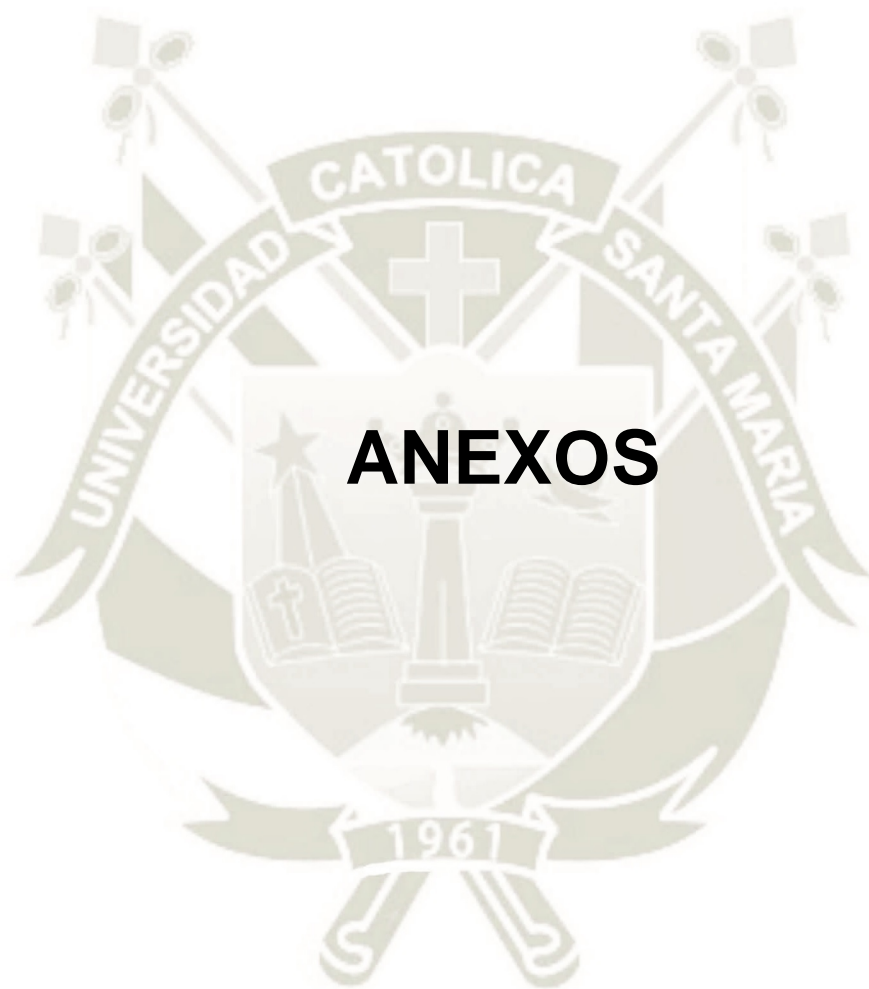
BIBLIOGRAFÍA

Lara J.C. (1988) Proyecto de Investigación en Albañilería “Ensayos de Albañilería en Sillar”. Pontificia Universidad Católica del Perú Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú.

Sanz, G. I. (2014). Sillar en Arequipa. Arequipa: Edición propia.

Carrauri L.L. & Zorilla V.M. (1988). El Sillar como Material de Construcción (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Ingenierías, Lima





ANEXOS

ANEXO 01: RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO

Tabla 1 Ensayo de Alabeo: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo G (16 cm X 24cm X 30cm)

	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G												
	RESULTADOS DE LABORATORIO										CÁLCULOS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio de alabeo en los lados de la cara 1	0.1	mm
Cara 1 Longitud 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en los lados de la cara 1	0.1	mm
Cara 1 Longitud 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 1 Longitud 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en las diagonales de la cara 1	0.3	mm
Cara 1 Longitud 4	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5			
Cara 1 Diagonal 1	1.0	0.5	1.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en los lados de la cara 2	0.1	mm
Cara 1 Diagonal 2	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0			
Cara 2 Longitud 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en las diagonales de la cara 2	0.4	mm
Cara 2 Longitud 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 2 Longitud 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	Promedio de alabeo en las diagonales de la cara 2	0.4	mm
Cara 2 Longitud 4	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5			
Cara 2 Diagonal 1	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.5	CLASIFICACIÓN	TIPO V	
Cara 2 Diagonal 2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0			

Tabla 2 Ensayo de Alabeo: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo M (13cm X 18cm X 26cm)

	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M												
	RESULTADOS DE LABORATORIO										CÁLCULOS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio de alabeo en los lados de la cara 1	0.1	mm
Cara 1 Longitud 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 1 Longitud 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0			
Cara 1 Longitud 3	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en las diagonales de la cara 1	0.2	mm
Cara 1 Longitud 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0			
Cara 1 Diagonal 1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0			
Cara 1 Diagonal 2	0.0	0.0	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en los lados de la cara 2	0.1	mm
Cara 2 Longitud 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 2 Longitud 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 2 Longitud 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en las diagonales de la cara 2	0.2	mm
Cara 2 Longitud 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0			
Cara 2 Diagonal 1	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 2 Diagonal 2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	CLASIFICACIÓN	TIPO V	

Tabla 3 Ensayo de Alabeo: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo P (09cm X 15cm X 26cm)

	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P												
	RESULTADOS DE LABORATORIO										CÁLCULOS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Cara 1 Longitud 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en los lados de la cara 1	0.0	mm
Cara 1 Longitud 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 1 Longitud 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en las diagonales de la cara 1	0.1	mm
Cara 1 Longitud 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 1 Diagonal 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0			
Cara 1 Diagonal 2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en los lados de la cara 2	0.0	mm
Cara 2 Longitud 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 2 Longitud 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 2 Longitud 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Promedio de alabeo en las diagonales de la cara 2	0.1	mm
Cara 2 Longitud 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Cara 2 Diagonal 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5			
Cara 2 Diagonal 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	CLASIFICACIÓN	TIPO V	

ANEXO 02: RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

Tabla 4 Variabilidad Dimensional: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo P (09cm X 15cm X 26cm)

	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P												
	RESULTADOS DE LABORATORIO										CÁLCULOS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Altura 1	16.1	16.2	16.0	15.9	15.9	16.0	16.3	16.0	16.2	16.1	Altura Nominal	16.000	cm
Altura 2	16.1	16.2	16.0	15.8	15.8	16.0	16.3	16.1	16.2	16.2	Promedio Altura	16.135	cm
Altura 3	16.2	16.2	16.1	15.9	15.8	16.0	16.3	16.0	16.2	16.2	Variación	1.350	mm
Altura 4	16.1	16.1	16.0	15.9	15.8	16.0	16.4	16.0	16.2	16.2			
Largo 1	30.1	30.2	29.9	30.2	30.1	30.0	30.2	30.1	30.1	30.0	Largo Nominal	30.000	cm
Largo 2	30.2	30.2	30.0	30.1	30.2	30.1	30.2	30.0	30.0	30.1	Promedio Largo	30.103	cm
Largo 3	30.1	30.1	30.1	30.1	30.2	30.0	30.1	30.0	30.0	30.1	Variación	1.025	mm
Largo 4	30.2	30.1	30.0	30.1	30.2	30.1	30.2	30.1	29.9	30.0			
Ancho 1	24.1	23.9	24.0	24.0	24.0	24.1	24.0	24.0	24.0	24.1	Ancho Nominal	24.000	cm
Ancho 2	24.0	24.0	24.1	24.0	24.0	24.1	24.1	24.1	24.1	24.0	Promedio Ancho	24.045	cm
Ancho 3	24.0	24.0	24.0	24.1	24.0	24.0	24.0	24.1	24.1	24.0	Variación	0.450	mm
Ancho 4	24.1	24.1	23.8	24.0	24.0	24.0	24.1	24.0	24.1	24.0			
											CLASIFICACIÓN	TIPO V	

Tabla 5 Variabilidad Dimensional: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo M (13cm X 18cm X 26cm)

	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M													
	RESULTADOS DE LABORATORIO										CÁLCULOS			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
												Altura Nominal	13.000	cm
Altura 1	13.0	13.2	13.0	12.9	13.0	13.1	12.8	13.0	12.8	13.0		Promedio Altura	13.078	cm
Altura 2	12.9	13.2	13.0	12.9	13.1	13.0	12.8	13.1	12.9	13.0		Variación	0.775	mm
Altura 3	13.0	13.2	13.0	12.9	13.1	13.0	12.8	13.1	12.8	13.0				
Altura 4	13.0	13.1	13.0	13.0	13.0	13.1	12.9	13.1	12.9	13.0		Largo Nominal	26.000	cm
Largo 1	26.0	26.1	25.9	26.0	25.9	26.0	26.0	25.9	26.0	25.9		Promedio Largo	26.048	cm
Largo 2	25.9	26.1	26.0	26.0	26.0	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9		Variación	0.475	mm
Largo 3	26.1	26.0	26.0	25.9	26.0	26.0	26.0	26.0	25.9	26.0				
Largo 4	26.0	26.1	26.0	25.9	26.0	26.0	25.9	25.9	26.0	26.0		Ancho Nominal	18.000	cm
Ancho 1	18.0	17.9	17.9	17.8	17.9	18.0	18.0	18.0	18.0	17.9		Promedio Ancho	18.050	cm
Ancho 2	18.1	17.9	17.9	17.8	18.0	17.9	18.0	18.0	18.0	18.0		Variación	0.500	mm
Ancho 3	17.9	17.9	17.9	18.0	18.0	18.0	17.9	18.0	18.0	17.9				
Ancho 4	18.0	18.0	18.0	18.0	17.9	18.1	18.0	18.0	17.9	18.0		CLASIFICACIÓN	TIPO V	



Tabla 6 Variabilidad Dimensional: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo G (16 cm X 24cm X 30cm)

	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR GRANDE													
	RESULTADOS DE LABORATORIO										CÁLCULOS			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
												Altura Nominal	9.000	cm
Altura 1	9.0	9.0	9.2	8.9	9.0	8.9	9.1	9.0	9.2	9.2		Promedio Altura	9.068	cm
Altura 2	9.0	9.0	9.1	9.0	9.0	8.9	9.0	9.0	9.2	9.0		Variación	0.675	mm
Altura 3	9.1	9.0	9.2	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.3	9.1				
Altura 4	9.0	9.0	9.1	8.9	9.1	9.0	9.0	9.0	9.3	9.1		Largo Nominal	26.000	cm
Largo 1	26.1	25.9	26.0	26.1	25.9	25.9	26.1	25.9	26.1	26.1		Promedio Largo	26.090	cm
Largo 2	26.2	25.9	26.0	26.0	25.9	25.9	26.0	25.9	26.1	26.1		Variación	0.900	mm
Largo 3	26.1	26.0	26.0	26.0	25.9	25.8	26.1	25.8	26.1	26.1				
Largo 4	26.1	26.0	26.2	26.1	25.9	25.9	26.2	25.9	26.0	26.1		Ancho Nominal	15.000	cm
Ancho 1	15.2	14.9	15.1	15.0	15.0	15.0	15.2	15.1	15.2	15.0		Promedio Ancho	15.098	cm
Ancho 2	15.2	14.9	15.1	15.0	15.0	15.1	15.1	15.1	15.2	15.1		Variación	0.975	mm
Ancho 3	15.1	14.9	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.2	15.0				
Ancho 4	15.2	14.8	15.2	15.1	15.0	15.0	15.1	15.1	15.1	15.0		CLASIFICACIÓN	TIPO V	



ANEXO 03: RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN

Tabla 7 Variabilidad Dimensional: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo P (09cm X 15cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P										
	RESULTADOS DE LABORATORIO				CÁLCULOS					
	Peso Recibido	Peso Sumergido	Peso Saturado	Peso Secado al Horno	Absorción		Contenido de humedad		Densidad seca al horno	Volumen Neto
MUESTRA	Wr(g)	Wi(g)	Ws(g)	Wd(g)	(%)	kg/m3	%	% de abs. Total	(kg/m3)	cm ³
1	4517.0	2286	5761	4487	28.39	366.62	0.67	2.35	1291.22	3475
2	4640.0	2363	5916	4613	28.25	366.73	0.59	2.07	1298.34	3553
3	4557.0	2341	5800	4534	27.92	366.00	0.51	1.82	1310.78	3459
4	4565.5	2344	5799	4556	27.28	359.77	0.21	0.76	1318.67	3455
5	4598.0	2306	5852	4581	27.75	358.43	0.37	1.34	1291.88	3546
					27.92	363.51			1302.18	

ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	27.92
DENSIDAD PROMEDIO (kg/cm ³)	1302.18

- : Peso Recibido (kg)
- : Peso saturado (kg)
- : Peso secado al horno (kg)
- : Peso Sumergido (kg)
- : Volumen neto del espécimen
- : Densidad seca al horno del espécimen

Tabla 9 Ensayo de Absorción: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo G (16 cm X 24cm X 30cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR GRANDE										
	RESULTADOS DE LABORATORIO				CÁLCULOS					
	Peso Recibido	Peso Sumergido	Peso Saturado	Peso Secado al Horno	Absorción		Contenido de humedad		Densidad seca al horno	Volumen Neto
MUESTRA	Wr(g)	Wi(g)	Ws(g)	Wd(g)	(%)	kg/m3	%	% de abs. Total	(kg/m3)	cm ³
1	14755.0	7423	18614	14630	27.23	356.00	0.85	3.14	1307.30	11191
2	15158.0	7720	18975	15057	26.02	348.11	0.67	2.58	1337.81	11255
3	14432.0	7279	18373	14432	27.31	355.24	0.00	0.00	1300.88	11094
4	15003.0	7465	18886	14889	26.85	349.97	0.77	2.85	1303.65	11421
5	14712.0	7325	18595	14563	27.69	357.76	1.02	3.70	1292.19	11270
					27.02	353.42			1308.37	

ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	27.02
DENSIDAD PROMEDIO (kg/cm ³)	1308.37

□□: Peso Recibido (kg)

□□: Peso saturado (kg)

□□: Peso secado al horno (kg)

□□: Peso Sumergido (kg)

□□: Volumen neto del espécimen

□: Densidad seca al horno del espécimen

ANEXO 04: RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN

Tabla 10 Ensayo de Succión: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo P (09cm X 15cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P					
RESULTADOS DE LABORATORIO				CÁLCULOS	
Unidad	Área Neta (cm ²)	Peso Seco (g)	Peso Final (g)	Absorción (g)	g/min/200cm ²
1	344.75	4514.5	4608.5	94.0	54.532
2	343.42	4511.5	4613.5	102.0	59.402
3	347.25	4438.5	4539.5	101.0	58.171
4	340.09	4463.0	4562.5	99.5	58.514
5	345.44	4488.0	4584.5	96.5	55.871
SUCCIÓN PROMEDIO (g/min/200cm ²)					57.298

Tabla 11 Ensayo de Succión: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo M (13cm X 18cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M					
RESULTADOS DE LABORATORIO				CÁLCULOS	
Unidad	Área Neta (cm ²)	Peso Seco (g)	Peso Final (g)	Absorción (g)	g/min/200cm ²
1	412.13	7758.0	7881.0	123.0	59.690
2	416.56	7692.0	7812.5	120.5	57.855
3	408.01	7681.5	7801.5	120.0	58.822
4	413.02	7842.5	7963.5	121.0	58.593
5	413.78	7754.5	7873.0	118.5	57.277
SUCCIÓN PROMEDIO (g/min/200cm ²)					58.447

Tabla 12 Ensayo de Succión: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo G (16 cm X 24cm X 30cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G					
RESULTADOS DE LABORATORIO				CÁLCULOS	
Unidad	Área Neta (cm ²)	Peso Seco (g)	Peso Final (g)	Absorción (g)	g/min/200cm ²
1	618.17	15040.0	15195.0	155.0	50.148
2	631.55	14410.0	14570.0	160.0	50.669
3	624.59	15030.0	15200.0	170.0	54.436
4	627.6	15280.0	15450.0	170.0	54.175
5	634.24	15035.0	15215.0	180.0	56.761
SUCCIÓN PROMEDIO (g/min/200cm ²)					53.238



ANEXO 05: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL

Tabla 13 Ensayo de Compresión Axial: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo P (09cm X 15cm X 26cm)

UNIDAD DE albañilería DE SILLAR TIPO P										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO DE ROTURA (kg/cm ²)	CORRECCIÓN POR ESBELTEZ	CORRECCIÓN POR EDAD	f'm CORREGIDO	
									kg/cm ²	MPa
PS - M1	20/07/2018	27/08/2018	38.00	20567.23	388.89	52.89	0.73	1.00	38.61	3.79
PS - M2	20/07/2018	27/08/2018	38.00	18999.63	390.00	48.72	0.73	1.00	35.57	3.49
PS - M3	20/07/2018	27/08/2018	38.00	20504.56	395.20	51.88	0.73	1.00	37.87	3.72
PROMEDIO									37.35	3.66
DESV. EST.									1.59	0.16
f'm (kg/cm ²)									35.76	3.51

□□□□□:

□'□: Resistencia a la Compresión axial de primas (kg/cm²)

Tabla 143 Ensayo de Compresión Axial: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo M (13cm X 18cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO DE ROTURA (kg/cm ²)	CORRECCIÓN POR ESBELTEZ	CORRECCIÓN POR EDAD	f'm CORREGIDO	
									kg/cm ²	MPa
PS - M1	20/07/2018	27/08/2018	38.00	23814.00	469.80	50.69	0.78	1.00	39.54	3.88
PS - M2	20/07/2018	27/08/2018	38.00	20865.00	470.60	44.34	0.77	1.00	34.14	3.35
PS - M3	20/07/2018	27/08/2018	38.00	20412.00	472.41	43.21	0.77	1.00	33.27	3.26
PROMEDIO									35.65	3.50
DESV. EST.									3.40	0.33
f'm (kg/cm ²)									32.25	3.16

□□□□□:

□'□: Resistencia a la Compresión axial de primas (kg/cm²)

Tabla 15 Ensayo de Compresión Axial: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo G (16 cm X 24cm X 30cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR GRANDE										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO DE ROTURA (kg/cm ²)	CORRECCIÓN POR ESBELTEZ	CORRECCIÓN POR EDAD	f'm CORREGIDO	
									kg/cm ²	MPa
PS - G1	20/07/2018	27/08/2018	38.00	28803.00	717.00	40.17	0.76	1.00	30.53	2.99
PS - G2	20/07/2018	27/08/2018	38.00	31298.00	717.60	43.61	0.76	1.00	33.14	3.25
PS - G3	20/07/2018	27/08/2018	38.00	33113.00	717.60	46.14	0.76	1.00	35.07	3.44
PROMEDIO									32.91	3.23
DESV. EST.									2.28	0.22
f'm (kg/cm ²)									30.63	3.01

□□□□□:

□'□: Resistencia a la Compresión axial de primas (kg/cm²)

ANEXO 06: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN

Tabla 15 Ensayo de Tracción por Flexión: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo P (09cm X 15cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P									
RESULTADOS DE LABORATORIO								CÁLCULOS	
UNIDAD	Base 1 (cm)	Base 2 (cm)	Base Promedio (cm)	Espesor 1 (cm)	Espesor 2 (cm)	Espesor Promedio (cm)	b x t ²	Carga Soportada (kg)	f´b tf (kg/cm ²)
1	15.1	15.1	15.1	9.0	9.0	9.0	1223.10	1259	2.73
2	15.0	15.2	15.1	9.2	9.2	9.2	1278.06	1985	4.11
3	15.1	15.1	15.1	9.2	9.2	9.2	1278.06	1450	3.01
								PROMEDIO	3.282
								DESV. EST.	0.734
								f´b tf (kg/cm ²)	2.548

□□□□□:

□: Longitud de la base (cm)

□: Espesor de la unidad (cm)

□´□ □□: Resistencia a la tracción por flexión (kg/cm²)

Tabla 16 Ensayo de Tracción por Flexión: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo M (13cm X 18cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M									
RESULTADOS DE LABORATORIO								CÁLCULOS	
UNIDAD	Base 1 (cm)	Base 2 (cm)	Base Promedio (cm)	Espesor 1 (cm)	Espesor 2 (cm)	Espesor Promedio (cm)	b x t ²	Carga Soportada (kg)	f' b tf (kg/cm ²)
1	18.0	18.0	18.0	13.0	13.0	13.0	3042.00	1882	1.64
2	17.9	18.1	18.0	13.1	13.1	13.1	3088.98	2574	2.21
3	18.1	18.1	18.1	13.1	13.1	13.1	3106.14	3170	2.70
								PROMEDIO	2.183
								DESV. EST.	0.533
								f' b tf (kg/cm ²)	1.650

□□□□□:

□: Longitud de la base (cm)

□: Espesor de la unidad (cm)

□'□□□: Resistencia a la tracción por flexión (kg/cm²)

Tabla 17 Ensayo de Tracción por Flexión: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo G (16 cm X 24cm X 30cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G									
RESULTADOS DE LABORATORIO								CÁLCULOS	
UNIDAD	Base 1 (cm)	Base 2 (cm)	Base Promedio (cm)	Espesor 1 (cm)	Espesor 2 (cm)	Espesor Promedio (cm)	b x t ²	Carga Soportada (kg)	f' b tf (kg/cm ²)
1	24.0	24.0	24.0	15.9	15.9	15.9	6067.44	3677	1.61
2	24.1	24.1	24.1	16.2	16.2	16.2	6324.80	4466	1.87
3	24.1	24.1	24.1	16.0	16.0	16.0	6169.60	3975	1.71
								PROMEDIO	1.727
								DESV. EST.	0.134
								f' b tf (kg/cm ²)	1.594

□□□□□:

□: Longitud de la base (cm)

□: Espesor de la unidad (cm)

□'□□□: Resistencia a la tracción por flexión (kg/cm²)

ANEXO 07: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

Tabla 18 Ensayo de Tracción Indirecta: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo P (09cm X 15cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P										
RESULTADOS DE LABORATORIO								CÁLCULOS		
UNIDAD	Base 1 (cm)	Base 2 (cm)	Base Promedio (cm)	Espesor 1 (cm)	Espesor 2 (cm)	Espesor Promedio (cm)	b x t	Carga Soportada (kg)	f' b ti (kg/cm ²)	f' b ti (M Pa)
1	14.9	14.9	14.9	9.0	9.2	9.1	135.59	2627	12.33	1.21
2	15.1	15.1	15.1	9.2	9.2	9.2	138.92	2100	9.62	0.94
3	15.2	15.2	15.2	9.1	9.1	9.1	138.32	2299	10.58	1.04
								PROMEDIO	10.846	1.064
								DESV. EST.	1.375	0.135
								f' b (kg/cm ²)	9.472	0.929

□□□□□:

□: Longitud de la base (cm)

□: Espesor de la unidad (cm)

□'□□□: Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm²)

Tabla 19 Ensayo de Tracción Indirecta: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo M (13cm X 18cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M										
RESULTADOS DE LABORATORIO								CÁLCULOS		
UNIDAD	Base 1 (cm)	Base 2 (cm)	Base Promedio (cm)	Espesor 1 (cm)	Espesor 2 (cm)	Espesor Promedio (cm)	b x t ²	Carga Soportada (kg)	f' b ti (kg/cm ²)	f' b ti (M Pa)
1	18.0	18.0	18.0	13.1	13.1	13.1	235.80	2574	6.95	0.68
2	17.9	17.9	17.9	13.1	13.1	13.1	234.49	3170	8.61	0.84
3	17.9	18.1	18.0	13.0	13.0	13.0	234.00	2707	7.36	0.72
								PROMEDIO	7.640	0.749
								DESV. EST.	0.862	0.085
								f' b (kg/cm ²)	6.778	0.665

□□□□□:

□: Longitud de la base (cm)

□: Espesor de la unidad (cm)

□'□□□: Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm²)

Tabla 20 Ensayo de Tracción Indirecta: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo G (16 cm X 24cm X 30cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G										
RESULTADOS DE LABORATORIO								CÁLCULOS		
UNIDAD	Base 1 (cm)	Base 2 (cm)	Base Promedio (cm)	Espesor 1 (cm)	Espesor 2 (cm)	Espesor Promedio (cm)	b x t ²	Carga Soportada (kg)	f' b ti (kg/cm ²)	f' b ti (M Pa)
1	24.0	24.0	24.0	15.9	15.9	15.9	381.60	3677	6.13	0.60
2	24.1	24.1	24.1	16.2	16.2	16.2	390.42	4466	7.28	0.71
3	24.1	24.1	24.1	16.0	16.0	16.0	385.60	3975	6.56	0.64
								PROMEDIO	6.660	0.653
								DESV. EST.	0.580	0.057
								f' b (kg/cm ²)	6.080	0.596

□□□□□:

□: Longitud de la base (cm)

□: Espesor de la unidad (cm)

□'□□□: Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm²)

ANEXO 08: ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS

Tabla 21 Ensayo de Compresión Axial en Prismas: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo P (09cm X 15cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO DE ROTURA (kg/cm ²)	CORRECCIÓN POR ESBELTEZ	CORRECCIÓN POR EDAD	f'm CORREGIDO	
									kg/cm ²	MPa
PS - M1	20/07/2018	27/08/2018	38.00	20567.23	388.89	52.89	0.73	1.00	38.61	3.79
PS - M2	20/07/2018	27/08/2018	38.00	18999.63	390.00	48.72	0.73	1.00	35.57	3.49
PS - M3	20/07/2018	27/08/2018	38.00	20504.56	395.20	51.88	0.73	1.00	37.87	3.72
PROMEDIO									37.35	3.66
DESV. EST.									1.59	0.16
f'm (kg/cm ²)									35.76	3.51

□□□□□:

□'□: Resistencia a la Compresión axial de primas (kg/cm²)

Tabla 22 Ensayo de Compresión Axial en Prismas: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo M (13cm X 18cm X 26cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO DE ROTURA (kg/cm ²)	CORRECCIÓN POR ESBELTEZ	CORRECCIÓN POR EDAD	f'm CORREGIDO	
									kg/cm ²	MPa
PS - M1	20/07/2018	27/08/2018	38.00	23814.00	469.80	50.69	0.78	1.00	39.54	3.88
PS - M2	20/07/2018	27/08/2018	38.00	20865.00	470.60	44.34	0.77	1.00	34.14	3.35
PS - M3	20/07/2018	27/08/2018	38.00	20412.00	472.41	43.21	0.77	1.00	33.27	3.26
PROMEDIO									35.65	3.50
DESV. EST.									3.40	0.33
f'm (kg/cm ²)									32.25	3.16

□□□□□:

□'□: Resistencia a la Compresión axial de primas (kg/cm²)

Tabla 23 Ensayo de Compresión Axial en Prismas: Unidad de Albañilería de Sillar Tipo G (16 cm X 24cm X 30cm)

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO DE ROTURA (kg/cm ²)	CORRECCIÓN POR ESBELTEZ	CORRECCIÓN POR EDAD	f'm CORREGIDO	
									kg/cm ²	MPa
PS - G1	20/07/2018	27/08/2018	38.00	28803.00	717.00	40.17	0.76	1.00	30.53	2.99
PS - G2	20/07/2018	27/08/2018	38.00	31298.00	717.60	43.61	0.76	1.00	33.14	3.25
PS - G3	20/07/2018	27/08/2018	38.00	33113.00	717.60	46.14	0.76	1.00	35.07	3.44
PROMEDIO									32.91	3.23
DESV. EST.									2.28	0.22
f'm (kg/cm ²)									30.63	3.01

□□□□□:

□'□: Resistencia a la Compresión axial de primas (kg/cm²)

ANEXO 09: ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

Tabla 24 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes: Murete Tipo I

MURETE TIPO I: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P (09cm X 15cm X 26cm) CON MORTERO TIPO 1 (1;1/4;3 cemento; cal; arena)											
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS		
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGOS		ESPESOR	CARGA APLICADA (kg)	ÁREA (cm ²)	v'm		
				L1 (cm)	L2 (cm)				kg/cm ²	MPa	
M1 - SP1	20/07/2018	22/08/2018	33.00	61.40	61.70	15.10	10979.00	929.41	8.35	0.82	
M1 - SP2	20/07/2018	22/08/2018	33.00	61.60	61.50	15.10	13549.00	929.41	10.31	1.01	
M1 - SP3	20/07/2018	22/08/2018	33.00	61.40	61.30	15.00	7475.00	920.25	5.74	0.56	
									PROMEDIO	8.13	0.80
									DESV. EST.	2.29	0.22
									v'm	5.84	0.57

□□□□□:

□'□: Resistencia al corte del muro (kg/cm²)

Tabla 25 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes: Murete Tipo II

MURETE TIPO I: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P (09cm X 15cm X 26cm) CON MORTERO TIPO 2 (1;1/2;4 cemento; cal; arena)										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGOS		ESPESOR	CARGA APLICADA (kg)	ÁREA (cm ²)	v'm	
				L1 (cm)	L2 (cm)				kg/cm ²	MPa
M2 - SP1	20/07/2018	23/08/2018	34.00	61.40	61.30	15.20	9110.00	930.24	6.92	0.68
M2 - SP2	20/07/2018	23/08/2018	34.00	61.50	61.60	15.10	15418.00	929.41	11.73	1.15
M2 - SP3	20/07/2018	23/08/2018	34.00	61.40	61.30	14.90	13783.00	914.12	10.66	1.05
PROMEDIO									9.77	0.96
DESV. EST.									2.53	0.25
v'm									7.24	0.71

□□□□□:

□'□: Resistencia al corte del muro (kg/cm²)

Tabla 26 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes: Murete Tipo III

MURETE TIPO III: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO P (09cm X 15cm X 26cm) CON MORTERO TIPO 3 (1;4 cemento; arena)										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGOS		ESPESOR	CARGA APLICADA (kg)	ÁREA (cm ²)	v'm	
				L1 (cm)	L2 (cm)				kg/cm ²	MPa
M3 - SP1	20/07/2018	23/08/2018	34.00	61.30	61.20	15.20	7475.00	931.00	5.68	0.56
M3 - SP2	20/07/2018	23/08/2018	34.00	61.30	61.80	15.10	12848.00	929.41	9.77	0.96
M3 - SP3	20/07/2018	23/08/2018	34.00	60.80	61.60	15.10	13082.00	924.12	10.01	0.98
PROMEDIO									8.49	0.83
DESV. EST.									2.43	0.24
v'm									6.05	0.59

□□□□□:

□'□: Resistencia al corte del muro (kg/cm²)

Tabla 27 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes: Murete Tipo IV

MURETE TIPO IV: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M (13cm X 18cm X 26cm) CON MORTERO TIPO 1 (1;1/4;3 cemento; cal; arena)										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGOS		ESPESOR	CARGA APLICADA (kg)	ÁREA (cm ²)	v'm	
				L1 (cm)	L2 (cm)				kg/cm ²	MPa
M1 - SM1	20/07/2018	22/08/2018	33.00	59.40	59.50	18.00	11914.00	1070.10	7.87	0.77
M1 - SM2	20/07/2018	22/08/2018	33.00	59.10	59.60	18.00	14717.00	1068.30	9.74	0.96
M1 - SM3	20/07/2018	22/08/2018	33.00	59.50	60.30	17.90	17053.00	1072.21	11.24	1.10
PROMEDIO									9.62	0.94
DESV. EST.									1.69	0.17
v'm									7.93	0.78

□□□□□:

□'□: Resistencia al corte del muro (kg/cm²)

Tabla 28 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes: Murete Tipo V

MURETE TIPO V: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M (13cm X 18cm X 26cm) CON MORTERO TIPO 2 (1;1/2;4 cemento; cal; arena)											
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS		
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGOS		ESPESOR	CARGA APLICADA (kg)	ÁREA (cm ²)	v'm		
				L1 (cm)	L2 (cm)				kg/cm ²	MPa	
M2 - SM1	20/07/2018	22/08/2018	33.00	59.40	59.70	18.00	11680.00	1071.90	7.70	0.76	
M2 - SM2	20/07/2018	22/08/2018	33.00	59.50	59.40	17.90	11447.00	1064.16	7.60	0.75	
M2 - SM3	20/07/2018	22/08/2018	34.00	59.40	59.50	18.00	14016.00	1070.10	9.26	0.91	
									PROMEDIO	8.19	0.80
									DESV. EST.	0.93	0.09
									v'm	7.26	0.71

□□□□□:

□'□: Resistencia al corte del muro (kg/cm²)

Tabla 29 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes: Murete Tipo VI

MURETE TIPO VI: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO M (13cm X 18cm X 26cm) CON MORTERO TIPO 3 (1;4 cemento; arena)										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGOS		ESPESOR	CARGA APLICADA (kg)	ÁREA (cm ²)	v'm	
				L1 (cm)	L2 (cm)				kg/cm ²	MPa
M3 - SM1	20/07/2018	23/08/2018	34.00	59.40	59.30	18.00	14717.00	1068.30	9.74	0.96
M3 - SM2	20/07/2018	23/08/2018	34.00	59.70	59.30	18.00	14016.00	1071.00	9.25	0.91
M3 - SM3	20/07/2018	23/08/2018	34.00	59.40	59.60	18.20	14483.00	1082.90	9.46	0.93
PROMEDIO									9.48	0.93
DESV. EST.									0.25	0.02
v'm									9.24	0.91

□□□□□:

□'□: Resistencia al corte del muro (kg/cm²)

Tabla 30 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes: Murete Tipo VII

MURETE TIPO VII: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G (16cm X 24cm X 30cm) CON MORTERO TIPO 1 (1;1/4;3 cemento; cal; arena)											
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS		
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGOS		ESPESOR	CARGA APLICADA (kg)	ÁREA (cm ²)	v'm		
				L1 (cm)	L2 (cm)				kg/cm ²	MPa	
M1 - SG1	20/07/2018	22/08/2018	33.00	69.90	70.00	24.00	17987.00	1678.80	7.58	0.74	
M1 - SG2	20/07/2018	22/08/2018	33.00	69.90	70.10	24.10	14717.00	1687.00	6.17	0.61	
M1 - SG3	20/07/2018	22/08/2018	33.00	69.70	70.00	24.10	15418.00	1683.39	6.48	0.64	
									PROMEDIO	6.74	0.66
									DESV. EST.	0.74	0.07
									v'm	6.00	0.59

□□□□□:

□'□: Resistencia al corte del muro (kg/cm²)

Tabla 31 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes: Murete Tipo VIII

MURETE TIPO VIII: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G (16cm X 24cm X 30cm) CON MORTERO TIPO 2 (1;1/2;4 cemento; cal; arena)										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGOS		ESPESOR	CARGA APLICADA (kg)	ÁREA (cm ²)	v'm	
				L1 (cm)	L2 (cm)				kg/cm ²	MPa
M2 - SG1	20/07/2018	23/08/2018	34.00	69.90	70.20	24.10	16389.00	1688.21	8.12	0.80
M2 - SG2	20/07/2018	23/08/2018	34.00	70.20	70.20	24.20	16352.00	1698.84	6.81	0.67
M2 - SG3	20/07/2018	23/08/2018	34.00	70.00	70.10	24.00	15885.00	1681.20	6.68	0.66
PROMEDIO									7.20	0.71
DESV. EST.									0.80	0.08
v'm									6.41	0.63

□□□□□:

□'□: Resistencia al corte del muro (kg/cm²)

Tabla 32 Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes: Murete Tipo IX

MURETE TIPO IX: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR TIPO G (16cm X 24cm X 30cm) CON MORTERO TIPO 3 (1;4 cemento; arena)										
RESULTADOS DE LABORATORIO									CÁLCULOS	
ESPECIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGOS		ESPESOR	CARGA APLICADA (kg)	ÁREA (cm ²)	v'm	
				L1 (cm)	L2 (cm)				kg/cm ²	MPa
M3 - SG1	20/07/2018	23/08/2018	34.00	70.00	70.20	24.10	18455.00	1689.41	7.72	0.76
M3 - SG2	20/07/2018	23/08/2018	34.00	70.00	70.10	24.10	18455.00	1688.42	7.73	0.76
M3 - SG3	20/07/2018	23/08/2018	34.00	70.20	69.60	24.10	18455.00	1684.59	7.75	0.76
PROMEDIO									7.73	0.76
DESV. EST.									0.02	0.00
v'm									7.72	0.76

□□□□□:

□'□: Resistencia al corte del muro (kg/cm²)

ANEXO 10: ENSAYO DE DENSIDAD DE MORTEROS

Tabla 33 Ensayo de Densidad de Morteros: Datos preliminares

Peso Recipiente	Vacío (g)	171.00
	Lleno de agua (g)	873.00
	Volumen (cm ³)	702.00

Tabla 34 Ensayo de Densidad de Morteros: Resultados

Mortero 1:1/4:3	Peso Recipiente + mezcla (g)	1611.00
	Densidad (g/cm ²)	2.29
Mortero 1:1/2:5	Peso Recipiente + mezcla (g)	1588.50
	Densidad (g/cm ²)	2.26
Mortero 1:4	Peso Recipiente + mezcla (g)	1609.50
	Densidad (g/cm ²)	2.29

ANEXO 11: ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTEROS

Tabla 35 Ensayo de Compresión de Morteros: Mortero Tipo I

MORTERO 1				
DOSIFICACIÓN			PRUEBA	kg/cm ²
CAL	CEMENTO	ARENA	1	138.84
1	1/4	3	2	134.13
EDAD		28 DÍAS	3	149.09
NUMERO DE ENSAYOS		5	4	143.87
PROMEDIO		140.896	5	138.55

Tabla 36 Ensayo de Compresión de Morteros: Mortero Tipo II

MORTERO 2				
DOSIFICACIÓN			PRUEBA	kg/cm ²
CAL	CEMENTO	ARENA	1	129.29
1	1/2	3	2	138.76
EDAD		28 DÍAS	3	144.96
NUMERO DE ENSAYOS		5	4	143.66
PROMEDIO		138.748	5	137.07

Tabla 37 Ensayo de Compresión de Morteros: Mortero Tipo III

MORTERO 3				
DOSIFICACIÓN			PRUEBA	kg/cm ²
CAL	CEMENTO	ARENA	1	141.36
1	0	4	2	144.48
EDAD		28 DÍAS	3	133.99
NUMERO DE ENSAYOS		5	4	127.64
PROMEDIO		135.296	5	129.01

ANEXO 12: DENSIDAD DE MUROS

Tabla 39 *Análisis Estructural: Densidad de Muros Eje X*

	Lx	e	LxT
X1	3.300	0.150	0.495
X2	2.480	0.150	0.372
X3	3.450	0.150	0.518
X4	3.220	0.150	0.483
X5	3.580	0.150	0.537
X6	2.500	0.150	0.375
			2.780

Tabla 40 *Análisis Estructural: Densidad de Muros Eje Y*

	Ly	e	LyT
Y1	11.260	0.150	1.689
Y2	2.096	0.150	0.314
Y3	3.320	0.150	0.498
Y4	5.790	0.150	0.869
			3.370

Tabla 381 *Análisis Estructural: Cálculo de Valor de ZUSN/56 y chequeo*

Datos		ZUSN/56
Z	0.3500	0.0288
U	1.0000	
S	1.1500	
N	4.0000	
Ap	89.1300	
LxT	2.7795	
LyT	3.3690	
LxT/Ap	0.0312	CORRECTO
LyT/Ap	0.0378	CORRECTO

ANEXO 13: CORTANTES Y MOMENTOS TOTALES POR MURO

Tabla 42 *Análisis Estructural: Cortantes totales en cada muro*

Cortantes Totales (ton)				
Muro	1er Nivel	2do Nivel	3er Nivel	4to Nivel
X1	5.118	5.400	4.296	2.628
X2	3.575	3.491	2.638	1.474
X3	6.553	7.481	6.332	4.326
X4	4.836	5.040	3.887	2.235
X5	2.525	0.000	0.000	0.000
X6	4.496	4.218	3.099	1.698
X7	4.298	4.035	2.948	1.477
Y1	18.121	16.945	13.193	7.092
Y2	4.817	4.228	3.093	1.354
Y3	7.338	6.785	5.007	2.220
Y4	9.640	10.221	8.306	4.629

Tabla 43 *Análisis Estructural: Momentos Totales en cada muro*

Momentos Totales (ton.m)				
Muro	1er Nivel	2do Nivel	3er Nivel	4to Nivel
X1	11.034	9.424	6.431	3.413
X2	6.678	5.477	3.625	1.794
X3	15.386	13.642	9.729	5.682
X4	10.350	8.752	5.819	2.885
X5	6.043	0.000	0.000	0.000
X6	11.018	11.018	7.705	1.913
X7	7.565	6.007	3.892	1.784
Y1	50.073	38.265	24.414	10.720
Y2	9.248	6.601	4.026	1.428
Y3	17.770	13.221	7.965	2.940
Y4	27.462	21.281	13.709	6.464

ANEXO 14: RESISTENCIA AL ESFUERZO AXIAL

Tabla 44 Resultados

PRIMER PISO						
Muro	L(m)	Pm(ton)	Pm / L / t	Chequeo1	Chequeo2	REF. HOR.
X1	3.50	25.52	48.60	OK	OK	SI
X2	2.60	23.71	60.81	-	-	SI
X3	4.50	51.81	76.76	-	-	SI
X4	3.40	28.38	55.65	OK	-	SI
X5	2.50	8.43	22.49	OK	OK	SI
X6	3.40	10.95	21.47	OK	OK	SI
X7	2.60	18.58	47.64	OK	OK	SI
Y1	9.95	86.15	57.72	-	-	SI
Y2	3.50	32.66	62.22	-	-	SI
Y3	5.10	43.06	56.29	OK	-	SI
Y4	5.88	37.10	42.07	OK	OK	SI

SEGUNDO PISO						
Muro	L(m)	Pm(ton)	Pm / L / t	Chequeo1	Chequeo2	REF. HOR.
X1	3.50	18.00	34.29	OK	OK	SI
X2	2.60	17.80	45.64	OK	OK	SI
X3	4.50	34.61	51.27	OK	OK	SI
X4	3.40	19.75	38.73	OK	OK	SI
X6	3.40	9.61	18.84	OK	OK	SI
X7	2.60	13.70	35.12	OK	OK	SI
Y1	9.95	64.03	42.90	OK	OK	SI
Y2	3.50	24.30	46.28	OK	OK	SI
Y3	5.10	30.76	40.21	OK	OK	SI
Y4	5.88	28.57	32.39	OK	OK	SI

TERCER PISO						
Muro	L(m)	Pm(ton)	Pm / L / t	Chequeo1	Chequeo2	REF. HOR.
X1	3.50	11.30	21.52	OK	OK	SI
X2	2.60	11.86	30.40	OK	OK	SI
X3	4.50	20.91	30.98	OK	OK	SI
X4	3.40	13.24	25.97	OK	OK	SI
X6	3.40	6.53	12.81	OK	OK	NO
X7	2.60	8.61	22.09	OK	OK	SI
Y1	9.95	40.11	26.87	OK	OK	SI
Y2	3.50	15.80	30.10	OK	OK	SI
Y3	5.10	19.06	24.91	OK	OK	SI
Y4	5.88	19.29	21.87	OK	OK	SI

CUARTO PISO						
Muro	L(m)	Pm(ton)	Pm / L / t	Chequeo1	Chequeo2	REF. HOR.
X1	3.50	4.56	8.68	OK	OK	NO
X2	2.60	6.13	15.72	OK	OK	NO
X3	4.50	8.12	12.03	OK	OK	NO
X4	3.40	8.30	16.27	OK	OK	NO
X6	3.40	4.45	8.72	OK	OK	NO
X7	2.60	3.43	8.81	OK	OK	NO
Y1	9.95	15.73	10.54	OK	OK	NO
Y2	3.50	7.14	13.60	OK	OK	NO
Y3	5.10	7.53	9.85	OK	OK	NO
Y4	5.88	9.23	10.46	OK	OK	NO

$$\sigma \leq \sigma_{adm} \leq 0.15f'm$$

$$\sigma_{adm} = 0.20 f'm \left(1 - \frac{h^2}{35t} \right)$$

$$0.15f'm = 53.7ton/m^2$$

$$\sigma_{adm} = 56.6ton/m^2$$

ANEXO 15: CONTROL DE FISURACIÓN

Tabla 45 Resultados

PRIMER PISO								
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me(ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)	0.55*Vm	CONDICIÓN
X1	17.06	3.50	5.12	11.03	1.00	14.91	8.20	NO FISURA
X2	14.74	2.60	3.58	6.68	1.00	11.55	6.36	NO FISURA
X3	32.98	4.50	6.55	15.39	1.00	21.72	11.94	NO FISURA
X4	17.97	3.40	4.84	10.35	1.00	14.81	8.14	NO FISURA
X5	5.62	2.50	2.52	6.04	1.00	9.14	5.03	NO FISURA
X6	7.51	3.40	4.50	11.02	1.00	12.40	6.82	NO FISURA
X7	12.30	2.60	4.30	7.57	1.00	10.99	6.05	NO FISURA
Y1	57.27	9.95	18.12	50.07	1.00	44.41	24.43	NO FISURA
Y2	20.47	3.50	4.82	9.25	1.00	15.70	8.63	NO FISURA
Y3	27.77	5.10	7.34	17.77	1.00	22.40	12.32	NO FISURA
Y4	24.08	5.88	9.64	27.46	1.00	24.00	13.20	NO FISURA
SEGUNDO PISO								
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me(ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)	0.55*Vm	CONDICIÓN
X1	10.66	3.50	2.61	4.42	1.00	13.79	7.58	NO FISURA
X2	8.94	2.60	1.69	2.59	1.00	10.67	5.87	NO FISURA
X3	19.15	4.50	3.61	6.37	1.00	19.26	10.59	NO FISURA
X4	10.42	3.40	2.47	4.13	1.00	13.53	7.44	NO FISURA
X6	5.68	3.40	2.12	4.74	1.00	12.19	6.71	NO FISURA
X7	7.98	2.60	1.93	2.80	1.00	41.09	22.60	NO FISURA
Y1	37.25	9.95	7.70	17.06	1.00	14.47	7.96	NO FISURA
Y2	12.55	3.50	2.05	3.10	1.00	20.62	11.34	NO FISURA
Y3	17.40	5.10	3.30	6.18	1.00	22.68	12.47	NO FISURA
Y4	15.45	5.88	5.16	10.15	1.00	10.26	5.64	NO FISURA
TERCER PISO								
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me(ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)	0.55*Vm	CONDICIÓN
X1	7.77	3.50	4.30	6.43	1.00	12.78	7.03	NO FISURA
X2	7.07	2.60	2.64	3.63	1.00	9.79	5.38	NO FISURA
X3	13.71	4.50	6.33	9.73	1.00	17.28	9.51	NO FISURA
X4	8.08	3.40	3.89	5.82	1.00	12.54	6.89	NO FISURA
X6	4.69	3.40	3.10	7.71	1.00	11.76	6.47	NO FISURA
X7	5.84	2.60	2.95	3.89	1.00	9.51	5.23	NO FISURA
Y1	27.30	9.95	13.19	4.44	1.00	37.52	20.64	NO FISURA
Y2	9.74	3.50	3.09	4.03	1.00	13.23	7.28	NO FISURA
Y3	12.66	5.10	5.01	7.97	1.00	18.93	10.41	NO FISURA
Y4	12.19	5.88	8.31	13.71	1.00	21.27	11.70	NO FISURA

CUARTO PISO								
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m2)	Me(ton.m)	alpha	Vm (ton/m2)	0.55*Vm	CONDICIÓN
X1	3.39	3.50	2.63	3.41	1.00	11.77	6.47	NO FISURA
X2	3.27	2.60	1.47	1.79	1.00	8.92	4.90	NO FISURA
X3	5.74	4.50	4.33	5.68	1.00	15.45	8.50	NO FISURA
X4	4.36	3.40	2.24	2.89	1.00	11.68	6.42	NO FISURA
X6	3.43	3.40	1.70	1.91	1.00	11.46	6.31	NO FISURA
X7	2.50	2.60	1.48	1.78	1.00	8.74	4.81	NO FISURA
Y1	11.48	9.95	7.09	10.72	1.00	33.88	18.64	NO FISURA
Y2	4.30	3.50	1.35	1.43	1.00	11.98	6.59	NO FISURA
Y3	5.40	5.10	2.22	2.94	1.00	17.26	9.49	NO FISURA
Y4	5.74	5.88	4.63	6.46	1.00	19.78	10.88	NO FISURA

Se debe de cumplir la siguiente condición

$$V_e \leq 0.55V_m$$

$$V_m = 0.5 v'm x \alpha x t x L + 0.23Pg$$

Donde:

V_e = Fuerza cortante que es generada por sismo moderado

V_m = Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal

$v'm$ = Resistencia característica de corte de la albañilería

t = Espesor del muro

L = Longitud de muro

Pg = Peso por gravedad de la estructura

$$\frac{1}{3} \leq \alpha \leq 1; \alpha = \frac{V_e x L}{M_e}$$

Donde:

V_e = Fuerza cortante del muro

M_e = Momento flector del muro

ANEXO 16: CONTROL DE AGRIETAMIENTO

Tabla 45 Resultados

PRIMER PISO						
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me (ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)
X1	17.06	3.50	5.12	11.03	1.00	14.91
X2	14.74	2.60	3.58	6.68	1.00	11.55
X3	32.98	4.50	6.55	15.39	1.00	21.72
X4	17.97	3.40	4.84	10.35	1.00	14.81
X5	5.62	2.50	2.52	6.04	1.00	9.14
X6	7.51	3.40	4.50	11.02	1.00	12.40
X7	12.30	2.60	4.30	7.57	1.00	10.99
Y1	57.27	9.95	18.12	50.07	1.00	44.41
Y2	20.47	3.50	4.82	9.25	1.00	15.70
Y3	27.77	5.10	7.34	17.77	1.00	22.40
Y4	24.08	5.88	9.64	27.46	1.00	24.00
						202.05

SEGUNDO PISO						
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me (ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)
X1	12.16	3.50	5.40	9.42	1.00	13.79
X2	10.91	2.60	3.49	5.48	1.00	10.67
X3	22.29	4.50	7.48	13.64	1.00	19.26
X4	12.40	3.40	5.04	8.75	1.00	13.53
X6	6.59	3.40	4.22	11.02	1.00	12.19
X7	9.13	2.60	4.03	6.01	1.00	10.26
Y1	42.82	9.95	16.95	38.26	1.00	41.09
Y2	15.14	3.50	4.23	6.60	1.00	14.47
Y3	20.03	5.10	6.79	13.22	1.00	20.62
Y4	18.32	5.88	10.22	21.28	1.00	22.68
						178.56

TERCER PISO						
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me (ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)
X1	7.77	3.50	4.30	6.43	1.00	12.78
X2	7.07	2.60	2.64	3.63	1.00	9.79
X3	13.71	4.50	6.33	9.73	1.00	17.28
X4	8.08	3.40	3.89	5.82	1.00	12.54
X6	4.69	3.40	3.10	7.71	1.00	11.76
X7	5.84	2.60	2.95	3.89	1.00	9.51
Y1	27.30	9.95	13.19	24.41	1.00	37.52
Y2	9.74	3.50	3.09	4.03	1.00	13.23
Y3	12.66	5.10	5.01	7.97	1.00	18.93
Y4	12.19	5.88	8.31	13.71	1.00	21.27
						164.60

CUARTO PISO						
Muro	Pg (ton)	L (m)	Ve (ton/m ²)	Me (ton.m)	alpha	Vm (ton/m ²)
X1	3.39	3.50	2.63	3.41	1.00	11.77
X2	3.27	2.60	1.47	1.79	1.00	8.92
X3	5.74	4.50	4.33	5.68	1.00	15.45
X4	4.36	3.40	2.24	2.89	1.00	11.68
X6	3.43	3.40	1.70	1.91	1.00	11.46
X7	2.50	2.60	1.48	1.78	1.00	8.74
Y1	11.48	9.95	7.09	24.41	1.00	33.88
Y2	4.30	3.50	1.35	4.03	1.00	11.98
Y3	5.40	5.10	2.22	7.97	1.00	17.26
Y4	5.74	5.88	4.63	6.46	1.00	19.78
						150.92

ANEXO 17: PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE VIVIENDA CON MUROS DE ALBAÑILERÍA DE LADRILLO K.K.

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **0102005 VIVIENDA TESIS CON LADRILLO**
 Subpresupuesto **003 VIVIENDA TESIS CON LADRILLO FINAL**
 Cliente **TELEFONICA DEL PERU** Costo al **25/09/2018**
 Lugar **AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				1,030.89
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	155.02	3.40	527.07
01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	155.02	3.25	503.82
02	OBRAS PROVISIONALES				1,808.01
02.01	ALMACEN CASETA DE GUARDIANÍA	glb	1.00	1,250.00	1,250.00
02.02	CERCO PROVISIONAL DE ESTERAS	m	50.96	10.95	558.01
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,888.73
03.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MÁQUINA	m3	33.36	3.00	100.08
03.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA ZAPATAS HASTA 1,40M MATERIAL SUELTO	m3	23.95	39.09	936.21
03.03	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CIMENTOS HASTA 1,00M MATERIAL SUELTO	m3	12.68	39.09	495.66
03.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	13.89	44.51	618.24
03.05	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día	m3	56.10	30.99	1,738.54
04	CONCRETO SIMPLE				9,790.30
04.01	CONCRETO CLOPEO PARA CIMENTACION 1:10 + 30% P.G.	m3	28.75	166.26	4,779.98
04.02	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.	m3	3.69	191.64	707.15
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS	m2	49.29	46.26	2,280.16
04.04	CONCRETO FALSO PISO 1:10 e=10cm	m2	76.60	26.41	2,023.01
05	CONCRETO ARMADO				133,123.49
05.01	CONCRETO ZAPATAS fc=210 kg/cm2	m3	8.55	319.67	2,733.18
05.02	CONCRETO COLUMNAS fc=210 kg/cm2	m3	19.25	319.67	6,153.65
05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	256.19	46.26	11,851.35
05.04	LOSA ALIGERADA	m2	338.89	89.72	30,405.21
05.05	CONCRETO VIGAS fc=210 kg/cm2	m3	14.50	319.67	4,635.22
05.06	ENCOFRADO DE VIGAS Y CORTES	m2	166.21	46.26	7,688.87
05.07	CONCRETO ESCALERAS fc=210 kg/cm2	m3	4.34	319.67	1,387.37
05.08	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA	m2	19.74	46.26	913.17
05.09	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	12,450.18	5.41	67,355.47
06	ALBAÑILERÍA				37,654.35
06.01	MURO DE ALBAÑILERIA LADRILLO K.K.	m2	571.82	65.85	37,654.35
	Costo Directo				187,295.77

SON : CIENTO OCHENTISIETE MIL DOSCIENTOS NOVENTICINCO Y 77/100 NUEVOS SOLES

Fecha : 16/09/2019 08:16:35p.m.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102005	VIVIENDA TESIS CON LADRILLO				
Subpresupuesto	003	VIVIENDA TESIS CON LADRILLO FINAL		Fecha presupuesto	25/09/2018	
Partida	01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL				
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2	3.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0200	19.18	0.38
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	14.30	2.86
						3.24
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.24	0.16
						0.16
Partida	01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL				
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2	3.25	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1200	14.30	1.72
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0400	14.68	0.59
						2.31
	Materiales					
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg	und		0.0200	4.00	0.08
						0.08
	Equipos					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0050	70.00	0.35
03010000110001	TEODOLITO	día	1.0000	0.0050	100.00	0.50

03014900010001	CORDEL	ril	0.0015	5.00	0.01	0.86
----------------	--------	-----	--------	------	------	-------------

Partida	02.01	ALMACEN CASETA DE GUARDIANÍA				
Rendimiento	glb/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : glb	1,250.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0293010002	CASETA PREFABRICADA	und		1.0000	1,250.00	1,250.00
						1,250.00

Partida	02.02	CERCO PROVISIONAL DE ESTERAS				
Rendimiento	m/DIA	125.0000	EQ. 125.0000	Costo unitario directo por : m	10.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0064	23.02	0.15
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1280	14.30	1.83
						1.98
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.1000	2.63	0.26
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.0300	2.85	0.09
0231000003	MADERA EUCALIPTO 3" X 2M	p2		0.3333	12.84	4.28
0295020001	ESTERA DE 3M X 2M	und		0.3333	12.84	4.28
						8.91
	Equipos					
0301060002	HERRAMIENTAS MENORES PARA ALBAÑIL	%mo		3.0000	1.98	0.06
						0.06

Partida	03.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MÁQUINA				
---------	--------------	--------------------------------------	--	--	--	--

Rendimiento **m3/DIA** **450.0000** EQ. **450.0000** Costo unitario directo por : m3 **3.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	23.02	0.04
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0356	19.18	0.68
0.72						

Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.72	0.02
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	1.0000	0.0178	127.12	2.26
2.28						

Partida **03.02** **EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA ZAPATAS HASTA 1,40M MATERIAL SUELTO**

Rendimiento **m3/DIA** **3.5000** EQ. **3.5000** Costo unitario directo por : m3 **39.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	23.02	5.26
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	14.30	32.69
37.95						

Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.95	1.14
1.14						

Partida **03.03** **EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CIMIENTOS HASTA 1,00M MATERIAL SUELTO**

Rendimiento **m3/DIA** **3.5000** EQ. **3.5000** Costo unitario directo por : m3 **39.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						

0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	23.02	5.26
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	14.30	32.69
37.95						

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.95	1.14
1.14						

Partida **03.04** **RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO**

Rendimiento	m3/DIA	5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : m3	44.51	
-------------	---------------	---------------	-------------------	---------------------------------	--------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------	----------------------------	---------------	------------------	-----------------	-------------------	--------------------

Mano de Obra

0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	23.02	3.68
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	14.30	22.88
26.56						

Materiales

0201030001	GASOLINA	gal		0.1500	13.00	1.95
1.95						

Equipos

0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	día	1.0000	0.2000	80.00	16.00
16.00						

Partida **03.05** **ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día**

Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3	30.99	
-------------	---------------	----------------	--------------------	---------------------------------	--------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------	----------------------------	---------------	------------------	-----------------	-------------------	--------------------

Mano de Obra

0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	23.02	0.74
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.6400	14.30	9.15
9.89						

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.89	0.30
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	1.0000	0.3200	65.00	20.80
						21.10

Partida	04.01	CONCRETO CILOPEO PARA CIMENTACION 1:10 + 30% P.G.				
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m3	166.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	19.18	6.14
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	15.90	10.18
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	14.30	36.61
						52.93
	Materiales					
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.2286	11.50	2.63
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.4800	47.00	22.56
0207030001	HORMIGON	m3		0.8300	40.00	33.20
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.9000	17.29	50.14
						108.53
	Equipos					
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.3200	15.00	4.80
						4.80

Partida	04.02	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.				
Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m3	191.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	19.18	7.67
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	15.90	12.72
0101010005	PEON	hh	8.0000	3.2000	14.30	45.76

								66.15
		Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2		gal			0.2285	11.50	2.63
0207010005	PIEDRA MEDIANA		m3			0.4000	32.00	12.80
0207030001	HORMIGON		m3			0.8500	40.00	34.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.1800	5.00	0.90
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol			4.0000	17.29	69.16
								119.49
		Equipos						
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm		1.0000	0.4000	15.00	6.00
								6.00
Partida	04.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS						
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000		Costo unitario directo por : m2	46.26	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000		0.0533	23.02	1.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000		0.5333	15.90	8.48
0101010005	PEON		hh	1.0000		0.5333	14.30	7.63
								17.34
		Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg			0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO		p2			4.8300	5.50	26.57
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16		kg			0.2600	4.70	1.22
								28.40
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	17.34	0.52
								0.52
Partida	04.04	CONCRETO FALSO PISO 1:10 e=10cm						

Rendimiento **m2/DIA** **150.0000** EQ. **150.0000** Costo unitario directo por : m2 **26.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	23.02	0.12
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1067	19.18	2.05
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	15.90	0.85
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.4267	14.30	6.10
9.12						
Materiales						
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0200	44.92	0.90
0207030001	HORMIGON	m3		0.1200	40.00	4.80
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0300	5.00	0.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.6000	17.29	10.37
16.22						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.12	0.27
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.0533	15.00	0.80
1.07						

Partida **05.01** **CONCRETO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m3 **319.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
74.18						
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50

02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida **05.02** **CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m3 **319.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18

Materiales

02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida	05.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE COLUMNAS					
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	46.26	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63
							17.34
	Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		4.8300	5.50	26.57
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16		kg		0.2600	4.70	1.22
							28.40
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	17.34	0.52
							0.52
Partida	05.04	LOSA ALIGERADA					
Rendimiento	m2/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m2	89.72	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas						
010105011802	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2		m3		0.0875	319.67	27.97
010105011805	LADRILLO HUECO DE ARCILLA PARA TECHO ALIGERADO 30X30X15 CM		und		8.3333	2.35	19.58
010106020103	ENCOFRADO LOSAS MACIZAS		m2		1.0500	40.16	42.17
							89.72
Partida	05.05	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2					

Rendimiento **m3/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m3 **319.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida **05.06** **ENCOFRADO DE VIGAS Y CORTES**

Rendimiento **m2/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m2 **46.26**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63
						17.34

Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	5.50	26.57
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16	kg		0.2600	4.70	1.22
						28.40
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.34	0.52
						0.52
Partida	05.07	CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m3	319.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida	05.08	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA						
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000		Costo unitario directo por : m2	46.26	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63	
							17.34	
	Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1300	4.70	0.61	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		4.8300	5.50	26.57	
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16		kg		0.2600	4.70	1.22	
							28.40	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	17.34	0.52	
							0.52	
Partida	05.09	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60						
Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ.	260.0000		Costo unitario directo por : kg	5.41	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0031	23.02	0.07	
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0308	19.18	0.59	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0308	15.90	0.49	
							1.15	
	Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0250	2.63	0.07	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0400	4.00	4.16	
							4.23	

		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.15	0.03	0.03
Partida	06.01	MURO DE ALBANILERIA LADRILLO K.K.					
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2	65.85		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	23.02	1.84	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	19.18	15.34	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4000	14.30	5.72	
						22.90	
	Materiales						
0216010001	LADRILLO KK 18 HUECOS	mll		38.0000	0.90	34.20	
						34.20	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.90	0.69	
						0.69	
	Subpartidas						
011201010101	MORTERO DOSIFICACION 1,1/4,3 CEMENTO CAL ARENA	m3		0.0290	277.84	8.06	
						8.06	

ANEXO 18: PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE VIVIENDA CON MUROS DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR ARTESANAL.

510

Página

1

Presupuesto

Presupuesto 0102005 VIVIENDA TESIS CON LADRILLO
Subpresupuesto 004 VIVIENDA TESIS CON SILLAR ARTESANAL FINAL
Cliente TELEFONICA DEL PERU Costo al 25/09/2018
Lugar AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				1,030.89
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	155.02	3.40	527.07
01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	155.02	3.25	503.82
02	OBRAS PROVISIONALES				1,808.01
02.01	ALMACEN CASETA DE GUARDIANÍA	gls	1.00	1,250.00	1,250.00
02.02	CERCO PROVISIONAL DE ESTERAS	m	50.96	10.95	558.01
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,888.73
03.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MÁQUINA	m3	33.36	3.00	100.08
03.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA ZAPATAS HASTA 1,40M MATERIAL SUELTO	m3	23.95	39.09	936.21
03.03	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CIMENTOS HASTA 1,00M MATERIAL SUELTO	m3	12.68	39.09	495.66
03.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	13.89	44.51	618.24
03.05	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día	m3	56.10	30.99	1,738.54
04	CONCRETO SIMPLE				9,790.30
04.01	CONCRETO C/LOPEO PARA CIMENTACION 1:10 + 30% P.G.	m3	28.75	166.26	4,779.98
04.02	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.	m3	3.69	191.64	707.15
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS	m2	49.29	46.26	2,280.16
04.04	CONCRETO FALSO PISO 1:10 e=10cm	m2	76.60	26.41	2,023.01
05	CONCRETO ARMADO				133,123.49
05.01	CONCRETO ZAPATAS fc=210 kg/cm2	m3	8.55	319.67	2,733.18
05.02	CONCRETO COLUMNAS fc=210 kg/cm2	m3	19.25	319.67	6,153.65
05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	256.19	46.26	11,851.35
05.04	LOSA ALIGERADA	m2	338.89	89.72	30,405.21
05.05	CONCRETO VIGAS fc=210 kg/cm2	m3	14.50	319.67	4,635.22
05.06	ENCOFRADO DE VIGAS Y CORTES	m2	166.21	46.26	7,688.87
05.07	CONCRETO ESCALERAS Fc=210 kg/cm2	m3	4.34	319.67	1,387.37
05.08	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA	m2	19.74	46.26	913.17
05.09	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	12,450.18	5.41	67,355.47
06	ALBAÑILERÍA				143,619.72
06.01	MURO DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR ARTESANAL DE CABEZA	m2	142.96	346.37	49,517.06
06.02	MURO DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR ARTESANAL DE SOGA	m2	428.87	219.42	94,102.66
	Costo Directo				293,261.14

SON : DOSCIENTOS NOVENTITRES MIL DOSCIENTOS SESENTIUNO Y 14/100 NUEVOS SOLES

Fecha : 16/09/2019 08:32:36p.m.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102005 VIVIENDA TESIS CON LADRILLO					
Subpresupuesto	004 VIVIENDA TESIS CON SILLAR ARTESANAL FINAL				Fecha presupuesto	25/09/2018
Partida	01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL				
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ. 40.0000		Costo unitario directo por : m2	3.40
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.0200	19.18 0.38
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.2000	14.30 2.86
						3.24
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	3.24 0.16
						0.16
Partida	01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL				
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000		Costo unitario directo por : m2	3.25
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.

Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1200	14.30	1.72
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0400	14.68	0.59
						2.31

Materiales						
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg	und		0.0200	4.00	0.08
						0.08

Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0050	70.00	0.35
03010000110001	TEODOLITO	día	1.0000	0.0050	100.00	0.50
03014900010001	CORDEL	rlf		0.0015	5.00	0.01
						0.86

Partida	02.01	ALMACEN CASETA DE GUARDIANÍA				
Rendimiento	glb/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : glb	1,250.00	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0293010002	CASETA PREFABRICADA	und		1.0000	1,250.00	1,250.00
						1,250.00

Partida	02.02	CERCO PROVISIONAL DE ESTERAS				
---------	--------------	-------------------------------------	--	--	--	--

Rendimiento m/DIA **125.0000** EQ. **125.0000** Costo unitario directo por : m **10.95**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0064	23.02	0.15
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1280	14.30	1.83
						1.98
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.1000	2.63	0.26
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.0300	2.85	0.09
0231000003	MADERA EUCALIPTO 3" X 2M	p2		0.3333	12.84	4.28
0295020001	ESTERA DE 3M X 2M	und		0.3333	12.84	4.28
						8.91
Equipos						
0301060002	HERRAMIENTAS MENORES PARA ALBAÑIL	%mo		3.0000	1.98	0.06
						0.06

Partida **03.01**

EXCAVACIÓN MASIVA CON MÁQUINA

Rendimiento m3/DIA **450.0000** EQ. **450.0000** Costo unitario directo por : m3 **3.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	23.02	0.04

0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0356	19.18	0.68
						0.72

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.72	0.02
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	1.0000	0.0178	127.12	2.26
						2.28

Partida **03.02** **EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA ZAPATAS HASTA 1,40M MATERIAL SUELTO**

Rendimiento	m3/DIA	3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : m3	39.09	
-------------	---------------	---------------	-------------------	---------------------------------	--------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	23.02	5.26
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	14.30	32.69
						37.95

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.95	1.14
						1.14

Partida **03.03** **EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CIMIENTOS HASTA 1,00M MATERIAL SUELTO**

Rendimiento	m3/DIA	3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : m3	39.09	
-------------	---------------	---------------	-------------------	---------------------------------	--------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	23.02	5.26
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	14.30	32.69
						37.95
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.95	1.14
						1.14
Partida	03.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO				
Rendimiento	m3/DIA	5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : m3	44.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	23.02	3.68
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	14.30	22.88
						26.56
Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.1500	13.00	1.95
						1.95
Equipos						
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	día	1.0000	0.2000	80.00	16.00
						16.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Partida 03.05 ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día						
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3	30.99	
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	23.02	0.74
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.6400	14.30	9.15
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.89	0.30
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	1.0000	0.3200	65.00	20.80
						9.89
						21.10
Partida 04.01 CONCRETO CILOPEO PARA CIMENTACION 1:10 + 30% P.G.						
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3	166.26	
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	19.18	6.14
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	15.90	10.18
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	14.30	36.61

52.93

Materiales

0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.2286	11.50	2.63
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.4800	47.00	22.56
0207030001	HORMIGON	m3		0.8300	40.00	33.20
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.9000	17.29	50.14

108.53

Equipos

0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.3200	15.00	4.80
------------	------------------------	----	--------	--------	-------	------

4.80

Partida **04.02**

CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.

Rendimiento **m3/DIA** **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m3 **191.64**

Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.

Mano de Obra

0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	19.18	7.67
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	15.90	12.72
0101010005	PEON	hh	8.0000	3.2000	14.30	45.76

66.15

Materiales

0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.2285	11.50	2.63
0207010005	PIEDRA MEDIANA	m3		0.4000	32.00	12.80

0207030001	HORMIGON	m3		0.8500	40.00	34.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	5.00	0.90
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		4.0000	17.29	69.16

119.49

Equipos

03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00
----------------	--------------------------------------	----	--------	--------	-------	------

6.00

Partida **04.03**

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTOS

Rendimiento **m2/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m2 **46.26**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63
						17.34

Materiales

02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	5.50	26.57
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16	kg		0.2600	4.70	1.22

28.40

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.34	0.52
------------	-----------------------	-----	--	--------	-------	------

0.52

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Partida	04.04	CONCRETO FALSO PISO 1:10 e=10cm					
Rendimiento	m2/DIA	150.0000	EQ.	150.0000	Costo unitario directo por : m2	26.41	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	23.02	0.12	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1067	19.18	2.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	15.90	0.85	
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.4267	14.30	6.10	
						9.12	
Materiales							
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0200	44.92	0.90	
0207030001	HORMIGON	m3		0.1200	40.00	4.80	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0300	5.00	0.15	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.6000	17.29	10.37	
						16.22	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.12	0.27	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.0533	15.00	0.80	
						1.07	

Partida **05.01** **CONCRETO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m3 **319.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida **05.02** **CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m3 **319.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida **05.03** **ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE COLUMNAS**

Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2	46.26
-------------	---------------	----------------	--------------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63
						17.34
Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	5.50	26.57
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16	kg		0.2600	4.70	1.22
						28.40
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.34	0.52
						0.52

Partida	05.04	LOSA ALIGERADA
---------	--------------	-----------------------

Rendimiento	m2/DIA	50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m2	89.72
-------------	---------------	----------------	--------------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
010105011802	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2	m3		0.0875	319.67	27.97

010105011805	LADRILLO HUECO DE ARCILLA PARA TECHO ALIGERADO 30X30X15 CM	und	8.3333	2.35	19.58
010106020103	ENCOFRADO LOSAS MACIZAS	m2	1.0500	40.16	42.17
					89.72

Partida	05.05	CONCRETO VIGAS f'c=210			
		kg/cm2			
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3	319.67

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67

03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida	05.06	ENCOFRADO DE VIGAS Y CORTES				
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	46.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63
						17.34
Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	5.50	26.57
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16	kg		0.2600	4.70	1.22
						28.40
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.34	0.52
						0.52

Partida **05.07** **CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo
por : m3 **319.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida **05.08**

**ENCOFRADO NORMAL EN
ESCALERA**

Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2	46.26
-------------	---------------	----------------	--------------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63
						17.34
Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	5.50	26.57
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16	kg		0.2600	4.70	1.22
						28.40
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.34	0.52
						0.52
Partida	05.09	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60				

Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : kg	5.41
-------------	---------------	-----------------	---------------------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0031	23.02	0.07

0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	19.18	0.59
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	15.90	0.49
						1.15

Materiales

02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0250	2.63	0.07
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0400	4.00	4.16
						4.23

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.15	0.03
						0.03

Partida **06.01**

MURO DE ALBAÑILERIA DE SILLAR ARTESANAL DE CABEZA

Rendimiento **m2/DIA** **6.5000** EQ. **6.5000** Costo unitario directo por : m2 **346.37**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1231	23.02	2.83
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.2308	19.18	23.61
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.6154	14.30	8.80
						35.24
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.24	1.06
						1.06

Subpartidas

011201010101	MORTERO DOSIFICACION 1,1/4,3 CEMENTO CAL ARENA	m3	0.0574	277.84	15.95
011203010101	UNIDAD DE ALBANILERIA DE SILLAR 09cm X 15cm X 26cm	und	57.6200	4.74	273.12
011301010403	LIJADO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE SILLAR	m2	1.0000	21.00	21.00
					310.07

Partida **06.02** **MURO DE ALBAÑILERIA DE SILLAR ARTESANAL DE SOGA**

Rendimiento **m2/DIA** **9.0000** EQ. **9.0000** Costo unitario directo por : m2 **219.42**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	23.02	2.05
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	19.18	17.05
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4444	14.30	6.35
						25.45
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	1961	3.0000	25.45	0.76
						0.76
	Subpartidas					
011201010101	MORTERO DOSIFICACION 1,1/4,3 CEMENTO CAL ARENA	m3		0.0290	277.84	8.06
011203010101	UNIDAD DE ALBANILERIA DE SILLAR 09cm X 15cm X 26cm	und		34.6300	4.74	164.15
011301010403	LIJADO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE SILLAR	m2		1.0000	21.00	21.00
						193.21

ANEXO 19: PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE VIVIENDA CON MUROS DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR INDUSTRIAL.

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto 0102005 VIVIENDA TESIS CON LADRILLO
Subpresupuesto 002 VIVIENDA TESIS CON SILLAR INDUSTRIAL FINAL
Cliente TELEFONICA DEL PERU Costo al 25/09/2018
Lugar AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				1,030.89
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	155.02	3.40	527.07
01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	155.02	3.25	503.82
02	OBRAS PROVISIONALES				1,808.01
02.01	ALMACEN CASETA DE GUARDIANÍA	gib	1.00	1,250.00	1,250.00
02.02	CERCO PROVISIONAL DE ESTERAS	m	50.96	10.95	558.01
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,888.73
03.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MÁQUINA	m3	33.36	3.00	100.08
03.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA ZAPATAS HASTA 1,40M MATERIAL SUELTO	m3	23.95	39.09	936.21
03.03	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CIMENTOS HASTA 1,00M MATERIAL SUELTO	m3	12.68	39.09	495.66
03.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	13.89	44.51	618.24
03.05	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUO A MANO) R=25 m3/día	m3	56.10	30.99	1,738.54
04	CONCRETO SIMPLE				9,790.30
04.01	CONCRETO CLOPEO PARA CIMENTACION 1:10 + 30% P.G.	m3	28.75	166.26	4,779.98
04.02	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.	m3	3.69	191.64	707.15
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS	m2	49.29	46.26	2,280.16
04.04	CONCRETO FALSO PISO 1:10 e=10cm	m2	76.60	26.41	2,023.01
05	CONCRETO ARMADO				133,123.49
05.01	CONCRETO ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	m3	8.55	319.67	2,733.18
05.02	CONCRETO COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	m3	19.25	319.67	6,153.65
05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	256.19	46.26	11,851.35
05.04	LOSA ALIGERADA	m2	338.89	89.72	30,405.21
05.05	CONCRETO VIGAS f _c =210 kg/cm ²	m3	14.50	319.67	4,635.22
05.06	ENCOFRADO DE VIGAS Y CORTES	m2	166.21	46.26	7,688.87
05.07	CONCRETO ESCALERAS f _c =210 kg/cm ²	m3	4.34	319.67	1,387.37
05.08	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA	m2	19.74	46.26	913.17
05.09	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	12,450.18	5.41	67,355.47
06	ALBAÑILERÍA				58,632.08
06.01	MURO DE ALBAÑILERIA DE SILLAR INDUSTRIAL DE CABEZA	m2	142.96	143.29	20,484.74
06.02	MURO DE ALBAÑILERIA DE SILLAR INDUSTRIAL DE SOGA	m2	428.67	88.99	38,147.34
	Costo Directo				208,273.50

SON : DOSCIENTOS OCHO MIL DOSCIENTOS SETENTITRES Y 50/100 NUEVOS SOLES

Fecha : 16/09/2019 08:35:27p.m.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102005	VIVIENDA TESIS CON LADRILLO				
Subpresupuesto	002	VIVIENDA TESIS CON SILLAR INDUSTRIAL FINAL		Fecha presupuesto	25/09/2018	
Partida	01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL				
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2	3.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0200	19.18	0.38
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	14.30	2.86
						3.24
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.24	0.16
						0.16
Partida	01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL				
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2	3.25	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1200	14.30	1.72
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0400	14.68	0.59
						2.31
	Materiales					
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg	und		0.0200	4.00	0.08
						0.08
	Equipos					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0050	70.00	0.35
03010000110001	TEODOLITO	día	1.0000	0.0050	100.00	0.50

03014900010001	CORDEL	ril	0.0015	5.00	0.01
					0.86

Partida	02.01	ALMACEN CASETA DE GUARDIANÍA			
Rendimiento	glb/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : glb	1,250.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Materiales				
0293010002	CASETA PREFABRICADA	und		1.0000	1,250.00 1,250.00
					1,250.00

Partida	02.02	CERCO PROVISIONAL DE ESTERAS			
Rendimiento	m/DIA	125.0000	EQ. 125.0000	Costo unitario directo por : m	10.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0064	23.02 0.15
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1280	14.30 1.83
					1.98
	Materiales				
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.1000	2.63 0.26
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.0300	2.85 0.09
0231000003	MADERA EUCALIPTO 3" X 2M	p2		0.3333	12.84 4.28
0295020001	ESTERA DE 3M X 2M	und		0.3333	12.84 4.28
					8.91
	Equipos				
0301060002	HERRAMIENTAS MENORES PARA ALBAÑIL	%mo		3.0000	1.98 0.06
					0.06

Partida	03.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MÁQUINA			
---------	--------------	--------------------------------------	--	--	--

Rendimiento **m3/DIA** **450.0000** EQ. **450.0000** Costo unitario directo por : m3 **3.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	23.02	0.04
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0356	19.18	0.68
0.72						

Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.72	0.02
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	1.0000	0.0178	127.12	2.26
2.28						

Partida **03.02** **EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA ZAPATAS HASTA 1,40M MATERIAL SUELTO**

Rendimiento **m3/DIA** **3.5000** EQ. **3.5000** Costo unitario directo por : m3 **39.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	23.02	5.26
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	14.30	32.69
37.95						

Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.95	1.14
1.14						

Partida **03.03** **EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CIMIENTOS HASTA 1,00M MATERIAL SUELTO**

Rendimiento **m3/DIA** **3.5000** EQ. **3.5000** Costo unitario directo por : m3 **39.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						

0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	23.02	5.26
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	14.30	32.69
						37.95

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.95	1.14
						1.14

Partida **03.04** **RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO**

Rendimiento	m3/DIA	5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : m3	44.51	
-------------	---------------	---------------	-------------------	---------------------------------	--------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------	----------------------------	---------------	------------------	-----------------	-------------------	--------------------

Mano de Obra

0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	23.02	3.68
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	14.30	22.88
						26.56

Materiales

0201030001	GASOLINA	gal		0.1500	13.00	1.95
						1.95

Equipos

0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	día	1.0000	0.2000	80.00	16.00
						16.00

Partida **03.05** **ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día**

Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3	30.99	
-------------	---------------	----------------	--------------------	---------------------------------	--------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------	----------------------------	---------------	------------------	-----------------	-------------------	--------------------

Mano de Obra

0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	23.02	0.74
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.6400	14.30	9.15
						9.89

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.89	0.30
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	1.0000	0.3200	65.00	20.80
						21.10

Partida	04.01	CONCRETO CILOPEO PARA CIMENTACION 1:10 + 30% P.G.				
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m3	166.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	19.18	6.14
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	15.90	10.18
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	14.30	36.61
						52.93
	Materiales					
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.2286	11.50	2.63
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.4800	47.00	22.56
0207030001	HORMIGON	m3		0.8300	40.00	33.20
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.9000	17.29	50.14
						108.53
	Equipos					
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.3200	15.00	4.80
						4.80

Partida	04.02	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.				
Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m3	191.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	19.18	7.67
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	15.90	12.72
0101010005	PEON	hh	8.0000	3.2000	14.30	45.76

								66.15
		Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2		gal			0.2285	11.50	2.63
0207010005	PIEDRA MEDIANA		m3			0.4000	32.00	12.80
0207030001	HORMIGON		m3			0.8500	40.00	34.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.1800	5.00	0.90
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol			4.0000	17.29	69.16
								119.49
		Equipos						
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm		1.0000	0.4000	15.00	6.00
								6.00
Partida	04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS						
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000		Costo unitario directo por : m2	46.26	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000		0.0533	23.02	1.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000		0.5333	15.90	8.48
0101010005	PEON		hh	1.0000		0.5333	14.30	7.63
								17.34
		Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg			0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO		p2			4.8300	5.50	26.57
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16		kg			0.2600	4.70	1.22
								28.40
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	17.34	0.52
								0.52
Partida	04.04	CONCRETO FALSO PISO 1:10 e=10cm						

Rendimiento **m2/DIA** **150.0000** EQ. **150.0000** Costo unitario directo por : m2 **26.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	23.02	0.12
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1067	19.18	2.05
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	15.90	0.85
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.4267	14.30	6.10
9.12						
Materiales						
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0200	44.92	0.90
0207030001	HORMIGON	m3		0.1200	40.00	4.80
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0300	5.00	0.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.6000	17.29	10.37
16.22						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.12	0.27
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.0533	15.00	0.80
1.07						

Partida **05.01** **CONCRETO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m3 **319.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
74.18						
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50

02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida **05.02** **CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m3 **319.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18

Materiales

02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida	05.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE COLUMNAS						
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	46.26		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63		
						17.34		
	Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	4.70	0.61		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	5.50	26.57		
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16	kg		0.2600	4.70	1.22		
						28.40		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.34	0.52		
						0.52		
Partida	05.04	LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m2/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m2	89.72		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Subpartidas							
010105011802	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2	m3		0.0875	319.67	27.97		
010105011805	LADRILLO HUECO DE ARCILLA PARA TECHO ALIGERADO 30X30X15 CM	und		8.3333	2.35	19.58		
010106020103	ENCOFRADO LOSAS MACIZAS	m2		1.0500	40.16	42.17		
						89.72		
Partida	05.05	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2						

Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3	319.67
-------------	---------------	----------------	--------------------	------------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida	05.06	ENCOFRADO DE VIGAS Y CORTES	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2	46.26
---------	--------------	--	--------------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63
						17.34

Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	5.50	26.57
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16	kg		0.2600	4.70	1.22
						28.40
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.34	0.52
						0.52
Partida	05.07	CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m3	319.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	19.18	10.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.90	16.96
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.2000	14.30	45.76
						74.18
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	55.00	38.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	45.00	27.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1500	5.00	0.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.5000	17.29	146.97
						213.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.18	2.23
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.5333	35.00	18.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	6.32	3.37
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00
						32.27

Partida	05.08	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA					
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	46.26	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.02	1.23	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.90	8.48	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	14.30	7.63	
						17.34	
	Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	4.70	0.61	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	5.50	26.57	
0271050139	ALAMBRE RECOCIDO NEGRO #16	kg		0.2600	4.70	1.22	
						28.40	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.34	0.52	
						0.52	
Partida	05.09	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ.	260.0000	Costo unitario directo por : kg	5.41	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0031	23.02	0.07	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	19.18	0.59	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	15.90	0.49	
						1.15	
	Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0250	2.63	0.07	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0400	4.00	4.16	
						4.23	

		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.15	0.03
						0.03

Partida **06.01** **MURO DE ALBAÑILERIA DE SILLAR INDUSTRIAL DE CABEZA**

Rendimiento	m2/DIA	6.5000	EQ. 6.5000	Costo unitario directo por : m2	143.29	
-------------	---------------	---------------	-------------------	---------------------------------	---------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1231	23.02	2.83
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.2308	19.18	23.61
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.6154	14.30	8.80
						35.24
	Materiales					
02902500060002	SILLAR 09cm X 15cm X 26cm	und		57.6200	1.58	91.04
						91.04
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.24	1.06
						1.06
	Subpartidas					
011201010101	MORTERO DOSIFICACION 1,1/4,3 CEMENTO CAL ARENA	m3		0.0574	277.84	15.95
						15.95


Partida **06.02** **MURO DE ALBAÑILERIA DE SILLAR INDUSTRIAL DE SOGA**

Rendimiento	m2/DIA	9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2	88.99	
-------------	---------------	---------------	-------------------	---------------------------------	--------------	--

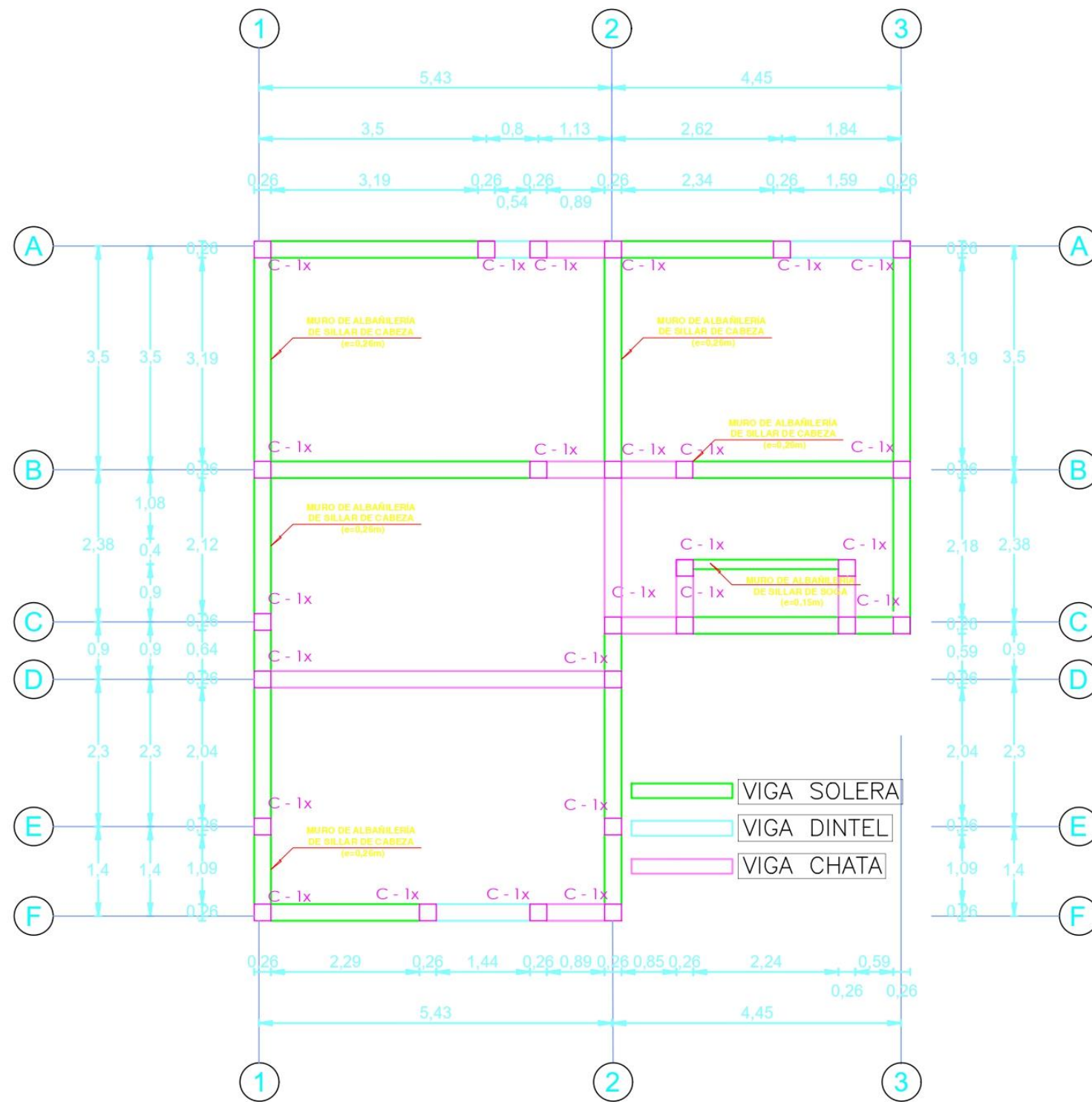
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	23.02	2.05
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	19.18	17.05
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4444	14.30	6.35

						25.45
	Materiales					
02902500060002	SILLAR 09cm X 15cm X 26cm	und	34.6300	1.58	54.72	54.72
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	25.45	0.76	0.76
	Subpartidas					
011201010101	MORTERO DOSIFICACION 1,1/4,3 CEMENTO CAL ARENA	m3	0.0290	277.84	8.06	8.06



The logo of the Universidad Católica Santa María is centered in the background. It features a shield with a cross at the top, two open books on either side, and a central figure. The shield is surrounded by a banner with the text 'UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA' and a smaller banner at the bottom with the year '1961'.

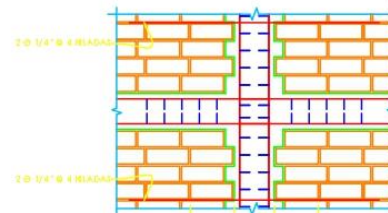
ANEXO 20: PLANOS ESTRUCTURALES DE VIVIENDA CON MUROS DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR INDUSTRIAL.



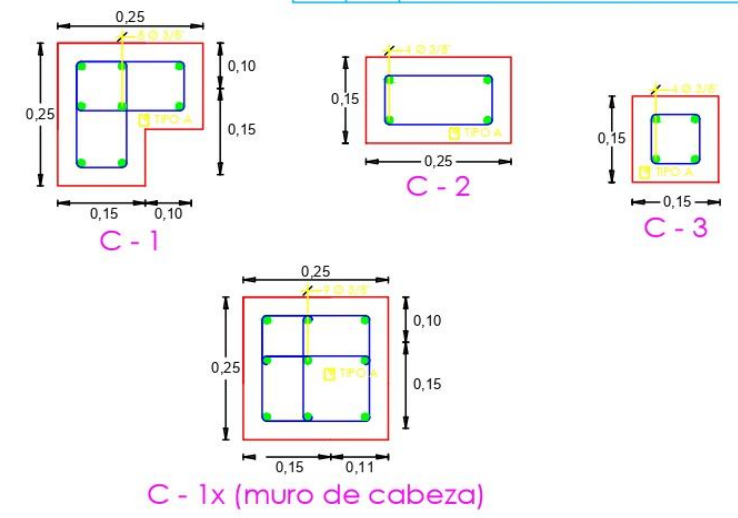
PLANTA 1ER PISO

ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS - ESPECIFICACIONES GENERALES

- EL TIPO DE OBRERA DEBE SER CAUCUCADA.
- LOS ALBOS DEBE CONFECCIONAR A FONDO Y EN SECA, NO SE ADMITIRÁ COBERTA LA HIGIENE DEL SUELO ESCRIBIENDO.
- TODAS LAS JUNTAS ENTRE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA VERTICALES Y HORIZONTALES QUEDARÁN COMPLETAMENTE LLENAS DE MORTERO.
- EL ESPESOR MÍNIMO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEBE SER DE 130 mm Y MÁXIMO 130 mm. EN CASO DE QUE LAS UNIDADES ASERENEN O COMBINEN ESPESOR HORIZONTAL O VERTICAL MÍNIMO DE LA UNIDAD DEBEN SUPERAR LOS 130 mm DE LA BARRA.
- SE MANTENDRÁ EL TIEMPO DE MÓDULO MÍNIMO EN EL ESPESOR DEL AGUA QUE SE FUEBA MÁS EXPOSADO, POR UNA SOLA VEZ. EL PLAZO DEL EMPLEADO NO EXCEDERÁ AL DE LA PENSA (MÁS DEL CUBIERTO).
- LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SE ASESARÁN CON LAS SUPERFICIES SUAVES DE ROSO Y EN AGUA USEN. EL ASESADO SE REALIZARÁ PROVISIONALMENTE EN LAS UNIDADES DE MANOBRAS.
- PARA EL ASESADO DE LA FRASEA HECHA LA SUPERFICIE DE CONCRETO O DE SERVIDA DE ASESADO DEBEN O SER MÓDULO, SEGÚN SEA EL CASO, SE PREPARARÁ CON LA ESPESOR DE 10 mm QUE QUEDA EXPOSADO, LUEGO DE IMPACTAR DE ROSO O OTRO MATERIAL SUO Y DE LA HIGIENE. ANTES DE ASESAR LA FRASEA HECHA.
- EN CASO DE ENCONTRARSE EN MODO CONTINUO A JARDINES O TERRENOS INFERIORES A UNIDAD O SEGUNDO O CUALQUIER, SE DEBERÁ APUNTA ASESADO IMPERMEABILIZANTE AL IMPACTO IMPRESO DEL MURO, ASÍ COMO A LA SUPERFICIE DE ASESAMIENTO DE LA FRASEA HECHA.
- NO SE ASESARÁ MÁS DE 130 mm DE ALBAÑILERÍA EN UNA JORNADA DE TRABAJO. SE RECOMIENDA CERRAR A MEDIA ALTA LAS JUNTAS VERTICALES DEL MÓDULO DE LA UNIDAD HECHA ASESADA EN FRASEA FORMADA DETERMINADO.
- EN TODO EL MÓDULO DE LA ESTRUCTURA SE DEBE COLOCAR A SESO SEGÚN DISEÑO DE FANDEO O NO MÁS DE 12 mm VIGA COLAR.



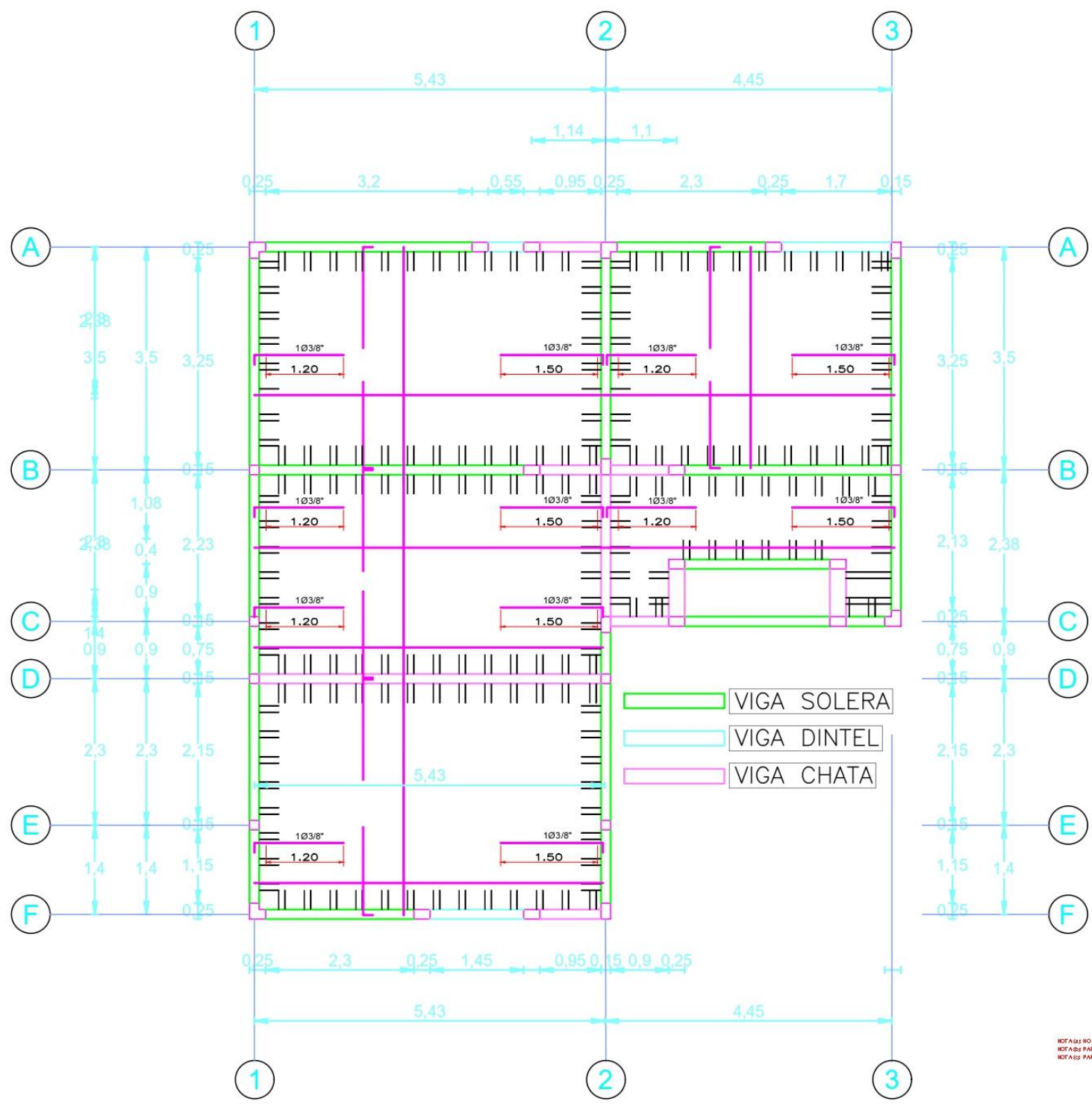
CUADRO ESTRIBOS - COLUMNAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
A	1/4"	1 @ 02,5 @ 10; Resto @ .25 en c./extremo



ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR PARA VIVIENDA ESC 1:75

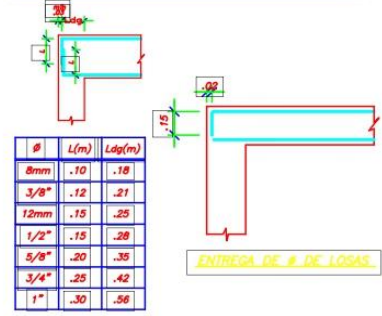
PLANO ESTRU. 1ER PISO

E-01



1ra, 2da y 3ra PLANTA

DETALLES PARA LOSAS

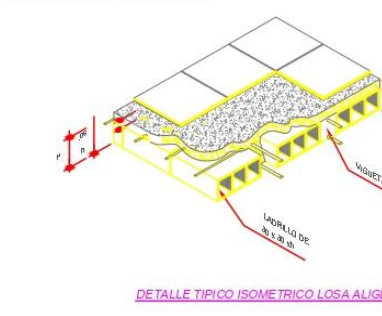


DETALLE DE GANCHO ESTANDAR



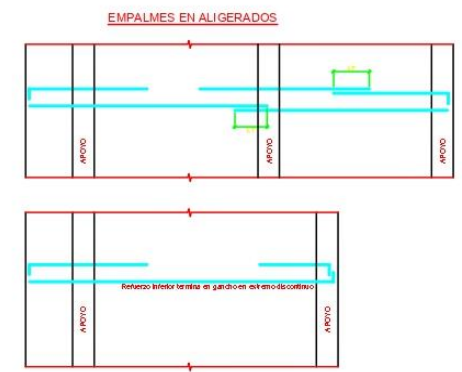
DETALLE DE GANCHO ESTANDAR Y DIÁMETRO MÍNIMO DE DOBLADO

Ø	L(mm)	Ø(mm)	200 kg/cm ²	250 kg/cm ²
8mm	10	4.4	.15	.16
3/8"	12	5.8	.21	.19
12mm	15	7.3	.27	.23
1/2"	16	7.7	.30	.26
5/8"	20	9.4	.36	.31
3/4"	22	11.5	.42	.37
1"	31	16.3	.56	.49

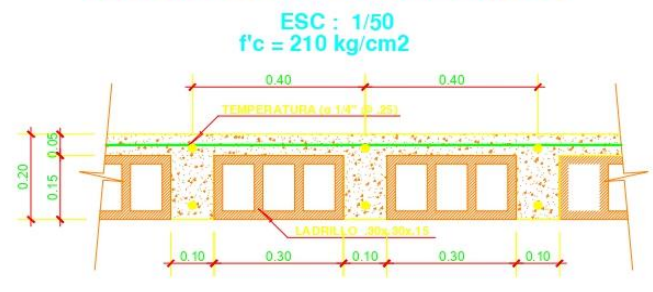


Ø	Longitud de desarrollo (mm)	Longitud de empalme por traspase (m) (C) Clases A	Longitud de empalme por traspase (m) (C) Clases B
8mm	36	30	30
12mm	43	37	43
1/2"	46	40	46
5/8"	55	45	55

NOTA: NO EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL ÁREA TOTAL EN UNA MISMA SECCIÓN.
 NOTAS: PARA BARRAS DE REFUERZO NEGATIVO EL EMPALME SE HARA CERCA O EN LA MITAD DEL TRAMO.
 NOTAS: PARA BARRAS DE REFUERZO POSITIVO EL EMPALME SE HARA CERCA DE EL VISO.



DETALLE TÍPICO DE ALIGERADO

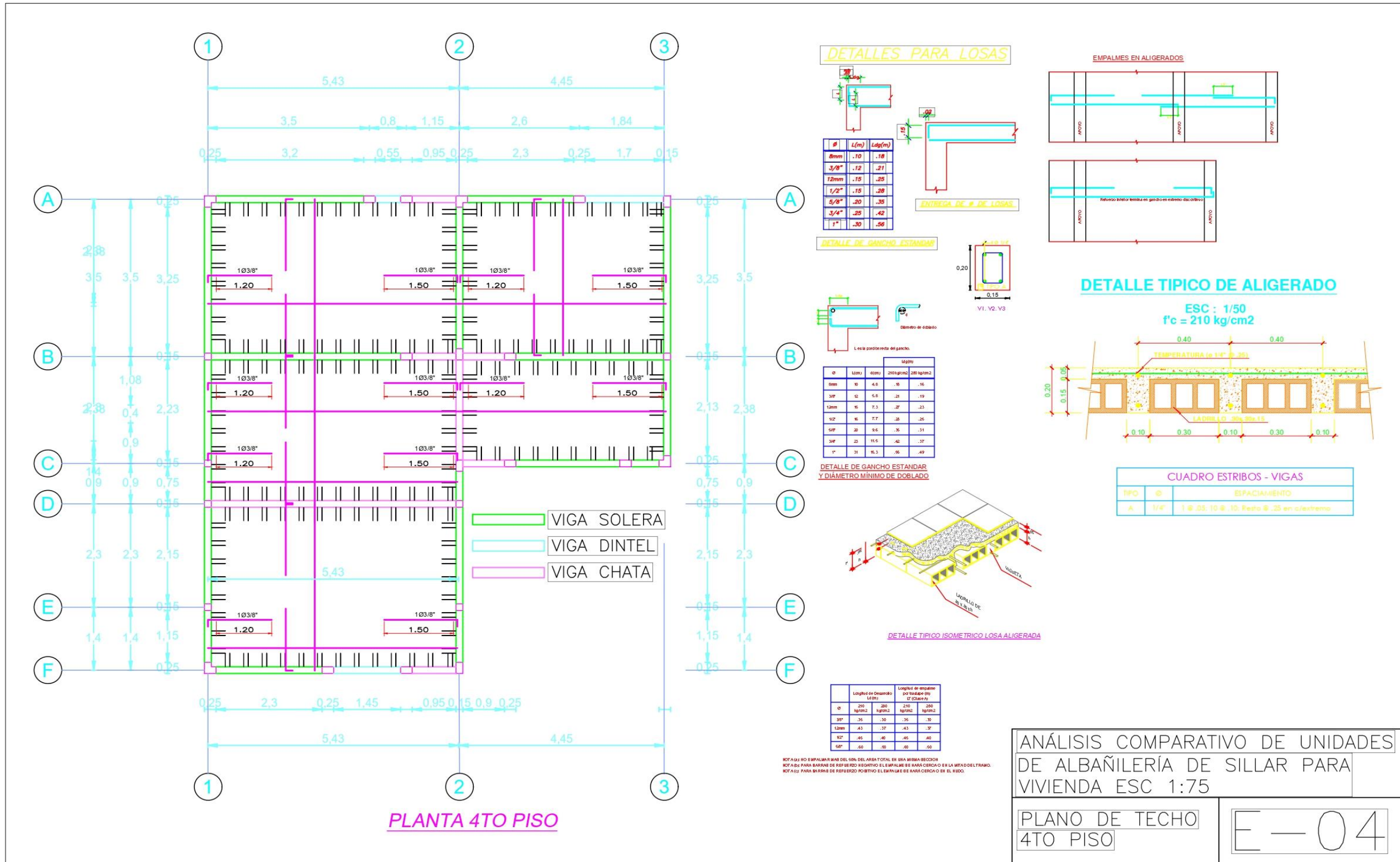


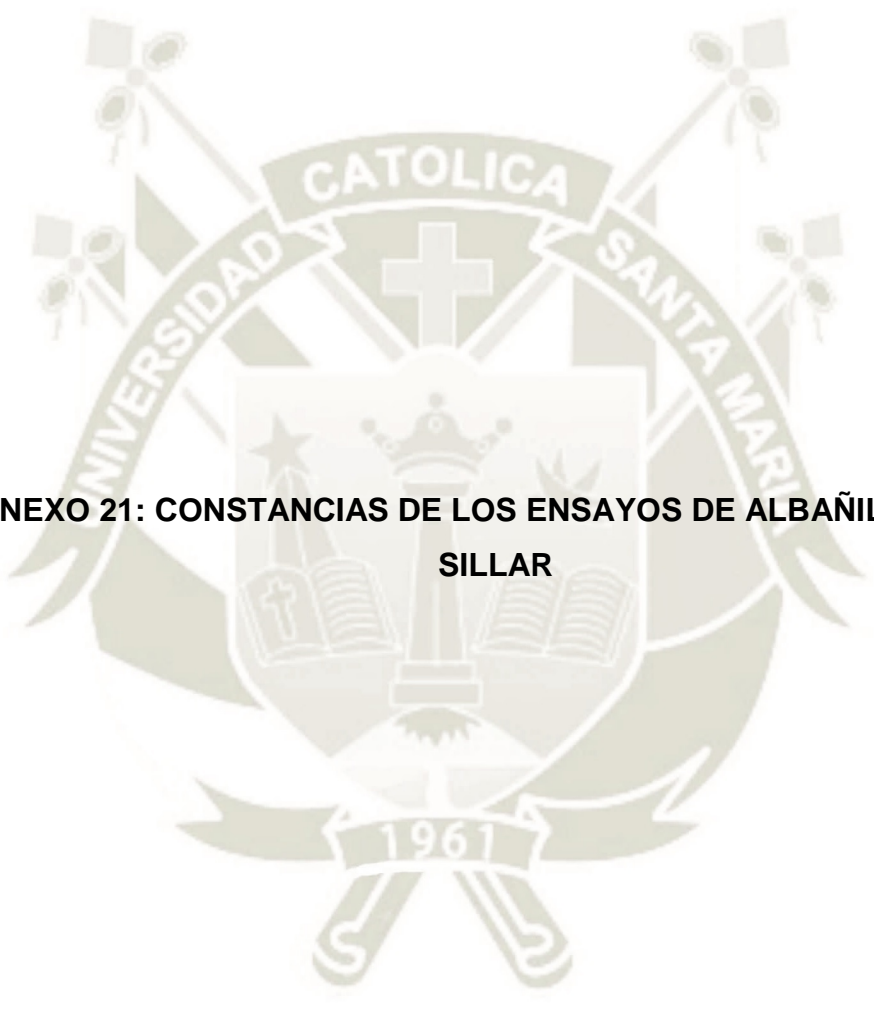
CUADRO ESTRIBOS - VIGAS

TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
A	1/4"	1 @ .05, 10 @ .10, Pecho @ .25 en c/cabezo

ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE SILLAR PARA VIVIENDA ESC 1:75

PLANO DE TECHOS 1ER, 2DO Y 3ER PISO E-03





**ANEXO 21: CONSTANCIAS DE LOS ENSAYOS DE ALBAÑILERIA DE
SILLAR**



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el (los) Señor(es) Bachiller(es) en Ingeniería Civil:

SALVADOR PATRICIO BEJARANO PERALTILLA (COD - 2013601491)

FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA (COD - 2008702331)

Han realizado los ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondientes a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERÍA PARA VIVIENDA"

Los ensayos efectuados por los señores Bachilleres fueron los siguientes:

DESCRIPCIÓN	C.U al 25%	CANTIDAD	TOTAL
Compresión de Probetas de Concreto de 2"(cubos de mortero)	3.75	15.00	56.25
Dimensionamiento	7.50	30.00	225.00
Alabeo	7.50	30.00	225.00
Densidad	31.25	3.00	93.75
Absorción de Unidades	18.75	15.00	281.25
Succión	18.75	15.00	281.25
Compresión de Unidades de Ladrillo (compresión axial)	31.25	9.00	281.25
Compresión de Unidades de Ladrillo (Tracción por flexión)	31.25	9.00	281.25
Compresión de Unidades de Ladrillo (tracción indirecta)	31.25	9.00	281.25
Compresión de Pilas (Incluye Armado)	43.75	3.00	131.25
TOTAL			2137.50

El costo total de los ensayos realizados asciende a: S/. 2,137.50

El costo cancelado por dichos ensayos asciende a: S/. 500.00* (Comprobante BO17-00001730)

*Según autorización de la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre el **06/07/18** y el **28/09/18**.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para continuidad en el trámite de titulación.

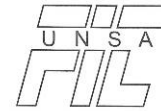
Arequipa, 06 De diciembre Del 2018

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Alejandro Hidalgo Valdivia
Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE TODOS LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC-PAICA - CAMPUS-PARQUE INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Arca Ingenierías



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERIA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
Construido con Unidades de Albañilería, de 9x15x26 cm.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 10.
EXPEDIENTE 269-7

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	AREA A (cm ²)	PRESION v'm (kg/cm ²)	PRESION v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M1 - SP1	20/07/2018	22/08/2018	33	61.4	61.7	15.1	10979	929.41	8.35	0.82
M1 - SP2	20/07/2018	22/08/2018	33	61.6	61.5	15.1	13549	929.41	10.31	1.01
M1 - SP3	20/07/2018	22/08/2018	33	61.4	61.3	15.0	7475	920.25	5.74	0.56

Promedio X = 8.13 kg/cm²
Desviación Estandar S = 2.29 kg/cm²
v'm = 5.84 kg/cm²

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

v'm =	5.84 kg/cm ²
v'm =	0.57 MPa

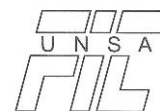
NOTA:

- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil
Ing. Lucio Gamero Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierías



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERIA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
Construido con Unidades de Albañilería, de 9x15x26 cm.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 10.
EXPEDIENTE 269-8

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	AREA A (cm ²)	PRESION v'm (kg/cm ²)	PRESION v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M2 - SP1	20/07/2018	23/08/2018	34	61.1	61.3	15.2	9110	930.24	6.92	0.68
M2 - SP2	20/07/2018	23/08/2018	34	61.5	61.6	15.1	15418	929.41	11.73	1.15
M2 - SP3	20/07/2018	23/08/2018	34	61.4	61.3	14.9	13783	914.12	10.66	1.05

Promedio X = 9.77 kg/cm²
Desviación Estandar S = 2.52 kg/cm²
v'm = 7.25 kg/cm²

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

v'm =	7.25 kg/cm ²
v'm =	0.71 MPa

NOTA:

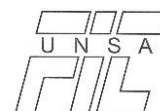
- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil
Lucio Gamero Huarcaya
Ing. Lucio Gamero Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierías



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERIA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
Construido con Unidades de Albañilería, de 9x15x26 cm.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 10.
EXPEDIENTE 269-9

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	AREA A (cm ²)	PRESION v'm (kg/cm ²)	PRESION v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M2 - SP1	20/07/2018	23/08/2018	34	61.3	61.2	15.2	7475	931.00	5.68	0.56
M2 - SP2	20/07/2018	23/08/2018	34	61.3	61.8	15.1	12848	929.41	9.77	0.96
M2 - SP3	20/07/2018	23/08/2018	34	60.8	61.6	15.1	13082	924.12	10.01	0.98

Promedio X = 8.49 kg/cm²
Desviación Estandar S = 2.44 kg/cm²
v'm = 6.05 kg/cm²

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

v'm =	6.05 kg/cm ²
v'm =	0.59 MPa

NOTA:

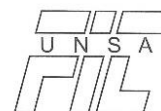
- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil

Lucio Gamero Huaracaya
Ing. Lucio Gamero Huaracaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Arca Ingenierías



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERIA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
Construido con Unidades de Albañilería, de 13x18x26 cm.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 10.
EXPEDIENTE 269-4

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	AREA A (cm2)	PRESION v'm (kg/cm2)	PRESION v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M1 - SM1	20/07/2018	22/08/2018	33	59.4	59.5	18.0	11914	1070.10	7.87	0.77
M1 - SM2	20/07/2018	22/08/2018	33	59.1	59.6	18.0	14717	1068.30	9.74	0.96
M1 - SM3	20/07/2018	22/08/2018	33	59.5	60.3	17.9	17053	1072.21	11.24	1.10

Promedio X = 9.62 kg/cm2
Desviación Estandar S = 1.69 kg/cm2
v'm = 7.93 kg/cm2

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica
v'm = 7.93 kg/cm2
v'm = 0.78 MPa

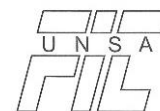
NOTA:

- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil
Ing. Lucio Gansero Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierías



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERIA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
Construido con Unidades de Albañilería, de 13x18x26 cm.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 10.
EXPEDIENTE 269-5

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	AREA A (cm2)	PRESION v'm (kg/cm2)	PRESION v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M2 - SM1	20/07/2018	22/08/2018	33	59.4	59.7	18.0	11680	1071.90	7.70	0.76
M2 - SM2	20/07/2018	22/08/2018	33	59.5	59.4	17.9	11447	1064.16	7.60	0.75
M2 - SM3	20/07/2018	23/08/2018	34	59.4	59.5	18.0	14016	1070.10	9.26	0.91

Promedio X = 8.19 kg/cm2
Desviación Estandar S = 0.93 kg/cm2
v'm = 7.26 kg/cm2

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica
v'm = 7.26 kg/cm2
v'm = 0.71 MPa

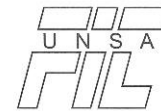
NOTA:

- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil
Ing. Lucía Gamero Huaracaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERIA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
Construido con Unidades de Albañilería, de 13x18x26 cm.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 10.
EXPEDIENTE 269-6

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pti (kg)	AREA A (cm2)	PRESION v'm (kg/cm2)	PRESION v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M3 - SM1	20/07/2018	23/08/2018	34	59.4	59.3	18.0	14717	1068.30	9.74	0.96
M3 - SM2	20/07/2018	23/08/2018	34	59.7	59.3	18.0	14016	1071.00	9.25	0.91
M3 - SM3	20/07/2018	23/08/2018	34	59.4	59.6	18.2	14483	1082.90	9.46	0.93

Promedio X = 9.48 kg/cm2
Desviación Estandar S = 0.24 kg/cm2
v'm = 9.24 kg/cm2

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

v'm = 9.24 kg/cm2
v'm = 0.91 MPa

NOTA:

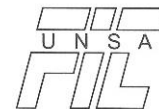
- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil
Lucio Gamero Huaracaya
Ing. Lucio Gamero Huaracaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERIA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
Construido con Unidades de Albañilería, de 16x24x30 cm.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 10.
EXPEDIENTE 269-

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	AREA A (cm ²)	PRESION v'm (kg/cm ²)	PRESION v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M1 - SG1	20/07/2018	22/08/2018	33	69.9	70.0	24.0	17987	1678.80	7.58	0.74
M1 - SG2	20/07/2018	22/08/2018	33	69.9	70.1	24.1	14717	1687.00	6.17	0.60
M1 - SG3	20/07/2018	22/08/2018	33	69.7	70.0	24.1	15418	1683.39	6.48	0.64

Promedio X = 6.74 kg/cm²
Desviación Estandar S = 0.74 kg/cm²
v'm = 6.00 kg/cm²

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

v'm =	6.00 kg/cm ²
v'm =	0.59 MPa

NOTA:

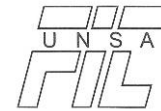
- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil

Lucio Gamaro Huarcaya
Ing. Lucio Gamaro Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierías



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERIA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
Construido con Unidades de Albañilería, de 16x24x30 cm.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 10.
EXPEDIENTE 269-2

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	AREA A (cm2)	PRESION v'm (kg/cm2)	PRESION v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M2 - SG1	20/07/2018	23/08/2018	34	69.9	70.2	24.1	19389	1688.21	8.12	0.80
M2 - SG2	20/07/2018	23/08/2018	34	70.2	70.2	24.2	16352	1698.84	6.81	0.67
M2 - SG3	20/07/2018	23/08/2018	34	70.0	70.1	24.0	15885	1681.20	6.68	0.66

Promedio X = 7.20 kg/cm2
Desviación Estandar S = 0.80 kg/cm2
v'm = 6.40 kg/cm2

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica
v'm = 6.40 kg/cm2
v'm = 0.63 MPa

NOTA:

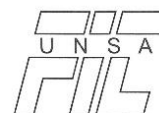
- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil

Lucio Gaspero Huarcaya
Ing. Lucio Gaspero Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 45873



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DIAGONAL DE MURETE

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZUÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERIA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 MURETES DE ALBAÑILERIA
 Construido con Unidades de Albañilería, de 16x24x30 cm.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
 NTP 399.621 - 2004
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 10.
EXPEDIENTE 269-3

MUESTRA N°	FECHA DE FABRICAC.	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	LARGOS		ESPESOR (cm)	CARGA APLICADA Pu (kg)	AREA A (cm2)	PRESION v'm (kg/cm2)	PRESION v'm (MPa)
				L1 (cm)	L2 (cm)					
M3 - SG1	20/07/2018	23/08/2018	34	70.0	70.2	24.1	18455	1689.41	7.72	0.76
M3 - SG2	20/07/2018	23/08/2018	34	70.0	70.1	24.1	18455	1688.21	7.73	0.76
M3 - SG3	20/07/2018	23/08/2018	34	70.2	69.6	24.1	18455	1684.59	7.75	0.76

Promedio X = 7.73 kg/cm2
 Desviación Estandar S = 0.01 kg/cm2
 v'm = 7.72 kg/cm2

Corrección por Edad (28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

v'm = 7.72 kg/cm2

v'm = 0.76 MPa

NOTA:

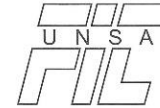
- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil

Lucio Camero Huarcaya
Ing. Lucio Camero Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZÚÑIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERÍA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 PILAS DE ALBAÑILERIA DE SILLAR
Construido con Unidades de Albañilería de 26 x 18 x 13cm., sólidos.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.605 - 2003
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 12.
EXPEDIENTE 260-

ESPECIFICACION DE MUESTRA	FECHA DE FABRIC.	FECHA DE ENSAYO	EDAD dias	CARGA kg	AREA BRUTA cm2	ESFUERZO DE ROTURA f _m = kg/cm2	CORRECCION ESBELTEZ	f _m = kg/cm2 CORREGIDO	f _m = MPa CORREGIDO
PS - M1	20/07/18	27/08/18	38	23814	469.80	50.69	0.78	39.54	3.88
PS - M2	20/07/18	27/08/18	38	20865	470.60	44.34	0.77	34.14	3.35
PS - M3	20/07/18	27/08/18	38	20412	472.41	43.21	0.77	33.27	3.26

Promedio X = 35.65 kg/cm2
Desviación Estandar S = 3.39
f_m = 32.26 kg/cm2

Corrección por Edac (>28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

f _m = 32.26 kg/cm2
f _m = 3.16 MPa

NOTA:

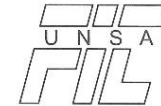
- La muestra fué colocada en el Laboratorio por el solicitante
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil
Luis Gamero Huarcaya
Ing. Luis Gamero Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA

SOLICITA FRANSHESCO JEANPIER MENDOZA ZÚNIGA
OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNIDADES DE SILLAR EN MUROS DE ALBAÑILERÍA PARA VIVIENDA
LOCALIZACION AREQUIPA
MATERIAL 03 PILAS DE ALBAÑILERIA DE SILLAR
Construido con Unidades de Albañilería de 30x24x16cm., sólidos.
NORMA NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
NTP 399.605 - 2003
FECHA AREQUIPA, 2018 SETIEMBRE 12.
EXPEDIENTE 260-2

ESPECIFICACION DE MUESTRA	FECHA DE FABRIC.	FECHA DE ENSAYO	EDAD días	CARGA kg	AREA BRUTA cm2	ESFUERZO DE ROTURA f'm = kg/cm2	CORREC. CION ESBELTEZ	f'm = kg/cm2 CORREGIDO	f'm = MPa CORREGIDO
PS - G1	20/07/18	27/08/18	38	28803	717.00	40.17	0.76	30.53	2.99
PS - G2	20/07/18	27/08/18	38	31298	717.60	43.61	0.76	33.14	3.25
PS - G3	20/07/18	27/08/18	38	33113	717.60	46.14	0.76	35.07	3.44

Promedio X = 32.91 kg/cm2
Desviación Estandar S = 2.28
f'm = 30.64 kg/cm2
Corrección por Edac (>28 días) F = 1.00

Resistencia de la Albañilería Característica

f'm = 30.64 kg/cm2
f'm = 3.00 MPa

NOTA:
- La muestra fué colocada en el Laboratorio por el solicitante
- Los datos de origen y las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el solicitante

LABORATORIO DE CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil

Lucio Gamero Huarcaya
Ing. Lucio Gamero Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873