

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DE BLOQUES DE
HORMIGÓN ELABORADO CON AGREGADO GRUESO
RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA
CIUDAD DE ABANCAY**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
BACH. VERÁSTEGUI MINAYA, EDWARD ELÍAS

ASESORA: MG. ING. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET

LIMA-PERÚ

2019

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada a mis padres que son las personas ejemplo de vida y a mis hermanos que son la motivación de superarme cada día más.

Frank Jhosep Quispe Arce

Este trabajo está dedicado con todo mi cariño a mis padres Gonzalo y Aurelia, para mi familia, para mis abuelos; de manera especial a mi esposa Jessica y mis preciosas Mariana y Mikaela; quienes han puesto toda su confianza para lograr un objetivo más en mi vida.

Edward Verástegui Minaya

Agradecimiento

A nuestra asesora la Mg. Ing.
Liliana Janet Chavarría Reyes, por
su constante apoyo y consejo

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Importancia y Justificación de la investigación	3
1.5 Limitaciones de la investigación	4
1.6 Viabilidad de la investigación	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	5
2.1 Marco Histórico	5
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	6
2.2.1. En el ámbito internacional	6
2.2.2 En el ámbito nacional	10
2.3. Estructura teórica y científica	12
2.4. Definición de términos básicos	19
2.5. Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis	21
2.6. Hipótesis	22
2.6.1. Hipótesis general	22
2.6.2. Hipótesis específica	22
2.7. Variables	22
	iv

2.7.1. Variable independiente	22
2.7.2. Variable dependiente	22
2.8. Operacionalización de variables	23
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	24
3.1. Tipo, método, nivel y diseño de la investigación	24
3.2. Población y muestra	25
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.4. Descripción de procedimientos para la recolección de datos	30
CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	31
4.1. Análisis e interpretación de los agregados	31
4.1.1. Propiedades del agregado fino	31
4.1.2. Propiedades del agregado grueso	49
4.1.3. Propiedades del agregado grueso patrón:	67
4.1.3.1. Peso unitario del agregado grueso patrón	71
4.1.3.2. Peso específico y absorción	74
4.1.3.3. Resistencia al desgaste del agregado patrón.	78
4.1.4. Diseño de mezclas.	83
4.1.4.1. Diseño de mezclas para la relación A/C = 0.40	84
4.1.4.2. Diseño de mezclas para una relación A/C = 0.55	87
4.1.4.3. Diseño de mezclas para una relación A/C =0.70	90
4.1.5. Propiedades físicas y mecánica de bloques de concreto	93
4.1.5.1. Medida del tamaño (NTP 399.600):	94
4.1.5.2. Resistencia a la compresión (NTP 399.604)	97
4.1.5.3. Ensayo de absorción (NTP 3993.600)	106
4.1.5.4. Ensayo de peso unitario de bloques (NTP 399.600)	111
4.2. Contrastación de hipótesis	115

4.2.1. Contrastación de la primera hipótesis	115
4.2.2 Contrastación de la segunda hipótesis	138
4.3 Resultados de la investigación	154
4.4 Interpretación de resultados	154
4.4.1 Interpretación de resultados de resistencia a la compresión.	154
4.4.2 Interpretación de resultados de absorción.	155
4.4.3 Interpretación de resultados de peso unitario.	155
4.5.Discusión	156
CONCLUSIONES	158
RECOMENDACIONES	160
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	161
ANEXOS	163
Anexo 1: Matriz de consistencia	164
Anexo 2: Certificado de calibración prensa del equipo	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	23
Tabla 2: Numero de especímenes para los ensayos de resistencia a la compresión.	25
Tabla 3: Numero de especímenes para la absorción y peso unitario	25
Tabla 4: Limites del agregado fino	31
Tabla 5: Granulometría del agregado fino – Muestra 1.	32
Tabla 6: Granulometría del agregado fino – Muestra 2.	33
Tabla 7: Granulometría del agregado fino – Muestra 3	34
Tabla 8: Promedio de módulo de finura del Agregado Fino.	35
Tabla 9: Peso unitario del Agregado Fino – Muestra 1	37
Tabla 10: Peso unitario del Agregado Fino – Muestra 2	38
Tabla 11: Peso unitario del Agregado Fino – Muestra 3	39
Tabla 12: Promedio de peso unitario del agregado fino.	40
Tabla 13: Contenido de humedad del agregado fino – Muestra 1.	41
Tabla 14: Contenido de humedad del agregado fino – Muestra 2.	41
Tabla 15: Contenido de humedad del agregado fino – Muestra 3.	42
Tabla 16: Promedio de contenido de humedad del agregado fino.	42
Tabla 17: Material que pasa la malla N°200 – Muestra 1	43
Tabla 18: Material que pasa la malla N°200 - Muestra 2.	44
Tabla 19: Material que pasa la malla N°200 – Muestra 3	44
Tabla 20: Promedio de material que pasa la malla N° 200.	45
Tabla 21: Peso específico y absorción del agregado fino – Muestra 1.	46
Tabla 22: Peso específico y absorción del agregado fino – Muestra 2.	47
Tabla 23: Peso específico y absorción del agregado fino – Muestra 3	48
Tabla 24: Promedio de peso específico y absorción del agregado fino	49
Tabla 25: Granulometría agregado grueso reciclado –Muestra 1.	50
Tabla 26: Granulometría agregado grueso reciclado –Muestra 2.	51
Tabla 27: Granulometría agregado grueso reciclado –Muestra 3.	52
Tabla 28: Promedio del módulo de finura del agregado grueso reciclado	53
Tabla 29: Peso unitario del agregado grueso reciclado– Muestra 1.	54
Tabla 30: Peso unitario del agregado grueso reciclado– Muestra 2.	55
Tabla 31: Peso unitario del agregado grueso reciclado – Muestra 3.	56

Tabla 32: Promedio del peso unitario agregado grueso reciclado.	57
Tabla 33: Contenido de humedad agregado grueso reciclado– Muestra 1	58
Tabla 34: Contenido de humedad agregado grueso reciclado – Muestra 2.	58
Tabla 35: Contenido de humedad agregado grueso reciclado – Muestra 3.	59
Tabla 36: Promedio de contenido de humedad agregado grueso reciclado	59
Tabla 37: Peso específico agregado grueso reciclado – Muestra 1.	61
Tabla 38: Peso específico agregado grueso reciclado – Muestra 2.	62
Tabla 39: Peso específico agregado grueso reciclado – Muestra 3.	63
Tabla 40: Promedio del peso específico agregado grueso reciclado	64
Tabla 41: Resistencia al desgaste agregado grueso reciclado – Muestra 1	65
Tabla 42: Resistencia al desgaste agregado grueso reciclado – Muestra 2.	65
Tabla 43: Resistencia al desgaste agregado grueso reciclado – Muestra 3.	66
Tabla 44: Promedio de resistencia al desgaste agregado grueso reciclado	66
Tabla 45: Granulometría agregado grueso patrón – Muestra 1	67
Tabla 46: Granulometría agregado grueso patrón – Muestra 2.	68
Tabla 47: Granulometría agregado grueso patrón – Muestra 3.	69
Tabla 48: Promedio de módulo de finura del agregado grueso patrón.	70
Tabla 49: Peso unitario agregado grueso patrón – Muestra 1.	71
Tabla 50: Peso unitario agregado grueso patrón – Muestra 2	72
Tabla 51: Peso unitario agregado grueso patrón – Muestra 3.	73
Tabla 52: Promedio de peso unitario de agregado grueso patrón.	74
Tabla 53: Peso específico agregado grueso patrón – Muestra 1.	75
Tabla 54: Peso específico agregado grueso patrón – Muestra 2.	76
Tabla 55: Peso específico agregado grueso patrón – Muestra 3	77
Tabla 56: Promedio de Peso específico agregado grueso patrón.	78
Tabla 57: Resistencia al desgaste agregado grueso patrón – Muestra 1	79
Tabla 59: Resistencia al desgaste agregado grueso patrón – Muestra 3	80
Tabla 60: Promedio de resistencia al desgaste agregado grueso patrón	80
Tabla 61: Contenido de humedad del agregado grueso patrón – Muestra 1	81
Tabla 62: Contenido de humedad del agregado grueso patrón – Muestra 2	81
Tabla 63: Contenido de humedad del agregado grueso patrón – Muestra 3	82
Tabla 64: Promedio de Contenido de humedad del agregado grueso patrón.	82
Tabla 65: Características de los agregados	83
Tabla 66: Peso de los materiales para la relación a/c = 0.40.	84

Tabla 67: Diseño de mezcla agregado reciclado para la relación con A/C= 0.4 (P1).	85
Tabla 68: Diseño de mezcla agregado patrón para la relación con A/C= 0.4 (P2)	86
Tabla 69: Peso de los materiales para la relación a/c = 0.55	87
Tabla 70: Diseño de mezcla con agregado reciclado para la relación A/C= 0.55 (P3).	88
Tabla 71: Diseño de mezcla con agregado patrón para la relación A/C= 0.55 (P4)	89
Tabla 72: Peso de los materiales para la relación a/c = 0.70.	90
Tabla 73: Diseño de mezcla con agregado reciclado para la relación A/C= 0.70 (P5)	91
Tabla 74: Diseño de mezcla con agregado patrón para la relación A/C= 0.70 (P6)	92
Tabla 75: Resultados de dimensionamiento de bloques con agregado reciclado	95
Tabla 76: Resultados de dimensionamiento de bloques con agregado patrón	96
Tabla 77: Requisito de resistencia mínima	97
Tabla 78: Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días (AR)	99
Tabla 79: Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días (AR)	100
Tabla 80: Resultados de resistencia a la compresión a los 28 días (AR)	101
Tabla 81: Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días (AP)	102
Tabla 82: Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días (AP)	103
Tabla 83: Resultados de resistencia a la compresión a los 28 días (AP)	104
Tabla 84: Resultados de resistencia promedio para distintas edades y relaciones agua/cemento y su tendencia	105
Tabla 85: Resultados de absorción de bloques de concreto con agregado reciclado	108
Tabla 86: Resultados de absorción de bloques de concreto con agregado patrón	109
Tabla 87: Clasificación de los bloques según su densidad	111
Tabla 88: Resultados del peso unitario de bloques con agregado reciclado	112
Tabla 89: Resultados del peso unitario de bloques con agregado patrón	113
Tabla 90: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.	116
Tabla 91: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.	117
Tabla 92: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,70.	118
Tabla 93: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.	119
Tabla 94: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,55.	119

Tabla 95: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,70.	119
Tabla 96: Análisis de regresión para resistencia a la compresión a 7 días con diferente relación agua cemento	120
Tabla 97: Coeficientes de regresión para confiabilidad	121
Tabla 98: Análisis de correlación entre relación agua cemento y resistencia a la compresión.	122
Tabla 99: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.	123
Tabla 100: análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.	124
Tabla 101: análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,7.	124
Tabla 102: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.	126
Tabla 103: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.	126
Tabla 104: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.	126
Tabla 105: Análisis de regresión para resistencia a la compresión a 14 días con diferente relación agua cemento	127
Tabla 106: Coeficientes de regresión para confiabilidad	128
Tabla 107: Análisis de correlación entre relación agua cemento y resistencia a la compresión	129
Tabla 108: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.	130
Tabla 109: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.	131
Tabla 110: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,7.	132
Tabla 111: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.	134
Tabla 112: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,55.	134

Tabla 113: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,7.	134
Tabla 114: Análisis de regresión para resistencia a la compresión a 28 días con diferente relación agua cemento	135
Tabla 115: Coeficientes de regresión para confiabilidad	136
Tabla 116: Análisis de correlación entre relación agua cemento y resistencia a la compresión.	137
Tabla 117: Análisis de asimetría para absorción de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.	138
Tabla 118: Análisis de asimetría para absorción de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.	139
Tabla 119: Análisis de asimetría para absorción de bloques de concreto con relación agua cemento 0,7.	140
Tabla 120: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.	142
Tabla 121: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,55.	142
Tabla 122: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,7.	142
Tabla 123: Análisis de regresión para absorción de bloques de concreto con diferente relación agua cemento	143
Tabla 124: Coeficientes de regresión para confiabilidad	144
Tabla 125: Análisis de correlación entre relación agua cemento y absorción.	145
Tabla 126: Análisis de asimetría para peso unitario de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.	146
Tabla 127: Análisis de asimetría para peso unitario de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.	147
Tabla 128: Análisis de asimetría para peso unitario de bloques de concreto con relación agua cemento 0,7.	148
Tabla 129: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.	149
Tabla 130: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,55.	150

Tabla 131: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,7.	150
Tabla 132: Análisis de regresión para peso unitario de bloques de concreto con diferente relación agua cemento	151
Tabla 133: Coeficientes de regresión para confiabilidad	152
Tabla 134: Análisis de correlación entre relación agua cemento y peso unitario.	152
Tabla 135: Tabla de resultados de la investigación	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo	21
Figura 2: Tamizador eléctrico.	26
Figura 3: Juego de tamices	27
Figura 4: Balanza gramera	27
Figura 5: Balanza Hidrostática	28
Figura 6: Balanza	28
Figura 7: Maquina de compresión axial electro-hidráulica digital	29
Figura 8: Mezcladora de concreto	29
Figura 9: Proceso de trituración y clasificación de residuos de construcción	30
Figura 10: Molde de bloque de concreto	93
Figura 11: Medición de bloque de concreto	94
Figura 12: Capeo de bloques de concreto	97
Figura 13: Ensayo de compresión de bloques de concreto	98
Figura 14: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 7 días - AR	99
Figura 15: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 14 días - AR	100
Figura 16: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 28 días - AR	101
Figura 17: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 7 días - AP	102
Figura 18: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 14 días - AP	103
Figura 19: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 28 días - AP	104
Figura 20: Corte de bloque de concreto	106
Figura 21: Saturación de bloques de concreto	107
Figura 22: Grafico comparativo de absorción - AR	108
Figura 23: Grafico comparativo de absorción - AP	109
Figura 24: Grafico comparativo de tendencia de absorción con agregado patrón vs reciclado	110
Figura 25: Grafico comparativo de peso unitario - AR	112
Figura 26: Grafico comparativo de peso unitario - AP	113
Figura 27: Grafico comparativo de tendencia del peso unitario con agregado patrón vs reciclado	114
Figura 28: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.4	116

Figura 29: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.55	117
Figura 30: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.70	118
Figura 31: Línea de tendencia para resistencia a la compresión vs relación agua cemento	121
Figura 32: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.40	123
Figura 33: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.55	124
Figura 34: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.70	125
Figura 35: Línea de tendencia para resistencia a la compresión vs relación agua cemento	128
Figura 36: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.4	131
Figura 37: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.55	132
Figura 38: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.7	133
Figura 39: Línea de tendencia para resistencia a la compresión vs relación agua cemento	136
Figura 40: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.4	139
Figura 41: Curva de asimetría de los resultados de absorción con relación agua cemento 0.55	140
Figura 42: Curva de asimetría de los resultados de absorción con relación con agua cemento 0.7	141
Figura 43: Línea de tendencia para absorción vs relación agua cemento	144
Figura 44: Curva de asimetría de los resultados de peso unitario con relación agua cemento 0.40	147
Figura 45: Curva de asimetría de los resultados de peso unitario con relación agua cemento 0.55	148

Figura 46: Curva de asimetría de los resultados de peso unitario con relación agua cemento 0.70	149
Figura 47: Línea de tendencia para peso unitario vs relación agua cemento	151

RESUMEN

En la presente tesis se usó una metodología de la investigación de tipo cuantitativa, con un diseño de tipo experimental y con un nivel de estudio explicativo.

El objetivo de la presente tesis, es realizar un diseño de mezclas con agregado grueso reciclado, a fin de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto.

La presente investigación se basó en un principio de utilización de materiales reciclados de limitado uso en nuestro entorno. Aprovechando la cantidad de residuos provenientes de la construcción y que existe un mercado para productos que cumplan con la optimización de un recurso del que puede tener beneficios tanto ambientales como económicos. Se quiere lograr un producto que logre cumplir con las expectativas a nivel de ingeniería y de investigación.

El agregado grueso reciclado se obtuvo de la trituración de residuos de construcción. Luego se analizaron las características físicas y granulométricas de estos para realizar diseños de mezcla de concreto con agregado reciclado y diferentes relaciones agua cemento con el fin de determinar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto. En los ensayos de resistencia a la compresión se evaluó a los 7, 14 y 28 días. En cambio, para la absorción y peso unitario se analizó a los 14 días.

Se concluyó que la resistencia a la compresión con agregado reciclado es inferior al concreto con agregado patrón. Caso contrario sucede en la absorción, sin embargo, para los diseños con relaciones agua/cemento 0.40 y 0.55 cumplen en todos sus ensayos con los límites de absorción y resistencia a la compresión indica la NTP 399.604. En el caso del peso unitario se verifica un aligeramiento de los bloques de concreto con agregados reciclados.

Palabras Clave: Bloques de concreto, agregado patrón, agregado reciclado, resistencia a la compresión, absorción y peso unitario

ABSTRACT

In the present thesis a quantitative type research methodology was used, with an experimental type design and with an explanatory level of study.

The objective of this thesis is to make a design of mixtures with recycled coarse aggregate, in order to improve the physical and mechanical properties of concrete blocks.

This research was based on a principle of using recycled materials of limited use in our environment. Taking advantage of the amount of waste from construction and that there is a market for products that meet the optimization of a resource that can have both environmental and economic benefits. We want to achieve a product that manages to meet the expectations at the engineering and research level.

The recycled coarse aggregate was obtained from the crushing of construction waste. Then the physical and granulometric characteristics of these were analyzed to make concrete mix designs with recycled aggregate and different water cement ratios in order to determine the physical and mechanical properties of concrete blocks. In compression resistance tests, it was evaluated at 7, 14 and 28 days. In contrast, for absorption and unit weight it was analyzed at 14 days.

It was concluded that the compressive strength with recycled aggregate is inferior to concrete with standard aggregate. Otherwise, it happens in absorption, however, for designs with water / cement ratios 0.40 and 0.55 they comply with all the limits of absorption and compressive strength indicated in NTP 399.604. In the case of the unit weight, a lightening of the concrete blocks with recycled aggregates is verified

Keywords: Concrete blocks, standard aggregate, recycled aggregate, compressive strength, absorption and unit weight

INTRODUCCIÓN

El proyecto de tesis “Propiedades físicas - mecánicas de bloques de hormigón elaborado con agregado reciclado de residuos de construcción en la ciudad de Abancay” consiste en estudiar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto usando en su preparación agregados reciclados obtenido de la trituración de residuos de construcción.

La presente tesis se divide en las siguientes partes:

En el capítulo 1, se describió el planteamiento del problema, objetivos, la justificación y viabilidad de la investigación. El bloque de concreto con agregado reciclado es poco usado en la actualidad de nuestro país, por ello tenemos como objetivo general realizar el diseño de mezcla para bloques de concreto.

En el capítulo 2, se desarrolló el marco teórico en dónde se profundiza con la ayuda de antecedentes, definiciones con las cuales podemos dar a conocer con mayor alcance los conceptos relacionados al tema de investigación planteadas. Apoyándonos en diversas fuentes para poder tener un mayor respaldo. Además, formulamos la hipótesis general con la hipótesis específica.

En el capítulo 3, se realizó el diseño metodológico, donde definimos el tipo y nivel de la investigación, el método y el diseño empleado en la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección y procesamiento del análisis de datos, identificamos las variables dependiente e independiente de la investigación.

En el capítulo 4, se desarrolló la presentación de resultados y contrastación de la hipótesis de la investigación el cual explica las propiedades de los agregados obtenidas por medio de ensayos basados en las normas técnicas y el diseño de mezcla para los bloques de concreto.

En el capítulo 5, se desarrolló la discusión, conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

A nivel mundial el concreto es el material de construcción más utilizado, en consecuencia, la cantidad residuos de concreto son predominantes generando así un problema ambiental grave.

En la ciudad de Abancay se ha podido presenciar el mal empleo de los residuos de construcción debido a que en su gran mayoría son desplazados a botaderos informales los cuales se acumulan en los márgenes de ríos. Además, esta ciudad se ve afectada por la explotación de canteras para la obtención de agregados teniendo como consecuencia la degradación del suelo y el deterioro paisajístico.

Los residuos de construcción pueden ser reciclados como agregados en la elaboración de concreto, morteros y elementos prefabricados. Uno de los caminos para incentivar el uso de estos tipos de concreto, es determinar las propiedades físicas-mecánicas del producto final. De ahí los elementos prefabricados con agregados reciclados de toda índole se vuelven llamativos para la investigación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida al realizar un diseño de mezclas de concreto con agregado reciclado influyen en las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿En qué medida la relación agua cemento influyen en la resistencia a la compresión de los bloques de concreto con agregado reciclado?
- b. ¿En qué medida la relación agua cemento influye en la absorción y peso unitario de los bloques de concreto?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Realizar un diseño de mezclas de concreto con agregado reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Determinar la relación agua cemento para aumentar la resistencia a la compresión de los bloques de concreto con agregados reciclados.
- b. Determinar la relación agua cemento para reducir la absorción y peso unitario de los bloques de concreto con agregado reciclado.

1.4 Importancia y Justificación de la investigación

La presente investigación estudia los bloques de concreto, que reemplaza dentro de su composición los agregados vírgenes por agregados reciclados obtenidos de la trituración de residuos de construcción en la ciudad de Abancay. Usar agregado reciclado es una manera efectiva de reducir botaderos de desmonte y evitar la contaminación de los suelos. Además, permite la sustitución de la materia prima (agregado grueso) y reduce el impacto ambiental por la explotación de recursos naturales.

Los bloques de concreto son ideales para realizar la presente investigación debido a que son elementos de uso común y presentan moldes de alta precisión.

La investigación tiene como propósito determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques para luego verificar si cumplen con la normativa peruana.

1.5. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones consideradas para la presente investigación son las siguientes:

- Los residuos de construcción a triturar son provenientes de probetas de concreto.
- Se usará como agregado reciclado solo al agregado grueso, debido a que el agregado fino reciclado no cumple con las especificaciones técnicas establecidas en la norma NTP 400.012. Además, el agregado grueso es confitillo y no pertenece a ningún huso granulométrico.
- Las probetas de concreto se trituraron en una chancadora primaria (tipo quijada) y secundaria (tipo cónica). Después de ser triturado por estas dos chancadoras se clasificó mediante la zaranda vibratoria.
- El molde de bloque empleado es de tipo no estructural que son usadas para tabiquería y cercos perimétricos. Además, este molde es unitario y manual.

1.6. Viabilidad de la investigación

El desarrollo de la presente investigación se hace viable al cumplir con los requisitos que establecen las Normas Técnicas Peruanas (NTP 399.600 , 399.602 y 399.604) y las normas establecidas por la *American Society for Testing and Materials* (ASTM) que brindan los lineamientos para realizar la siguiente investigación.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Histórico

El empleo de los agregados reciclados inicia en los tiempos posteriores a la segunda guerra mundial, donde las naciones europeas enfrentaban la problemática de la gran acumulación de escombros y desmontes provocada por la destrucción de las ciudades. Razón por la cual se abocaron a reciclar dichos desperdicios y reutilizar en la elaboración de concreto para la reconstrucción de ciudades, especialmente en los países como Gran Bretaña y Alemania.

Nixon (1977), en su artículo titulado: “Reciclaje del concreto” llega a las siguientes conclusiones:

La diferencia más notable en las propiedades físicas del árido de hormigón usado es su mayor absorción de agua; la resistencia a la compresión es algo menor pero no parece haber correlación alguna entre la pérdida de resistencia y la relación agua/cemento. Algunas evidencias muestran que cuando el hormigón falla, la adherencia del mortero al agregado de hormigón demolido es lo que constituye el punto más débil. El uso de áridos finos de hormigón usado no parece tener un efecto importante sobre la resistencia a la compresión. Cuando se utiliza un árido grueso de hormigón demolido, la trabajabilidad difiere muy poco de las del hormigón de control. Se ha examinado la durabilidad del hormigón con áridos de hormigón demolido. En lo que se refiere a la resistencia al congelamiento/deshielo no existe problema cuando se trata de hormigón no contaminado. No existe información sobre deslizamiento, expansión por humedad y resistencia ante disoluciones dañinas, como son los sulfatos. Cuando se utiliza cemento portland normal es recomendable que el contenido total de sulfato soluble del árido esté comprendido entre 0,5 y 1 %. Se requiere mayor número de trabajos con los cementos puzolánicos y de cenizas volantes. (p.77)

Bedoya y Dzul (2015), en su artículo de investigación desarrollan lo siguiente:

Abordaron la elaboración de un concreto usando agregados reciclados obtenidos de los escombros de concreto y mampostería. Los resultados obtenidos con sustituciones de agregados naturales por agregados reciclados gruesos y finos en porcentajes del 25 %, 50 % y 100 %, y el avance en los lineamientos político-administrativos de la municipalidad en los once años recientes, permiten deducir la posibilidad de elaborar concretos estructurales y no estructurales para uso masivo en la construcción. A continuación, se muestra un comparativo en cuanto a los resultados de la resistencia a la compresión, tomando como referencia un concreto sin agregado reciclado (0-R) y concretos con distintos porcentajes. A continuación, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión a distintas edades. (p.99)

2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1. En el ámbito internacional

Cruz y Velázquez (2004), realizaron un trabajo de grado donde llegan a las siguientes conclusiones:

Desde el punto de vista técnico, el escombros de concreto libre de contaminantes es un sustituto satisfactorio como agregado grueso en la elaboración de concreto nuevo. Las propiedades de rigidez, durabilidad y trabajabilidad del concreto de agregados son aceptables.

El concreto de agregado reciclado tiene menos resistencia que el concreto de agregado natural de la misma composición, sin embargo esta se puede manipular (por ejemplo, mediante el aumento del contenido de cemento) para producir concreto de agregado reciclado de la misma resistencia que el concreto de agregado natural. El reciclaje de concreto demolido posee importantes atractivos frente a la utilización de materias primas naturales. La gran ventaja es que soluciona paralelamente la eliminación de estos materiales (materiales de demolición) y que por medio del aprovechamiento de estos

materiales se reduce la cantidad de recursos naturales primarios a extraer. (p.100)

Agreda y Moncada (2015), presentaron un trabajo de grado llegando a las siguientes conclusiones:

Se diseñaron tres tipos de mezcla, en donde se sustituyó el agregado convencional en proporciones iguales al 25% 50% y 70% por ciento, por agregado grueso reciclado. Al evaluar las propiedades físicas y mecánicas se logró concluir que la resistencia a la compresión en los tres tipos de mezcla fue favorable, ya que en cada una de ellas se registraron valores iguales o superiores a los 28 MPa requeridos para el propósito que fueron diseñadas, sin embargo la mezcla con contenido del 70% de agregado se destaca de las otras, ya que en los periodos de curado evaluados (7, 14 y 21 días) se mantuvo constantemente en rangos superiores a los obtenidos al ensayar la muestra testigo, alcanzado hasta un 8% de diferencia. Así mismo al realizar el ensayo a flexión se evidencio que la probeta que mayor valor obtuvo es la que presenta 70% de contenido de agregado grueso reciclado, sin embargo, al realizar el ensayo de consistencia de concreto esta muestra fue la que presento menor asentamiento, lo que significa una consistencia seca y perdida en la manejabilidad de la mezcla. De acuerdo a lo expuesto anteriormente la mezcla de diseño con contenido de agregado grueso reciclado de 70% presenta los mejores resultados por lo que sería la dosificación más óptima para la elaboración de nuevos productos.

La trabajabilidad del concreto puede verse reducida al emplear materiales reciclados, por lo que se aumenta el consumo de agua, pero para que esta característica no altere las propiedades del concreto es recomendable un incremento gradual hasta obtener la consistencia de mezcla deseada o se podría probar con algún tipo de aditivo plastificante. El agregado grueso reciclado, demostró ser una opción viable como sustituto del agregado grueso convencional, para la elaboración de prefabricados tipo sardinel, bordillo, cuneta y tope

llantas desde el punto de vista técnico, pues en todos los especímenes valorados se cumplió con lo requerido por la norma, al evaluarse mediante el ensayo a la resistencia a la compresión, así como el ensayo en el que se sometieron a flexión con relación a las probetas elaboradas con mezcla convencional. (p.42)

Marroquín (2012), realizó un trabajo de grado donde llega a la siguiente conclusión:

El agregado grueso reciclado cumple con las especificaciones físicas y mecánicas, sin embargo, posee un elevado desgaste a sulfatos, el cual es de 55,70 por ciento mientras que la especificación de la norma es del 12 por ciento como máximo.

Comparativamente con un agregado de trituración, el porcentaje de finos. Es de 0,25, lo que crea una mayor demanda de agua disminuyendo la resistencia y velocidad de endurecimiento. Debido a que el agregado grueso es proveniente de la demolición de cilindros de concreto ensayados, mostro un alto contenido de finos, siendo este de 4,39 por ciento.

La resistencia a compresión del concreto reciclado no alcanzó la requerida en el diseño teórico, debido a la demanda en la cantidad de agua, disgregación de partículas y cantidad de finos (tamiz 200), disminuyendo también el contenido de aire. La velocidad de endurecimiento en el concreto reciclado fue mayor a la del concreto estructural convencional, debido a que se está trabajando con componentes de cemento fraguado en una dosificación con contenido de cemento sin reacción química (p.79)

Hincapie y Aguja (2003), publican un artículo de título donde llegan a las siguientes conclusiones:

La utilización del agregado reciclado en los morteros, disminuye en cierta medida las propiedades físicas de éste, sin embargo, esta reducción no produce alteraciones que puedan comprometer el desempeño de estos puestos que los valores de sus propiedades están dentro de un intervalo aceptable según las especificaciones de la

Normas Técnicas Colombianas. Esto constituye una alternativa y el punto de partida de nuevas investigaciones relacionadas con la reutilización y aprovechamiento de los escombros de demolición en la producción de morteros para la construcción. Con relación a la adherencia se percibió una reducción de esta en los morteros elaborados con agregado reciclado. La variabilidad en los resultados de la resistencia de adherencia es significativa, puesto que el coeficiente de variación oscila entre 4% y 20%, pero normal para este tipo de ensayos, dada la cantidad de variables que influyen en los resultados, relacionadas con la proporción del mortero, las condiciones de elaboración y curado de las probetas y el tipo de unidad. Desde el punto de vista micro estructural, el agregado reciclado presenta granos más angulosos y alargados que los granos del agregado natural, una pequeña fracción de este agregado, son partículas de cemento planas y de textura lisa provenientes de la trituración del hormigón, que no afectan considerablemente las propiedades del mortero. (p. 87)

Vidaud y Vidaud (2015), en su artículo de investigación sostiene que:

Los especialistas coinciden en sentido general en que se manifiesta una reducción de la resistencia a compresión en concretos en los que el agregado natural (AN) ha sido sustituido por AR, para la misma relación agua/cemento (a/c) y en comparación con los concretos convencionales.

Se explica en la literatura que los valores de resistencia a la compresión disminuyen; en la misma medida en que se aumenta el porcentaje de sustitución de AN por AR; hecho que se presenta mucho más acentuado si se utiliza arena reciclada; o sea, si se emplea agregado fino también reciclado en la mezcla.

En general estudios consultados coinciden en que las pérdidas de resistencia, cuando se sustituye el 100% del agregado grueso, suelen encontrarse en el orden del 20%, pudiendo llegar a alcanzar en ocasiones el 30%. Asimismo, cuando la sustitución es menor al 50%, las pérdidas de resistencia se sitúan entre 2-15 %; llegando a exhibirse

pérdidas de resistencia inferiores al 5%, cuando la sustitución de AN por AR se limita entre 20 y 30%. Las causas que provocan esta disminución de resistencia son debido a la menor resistencia mecánica del AR, a la mayor absorción y porosidad, y al aumento de zonas débiles en el concreto. (p. 24)

2.2.2 En el ámbito nacional

Saldaña y Viera (2014), realizaron una tesis donde manifiestan lo siguiente:

La mezcla con un aporte de 25% de agregado de concreto reciclado según los resultados, demuestran que se tiene un incremento de la resistencia a la compresión de manera ascendente y homogéneo, sin embargo, los gastos operativos en la producción del mismo son más elevados en comparación con la utilización del 50% de agregado de concreto reciclado, debido a que en esta proporción genera el uso de mayor cantidad de agregado grueso natural.

Se concluye que el porcentaje más idóneo del agregado de concreto reciclado a utilizar, según los resultados obtenidos, demuestran que es de una proporción de 50% de agregado de concreto reciclado y 50% de agregado natural, en esta proporción se tienen un incremento de la resistencia a la compresión ascendente y homogéneo.

La mezcla con un aporte del 100% de agregado de concreto reciclado según los resultados obtenidos demuestran que se tiene una irregularidad en la resistencia a la compresión, no siendo homogénea ni uniforme, estos presentan un alto grado de inestabilidad. Solo se recomienda su uso para construcciones ordinarias. (Veredas, sobre cimientos, pisos, etc.).

De los ensayos realizados se demuestra que el uso de agregado de concreto reciclado en la preparación de concreto, genera la de mayor cantidad de agua, este agregado presenta una mayor capacidad de absorción, debido a la porosidad de sus partículas producto del mortero adherido. (p.268-269)

Condori (2015), realizo una tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez

de Juliaca titulada “Reutilización de agregados en la producción del concreto para edificaciones en la ciudad de Juliaca” caso Perú, Llega a las siguientes conclusiones:

En el sector de la construcción; las actividades de reciclaje son muy importantes; por lo que es necesaria la planificación correspondiente para el manejo de residuos de la construcción y demoliciones y en caso de agregados reciclados de calidad requerida, por lo que es posible la selección de los referidos residuos.

Al determinar las características físicas y resistentes de los agregados naturales y reciclados, se ha verificado diferencias, los agregados naturales de la cantera isla de Juliaca, muestran ser agregados de calidad, recomendable para la producción de concretos de calidad y los agregados reciclados tienen características menores, pero de calidad, por lo que es posible inclusive concretos estructurales de alta resistencia.

Efectuado la producción de concreto con diferentes proporciones de adición de agregados reciclados; se ha establecido que a mayor cantidad de agregados reciclados por naturales disminuye la resistencia en un valor aproximado de 6% en la resistencia del concreto. (p. 143).

Velásquez (2015), realizó una tesis donde llega a las siguientes conclusiones:

Existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto reciclado a la edad de 3, 7, 14 y 28 días, con relación Agua/Cemento 0.58. Por lo que podemos concluir que al reemplazar el agregado natural por agregado reciclado se altera desfavorablemente la resistencia a la compresión del concreto, sobre todo cuando se reemplaza en cantidades mayores al 40% de agregado grueso. De la misma manera los resultados de la resistencia a la tracción tienen diferencias significativas. Por lo que se indica que el agregado reciclado disminuye la resistencia a la tracción.

El agregado reciclado tiene una mayor porosidad por tener adherido mortero en su superficie, dándole la característica de tener una mayor absorción y afectando la resistencia. (p. 95)

2.3. Estructura teórica y científica

2.3.1. Concreto

El concreto es uno de los materiales estructurales más utilizados en la industria de la construcción, así como los bloques que se fabrican a partir de éste. Los bloques de concreto, o unidades de mampostería, se fabrican en una diversidad de máquinas con las que se vibra, sacude, prensa y, de otra manera, se consolida un concreto de consistencia escasamente húmeda.

La fabricación de las unidades de mampostería de concreto comprende seis pasos básicos:

- La selección de las materias primas de un tipo de calidad, y de una granulometría apropiada en el caso de los agregados, que permita la producción de unidades acabadas que cumplan con todas las especificaciones pertinentes.
- La dosificación de las materias primas para satisfacer los requisitos de los diseños seleccionados de las mezclas.
- El mezclado a conciencia de los materiales dosificados para producir concreto de trabajabilidad adecuada.
- El moldeo en una máquina para producir unidades de calidad uniforme a partir de un diseño de mezcla.
- El curado apropiado para desarrollar las cualidades del producto que minimizarán los problemas en el manejo inicial y, al final, cumplirán las especificaciones ‘pertinentes con respecto a la resistencia y otras características.
- El almacenamiento de las unidades terminadas mediante métodos que fomentarán el desarrollo de los requisitos de últimas resistencias y contenido de humedad. Monroy, A. (1999).

2.3.2. Agua

Funciones:

- Reaccionar con el cemento, produciendo su hidratación.
- Actuar como un lubricante, contribuyendo a la trabajabilidad de la mezcla.
- Asegurar el espacio necesario en la pasta, para el desarrollo de los productos de hidratación. La hidratación completa del cemento requiere del 22-25%, del agua de mezclado.
- Las impurezas del agua pueden presentarse disueltas o en forma de suspensión y pueden ser: carbonatos o bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sales de hierro, sales inorgánicas, ácidos, materia orgánica, aceites, o sedimentos y pueden interferir en la hidratación del cemento, producir modificaciones del tiempo de fraguado, reducir la resistencia mecánica, causar manchas en la superficie del concreto y aumentar el riesgo de corrosión de las armaduras. Carahuata, V. (2018).

2.3.3. Agregados

- Agregado fino

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el Tamiz NTP 9,4 mm (3/8”) y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

El agregado podrá consistir en arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias; de perfil preferentemente angular; duro; compacto y resistente; libre de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto. Corcino, V. (2007).

- Agregado grueso

En los agregados gruesos una de las propiedades físicas en los cuales su importancia y su conocimiento es indispensable en el diseño de mezclas es la resistencia a la abrasión o desgaste de los

agregados. Esta es importante porque con ella conoceremos la durabilidad y la resistencia que tendrá el concreto para la fabricación de losas, estructuras simples o estructuras que requieran que la resistencia del concreto sea la adecuada para ellas. Castro F. (2009).

2.3.5. Residuos de construcción

Los residuos de las actividades de construcción son aquellos residuos generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructuras. (Artículo 6 del Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA).

La generación de escombros en los procesos constructivos se puede dar de diferentes maneras y en distintos procesos que conforman la totalidad de la obra. Para esta investigación, se obtuvieron residuos sólidos provenientes de probetas de concreto.

- Agregado reciclado:

Es el agregado proveniente de concretos obtenidos de demoliciones y residuos sólidos de construcción.

Los agregados reciclados presentan algunas características: - El tipo de trituración que se le realizó al agregado influye en la gradación que estas tengan. - Presentan una capa de mortero adherido, teniendo una densidad menor a las de los agregados naturales. - Absorben mayor cantidad de agua debido al gran nivel de porosidad que presentan. - Presentan un elevado desgaste en la máquina de los ángeles, debido a que durante el ensayo todo el mortero adherido es eliminado. - Es importante saber la procedencia de los agregados reciclados, ya que de eso dependen sus diferentes propiedades (Miñan, 2012).

2.3.6. Método de diseño

- Método del ACI

El método estudiado tiene el procedimiento sugerido por el instituto americano del concreto – ACI 211.1 complementado por el método gráfico del laboratorio de caminos de la gran Bretaña. Esto consiste en seguir una secuencia de pasos de forma ordenada y determinar la cantidad de materiales básicos (cemento, aire, agua, grava y arena) en peso y volumen de 1 m³ de concreto. En el método no se considerará la dosificación en la mezcla de ciertos materiales cementales como el humo de sílice, las puzolanas o las escorias de alto horno. El procedimiento dado por el ACI permite diseñar mezclas de peso normal, de peso pesado y concreto masivo con el uso de tablas específicas e información adicional. Lo siguiente se debe de conocer de las propiedades de los materiales que se va a utilizar

Granulometría

El módulo de fineza del agregado fino

El tamaño máximo del agregado grueso

La densidad aparente del agregado grueso y fino

Masa unitaria compactada del agregado grueso

La humedad de los agregados antes de hacer las respectivas mezclas
La densidad del cemento

Según el autor acá se menciona todo un resumen de la elección de los agregados a dosificar para una buena elección de mezcla que nos permite usar el más óptimo en nuestra dosificación. (Montejo, 2013, p.165 y 166)

2.3.7. Unidades de albañilería

Existen dos conceptos fundamentales en lo que se refiere a la unidad de albañilería, los mismos que nos permitirán establecer las diferencias entre el bloque y el ladrillo.

1.- Ladrillo: Unidad de albañilería, se caracteriza principalmente en que sus dimensiones son tales que hacen posible su manejo con una sola mano.

2.- Bloque.: Unidad de albañilería, fabricado para manipularse con ambas manos permitiendo que su peso aumente considerablemente además de preverles huecos (alvéolos), permitiendo cogerlos y manipularlos sin peligro de maltratarse los dedos; posteriormente se inició el sistema constructivo denominado Albañilería Armada. (Flores, P, 2001 p.2)

2.3.8. Bloques de concreto

- Concepto

El bloque de concreto es una unidad hueca de albañilería moldeada y prefabricada, dicho moldeo debe ser asistido por presión y vibración, ó por una combinación de ambas y, requiere un curado húmedo para alcanzar su resistencia. Cada bloque está formado por pretilas que encierran dos celdas o alvéolos, formando una unidad hueca, dichos alvéolos forman verdaderos conductos verticales para el paso de las instalaciones eléctricas y/o sanitarias o incluyendo refuerzos de acero para luego rellenarlos de concreto líquido, de esta forma los bloques de concreto sirven de encofrado permanente convirtiéndose en elementos estructurales y sismo-resistentes. (Flores, P,2011, p.2)

- Características

La adecuada selección de materiales, la resistencia estructural del concreto, la excelencia en las propiedades de los bloques (dimensión, acabados, textura, aislamiento térmico, absorción del sonido, resistencia mecánica, etc.), de tal forma, que se logren las siguientes características:

- Buena resistencia a la compresión, con el fin de resistir las condiciones de obra.
- Resistencia a la Helada (material sin enlucir y expuesto a la intemperie).

- Aislamiento térmico y acústico suficiente.
- Facilidad de colocación (asentado).

Asimismo, el bloque de concreto posee ciertas características físicas:

- Densidad
- Absorción
- Impermeabilidad
- Aislamiento térmico y acústico.

- Aplicaciones

La albañilería de concreto se usa para la construcción de:

1.- Muros Portantes.

- Viviendas unifamiliares
- Edificios multifamiliares
- Centros educativos

2.- Muros No Portantes.

- Cercos
- Tabiques
- Parapetos

3.- Otras Estructuras.

- Muros de contención
- Piscinas

- Tipos de bloques de concreto

1. Bloque Estructural Especiales para la construcción en fábricas estructurales, exclusivos para resistir cargas, tienen una resistencia a la compresión mayor a 60 kg / cm^2 .
2. Bloque de Cerramiento. Destinados para fachadas: sin función estructural, teniendo como resistencia a la compresión entre 40 kg/cm^2 y 60 kg / cm^2 .
3. Bloque de División. - . Son los de menor resistencia dedicados a la construcción de tabiques no portantes, su resistencia a la compresión menores a 40 kg /cm^2 .

- Formas y dimensiones

El bloque ha evolucionado con respecto a sus medidas, alcanzando la modulación actual, con dimensiones nominales de 10, 15 y 20 cm de ancho, 20 cm de alto y de 40 cm de largo, según el tipo estructural del muro. La variación en el ancho del bloque obedece a su capacidad de soporte de cargas, en función de su área y de la esbeltez del muro; debemos de tener presente que las medidas reales (medidas de fabricación), son un centímetro menor a las medidas nominales o modulares, esto tiene razón de ser, debido a que, las juntas (horizontal y vertical), son de 1 cm de espesor, con lo cual se completaría la medida modular, usando el módulo básico de 10 cm. (Flores, P,2011, p.9)

- Propiedades físicas y mecánicas

- Resistencia a la compresión:

La resistencia a la compresión es, por sí, la principal propiedad de la unidad de albañilería. Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición, en cambio, los valores bajos son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable. La resistencia a la rotura (por compresión) debe ser suficiente para soportar las cargas a que estarán sometidos los muros.(Flores, P,2011, p.40)

La resistencia a la compresión axial se determina, dividiendo la carga de rotura (P_u) entre el área neta (A_n) del bloque.

- Absorción:

Representa el grado de porosidad o compactibilidad de un bloque de concreto, dicha característica junto con la resistencia a la compresión, determina la durabilidad del bloque y el posible uso en muros exteriores sin revestimientos.

La porosidad del bloque se determina por la composición granulométrica de los áridos, otorgando al material, condiciones aislantes (térmicas y acústicas); por otro lado, la compactibilidad del

bloque se ve ligada a la densidad aparente del concreto y a la capacidad de ligación del aglomerante, es decir, a mayor densidad aparente del material implica una menor cantidad de vacíos entre los granos de los agregados, lo que nos da un material más compacto; asimismo, una adecuada combinación en la posición de los granos confiere una adecuada compactibilidad al concreto de los bloques, generando una mayor resistencia y durabilidad. (Flores,P,2011, p.23)

- **Peso unitario**

Viene a ser el peso por unidad de volumen incluyendo los espacios vacíos contenidos en la masa, bajo su forma corriente de presentación (estado natural); en general para concretos ligeros varía entre 1.3 - 1.9 t/m³, el cual se verá vinculado con el peso de los agregados y la porosidad del concreto. (Flores,P,2011, p.xviii)

Es imposible buscar una ley general que relacione la densidad de la unidad y su resistencia a la compresión; sin embargo, para los mismos materiales básicos existe una relación directa entre la densidad y resistencia a la compresión (a mayor densidad mayor resistencia)

2.4. Definición de términos básicos

- **Concreto (Hormigón):** Es una mezcla de agregado fino, agregado grueso, agua, aire y cemento Portland en proporciones arbitrarias con el fin de obtener ciertas propiedades que se consideren necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada. El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material homogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.
- **Agregados:** Son materiales inertes que se combina con aglomerantes y el agua formando los concretos y/o morteros. Constituyen el mayor porcentaje en volumen del hormigón por lo tanto es importante que los agregados tengan

buenas propiedades físicas y mecánicas y estén libres de impurezas. Los agregados son de forma granular, natural y artificial, se dividen en dos tipos: agregado fino (arenas) y agregado grueso (gravas).

- Agregado Fino: También conocido como arena. Se define como agregado grueso al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas que tengan un diámetro inferior a 9.5 mm. (3/8") y que cumplan con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o ASTM C 33. El agregado fino debe consistir en partículas fuertes, libres de arcilla, materia orgánica, sedimentos, mica u otras sustancias perjudiciales.
- Agregado Grueso: También conocido como grava o piedra. Se define como agregado grueso al material proveniente de la desintegración natural o artificial, retenido en el tamiz 4,75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en la Norma N.T.P. 400.012 o ASTM C 33. El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- Agregado patrón: Para la presente investigación se define como el agregado grueso normal o virgen que no presenten ningún uso anterior.
- Agregado Reciclado: Son el producto de la trituración de los residuos de construcción y demolición, en su mayor parte son escombros de edificios o excedentes de materiales de construcción en nuevas obras. El agregado reciclado es obtenido mediante la demolición en plantas especializadas de chancado que se encargan de separar los agregados de materias inservibles para la reutilización para un nuevo concreto.
- Residuos de construcción: Son todos aquellos residuos generados en el proceso constructivo o después de la remoción, levantamiento, demolición, reparación y/o reforzamiento o adecuación para cambio de uso en general.

- Bloques de concreto: Es un elemento prefabricado de concreto que se utilizan como solución en la construcción de muros estructurales, tabiquería y/o cerramientos. Se define como unidad de albañilería, fabricado para manipularse con ambas manos permitiendo que su peso aumente considerablemente además de preverles huecos (alvéolos), permitiendo cogerlos y manipularlos sin peligro de maltratarse los dedos.
- Resistencia a la compresión de bloques de concreto: Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y su sección bruta o neta
- Absorción de bloques de concreto: Es la capacidad de inhibición de agua por inmersión en las condiciones especificadas en la NTP 399.604. La absorción máxima para un promedio de tres unidades es de 12%.
- Peso unitario del bloque: Es la relación entre el peso del bloque y su volumen.

2.5. Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis

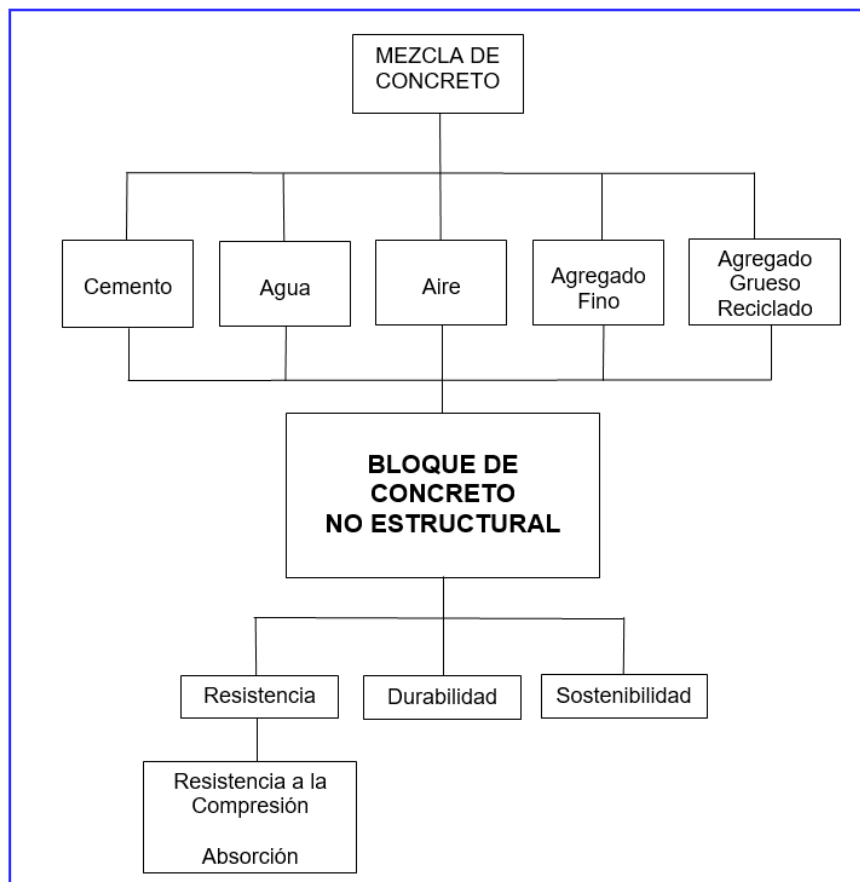


Figura 1: Diagrama de flujo

Elaboración propia.

2.6. Hipótesis

2.6.1. Hipótesis general

Al realizar un diseño de mezcla con agregado reciclado se mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto.

2.6.2. Hipótesis específica

- a. Al disminuir la relación agua cemento se incrementa la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado.
- b. Al aumentar la relación agua cemento se reduce la absorción y peso unitario de bloques de concreto con agregado reciclado.

2.7. Variables

2.7.1. Variable independiente

Diseño de mezclas de concreto con agregado reciclado

- Indicadores
 - Relación agua /cemento
 - Agregado reciclado

2.7.2. Variable dependiente

Propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto.

- Indicadores
 - Resistencia a la compresión de bloques de concreto.
 - Absorción y peso unitario de bloques de concreto

2.8. Operacionalización de variables

En la tabla 1 se presenta la operacionalización de variables.

Tabla 1: Operacionalización de variables

Operacionalización de variables			
Variable Independiente	Indicadores	Indices	Instrumentos
Diseño de mezcla de concreto con agregado reciclado	Relacion agua/cemento	1. Realizar distintos diseño de mezcla de concreto con diferentes relaciones agua/cemento	*Equipos de laboratorio
	Agregado Reciclado	2. Realizar diseño de mezclas con agregado reciclado	* Tesis , fuentes, fichas tecnicas
Variable dependiente	Indicadores	Indices	Instrumentos
Propiedades fisicas y mecanicas de bloques de concreto	Resistencia a la compresion de bloques de concreto	1. Ensayo de resistencia a la compresion de bloques no estructurales	*NTP 399.600 * Software Excel
	Absorcion y peso unitario de bloques de concreto	1. Ensayo de maquina de absorcion 2. Ensayo de peso unitario	* NTP 399.602 * Software Excel

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo, método, nivel y diseño de la investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación será descriptiva, porque se determinará las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto. Además, se va recolectar todo tipo información sobre este tema para poder describirlos.

Método de la investigación

El método es deductivo, debido a que con la elaboración de especímenes se determinara la relación de influencia en las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto elaborados con agregado reciclado. El enfoque es cuantitativo debido a que se van a desarrollar cálculos, cuadros estadísticos y gráficos para el análisis de la investigación obteniendo resultados, así poder contrastar las hipótesis planteadas inicialmente.

Nivel de investigación

El nivel descriptivo permitirá determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto ya que busca determinar el diseño de mezclas adecuado para la elaboración de bloques de concreto con agregado reciclado. También es descriptiva ya que se analizarán los resultados obtenidos en la investigación.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es experimental, longitudinal y prospectiva.

- Es experimental porque se van a manipular datos. Durante nuestro proceso de investigación se recolectará datos para luego llevarlos a laboratorio para poder analizar de una manera mucho más confiable.
- Es longitudinal porque se realizarán varias mediciones.
- Es prospectiva porque la información viene de fuente primaria.

3.2. Población y muestra

La muestra está conformada por un conjunto de ensayos determinada por tres propiedades como: Resistencia a la compresión, absorción y peso unitario. Estas muestras son evaluadas en tres relaciones agua cemento: 0.40, 0.55 y 0.70. Para la resistencia a la compresión se analizarán 3 bloques de concreto por edad (7, 14 y 28 días) con agregado reciclado y patrón, dando en total 54 bloques como muestra la tabla 2. En la tabla 2 se muestra a mayor detalle la distribución de especímenes que se realizaron.

Tabla 2: Numero de especímenes para los ensayos de resistencia a la compresión.

Resistencia a la compresión							
Tipo de agregado:		Agregado reciclado			Agregado patrón		
Edad (días):		7	14	28	7	14	28
Relacion agua/cemento	a/c=0.40	3	3	3	3	3	3
	a/c=0.55	3	3	3	3	3	3
	a/c=0.70	3	3	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

En los ensayos de absorción y peso unitario se analizarán a los 14 días. Para el caso del peso unitario no se necesitarán muestras extras ya que se aprovecharán usar los bloques designados para la compresión y absorción antes de ser ensayados. En cambio, para la absorción se evaluarán 3 bloques por cada relación agua cemento tanto con agregado reciclado y virgen, siendo en total 18 bloques. En la tabla 3 se muestra la distribución de especímenes que se realizaron para los ensayos de absorción y peso unitario.

Tabla 3: Numero de especímenes para la absorción y peso unitario

Resistencia a la compresión			
Tipo de agregado:		Agregado reciclado	Agregado patrón
Relacion agua/cemento	a/c=0.40	3	3
	a/c=0.55	3	3
	a/c=0.70	3	3

Fuente: Elaboración propia

Para nuestra investigación se realizaron 54 bloques para la compresión y 18 para absorción y peso unitario. Siendo en total 72 especímenes que se evaluaron.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La presente investigación se desarrollará en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Ricardo Palma, obteniendo una serie de datos que se procesaran a través de programas informáticos tales como EXCEL, WORD y SPSS.

Los equipos e instrumentos que se encuentran dentro del Laboratorio de Ensayos de Materiales de la URP son de alta tecnología y calibradas según la norma lo indica, además estos equipos e instrumentos reciben un mantenimiento cada cierto tiempo por todo esto son de gran confiabilidad y garantía de validez los ensayos que en ellos se realizan

En la figura 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se muestra los instrumentos del laboratorio de la Universidad Ricardo Palma.

a) Equipo: Tamizador eléctrico

Marca: SOIL TEST

Modelo: 80-0445/06

Condiciones: Optimas



Figura 2: Tamizador eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

b) Equipo: Tamices

Marca: USA SIEVE ASTM E-11

Condiciones: Optimas



Figura 3: Juego de tamices

Fuente: Elaboración propia

c) Equipo: Balanza gramera

Marca: OHAUS

Modelo: Adventurer Pro – AV8101

Tipo: electrónica

Capacidad: 8100 g

Condiciones: Optimas



Figura 4: Balanza gramera

Fuente: Elaboración propia

- d) Equipo: Balanza Hidrostática
Marca: Arno
Condiciones: Optimas



Figura 5: Balanza Hidrostática

Fuente: Elaboración propia

- e) Equipo: Balanza
Marca: FERTON
Tipo: electrónica
Capacidad: 150 Kg
Condiciones: Optimas



Figura 6: Balanza

Fuente: Elaboración propia

- f) Equipo: Máquina de compresión axial hidráulica digital
Marca: ELE-INTERNACIONAL
Modelo: 37-5574/06
Condiciones: Óptimas



Figura 7: Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital
Fuente: Elaboración propia

- g) Equipo: Mezcladora de concreto
Condiciones: Óptimas



Figura 8: Mezcladora de concreto
Fuente: Elaboración propia

3.4. Descripción de procedimientos para la recolección de datos

Primero se clasifican los residuos de construcción y de ahí son trasladados a la Planta chancadora “El pedregal II” donde se llevará a cabo la trituración y clasificación de estos materiales, dando como resultado agregado grueso reciclado. En la figura 9 se muestra la clasificación y trituración de los residuos de construcción.



Figura 9: Proceso de trituración y clasificación de residuos de construcción
Fuente: Elaboración propia

Luego, se llevarán las muestras al Laboratorio de Ensayos de Materiales de la URP para realizar los diseños de mezclas para bloques de concreto para más adelante determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto.

Para realizar la comparación de los diferentes tipos de concreto y observar las diferencias existentes usaremos el análisis estadístico correlacional y de regresión.

CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Análisis e interpretación de los agregados

4.1.1 Propiedades del agregado fino

4.1.1.1 Granulometría del agregado fino

Es la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.


Tabla 4: Límites del agregado fino

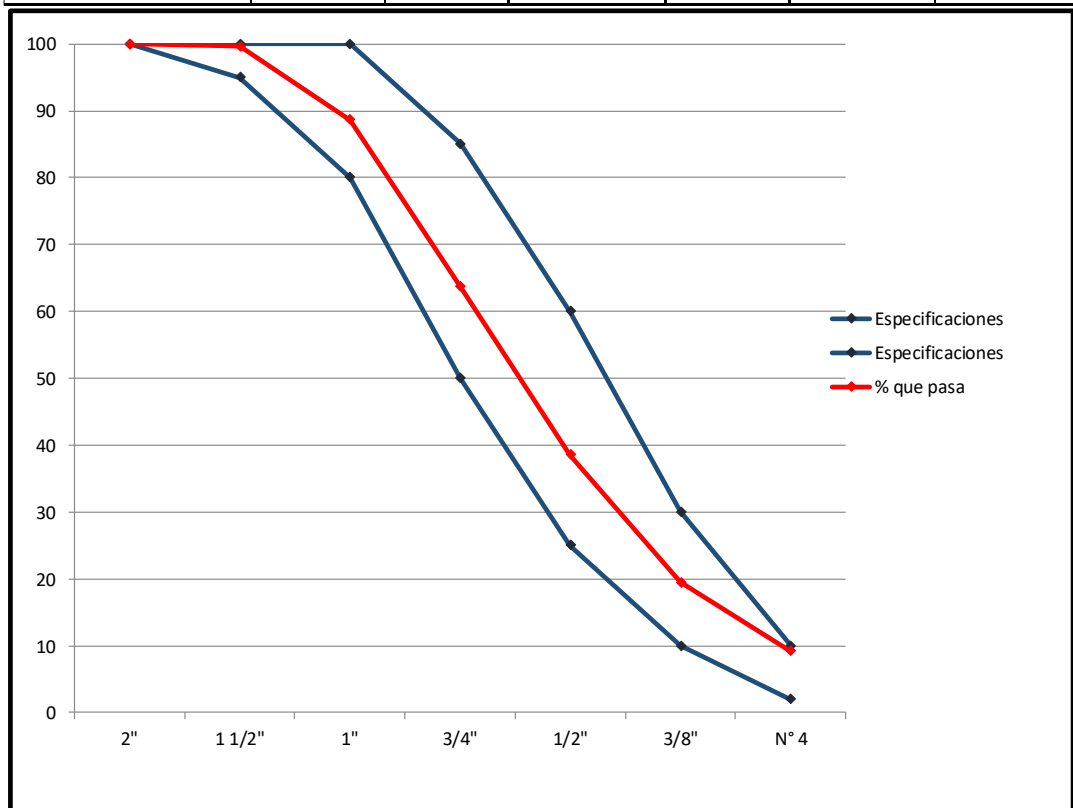
GRANULOMETRIA AGREGADO FINO			
Tamiz		Limite Superior	Limite Inferior
(#)	Abertura (mm)		
3/8"	9.5	100%	100%
Nº4	4.75	100%	95%
Nº8	2.36	100%	80%
Nº16	1.18	85%	50%
Nº30	0.6	60%	25%
Nº50	0.3	30%	10%
Nº100	0.15	10%	2%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5,6 y 7 se muestra los resultados de la granulometría del agregado fino y en la tabla 8 se presenta el módulo de finura.


Tabla 5: Granulometría del agregado fino – Muestra 1.

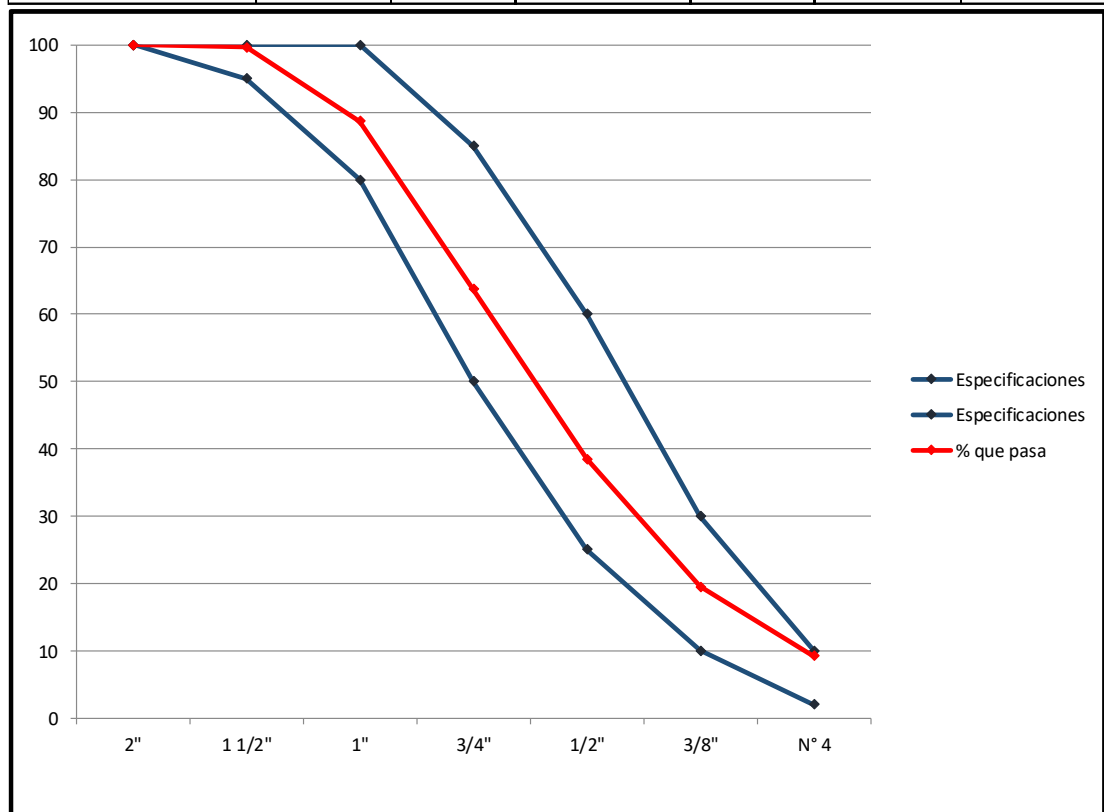
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F1					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 1/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M1	HECHO POR	: QUISPE ARCE, FRANK JOSE P			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	1.8	0	0	100	95	100
N° 8	54.8	11	11	89	80	100
N° 16	124.5	25	36	64	50	85
N° 30	125.8	25	62	38	25	60
N° 50	95	19	81	19	10	30
N° 100	51.3	10	91	9	2	10
Fondo	45.8	9	100	0		
Total	499	100				
			mf :	2.81		



Fuente: Elaboración propia


Tabla 6: Granulometría del agregado fino – Muestra 2.

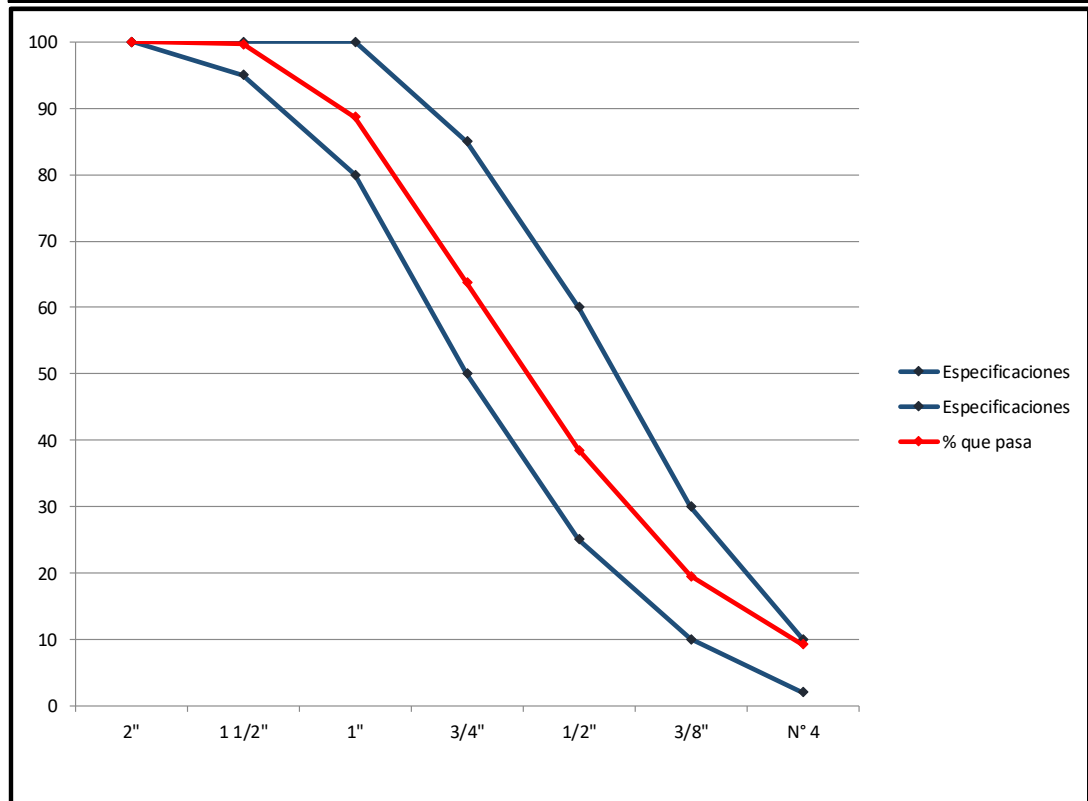
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F2					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	1/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JOSE P			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	1.8	0	0	100	95	100
N° 8	54.8	11	11	89	80	100
N° 16	124.5	25	36	64	50	85
N° 30	125.8	25	62	38	25	60
N° 50	95	19	81	19	10	30
N° 100	51.3	10	91	9	2	10
Fondo	45.8	9	100	0		
Total	499	100				
			mf :	2.81		



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Granulometría del agregado fino – Muestra 3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F2					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 1/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	3.8	1	1	99	95	100
N° 8	89.2	18	19	81	80	100
N° 16	119.1	24	42	58	50	85
N° 30	107.9	22	64	36	25	60
N° 50	85.8	17	81	19	10	30
N° 100	66.2	13	94	6	2	10
Fondo	28	6	100	0		
Total	500	100				
			mf :	3.01		



Fuente: Elaboración propia


4.1.1.2 Modulo de finura

El módulo de finura, también llamado módulo granulométrico por algunos autores, no es un índice de granulometría, ya que un número infinito de tamizados da el mismo valor para el módulo de finura.

Sin embargo, da una idea del grosor o finura del agregado, por este motivo se prefiere manejar el termino de Módulo de Finura.

El módulo de finura se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar (nombrados más abajo) y dividiendo la suma entre 100. Cambios significativos en la granulometría de la arena tienen una repercusión importante en la demanda de agua y, en consecuencia, en la trabajabilidad del hormigón, por lo que si hubiese una variación significativa en la granulometría de la arena deben hacerse ajustes en el contenido de cemento y agua para conservar la resistencia del hormigón. Para no tener que recalcular la dosificación del hormigón el módulo de finura del agregado fino, entre envíos sucesivos, no debe variar en más de ± 0.2 .

Tabla 8: Promedio de módulo de finura del Agregado Fino.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO			
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012	
PROCEDENCIA	UNICON	FECHA	1/08/2019	
		HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP	
NOMBRE	PROMEDIO		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - FINO				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf PROMEDIO
	F1	F2	F3	
MÓDULO DE FINURA	2.81	2.81	3.01	2.88

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3 Peso Unitario del agregado fino


El peso específico unitario, es la relación de la masa del agregado que ocupa un volumen patrón unitario entre la magnitud de este, incluyendo el volumen de vacíos propio del agregado, que ha de ir a ocupar parte de este volumen unitario patrón.

Sirve para transformar pesos a volúmenes o viceversa. Existen dos valores para el peso unitario de un material granular, dependiendo el sistema que se emplee para acomodar el material; la denominación que se le dará a cada uno de ellos será, peso unitario suelto y peso unitario compactado.

Para el agregado fino, se define el agregado que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.


En la tabla 9,10 y 11 se muestra los resultados de los ensayos de peso unitario del agregado fino y en la tabla 12 se presenta el promedio de estos.

Tabla 9: Peso unitario del Agregado Fino – Muestra 1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F1		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 15 Agosto
		HECHO POR	QUISPE ARCE FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA EDWARDS ELIAS
PESO UNITARIO SUELTO - F1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.29	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.54	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.92	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1624.75	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - F1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.84	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	5.10	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.92	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1824.83	Kg/m ³


Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Peso unitario del Agregado Fino – Muestra 2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F2		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 15 Agosto
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	QUISPE ARCE FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA EDWARDS ELIAS
PESO UNITARIO SUELTO - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.29	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.55	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.92	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1628.05	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.75	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	5.01	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.92	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1792.51	Kg/m ³


Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Peso unitario del Agregado Fino – Muestra 3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F3		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 15 Agosto
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	QUISPE ARCE FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA EDWARDS ELIAS
PESO UNITARIO SUELTO - F3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.32	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.58	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.92	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1637.64	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - F3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.85	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	5.10	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.92	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1825.55	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Promedio de peso unitario del agregado fino.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO FINO		NORMA		: NTP 400.017	
PROCEDENCIA	: UNICON		FECHA		: 15 Agosto	
NOMBRE	: PROMEDIO		HECHO POR		QUISPE ARCE FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA EDWARDS ELIAS	
RESUMEN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - FINO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F1	F2	F3		
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1624.75	1628.05	1637.64	1630.15	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1824.83	1792.51	1825.55	1814.30	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4 Contenido de Humedad

Es la cantidad de agua que contiene la muestra de agregado, al momento de efectuar la determinación de su masa. Puede estar constituida por la suma de humedad superficial y humedad contenida en sus poros. Se expresa como la relación del peso de agua y peso seco de la muestra, lo cual nos indica la cantidad de agua existente en el material.

En la tabla 13,14 y 15 se muestra los resultados de los ensayos de humedad del agregado fino y en la tabla 16 se presenta el promedio de estos.

Tabla 13: Contenido de humedad del agregado fino – Muestra 1.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05 DE AGOSTO
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
% CONTENIDO DE HUMEDAD			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA TARA		183.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		683.00	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		674.80	g
MUESTRA SECA	B	491.80	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	8.20	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.67	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Contenido de humedad del agregado fino – Muestra 2.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05 DE AGOSTO
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
% CONTENIDO DE HUMEDAD			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA TARA		228.80	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		728.80	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		713.80	g
MUESTRA SECA	B	485.00	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	15.00	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	3.09	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Contenido de humedad del agregado fino – Muestra 3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05 DE AGOSTO
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
% CONTENIDO DE HUMEDAD			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA TARA		221.80	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		721.80	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		721.10	g
MUESTRA SECA	B	499.30	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	0.70	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.14	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Promedio de contenido de humedad del agregado fino.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO						
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.185			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05 DE AGOSTO			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP			
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.40	0.40	0.14	0.31	%

Fuente: Elaboración propia


4.1.1.5 Material que pasa la malla N° 200

Este ensayo permite la determinación por lavado de la cantidad de material más fino que la malla de 0,075 mm (No.200) en agregados. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregados que se dispersan por el agua de lavado y los materiales solubles en agua, se remueven de los agregados durante el ensayo.

Según la Norma Técnica Peruana NTP 400.018, el porcentaje que pasa la Malla N° 200, se calcula como la diferencia del peso de la muestra y el peso de la muestra lavada y secada dividido entre el peso de la muestra y multiplicado por cien. Los resultados se muestran en detalle.


En la tabla 17,18 y 19 se muestra los resultados de los ensayos de malla N° 200 del agregado fino y en la tabla 20 se presenta el promedio de estos.

Tabla 17: Material que pasa la malla N°200 – Muestra 1

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 AGREGADO FINO-F1			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01 de agosto
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SIN LAVAR SECA	P1	0.50	Kg
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	P2	0.48	Kg
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200	P1-P2	0.02	Kg
% QUE PASA LA MALLA 200	A	3.24	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Material que pasa la malla N°200 - Muestra 2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 AGREGADO FINO-F2		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01 de agosto
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SIN LAVAR SECA	P1	0.50	Kg
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	P2	0.48	Kg
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200	P1-P2	0.02	Kg
% QUE PASA LA MALLA 200	A	4.20	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Material que pasa la malla N°200 – Muestra 3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 AGREGADO FINO-F3		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01 de agosto
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SIN LAVAR SECA	P1	0.50	Kg
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	P2	0.48	Kg
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200	P1-P2	0.02	Kg
% QUE PASA LA MALLA 200	A	3.74	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Promedio de material que pasa la malla N° 200.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 AGREGADO FINO					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017		
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01 DE AGOSTO		
NOMBRE DE LA MUESTRA	: PROMEDIO	HECHO POR:	QUISPE ARCE FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA EDWARD ELIAS		
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200					
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	M1	M2	M3	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SIN LAVAR SECA	P1	0.50	0.5	0.50	Kg
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	P2	0.48	0.479	0.48	Kg
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200	P1-P2	0.02	0.021	0.02	Kg
% QUE PASA LA MALLA 200	A	3.24	4.2	3.74	%

MUESTRA	%
M1	3.24
M2	4.20
M3	3.74
Promedio	3.73

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.6 Peso específico del agregado fino

Es la relación del peso existente entre las partículas del agregado fino y el peso de un volumen igual, pero en agua.


Para la normativa NTP 400.22 debemos determinar el peso específico, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción del agregado pasada las 24 horas sumergido en agua.

Según la Norma ASTM C128 el peso específico se define como la relación de la masa o peso en aire de una unidad de volumen de material respecto a una masa de agua del mismo volumen a una temperatura determinada, existen tres formas de expresarla:

- Peso específico de masa (G).
- Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G_{ss}).
- Peso específico aparente (G_a).
- Porcentaje de absorción


En la tabla 21, 22 y 23 se muestra los resultados de los ensayos de peso unitario del agregado fino y en la tabla 24 se presenta el promedio de estos.

Tabla 21: Peso específico y absorción del agregado fino – Muestra 1.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F1	
TIPO DE AGREGADO	: FINO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		148.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		648.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		951.80	g
PESO DEL AGUA	W	303.80	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	497.70	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
$G = \frac{A}{V - W} = 2.54 \quad \text{g/cm}^3$			
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{ss})			
$G_s = \frac{500}{V - W} = 2.55 \quad \text{g/cm}^3$			
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
$G_a = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = 2.57 \quad \text{g/cm}^3$			
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$a\% = \frac{(500 - A)}{A} \times 100 = 0.46 \quad \%$			


Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Peso específico y absorción del agregado fino – Muestra 2.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F2	
TIPO DE AGREGADO	: FINO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		148.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		648.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		953.90	g
PESO DEL AGUA	W	305.90	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	495.00	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
$G = \frac{A}{V - W} = 2.55 \quad \text{g/cm}^3$			
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
$G_s = \frac{500}{V - W} = 2.58 \quad \text{g/cm}^3$			
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
$G_a = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = 2.62 \quad \text{g/cm}^3$			
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$a\% = \frac{(500 - A)}{A} \times 100 = 1.01 \quad \%$			


Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Peso específico y absorción del agregado fino – Muestra 3

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F3			
TIPO DE AGREGADO	: FINO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		148.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		648.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		953.90	g
PESO DEL AGUA	W	305.90	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	495.30	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECÍFICO DE MASA (G):			
$G = \frac{A}{V - W} = 2.55 \quad \text{g/cm}^3$			
2. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{ss})			
$G_s = \frac{500}{V - W} = 2.58 \quad \text{g/cm}^3$			
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
$G_a = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = 2.62 \quad \text{g/cm}^3$			
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$a\% = \frac{(500 - A)}{A} \times 100 = 0.95 \quad \%$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Promedio de peso específico y absorción del agregado fino

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 08 Agosto			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO POR:	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
RESUMEN PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN - FINO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F1	F2	F3		
PESO ESPECÍFICO DE MASA	G	2.54	2.55	2.55	2.55	g/cm ³
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	G _{sss}	2.55	2.58	2.58	2.57	g/cm ³
PESO ESPECÍFICO APARENTE	G _a	2.57	2.62	2.62	2.60	g/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	0.46	1.01	0.95	0.81	%

Fuente: Elaboración propia


4.1.2 Propiedades del agregado grueso

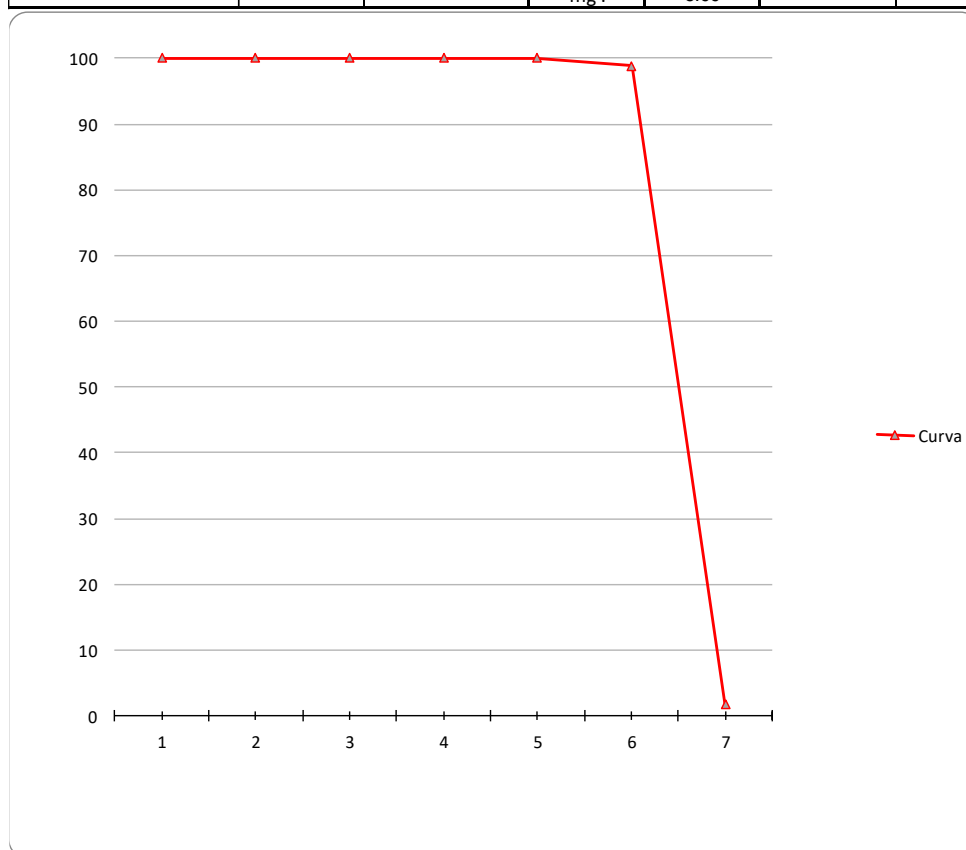
4.1.2.1 Granulometría del agregado grueso reciclado

Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica. Granulometría. Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices. Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados, se designan por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas. Las mallas son las siguientes: 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8" y N° 4.

En la tabla 25,26 y 27 se muestra los resultados de los ensayos de granulometría del agregado grueso reciclado y en la tabla 28 se presenta el módulo de finura.


Tabla 25: Granulometría agregado grueso reciclado –Muestra 1.

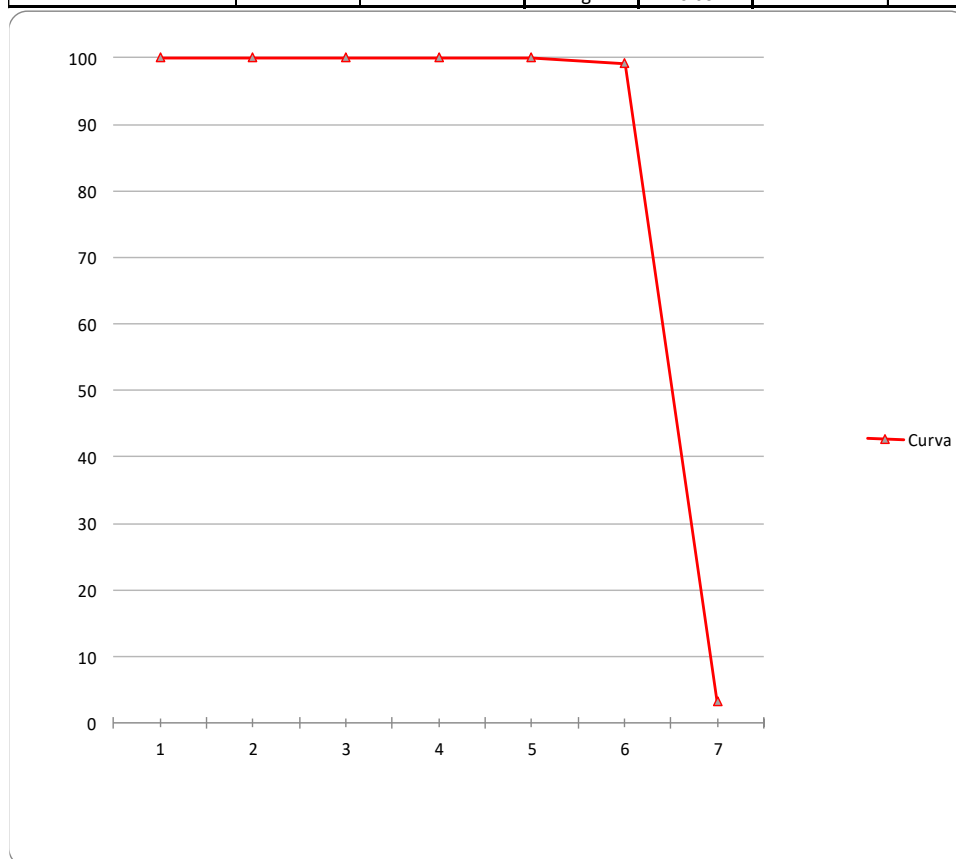
		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO				
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP			
PESO DE MUESTRA	: 2000 g.		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	90	100
3/4"	0	0	0	100	40	85
1/2"	0	0	0	100	10	40
3/8"	22.1	1	1	99	0	15
N° 4	1940.6	97	98	2	0	5
Fondo	34.2	2	100	0		
Total	1996.9	100				
				mg :	5.99	



Fuente: Elaboración propio


Tabla 26: Granulometría agregado grueso reciclado –Muestra 2.

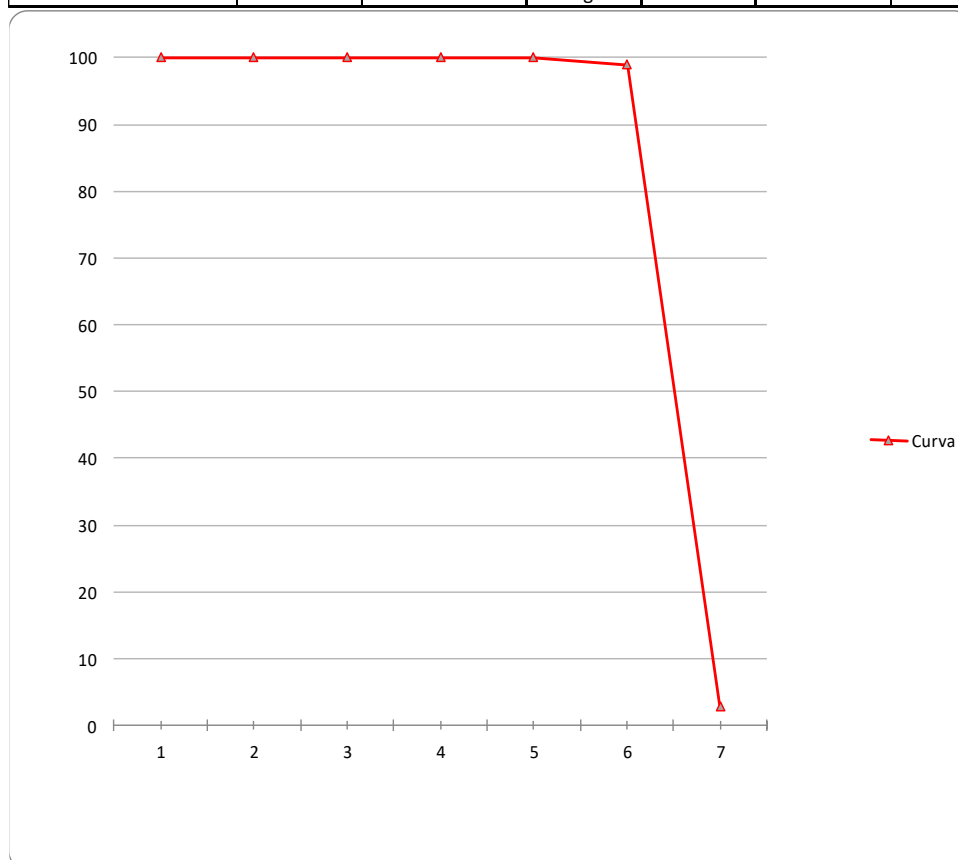
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO					
TIPO DE AGREGADO : AGREGADO GRUESO RECICLADO		NORMA : NTP 400.012				
PROCEDENCIA : ABANCAY		FECHA : AGOSTO 2019				
NOMBRE DE LA MUESTRA : GR2		HECHO POR QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS				
PESO DE MUESTRA : 2000 g.						
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	90	100
3/4"	0	0	0	100	40	85
1/2"	0	0	0	100	10	40
3/8"	16.7	1	1	99	0	15
N° 4	1917.6	96	97	3	0	5
Fondo	63.7	3	100	0		
Total	1998	100				
				mg :	5.98	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Granulometría agregado grueso reciclado –Muestra 3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP			
PESO DE MUESTRA	: 2000 g.		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	90	100
3/4"	0	0	0	100	40	85
1/2"	0	0	0	100	10	40
3/8"	21.8	1	1	99	0	15
N° 4	1920.6	96	97	3	0	5
Fondo	55.6	3	100	0		
Total	1998	100				
			mg :	5.98		




Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2 Módulo de Finura

El módulo de finura, también llamado módulo granulométrico por algunos autores, no es un índice de granulometría, ya que un número infinito de tamizados da el mismo valor para el módulo de finura.

Sin embargo, da una idea del grosor o finura del agregado, por este motivo se prefiere manejar el término de Módulo de Finura.

Tabla 28: Promedio del módulo de finura del agregado grueso reciclado

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO RECICLADO PROMEDIO			
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.012	
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO	: QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP	
		POR	: VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - GRUESO RECICLADO				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf
	GR1	GR2	GR3	PROMEDIO
MÓDULO DE FINURA	5.99	5.98	5.98	5.98

Fuente: Elaboración propia


4.1.2.3 Peso Unitario

Al igual que el agregado fino, es la relación de la masa del agregado que ocupa un volumen patrón unitario entre la magnitud de este, incluyendo el volumen de vacíos propio del agregado, que ha de ir a ocupar parte de este volumen unitario patrón.

Para el agregado fino, se define el agregado que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.


En la tabla 29,30 y 31 se muestra los resultados de los ensayos de peso unitario agregado grueso reciclado y en la tabla 32 se presenta el promedio de estos.

Tabla 29: Peso unitario del agregado grueso reciclado– Muestra 1.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO UNITARIO SUELTO - GR1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		4.94	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	3.19	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1151.81	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - GR1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		5.42	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	3.67	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1325.01	kg/m ³


Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Peso unitario del agregado grueso reciclado– Muestra 2.

			
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO UNITARIO SUELTO - GR2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		4.98	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	3.23	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1166.24	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - GR2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		5.50	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	3.75	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1353.88	kg/m ³


Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Peso unitario del agregado grueso reciclado – Muestra 3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO UNITARIO SUELTO - GR3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		4.96	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	3.21	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1159.02	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - GR3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		5.48	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	3.73	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1346.66	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Promedio del peso unitario agregado grueso reciclado.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO RECICLADO PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO RECICLADO			NORMA	: NTP 400.017	
PROCEDENCIA	: ABANCAY			FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE	: PROMEDIO			HECHO	: QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP	
				POR	: VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
RESUMEN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - GRUESO RECICLADO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		GR1	GR2	GR3		
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1151.81	1166.24	1159.02	1159.02	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1325.01	1353.88	1346.66	1341.85	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4 Contenido de Humedad

Es la cantidad de agua que contiene la muestra de agregado, al momento de efectuar la determinación de su masa. Puede estar constituida por la suma de humedad superficial y humedad contenida en sus poros. Se expresa como la relación del peso de agua y peso seco de la muestra, lo cual nos indica la cantidad de agua existente en el material.

En la tabla 33,34 y 35 se muestra los resultados de los ensayos de humedad del agregado grueso reciclado y en la tabla 36 se presenta el promedio de estos.

Tabla 33: Contenido de humedad agregado grueso reciclado– Muestra 1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 339.185	
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
PESO DE MUESTRA	: 2500 g			
CONTENIDO DE HUMEDAD - GR1				
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA		A	2500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SECA		B	2422.40	g
CONTENIDO DE AGUA		A - B	77.60	g
CONTENIDO DE HUMEDAD		H	3.20	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Contenido de humedad agregado grueso reciclado – Muestra 2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 339.185	
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
PESO DE MUESTRA	: 2000.30 g			
CONTENIDO DE HUMEDAD - GR2				
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA		A	2000.30	g
PESO DE LA MUESTRA SECA		B	1939.40	g
CONTENIDO DE AGUA		A - B	60.90	g
CONTENIDO DE HUMEDAD		H	3.14	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Contenido de humedad agregado grueso reciclado – Muestra 3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO RECICLADO		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO DE MUESTRA	: 2200 g		
CONTENIDO DE HUMEDAD - GR3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2200.00	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	2134.20	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	65.80	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	3.08	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Promedio de contenido de humedad agregado grueso reciclado

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO RECICLADO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 339.185			
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019			
		HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
NOMBRE	: PROMEDIO	POR	VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
RESUMEN CONTENIDO DE HUMEDAD - GRUESO RECICLADO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		GR1	GR2	GR3		
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	3.20	3.14	3.08	3.14	%

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.5 Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado

Es la relación del peso existente entre las partículas del agregado fino y el peso de un volumen igual, pero en agua.


Para la normativa NTP 400.22 debemos determinar el peso específico, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción del agregado pasada las 24 horas sumergido en agua.

Según la Norma ASTM C128 el peso específico se define como la relación de la masa o peso en aire de una unidad de volumen de material respecto a una masa de agua del mismo volumen a una temperatura determinada, existen tres formas de expresarla:

- Peso específico de masa (G).
- Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G_{ss}).
- Peso específico aparente (G_a).
- Porcentaje de absorción


En la tabla 37,38 y 39 se muestra los resultados de los ensayos de peso específico del agregado grueso reciclado y en la tabla 40 se presenta el promedio de estos.

Tabla 37: Peso específico agregado grueso reciclado – Muestra 1.

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - GR1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3564.90	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		613.30	g
PESO DEL AGUA	C	2951.60	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4720.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.30	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
		2.44	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.67	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		5.93	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Peso específico agregado grueso reciclado – Muestra 2.

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - GR2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3544.90	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		613.30	g
PESO DEL AGUA	C	2931.60	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4726.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.28	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
		2.42	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.63	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		5.80	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Peso específico agregado grueso reciclado – Muestra 3.

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - GR3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3594.90	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		613.30	g
PESO DEL AGUA	C	2981.60	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4712.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.33	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
		2.48	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.72	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		6.11	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Promedio del peso específico agregado grueso reciclado

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO RECICLADO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA : NTP 400.022				
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA : AGOSTO 2019				
		HECHO QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP				
NOMBRE	: PROMEDIO	POR VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS				
RESUMEN PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN - GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		GR1	GR2	GR3		
PESO ESPECIFICO DE MASA	G	2.30	2.28	2.33	2.31	g/cm ³
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA	Gsss	2.44	2.42	2.48	2.45	g/cm ³
PESO ESPECÍFICO APARENTE	Ga	2.67	2.63	2.72	2.68	g/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	5.93	5.80	6.11	5.95	%


Fuente: Elaboración propia

4.1.2.6 Resistencia al desgaste del agregado grueso reciclado.

La resistencia a la abrasión, desgaste, o dureza de un agregado, es una propiedad que depende principalmente de las características de la roca madre. Este factor cobra importancia cuando las partículas van a estar sometidas a un roce continuo como es el caso de pisos y pavimentos, para lo cual los agregados que se utilizan deben estar duros.


En la tabla 41,42 y 43 se muestra los resultados de los ensayos de resistencia al desgaste del agregado grueso reciclado y en la tabla 44 se presenta el promedio de estos.

Tabla 41: Resistencia al desgaste agregado grueso reciclado – Muestra 1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.019	
PROCEDENCIA	ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
PESO DE MUESTRA	: 5000 g			
RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS RECICLADO				
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA		P1	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA (100 REVOLUCIONES)				
PESO DE LA MUESTRA (500 REVOLUCIONES)		P2	3856.60	g
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 12		P1 - P2	1143.40	g
DESGASTE		De	22.87	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Resistencia al desgaste agregado grueso reciclado – Muestra 2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.019	
PROCEDENCIA	ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
PESO DE MUESTRA	: 5000 g			
RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS RECICLADO				
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA		P1	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA (100 REVOLUCIONES)				
PESO DE LA MUESTRA (500 REVOLUCIONES)		P2	3957.80	g
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 12		P1 - P2	1042.20	g
DESGASTE		De	20.84	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Resistencia al desgaste agregado grueso reciclado – Muestra 3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS RECICLADO		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.019
PROCEDENCIA	ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GR3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		
RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS RECICLADO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA	P1	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA (100 REVOLUCIONES)			
PESO DE LA MUESTRA (500 REVOLUCIONES)	P2	3790.80	g
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 12	P1 - P2	1209.20	g
DESGASTE	De	24.18	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Promedio de resistencia al desgaste agregado grueso reciclado

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS RECICLADO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	NORMA	: NTP 400.019			
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS RECICLADO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		GR1	GR2	GR3		
DESGASTE	De	22.87	20.84	24.18	22.63	%


Fuente: Elaboración propia

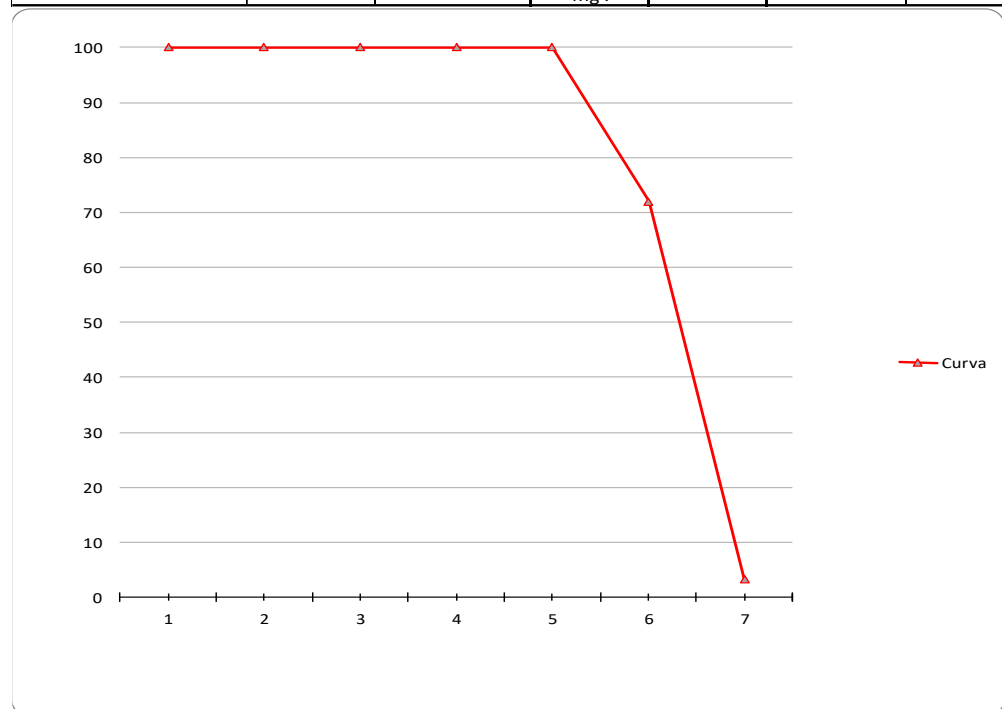
4.1.3. Propiedades del agregado grueso patrón:

4.1.3.1. Granulometría del agregado grueso patrón:

En la tabla 45,46 y 47 se muestra los resultados de los ensayos de granulometría del agregado grueso patrón y en la tabla 48 se presenta el módulo de finura.


Tabla 45: Granulometría agregado grueso patrón – Muestra 1

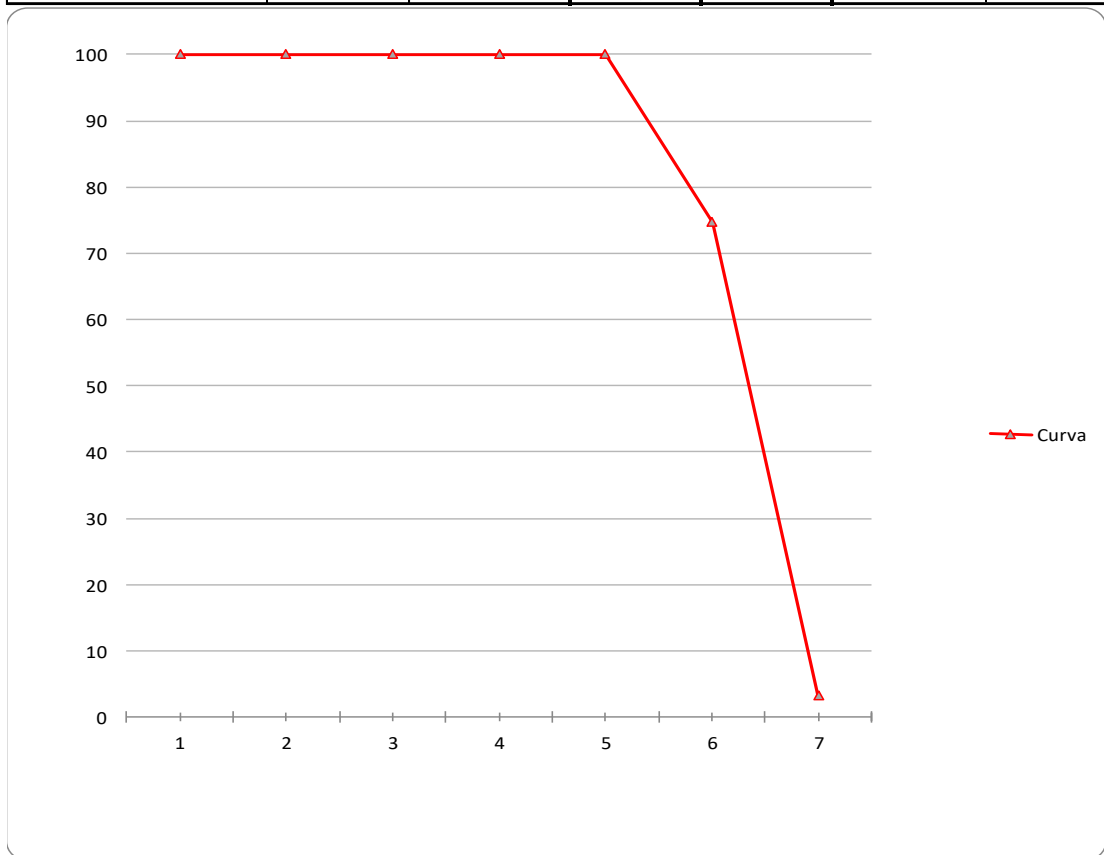
		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO PATRON				
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN1	HECHO POR	: QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP			
PESO DE MUESTRA	: 2000 g.	HECHO POR	: VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	90	100
3/4"	0	0	0	100	40	85
1/2"	0	0	0	100	10	40
3/8"	558.38	28	28	72	0	15
N° 4	1369.74	69	97	3	0	5
Fondo	66.22	3	100	0		
Total	1994.34	100				
			mg :	6.25		



Fuente: Elaboración propia


Tabla 46: Granulometría agregado grueso patrón – Muestra 2.

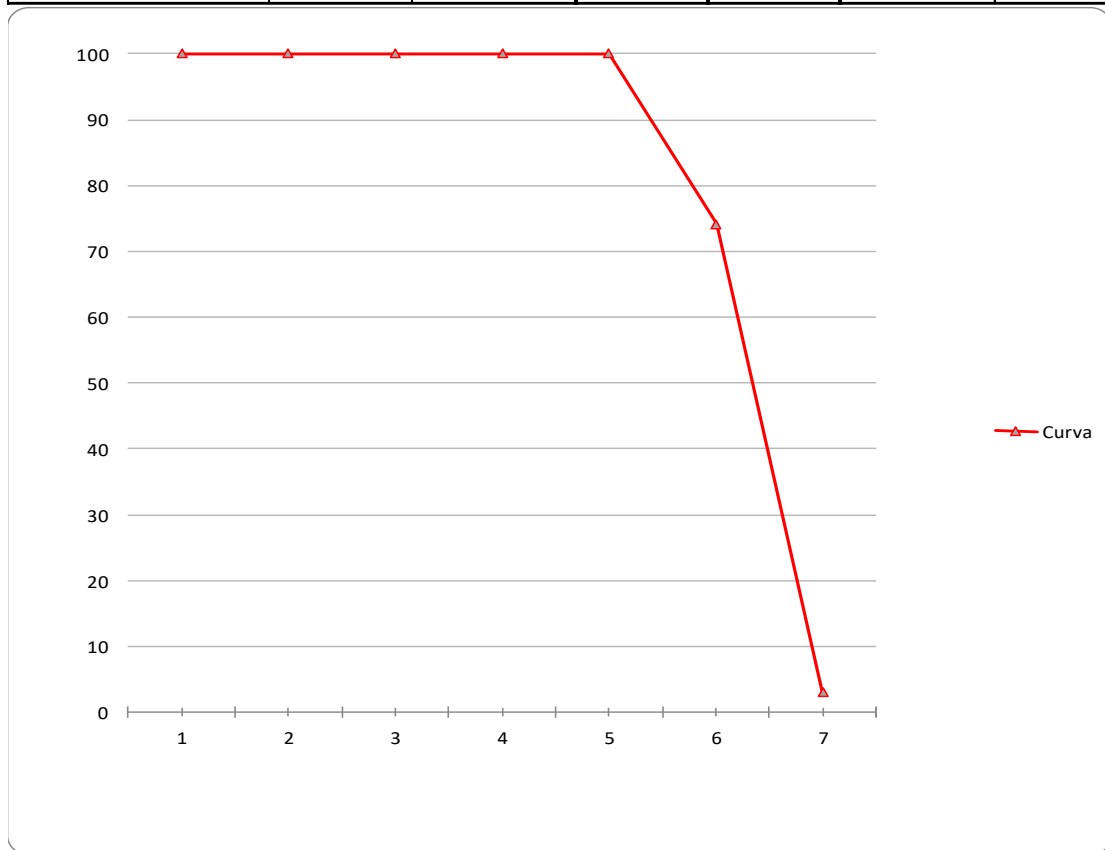
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO PATRON					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
PESO DE MUESTRA	: 2000 g.					
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	90	100
3/4"	0	0	0	100	40	85
1/2"	0	0	0	100	10	40
3/8"	505.45	25	25	75	0	15
N° 4	1426.69	71	97	3	0	5
Fondo	63.94	3	100	0		
Total	1996.08	100				
			mg :	6.22		



Fuente: Elaboración propia


Tabla 47: Granulometría agregado grueso patrón – Muestra 3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO PATRON					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
PESO DE MUESTRA	: 2000 g.					
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	90	100
3/4"	0	0	0	100	40	85
1/2"	0	0	0	100	10	40
3/8"	514.68	26	26	74	0	15
N° 4	1421.47	71	97	3	0	5
Fondo	58.98	3	100	0		
Total	1995.13	100				
			mg :	6.23		



Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Promedio de módulo de finura del agregado grueso patrón.


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO PATRON PROMEDIO			
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.012	
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP	
		POR	VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - GRUESO RECICLADO				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf
	GN1	GN2	GN3	PROMEDIO
MÓDULO DE FINURA	6.25	6.22	6.23	6.23

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.1. Peso unitario del agregado grueso patrón


En la tabla 49,50 y 51 se muestra los resultados de los ensayos de peso unitario del agregado grueso patrón y en la tabla 52 se presenta el promedio de estos.

Tabla 49: Peso unitario agregado grueso patrón – Muestra 1.

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO PATRON			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO UNITARIO SUELTO - GN1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		5.02	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	3.27	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1180.67	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - GN1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		5.52	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	3.77	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1361.09	kg/m ³


Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Peso unitario agregado grueso patrón – Muestra 2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO PATRON		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO UNITARIO SUELTO - GN2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		5.06	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	3.31	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1195.11	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - GN2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		5.54	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	3.79	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1368.31	kg/m ³


Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Peso unitario agregado grueso patrón – Muestra 3.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO PATRON	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: ABANCA Y	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO UNITARIO SUELTO - GN3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		5.06	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	3.31	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1195.11	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - GN3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		5.58	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	3.83	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.52	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.77	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	360.84	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1382.74	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Promedio de peso unitario de agregado grueso patrón.


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO PATRON PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO PATRON			NORMA	: NTP 400.017	
PROCEDENCIA	: ABANCAY			FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE	: PROMEDIO			HECHO	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP	
				POR	VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
RESUMEN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - GRUESO NORMAL						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		GN1	GN2	GN3		
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1180.67	1195.11	1195.11	1190.30	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1361.09	1368.31	1382.74	1370.72	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2. Peso específico y absorción


En la tabla 53,54 y 55 se muestra los resultados de los ensayos de peso unitario del agregado grueso patrón y en la tabla 56 se presenta el promedio de estos.

Tabla 53: Peso específico agregado grueso patrón – Muestra 1.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO PATRON	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - GN1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3749.90	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		613.30	g
PESO DEL AGUA	C	3136.60	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4890.70	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.62	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
		2.68	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.79	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		2.23	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Peso específico agregado grueso patrón – Muestra 2.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO PATRON	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - GN2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3649.40	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		613.30	g
PESO DEL AGUA	C	3036.10	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4895.30	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.49	g/cm3
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
		2.55	g/cm3
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.63	g/cm3
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		2.14	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Peso específico agregado grueso patrón – Muestra 3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO PATRON		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - GN3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3578.30	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		613.30	g
PESO DEL AGUA	C	2965.00	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4889.10	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.40	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
		2.46	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.54	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		2.27	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Promedio de Peso específico agregado grueso patrón.


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO PATRON - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO PATRON			NORMA	: NTP 400.022	
PROCEDENCIA	: ABANCAY			FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE	: PROMEDIO			HECHO	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP	
				POR	VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
RESUMEN PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN - GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		GN1	GN2	GN3		
PESO ESPECIFICO DE MASA	G	2.62	2.49	2.40	2.51	g/cm ³
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA	G _{ss}	2.68	2.55	2.46	2.56	g/cm ³
PESO ESPECÍFICO APARENTE	G _a	2.79	2.63	2.54	2.65	g/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	2.23	2.14	2.27	2.21	%

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3. Resistencia al desgaste del agregado patrón.

En la tabla 57, 58 y 59 se muestra los resultados de los ensayos de resistencia al desgaste del agregado grueso patrón y en la tabla 60 se presenta el promedio de estos.

Tabla 57: Resistencia al desgaste agregado grueso patrón – Muestra 1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADO GRUESO PATRON		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.019
PROCEDENCIA	ABANCAY	FECHA	AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	G1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA	P1	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA (100 REVOLUCIONES)			
PESO DE LA MUESTRA (500 REVOLUCIONES)	P2	3989.46	g
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 12	P1 - P2	1010.54	g
DESGASTE	De	20.21	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Resistencia al desgaste agregado grueso patrón – Muestra 2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADO GRUESO PATRON		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.019
PROCEDENCIA	ABANCAY	FECHA	AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	G2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA	P1	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA (100 REVOLUCIONES)			
PESO DE LA MUESTRA (500 REVOLUCIONES)	P2	4112.15	g
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 12	P1 - P2	887.85	g
DESGASTE	De	17.76	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Resistencia al desgaste agregado grueso patrón – Muestra 3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADO GRUESO PATRON		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.019
PROCEDENCIA	ABANCAY	FECHA	AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	G3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA	P1	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA (100 REVOLUCIONES)			
PESO DE LA MUESTRA (500 REVOLUCIONES)	P2	4195.27	g
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 12	P1 - P2	804.73	g
DESGASTE	De	16.09	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Promedio de resistencia al desgaste agregado grueso patrón

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS PATRON					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 400.019			
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	AGOSTO 2019			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP			
		POR	VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
RESISTENCIA AL DESGASTE	De	20.21	17.76	16.09	18.02	%

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.4. Contenido de humedad del agregado grueso patrón:

En la tabla 61,62 y 63 se muestra los resultados de los ensayos de contenido de humedad del agregado grueso patrón y en la tabla 64 se presenta el promedio de estos.

Tabla 61: Contenido de humedad del agregado grueso patrón – Muestra 1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO PATRON			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 339.185	
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN1	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
PESO DE MUESTRA	: 2500 g			
CONTENIDO DE HUMEDAD - GN1				
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA		A	2500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SECA		B	2492.80	g
CONTENIDO DE AGUA		A - B	7.20	g
CONTENIDO DE HUMEDAD		H	0.29	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Contenido de humedad del agregado grueso patrón – Muestra 2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO PATRON			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 339.185	
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN2	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS	
PESO DE MUESTRA	: 2000.30 g			
CONTENIDO DE HUMEDAD - GN2				
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA		A	2000.30	g
PESO DE LA MUESTRA SECA		B	1995.10	g
CONTENIDO DE AGUA		A - B	5.20	g
CONTENIDO DE HUMEDAD		H	0.26	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Contenido de humedad del agregado grueso patrón – Muestra 3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO PATRON		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: GN3	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS
PESO DE MUESTRA	: 2200 g		
CONTENIDO DE HUMEDAD - GN3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2200.00	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	2194.80	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	5.20	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.24	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Promedio de Contenido de humedad del agregado grueso patrón.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO PATRON - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO PATRON	NORMA	: NTP 339.185			
PROCEDENCIA	: ABANCAY	FECHA	: AGOSTO 2019			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO POR	QUISPE ARCE, FRANK JHOSEP VERASTEGUI MINAYA, EDWARD ELIAS			
RESUMEN CONTENIDO DE HUMEDAD - GRUESO NORMAL						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		GR1	GR2	GR3		
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.29	0.26	0.24	0.26	%

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Diseño de mezclas.

Luego de realizar los ensayos de los agregados finos y gruesos para definir sus propiedades, se procedió a realizar el diseño de mezclas para la fabricación de bloques de concreto.

El bloque de concreto es de tipo no estructural

Existen diferentes métodos para realizar el diseño de mezclas, para este caso se eligió el método del ACI. Este método se basa en el principio de los volúmenes absolutos, el cual es un procedimiento que ayuda a calcular la cantidad exacta de los elementos que conforman el concreto en base a la unidad.

A continuación, en la tabla N° 65, se muestra el resumen de las características de los agregados.

Tabla 65: Características de los agregados

Descripción	Agregado Fino	Agregado grueso reciclado	Agregado grueso patrón	Unidad
Procedencia	Unicon	El pedregal	El pedregal	-
Modulo de fineza	2.88	5.98	6.23	-
Peso Unitario suelto	1630.15	1159.02	1190.3	kg/m ³
Peso Unitario compactado	1814.3	1341.85	1370.72	kg/m ³
Peso específico de masa	2.55	2.3	2.51	g/cm ³
Absorción	0.81	5.95	2.21	%
Humedad	0.63	3.14	0.26	%
TMN	-	3/8"	3/8"	-

Fuente: Elaboración propia.

En la presente investigación se realizó tres diseños de mezclas con diferentes relaciones de agua/cemento (0.4, 0.55 y 0.70) tanto para agregado grueso reciclado y patrón.

4.1.4.1 Diseño de mezclas para la relación A/C = 0.40

- Se establece una relación A/C = 0.40
- Se establece el contenido de aire según el tamaño máximo nominal de agregado grueso. Para este caso resulta de 3.0 % de contenido de aire.
- Se determina la de cantidad de agua de diseño, para los bloques de concreto es de 110 lt/m³
- Luego se calcula la cantidad de cemento que es 275 kg/m³.
- Según el método del ACI se calcula el b/bo (Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto) y se reduce un 10%. El b/bo final es igual a 0.4068. Luego para hallar la cantidad de agregado grueso se multiplica por el peso unitario compactado.
- Aplicando el método de volúmenes absoluto se halla la cantidad de agregado fino.
- Se corrige la cantidad de agua en base a la humedad y absorción de los agregados.
- Se vuelven hallar los nuevos pesos de los agregados húmedos.

En la tabla 66 se presentan de manera comparativa los pesos de los materiales respecto a los diseños con agregado reciclado y patrón.


Tabla 66: Peso de los materiales para la relación a/c = 0.40.

Materiales	Agregado grueso reciclado	Agregado grueso patrón
	Peso (kg/m ³)	Peso (kg/m ³)
Cemento	275.00	275.00
Agua	127.80	123.17
Agregado Fino	1373.78	1285.31
Agregado grueso	563.00	559.06

Fuente: Elaboración propia.


En la tabla 67 y 68 se muestra a mayor detalle el diseño de mezclas que se realizaran para la fabricación de bloques de concreto.

Tabla 67: Diseño de mezcla agregado reciclado para la relación con A/C= 0.4 (P1).

	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION DE LA MEZCLA DE PRUEBA							UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	Dosificacion material cementante							Dosificacion de los agregados		Ensayos a realizar		
Agua de diseño (Lts) :		110							Vol aire %		3	
A/C		0.4							b/bo		0.4068	
											12 bloques bloques de concreto	
Materiales	Procedencia	Peso especifico	Peso Unitario Compactado	Humedad	Abs	H-A	PESO SECO	Volumen	Correccion por humedad	Tanda prueba		
										Peso de mezcla	Unidad	
cemento	Cemento Sol tipo I	3150					275.00	0.0873	275.00	8.80	kg	
agua	Sedapal	1000					110	0.1100	127.80	4.09	kg	
arena	El pedregal	2550	1814.3	0.63	0.81	-0.18	1365.18	0.5354	1373.78	43.96	kg	
piedra (confitillo)	El pedregal	2300	1341.85	3.14	5.95	-2.81	545.86	0.2373	563.00	18.02	kg	
aire						x		0.0300	Total	74.87	kg	
								1.00				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68: Diseño de mezcla agregado patrón para la relación con A/C= 0.4 (P2)

	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION DE LA MEZCLA DE PRUEBA							UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	Dosificación material cementante							Dosificación de los agregados		Ensayos a realizar	
Agua de diseño (Lts) : 110							Vol aire % 3		12 bloques bloques de concreto		
A/C 0.4							b/bo 0.4068				
Materiales	Procedencia	Peso específico	Peso Unitario Compactado	Humedad	Abs	H-A	PESO SECO	Volumen	Correccion por humedad	Tanda prueba	
										Peso de mezcla	Unidad
cemento	Cemento Sol tipo I	3150					275.00	0.0873	275.00	8.80	kg
agua	Sedapal	1000					110	0.1100	123.17	3.94	kg
arena	El pedregal	2320	1814.3	0.63	0.81	-0.18	1277.26	0.5505	1285.31	41.13	kg
pedra (confitillo)	El pedregal	2510	1370.72	0.26	2.21	-1.95	557.61	0.2222	559.06	17.89	kg
aire								0.0300	Total	71.76	kg
								1.00			

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.2 Diseño de mezclas para una relación A/C = 0.55

- Se establece una relación A/C = 0.55
- Se establece el contenido de aire según el tamaño máximo nominal de agregado grueso. Para este caso resulta de 3.0 % de contenido de aire.
- Se determina la de cantidad de agua de diseño, para los bloques de concreto es de 110 lt/m³
- Luego se calcula la cantidad de cemento que es 200 kg/m³.
- Según el método del ACI se calcula el b/bo (Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto) y se reduce un 10%. El b/bo final es igual a 0.4068. Luego para hallar la cantidad de agregado grueso se multiplica por el peso unitario compactado.
- Aplicando el método de volúmenes absoluto se halla la cantidad de agregado fino.
- Se corrige la cantidad de agua en base a la humedad y absorción de los agregados.
- Se vuelven hallar los nuevos pesos de los agregados húmedos.

En la tabla 69 se presentan de manera comparativa los pesos de los materiales respecto a los diseños con agregado reciclado y patrón.


Tabla 69: Peso de los materiales para la relación a/c = 0.55

Materiales	Agregado grueso reciclado	Agregado grueso patrón
	Peso (kg/m ³)	Peso (kg/m ³)
Cemento	200.00	200.00
Agua	127.91	123.19
Agregado Fino	1434.88	1293.54
Agregado grueso	563.00	559.06

Fuente: Elaboración propia.


En la tabla 70 y 71, se mostrará a mayor detalle el diseño de mezclas para la fabricación de bloques de concreto.

Tabla 70: Diseño de mezcla con agregado reciclado para la relación A/C= 0.55 (P3).

	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION DE LA MEZCLA DE PRUEBA							UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	Dosificacion material cementante							Dosificacion de los agregados		Ensayos a realizar		
Agua de diseño (Lts) :		110							Vol aire %		3	
A/C		0.55							b/bo		0.4068	
									12 bloques bloques de concreto			
Materiales	Procedencia	Peso especifico	PESO UNITARIO	Humedad	Abs	H-A	PESO SECO	Volumen	Correccion por humedad	Tanda prueba		
										Peso de mezcla	Unidad	
cemento	Cemento Sol tipo I	3150					200.00	0.0635	200.00	6.40	kg	
agua	Sedapal	1000					110	0.1100	127.91	4.09	kg	
arena	El pedregal	2550	1814.3	0.63	0.81	-0.18	1425.90	0.5592	1434.88	45.92	kg	
pedra (confitillo)	El pedregal	2300	1341.85	3.14	5.95	-2.81	545.86	0.2373	563.00	18.02	kg	
aire								0.0300	Total	74.43	kg	
								1.00				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Diseño de mezcla con agregado patrón para la relación A/C= 0.55 (P4)

	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION DE LA MEZCLA DE PRUEBA							UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	Dosificacion material cementante							Dosificacion de los agregados		Ensayos a realizar	
Agua de diseño (Lts) : 110							Vol aire % 3		12 bloques bloques de concreto		
A/C 0.55							b/bo 0.4068				
Materiales	Procedencia	Peso especifico	PESO UNITARIO	Humedad	Abs	H-A	PESO SECO	Volumen	Correccion por humedad	Tanda prueba	
										Peso de mezcla	Unidad
cemento	Cemento Sol tipo I	3150					200.00	0.0635	200.00	6.40	kg
agua	Sedapal	1000					110	0.1100	123.19	3.94	kg
arena	El pedregal	2320	1814.3	0.63	0.81	-0.18	1285.44	0.5541	1293.54	41.39	kg
piedra (confitillo)	El pedregal	2300	1370.72	0.26	2.21	-1.95	557.61	0.2424	559.06	17.89	kg
aire								0.0300	Total	69.63	kg
								1.00			

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.3. Diseño de mezclas para una relación A/C = 0.70

- Se establece una relación A/C = 0.70
- Se establece el contenido de aire según el tamaño máximo nominal de agregado grueso. Para este caso resulta de 3.0 % de contenido de aire.
- Se determina la de cantidad de agua de diseño, para los bloques de concreto es de 110 lt/m³
- Luego se calcula la cantidad de cemento que es 157.14 kg/m³.
- Según el método del ACI se calcula el b/b₀ (Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto) y se reduce un 10%. El b/b₀ final es igual a 0.4068. Luego para hallar la cantidad de agregado grueso se multiplica por el peso unitario compactado.
- Aplicando el método de volúmenes absoluto se halla la cantidad de agregado fino.
- Se corrige la cantidad de agua en base a la humedad y absorción de los agregados.
- Se vuelven hallar los nuevos pesos de los agregados húmedos.

En la tabla 72 se presentan de manera comparativa los pesos de los materiales respecto a los diseños con agregado reciclado y patrón.


Tabla 72: Peso de los materiales para la relación a/c = 0.70.

Materiales	Agregado grueso reciclado	Agregado grueso patrón
	Peso (kg/m ³)	Peso (kg/m ³)
Cemento	157.14	157.14
Agua	127.73	123.24
Agregado Fino	1337.22	1325.30
Agregado grueso	563.00	559.06

Fuente: Elaboración propia.


En la tabla 73 y 74, se mostrará a mayor detalle el diseño de mezclas para la fabricación de bloques de concreto.

Tabla 73: Diseño de mezcla con agregado reciclado para la relación A/C= 0.70 (P5)

	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION DE LA MEZCLA DE PRUEBA							UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	Dosificacion material cementante							Dosificacion de los agregados		Ensayos a realizar	
Agua de diseño (Lts) : 110							Vol aire % 3		12 bloques bloques de concreto		
A/C 0.7							b/bo 0.4068				
Materiales	Procedencia	Peso especifico	PESO UNITARIO	Humedad	Abs	H-A	PESO SECO	Volumen	Correccion por humedad	Tanda prueba	
										Peso de mezcla	Unidad
cemento	Cemento Sol tipo I	3150					157.14	0.0499	157.14	5.03	kg
agua	Sedapal	1000					110	0.1100	127.73	4.09	kg
arena	El pedregal	2320	1814.3	0.63	0.81	-0.18	1328.85	0.5728	1337.22	42.79	kg
piedra (confitillo)	El pedregal	2300	1341.85	3.14	5.95	-2.81	545.86	0.2373	563.00	18.02	kg
aire								0.0300	Total	69.92	kg
								1.00			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74: Diseño de mezcla con agregado patrón para la relación A/C= 0.70 (P6)

	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION DE LA MEZCLA DE PRUEBA							UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	Dosificación material cementante				Dosificación de los agregados				Ensayos a realizar		
Agua de diseño (Lts) :		110		Vol aire %		3		12 bloques bloques de concreto			
A/C		0.7		b/bo		0.4068					
Materiales	Procedencia	Peso específico	PESO UNITARIO	Humedad	Abs	H-A	PESO SECO	Volumen	Correccion por humedad	Tanda prueba	
										Peso de mezcla	Unidad
cemento	Cemento Sol tipo I	3150					157.14	0.0499	157.14	5.03	kg
agua	Sedapal	1000					110	0.1100	123.24	3.94	kg
arena	El pedregal	2320	1814.3	0.63	0.81	-0.18	1317.01	0.5677	1325.30	42.41	kg
piedra (confitillo)	El pedregal	2300	1370.72	0.26	2.21	-1.95	557.61	0.2424	559.06	17.89	kg
aire								0.0300	Total	69.27	kg
								1.00			

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Propiedades físicas y mecánica de bloques de concreto

Para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto se utilizará la norma de UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto NTP 339.604:2002 (Bloque de Concreto).

Para los bloques de concreto se evaluará: la absorción, peso unitario y resistencia a la compresión y medida del tamaño.

Los bloques de concreto son de uso no estructural de tipo III usados principalmente para tabiquería o cercos perimétricos. El bloque de concreto tiene dimensiones de 390 mm de largo, 190 mm de alto y 90 mm de ancho. El molde utilizado para fabricación de bloques es metálico como se muestra en la figura N° 10.



Figura 10: Molde de bloque de concreto

Fuente: Elaboración propia

4.1.5.1. Medida del tamaño (NTP 399.600):

En este ensayo se determinó las variaciones de los bloques de concreto para tres relaciones agua cemento (0.40, 0.55 y 0.70). El bloque utilizado tiene medidas estándar según norma: 390 mm x 90 mm x 190 mm.

Para la medida del tamaño se empleó wincha y regla metálica. Así también para mayor precisión se empleó un vernier digital como muestra la figura 11 a continuación.



Figura 11: Medición de bloque de concreto


Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos de este ensayo serán evaluados según la NTP 399.600 que sostiene:

- El espesor mínimo de pared no debe ser menor de 13 mm
- Las dimensiones (ancho alto y largo) no deben diferir por más de ± 3 mm de las dimensiones estándar especificadas por el fabricante.


En la tabla 75 y 76 se muestran los resultados del dimensionamiento de bloques con agregado reciclado y agregado patrón respectivamente.

Tabla 75: Resultados de dimensionamiento de bloques con agregado reciclado

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE MATERIALES DIMENSIONAMIENTO									
NORMA:		NTP 399.600							
ELEMENTO:		Bloque de Concreto							
FECHA:		20/09/2019							
HECHO POR:		Quispe Arce Frank Jhosep Verastegui Minaya Edward Elias							
BLOQUES DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO									
Muestra	Relacion (a/c)	Promedio			Variacion Dimencional (mm)			Areas	
		Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Δ Ancho	Δ Largo	Δ Alto	Area neta (cm ²)	Area bruta (cm ²)
M1	0.40	90.00	390.00	187.50	0.00	0.00	2.50	191.00	351.00
M2		90.00	390.00	188.00	0.00	0.00	2.00	191.00	351.00
M3		90.00	389.60	188.60	0.00	0.40	1.40	190.64	350.64
M4		90.00	390.00	191.00	0.00	0.00	-1.00	191.00	351.00
M5		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
M6		90.00	390.00	189.95	0.00	0.00	0.05	191.00	351.00
M7		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
M8		90.00	390.00	189.50	0.00	0.00	0.50	191.00	351.00
M9		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
M10		90.00	390.00	188.80	0.00	0.00	1.20	191.00	351.00
M11		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
M12		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
N1	0.55	90.00	390.00	187.50	0.00	0.00	2.50	191.00	351.00
N2		90.00	390.00	189.00	0.00	0.00	1.00	191.00	351.00
N3		90.00	390.00	189.30	0.00	0.00	0.70	191.00	351.00
N4		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
N5		90.00	390.00	188.50	0.00	0.00	1.50	191.00	351.00
N6		90.00	390.00	188.50	0.00	0.00	1.50	191.00	351.00
N7		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
N8		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
N9		90.00	390.00	189.50	0.00	0.00	0.50	191.00	351.00
N10		90.00	390.00	188.00	0.00	0.00	2.00	191.00	351.00
N11		90.00	390.00	188.00	0.00	0.00	2.00	191.00	351.00
N12		90.00	390.00	188.80	0.00	0.00	1.20	191.00	351.00
P1	0.70	90.00	390.00	188.00	0.00	0.00	2.00	191.00	351.00
P2		90.00	390.00	188.50	0.00	0.00	1.50	191.00	351.00
P3		90.00	390.00	188.00	0.00	0.00	2.00	191.00	351.00
P4		90.00	390.00	190.30	0.00	0.00	-0.30	191.00	351.00
P5		90.00	390.00	189.50	0.00	0.00	0.50	191.00	351.00
P6		90.00	390.00	189.90	0.00	0.00	0.10	191.00	351.00
P7		90.00	390.00	188.50	0.00	0.00	1.50	191.00	351.00
P8		90.00	390.00	188.00	0.00	0.00	2.00	191.00	351.00
P9		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
P10		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
P11		90.00	390.00	188.50	0.00	0.00	1.50	191.00	351.00
P12		90.00	390.00	187.50	0.00	0.00	2.50	191.00	351.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76: Resultados de dimensionamiento de bloques con agregado patrón

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE MATERIALES DIMENSIONAMIENTO							
NORMA:		NTP 399.600							
ELEMENTO:		Bloque de Concreto							
FECHA:		20/09/2019							
HECHO POR:		Quispe Arce Frank Jhosep Verastegui Minaya Edward Elias							
BLOQUES DE CONCRETO CON AGREGADO PATRÓN									
Muestra	Relacion (a/c)	Promedio			Variacion Dimensional (mm)			Areas	
		Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Δ Ancho	Δ Largo	Δ Alto	Area neta (cm ²)	Area bruta (cm ²)
J1	0.40	90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
J2		90.00	390.00	189.50	0.00	0.00	0.50	191.00	351.00
J3		90.00	389.60	189.50	0.00	0.40	0.50	190.64	350.64
J4		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
J5		90.00	390.00	191.00	0.00	0.00	-1.00	191.00	351.00
J6		90.00	390.00	189.95	0.00	0.00	0.05	191.00	351.00
J7		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
J8		90.00	390.00	189.50	0.00	0.00	0.50	191.00	351.00
J9		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
J10		90.00	390.00	188.80	0.00	0.00	1.20	191.00	351.00
J11		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
J12		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
K1	0.55	90.00	390.00	188.50	0.00	0.00	1.50	191.00	351.00
K2		90.00	390.00	189.00	0.00	0.00	1.00	191.00	351.00
K3		90.00	390.00	189.30	0.00	0.00	0.70	191.00	351.00
K4		90.00	390.00	189.50	0.00	0.00	0.50	191.00	351.00
K5		90.00	390.00	189.50	0.00	0.00	0.50	191.00	351.00
K6		90.00	390.00	188.50	0.00	0.00	1.50	191.00	351.00
K7		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
K8		90.00	390.00	188.80	0.00	0.00	1.20	191.00	351.00
K9		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
K10		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
K11		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
K12		90.00	390.00	188.80	0.00	0.00	1.20	191.00	351.00
L1	0.70	90.00	390.00	189.50	0.00	0.00	0.50	191.00	351.00
L2		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
L3		90.00	390.00	189.50	0.00	0.00	0.50	191.00	351.00
L4		90.00	390.00	190.30	0.00	0.00	-0.30	191.00	351.00
L5		90.00	390.00	190.00	0.00	0.00	0.00	191.00	351.00
L6		90.00	390.00	189.90	0.00	0.00	0.10	191.00	351.00
L7		90.00	390.00	188.50	0.00	0.00	1.50	191.00	351.00
L8		90.00	390.00	188.00	0.00	0.00	2.00	191.00	351.00
L9		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
L10		90.00	390.00	188.60	0.00	0.00	1.40	191.00	351.00
L11		90.00	390.00	188.00	0.00	0.00	2.00	191.00	351.00
L12		90.00	390.00	187.50	0.00	0.00	2.50	191.00	351.00

Fuente: Elaboración propia

4.1.5.2 Resistencia a la compresión (NTP 399.604)

Se realizaron 3 ensayos en cada relación agua/cemento (0.40, 0.55 y 0.70) para la edad de 7, 14 y 28 días respectivamente.

Para este ensayo se usó la prensa de concreto adicionándole bloques de soporte de acero en la parte superior e inferior. En la parte superior se transmitirá la carga y en la parte inferior descansará el bloque de concreto según indica la NTP 399.604. La NTP 399.600 menciona que la resistencia a la compresión mínima es de 4.15 Mpa (41,5 kg/cm²) como indica la tabla 77.

Tabla 77: Requisito de resistencia mínima

Resistencia la compresión mínima respecto al Área neta promedio (kg/cm²)	
Promedio de unidades	41.5
Unidad individual	34.5

Fuente: NTP 399.600

Para un mejor ensayo los bloques de concreto fueron capeadas con una superficie de yeso y agua en la parte superior e inferior con la finalidad de uniformizar las superficies. En la figura 12 y 13 se observa los bloques de concreto con su capeo y en la prensa respectivamente.



Figura 12: Capeo de bloques de concreto

Fuente: Elaboración propia



Figura 13: Ensayo de compresión de bloques de concreto
Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 78, 79, 80, 81, 82 y 83 para diferentes edades. En la figura 14, 15, 16, 17, 18 y 19 se muestran los gráficos comparativos de resistencia a la compresión para distintas relaciones agua/cemento.

Tabla 78: Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días (AR)

Muestras		Relacion (a/c)	Area Bruta (cm ²)	Area Neta (cm ²)	Carga (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresion	
							Area Bruta (Kg/cm ²)	Area Neta (Kg/cm ²)
M4	0.40		351.00	191.00	86.73	8843.90	25.20	46.30
M5			351.00	191.00	71.06	7246.60	20.65	37.94
M6			351.00	191.00	89.86	9163.10	26.11	47.97
N6	0.55		351.00	191.00	48.15	4910.30	13.99	25.71
N7			351.00	191.00	59.21	6038.20	17.20	31.61
N8			351.00	191.00	67.95	6929.30	19.74	36.28
P7	0.70		351.00	191.00	37.55	3829.10	10.91	20.05
P8			351.00	191.00	37.84	3858.30	10.99	20.20
P9			351.00	191.00	38.12	3887.40	11.08	20.35

Fuente: Elaboración propia

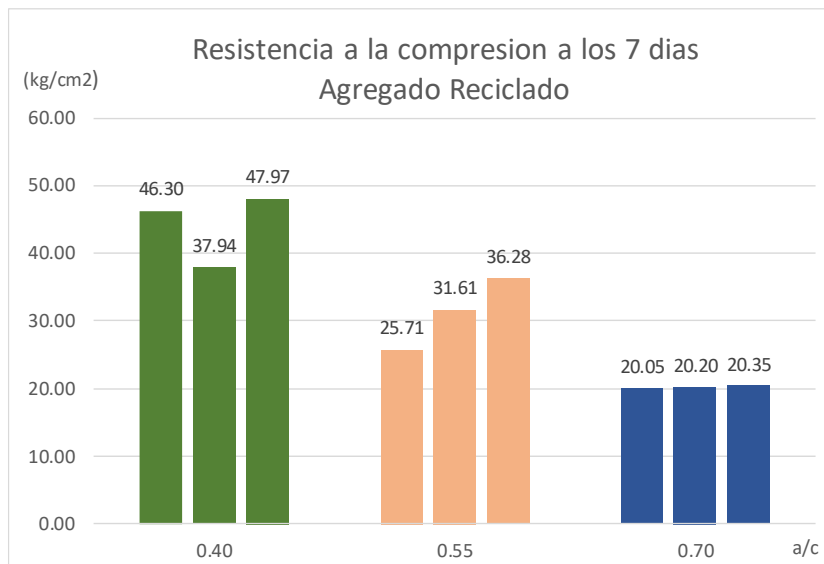



Figura 14: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 7 días - AR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79: Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días (AR)

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE MATERIALES RESISTENCIA A LA COMPRESION					
NORMA:		NTP 399.600					
ELEMENTO:		Bloque de Concreto 390mm x 90mm x 190mm					
HECHO POR:		Quispe Arce Frank Jhosep Verastegui Minaya Edward Elias					
TIPO DE AGREGADO :		Agregado Grueso Reciclado					
EDAD:		14 Días					
Muestras	Relacion (a/c)	Area Bruta (cm ²)	Area Neta (cm ²)	Carga (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresion	
						Area Bruta (Kg/cm ²)	Area Neta (Kg/cm ²)
M4	0.40	351.00	191.00	104.07	10612.70	30.24	55.56
M5		351.00	191.00	86.70	8840.90	25.19	46.29
M6		351.00	191.00	107.83	10995.70	31.33	57.57
N6	0.55	351.00	191.00	59.23	6039.70	17.21	31.62
N7		351.00	191.00	71.65	7306.30	20.82	38.25
N8		351.00	191.00	84.94	8661.70	24.68	45.35
P7	0.70	351.00	191.00	46.19	4709.80	13.42	24.66
P8		351.00	191.00	47.30	4822.90	13.74	25.25
P9		351.00	191.00	47.27	4820.40	13.73	25.24

Fuente: Elaboración propia

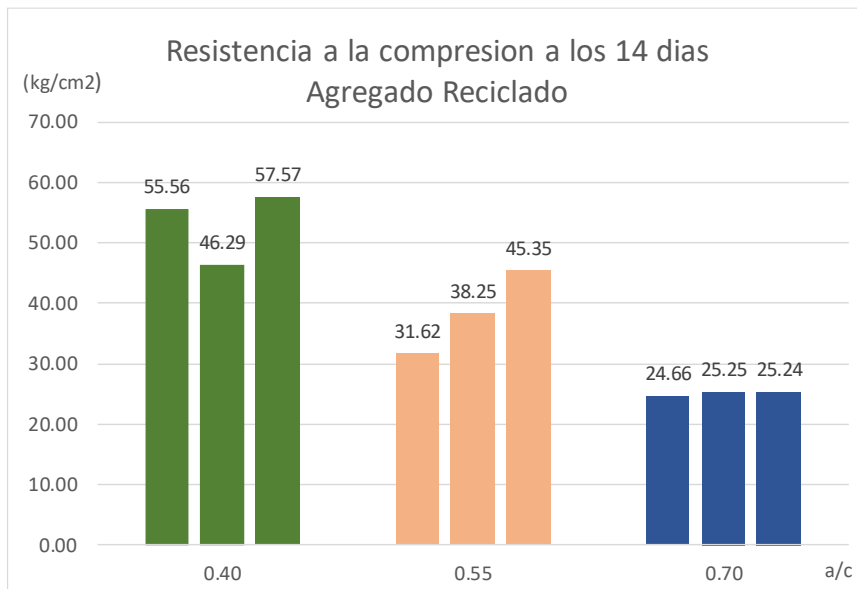


Figura 15: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 14 días - AR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80: Resultados de resistencia a la compresión a los 28 días (AR)

Muestras		Relacion (a/c)	Area Bruta (cm ²)	Area Neta (cm ²)	Carga (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresion	
							Area Bruta (Kg/cm ²)	Area Neta (Kg/cm ²)
M4		0.40	351.00	191.00	116.56	11886.20	33.86	62.23
M5			351.00	191.00	97.97	9990.20	28.46	52.30
M6			351.00	191.00	124.01	12645.10	36.03	66.20
N6		0.55	351.00	191.00	67.52	6885.20	19.62	36.05
N7			351.00	191.00	80.25	8182.90	23.31	42.84
N8			351.00	191.00	96.83	9874.30	28.13	51.70
P7		0.70	351.00	191.00	53.12	5416.30	15.43	28.36
P8			351.00	191.00	54.86	5594.50	15.94	29.29
P9			351.00	191.00	55.31	5639.80	16.07	29.53

Fuente: Elaboración propia

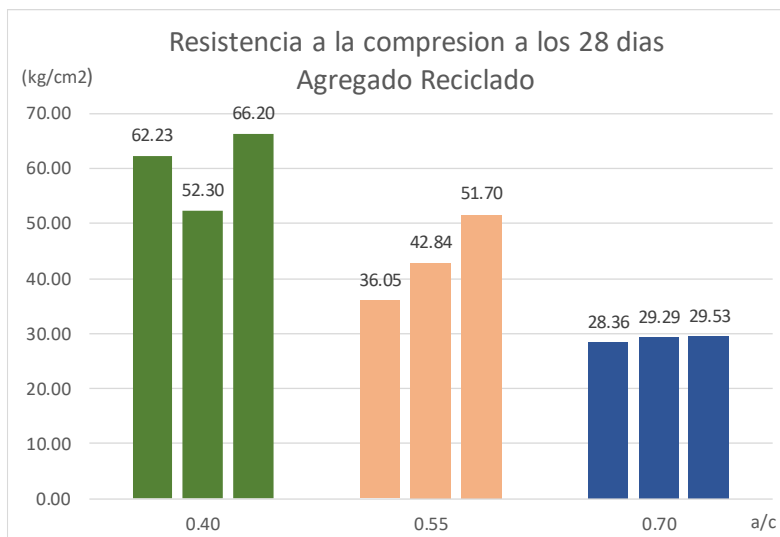


Figura 16: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 28 días - AR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81: Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días (AP)

Muestras		Relacion (a/c)	Area Bruta (cm ²)	Area Neta (cm ²)	Carga (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresion	
							Area Bruta (Kg/cm ²)	Area Neta (Kg/cm ²)
M4	0.40	351.00	191.00	112.31	11452.70	32.63	59.96	
M5		351.00	191.00	97.88	9980.60	28.43	52.25	
M6		351.00	191.00	106.75	10885.60	31.01	56.99	
N6	0.55	351.00	191.00	88.62	9036.70	25.75	47.31	
N7		351.00	191.00	91.26	9306.30	26.51	48.72	
N8		351.00	191.00	88.18	8991.70	25.62	47.08	
P7	0.70	351.00	191.00	66.78	6809.80	19.40	35.65	
P8		351.00	191.00	53.18	5422.90	15.45	28.39	
P9		351.00	191.00	55.12	5620.40	16.01	29.43	

Fuente: Elaboración propia

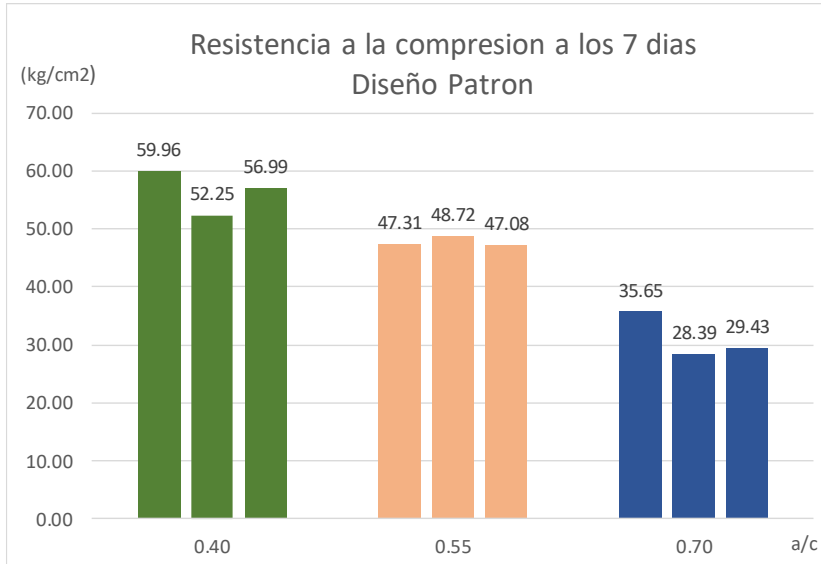


Figura 17: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 7 días - AP

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82: Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días (AP)

Muestras		Relacion (a/c)	Area Bruta (cm ²)	Area Neta (cm ²)	Carga (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresion	
							Area Bruta (Kg/cm ²)	Area Neta (Kg/cm ²)
M4	0.40		351.00	191.00	129.96	13252.70	37.76	69.39
M5			351.00	191.00	122.44	12485.60	35.57	65.37
M6			351.00	191.00	132.25	13485.40	38.42	70.60
N6	0.55		351.00	191.00	112.64	11485.60	32.72	60.13
N7			351.00	191.00	106.68	10878.62	30.99	56.96
N8			351.00	191.00	115.59	11786.50	33.58	61.71
P7	0.70		351.00	191.00	84.48	8614.36	24.54	45.10
P8			351.00	191.00	91.86	9367.50	26.69	49.04
P9			351.00	191.00	93.78	9562.45	27.24	50.07

Fuente: Elaboración propia

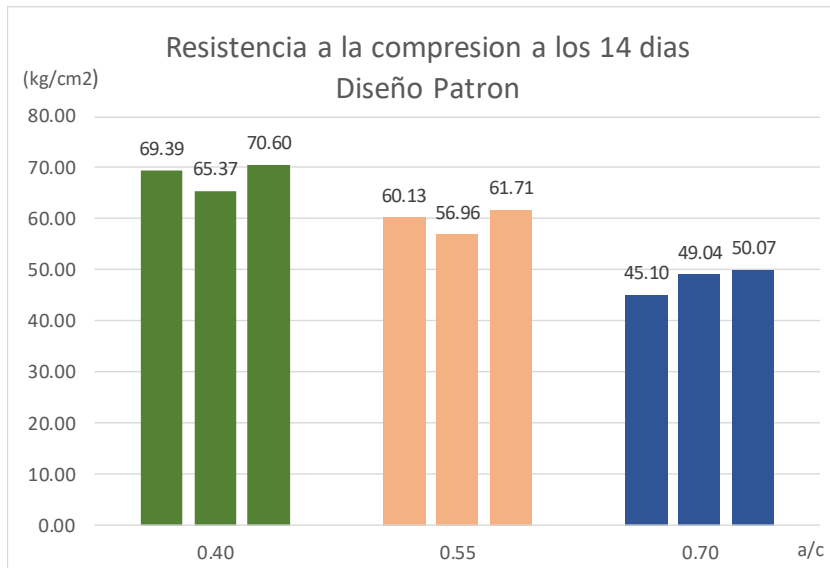


Figura 18: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 14 días - AP

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83: Resultados de resistencia a la compresión a los 28 días (AP)

Muestras		Relacion (a/c)	Area Bruta (cm ²)	Area Neta (cm ²)	Carga (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresion	
							Area Bruta (Kg/cm ²)	Area Neta (Kg/cm ²)
M4	0.40		351.00	191.00	140.10	14286.20	40.70	74.80
M5			351.00	191.00	131.98	13458.60	38.34	70.46
M6			351.00	191.00	127.30	12980.60	36.98	67.96
N6	0.55		351.00	191.00	119.12	12146.60	34.61	63.59
N7			351.00	191.00	111.84	11404.60	32.49	59.71
N8			351.00	191.00	117.49	11980.60	34.13	62.73
P7	0.70		351.00	191.00	96.26	9816.30	27.97	51.39
P8			351.00	191.00	96.93	9884.50	28.16	51.75
P9			351.00	191.00	86.69	8839.80	25.18	46.28

Fuente: Elaboración propia

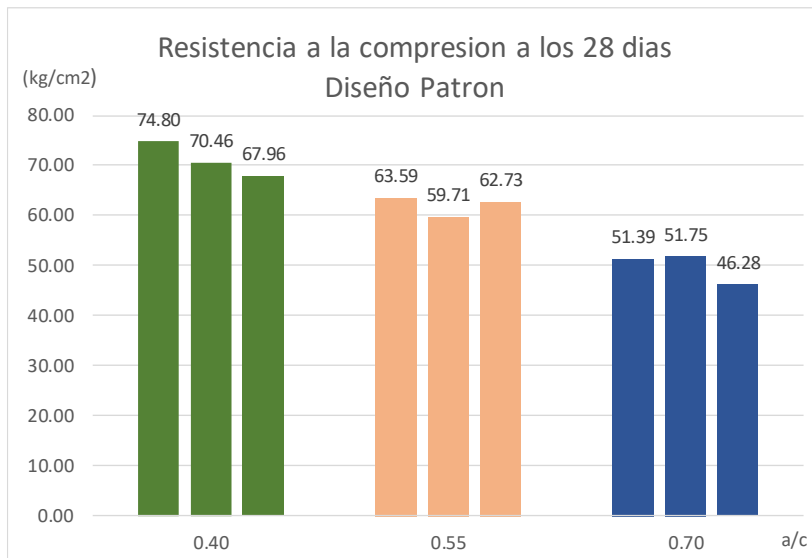

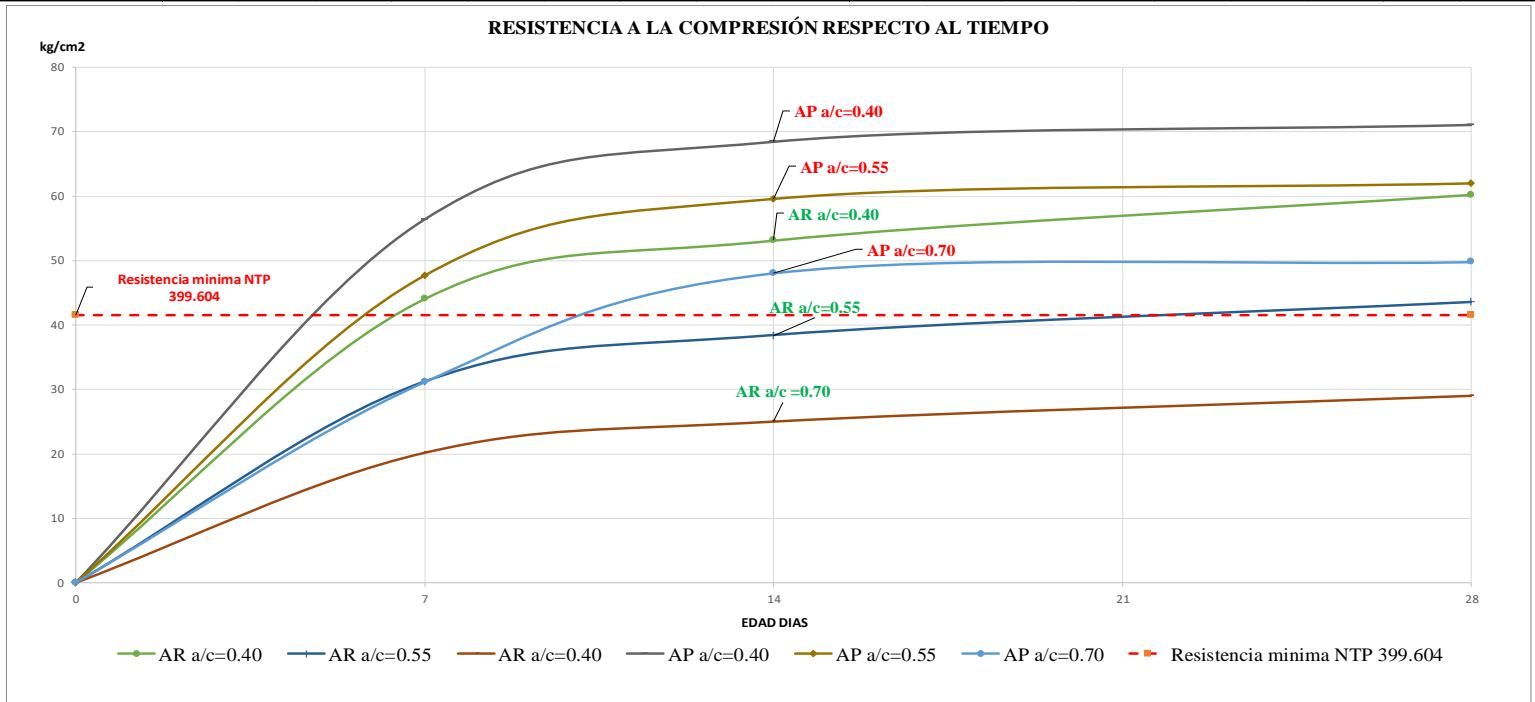


Figura 19: Grafico comparativo de resistencia a la compresión a los 28 días - AP

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84: Resultados de resistencia promedio para distintas edades y relaciones agua/cemento y su tendencia

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																	
	FACULTAD DE INGENIERIA																	
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																	
	RESISTENCIA A LA COMPRESION																	
TESITAS	QUISPE ARCE FRANK JHOSEP									NTP			399.604					
	VERASTEGUI MINAYA EDWARD									FECHA			VARIOS					
DISEÑOS	:VARIOS																	
AGREGADO	AGREGADO RECICLADO									AGREGADO PATRON								
AGUA/CEMENTO	0.40			0.55			0.70			0.40			0.55			0.70		
EDAD (días)	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28
RESISTENCIA (kg/cm2)	44.07	53.14	60.25	31.2	38.41	43.53	20.2	25.05	29.06	56.4	68.45	71.07	47.7	59.6	62.01	31.16	48.07	49.81



Fuente: Elaboración propia

4.1.5.3 Ensayo de absorción (NTP 3993.600)

Se realizaron 3 ensayos de absorción por cada relación agua/cemento 0.40, 0.55 y 0.70. Las unidades evaluadas serán especímenes cortados en unidades enteras. Los valores calculados de absorción serán considerados como representativas de la unidad entera.

Se dividió los bloques de concreto con la cortadora circular de concreto de 14 pulgadas para poder sumergirlos en agua y poder ensayarlos como se muestra en la figura N° 20 y 21.



Figura 20: Corte de bloque de concreto

Fuente: Elaboración propia



Figura 21: Saturación de bloques de concreto

Fuente: Elaboración propia

La absorción se puede medir en dos unidades, en peso por unidad de volumen (kg/m^3) y en porcentaje (%). Los resultados de absorción expresados kg/m^3 se indican en la tabla N° 77 y 78.

$$\text{ABSORCION \%} = (W_s - W_d) / (W_s - W_i) \times 100$$


W_s = peso saturado del espécimen (kg)

W_d = Peso seco al horno del espécimen (kg)

W_i = peso sumergido del espécimen (kg)

En la tabla 85 y 86 se presentan los resultados de absorción. En la figura 22 y 23 se compara estos resultados mediante un gráfico para distintas relaciones agua/cemento.

Tabla 85: Resultados de absorción de bloques de concreto con agregado reciclado

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERIA			
		LABORATORIO DE MATERIALES			
		ABSORCIÓN (%)			
NORMA:		NTP 399.602			
ELEMENTO:		Medio Bloque de Concreto			
FECHA:		20/09/2019			
HECHO POR:		Quispe Arce Frank Jhosep Verastegui Minaya Edward Elias			
TIPO DE AGREGADO:		Agregado reciclado			
Muestra	Relacion (a/c)	Peso Saturado (Ws)	Peso Seco al Horno (Wd)	Absorcion (%)	Absorcion Promedio (%)
A10	0.40	3.94	3.63	8.54	9.15
A11		4.04	3.68	9.78	
A12		3.95	3.62	9.12	
B10	0.55	4.02	3.64	10.44	10.71
B11		4.07	3.70	10.00	
B12		4.01	3.59	11.70	
C10	0.70	3.80	3.36	13.10	13.59
C11		3.92	3.46	13.29	
C12		3.82	3.34	14.37	

Fuente: Elaboración propia

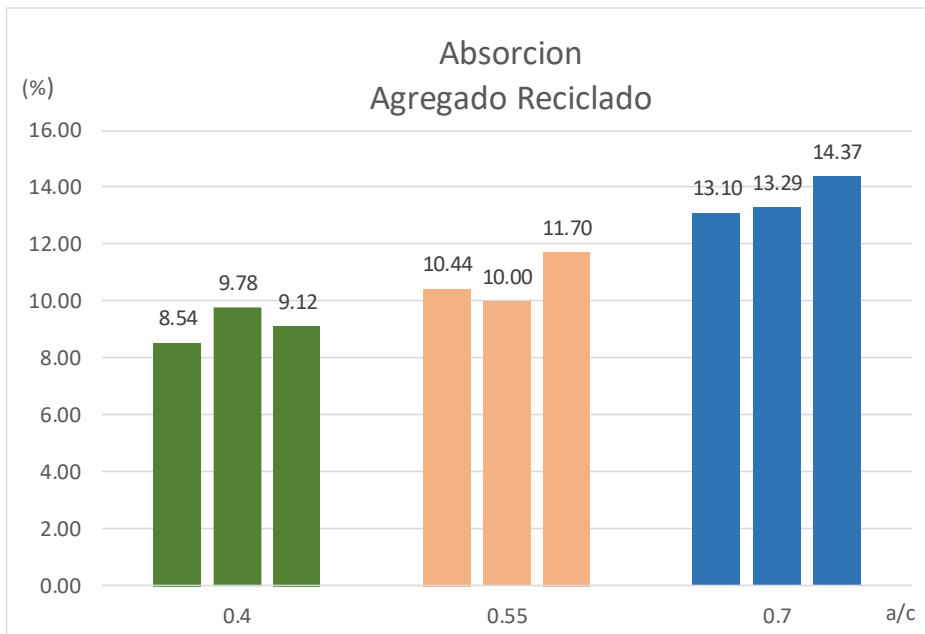



Figura 22: Grafico comparativo de absorción - AR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86: Resultados de absorción de bloques de concreto con agregado patrón

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERIA			
		LABORATORIO DE MATERIALES			
		ABSORCIÓN (%)			
NORMA:		NTP 399.602			
ELEMENTO:		Medio Bloque de Concreto			
FECHA:		20/09/2019			
HECHO POR:		Quispe Arce Frank Jhosep Verastegui Minaya Edward Elias			
TIPO DE AGREGADO:		Agregado grueso patrón			
Muestra	Relacion (a/c)	Peso Saturado (Ws)	Peso Seco al Horno (Wd)	Absorcion (%)	Absorcion Promedio (%)
K10	0.40	3.58	3.34	7.19	7.17
K11		3.98	3.72	6.99	
K12		3.95	3.68	7.34	
L10	0.55	4.08	3.75	8.80	8.27
L11		3.95	3.66	7.92	
L12		4.01	3.71	8.09	
P10	0.70	4.01	3.59	11.70	11.31
P11		3.89	3.50	11.14	
P12		3.81	3.43	11.08	

Fuente: Elaboración propia

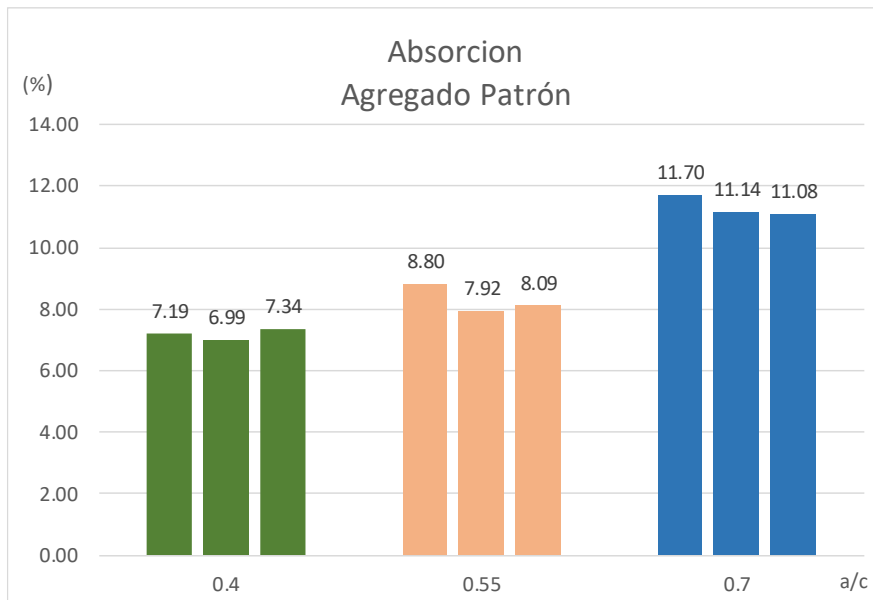


Figura 23: Grafico comparativo de absorción - AP

Fuente: Elaboración propia

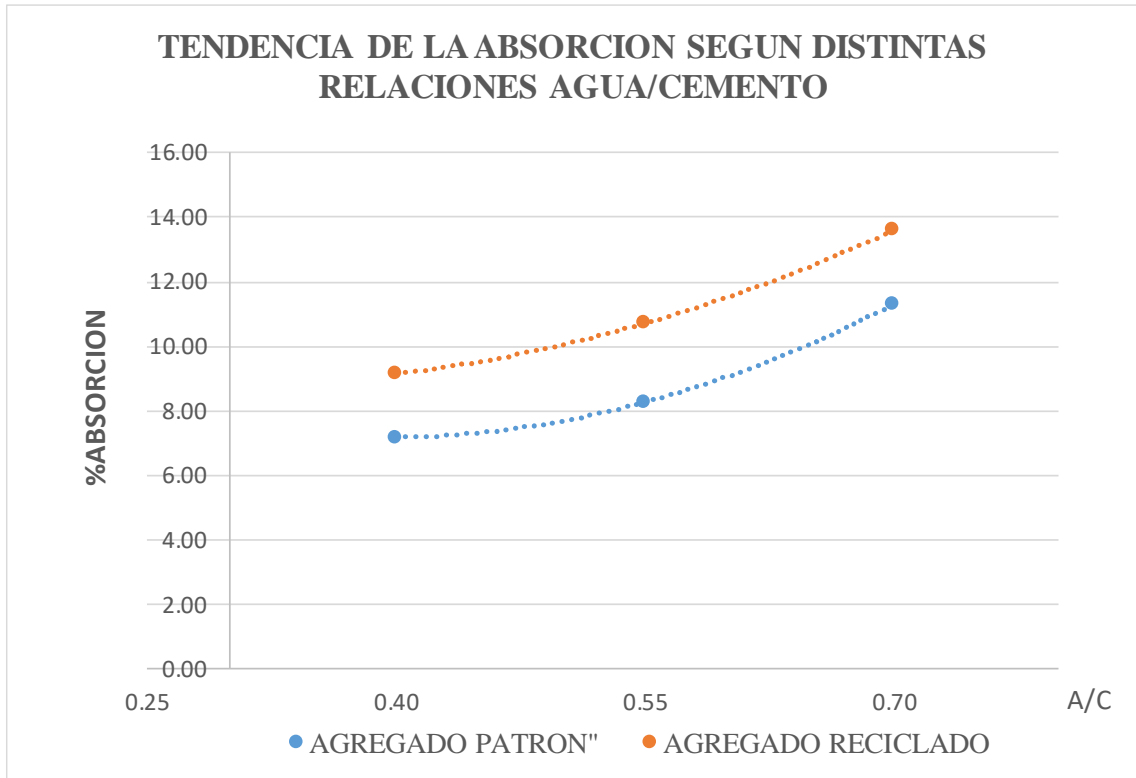


Figura 24: Grafico comparativo de tendencia de absorción con agregado patrón vs reciclado

Fuente: Elaboración propia

4.1.5.4 Ensayo de peso unitario de bloques (NTP 399.600)

El peso unitario o densidad está definido como la relación entre el peso del bloque y el volumen de estos. Según la NTP 399.600 Los bloques deben cumplir con una de las tres densidades especificadas en la siguiente tabla 87.

Tabla 87: Clasificación de los bloques según su densidad


Clasificación	Densidad promedio de 3 unidades
Peso liviano	Menor que 1680
Peso medio	No menor que 1680 a 2000
Peso normal	Mayor que 200

Fuente: NTP 399.600

Para este ensayo se empleó la balanza para determinar los pesos de los bloques. Los volúmenes fueron hallados del dimensionamiento de los bloques.

En la tabla 88 y 89 se presentan los resultados de peso unitario. En la figura 24 y 25 se compara estos resultados mediante un gráfico para distintas relaciones agua/cemento.

Tabla 88: Resultados del peso unitario de bloques con agregado reciclado

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERIA			
		LABORATORIO DE MATERIALES			
		PESO UNITARIO			
NORMA:	NTP 399.600				
ELEMENTO:	Bloque de concreto 390mm x 90mm x 190mm				
HECHO POR:	Quispe Arce Frank Jhosep				
	Verastegui Minaya Edward Elias				
TIPO DE AGREGADO	Agregado reciclado				
Muestras	Relacion (a/c)	Volumen (m3)	Peso (kg)	Peso Unitario (kg/m3)	Promedio (kg/m3)
M4	0.40	0.00358	7.02	1960	1949
M5		0.00359	7.14	1988	
M6		0.00360	7.1	1971	
M7		0.00365	7.04	1930	
M8		0.00363	6.88	1896	
N4	0.55	0.00358	6.7	1871	1921
N5		0.00361	6.94	1922	
N6		0.00362	6.66	1842	
N7		0.00360	7.1	1971	
N8		0.00360	7.2	2000	
P4	0.70	0.00359	6.88	1916	1897
P5		0.00360	6.90	1916	
P6		0.00359	6.82	1899	
P7		0.00363	6.78	1865	
P8		0.00362	6.84	1890	

Fuente: Elaboración propia

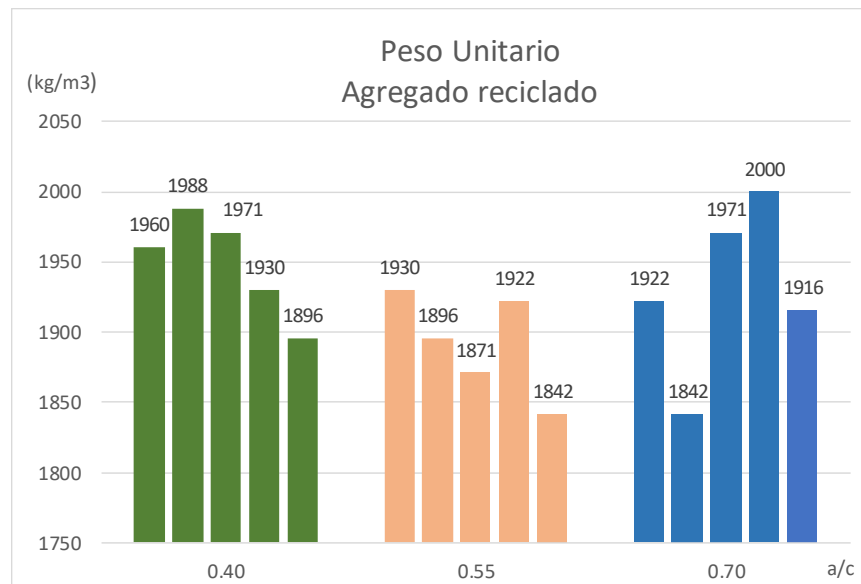



Figura 25: Grafico comparativo de peso unitario - AR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89: Resultados del peso unitario de bloques con agregado patrón

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERIA			
		LABORATORIO DE MATERIALES			
		PESO UNITARIO			
NORMA:		NTP 399.604			
ELEMENTO:		Bloque de concreto 390mm x 90mm x 190mm			
HECHO POR:		Quispe Arce Frank Jhosep Verastegui Minaya Edward Elias			
TIPO DE AGREGADO		Agregado patrón			
Muestras	Relacion (a/c)	Volumen (m3)	Peso (kg)	Peso Unitario (kg/m3)	Promedio (kg/m3)
K4	0.40	0.00363	7.4	2039	2019
K5		0.00362	7.28	2011	
K6		0.00362	7.35	2031	
K7		0.00363	7.16	1973	
K8		0.00365	7.44	2039	
L4	0.55	0.00360	7.08	1966	1973
L5		0.00361	7.1	1967	
L6		0.00362	6.98	1931	
L7		0.00362	7.2	1989	
L8		0.00362	7.28	2011	
M4	0.70	0.00362	7.18	1984	1970
M5		0.00363	7.24	1995	
M6		0.00362	7.10	1962	
M7		0.00363	6.98	1920	
M8		0.00363	7.22	1990	

Fuente: Elaboración propia

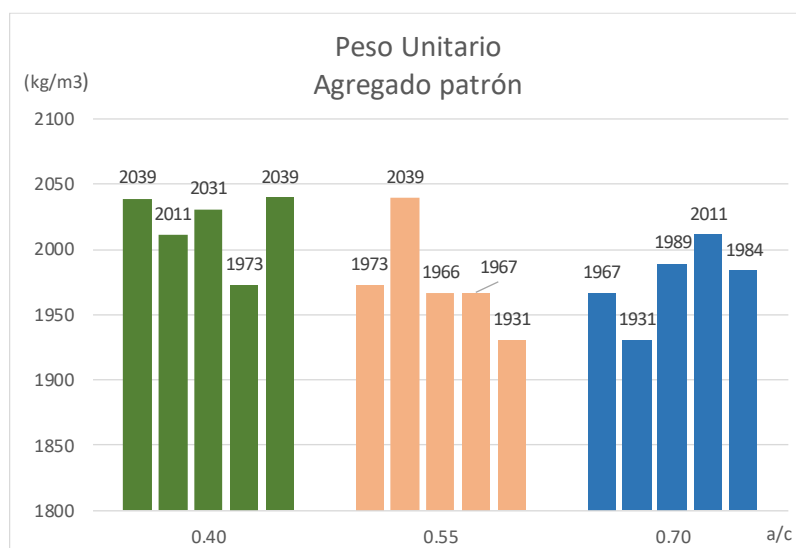


Figura 26: Grafico comparativo de peso unitario - AP

Fuente: Elaboración propia

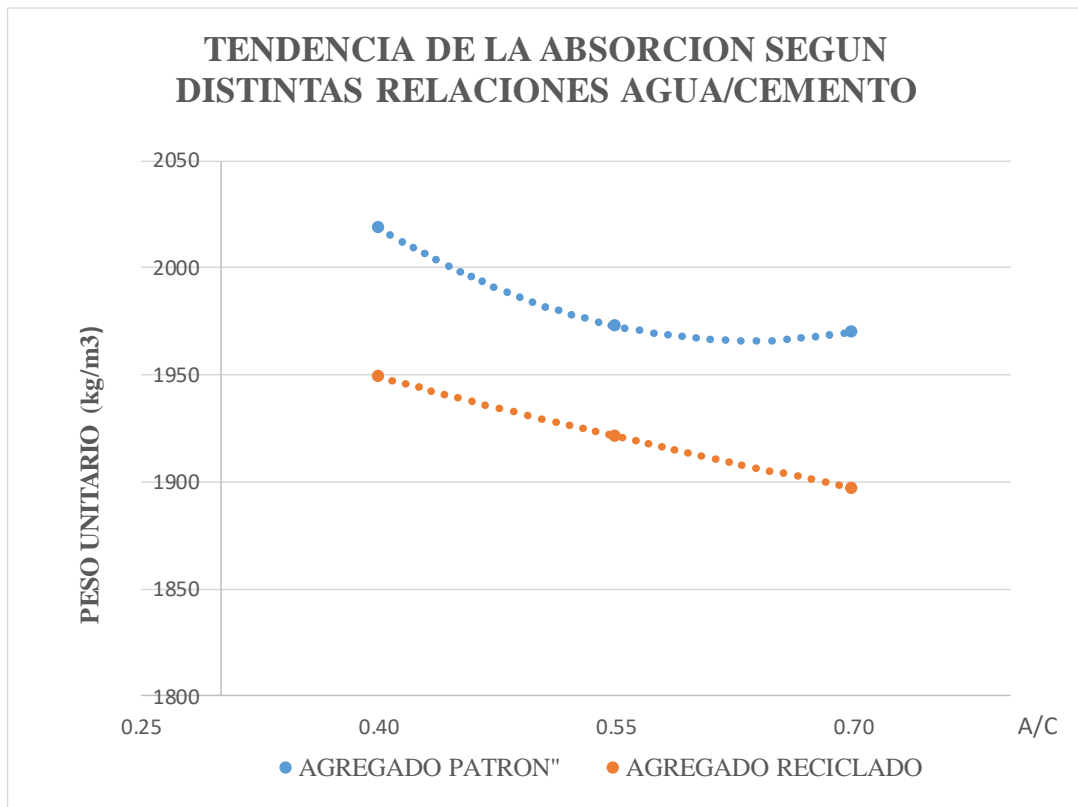


Figura 27: Grafico comparativo de tendencia del peso unitario con agregado patrón vs reciclado
Fuente: Elaboración propia

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Contrastación de la primera hipótesis

Análisis estadístico para la optimización de la resistencia a la compresión de bloques de concreto con diferentes relaciones agua cemento.

Para el siguiente análisis estadístico de esta hipótesis se analizará los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión con diferentes relaciones agua cemento 0.40, 0.55 y 0.70.

✓ Prueba estadística resistencia a la compresión a los 7 días

Hipótesis A: Al disminuir la relación agua cemento se optimiza la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 7 días.

- H_0 : Al disminuir la relación agua cemento NO AUMENTA la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 7 días.

- H_1 : Al disminuir la relación agua cemento AUMENTA la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 7 días.

Asimetría:

Utilizando el programa SPSS Statistics 25, obtenemos los datos de frecuencia para distinguir la asimetría como se muestra en la tabla.

Además, graficamos la distribución normal de nuestros resultados de la resistencia a la compresión a la edad de 7 días para las relaciones de agua y cemento de 0,4; 0,55 y 0,7, los cuales nos da una asimetría absoluta máxima de 0,624, la cual es muy próxima al 0, por ende, podemos afirmar que los datos obtenidos son simétricos.

Tabla 90: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.

Estadísticos		
COMP_7D_0.4		
N	Válido	6
	Perdidos	9
Media		50,2350
Desv. Desviación		7,95044
Asimetría		-,415
Error estándar de asimetría		,845
Curtosis		-,265
Error estándar de curtosis		1,741

Fuente: Elaboración propia

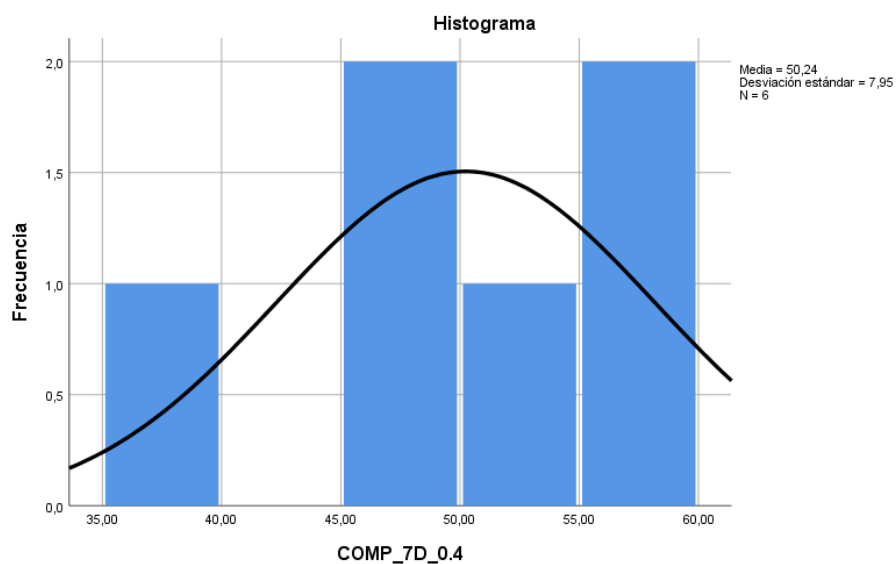


Figura 28: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.4

Fuente : Elaboración propia

Tabla 91: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.

Estadísticos		
COMP_7D_0.55		
N	Válido	6
	Perdidos	9
Media		39,4517
Desv. Desviación		9,65641
Asimetría		-,461
Error estándar de asimetría		,845
Curtosis		-1,893
Error estándar de curtosis		1,741

Fuente: Elaboración propia

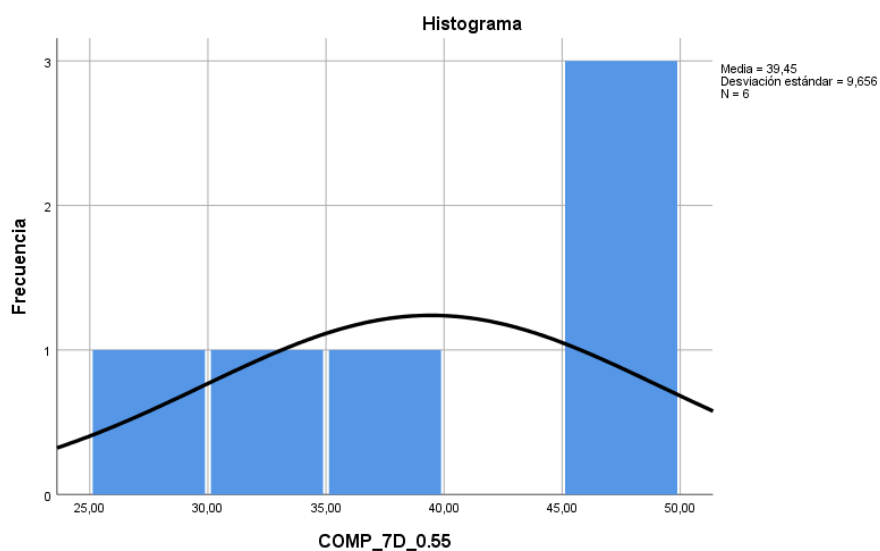


Figura 29: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 92: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,70.

Estadísticos		
COMP_7D_0.7		
N	Válido	6
	Perdidos	9
Media		25,6783
Desv. Desviación		6,49529
Asimetría		,624
Error estándar de asimetría		,845
Curtosis		-1,196
Error estándar de curtosis		1,741

Fuente: Elaboración propia

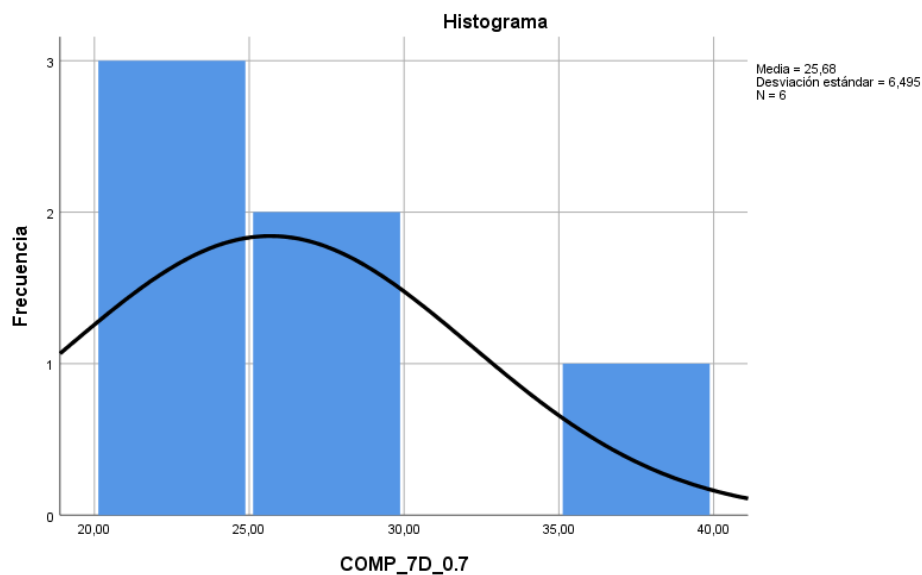


Figura 30: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.70

Fuente: Elaboración propia

Significancia

Para el nivel de significancia que establecido fue de 0.05, lo que implica las siguientes condiciones:

si: $\alpha \leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se afirma la hipótesis alternante (H_1)

si: $\alpha > 0,05$ Se afirma la hipótesis nula (H_0)

A continuación, con ayuda del programa “IBM SPSS Statistics 25”, calculamos la significancia de las resistencias a la compresión a los 7 días para las diferentes relaciones de agua/cemento la cual podemos concebir en las siguientes tablas, donde el resultado para la relación agua cemento de 0,4 fue de 0,032; para 0,55 resultó 0,006 y finalmente. para 0,7 obtuvimos 0,08.

Tabla 93: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00004	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMP_7D_0.4	0,4_CON_VIRG	3	56,4000	3,88871
	0,4_CON_REC	3	44,0700	5,37400

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COMP_7D_0.4	Se asumen varianzas iguales	,700	,460	3,219	4	,032	12,33000	3,82980	1,69678	22,96322
	No se asumen varianzas iguales			3,219	3,644	,037	12,33000	3,82980	1,27401	23,38599

Fuente: Elaboración propia

Tabla 94: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,55.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00010	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMP_7D_0.55	0,55_CON_VIRG	3	47,7033	,88794
	0,55_CON_REC	3	31,2000	5,29691

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COMP_7D_0.55	Se asumen varianzas iguales	3,309	,143	5,322	4	,006	16,50333	3,10085	7,89401	25,11266
	No se asumen varianzas iguales			5,322	2,112	,030	16,50333	3,10085	3,81875	29,18791

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,70.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00013	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMP_7D_0.7	0,7_CON_VIRG	3	31,1567	3,92593
	0,7_CON_REC	3	20,2000	,15000

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COMP_7D_0.7	Se asumen varianzas iguales	12,830	,023	4,830	4	,008	10,95667	2,26829	4,65888	17,25445
	No se asumen varianzas iguales			4,830	2,006	,040	10,95667	2,26829	1,22417	20,68916

Fuente: Elaboración propia

Regresión lineal

Utilizamos la regresión lineal como método de predicción estadística, ya que tenemos solo una variable independiente y esta a su vez influye en la variable dependiente, por lo obtenemos la siguiente relación:

$$Y=a+bX$$

Donde:

- . Y: Resistencia a la compresión del concreto con agregado reciclado a los 7 días (kg/cm²).
- . X: Relación agua cemento.
- . a: Constante de la ecuación.
- . b: Factor pendiente de la ecuación.

Tabla 96: Análisis de regresión para resistencia a la compresión a 7 días con diferente relación agua cemento

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	R_A_C ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: COMPR_7D_REC

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,939 ^a	,881	,864	4,06497

a. Predictores: (Constante), R_A_C

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error			
1	(Constante)	75,585	6,234		12,125	,000
	R_A_C	-79,567	11,063	-,939	-7,192	,000

a. Variable dependiente: COMPR_7D_REC

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos las constantes con el programa SPSS Statistics 25, los cuales forman la siguiente ecuación:

$$Y=75,585-79,567X$$

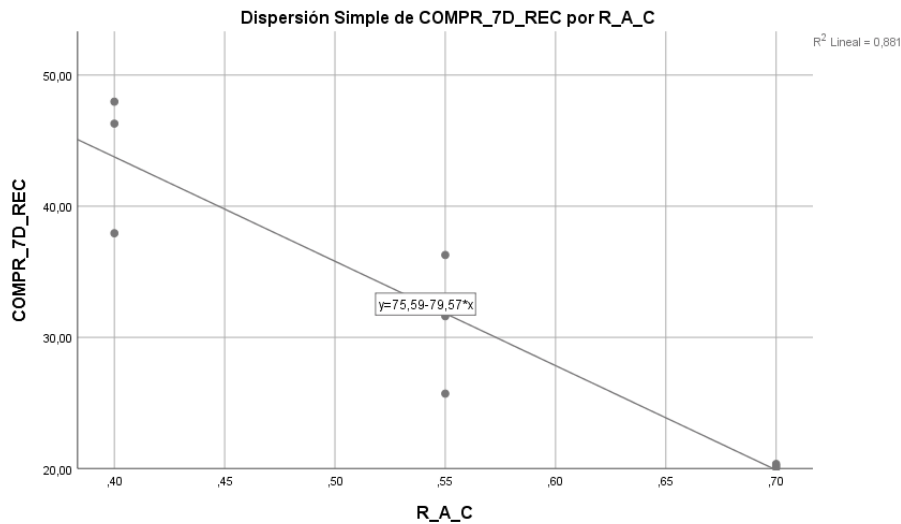


Figura 31: Línea de tendencia para resistencia a la compresión vs relación agua cemento

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de determinación múltiple (R²).

Lo utilizamos para determinar la influencia que tiene la variable X sobre la variable Y, se calcula con la siguiente formula:

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{854,665}{970,333} = 0,8808$$

Tabla 97: Coeficientes de regresión para confiabilidad

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	854,665	1	854,665	51,723	,000 ^b
	Residuo	115,668	7	16,524		
	Total	970,333	8			

a. Variable dependiente: COMPR_7D_REC

b. Predictores: (Constante), R_A_C

Fuente: SPSS

Correlación.

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de

-0.939, el cual significa que es una relación inversamente proporcional, casi perfecta ya que es cercana al -1.

Tabla 98: Análisis de correlación entre relación agua cemento y resistencia a la compresión.

		Correlaciones	
		R_A_C	COMPR_7D_REC
R_A_C	Correlación de Pearson	1	-.939**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	9	9
COMPR_7D_REC	Correlación de Pearson	-.939**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	9	9

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

- **Conclusión:** Los resultados conseguidos, se lograron fijando una confiabilidad del 95% para el análisis de la significancia de la resistencia a la compresión.

La significancia máxima alcanzada en los cálculos fue de 0,032 en la relación de 0,4 por lo tanto, rechazamos la hipótesis H_0 y afirmamos H_1 : Al disminuir la relación agua cemento AUMENTA la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 7 días.

Comprobamos que utilizando la regresión podemos modelar la ecuación $Y=75,585-79,567X$, la cual tiene una efectividad del 88,08% lo que es una veracidad buena, sin ser confiable.

Del análisis estadístico, podemos afirmar que la relación agua cemento con agregados reciclados, influyen en un 86,4% a la resistencia a la compresión a los 7 días.

Finalmente, obtenemos que la correlación entre la resistencia a la compresión y la relación agua cemento es inversamente proporcional, en un grado de 0,939 por lo que demostramos que hay una relación muy fuerte entre la relación agua/cemento con agregados reciclados y la resistencia a la compresión a la edad de 7 días.

Prueba estadística resistencia a la compresión a los 14 días

Hipótesis B: Al disminuir la relación agua cemento se optimiza la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 14 días.

- H_0 : Al disminuir la relación agua cemento NO AUMENTA la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 14 días.

- H_1 : Al disminuir la relación agua cemento AUMENTA la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 14 días.

Asimetría:

Utilizando el programa SPSS Statistics 25, obtenemos los datos de frecuencia para distinguir la asimetría como se muestra en la tabla.

Además, graficamos la distribución normal de nuestros resultados de la resistencia a la compresión a la edad de 14 días para las relaciones de agua y cemento de 0,4; 0,55 y 0,7, los cuales nos da una asimetría absoluta máxima de 0,588, la cual es muy próxima al 0, por ende, podemos afirmar que los datos obtenidos son simétricos.

Tabla 99: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.

Frecuencias

Estadísticos		
COMP_14D_0.4		
N	Válido	6
	Perdidos	9
Media		60,7967
Desv. Desviación		9,37170
Asimetría		-,568
Error estándar de asimetría		,845
Curtosis		-,780
Error estándar de curtosis		1,741

Fuente: Elaboración propia

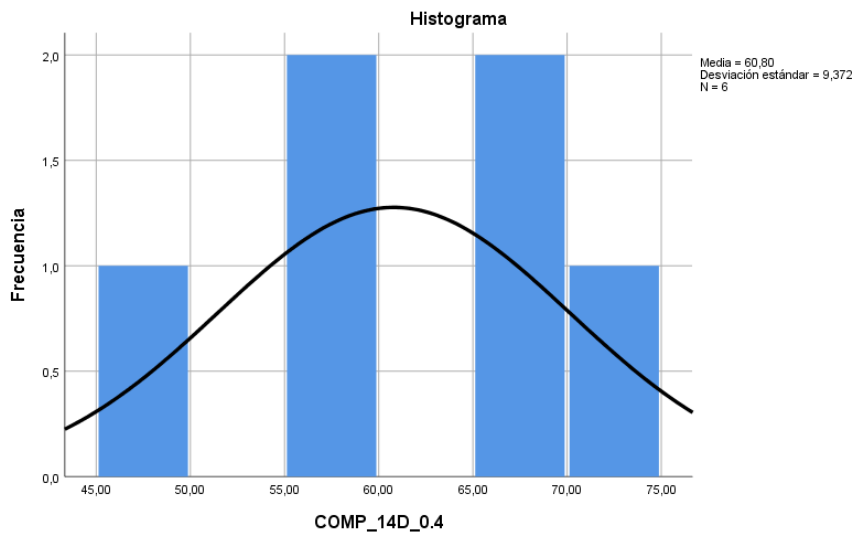


Figura 32: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100: análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.

Frecuencias

Estadísticos		
COMP_14D_0.55		
N	Válido	6
	Perdidos	9
Media		49,0033
Desv. Desviación		12,48785
Asimetría		-,402
Error estándar de asimetría		,845
Curtosis		-1,925
Error estándar de curtosis		1,741

Fuente: Elaboración propia

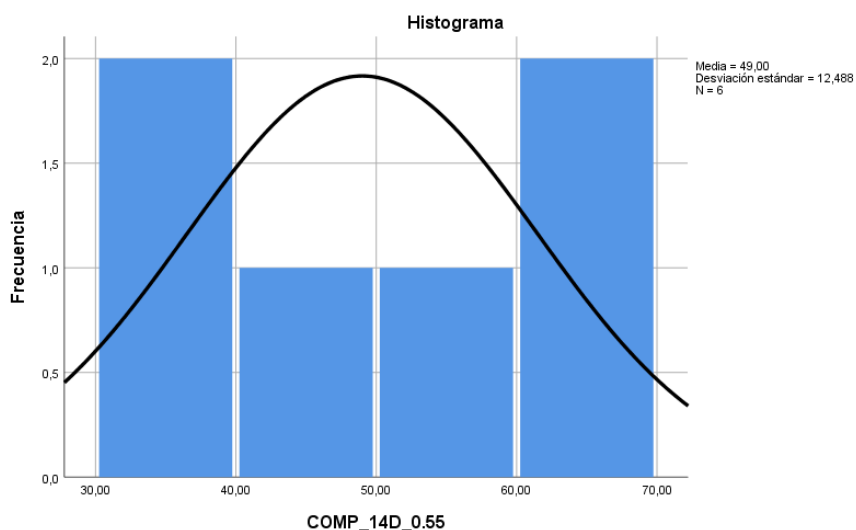


Figura 33: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 101: análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,7.

Frecuencias

Estadísticos		
COMP_14D_0.7		
N	Válido	6
	Perdidos	9
Media		36,5600
Desv. Desviación		12,71905
Asimetría		,066
Error estándar de asimetría		,845
Curtosis		-3,155
Error estándar de curtosis		1,741

Fuente: Elaboración propia

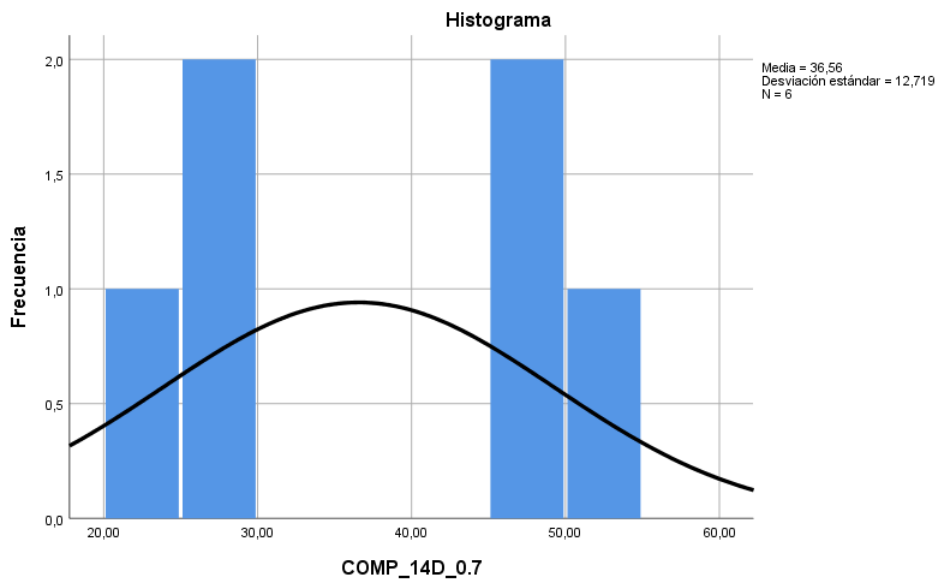


Figura 34: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.70

Fuente: Elaboración propia

Significancia:

Para el nivel de significancia que establecido fue de 0.05, lo que implica las siguientes condiciones:

si: $\alpha \leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se afirma la hipótesis alternante (H_1)

si: $\alpha > 0,05$ Se afirma la hipótesis nula (H_0)

A continuación, con ayuda del programa “IBM SPSS Statistics 25”, calculamos la significancia de las resistencias a la compresión a los 14 días para las diferentes relaciones de agua/cemento la cual podemos concebir en las siguientes tablas, donde el resultado para la relación agua cemento de 0,4 fue de 0,016; para 0,55 resultó 0,007 y finalmente. para 0,7 obtuvimos 0,00.

Tabla 102: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00019	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COMP_14D_0.4	0.4_CON_VIRG	3	68,4533	2,73793	1,58074
	0.4_CON_REC	3	53,1400	6,01680	3,47380

Prueba de muestras independientes										
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias					
COMP_14D_0.4		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
	Se asumen varianzas iguales	3,112	,152	4,012	4	,016	15,31333	3,81655	4,71690	25,90977
	No se asumen varianzas iguales			4,012	2,794	,032	15,31333	3,81655	2,64531	27,98136

Fuente: Elaboración propia

Tabla 103: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00021	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COMP_14D_0.55	0.55_CON_VIRG	3	59,6000	2,41895	1,39658
	0.55_CON_REC	3	38,4067	6,86634	3,96428

Prueba de muestras independientes										
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias					
COMP_14D_0.55		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
	Se asumen varianzas iguales	1,523	,285	5,042	4	,007	21,19333	4,20309	9,52368	32,86299
	No se asumen varianzas iguales			5,042	2,489	,023	21,19333	4,20309	6,12070	36,26597

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00023	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COMP_14D_0.7	0.7_CON_VIRG	3	48,0700	2,62315	1,51447
	0.7_CON_REC	3	25,0500	,33779	,19502

Prueba de muestras independientes										
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias					
COMP_14D_0.7		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
	Se asumen varianzas iguales	8,761	,042	15,076	4	,000	23,02000	1,52698	18,78042	27,25958
	No se asumen varianzas iguales			15,076	2,066	,004	23,02000	1,52698	16,64791	29,39209

Fuente: Elaboración propia

Regresión lineal

Utilizamos la regresión lineal como método de predicción estadística, ya que tenemos solo una variable independiente y esta a su vez influye en la variable dependiente, por lo obtenemos la siguiente relación:

$$Y=a+bX$$

Donde:

- . Y: Resistencia a la compresión del concreto con agregado reciclado a los 14 días (kg/cm²).
- . X: Relación agua cemento.
- . a: Constante de la ecuación.
- . b: Factor pendiente de la ecuación.

Tabla 105: Análisis de regresión para resistencia a la compresión a 14 días con diferente relación agua cemento

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	RE_A_CTO ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: COMPR_14D_REC
b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,936 ^a	,876	,858	4,89713

a. Predictores: (Constante), RE_A_CTO

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error			
1	(Constante)	90,364	7,510		12,032	,000
	RE_A_CTO	-93,633	13,328	-,936	-7,025	,000

a. Variable dependiente: COMPR_14D_REC

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos las constantes con el programa SPSS Statistics 25, los cuales forman la siguiente ecuación:

$$Y=90,364-93,633X$$

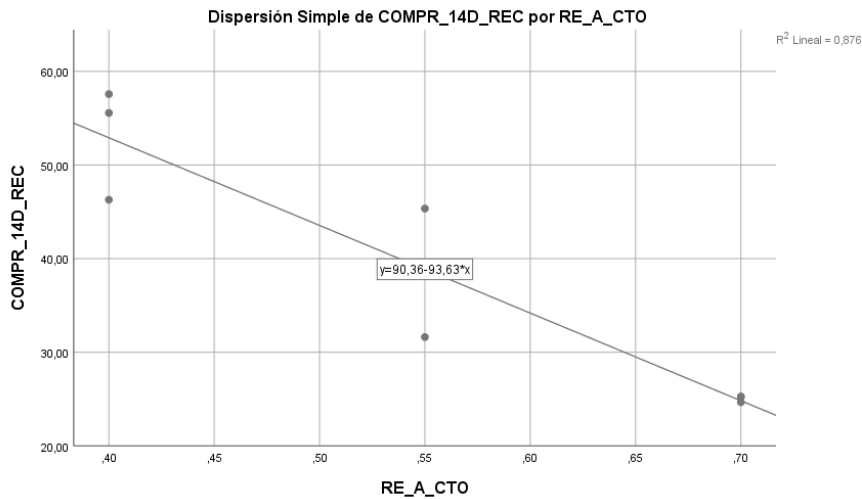


Figura 35: Línea de tendencia para resistencia a la compresión vs relación agua cemento

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de determinación múltiple (R^2)

Lo utilizamos para determinar la influencia que tiene la variable X sobre la variable Y, se calcula con la siguiente formula:

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}} \quad R^2 = \frac{1183,572}{1351,445} = 0,8758$$

Tabla 106: Coeficientes de regresión para confiabilidad

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1183,572	1	1183,572	49,353	,000 ^b
	Residuo	167,873	7	23,982		
	Total	1351,445	8			

a. Variable dependiente: COMPR_14D_REC

b. Predictores: (Constante), RE_A_CTO

Fuente: Elaboración propia

Correlación.

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de

-0.936, el cual significa que es una relación inversamente proporcional, casi perfecta ya que es cercana al -1.

Tabla 107: Análisis de correlación entre relación agua cemento y resistencia a la compresión.

		COMPR_14D _REC	RE_A_CTO
COMPR_14D_REC	Correlación de Pearson	1	-.936**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	9	9
RE_A_CTO	Correlación de Pearson	-.936**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	9	9

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

- **Conclusión:** Los resultados conseguidos, se lograron fijando una confiabilidad del 95% para el análisis de la significancia de la resistencia a la compresión.

La significancia máxima alcanzada en los cálculos fue de 0,016 en la relación de 0,4 por lo tanto, rechazamos la hipótesis H_0 y afirmamos H_1 : Al disminuir la relación agua cemento AUMENTA la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 14 días.

Comprobamos que utilizando la regresión podemos modelar la ecuación $Y=90,364-93,633X$, la cual tiene una efectividad del 87,58% lo que es una veracidad buena, sin ser confiable.

Del análisis estadístico, podemos afirmar que la relación agua cemento con agregados reciclados, influyen en un 85,8% a la resistencia a la compresión a los 14 días.

Finalmente, obtenemos que la correlación entre la resistencia a la compresión y la relación agua cemento es inversamente proporcional, en un grado de 0,936 por lo que demostramos que hay una relación muy fuerte entre la relación agua/cemento con agregados reciclados y la resistencia a la compresión a la edad de 14 días.

Prueba estadística resistencia a la compresión a los 28 días

Hipótesis A: Al disminuir la relación agua cemento se optimiza la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 28 días.

- H_0 : Al disminuir la relación agua cemento NO AUMENTA la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 28 días.

- H_1 : Al disminuir la relación agua cemento AUMENTA la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 28 días.

Asimetría:

Utilizando el programa SPSS Statistics 25, obtenemos los datos de frecuencia para distinguir la asimetría como se muestra en la tabla 100, 101 y 102.

Además, en la tabla 108, 109 y 110 se presenta la distribución normal de nuestros resultados de la resistencia a la compresión a la edad de 28 días para las relaciones de agua y cemento de 0,4; 0,55 y 0,7, los cuales nos da una asimetría absoluta máxima de 0,980, la cual es muy próxima al 0, por ende, podemos afirmar que los datos obtenidos son simétricos.

Tabla 108: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.

Frecuencias

Estadísticos		
COMP_28D_0.4		
N	Válido	6
	Perdidos	0
Media		65,6583
Mediana		67,0800
Desv. Desviación		7,77709
Varianza		60,483
Asimetría		-,980
Error estándar de asimetría		,845

Fuente: SPSS

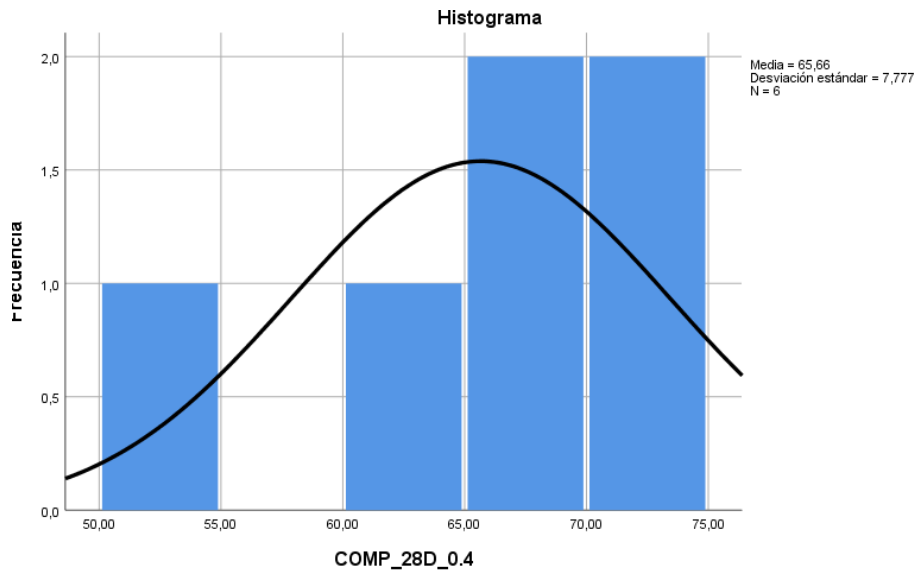


Figura 36: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.4
Fuente: Elaboración propia

Tabla 109: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.

Frecuencias

Estadísticos		
COMP_28D_0.55		
N	Válido	6
	Perdidos	0
Media		52,7700
Mediana		55,7050
Desv. Desviación		11,34677
Varianza		128,749
Asimetría		,630
Error estándar de asimetría		,845

Fuente: Elaboración propia

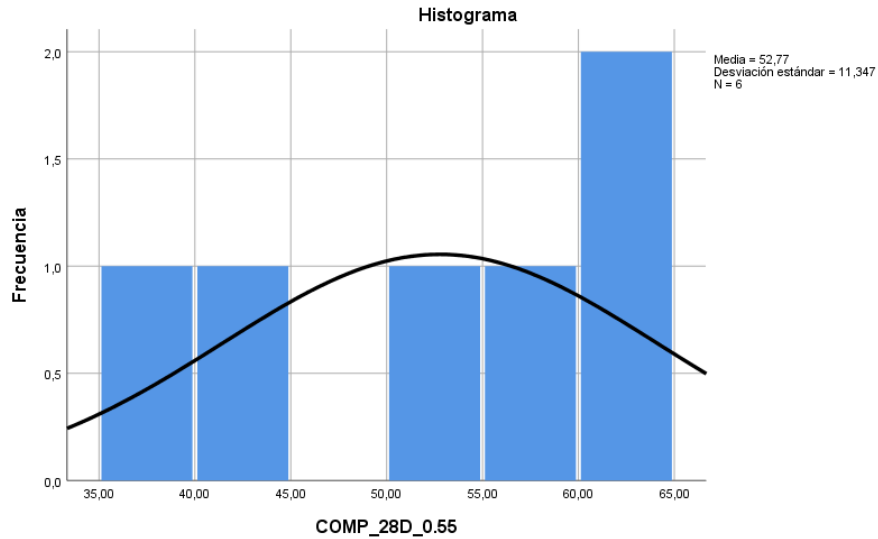


Figura 37: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110: Análisis de asimetría para resistencia de bloques de concreto con relación agua cemento 0,7.

Frecuencias

Estadísticos		
COMP_28D_0.7		
N	Válido	6
	Perdidos	0
Media		39,4333
Mediana		37,9050
Desv. Desviación		11,53361
Varianza		133,024
Asimetría		,103
Error estándar de asimetría		,845

Fuente: Elaboración propia

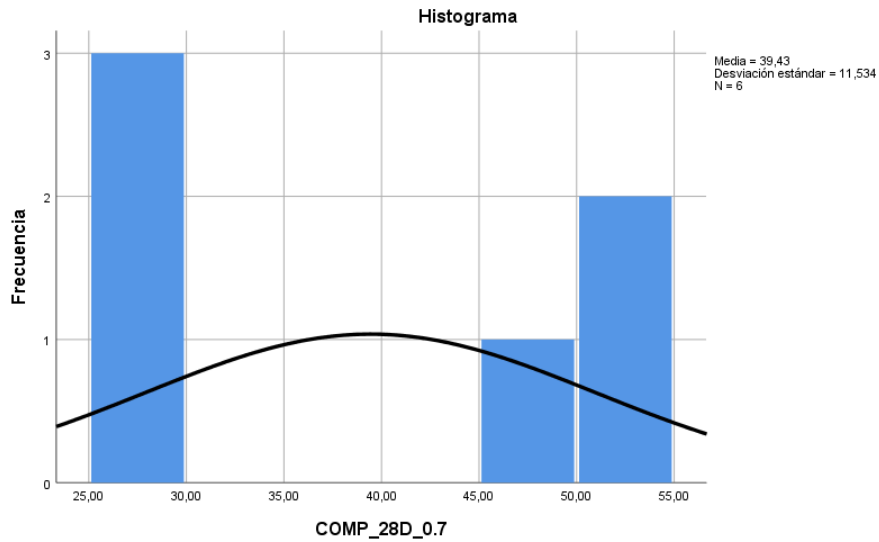


Figura 38: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.7
Fuente: Elaboración propia

Significancia:

Para el nivel de significancia que establecido fue de 0.05, lo que implica las siguientes condiciones:

si: $\alpha \leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se afirma la hipótesis alternante (H_1)

si: $\alpha > 0,05$ Se afirma la hipótesis nula (H_0)

A continuación, con ayuda del programa “IBM SPSS Statistics 25”, calculamos la significancia de las resistencias a la compresión a los 28 días para las diferentes relaciones de agua/cemento la cual podemos concebir en las siguientes tablas, donde el resultado para la relación agua cemento de 0,4 fue de 0,078; para 0,55 resultó 0,017 y finalmente. para 0,7 obtuvimos 0,00.

Tabla 111: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00002	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMP_28D_0.4	0,4_CON_VIRG	3	71,0733	3,46100
	0,4_CON_REC	3	60,2433	7,15979

Prueba de muestras independientes										
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior		Superior
COMP_28D_0.4	Se asumen varianzas iguales	1,989	,231	2,359	4	,078	10,83000	4,59134	-1,91760	23,57760
	No se asumen varianzas iguales			2,359	2,886	,103	10,83000	4,59134	-4,11282	25,77282

Fuente: Elaboración propia

Tabla 112: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,55.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00003	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMP_28D_0.55	0,55_CON_VIRG	3	62,0100	2,03774
	0,55_CON_REC	3	43,5300	7,84778

Prueba de muestras independientes										
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior		Superior
COMP_28D_0.55	Se asumen varianzas iguales	2,594	,183	3,948	4	,017	18,48000	4,68117	5,48298	31,47702
	No se asumen varianzas iguales			3,948	2,268	,047	18,48000	4,68117	,45891	36,50109

Fuente: Elaboración propia

Tabla 113: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,7.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00005	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMP_28D_0.7	0,7_CON_VIRG	3	49,8067	3,05948
	0,7_CON_REC	3	29,0600	,61798

Prueba de muestras independientes										
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior		Superior
COMP_28D_0.7	Se asumen varianzas iguales	9,477	,037	11,513	4	,000	20,74667	1,80207	15,74333	25,75001
	No se asumen varianzas iguales			11,513	2,163	,006	20,74667	1,80207	13,52666	27,96667

Fuente: Elaboración propia

Regresión lineal

Utilizamos la regresión lineal como método de predicción estadística, ya que tenemos solo una variable independiente y esta a su vez influye en la variable dependiente, por lo obtenemos la siguiente relación:

$$Y=a+bX$$

Donde:

- . Y: Resistencia a la compresión del concreto con agregado reciclado a los 28 días (kg/cm²).
- . X: Relación agua cemento.
- . a: Constante de la ecuación.
- . b: Factor pendiente de la ecuación.

Tabla 114: Análisis de regresión para resistencia a la compresión a 28 días con diferente relación agua cemento

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	COMP_CON_REC ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: COMP_28D_REC

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,930 ^a	,864	,845	5,71940

a. Predictores: (Constante), COMP_CON_REC

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error			
1	(Constante)	101,447	8,771		11,566	,000
	COMP_CON_REC	-103,944	15,566	-,930	-6,678	,000

a. Variable dependiente: COMP_28D_REC

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos las constantes con el programa SPSS Statistics 25, los cuales forman la siguiente ecuación:

$$Y=101,447-103,994X$$

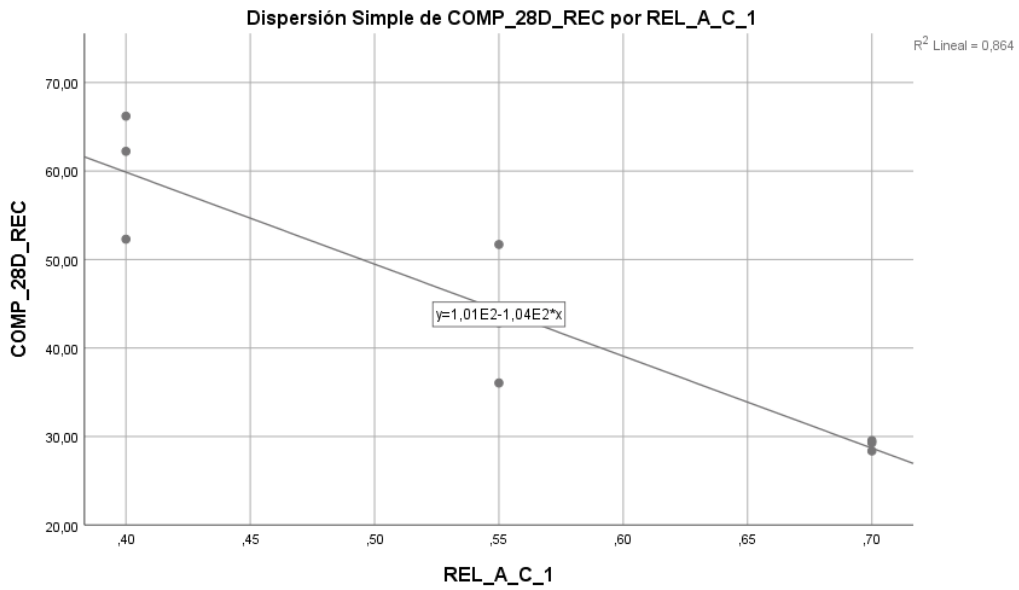


Figura 39: Línea de tendencia para resistencia a la compresión vs relación agua cemento
Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de determinación múltiple (R^2).

Lo utilizamos para determinar la influencia que tiene la variable X sobre la variable Y, se calcula con la siguiente formula:

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}} \quad R^2 = \frac{1458,6}{1687,581} = 0,8643$$

Tabla 115: Coeficientes de regresión para confiabilidad

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1458,600	1	1458,600	44,590	,000 ^b
	Residuo	228,981	7	32,712		
	Total	1687,581	8			

a. Variable dependiente: COMP_28D_REC

b. Predictores: (Constante), COMP_CON_REC

Fuente: Elaboración propia

Correlación.

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de -0.930, el cual significa que es una relación inversamente proporcional, casi perfecta ya que es cercana al -1.

Tabla 116: Análisis de correlación entre relación agua cemento y resistencia a la compresión.

Correlaciones			
		COMP_28D_ REC	REL_A_C_1
COMP_28D_REC	Correlación de Pearson	1	-.930**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	9	9
REL_A_C_1	Correlación de Pearson	-.930**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	9	9

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

- **Conclusión:** Los resultados conseguidos, se lograron fijando una confiabilidad del 95% para el análisis de la significancia de la resistencia a la compresión.

La significancia máxima alcanzada en los cálculos fue de 0,078 en la relación de 0,4 por lo tanto, afirmamos la hipótesis nula en este caso. Sin embargo, para las relaciones de 0,55 y de 0,7 rechazamos la hipótesis H_0 y afirmamos H_1 : Al disminuir la relación agua cemento AUMENTA la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado a los 28 días.

Comprobamos que utilizando la regresión podemos modelar la ecuación $Y=101,447-103,994X$, la cual tiene una efectividad del 86,4% lo que es una veracidad buena, sin ser confiable.

Del análisis estadístico, podemos afirmar que la relación agua cemento con agregados reciclados, influyen en un 84,5% a la resistencia a la compresión a los 28 días.

Finalmente, obtenemos que la correlación entre la resistencia a la compresión y la relación agua cemento es inversamente proporcional, en un grado de 0,93 por lo que demostramos que hay una relación muy fuerte entre la relación agua/cemento con agregados reciclados y la resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

4.2.2 Contrastación de la segunda hipótesis

Hipótesis B1: Al aumentar la relación agua cemento se optimiza la absorción de bloques de concreto con agregado.

- H₀: Al aumentar la relación agua cemento NO AUMENTA la absorción de bloques de concreto con agregado reciclado.

- H₁: Al aumentar la relación agua cemento SI AUMENTA la absorción de bloques de concreto con agregado reciclado.

Asimetría:

Utilizando el programa SPSS Statistics 25, obtenemos los datos de frecuencia para distinguir la asimetría como se muestra en la tabla.

Además, graficamos la distribución normal de nuestros resultados de la absorción para las relaciones de agua y cemento de 0,4; 0,55 y 0,7, los cuales nos da una asimetría absoluta máxima de 0,443, la cual es muy próxima al 0, por ende, podemos afirmar que los datos obtenidos son simétricos.

Tabla 117: Análisis de asimetría para absorción de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.

Estadísticos		
ABS_0.4		
N	Válido	6
	Perdidos	3
Media		8,1600
Mediana		7,9400
Desv. Desviación		1,15521
Asimetría		,414
Error estándar de asimetría		,845

Fuente: Elaboración propia

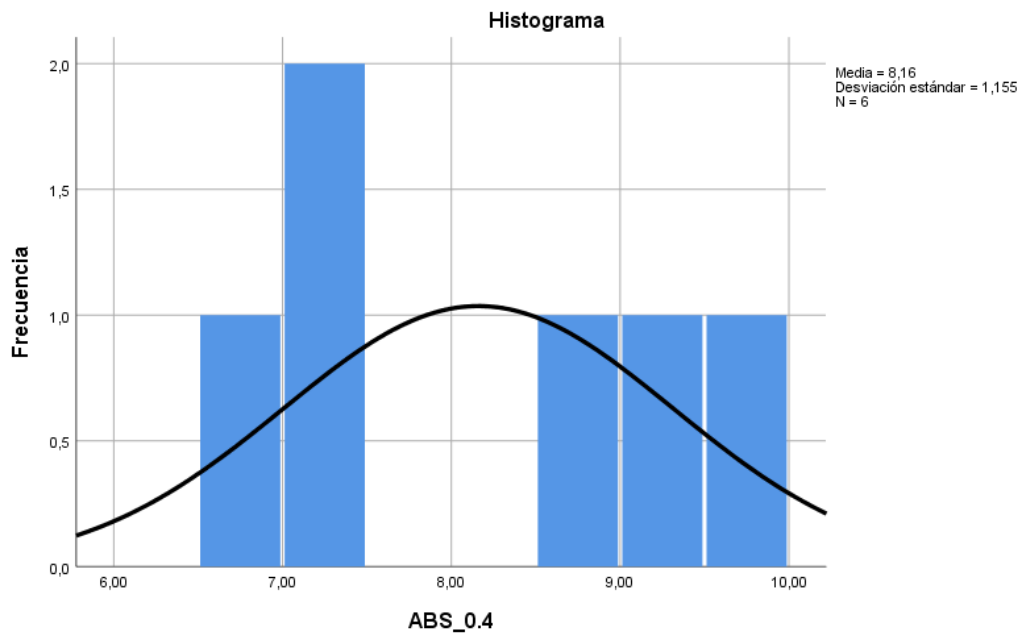


Figura 40: Curva de asimetría de los resultados de resistencia a la compresión con agua cemento 0.4
Fuente: Elaboración propia

Tabla 118: Análisis de asimetría para absorción de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.

Frecuencias

Estadísticos		
ABS_0.55		
N	Válido	6
	Perdidos	3
Media		9,4917
Mediana		9,4000
Desv. Desviación		1,47971
Asimetría		,443
Error estándar de asimetría		,845

Fuente: Elaboración propia

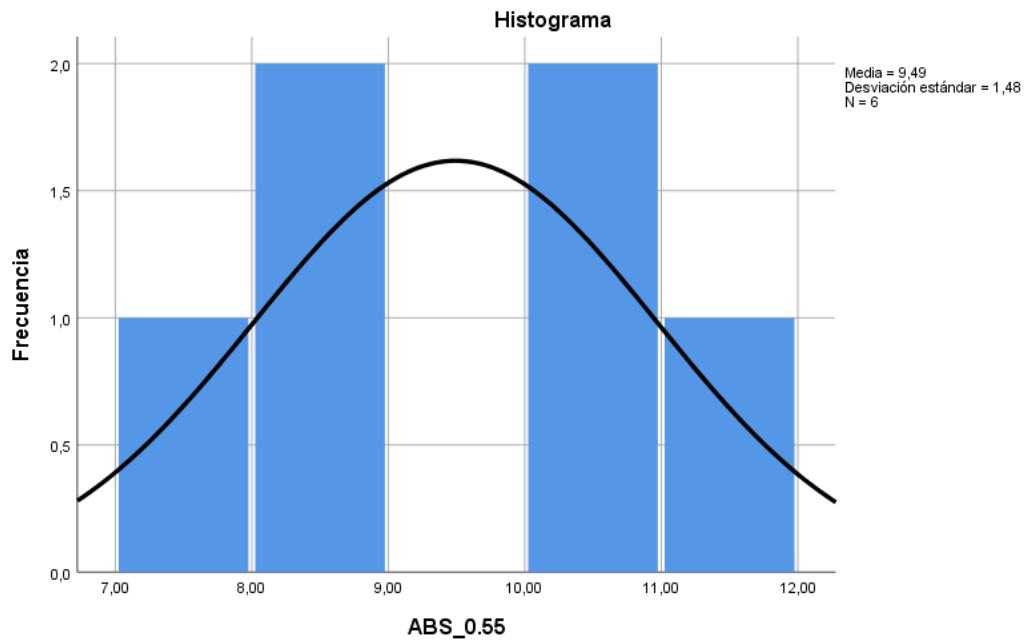


Figura 41: Curva de asimetría de los resultados de absorción con relación agua cemento 0.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 119: Análisis de asimetría para absorción de bloques de concreto con relación agua cemento 0,7.

Frecuencias

Estadísticos		
ABS_0.7		
N	Válido	6
	Perdidos	3
Media		12,4467
Mediana		12,4000
Desv. Desviación		1,33940
Asimetría		,349
Error estándar de asimetría		,845

Fuente: Elaboración propia

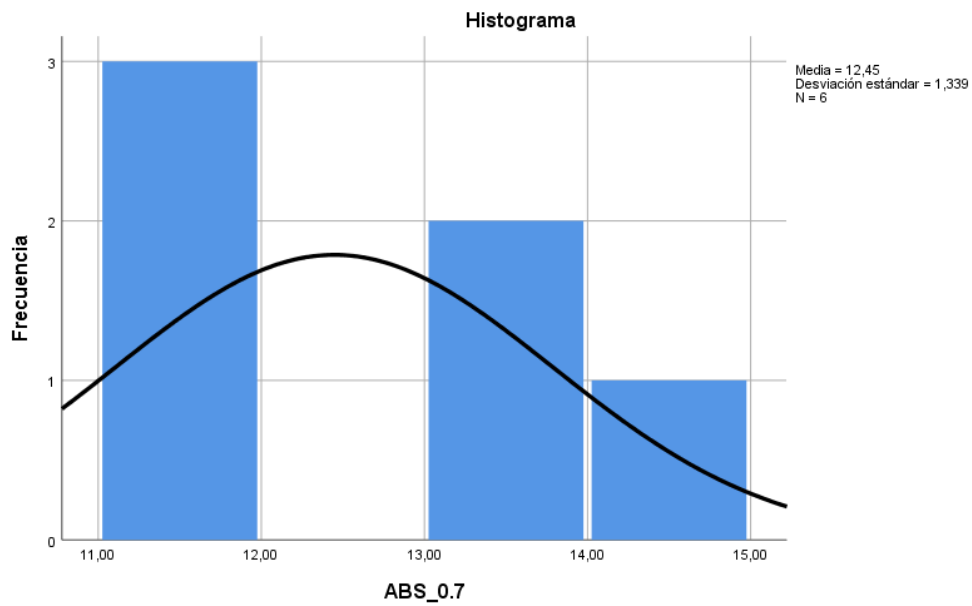


Figura 42: Curva de asimetría de los resultados de absorción con relación con agua cemento 0.7

Fuente: Elaboración propia

Significancia:

Para el nivel de significancia que establecido fue de 0.05, lo que implica las siguientes condiciones:

si: $\alpha \leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se afirma la hipótesis alternante (H_1)

si: $\alpha > 0,05$ Se afirma la hipótesis nula (H_0)

A continuación, con ayuda del programa “IBM SPSS Statistics 25”, calculamos la significancia de la absorción para las diferentes relaciones de agua/cemento la cual podemos concebir en las siguientes tablas, donde el resultado para la relación agua cemento de 0,4 fue de 0,006; para 0,55 resultó 0,013 y finalmente. para 0,7 obtuvimos 0,007.

Tabla 120: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00001	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ABS_0.4	0,4_CON_VIRG	3	7,1733	,17559
	0,4_CON_REC	3	9,1467	,62043

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ABS_0.4	Se asumen varianzas iguales	2,144	,217	-5,301	4	,006	-1,97333	,37228	-3,00694	-,93973
	No se asumen varianzas iguales			-5,301	2,318	,024	-1,97333	,37228	-3,38173	-,56493

Fuente: Elaboración propia

Tabla 121: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,55.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00006	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ABS_0.55	0,55_CON_VIRG	3	8,2700	,46680
	0,55_CON_REC	3	10,7133	,88235

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ABS_0.55	Se asumen varianzas iguales	1,736	,258	-4,240	4	,013	-2,44333	,57632	-4,04345	-,84321
	No se asumen varianzas iguales			-4,240	3,038	,023	-2,44333	,57632	-4,26446	-,62221

Fuente: Elaboración propia

Tabla 122: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,7.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00008	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ABS_0.7	0,7_CON_VIRG	3	11,3067	,34196
	0,7_CON_REC	3	13,5867	,68501

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ABS_0.7	Se asumen varianzas iguales	2,742	,173	-5,158	4	,007	-2,28000	,44203	-3,50727	-1,05273
	No se asumen varianzas iguales			-5,158	2,939	,015	-2,28000	,44203	-3,70353	-,85647

Fuente: Elaboración propia

Regresión lineal

Utilizamos la regresión lineal como método de predicción estadística, ya que tenemos solo una variable independiente y esta a su vez influye en la variable dependiente, por lo obtenemos la siguiente relación:

$$Y=a+bX$$

Donde:

- . Y: Absorción (%).
- . X: Relación agua cemento.
- . a: Constante de la ecuación.
- . b: Factor pendiente de la ecuación.

Tabla 123: Análisis de regresión para absorción de bloques de concreto con diferente relación agua cemento

Regresión

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	REL_A_CTO ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: ABSO_CON_REC

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,937 ^a	,878	,860	76,70993

a. Predictores: (Constante), REL_A_CTO

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error			
1	(Constante)	300,889	117,640		2,558	,038
	REL_A_CTO	1480,000	208,778	,937	7,089	,000

a. Variable dependiente: ABSO_CON_REC

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos las constantes con el programa SPSS Statistics 25, los cuales forman la siguiente ecuación:

$$Y=300,889-1480,000X$$

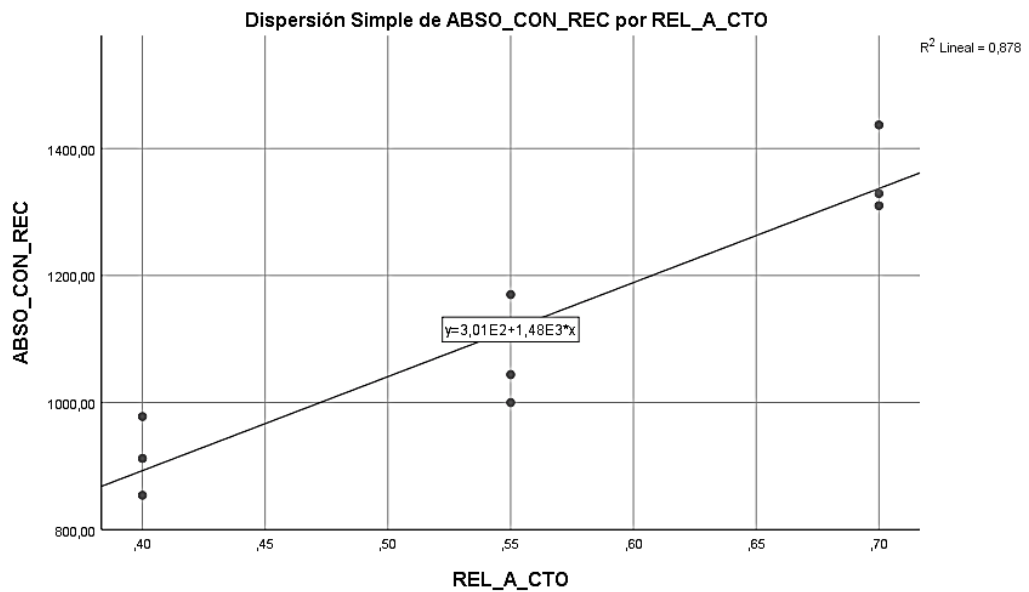


Figura 43: Línea de tendencia para absorción vs relación agua cemento

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de determinación múltiple (R²).

Lo utilizamos para determinar la influencia que tiene la variable X sobre la variable Y, se calcula con la siguiente formula:

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{295704,00}{336894,889} = 0,8777$$

Tabla 124: Coeficientes de regresión para confiabilidad

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	295704,000	1	295704,000	50,252	,000 ^b
	Residuo	41190,889	7	5884,413		
	Total	336894,889	8			

a. Variable dependiente: ABSO_CON_REC

b. Predictores: (Constante), REL_A_CTO

Fuente: Elaboración propia

Correlación

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de 0.937, el cual significa que es una relación directamente proporcional, casi perfecta ya que es cercana al -1.

Tabla 125: Análisis de correlación entre relación agua cemento y absorción.

		ABSO_CON_ REC	REL_A_CTO
ABSO_CON_REC	Correlación de Pearson	1	,937**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	9	9
REL_A_CTO	Correlación de Pearson	,937**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	9	9

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

- **Conclusión:** los resultados conseguidos, se lograron fijando una confiabilidad del 95% para el análisis de la significancia de la resistencia a la compresión. La significancia máxima alcanzada en los cálculos fue de 0,013 en la relación de 0,4; por lo que rechazamos la hipótesis H_0 y afirmamos H_1 : Al aumentar la relación agua cemento SI AUMENTA la absorción de bloques de concreto con agregado reciclado. Comprobamos que utilizando la regresión podemos modelar la ecuación $Y=300,889-1480,000X$, la cual tiene una efectividad del 87,7% lo que es una veracidad buena, sin ser confiable. Del análisis estadístico, podemos afirmar que la relación agua cemento con agregados reciclados, influyen en un 85,0% en la absorción. Finalmente, obtenemos que la correlación entre la absorción y la relación agua cemento es directamente proporcional, en un grado de 0,937 por lo que demostramos que hay una relación muy fuerte entre la relación agua/cemento con agregados reciclados y la absorción.

Hipótesis B2: Al aumentar la relación agua cemento el peso unitario de los bloques de concreto disminuye utilizando agregado reciclado.

- H_0 : Al aumentar la relación agua cemento NO DISMINUYE el peso unitario de bloques de concreto con agregado reciclado.

- H_1 : Al aumentar la relación agua cemento SI DISMINUYE el peso unitario de bloques de concreto con agregado reciclado.

Asimetría:

Utilizando el programa SPSS Statistics 25, obtenemos los datos de frecuencia para distinguir la asimetría como se muestra en la tabla.

Además, graficamos la distribución normal de nuestros resultados del peso unitario para las relaciones de agua y cemento de 0,4; 0,55 y 0,7, los cuales nos da una asimetría absoluta máxima de 0,902, la cual es muy próxima al 0, por ende, podemos afirmar que los datos obtenidos son simétricos.

Asimetría:

Tabla 126: Análisis de asimetría para peso unitario de bloques de concreto con relación agua cemento 0,4.

Frecuencias

Estadísticos		
PES_UNIT_0.4		
N	Válido	10
	Perdidos	5
Media		1983,8210
Mediana		1980,7050
Desv. Desviación		47,81526
Asimetría		-,501
Error estándar de asimetría		,687

Fuente: Elaboración propia

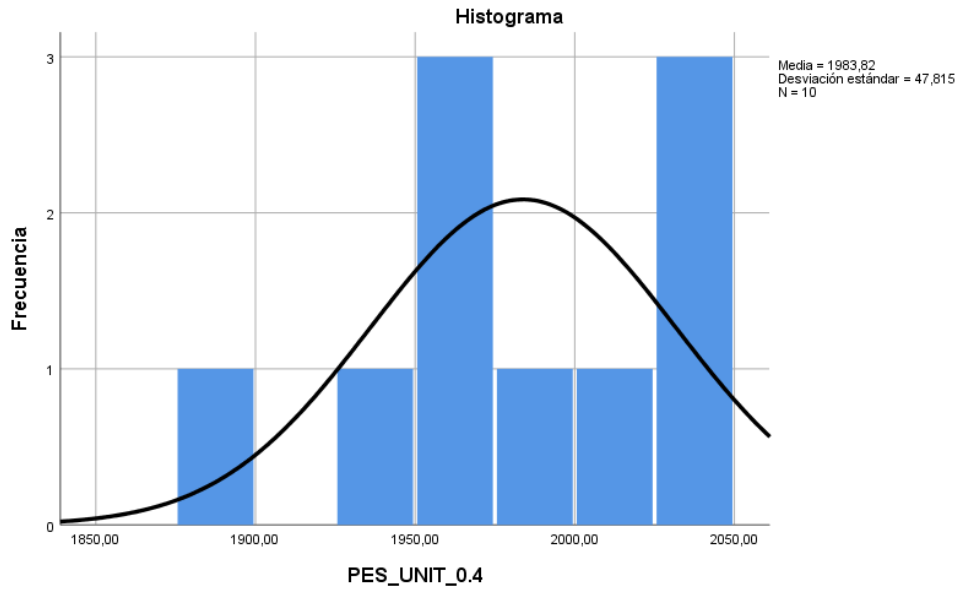


Figura 44: Curva de asimetría de los resultados de peso unitario con relación agua cemento 0.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 127: Análisis de asimetría para peso unitario de bloques de concreto con relación agua cemento 0,55.

Frecuencias

Estadísticos		
PES_UNIT_0.55		
N	Válido	10
	Perdidos	5
Media		1947,0140
Mediana		1966,5000
Desv. Desviación		55,44164
Asimetría		-,902
Error estándar de asimetría		,687

Fuente: Elaboración propia

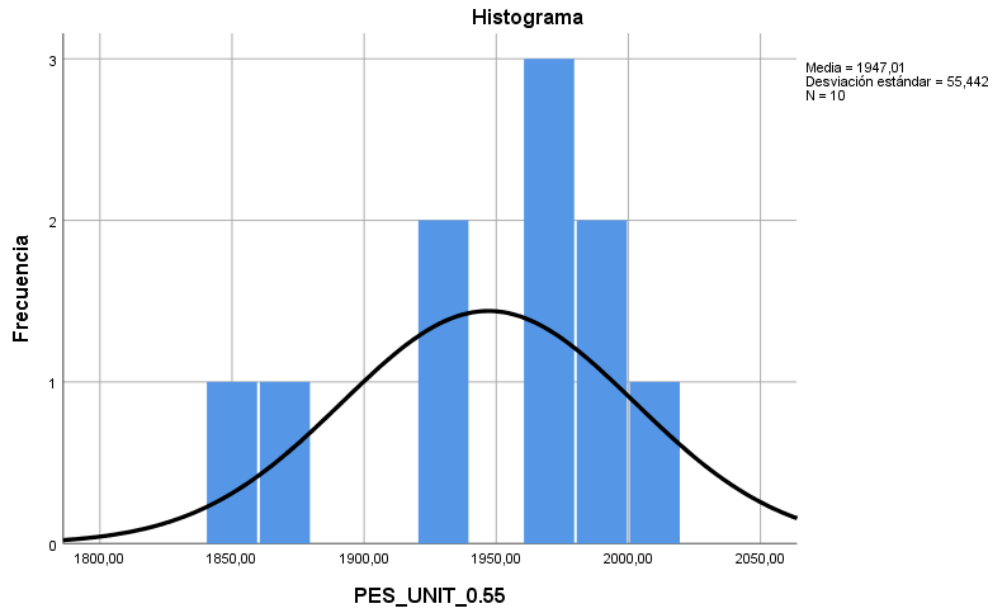


Figura 45: Curva de asimetría de los resultados de peso unitario con relación agua cemento 0.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128: Análisis de asimetría para peso unitario de bloques de concreto con relación agua cemento 0,7.

Frecuencias

Estadísticos		
PES_UNIT_0.7		
N	Válido	10
	Perdidos	5
Media		1933,7920
Mediana		1918,2400
Desv. Desviación		45,75292
Asimetría		,138
Error estándar de asimetría		,687

Fuente: Elaboración propia

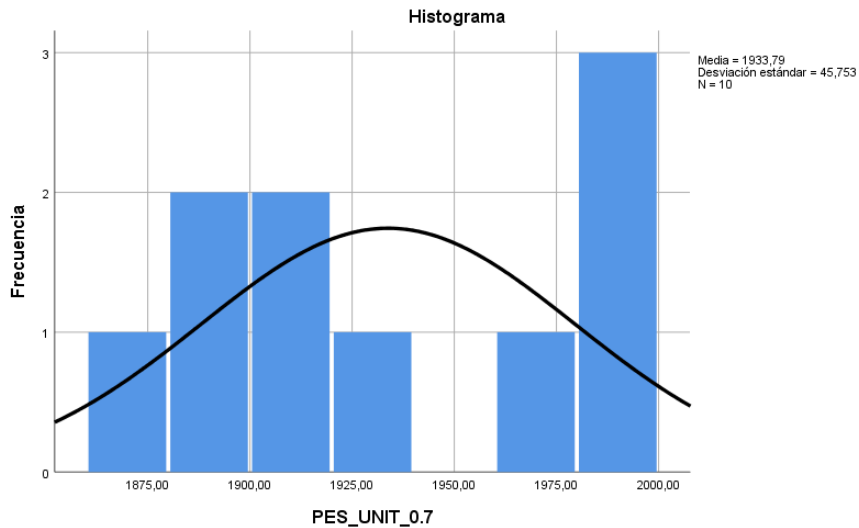


Figura 46: Curva de asimetría de los resultados de peso unitario con relación agua cemento 0.70

Fuente: Elaboración propia

Significancia:

Para el nivel de significancia que establecido fue de 0.05, lo que implica las siguientes condiciones:

si: $\alpha \leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se afirma la hipótesis alternante (H_1)

si: $\alpha > 0,05$ Se afirma la hipótesis nula (H_0)

A continuación, con ayuda del programa “IBM SPSS Statistics 25”, calculamos la significancia del peso unitario para las diferentes relaciones de agua/cemento la cual podemos concebir en las siguientes tablas, donde el resultado para la relación agua cemento de 0,4 fue de 0,010; para 0,55 resultó 0,015 y finalmente. para 0,7 obtuvimos 0,015.

Tabla 129: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,4.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
	VAR00012	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
PES_UNIT_0.4	0.4_CON_VIRG	5	2018,6000	27,94280	12,49640
	0.4_CON_REC	5	1949,0420	36,59816	16,36720

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
PES_UNIT_0.4	Se asumen varianzas iguales	,590	,464	3,378	8	,010	69,55800	20,59236	22,07194	117,04406
	No se asumen varianzas iguales			3,378	7,481	,011	69,55800	20,59236	21,49199	117,62401

Fuente: Elaboración propia

Tabla 130: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,55.

Prueba T

Estadísticas de grupo										
VAR00014		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
PES_UNIT_0.55	0,55_CON_VIG	5	1972,8000	29,78590	13,32066					
	0,55_CON_REC	5	1921,2280	66,07949	29,55165					

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
PES_UNIT_0.55	Se asumen varianzas iguales	3,472	,099	1,591	8	,150	51,57200	32,41512	-23,17739	126,32139	
	No se asumen varianzas iguales			1,591	5,561	,167	51,57200	32,41512	-29,28766	132,43166	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131: Procedimiento para análisis de significancia para relación de agua cemento 0,7.

Prueba T

Estadísticas de grupo										
VAR00016		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
PES_UNIT_0.55	0,7_CON_VIRG	5	1972,8000	29,78590	13,32066					
	0,7_CON_REC	5	1921,2280	66,07949	29,55165					

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
PES_UNIT_0.55	Se asumen varianzas iguales	3,472	,099	1,591	8	,150	51,57200	32,41512	-23,17739	126,32139	
	No se asumen varianzas iguales			1,591	5,561	,167	51,57200	32,41512	-29,28766	132,43166	

Fuente: Elaboración propia

Regresión lineal

Utilizamos la regresión lineal como método de predicción estadística, ya que tenemos solo una variable independiente y esta a su vez influye en la variable dependiente, por lo obtenemos la siguiente relación:

$$Y=a+bX$$

Donde:

- . Y: Peso Unitario (Kg/m³).
- . X: Relación agua cemento.
- . a: Constante de la ecuación.
- . b: Factor pendiente de la ecuación.

Tabla 132: Análisis de regresión para peso unitario de bloques de concreto con diferente relación agua cemento

VARIABLES ENTRADAS/ELIMINADAS^a

Modelo	VARIABLES ENTRADAS	VARIABLES ELIMINADAS	Método
1	RELAC_A_CTO ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: PES_UNT

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

RESUMEN DEL MODELO

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,462 ^a	,213	,153	43,53299

a. Predictores: (Constante), RELAC_A_CTO

COEFICIENTES^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	2017,258	51,713		39,009	,000
	RELAC_A_CTO	-172,193	91,776	-,462	-1,876	,083

a. Variable dependiente: PES_UNT

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos las constantes con el programa SPSS Statistics 25, los cuales forman la siguiente ecuación:

$$Y=2017,258-172,193X$$

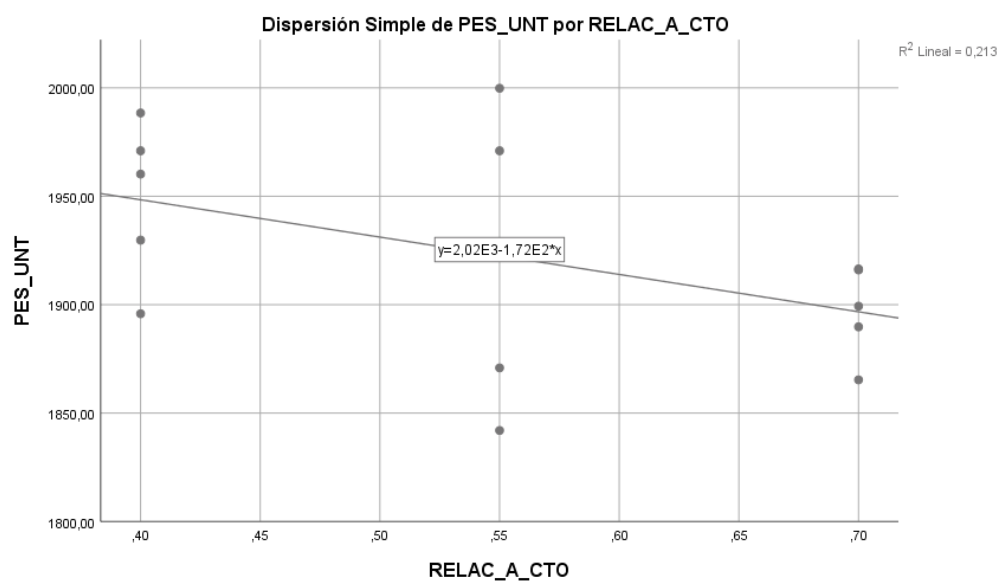


Figura 47: Línea de tendencia para peso unitario vs relación agua cemento

Fuente: SPSS

Coefficiente de determinación múltiple (R^2).

Lo utilizamos para determinar la influencia que tiene la variable X sobre la variable Y, se calcula con la siguiente formula:

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{6671,372}{31307,948} = 0,2131$$

Tabla 133: Coeficientes de regresión para confiabilidad

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	6671,372	1	6671,372	3,520	,083 ^b
	Residuo	24636,576	13	1895,121		
	Total	31307,948	14			

a. Variable dependiente: PES_UNT

b. Predictores: (Constante), RELAC_A_CTO

Fuente: Elaboración propia

Correlación.

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de -0.462, el cual significa que es una relación inversamente proporcional, pero sin gran relación entre las variables.

Tabla 134: Análisis de correlación entre relación agua cemento y peso unitario.

Correlaciones			
		PES_UNT	RELAC_A_CTO
PES_UNT	Correlación de Pearson	1	-,462
	Sig. (bilateral)		,083
	N	15	15
RELAC_A_CTO	Correlación de Pearson	-,462	1
	Sig. (bilateral)	,083	
	N	15	15

Fuente: Elaboración propia

- **Conclusión:** los resultados conseguidos, se lograron fijando una confiabilidad del 95% para el análisis de la significancia de la resistencia a la compresión.

La significancia máxima alcanzada en los cálculos fue de 0,015 en la relación de 0,7; por lo que rechazamos la hipótesis H_0 y afirmamos H_1 : Al aumentar la relación agua cemento SI DISMINUYE el peso unitario de bloques de concreto con agregado reciclado.

Comprobamos que utilizando la regresión podemos modelar la ecuación $Y=2017,258-172,193X$, la cual tiene una efectividad del 21,31% lo que no es una veracidad buena.

Del análisis estadístico, podemos afirmar que la relación agua cemento con agregados reciclados, influyen en un 15,3% en la absorción.

Finalmente, obtenemos que la correlación entre el peso unitario y la relación agua cemento es inversamente proporcional, en un grado de -0,462 por lo que demostramos que no hay una relación fuerte entre la relación agua/cemento con agregados reciclados y el peso unitario.

4.3 Resultados de la investigación

En la tabla 135 se muestra un resumen de resultados promedios de la compresión, absorción y peso unitario para distintas edades y relaciones agua/cemento.

Tabla 135: Tabla de resultados de la investigación

OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADOR	EDAD	Agregado reciclado			Agregado virgen		
			a/c=0.40	a/c=0.55	a/c=0.70	a/c=0.40	a/c=0.55	a/c=0.70
Determinar la relación agua cemento para aumentar la resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado.	Resistencia a la compresión de bloques de concreto.	7	44.07	31.2	20.2	56.4	47.7	31.16
		14	53.14	38.41	25.05	68.45	59.6	48.07
		28	60.25	43.53	29.06	71.07	62.01	49.81
Determinar la relación agua cemento para reducir la absorción y peso unitario de los bloques de concreto con agregado reciclado.	Absorción	14	9.15	10.71	13.59	7.17	8.27	11.31
	Peso unitario	14	1949	1921	1897	2019	1973	1970

Fuente: Elaboración propia

4.4 Interpretación de resultados

4.4.1 Interpretación de resultados de resistencia a la compresión.

En todos los resultados a la compresión se observa que a menor relación agua/cemento se obtiene mayores resistencias. Además, se observa que para una misma relación agua cemento la resistencia a la compresión manifiesta una reducción cuando se sustituye agregado reciclado por agregado patrón. Para explicar estos resultados es importante mencionar que la función del agregado grueso en el concreto es proporcionarle resistencias mecánicas de desgaste o de intemperismo a este. Las propiedades del agregado patrón son mayores al agregado reciclado ya que este último es producto de la trituración de probetas en donde se alteran las propiedades como la resistencia, absorción, porosidad, entre otros.

4.4.2 Interpretación de resultados de absorción.

En todos los resultados de absorción se observa que a menor relación agua/cemento resulta menor la absorción. Además, se observa que para una misma relación agua/cemento la absorción manifiesta un incremento cuando se sustituye agregado reciclado por agregado patrón. Esto se debe a que el agregado reciclado presenta una capa de mortero adherido a este que es producto de la trituración de residuos de construcción. Esta capa presenta alto contenido de huecos y por lo tanto es porosa presentando mayores resultados de absorción.

4.4.3 Interpretación de resultados de peso unitario.

En los resultados de peso unitario no se observa una variación marcada respecto a la variación de la relación agua/cemento. Presenta un aumento mínimo según se disminuye la relación agua/cemento. Además, se observa que para una misma relación agua/cemento el peso unitario manifiesta una reducción cuando se sustituye agregado reciclado por agregado patrón. Esto se debe a las densidades inferiores que presente el agregado reciclado respecto al agregado patrón.

4.5. Discusión

1. Según los resultados obtenidos de resistencia a la compresión de bloques de concreto con agregado reciclado se pudo comprobar que los diseños con relación agua cemento de 0.40 y 0.55 superan con los requisitos de resistencia mínima que indica la NTP 399.600 que es de 4.15 Mpa (41.5 kg/cm²). Por lo tanto, se puede indicar que son aceptables. Sin embargo, los resultados de resistencia a la compresión con relación agua cemento 0.70 resultan menores a 30 kg/cm², indicando que no son aceptables.

Según los hermanos Vidaud Quintana sostienen que cuando se sustituye agregado natural por agregado reciclado al 100% disminuye la resistencia en el orden del 20%, pudiendo llegar a alcanzar en ocasiones el 30%. Lo cual tiene bastante similitud con nuestra investigación, ya que, nuestros resultados disminuyen en un rango de 15% a 40%.

2. En los resultados obtenidos de los ensayos de absorción usando agregado reciclado (Ver Tabla 77) se observa que los diseños con relación agua cemento 0.40 y 0.55 cumplen con los requisitos de absorción máxima que indica la NTP 399.602 (12% en promedio) siendo aceptable. Caso contrario sucede con la relación agua cemento 0.70 que supera el permisible siendo no aceptable. En cambio, en los resultados de absorción del diseño patrón (Ver tabla 78) todos los resultados de absorción son aceptables para las relaciones agua cemento de 0.40, 0.55 y 0.70.

Según estos resultados podemos apreciar el considerable incremento de absorción experimentado por los agregados de concreto reciclado. La causa de este comportamiento reside en el mortero y/o pasta adherido a la superficie de la partícula pétreo. Esto es comprobado por Malhotra que realizó estudios de microscopía óptica y electrónica donde sostiene que la elevada absorción podría producirse por la presencia de microgrietas de 2 a 4 μ presentes en la pasta de cemento hidratada adherida al árido. Así también es posible que una parte de la absorción se desarrolle en la interfase mortero y agregado.

En los resultados de peso unitario se observa que los diseños con agregado reciclado son menores al diseño con agregado patrón y que la relaciones agua cemento no influye tanto. Estos resultados se deben principalmente a que el agregado reciclado grueso tiene densidades inferiores respecto al agregado patrón como se ilustra en la tabla 58. Lo anterior puede atribuirse a la porosidad del mortero adherido al agregado grueso reciclado en comparación con el agregado patrón.

CONCLUSIONES

1. La resistencia a la compresión obtenida a través de los bloques de concreto con agregado reciclado, reduce hasta en un 35.25% al aumentar 0,15 la relación agua/cemento, sin embargo, al compararlo con la resistencia de diseño patrón con una misma relación agua/cemento notamos que este supera considerablemente a los bloques con agregado reciclado, concretamente en 15.24%, 29.80% y 41.65% para relaciones agua/cemento de 0.40, 0.55 y 0.70 respectivamente. Es decir, la diferencia se hace más notoria al ir incrementando la relación agua/cemento.

Notamos que, la relación agua/cemento influye en un 84,5% en la resistencia a la compresión de los bloques de concreto, obteniendo una correlación inversamente proporcional de 0,939, por lo que están muy ligadas entre sí.

2. Con respecto a la absorción de los bloques de concreto con agregado reciclado, este aumenta hasta en un 21.19% al aumentar 0.15 la relación agua/cemento. Si comparamos con los resultados del diseño patrón para una misma relación agua/cemento notamos que estos son menores en un promedio de 20.40%. Notamos que la variación de la relación agua/cemento, influye a la absorción en un 85% y una correlación directamente proporcional de nivel 0,937 lo cual demuestra la estrecha relación entre estas variables de estudio.

En los resultados de peso unitario de bloques de concreto con incorporación de agregado reciclado, este reduce hasta en un 1.43% al aumentar 0.15 la relación agua/cemento. Comparando con los resultados del diseño patrón con una misma relación agua/cemento notamos que estos son mayores a los bloques con agregado reciclado, concretamente en un promedio de 3.30%. Notamos que relación agua/cemento no desarrolla una relación significativa, demostramos que solo influye en un 15.3% en esta propiedad, siendo poco predictivo para nuestra investigación.

3. En general podemos observar alteraciones en las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto con agregado reciclado. Los bloques elaborados con agregados reciclados presentaron valores de resistencia a la compresión menores a los alcanzados con los bloques con agregado patrón, sin embargo, sucede lo contrario con la absorción. Siendo estas propiedades favorables para los bloques elaborados

con agregado patrón. Para el peso unitario presenta un aligeramiento del peso en bloques de concreto con agregados reciclados, siendo más óptimos en los tiempos de traslado y colocación.

Algunas de las diferencias en el concreto con agregado reciclado son menores y no constituyen un inconveniente para su utilización debido a que estos bloques elaborados con relaciones agua/cemento de 0.40 y 0.55 cumplen en todos sus ensayos con los permisibles de la NTP 399.604 y NTP 399.600.

RECOMENDACIONES

- 1) Para futuras investigaciones con el fin de aumentar la resistencia a la compresión y disminuir la absorción y peso unitario de bloques de concreto, se debe usar diseños de mezclas que combinen en porcentajes el agregado reciclado con el agregado natural. Con esta combinación las propiedades físicas y mecánicas de los bloques tendrán mejores resultados a mayores relaciones agua cemento.
- 2) El tipo de trituración de los residuos de construcción influye mucho en las propiedades del producto final porque define su textura, absorción, peso, tamaño, etc. Las trituraciones de los residuos de construcción deben ser procesados por una chancadora primaria y secundaria para luego ser clasificados por una zaranda vibratoria con el fin de uniformizar y eliminar distintas impurezas del producto final.
- 3) El orden de mezclado en el trompo de ser el siguiente: Agregado grueso, mitad de agua, agregado fino, cemento y para terminar lo restante de agua. Debe ser mezclado por un tiempo no mayor a dos minutos para evitar la segregación. Para su compactación usar la mesa vibratoria por un tiempo no mayor a dos minutos para evitar el estancamiento de la mezcla en el molde provocando dificultades en el desmoldado.
- 4) Para futuras investigaciones realizar estudios y ensayos de comportamiento de los bloques de concreto en climas y ambientes extremos. Además, tener en consideración la humedad relativa del ambiente donde se almacene los especímenes, con ello obtener un resultado con mayor precisión considerando todos los factores ambientales que puedan afectar el proceso hidratación del cemento y con ello el resultado final de las propiedades físicas y mecánicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agreda, G., & Moncada, G. (2015). *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados*. (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá-Colombia.
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). *El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana*. *Revista Ingeniería de la Construcción*, 30, 99-108.
Recuperado de
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732015000200002#back
- Carahuata Golcochea, V. (2018). *Influencia del aditivo Chemaplast impermeabilizante en las propiedades físico - mecánicas del concreto usando Cemento Pacasmayo Tipo I y Tipo V*. (Tesis de Pregrado). Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Castro Tomas, F. (2009). *Efectos de la fibra de polipropileno en concretos con cemento Portland Tipo V*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima - Perú
- Condori, Y. (2015). *Reutilización de agregados en la producción del concreto para edificaciones en la ciudad de Juliaca*. (Tesis de Pregrado). Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez, Juliaca-Perú.
- Corcino Albornoz, V. (2007). *Estudio corporativo de concreto simple reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento andino Tipo V*. (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima - Perú.
- Cruz, J., & Velázquez, R. (2004). *Concreto reciclado*. (Tesis de Pregrado). Instituto Politécnico Nacional de México, Ciudad de México- México.
- Flores, P. (2001). *Estado del arte de la construcción con bloques de concreto*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima - Perú.
- Hincapie, A., & Aguja, E. (2003). *Agregado reciclado para morteros*. *Revista Universidad EAFIT*, 39, 76-89.
- Marroquim, E. (2012). *Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas*. (Tesis de Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala - Guatemala.

- Monroy Rodriguez, A. (1999). *Integración de aserrín en la fabricación de bloques de concreto*. (Tesis de Maestría). Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey. Monterrey - México.
- Nixon. (1977). "Reciclaje del concreto. Revista IMCYC". Ciudad de Mexico - Mexico
Recuperado de
<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/1025/1089>
- Saldaña, J., & Viera, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Chimbote.
- Transportation, U. D. (2009). *Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume II*. National Highway Institute.
Estados Unidos.
- Velasquez, L. (2015). *Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para lima metropolitana*. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Vidaud, E., & Vidaud, I. (2015). *Propiedades, construcción y tecnología en concreto*, Ciudad de México - México Recuperado de
<http://www.revistacyt.com.mx/pdf/noviembre2015/ingenieria.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTO
¿En qué medida al realizar un diseño de mezclas de concreto con agregado reciclado influyen en las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto?	Realizar un diseño de mezclas de concreto con agregado reciclado para mejorar de las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto.	Al realizar un diseño de mezcla con agregado reciclado se mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto.	Independiente: Diseño de mezclas de concreto con agregado reciclado	Relacion a/c	1. Realizar distintos diseños de mezcla de concreto con diferentes relaciones agua cemento	*Equipos de laboratorio
				Agregado reciclado	2. Realizar diseño de mezclas con agregado reciclado	* Tesis, fuentes, fichas técnicas
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	Dependiente: Propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto.	Resistencia a la compresion de bloques de concreto.	1. Ensayo de resistencia a la compresion de bloques no estructural	* NTP 399.600 *Software excel
¿En qué medida la relacion agua cemento influyen en la resistencia a la compresion de los bloques de concreto con agregado reciclado?	Determinar la relacion agua cemento para aumentar la resistencia a la compresion de bloques de concreto con agregado reciclado.	Al disminuir la relacion agua cemento se incrementa la resistencia a la compresion de bloques de concreto con agregado reciclado.				
¿En qué medida la relacion agua cemento influye en la absorcion y peso unitario de los bloques de concreto con agregado reciclado.	Determinar la relacion agua cemento para reducir la absorcion y peso unitario de los bloques de concreto con agregado reciclado.	Al aumentar la relacion agua cemento se reduce la absorcion y peso unitario de bloques de concreto con agregado reciclado.			Absorcion y peso unitario de bloques de concreto	1. Ensayo de absorcion 2. Ensayo de peso unitario

Fuente : Elaboración propia

Anexo 2: Certificado de calibración prensa del equipo



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-086-2019**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
Atención : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
Surco- Lima
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital
Capacidad del equipo : 2,227 kN (500,000 lbf ó 227 TN)
División de escala : 0,1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Nº de serie del equipo : 040400000001
Panel digital : DIGITAL TOUCH ELE-INTERNATIONAL
Número serie panel digital : 1887-1-00081
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,6°C / 78%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,6°C / 76%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2019-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-08-12	 Vladimir Tello Torrez TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-086-2019

Página 1 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
4	100,0	100,44	100,37	100,57	100,46	-0,5	0,2
9	200,0	200,13	200,17	200,69	200,33	-0,2	0,2
13	300,0	300,31	300,84	300,64	300,60	-0,2	0,1
18	400,0	400,49	400,62	400,61	400,57	-0,1	0,1
27	600,0	600,20	600,53	600,83	600,52	-0,1	0,1
36	800,0	800,22	800,57	800,41	800,40	0,0	0,1
45	1000,0	1000,02	1000,53	1000,71	1000,42	0,0	0,1
54	1200,0	1200,68	1201,01	1201,04	1200,91	-0,1	0,1
72	1600,0	1600,43	1601,01	1601,43	1600,96	-0,1	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.

