



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA
SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE
ABANCAY, 2017.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

**PRESENTADO POR
BACH. RUTH NATALY VEGA FLORES**

**APURIMAC - P E R Ú
2017**

DEDICATORIA

A Dios, quien me brinda las fuerzas necesarias que encaminan mi vida.

A mis padres y hermanas, quienes me brindan su amor y confianza en el desarrollo de mi vida personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud:

- ✧ A Dios, que me brinda las fuerzas necesarias para encaminar mi vida.
- ✧ A mi Familia, mi razón de existir: Gilberto y Eudosia, mis padres; Nancy, Yesenia, Yovana, Edith y Yeny; mis hermanas, quienes me brindan su amor y confianza en las decisiones tomadas en mi desarrollo personal y profesional.
- ✧ A la Universidad Alas Peruanas, mi alma Máter en cuyas aulas guardo gratos recuerdos.
- ✧ A los docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura quienes comparten sus conocimientos de manera incondicional.
- ✧ Al Dr. Leoncio Teófilo Carnero Carnero, quien comparte sus conocimientos y es partícipe en la presente investigación como asesor técnico.
- ✧ A las amistades que formé en la Universidad, quienes me acogen y me brindan su afecto personal y desinteresado.

RESUMEN

La finalidad de la presente investigación es evaluar las características de los agregados gruesos de 1", ¾" y ½" de la cantera La Sorpresa y determinar su influencia en la resistencia a la compresión del concreto, en la provincia de Abancay, 2017.

Se evaluó las características granulométricas de los agregados de medidas 1", ¾" y ½" utilizando los procedimientos establecidos en las Normas Técnicas Peruanas teniendo NTP 400.037, teniendo como resultado que el agregado de 1" y ¾" cumplieron con los requisitos granulométricos establecidos en la NTP 400.037 y ASTM C33, mientras que el agregado de ½" no cumplió con los requisitos granulométricos establecidos en NTP 400.037 y ASTM C33. Se realizó los diseños de mezcla del concreto mediante el método ACI a una resistencia especificada de $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, utilizando agregados de 1", ¾" y ½"; analizados de forma independiente y combinados proporcionalmente de acuerdo al diseño simplex centroide con 10 unidades experimentales y 03 repeticiones mediante el programa "Statística", los resultados obtenidos del ANOVA de $F_c=13.49593$ mayor a $F_o=3.35$ confirmaron el nivel de influencia de la variable independiente en la variable dependiente, asimismo un $P_{\text{valor}}=0.000086$ menor a $P=0.05$ confirmó la significancia en la influencia a un nivel de confianza del 95.00%. Se concluye que si existe influencia significativa de agregados de la cantera La Sorpresa en la resistencia a compresión del concreto.

PALABRAS CLAVES: Agregados gruesos, granulometría, fabricación de concreto, resistencia a la compresión del concreto.

SUMMARY

The purpose of the present investigation is to evaluate the characteristics of the thick aggregates of 1", $\frac{3}{4}$ " and $\frac{1}{2}$ " of the La Sorpresa quarry and determine its influence on the compressive strength of concrete, in the province of Abancay, 2017.

The granulometric characteristics of the aggregates of measures 1", $\frac{3}{4}$ " and $\frac{1}{2}$ " were evaluated using the procedures established in the Peruvian Technical Standards having NTP 400.037, having as a result that the aggregate of 1" and $\frac{3}{4}$ " fulfilled the granulometric requirements established in NTP 400.037 and ASTM C33, while the addition of $\frac{1}{2}$ " did not comply with the granulometric requirements established in NTP 400.037 and ASTM C33. Concrete mixing designs were made using the ACI method at a specified resistance of $f'_c = 210 \text{Kg} / \text{cm}^2$, using aggregates of 1", $\frac{3}{4}$ " and $\frac{1}{2}$ "; Analyzed independently and combined proportionally according to the simplex centroid design with 10 experimental units and 03 repetitions using the "Statistical" program, the results obtained from the ANOVA of $F_c = 13.49593$ greater than $F_o = 3.35$ confirmed the level of influence of the independent variable in the dependent variable, also a $P\text{valor} = 0.000086$ lower than $P = 0.05$ confirmed the significance in the influence at a confidence level of 95.00%. It is concluded that there is significant influence of aggregates from the La Sorpresa quarry on the compressive strength of the concrete.

SÍNTESIS

La presente investigación tiene por objetivo evaluar los agregados de la cantera La Sorpresa y su influencia en la resistencia a la compresión del concreto, utilizando tres medidas de agregados de 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ". Los resultados obtenidos afirman que los agregados de 1" y $\frac{3}{4}$ " cumplen con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037 y ASTM C33, mientras que el agregado de $\frac{1}{2}$ " no cumple con la NTP 400.037 y ASTM C33; asimismo; se trabajó con el diseño simplex centroide con 10 unidades experimentales y 03 repeticiones mediante el programa "Statística", los resultados obtenidos mediante el ANOVA permitieron concluir que existe influencia significativa de los agregados de la cantera La Sorpresa en la resistencia a compresión del concreto, con un $F=13.49593$ y P valor 0.000086 un nivel de confianza del 95.00%.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
SUMMARY	v
SÍNTESIS	vi
INDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xv
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.	1
1.1.1. Tendencias mundiales.	1
1.1.2. Tendencias nacionales.....	2
1.1.3. Tendencias regionales.	2
1.1.4. Tendencias locales.....	3
1.1.5. Diagnóstico.....	3
1.2. Delimitación de la investigación.	4
1.2.1. Espacial.	4
1.2.2. Temporal.	4
1.3. Planteamiento del problema de investigación.	4
1.3.1. Problema general.....	4
1.3.2. Problemas específicos.	4
1.4. Objetivos de la investigación.	5
1.4.1. Objetivo general.	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Formulación de la hipótesis de la investigación.....	5
1.5.1. Hipótesis general.	5
1.6. Variables de la investigación.....	5
1.6.1. Variable independiente.....	5
1.6.2. Variable dependiente.....	6
1.6.3. Operacionalización de variables.....	6
1.7. Diseño de la investigación.....	6

1.7.1.	Tipo de investigación.	6
1.7.2.	Nivel de investigación.	6
1.7.3.	Método de la investigación.	6
1.8.	Población y muestra de la investigación.	7
1.8.1.	Población.	7
1.8.2.	Muestra.	7
1.9.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	7
1.9.1.	Técnicas.	7
1.9.2.	Instrumentos.	7
1.10.	Justificación e importancia de la investigación.	7
1.10.1.	Justificación.	7
1.10.2.	Importancia.	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO		9
2.1	Antecedentes de la investigación.	9
2.1.1	A nivel internacional.	9
2.1.2	A nivel nacional.	10
2.1.3	A nivel local.	12
2.2	Bases teóricas.	15
2.2.1	Agregados.	15
2.2.2	Características de los agregados y su influencia en las propiedades del concreto. ...	26
2.2.3	Los agregados gruesos y finos.	33
2.2.4	Sustancias perjudiciales de los agregados.	45
2.2.5	Mezcla de agregados gruesos y finos.	47
2.2.6	Fabricación del concreto.	51
2.2.7	Diseño de mezcla del concreto normales.	66
2.2.8	Resistencia a la compresión.	73
2.3	Definición de términos básicos.	73
2.3.1	Agregado.	73
2.3.2	Agregado fino.	73
2.3.3	Agregado grueso.	74
2.3.4	Arena.	74
2.3.5	Cemento.	74
2.3.6	Concreto.	74
2.3.7	Concreto simple.	74

2.3.8	Evaluación.....	74
2.3.9	Resistencia de diseño.	74
2.3.10	Resistencia especificada a la compresión del concreto.....	75
CAPITULO III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS		76
3.1	Lugar de ejecución.....	76
3.2	Materiales, equipos y reactivos.	76
3.2.1	Materiales.....	76
3.2.2	Equipos.....	76
3.3	Materia prima e insumos.....	77
3.3.1	Materia prima.....	77
3.3.2	Insumos.....	77
3.4	Análisis cuantitativo de las variables.....	78
3.4.1	Análisis del diseño experimental para establecer tratamientos.....	78
3.4.2	Análisis de materia prima.....	81
3.4.3	Análisis para la fabricación de concreto.....	82
3.4.4	Análisis del concreto endurecido.....	83
CAPÍTULO IV. PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS		84
4.1.	Prueba de hipótesis.....	84
4.1.1.	Prueba de hipótesis general (h1).....	84
4.1.2.	Nivel de significancia.....	84
4.1.3.	Método estadístico de prueba.....	85
4.1.4.	Formulación de la regla de decisión.....	85
4.1.5.	Resultados de análisis.....	85
4.1.6.	Interpretación de los resultados de análisis.....	86
CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIONES		87
5.1	Resultados de análisis de materia prima.....	87
5.1.1	Análisis de las características granulométricas de los agregados de 1", ¾" y ½". ...	87
5.1.2	Caracterización física.....	104
5.1.3	Diseño de la mezcla del concreto.....	106
5.1.4	Resultados de la resistencia a la compresión del concreto.....	110
5.1.5	Análisis de efectos estimados e interacciones para la resistencia del concreto.	116
5.1.6	Análisis de varianza (ANOVA) para la resistencia a la compresión del concreto..	118
5.1.7	Coefficientes de regresión para la resistencia a la compresión del concreto.....	120
CONCLUSIONES		121

RECOMENDACIONES.....	123
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	124
ANEXOS	129

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 <i>Operacionalización de variables</i>	6
Tabla 2 <i>Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas.</i>	22
Tabla 3 <i>Clasificación de los agregados según su forma</i>	23
Tabla 4 <i>Clasificación de los agregados según su textura superficial.</i>	24
Tabla 5 <i>Características de los agregados que inciden en las propiedades del concreto.</i>	32
Tabla 6 <i>Tamices estándar ASTM</i>	34
Tabla 7 <i>Determinación de la granulometría de agregados.</i>	34
Tabla 8 <i>Requisitos granulométricos del agregado grueso.</i>	37
Tabla 9 <i>Límites de granulometría según el A.S.T.M.</i>	38
Tabla 10 <i>Usos del agregado global según DIN 1045.</i>	39
Tabla 11 <i>Clasificación del agregado fino de acuerdo al valor del módulo de fineza.</i>	41
Tabla 12 <i>Fórmulas para el cálculo del módulo de fineza y la superficie específica para varios tipos de granulometrías.</i>	45
Tabla 13 <i>Valor máximo admisible de sustancias disueltas.</i>	55
Tabla 14 <i>Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes “slump”, tamaño máximo de agregado y contenido de aire.</i>	69
Tabla 15 <i>Relación s/c vs f'c.</i>	69
Tabla 16 <i>Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto.</i> 70	70
Tabla 17 <i>Curvas granulométricas teóricas.</i>	72
Tabla 18 <i>Niveles de la experimentación</i>	78
Tabla 19 <i>Diseño experimental de la presente investigación.</i>	79
Tabla 20 <i>Distribución de los niveles de experimentación</i>	80
Tabla 21 <i>Resultados estadísticos ANOVA para la hipótesis</i>	85
Tabla 22 <i>Análisis granulométrico del agregado de 1”.</i>	88
Tabla 23 <i>Análisis granulométrico del agregado de 3/4”.</i>	89
Tabla 24 <i>Análisis granulométrico del agregado de 1/2”.</i>	91
Tabla 25 <i>Análisis granulométrico de los agregados de la cantera La Sorpresa.</i>	100
Tabla 26 <i>Características del análisis granulométrico de agregados.</i>	102
Tabla 27 <i>Análisis granulométrico del agregado grueso.</i>	104
Tabla 28 <i>Diseño de mezcla de concreto.</i>	106
Tabla 29 <i>Resistencia a la compresión del concreto.</i>	111

Tabla 30 <i>Análisis de varianza para la resistencia a la compresión del concreto.</i>	118
Tabla 31 <i>Coefficientes de regresión para la resistencia a la compresión del concreto.</i>	120

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Los agregados para concreto.	15
Figura 2. Agregados pluviales.	17
Figura 3. Depósitos eólicos.	18
Figura 4. Rocas y agregados ígneos.	19
Figura 5. Muestras de rocas sedimentarias.	19
Figura 6. Muestra de agregados metamórficos.	20
Figura 7. Agregados de peso normal de grava y piedra triturada.	21
Figura 8. Agregados de gran peso.	21
Figura 9. Forma y textura superficial.	23
Figura 10. Resumen de clasificación de los agregados.	25
Figura 11. Curva granulométrica del agregado grueso.	36
Figura 12. Curva granulométrica del agregado fino.	38
Figura 13. Superficie específica en función del fraccionamiento y forma de las partículas.	44
Figura 14. Humedad superficial de los agregados.	49
Figura 15. Componentes del concreto en porcentaje.	52
Figura 16. Influencia de la relación a/c en el concreto.	58
Figura 17. Efecto del a/c en concreto con o sin aire incorporado.	58
Figura 18. Efecto del contenido de aire en el concreto.	59
Figura 19. Influencia del tamaño máximo de los agregados en la resistencia del concreto.	60
Figura 20. Influencia de los componentes del concreto en la resistencia.	61
Figura 21. Variación de la resistencia a diferentes tamaños máximos de agregado y eficiencia del cemento.	62
Figura 22. Eficiencia máxima para cada tamaño de agregado.	63
Figura 23. Eficiencia para diferentes valores de la resistencia a la compresión.	64
Figura 24. Influencia de las condiciones de humedad y temperatura.	65
Figura 25. Efecto de la velocidad de carga o deformación.	66
Figura 26. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-01.	88
Figura 27. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-02.	90
Figura 28. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-03.	91
Figura 29. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-04.	93
Figura 30. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-05.	94
Figura 31. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-06.	95

Figura 32. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-07.	96
Figura 33. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-08.	97
Figura 34. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-09.	98
Figura 35. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-10.	99
Figura 36. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-02.	102
Figura 37. Distribución del tamaño de partículas de agregados en los tratamientos.	103
Figura 38. Proporción de piedra en los diferentes tratamientos.	108
Figura 39. Proporción de la arena en los diferentes tratamientos.	109
Figura 40. Proporción del agua en los diferentes tratamientos.	109
Figura 41. Resistencia a la compresión del concreto de las briquetas de los tratamientos a los 28 días proyectado.	112
Figura 42. Comparación de la resistencia de especificada y la resistencia obtenida (Expresado en Kg/cm ²).	113
Figura 43. Efectos principales de los agregados en la resistencia a la compresión del concreto.	116
Figura 44. Carta estandarizada de Pareto para la resistencia a la compresión del concreto. .	119

INTRODUCCIÓN

La investigación trata de la evaluación de los agregados gruesos como componentes en la fabricación del concreto y que son utilizados para la construcción de obras como edificaciones, viviendas, parques, pistas y veredas entre otros. Que se definen como aquellos componentes mayoritarios que proveen múltiples propiedades al concreto especialmente la resistencia a la compresión. Dada su importancia no se conoce de estudios relacionados que utilizan agregados de la cantera La Sorpresa para la obtención de resistencias a la compresión requeridas.

La investigación se realizó por el interés de conocer cómo puede influenciar los agregados de diámetros de 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " en la resistencia a la compresión del concreto; asimismo. Profundizar esta experimentación fue de un interés práctico y académico.

La evaluación fue realizada utilizando los agregados de la cantera La Sorpresa, de cuales permitió realizar la caracterización granulométrica utilizando los procedimientos establecidos en las normas técnicas peruanas para agregados, posteriormente se realizó la distribución proporcional de agregados de 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " en tratamientos utilizando el método de combinación diseñado en el "Software Estadística" arrojándonos un número de 10 combinaciones con 03 repeticiones y finalmente se realizó la fabricación de concreto con diseños de mezcla definidos, que luego de los 28 días se permitiera obtener resistencias a la compresión del concreto variables que se procesaron mediante herramientas estadísticas de ANOVA evaluando la influencia de los agregados en la resistencia a la compresión del concreto.

El objetivo general fue evaluar la influencia de la combinación de agregados gruesos de la cantera La Sorpresa en la resistencia a la compresión del concreto; los objetivos específicos

fueron evaluar la granulometría de los agregados y determinar la influencia en la resistencia a compresión del concreto y así para lograr el fin propuesto.

La presente tesis consta de 05 capítulos, que son descritos a seguir:

En el capítulo I se realiza el planteamiento metodológico de la investigación, referido a la influencia de la combinación de los agregados en la resistencia a la compresión del concreto.

En el capítulo II se describe los antecedentes de la investigación, se definen generalidades, conceptos, importancia, influencia y todo lo relacionado a los agregados y la fabricación del concreto.

En el capítulo III, se describe la presentación de los resultados; asimismo, en el capítulo IV trata sobre el proceso de contraste de hipótesis planteado.

El capítulo V, se describen los resultados obtenidos y se buscan las discusiones tomando en consideración los objetivos de la investigación, para finalmente describir, las conclusiones obtenidas producto de la investigación.

Se presentan la bibliografía y los anexos que contiene las tablas y figuras donde se detalla los cálculos y ensayos realizados; además, de un panel fotográfico.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática

1.1.1. Tendencias mundiales.

Los agregados utilizados en la construcción son un conjunto de gránulos inertes que por su origen, tamaño y naturaleza están destinados a ser aglomerantes y que en presencia de agua y cemento forman los denominados concretos. Antiguamente se creía que los agregados no intervenían directamente en las reacciones químicas durante la elaboración del concreto; la tecnología moderna establece que siendo el componente mayoritario tendría gran influencia en las propiedades y características del concreto como son en la trabajabilidad, consistencia en estado plástico así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario en el concreto endurecido.

En los últimos 100 años, la necesidad que contar con materiales disponibles para el rubro de la construcción ha llevado al hombre a estudiar las rocas de manera cuidadosa desde su estado natural hasta sus medios de uso y poder evaluar la influencia en las propiedades del concreto como es la resistencia a compresión.

1.1.2. Tendencias nacionales.

En el Perú, los agregados son ampliamente utilizados para la fabricación de concreto, especialmente en las regiones con disponibilidad como es la sierra y la costa peruana, dichos agregados provienen de fuentes como canteras y depósitos de arrastre pluvial, que luego de ser analizadas sus características físico-mecánicas como la granulometría para luego diseñar las mezclas de concreto.

La norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que se ha venido utilizando agregados disponibles de diferentes fuentes, agregados que en ciertas circunstancias no cumplen con los usos granulométricos establecidos en la NTP 400.037 obteniéndose resultados satisfactorios en cuanto a la obtención de resistencias a compresión requeridas, sin embargo, afirma también que se trata de un comportamiento satisfactorio en el pasado lo que no garantiza un buen resultado bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones.

1.1.3. Tendencias regionales.

En la Región de Apurímac, la industria de la construcción constituye una de las actividades con mayor desarrollo durante los últimos años, las diversas obras como edificaciones, viviendas, parques, pistas y veredas entre otras, utilizan como material fundamental “el concreto”, que ofrece múltiples propiedades por su resistencia a la compresión. El concreto, es un material conformado por componentes como agregado grueso, agregado fino, cemento, agua, aire y aditivos; de los cuales el agregado grueso representa el componente mayoritario del material, que provee propiedades de resistencia a la compresión al concreto.

Actualmente, se ha evidenciado patologías del concreto en viviendas causados entre muchas razones a la baja resistencia a compresión del concreto, que a su vez es debido a la no realización de ensayos previos de resistencia que permitan garantizar la calidad de las

edificaciones; la mala dosificación de los agregados o utilización de agregados que no presentan variabilidad granulométrica entre otros; producto de ello es que las edificaciones no son durables, son inseguras y constituyen en un peligro para la salud y vida de las personas.

1.1.4. Tendencias locales.

La industria de la construcción en la ciudad de Abancay está en crecimiento, la mayor parte de las familias construyen sus viviendas con elementos constructivos de los cuales el concreto, resulta el material fundamental. Los agregados utilizados en la ciudad de Abancay provienen principalmente de 05 canteras, de los cuales al menos 02 cuentan con estudios de los agregados gruesos y con diseños de mezcla respectivos para la fabricación de concreto.

1.1.5. Diagnóstico.

En la actualidad se fabrican concretos a partir de diseños de mezcla que utilizan agregados de medidas producidas comercialmente, como son agregados de 1", 3/4", 1/2" y 3/8", por lo que se tienen variabilidad en la distribución granulométrica, que han demostrado cumplir con las resistencias a la compresión requeridas; sin embargo, no se ha evidenciado estudios relacionados a la influencia de la granulometría de agregados de la cantera La Sorpresa en la resistencia a la compresión del concreto.

En tal sentido, la investigación pretende realizar diseños de mezcla para la fabricación del concreto utilizando los agregados de medidas comerciales provenientes de la cantera La Sorpresa para evaluar su influencia en la resistencia a la compresión del concreto.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Espacial.

La delimitación espacial para la presente investigación representa la cantera La Sorpresa ubicado en la localidad de Pachachaca del Distrito y Provincia de Abancay, Región Apurímac.

1.2.2. Temporal.

La investigación tiene como delimitación temporal de actualidad, correspondiente al año 2017.

1.3. Planteamiento del problema de investigación

1.3.1. Problema general.

PG: ¿De qué manera influye los agregados de la cantera La Sorpresa, en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017?

1.3.2. Problemas específicos.

PE1: ¿Cuáles son las características granulométricas de los agregados gruesos 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de la cantera La Sorpresa en la provincia de Abancay, 2017?

PE2: ¿De qué manera influye la granulometría de los agregados gruesos de 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de la cantera La Sorpresa en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general.

OG: Evaluar la influencia de los agregados de la cantera La Sorpresa, en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017?

1.4.2. Objetivos específicos.

OG1: Determinar las características granulométricas de los agregados de 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de la cantera La Sorpresa en la provincia de Abancay, 2017.

OG2: Determinar la influencia de la granulometría de los agregados gruesos 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de la cantera La Sorpresa, en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017.

1.5. Formulación de la hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general.

HG: Los agregados de la cantera La Sorpresa, si tienen influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017.

1.6. Variables de la investigación

1.6.1. Variable independiente.

La variable independiente en la presente investigación corresponde a los agregados gruesos (Agregado de 1", agregado de $\frac{3}{4}$ " y agregado de $\frac{1}{2}$ ") dimensionado en proporciones, el cual estará expresado en porcentaje (%).

1.6.2. Variable dependiente.

La variable dependiente representa la calidad del concreto, el cual está dimensionado mediante la resistencia a la compresión del concreto, expresado en Kg/cm².

1.6.3. Operacionalización de variables.

En la tabla 1, se detalla las variables e indicadores de la investigación.

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variab	Dimensiones	Indicadores	Niveles de la investigación	Índices
Variable Independiente	Proporción	Agregado de 1"	0 - 100	%
		Agregado de 3/4"	0 - 100	%
		Agregado de 1/2"	0 - 100	%
Variable Dependiente	Resistencia a la Compresión	Concreto		Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

1.7. Diseño de la investigación

1.7.1. Tipo de investigación.

La presente investigación es básico sustancial, porque nos lleva a búsqueda de nuevos conocimientos y campos de la investigación científica (Sanchez, 2016).

1.7.2. Nivel de investigación.

El nivel de investigación es aplicativo, porque busca la generación de nuevos conocimientos para la aplicación directa a los problemas que se presentan en la industria de la construcción y sirva de provecho a la sociedad (Zorrilla, 2010).

1.7.3. Método de la investigación.

El método de la investigación es deductivo, porque se utilizará el razonamiento para obtener conclusiones; según (Zorrilla, 2010).

1.8. Población y muestra de la investigación

1.8.1. Población.

La población a estudiar en la presente investigación está representado por los agregados gruesos de 1", ¾" y ½" de diámetro provenientes de la Cantera La Sorpresa del Distrito y Provincia Abancay, Región Apurímac, 2017.

1.8.2. Muestra.

La técnica de muestreo es aleatoria no probabilística de agregados que representa un total de 50.00Kg de agregados de 1"; 25.00Kg de agregados de ¾", y 15.00Kg de agregados de ½"; determinado por la Norma Técnica Peruana NTP 400.010:2011 (Revisada el 2016) o ASTM D75 denominado Extracción y preparación de muestras.

1.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1.9.1. Técnicas.

La técnica usada para la presente investigación es cuantitativa, porque se recopilan datos cuantificables y emplea métodos estadísticos para analizar los datos.

1.9.2. Instrumentos.

Los instrumentos usados para la recolección de datos son unidades de medida, guías de laboratorio y fichas de registro de datos.

1.10. Justificación e importancia de la investigación

1.10.1. Justificación.

La presente investigación se justifica por las siguientes razones:

Justificación tecnológica, permite la generación de nuevos conocimientos y la adopción de nuevas formas de diseñar mezclas para la fabricación de concreto mediante la granulometría de agregados y que nos permitan obtener concreto de resistencias óptimas a la compresión.

Justificación social, beneficiará directamente a los productores de agregados de la cantera La Sorpresa quienes ofrecerán a sus clientes la mejor variabilidad de agregados para la obtención de resistencias de concreto más altas, beneficiará a los compradores de agregados y fabricantes de concreto quienes podrán diseñar mezclas y fabricar concretos con resistencias a la compresión requeridas en el proyecto; asimismo, beneficiará a las familias y sociedad, en la construcción de sus viviendas con elementos constructivos más resistentes.

Justificación ambiental, permitirá el uso adecuado de los agregados, obtenidos con procedimientos de extracción adecuados, que no afecten el medio ambiente y garantizar la seguridad.

1.10.2. Importancia.

Es justificable y de gran importancia la presente investigación, por las siguientes razones:

- Permite conocer las características granulométricas de los agregados de la cantera La Sorpresa y determinar la aptitud o rechazo de las mismas para la fabricación del concreto.
- Permite evaluar la influencia de los agregados en la resistencia a la compresión del concreto.
- Permite a la población construir infraestructuras y/o edificaciones seguras, en cumplimiento con la normatividad vigente.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 A nivel internacional.

(Ortega, 2013), desarrolló la investigación “La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles” en Ambato, Ecuador. Se realizó el estudio de tres canteras o minas: Cantera Villacrés, Playa Llagchoa y Planta Industrial de Trituración de Áridos, las mismas que abastecen de material pétreo para la construcción de obras civiles en la ciudad de Ambato y sus alrededores; se lograron obtener muestras para luego realizar los análisis físico mecánicos.

La investigación tuvo como objetivos **OG:** estudiar la calidad de los agregados de las canteras y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles. Los objetivos específicos **OE:** estuvieron relacionados con la determinación de las propiedades de los agregados en la construcción en la Ciudad Ambato, establecer si los agregados son aptos y proponer las dosificaciones adecuadas para la elaboración de hormigón.

Se planteó como hipótesis general que la calidad de los agregados influye en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles.

La investigación presentó las siguientes conclusiones:

- El agregado grueso y fino de la Cantera Vallacrés si presentan una adecuada distribución granulométrica, los pesos específicos de 2.585gr./cm³ del ripio y la arena con un peso específico de 2.568gr./cm³ son aptos para ser utilizados en la elaboración de hormigón debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm³ y 2.700gr./cm³.

- El agregado grueso y fino de la Cantera Playa Llagchoa si presentan una adecuada distribución granulométrica, los pesos específicos de 2.554gr./cm³ del ripio y la arena con un peso específico de 2.512gr./cm³ son aptos para ser utilizados en la elaboración de hormigón debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm³ y 2.700gr./cm³.

- El agregado grueso y fino de la Planta industrial de áridos de la constructora Arias si presentan una adecuada distribución granulométrica, los pesos específicos de 2.611gr./cm³ del ripio y la arena con un peso específico de 2.624gr./cm³ son aptos para ser utilizados en la elaboración de hormigón debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm³ y 2.700gr./cm³.

2.1.2 A nivel nacional.

(Torres, 2015), desarrolló la investigación “Evaluación de la influencia en la resistencia del concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando agregado de río o agregado de cerro en Cajamarca”, en la Región Cajamarca, Perú. El estudio buscó medir la influencia en la resistencia del concreto al reemplazar la misma cantidad del agregado de río (Cantera Chávez, río Mashcón) por el agregado de cerro (Cantera Don Lucho I, cerro El

Guitarrero), para diferentes resistencias de uso común en Cajamarca, para lo cual se realizaron 144 tandas de concreto y 432 probetas cilíndricas. Para conocer el comportamiento de los agregados se evaluaron las características físicas, mecánicas y químicas de los agregados mediante la NTP 400.037, se realizó el diseño de mezcla para $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando el método ACI y módulo de finura de la combinación de agregados.

Tuvo como objetivos: **OG1:** Evaluar la influencia en la resistencia de probetas de concreto reemplazando agregado de río por agregado de cerro, sin modificar su diseño original, **OE1:** Determinar propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados de cada una de las canteras, **OE2:** Diseñar concreto de $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando la características del agregado de río, **OE3:** Elaborar y ensayar a compresión las probetas de concreto, usando agregado de río y reemplazando el agregado de río por agregado de cerro y **OE4:** Realizar una evaluación estadística y estudios de tendencias para determinar los rangos de variabilidad.

Se planteó como hipótesis general **HG:** que la resistencia disminuye al reemplazar el agregado del río por agregado de cerro, sin modificar y verificar el diseño de mezcla. La investigación presentó las siguientes conclusiones:

- Al usar agregado de cerro sin modificar ni verificar el diseño original, basado en agregado de río, la resistencia final del concreto, resistencia a los 28 días, disminuye. Para el concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ disminuye 10,68%, para $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ disminuye el 7,49% y para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ disminuye el 6,19%.

- Se realizó el análisis de los agregados tanto de río como de cerro y se obtuvo que no cumple en su totalidad con los parámetros de norma ASTM C 33 y NTP 400.037.

- El ensayo de compresión axial permitió evidenciar que a la edad de 7 días, las probetas elaboradas con agregado de cerro obtienen mayor resistencia que las probetas elaboradas con agregado de río; a la edad de 28 días, las probetas elaboradas con agregado de cerro obtienen menor resistencia que las probetas elaboradas con agregado de río. En ninguno de los casos, se alcanzó la resistencia deseada.

- Los agregados no cumplen en su totalidad con los límites de norma ASTM C 33 o NTP 400.037 y esto tiene una influencia negativa en la resistencia del concreto, por lo tanto se recomienda que se busque agregados de buena calidad para lograr un concreto que cumpla con la resistencia de diseño esperada.

2.1.3 A nivel local.

(Olarte, 2017), desarrolló la investigación “Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles”; la investigación buscó estudiar las propiedades mecánicas de los agregados gruesos y finos de las **canteras** Altamirano, Santa Lucía y cantera Espinoza explotadas en la ciudad de Andahuaylas, realizar el diseño y dosificación de concreto mediante el método ACI y finalmente evaluar la influencia en la resistencia a compresión del concreto.

La investigación tuvo como objetivos: **OG.** Determinar la influencia del estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas en la

construcción de obras civiles, **OG1:** Determinar la influencia del estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas en la elaboración del concreto en la construcción de las obras civiles, **OG2:** Determinar la influencia del estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas en las propiedades físicas en la construcción de las obras civiles, **OG3:** Determinar la influencia del estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas en las propiedades químicas en la construcción de las obras civiles, **OG4:** Determinar la influencia del estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas en el conocimiento de normas técnicas en la construcción de las obras civiles.

Se planteó como hipótesis general **HG:** El estudio de la calidad de los agregados de las principales de la ciudad de Andahuaylas influye en la resistencia del concreto empleada en la construcción de obras civiles.

La investigación tuvo las siguientes conclusiones:

- El agregado grueso de la cantera Altamirano presenta adecuada distribución granulométrica, peso unitario suelto de 1.32gr/cm³, peso unitario compactado de 1.59gr/cm³, el peso específico de 2.36gr/cm³, el ensayo de abrasión resultó de 40.50%.; el agregado fino tuvo un módulo de finura de 2.95, el peso unitario fue de 1.67gr/cm³, el peso unitario compactado de 1.84gr/cm³ y peso específico de 1.58gr/cm³.

- El agregado grueso de la cantera Santa Lucía no presenta adecuada distribución granulométrica, peso unitario suelto de 1.31gr/cm³, peso unitario compactado de 1.76gr/cm³, el peso específico de 2.55gr/cm³, el ensayo de abrasión resultó de 40.50%.; el agregado fino

tuvo un módulo de finura de 3.03, el peso unitario fue de 1.63gr/cm³, el peso unitario compactado de 1.76gr/cm³ y peso específico de 1.20gr/cm³.

- El agregado grueso de la cantera Espinoza no presenta adecuada distribución granulométrica, peso unitario suelto de 1.31gr/cm³, peso unitario compactado de 1.50gr/cm³, el peso específico de 2.65gr/cm³, el ensayo de abrasión resultó de 39.5%.; el agregado fino tuvo un módulo de finura de 3.03, el peso unitario fue de 1.63gr/cm³, el peso unitario compactado de 1.79gr/cm³ y peso específico de 1.62gr/cm³.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Agregados.

a) *Definición de los agregados.*

Los agregados son materiales inertes con forma granular que se combinan con aglomerantes como cemento, cal, y agua formando los denominados concretos (Ver la figura 1), representan en promedio el 75% del volumen de una mezcla de concreto (Abanto, 1996).



Figura 1. *Los agregados para concreto.*
Fuente: Elaboración propia.

Los agregados no reaccionan con los componentes de la mezcla del concreto, a excepción de aquellas fracciones finas que presentan actividad en función de sus propiedades hidráulicas como las escorias de alto horno de las siderurgias y materiales de origen volcánico entre otros (Rivera, s.f).

b) *Importancia de los agregados.*

Los agregados tienen importancia en las características y propiedades así como en la necesidad de optimizar los materiales componentes del concreto que permitan lograr las propiedades deseadas en un diseño de mezcla (Silva, 2016).

- i. **En cuanto al nivel de participación en el concreto**, los agregados representan en promedio el 75% del diseño de mezcla del concreto (Abanto, 1996); en los concreto hidráulicos representa entre el 50 a 80% (Rivera, s.f).

- ii. **En cuanto a las características del agregado**, la forma y textura superficial de las partículas de los agregados tienen influencia en la manejabilidad del concreto en su estado fresco y en otras características físicas de su estado sólido (Silva, 2016).

- iii. **En cuanto a las propiedades del concreto**, (Silva, 2016) indicó que los agregados ayudan a controlar los cambios volumétricos (cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado, curado y secado) de la mezcla de concreto y aportar en la resistencia final del material.

- iv. **En cuanto a la economía**, el uso de los agregados en el concreto tiene como objetivo reducir los costos en la producción de la mezcla (Silva, 2016).

c) *Origen de los agregados.*

De acuerdo a la historia geológica, los agregados se forman por fenómenos internos de la tierra, que al solidificarse y enfriarse el magma se forman las rocas ígneas que luego de algunos procesos de meteorización, transporte y deposición se forman en rocas sedimentarias, e ígneas al sufrir procesos de presión y temperatura forman las denominadas metamórficas (Ciclo geológico).

d) Clasificación de los agregados.

Los agregados son clasificados de muchas maneras; según su procedencia, densidad, tamaño, forma, textura, entre otros (Rivera, s.f).

i. Clasificación por su procedencia, se clasifican en fuentes naturales y artificiales;

- *Agregados naturales*, provienen de las canteras de rocas, piedras naturales, depósito de arrastres pluviales (arenas y gravas) o glaciares (cantos rodados). Dichos agregados se han fragmentado por procesos naturales como el intemperismo o mediante trituración mecánica con intervención del hombre; por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio origen (Rivera, s.f).

En los depósitos pluviales, los ríos acarrear los agregados de diferentes tamaños y composiciones, mientras que en los depósitos eólicos los agregados son acarreados por el viento formando dunas y médanos (principalmente arenas); asimismo, el cono de eyección es la masa de material depositada en la desembocadura. Ver las figuras 2 y 3 obtenida de (Rodríguez, 2015).



Figura 2. Agregados pluviales.
Fuente: (Rodríguez, 2015).



Figura 3. *Depósitos eólicos.*

Fuente: (Rodríguez, 2015)

- *Agregados artificiales*, son agregados provenientes de sub productos y procesos industriales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, limaduras de hierro, micro-sílice, concreto reciclado y otros, generalmente dichos agregados tienen variabilidad en la densidad comparado con los agregados naturales (Rivera, s.f).

ii. **Clasificación según su origen**, se encuentran los agregados ígneos, sedimentarios y metamórficos.

- *Agregados ígneos*, provienen de las rocas ígneas, originales, endógenas y magmáticas.

Ver la figura 4. Dentro de esta sub clasificación encontramos: *Intrusivas, Filonianas o hipoabisales, Extrusivas* (Rivera, s.f).

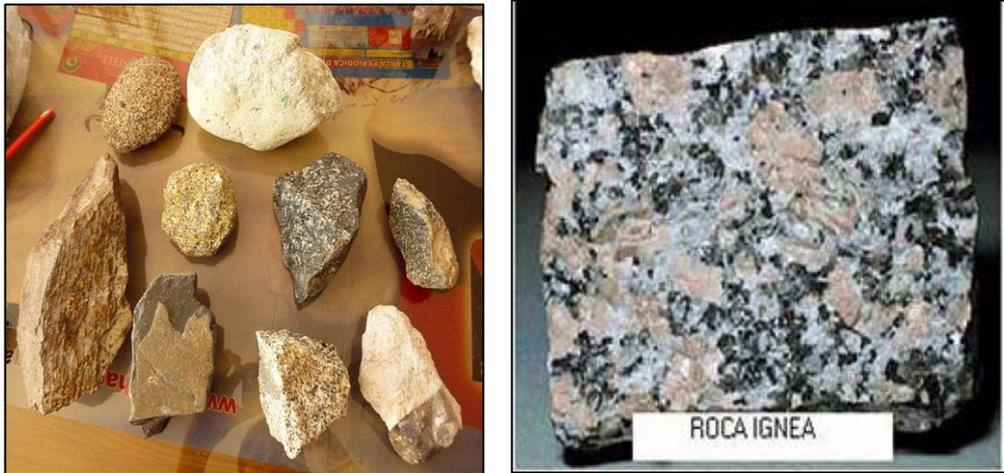


Figura 4. *Rocas y agregados ígneos.*
Fuente: (Silva, 2016) y (Rivera, s.f) respetivamente.

- *Agregados sedimentarios*; provienen de las rocas sedimentarias (los más abundantes en la superficie terrestre con cerca del 75%); dichos agregados lo conforman fragmentos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias originados por descomposición y desintegración durante procesos como erosión, transporte, deposición y consolidación; o por precipitación o depositación química (carbonatos) como se aprecia en la figura 5, dentro de esta clasificación encontramos: los cantos, gravas, arenas, limos y arcillas (Rivera, s.f).



Figura 5. *Muestras de rocas sedimentarias.*
Fuente: (Silva, 2016) y (Rivera, s.f) respetivamente.

- *Agregados metamórficos*; provienen de las rocas metamórficas, que sufren modificaciones en sólido debido a las grandes presiones que sufren los estratos profundos,

temperaturas elevadas que hay en el interior, y emanaciones de los gases del magma. Ver la figura 6 de la fuente (Rivera, s.f).



Figura 6. *Muestra de agregados metamórficos.*
Fuente: (Silva, 2016) y (Rivera, s.f) respectivamente.

iii. **Clasificación según su densidad.** los agregados pueden ser ligeros, normales y pesados dependerá de la cantidad de masa por una unidad de volumen así como del volumen de los poros (Rivera, s.f).

- *Agregado de peso ligero;* son aquellos que presentan vacíos en su composición, dentro de ellos se encuentran: la piedra pómez, las escorias y cenizas volcánicas y la diatomita (Rodríguez, 2015).

- *Agregado de peso normal;* son aquellos que presentan un peso unitario entre 2100 a 2400kg/m³, dentro de ellos se encuentran: la arena, grava, piedra triturada y escoria de hornos enfriada al ambiente. Ver la figura 7 de la fuente (Rodríguez, 2015).



A. Gravas



B. Piedra triturada

Figura 7. Agregados de peso normal de grava y piedra triturada.

Fuente: Elaboración propia y (Rodríguez, 2015) respectivamente.

- *Agregado de gran peso*; son aquellos que presentan una densidad mayor a 2400Kg/ m^3 ; dentro de ellos se encuentran: Barita, Limonita, Lemanita, Magnetita, Munición. Ver la figura 8 de la fuente (Rodríguez, 2015).



Figura 8. Agregados de gran peso.

Fuente: (Rodríguez, 2015).

- iv. **Clasificación según su tamaño**, existen agregados con tamaños expresados en milímetros hasta varios centímetros de sección, es la forma más común de clasificar los agregados, dentro de ella tenemos los agregados gruesos y finos (Rivera, s.f).

- *Agregado grueso*, son aquellas agregados que tienen un tamaño superior a 4,76mm equivalente a tamiz N°4, a la vez presenta una sub clasificación: Grava (con tamaño máximo mayor o igual a 20 mm) y Gravilla (con tamaño menor a 20 mm) (Rivera, s.f).
- *Agregado fino*, son aquellos agregados que tienen un tamaño inferior a 4,76 mm (Rivera, s.f).

La tabla 2, permite visualizar el resumen de clasificación según el tamaño de sus partículas.

Tabla 2
Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas.

Tamaño en mm	Denominación más común	Clasificación	Uso como agregados de mezclas
<0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0.002-0.074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0.074 – 4.76 N°200 – N°4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4.76-19.1 N°4 – ¾”	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para concreto
19.1-508 ¾”-2”	Grava		Material apto para concreto
50.8-152.4 2”-6”	Piedra		
>152.4 6”	Rajón, Piedra bola		Concreto ciclópeo

Fuente: (Rivera, s.f).

v. **Clasificación según su forma**, los agregados presentan formas irregulares que van desde caras redondeadas o angulosas y esféricas; los cuales están combinadas de manera natural. Ver la figura 9 de la fuente (Pasquel, 1998).

- *Redondez o angularidad*, es la relación entre el radio de curvatura promedio de los bordes de la partícula y el radio del máximo círculo inscrito.

- *Esfericidad*, depende de la relación entre el área superficial de la partícula y su volumen, la longitud máxima del prisma rectangular circunscrito, la velocidad de sedimentación y la relación entre el volumen de la partícula y el de la esfera circunscrita.



Figura 9. Forma y textura superficial.

Fuente: (Pasquel, 1998).

La siguiente tabla 3, permite visualizar la clasificación de los agregados según su forma.

Tabla 3
Clasificación de los agregados según su forma

Forma	Descripción	Ejemplo
Redondeadas	Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento.	Grava de río o playa, arena del desierto, playa
<u>Sub redondeada*</u>	Considerable desgaste en caras y bordes	
<u>Muy Redondeada*</u>	Sin caras ni bordes.	
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas.	Otras gravas, pedernales del suelo o de excavación.
Escamosa	Material en el cual es pequeño en relación a las otras dos dimensiones.	Roca laminada.
Angular	Posee orillas bien definidas Que se forman en la intersección de caras más o menos planas.	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada.
<u>Sub angular*</u>	Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.	
Alongadas	Material normalmente angular En el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.	

Fuente: (Rivera, s.f) y * (Pasquel, 1998).

vi. **Clasificación según su textura superficial**, es referido a la características que presenta la superficie de los agregados como son: pulida o mate, suave o áspera, lo que hace necesaria describir el tipo de aspereza; dicha textura superficial depende de la dureza, tamaño y la porosidad de roca original, así como del grado en que las fuerzas que actúan sobre la superficie de la partícula. La tabla 4 permite visualizar la clasificación según su textura superficial (Rivera, s.f).

Tabla 4
Clasificación de los agregados según su textura superficial.

Textura	Características	Ejemplo
Vítrea	Fractura concoidal	Pedernal negro, escoria vítrea.
Lisa	Desgastada por el agua, o liso debido a la fractura de roca laminada o de grano	Gravas, pizarras, mármol, algunas reolitas.
Granular	Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeados.	Arenisca.
Áspera	Fractura áspera de roca con granos finos o medianos que contienen constituyentes cristalinos no fácilmente visibles.	Basalto, felsita, pórfido, caliza.
Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles.	Granito, Gabro, Gneis.
Apanalada	Con poros y cavidades visibles	Pómez, escoria espumosa, arcilla expandida.

Fuente: (Rivera, s.f).

vii. **Clasificación por su fragmentación**, se clasifican agregados naturales, manufacturados y mixtos.

- *Agregados naturales*, son aquellos fragmentados por procesos naturales como la erosión. A su vez dichos agregados se clasifican en: agregados finos y agregados gruesos. (Silva, 2016).
- *Agregados manufacturados*, son aquellos fragmentados por procesos mecánicos como la piedra chancada (Silva, 2016).
- *Agregados mixtos*, son la combinación de los agregados naturales y manufacturados (Silva, 2016). La figura 10, se presenta un resumen de la clasificación de los agregados.

Por su procedencia	Naturales	Depósitos pluviales Depósito eólicos Cono de eyección
	Artificiales	
Por su origen	Igneos	Instrusivas Filonianas o hipoabisales
		Extrusivas Cantos Gravas
	Sedimentarios	Arenas Limos Arcillas
	Metamórficos	Metamorfismo de contacto Metmorfismo regional o dinámico
Según su densidad	De peso ligero	Piedra pomez Escorias y cenizas Diatomita
		Grava Arena Piedra titurada Escoria de hornos
	De peso normal	Barita Limonita
		Lemanita Magnetita Munición
	De gran peso	
Según su tamaño	Agregado grueso	Grava Gravilla Piedra Rajón, Piedra bola
	Agregado fino	Arena fina Arena gruesa
Según su forma	Redondeadas	
	Subredondeadas	
	Muy redondeadas	
	Irregular	
	Escamosa	
	Angular	
	Subangular	
Alongadas		
Según su textura superficial	Vitrea	
	Lisa	
	Granular	
	Aspera	
	Cristalina	
Según su fragmentación	Apanalada	
	Naturales	
	Manufacturados	
	Mixtos	

Figura 10. Resumen de clasificación de los agregados.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Características de los agregados y su influencia en las propiedades del concreto.

a) *Características físicas.*

i. Granulometría, es referida a la distribución del tamaño de las partículas que constituyen una masa de agregados; se determina mediante el denominado análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra representativa del agregado, en estudio, en fracciones de igual tamaño de partículas utilizando una serie de mallas normalizadas; la medida de la cuantía de cada fracción se denomina como granulometría (Rivera, s.f).

La granulometría resulta de uno de los parámetros fundamentales empleados para la dosificación del mismo, porque tiene gran influencia en las propiedades del concreto. (Cottier, 1995).

La granulometría de los agregados además tiene gran influencia en las características del concreto como: durabilidad, resistencia a la compresión, cambios volumétricos, dosificación, trabajabilidad, bombeabilidad, acabado superficial, oclusión del aire y exudación (Cottier, 1995).

ii. Forma y textura, la forma y textura de las partículas de agregados influyen en las propiedades del concreto, esto debido a que por un lado existe un efecto de anclaje mecánico que resulta más o menos favorable en relación con el tamaño, la forma, la textura superficial y el acomodo entre ellas; mientras que por otro, se producen fenómenos de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, condicionados también por estos factores, que redundan en el comportamiento resistente y en la durabilidad del concreto (Pasquel, 1998)

iii. **Peso específico**, es referido al cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellos. Su valor para agregados normales oscila entre 2,500 y 2,750 g/cm³ (Pasquel, 1998).

iv. **Peso unitario**, es referido al cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Se consideran los espacios debido a que influyen en la manera como se acomodan las partículas, resulta por tanto de un parámetro relativo (Pasquel, 1998).

v. **Porcentaje de Vacíos**, es referido a la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, su valor es relativo como en el caso del peso unitario (Pasquel, 1998).

vi. **Absorción**, es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas; el fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados, pues siempre queda aire atrapado, tiene influencia porque su valor permite determinar el contenido de agua en la mezcla de concreto, haciendo las correcciones necesarias; asimismo, influye en las propiedades del concreto como son en la resistencia y trabajabilidad (Pasquel, 1998).

vii. **Porosidad**, es referido al volumen de espacios dentro de las partículas de agregados, que representa la estructura interna de las partículas, la norma no establece un método; sin embargo, existen formas complejas de determinarlo y cuya validez es relativa. Una manera indirecta de estimar es mediante la determinación de la absorción, que da un orden de magnitud de la porosidad normalmente en 10% menor que la real, ya que como hemos indicado en el

párrafo anterior, nunca llegan a saturarse completamente todos los poros de las partículas (Pasquel, 1998).

La porosidad varía entre 0 y 15%, siendo los rangos comunes entre 1 al 5%. En agregados ligeros, se pueden tener porosidades desde 15 a 50% (Pasquel, 1998).

viii. **Humedad**, es la cantidad de agua superficial retenida por las partículas de agregados; es utilizado conjuntamente con la absorción para realizar correcciones en el proporcionamiento de mezclas. La humedad se expresa de acuerdo a la fórmula siguiente según ASTM C-566 (Pasquel, 1998).

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

ix. **Densidad**, es referido como la gravedad específica, que es la relación entre el peso y el volumen de sólidos de la densidad del agua. Existen tres tipos de densidades propuestas por (Rivera, s.f) .

- *Densidad real*: es la masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo sus poros permeables o saturables y los no saturables o impermeables.
- *Densidad nominal*: es la masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo únicamente los poros permeables o saturables.
- *Densidad aparente*: es la masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, incluyendo tanto poros permeables o saturables como poros impermeables o no saturables (volumen aparente o absoluto).

b) Características resistentes.

i. Resistencia, la resistencia al desgaste es utilizada con frecuencia para determinar la calidad del agregado, el cual resulta esencial para aquellos concretos sujetos a desgaste como en el caso de los pavimentos rígidos (Rivera, s.f).

La resistencia se define como la capacidad de asimilar la aplicación de fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión, generalmente se mide por medio de la resistencia en compresión, que es inversamente relacionado con la porosidad y la absorción; asimismo, con el peso específico, siendo los agregados considerados normales con peso específico entre 2.5 y 2.7g/cm³, tienen resistencias en compresión entre 750 y 1200Kg/cm², los agregados ligeros de peso específico entre 1.6 y 2.5g/cm³ tienen resistencia de 200 a 750Kg/cm² (Pasquel, 1998).

ii. Módulo de elasticidad de los agregados, esta característica no deja de ser importante a pesar de determinarse rara vez; el módulo de elasticidad del concreto resulta mayor cuanto mayor sea el módulo de elasticidad de los agregados que lo forman. El módulo de elasticidad del agregado influyen además en la magnitud de la deformación así como de la contracción que puede presentarse en el concreto (Cottier, 1995).

La resistencia a la compresión del concreto no puede superar a la del agregado que se trabaja, existe experiencias que permiten afirmar que las mejores resistencias de concreto se logran cuando la pasta de agregados tienen características similares; sin embargo, resulta difícil poder determinar la resistencia del agregado por lo que generalmente es necesario hacer pruebas indirectas sobre muestras labradas de la roca a estudiar (Cottier, 1995).

Si se comparan concretos hechos con diferentes agregados se puede observar que la influencia es cualitativa e, independientemente del proporcionamiento de la mezcla y de que el

concreto se ensaye en compresión o tensión. Es probable que la resistencia del concreto dependa de la resistencia mecánica del agregado y las características de absorción y adherencia (Cottier, 1995).

Por tanto, el módulo de elasticidad y la resistencia del agregado dependen de su composición, estructura y textura; es así que los granos débiles constituyentes influyen en la baja resistencia del concreto (Cottier, 1995).

iii. Tenacidad, es referido a la resistencia al impacto, está más relacionada con la sollicitación en flexión que en compresión, aspereza en la superficie y angularidad; su estimación es más cualitativa que cuantitativa, influyen en el concreto sobre todo ante impactos, cuando se trata de evaluar las dificultades en el procesamiento por chancado (Pasquel, 1998).

iv. Dureza, es referido a la resistencia al desgaste de la superficie de las partículas de los agregados debido a la interacción entre las mismas o por causa de agentes externos; se determina mediante la resistencia a la abrasión utilizando la máquina de los ángeles (Pasquel, 1998).

c) *Características químicas.*

i. Reacción álcali-agregado, es posible que los agregados reaccionen con los componentes del concreto afectando la calidad del mismo; las reacciones más comunes son las ocurridas con los álcalis solubles provenientes del cemento y de las adiciones que también derivan de los mismos agregados; con los álcalis los agregados tiene dos tipos de reacciones: álcalis-sílice y la reacción álcali-carbonato (Cottier, 1995).

La reacción álcali-sílice puede evidenciar una expansión dentro el concreto que puede exceder del 0.5% lineal, produciendo grietas de configuración irregular pero característica del fenómeno, que suele estar acompañada en la superficie de un compuesto blanco y amorfo (Cottier, 1995).

ii. Epitaxia, mejora la adherencia entre ciertos agregados calizos y la pasta de cemento, a medida que transcurre el tiempo; favoreciendo el desarrollo de las propiedades en el concreto endurecido (Rivera, s.f).

d) Propiedades térmicas.

Las propiedades térmicas de los agregados resultan de gran importancia en el concreto, sobre todo debido a que el calor de hidratación además de los cambios ambientales influyen en los agregados provocando dilataciones, expansiones, retención o disipación de calor entre otros (Pasquel, 1998).

i. Coefficiente de expansión, este parámetro permite cuantificar la capacidad de incremento de las dimensiones de los agregados en función de la temperatura; dependerá en gran medida de la estructura interna de las rocas así como su composición; los valores oscilan normalmente entre 0.9×10^{-6} a $8.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (Pasquel, 1998).

ii. Calor específico, es referido a la cantidad de calor necesaria para incrementar en 1°C la temperatura; suele variar en agregados muy ligeros y porosos del orden de $0.18 \text{ Cal/gr.}^{\circ}\text{C}$ (Pasquel, 1998).

iii. Conductividad térmica, es referido a la mayor o menor facilidad para transmitir el calor; los valores usuales en los agregados van de 1.1 a $2.7 \text{ Btu/pie.hr.}^{\circ}\text{F}$ (Pasquel, 1998).

iv. ***Difusividad***, es referido a la velocidad con que se producen cambios térmicos dentro de una masa, se expresa como el cociente de dividir la conductividad entre el producto del calor específico por la densidad (Pasquel, 1998).

La tabla 5, permite apreciar el resumen de las características de los agregados y su influencia en las propiedades del concreto.

Tabla 5
Características de los agregados que inciden en las propiedades del concreto.

Características de los agregados	Propiedades del concreto
Composición mineralógica, textura superficial	Durabilidad
Dureza	Resistencia
Módulo de elasticidad	Cambio de volumen
Coefficiente de dilatación térmica	Peso específico
Resistencia a la tensión	Módulo de elasticidad
Partículas friables	Resistencia al desgaste
Absorción	Dosificación
Permeabilidad	Trabajabilidad
Estructura de los poros	Bombeabilidad
Estabilidad del volumen	Acabado del concreto
Granulometría	Tiempo de Fraguado
Tamaño máximo	Exudación
Finos	Economía
Forma	
Estabilidad química	
Sales solubles	
Adherencia en los granos	
Partículas de arcilla	
Materia orgánica	
Sensibilidad al agua	
Solubilidad en agua	

Fuente: (Cottier, 1995).

2.2.3 Los agregados gruesos y finos.

a) *Granulometría de los agregados.*

i. *Análisis granulométrico.* es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños, el cual consiste en hacer pasar el agregado en estudio, por una serie de tamices con aberturas cuadradas y que se ajustan a la norma estándar ASTM (Pasquel, 1998).

Actualmente la denominación de los tamices se hace de acuerdo a la abertura de la malla, tienen la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene una abertura igual a la mitad de la malla anterior, consecutivamente hasta la malla 3/8"; sin embargo, a partir de la mitad de la malla 3/8" cambia y se establece por el número de aberturas por pulgada cuadrada. En la tabla 6, se consignan los tamices estándar ASTM (Pasquel, 1998).

Los valores obtenidos en las diferentes mallas son graficados en el sistema coordenado semi-logarítmico, el cual permite una distribución acumulada; es necesario realizar conversiones a volumen absoluto para que pueda representar realmente la distribución volumétrica que es lo que interesa en la elaboración del concreto (Pasquel, 1998).

Tabla 6
Tamices estándar ASTM

Denominación del Tamiz	Aberturas en Pulgadas	Aberturas en milímetros
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
Nº4	0.1870	4.7500
Nº8	0.0937	2.3600
Nº16	0.0469	1.1800
Nº30	0.0234	0.5900
Nº50	0.0117	0.2950
Nº100	0.0059	0.1475
Nº200	0.0029	0.0737

Fuente: (Pasquel, 1998).

El tamizado debe efectuarse cumpliendo con la norma ASTM en la que se describe el tamaño de la muestra a ensayar y el procedimiento a seguir para realizar un análisis granulométrico. Los resultados deben expresarse en la forma tabulada, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7
Determinación de la granulometría de agregados.

Tamiz	Masa retenida	% retenido	% retenido acumulado	% pasa
38,1 mm –1 ½	X1	Y1	Z1	T1
25,4 mm –1"	X2	Y2	Z2	T2
19,0 mm –¾ "	X3	Y3	Z3	T3
12,7 mm –½ "	X4	Y4	Z4	T4
9,51 mm –3/8 "	X5	Y5	Z5	T5
4,76 mm –No. 4	X6	Y6	Z6	T6
Fondo	X7	Y7	100%	T7
TOTAL	XT	100%		

Fuente: (Rivera, s.f).

De la tabla se explica lo siguiente:

Columna (1): Esta columna indica la serie de tamices empleada en el análisis granulométrico en orden descendente (en la tabla se muestran unos a manera de ejemplo).

Columna (2): Aparece indicado la masa retenida en cada tamiz (obtenido en el laboratorio) (Xi).

Columna (3): En ella se expresa cada valor Xi de la columna (2) como porcentaje de la masa total de la muestra XT de acuerdo a la siguiente fórmula: $Y_i = X_i * 100 / XT$

Columna (4): En esta se indica el acumulado de los porcentajes retenidos en cada tamiz:

Por ejemplo: $Z_1 = Y_1$, $Z_2 = Y_1 + Y_2$, $Z_3 = Y_1 + Y_2 + Y_3$,... hasta $Z_n = 100\%$

Columna (5): Con base en el porcentaje retenido acumulado en cada tamiz se determina el porcentaje que pasa también por cada tamiz: $t_i = 100 - Z_i$. Este porcentaje que pasa es el más utilizado para hacer la representación gráfica de la granulometría.

ii. Granulometría del agregado grueso, son referidos a aquellos agregados retenidos en el tamiz 4.75mm (N°04) y que cumplan NTP 400.037; se permitirá agregados que no cumplan con la NTP siempre que existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes (NTP400:037, 2014).

El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.; las gravas llamado también canto rodado, son fragmentos de piedra disgregados de las rocas que han perdidos sus aristas vivas y se presentan redondeadas, pesan entre 1600 y 1700 Kg/ m³. La piedra chancada es obtenida de la trituración artificial de rocas, pesan entre 1450 y 1500 Kg/m³ (Abanto, 1996).

iii. Granulometría de los agregados finos, son referidos a la distribución por tamaños de las partículas de arena, separadas por las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100; el Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que la granulometría de la arena es concordancia con las normas del ASTM (Abanto, 1996).

El agregado fino no debe tener más del 45% entre dos mallas consecutivas y se aceptará aquellos agregados finos que no cumplan con la NTP siempre que se asegure que se producirá un concreto de resistencia requerida (NTP400:037, 2014).

b) Curvas granulométricas.

Son curvas graficadas sobre dos ejes que permiten visualizar una distribución granulométrica de los agregados gruesos y agregados finos; en el eje de las ordenadas se considera el porcentaje que pasa a escala aritmética, mientras que en el eje de las abscisas se considera la abertura de los tamices a escala logarítmica como se aprecia en la figura 11 (Pasquel, 1998).

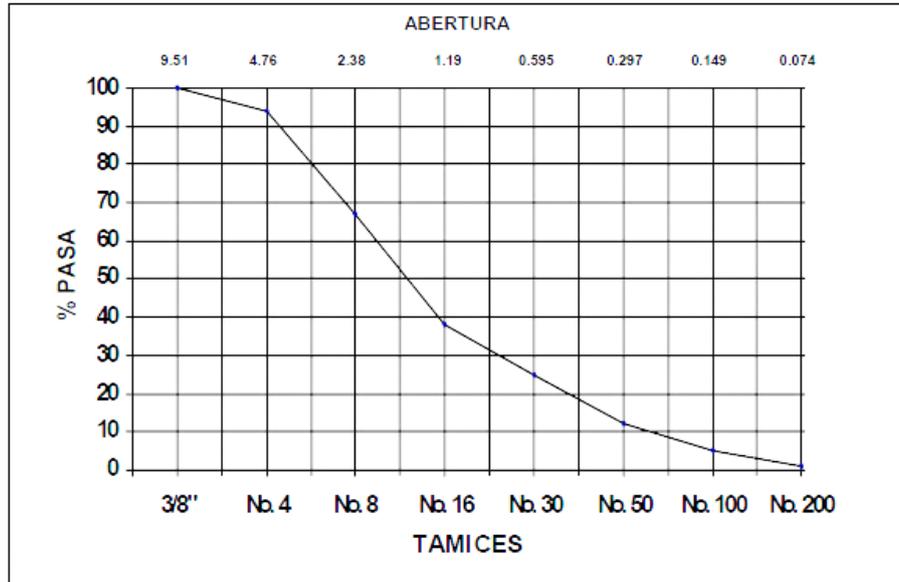


Figura 11. Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: (Rivera, s.f)

c) Usos granulométricos de los agregados.

Son los rangos establecidos por la NTP en el que debe encuadrar la gradación de los agregados en estudio para ser considerados como aquellos que cumplen con las NTPs; los agregados que se encuentran dentro de los usos granulométricos son aquellos que tienen la distribución más adecuada para el concreto, son más densas y mejor graduadas. Los agregados pueden ser evaluados individualmente, es decir, como piedra y arena debido a que cuentan con sus usos granulométricos (Pasquel, 1998).

i. Usos del agregado grueso, el agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o la norma ASTM C33, los cuales se visualizan en la tabla 8, a seguir.

Tabla 8
Requisitos granulométricos del agregado grueso.

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25,0 mm a 12,5mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25,0 mm a 4,75mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9 ^A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

Fuente: (NTP400:037, 2014).

ii. Usos del agregado fino, los límites granulométricos según la NTP 400.037 del agregado fino son expresados en porcentajes y se visualizan en la tabla 9 (Abanto, 1996).

Tabla 9
Límites de granulometría según el A.S.T.M.

MALLA		PORCENTAJE DE PASA (ACUMULATIVO)		
3/8"	9.5mm		A	100
N°4	4.75mm	95	A	100
N°8	2.36mm	80	A	100
N°16	1.18mm	50	A	85
N°30	600um	25	A	60
N°50	300um	10	A	30
N°100	150um	2	A	20

Fuente: (Abanto, 1996).

La figura 12, muestra los rangos establecidos en las curvas granulométricas para los agregados finos (Abanto, 1996).

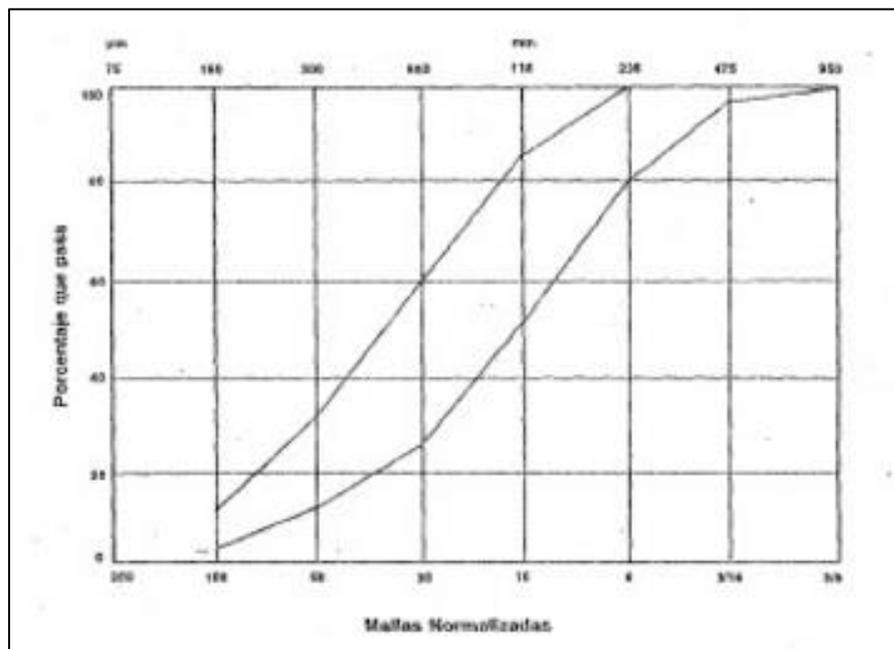


Figura 12. Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: (Abanto, 1996).

Para lograr un concreto con adecuada trabajabilidad, las partículas del agregado grueso deben estar distribuidas adecuadamente en los procesos de mezclado y colocado; mientras que

el agregado fino actúa como lubricante del agregado grueso distribuyéndolo en toda su masa. Los mejores resultados se obtienen con agregados de granulometrías que se encuentran dentro de las NTP y que permitan dar curvas granulométricas suaves (Abanto, 1996)

iii. Usos del agregado global, existen los denominados usos DIM 1045 que son utilizados para analizar la granulometría del agregado global, es decir, la mezcla del agregado grueso y el agregado fino; dichos usos, se parametrizan en tres rangos A, B y C; los agregados comprendidos entre el usos A y B, son aquellos que proporcionan concreto con mayor trabajabilidad, mientras que los agregados entre los usos B y C proporcionan una trabajabilidad aceptable. En la tabla 10, se permite visualizar los usos del agregado global según la fuente de (Abanto, 1996), descrito por (Pasquel, 1998).

Tabla 10
Usos del agregado global según DIN 1045.

Tamiz	Abertura (mm)	Agregado Global		
		A	B	C
1 1/2"	32.0	100	100	100
3/4"	16.0	62.0	80.0	89.0
1/2"	8.0	38.0	62.0	77.0
N°4	4.0	23.0	47.0	65.0
N°8	2.0	14.0	37.0	53.0
N°16	1.0	8.0	28.0	42.0
N°50	0.25	2.0	8.0	15.0

Fuente: (Abanto, 1996).

d) *Requisitos de usos granulométricos.*

i. Requisitos de uso del agregado grueso, los agregados deberá estar conformado por partículas limpias, preferentemente angulares o semiangulares, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosas, libres de tierra, polvo, limo, humos, escamas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas. En caso de encontrarse sustancia dañinas, no

deberán exceder de los siguientes porcentajes máximos: partículas deleznable=5%, material más fino que la malla N°200 = 2% y carbón y lignito = 0.5% (Abanto, 1996).

ii. Requisitos de uso del agregado fino, los agregados deberán ser arena natural, de partículas limpias, angulares, duras, compactas y resistentes, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales y otras sustancias perjudiciales. Las sustancias dañinas no excederán los porcentajes máximos siguientes: partículas deleznable 3%, material más fino que la malla N°200 5% (Abanto, 1996).

e) Módulo de fineza de los agregados.

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados, cuando resulta de un valor bajo, significa que el agregado es fino mientras que su valor alto resulta de lo contrario. (Abanto, 1996). Según (Pasquel, 1998), el concepto fue establecido por Duff Abrams en 1995 y se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie estándar hasta el tamiz No 100 que involucra las mallas 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100; dividido entre 100. El módulo de finura puede ser calculado para cualquier material y su valor permite clasificarlo desde muy fino a muy grueso (Pasquel, 1998).

En la tabla 11, se presenta la clasificación del agregado fino según el modelo de fineza.

Tabla 11

Clasificación del agregado fino de acuerdo al valor del módulo de fineza.

Módulo de fineza	Agregado fino
Menor que 2,00	Muy fino o extra fino
2,00 – 2,30	Fino
2,30 – 2,60	Ligeramente fino
2,60 – 2,90	Mediano
2,90 – 3,20	Ligeramente grueso
3,20 – 3,50	Grueso
Mayor que 3,50	Muy grueso o extra grueso

(Rivera, s.f).

*i. **Módulo de fineza para el agregado grueso***, es poco usado comparado con la arena, para su cálculo, se suman los porcentajes acumulativos retenidos en las mallas de la serie estándar y se divide la suma entre 100 (Abanto, 1996).

*ii. **Módulo de fineza para el agregado fino***, para su cálculo se suma los porcentajes (la malla de 3/8” no entra en la suma) acumulativos que pasan a partir de la malla N°4 y restando el valor que resulte de 600 (Abanto, 1996).

La norma ASTM establece que la arena debe tener un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1; aquellas arenas comprendidas entre 2.2 y 2.8 producen concretos con buena trabajabilidad y reducida segregación, mientras que los que se encuentran entre 2.8 y 3.1 resultan favorables para el desarrollo del concreto con mayor resistencia (Abanto, 1996).

*iii. **Módulo de fineza para agregados combinados***, cuando se combinan materiales de diferentes dimensiones como arena y grava, el procedimiento a seguir para determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados, es el siguiente:

- Se calcula el módulo de fineza de cada uno de los agregados por separado.
- Se calcula el factor en que cada uno de ellos entra en combinación.

- El módulo de fineza de la combinación de agregados se calcula mediante la suma de los productos de los factores indicados por el módulo de fineza del agregado grueso y fino de acuerdo a la siguiente expresión (Abanto, 1996).

$$mc = mf \frac{Vol. Abs. A. fino}{Vol. Abs. Agregados} + mg \frac{Vol. Abs. A. grueso}{Vol. Ab. Agregados}$$

Si hacemos:

$$Ff = mf \frac{Volumen Absoluto del Agregado fino}{Volumen Absoluto de los Agregados}$$

$$Fg = mg \frac{Volumen Absoluto del Agregado Grueso}{Volumen Absoluto de los Agregados}$$

Entonces: $mc = Ff mf + Fg mg$

Dónde:

Mc; es el módulo de fineza de la combinación de agregados.

Mf; es el módulo de fineza del agregado fino.

Mg; es el módulo de fineza del agregado grueso.

Ff; es el factor del agregado fino.

Fg; es el factor del agregado grueso.

f) *Tamaño máximo del agregado grueso.*

Es el menor tamiz por el cual pasa todo el agregado tamizado, en ningún caso el tamaño máximo deberá ser mayor que:

- 1/5 de la menor dimensión, entre caras de encofrados.
- 1/3 de la altura de las losas.

- 3/4 del espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o ductos de preesfuerzo (Abanto, 1996).

Asimismo, a medida que se incrementa el tamaño máximo del agregado, los requerimientos de agua disminuyen aumentándose así la resistencia del concreto; este principio resulta válido con agregados hasta 1 ½”, en tamaños mayores y solo es aplicable a concretos con bajo contenido de cemento (Abanto, 1996).

g) *Tamaño máximo nominal del agregado grueso.*

Es referido al menor tamiz que produce el primer retenido, en general el tamaño máximo de los agregados así como la cantidad de agua y cemento afectan la manejabilidad, porosidad y contracción del concreto. En general, los agregados deben presentar partículas de diferentes tamaños para llenar los espacios dejados por las partículas más grandes, logrando una máxima densidad (Rivera, s.f).

h) *Superficie específica.*

Es referida a toda el área superficial total de las partículas de agregados, ya sea en peso o volumen absoluto; es muy poco utilizado, debido a que para fines de cálculo asumen los agregados como esféricos incurriendo en error, por tanto solo se usa para fines de investigación (Pasquel, 1998). En figura 13, se observa el incremento de la superficie específica a medida que las partículas son fraccionadas o al ser planas y alargadas (Pasquel, 1998).

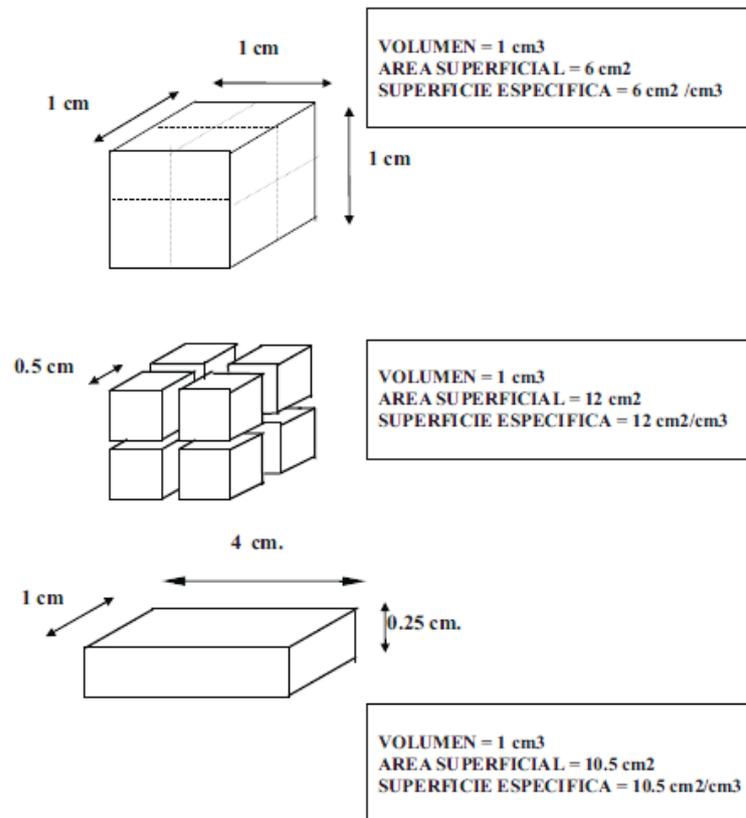


Figura 13. Superficie específica en función del fraccionamiento y forma de las partículas.

Fuente: (Pasquel, 1998).

Conceptualmente, a medida que las partículas son finas se incrementa la superficie específica por lo que el agregado necesita más pasta para poder recubrir el área superficial, ocurriendo lo contrario cuando el agregado es grueso. La tabla 12, permite evidenciar los cálculos del Módulo de Fineza y la superficie específica para varios tipos de distribuciones granulométricas que siguen un patrón matemático (Pasquel, 1998).

Tabla 12

Fórmulas para el cálculo del módulo de fineza y la superficie específica para varios tipos de granulometrías.

TIPO DE GRANULOMETRÍA	ECUACIÓN DE LA CURVA GRANULOMETRÍA EN % PASANTE	MÓDULO DE FINEZ
Un tamaño	--	$3.32 \log (10d_{min}) + 0.43$
Lineal	$100 \frac{d - d_{min}}{D - d_{min}}$	$3.32 \left[\log(10D) + \frac{d_{min}}{D - d_{min}} \log\left(\frac{D}{d_{min}} - 0.43\right) \right]$
Logarítmica	$100 \frac{\text{Log}(d/d_{min})}{\text{Log}(D/d_{min})}$	$1.66 \log(100D d_{min})$
Parabólica	$100 \frac{\sqrt{d} - \sqrt{d_{min}}}{\sqrt{D} - \sqrt{d_{min}}}$	$3.32 \left[\log(10D) + \frac{\sqrt{d_{min}}}{\sqrt{D} - \sqrt{d_{min}}} \log\left(\frac{D}{d_{min}} - 0.87\right) \right]$
SUPERFICIE ESPECÍFICA		
Un tamaño	---	$6,000 / d_{min}$
Lineal	$100 \frac{d - d_{min}}{D - d_{min}}$	$13,820 \frac{\text{Log}(D/d_{min})}{D - d_{min}}$
Logarítmica	$100 \frac{\text{Log}(d/d_{min})}{\text{Log}(D/d_{min})}$	$2,600 \frac{\left(\frac{1}{d_{min}}\right) - \left(\frac{1}{D}\right)}{\text{Log}\left(\frac{D}{d_{min}}\right)}$
Parabólica	$100 \frac{\sqrt{d} - \sqrt{d_{min}}}{\sqrt{D} - \sqrt{d_{min}}}$	$6,00 / \sqrt{D d_{min}}$

Observaciones. d= abertura de malla, d_{min}= Tamaño mínimo de partículas, D = Tamaño máximo de partículas, Si d_{min} < 0.1mm. se debe usar d_{min}=0.1mm.

Fuente: (Pasquel, 1998).

2.2.4 Sustancias perjudiciales de los agregados.

Son aquellas sustancias que afectan la calidad de los agregados y su influencia en la resistencia del concreto, dentro de ellos se tienen: suelo fino (limos o arcillas), impurezas orgánicas (materia vegetal en descomposición), carbón de piedra, lignito y partículas livianas o blandas (Rivera, s.f).

a) Suelo fino.

Es aquel material que pasa por el tamiz N°200, se presenta como polvo o recubriendo algunas partículas de los agregados; estas impurezas debilitan la adherencia entre la pasta de

cemento y los agregados afectando la resistencia; una cantidad excesiva puede requerir mayor cantidad de agua; se acostumbra limitarlos entre 3% a 5%, valores superiores de hasta 7% se recomienda ajustar la relación agua/cemento y/o optimizando granulometría, para no afectar las propiedades del concreto (Pasquel, 1998).

La cantidad de partículas deleznableles o terrones de arcilla presentes en los agregados se determina de acuerdo con la norma NTP 400.024:201, método de ensayo normalizado para determinar impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto (NTP400:024, 2011).

b) *Impurezas orgánicas.*

Se consideran las denominadas materias orgánicas como humus o margas orgánicas que pueden interferir las reacciones químicas de hidratación, retrasar el fraguado y el endurecimiento y durabilidad del concreto; el azúcar puede impedir el fraguado del cemento durante algunos días. Otras impurezas pueden afectar la adherencia del agregado disminuyendo la resistencia (Rivera, s.f).

c) *Partículas deleznableles.*

Son aquellas como el carbón de piedra o lignito, terrones de arcilla u otros materiales que se desmoronan fácilmente afectando la resistencia así como la durabilidad del concreto; cuando las impurezas se encuentran cerca de la superficie pueden reventarse, desintegrarse o producir manchas (Rivera, s.f).

Las partículas deleznableles o terrones de arcilla presentes en los agregados se determina de acuerdo con la norma NTP 400.024:2011 (revisada el 2016) o ASTM C40, Método de ensayo

normalizado para determinar impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto (NTP400:024, 2011).

d) *Partículas livianas.*

Son aquellas partículas encontradas en la fuente natural que afectan la durabilidad y resistencia del concreto, se determina de acuerdo a la norma. La cantidad permitida de partículas livianas son:

- *En morteros*, el porcentaje máximo permisible en el agregado fino = 0,5%.
- *En concretos*, los porcentajes máximos permisibles tanto para agregado fino como para agregado grueso son: 0,5% cuando es importante la apariencia de la superficie del concreto y 1,0% para cualquier otro caso (Rivera, s.f).

e) *Partículas blandas.*

Dichas partículas pueden producir reventones, si son quebradizas pueden romperse durante el mezclado requiriendo mayor cantidad de agua para una misma manejabilidad. La cantidad de partículas blandas se determina mediante el ensayo de dureza al rayado (Rivera, s.f).

2.2.5 Mezcla de agregados gruesos y finos.

La manera de introducir modificaciones granulométricas en los agregados es mezclándolos. Existen varios métodos de mezcla de agregados los que se detallan a continuación (Pasquel, 1998):

a) *Métodos de mezcla de agregados.*

Existen diversos métodos ya sean matemáticos y gráficos para lograr mezclar agregados, en algunos se permite determinar la construcción granulométrica ya sea en peso o en volumen

absoluto según (Pasquel, 1998), es la más adecuada. A continuación se detallan los métodos utilizados según normas.

*i. **Método Fuller***, este método es utilizado cuando los agregados no logran cumplir con los requisitos establecidos por la norma C33 del ASTM; asimismo, para aquellos concretos con más de 300Kg de cemento por m³ de concreto y para un tamaño máximo del agregado grueso comprendido entre 3/4" y 2" (Abanto, 1996).

La Ley Fuller es:

$$y = 100 \sqrt{\frac{d}{T.M.}}$$

Dónde:

Y= Porcentaje que pasa la malla de abertura d.

d= Abertura de malla de referencia.

T.M.= Tamaño Máximo del agregado grueso. La Ley de Fuller es utilizado para hallar la relación en volúmenes absolutos en el que deben mezclarse los agregados (Abanto, 1996).

*ii. **Método de volumen absoluto***, consiste en obtener los pesos retenidos en cada malla después de una prueba de tamizado que luego es expresada en porcentajes acumulados para ser graficados como curvas granulométricas a escalas semi logarítmicas. Adicionalmente a ello se debe contar con los pesos específicos de los agregados. (Abanto, 1996).

*b) **Condiciones de los componentes.***

*i. **Humedad superficial de los agregados***, los agregados se presentan en diferentes condiciones de humedad: 1° totalmente seco, 2° semiseco (algo de humedad pero menos que la necesaria para saturarse), 3° saturados pero superficialmente seco (condición ideal en que los agregados ni añaden ni quitan agua a la mezcla) y 4° húmedos o mojados (conteniendo entre

sus partículas más agua que la necesaria para saturarse) como se aprecia en la figura 14. (Abanto, 1996).

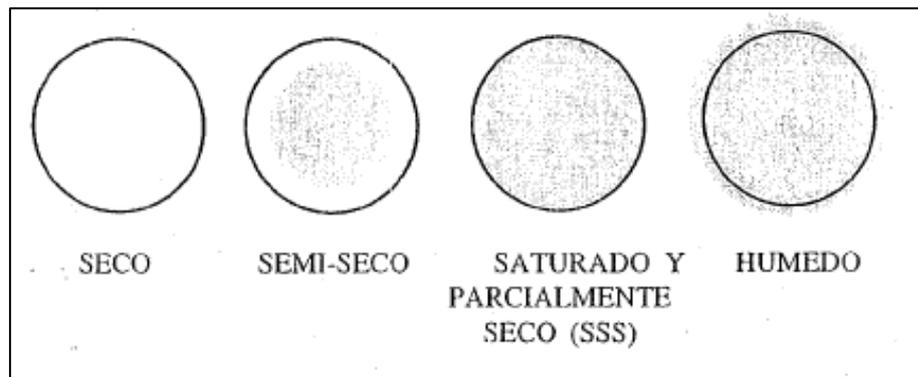


Figura 14. *Humedad superficial de los agregados.*
Fuente: (Abanto, 1996).

Para el proporcionamiento del concreto se consideran agregados en condiciones de saturado y superficialmente seco, es decir, agregados con poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial, que es la condición ideal, que se practica muy poco (Abanto, 1996).

Los agregados con la condición 04, es decir, húmedos o mojados suelen presentarse con mayor frecuencia en aquellos provenientes en la orilla de los ríos, los que estuvieran lavados recientemente (Abanto, 1996). No considerar la humedad superficial de los agregados afectaría considerablemente la resistencia del concreto (Abanto, 1996).

Es necesario por tanto, reajustar el contenido de agua del agregado a fin de que resulte de la cantidad correcta para no afectar la resistencia de concreto (Abanto, 1996).

c) Cálculos previos para la mezcla de agregados.

i. Contenido de humedad, es el contenido de humedad de un agregado, está expresado en porcentajes. La fórmula para su cálculo se describe a continuación (Abanto, 1996).

$$\%Humedad = \% \omega = \frac{H-S}{S} \times 100$$

Dónde:

H = peso del agregado húmedo.

S = peso del agregado en condición seca.

ii. **Absorción (a)**. es referido a la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente, su expresión es en porcentaje. Ver fórmula siguiente (Abanto, 1996).

$$\%Absorción = \%a = \frac{D - S}{S} \times 100$$

Donde.

D = Peso del agregado saturado y superficialmente seco.

S = Peso del agregado en condición seca.

iii. **Humedad Superficial**, es referido a la diferencia entre el contenido de humedad ($\% \omega$) y el porcentaje de absorción ($\%a$) (Abanto, 1996).

Existen casos que se presentan como:

- Si ($\% \omega$) > $\% a$; significa que el agregado aporta agua a la mezcla (agua libre), lo que significa que la cantidad de agua para el diseño debe ser disminuida hasta encontrar el agua neta (Abanto, 1996).

- Si ($\% \omega$) < $\% a$; significa que el agregado necesitará del agua de la mezcla hasta llegar a una condición saturada (agua faltante), luego se necesitará aumentar el agua de mezcla para no modificar el agua de diseño (Abanto, 1996).

Para calcular el aporte de agua (es decir, el agua libre o agua faltante), será necesario multiplicar la humedad superficial del mismo por el peso seco del agregado (Abanto, 1996).

Es decir:

Aporte de agua = Humedad superficial (expresada en decimal) x peso seco (Ver la siguiente fórmula).

$$\text{Aporte de agua} = \frac{\% \omega - \% a}{100} \times S$$

2.2.6 Fabricación del concreto.

a) *Definición del concreto.*

El Reglamento Nacional de Edificaciones define al concreto como la mezcla constituida por cemento, agregado fino, agregado grueso, aire, agua y adicionalmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas como la resistencia (RNE, 2013). Las proporciones de los componentes varían de acuerdo al diseño; sin embargo, generalmente se encuentran entre los siguientes rangos. Ver la figura 15.

CONCRETO = (Cemento + agua) de un 23 a un 25%, agregado (grava y arena) de un 73 a 75% y aire atrapado 2%

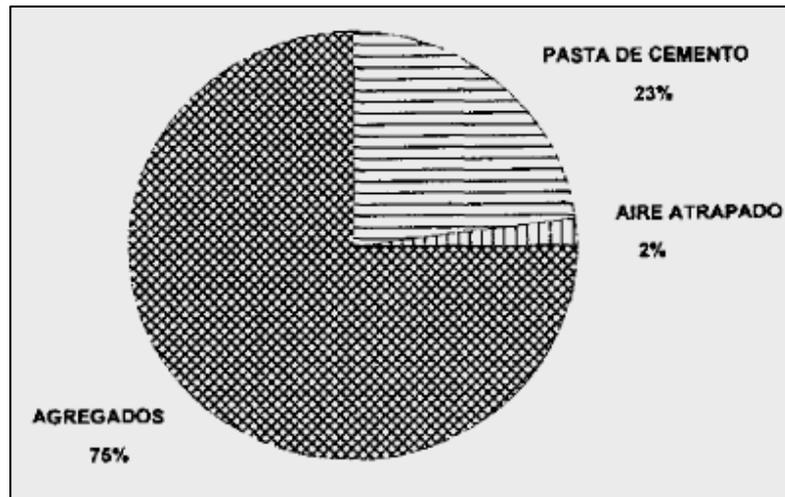


Figura 15. *Componentes del concreto en porcentaje.*
Fuente: (Cottier, 1995)

El componente del cemento reacciona químicamente con el agua uniendo las partículas de agregados logrando así un material homogéneo (Abanto, 1996).

b) *Propiedades del concreto.*

i. Trabajabilidad y consistencia, es referido a la facilidad con la que el concreto es mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación. La consistencia es el grado de humedecimiento de la mezcla, el cual depende fundamentalmente de la cantidad de agua usada para la fabricación del concreto, el ensayo de consistencia, o de revenimiento “Slum Test”, se usa para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. (Abanto, 1996).

ii. Segregación, es referido a la separación del agregado grueso del mortero, dicho fenómeno se produce en concretos frescos y resulta perjudicial bolsones de piedra, capas arenosas y cangrejeras durante el llenado; dicha segregación presenta un riesgo mayor a medida que se cuenta con más humedad y viceversa, por lo que el aumento de finos (cemento o agregado fino) contribuye en su reducción (Abanto, 1996).

*iii. **Exudación***, significa que el agua de la mezcla de concreto se separa del resto de los componentes y se desplazan a la superficie, esto debido a que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica, dicho fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido de un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades (Pasquel, 1998).

La exudación se presenta por una dosificación inadecuada de la mezcla, exceso de agua, utilización de aditivos o variación de temperatura (a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación); afectando la resistencia del concreto (Abanto, 1996).

*iv. **Contracción***, se refiere a que la pasta de cemento se contrae debido a la reducción del volumen original del agua por combinación química (contracción intrínseca) de proceso irreversible; existe también otro tipo de contracción por secado, ambos tipos producen fisuraciones en el concreto produciéndose más a menudo en contracciones por secado, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla (Pasquel, 1998).

*c) **Componentes del concreto.***

(Abanto, 1996), clasifica a los componentes del concreto en ligantes y agregados; el cemento y agua constituye los ligantes mientras que el agregado grueso y fino son los agregados.

*i. **Cemento portland***, es un componente que reacciona lentamente con el agua para formar una masa endurecida; es esencialmente el Clinker molido (una mezcla de cal, alúmina, fierro y sílice sometida a altas temperaturas). Otra de las propiedades comunes es la coloración gris, con un peso específico de 3.15g/cm^3 (Abanto, 1996).

El cemento Portland se clasifica en 05 tipos cuyas propiedades han sido normalizadas por la ASTM (Abanto, 1996), los cuales son:

- Tipo I; cemento destinado para todo tipo de obras de concreto en general, siempre que no estén especificados en los 04 tipos siguientes.
- Tipo II; cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.
- Tipo III; es el cemento de alta resistencia inicial, el concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días.
- Tipo IV; es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.
- Tipo V; es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos; las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar (Abanto, 1996).

ii. **El agua**, está relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. El agua para ser usado en la fabricación del concreto debe ser limpia, libre de cantidad perjudiciales como ácidos, álcalis, materiales orgánicos, aceites u otras sustancias, haciendo necesario el análisis químico y comparar resultados con valores máximos especificados en la norma los que se detalla en la tabla 13 (Abanto, 1996).

Tabla 13
Valor máximo admisible de sustancias disueltas.

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300ppm
Sulfatos	300ppm
Sales de magnesio	150ppm
Sales solubles	1500ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500ppm
Materia orgánica	10ppm

Fuente: (Abanto, 1996).

iii. Aditivos, son aquellas partículas que se añaden a la mezcla del concreto para mejorar alguna de las propiedades en el concreto, dichos aditivos deben cumplir con las especificaciones de la Norma NTP 339.086 (Abanto, 1996).

Los aditivos tienen las siguientes propiedades:

- Aumenta la trabajabilidad, sin modificar el contenido del agua.
- Retarda o acelera el tiempo de fraguado inicial.
- Acelera el desarrollo de la resistencia en la primera edad.
- Modifica la velocidad de producción de calor de hidratación.
- Reduce la exudación y sangrado.
- Incrementa la durabilidad o resistencia en condiciones severas de exposición.
- Reduce la permeabilidad a los líquidos.
- Disminuye la segregación.
- Reduce la contracción.
- Incrementa la adherencia del concreto viejo y nuevo.
- Mejora la adherencia del concreto con el refuerzo (Abanto, 1996).

d) Tipos de concreto.

i. Concreto simple, es aquel concreto compuesto de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua (Abanto, 1996).

CEMENTO + A. FINO + A. GRUESO + AGUA = CONCRETO SIMPLE

ii. Concreto armado, es el concreto simple que lleva elementos de refuerzo como armaduras de acero que trabajan conjuntamente, el acero soporta esfuerzos de tracción o incrementa la resistencia a la compresión del concreto (Abanto, 1996).

iii. Concreto estructural, es el concreto simple que es dosificado, mezclado, transportado y colocado de acuerdo a especificaciones que permitan garantizar una resistencia mínima pre-establecida y a una durabilidad adecuada (Abanto, 1996).

iv. Concreto ciclópeo, es el concreto simple complementado de piedras de 10" de tamaño máximo y cubriendo el 30% como máximo del volumen total. Dichas piedras deben estar cubiertas totalmente por el concreto simple (Abanto, 1996).

v. Concretos livianos, es el concreto preparado con agregado livianos de pesos unitarios de 400 a 1700kg/m³ (Abanto, 1996).

vi. Concretos normales, es el concreto preparado con agregados corrientes de peso unitario entre 2300 a 2500Kg/m³ (Abanto, 1996).

vii. **Concretos pesados**, es el concreto preparado con agregados pesados de pesos unitarios entre 2800 a 6000Kg/m³ (Abanto, 1996).

viii. **Concreto premezclado**, es el concreto que dosifica en planta, se mezcla en los camiones premezcladores y que es transportado a obra (Abanto, 1996).

ix. **Concreto prefabricado**, es el concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura (Abanto, 1996).

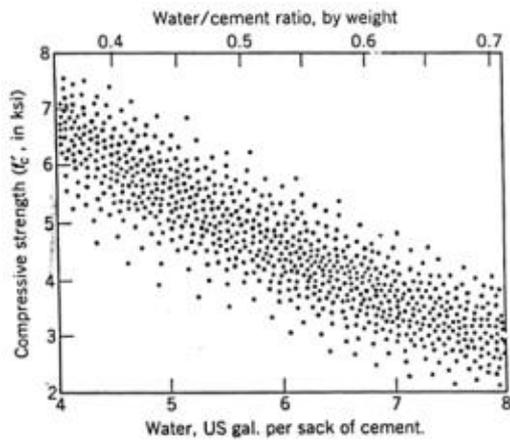
x. **Concreto bombeado**, es el concreto impulsado por bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final (Abanto, 1996).

e) ***Factores que afectan la resistencia del concreto.***

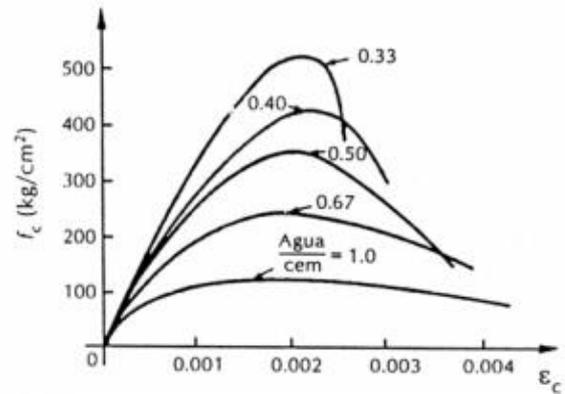
i. **Relación agua/cemento (A/C)**, representa la variable más importante; su variación afecta significativamente en la resistencia del concreto; cuando se tiene una relación a/c baja la porosidad se reduce mejorando así la trabajabilidad entre los sólidos aumentando la resistencia ocurriendo exactamente lo contrario cuando la relación a/c alta (Ottazi, 2004).

La figura 16 A, se evidencia la influencia de la relación a/c en la resistencia a los 28 días de una mezcla de concreto sin aire incorporado con un rango amplio; con una relación a/c de 0.45 la resistencia varía entre 350 y 450 kg/cm², mientras que para una relación a/c de 0.65 varía 175 y los 280 kg/cm². La figura 16B, muestra la influencia de la relación agua–cemento en la resistencia y en forma de la curva esfuerzo – deformación del concreto; se observa que a una reducción de a/c incrementa la resistencia y la rigidez axial; los concretos de baja resistencia

muestran deformaciones de rotura (ϵ_c) mayores que los de alta resistencia y la pendiente de la rama descendente de la curva es suave (Ottazi, 2004).



A. Influencia de la relación w/c



B. Influencia de la relación w/c en la resistencia y la forma de la curva

Figura 16. Influencia de la relación a/c en el concreto.

Fuente: (Ottazi, 2004).

La figura 17, muestra las curvas aproximadas donde se aprecia el efecto de la relación a/c sobre la resistencia del concreto con y sin aire incorporado, curadas por vía húmeda a 21°C hasta el día del ensayo (Ottazi, 2004).

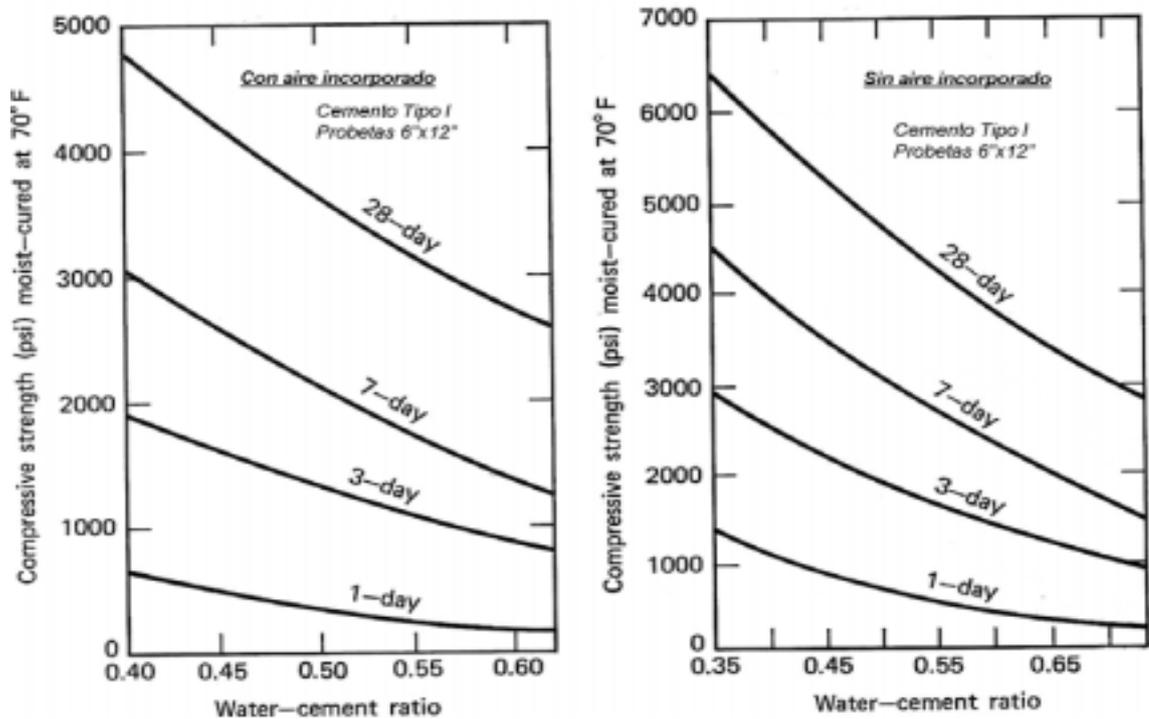


Figura 17. Efecto del a/c en concreto con o sin aire incorporado.

Fuente: (Ottazi, 2004).

ii.El aire incorporado (o aire incluido); el aire incorporado o aire que queda atrapado en la mezcla a través de aditivos tiende a reducir la resistencia a la compresión. El aire incluido son burbujas de tamaño 0.05mm pequeñas comparado las del aire atrapado, pues resultan ser mayores y se les denomina “marcas de viruela” y se aprecian generalmente en la superficie de concretos al momento de desencofrar (Ottazi, 2004). En la figura 18, se muestra la influencia del aire incorporado o atrapado en la reducción de la resistencia del concreto, actuando de manera inversamente proporcional, este efecto es debido entre otros factores, a una mala compactación (Ottazi, 2004).

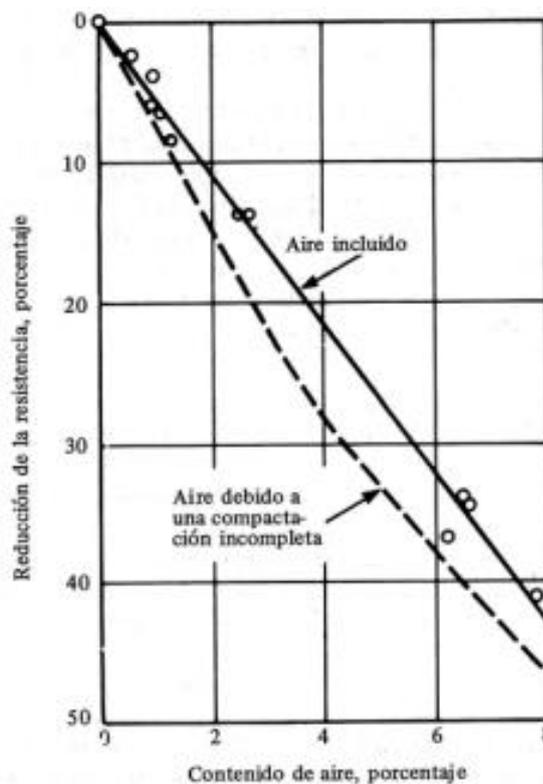


Figura 18. Efecto del contenido de aire en el concreto.
Fuente: (Ottazi, 2004).

iii. Tipo de cemento, influye en la velocidad con el cual se logra el $f'c$; por ejemplo el cemento tipo III exhibe una resistencia dos veces mayor comparado con el cemento tipo I al primer día, mientras que a los 07 días entre 1.25 y 1.5 veces mayor. Los Cementos Tipo II, Tipo IV y el

Tipo V desarrollan resistencias más lentamente comparado con el Tipo I. a los dos o tres meses los concretos con los 05 tipos de cemento exhiben la misma resistencia (Ottazi, 2004).

iv. La gradación, textura y origen de los agregados, la gradación afecta la porosidad mientras que la textura superficial afecta la adherencia entre el agregado, la matriz y el tamaño del área adherida. Los concretos de resistencia normal fabricados con agregados gruesos resistentes, fallan en compresión por el agrietamiento del mortero (matriz) y muestran una curva esfuerzo-deformación con una amplia rama descendente; si el agregado falla antes que el mortero, la falla tiende a ser súbita con una rama descendente corta y muy inclinada (Ottazi, 2004).

(Walker, Bloem, & Gaynor, 1959), informaron de una serie de ensayos que consistió en variar el tamaño máximo del agregado con un contenido fijo de cemento por metro cúbico utilizando dos tipos de agregados, siendo los resultados como se aprecia en la figura 19.

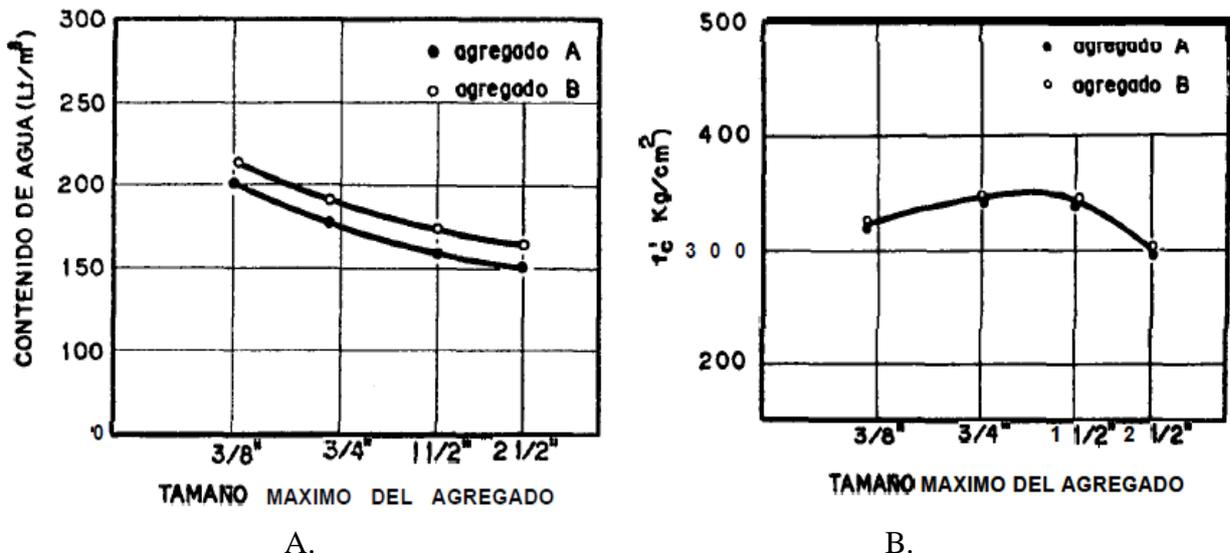


Figura 19. Influencia del tamaño máximo de los agregados en la resistencia del concreto. Fuente (Walker, Bloem, & Gaynor, 1959)

En la figura 19, se observan que la resistencia a la compresión no aumenta constantemente al ir disminuyendo la cantidad de agua (figura 19B), lo que significa que la Ley de Abrams no

es válida en todo el intervalo de tamaños máximos del agregado, pues para tamaños mayores la resistencia disminuyó a pesar de que disminuyó también el contenido de agua (Walker, Bloem, & Gaynor, 1959).

Para una relación de agua-cemento se obtiene una resistencia mayor mientras menor sea el tamaño máximo de los agregados; asimismo, el consumo de agua disminuye al aumentar el tamaño máximo de los agregados. Ver las figuras 20 y 21 de los autores (Walker, Bloem, & Gaynor, 1959).

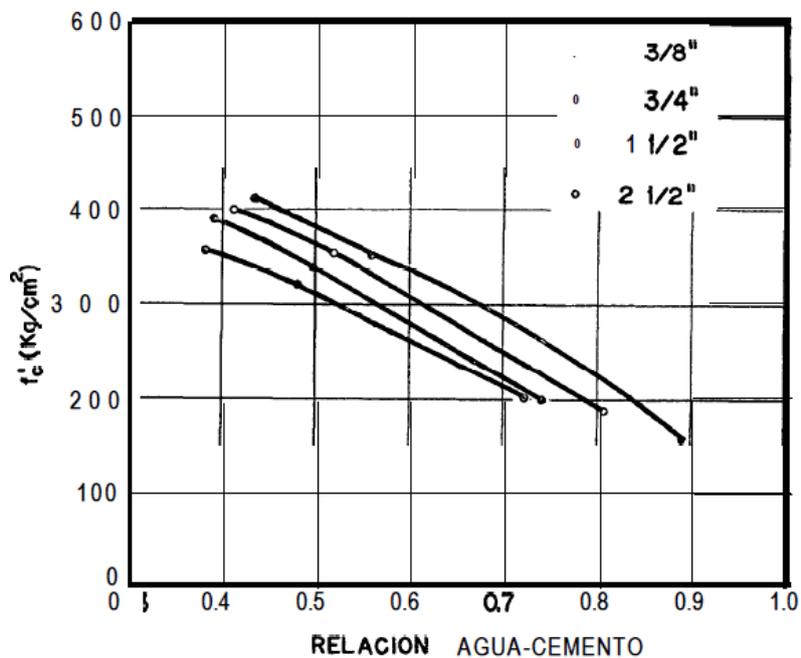


FIG. 5

Figura 20. Influencia de los componentes del concreto en la resistencia
Fuente (Walker, Bloem, & Gaynor, 1959)

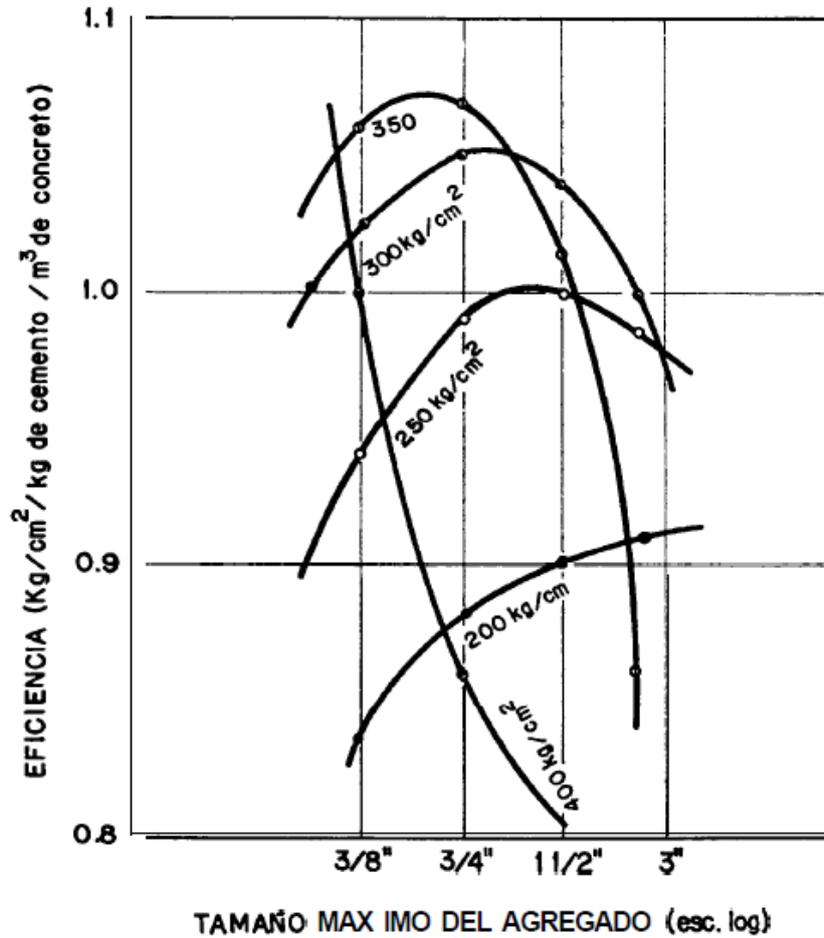


Figura 21. Variación de la resistencia a diferentes tamaños máximos de agregado y eficiencia del cemento
 Fuente (Walker, Bloem, & Gaynor, 1959)

(Richard, 1961), empleó en su investigación cuatro diferentes tamaños máximos de agregado y también cuatro diferentes cantidades de cemento por m^3 de concreto, los resultados obtenidos se visualizan en la figura 22, en él se concluye que para la máxima resistencia de 450Kg/cm², fue más efectivo el agregado de tamaño pequeño, no observándose una gran ventaja en usar agregados grandes para bajas resistencias.

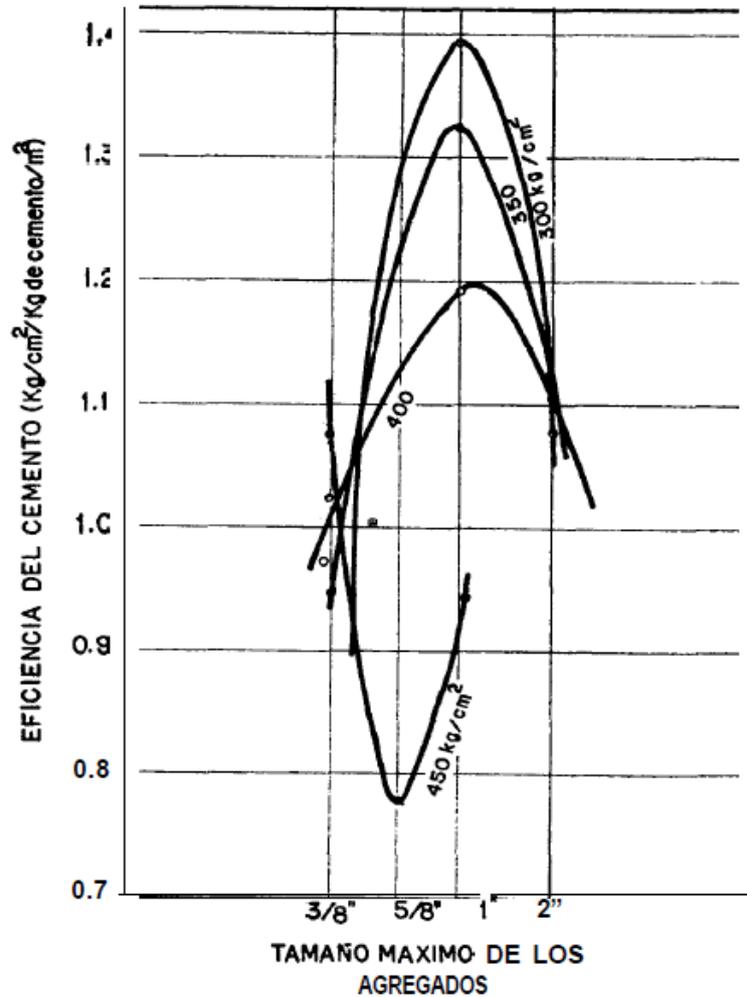


Figura 22. Eficiencia máxima para cada tamaño de agregado.
Fuente: (Richard, 1961).

Se ha experimentado cambios referidos al concepto del efecto del tamaño máximo del agregado sobre la resistencia del concreto el cual se refleja en los manuales de concreto y, en efecto en las primeras ediciones se recomendaba emplear el máximo tamaño posible de agregado, puesto que esto producía ventajas económicas al ser mayor la eficiencia del cemento; sin embargo, la última edición permite afirmar conclusiones como: para resistencias bajas son más efectivos los agregados de tamaño grande mientras que para resistencias altas son más efectivos los de tamaño pequeño (Manual_Concrete, 1963).

En la figura 23, se aprecia la eficiencia para diferentes valores de la resistencia a la compresión, en él se observa que mientras mayor es la resistencia menor es el tamaño correspondiente a la máxima eficiencia (Manual_Concrete, 1963).

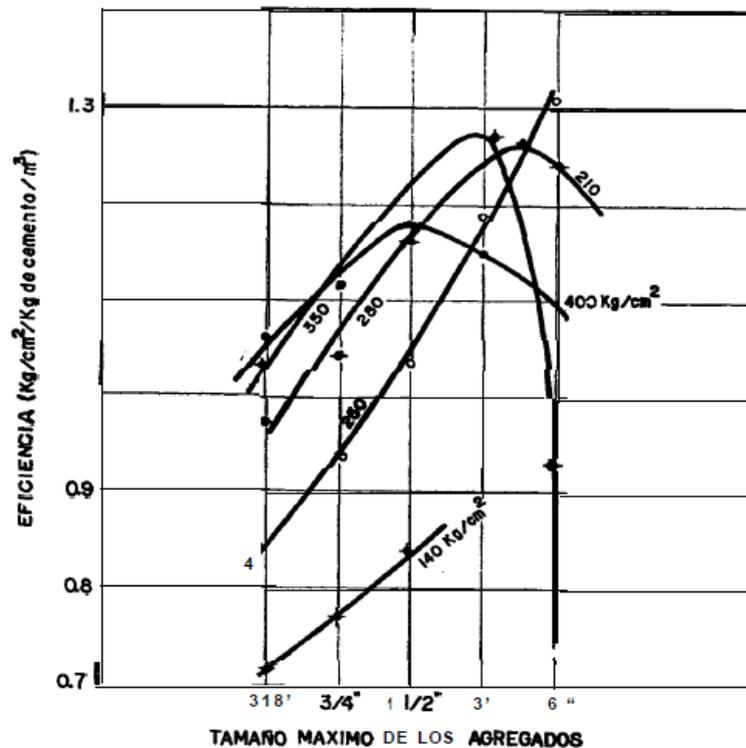
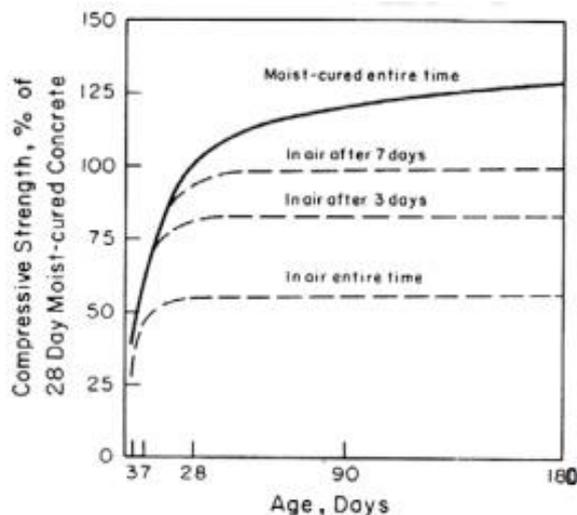
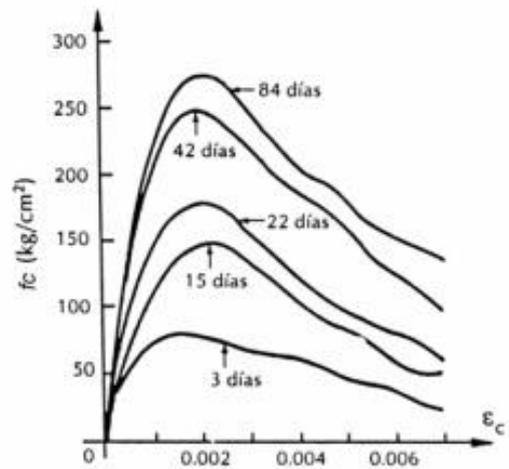


Figura 23. Eficiencia para diferentes valores de la resistencia a la compresión
Fuente: (Manual_Concrete, 1963).

v. **Las condiciones de humedad y temperatura durante el curado**, las condiciones de curado afectan significativamente la resistencia del concreto, períodos prolongados de curado aumenta la resistencia. La figura 24 A, muestra la influencia de las condiciones y tiempo de curado en la resistencia del concreto; las diferencias en la resistencia por el efecto del curado son notables entre los concretos curados al aire (curva inferior) y los curados por vía húmeda. La figura 24B muestra las curvas esfuerzo – deformación de probetas fabricadas con un mismo concreto y ensayadas a distintas edades (Ottazi, 2004).



A. Influencia de las condiciones de curado en la resistencia



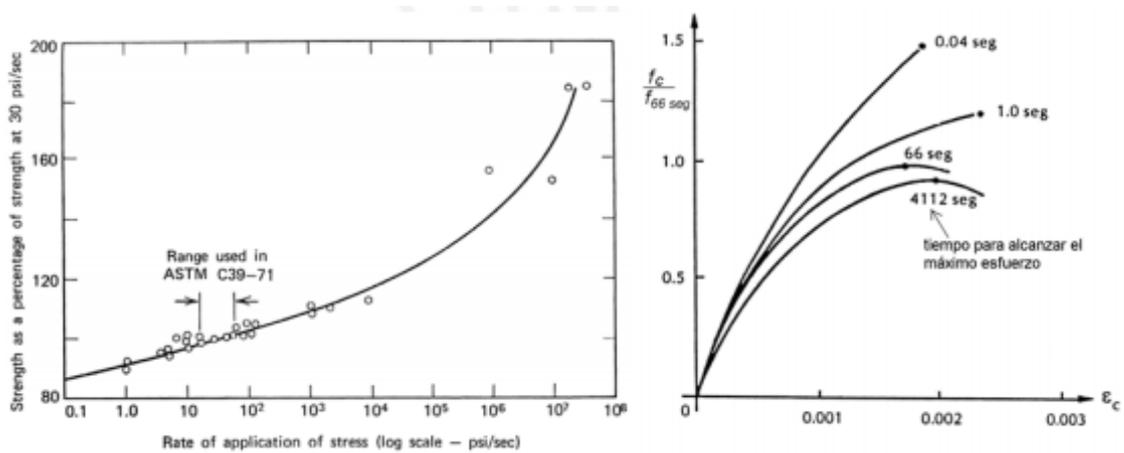
B. Efecto de la edad y el curado en la resistencia

Figura 24. Influencia de las condiciones de humedad y temperatura.
Fuente (Ottazi, 2004).

vi. **La edad del concreto**, con cemento Tipo I la resistencia a los 7 días es aproximadamente el 65% a 70% de la resistencia a 28 días, por lo que no se espera un aumento importante de la resistencia con el tiempo (Ottazi, 2004).

vii. **La velocidad de carga o deformación**, los ensayos de probetas se realizan a una velocidad especificada; sin embargo, en las estructuras reales la velocidad con la cual se aplica la carga es distinta a la del ensayo. Este suele ser el caso de las cargas vivas, de las cargas de impacto y de las cargas inducidas por las acciones sísmicas. Cuando las velocidades de carga son muy altas, el f'_c puede aumentar en un 15% a 20% o más. Por ejemplo, cuando la probeta se lleva a la falla en 0.1 a 0.15 segundos, lo que corresponde a una velocidad de carga de unos 2,000 kg/cm² por segundo, la resistencia del concreto se incrementa en un 15%. Esta velocidad de carga es la que podría esperarse en una estructura rígida durante un sismo intenso (Ottazi, 2004).

La figura 25, evidencia la influencia de la velocidad de aplicación del esfuerzo de compresión sobre la resistencia del concreto; asimismo, el hecho de que a velocidades de carga muy bajas $F'c$ se reduce hasta en un 15% por producirse flujo plástico en el concreto. Como consecuencia, las deformaciones en el concreto se incrementan más rápidamente y la falla ocurre cuando alcanza una cierta deformación límite independiente del esfuerzo aplicado en ese instante. En la figura 25 se observa el efecto en A, la influencia de la velocidad de carga y en B, el efecto de la velocidad de carga en la curva esfuerzo-deformación (Ottazzi, 2004).



Influencia de la velocidad de carga

Efecto de la velocidad de carga en la curva esfuerzo-deformación

Figura 25. Efecto de la velocidad de carga o deformación.

Fuente: (Ottazzi, 2004: 18).

2.2.7 Diseño de mezcla del concreto normales.

El diseño de mezclas es la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, que permitan lograr un material que satisfaga requerimientos de un proyecto constructivo. Para estimar las cantidades de los componentes del concreto se cuenta con tablas elaboradas por el comité ACI-211.31-91 que a pesar de no usarse en todos los casos, es un punto de partida conservado y científicamente

respaldado que permitirá luego perfeccionar los parámetros en base a los resultados prácticos (Pasquel, 1998).

Existen varios métodos de diseño de mezcla; algunos pueden ser complejos debido a la existencia de múltiples variables, no encontrándose un método que ofrezca resultados perfectos; sin embargo, existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión.

No es necesario tener exactitud de la cantidad de los componentes del concreto, basta que el diseño de mezcla sea apropiado para obtener una resistencia de concreto requerida (Sánchez F. y Tapia R., 2015).

Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Deberá tener una trabajabilidad, consistencia y cohesividad que permitan la adecuada colocación en los encofrados; libre de segregación y una exudación mínima.
- Deberá contar con propiedades específicas dependiendo de la estructura.
- El costo por 1.0m^3 de concreto endurecido deberá compatible con la calidad deseada (Sánchez F. y Tapia R., 2015).

Los métodos de diseño de mezcla se basan en los volúmenes absolutos de los componentes, los que suman la unidad cúbica, por ello resulta necesario conocer las propiedades físicas de los materiales componentes en el estado seco como en el saturado superficialmente (Burgos, 2012).

$$\text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agua} + \text{Vol. Arena} + \text{Vol. Piedra} + \text{Vol. Aire} = 1.0\text{m}^3$$

Los criterios para el diseño de mezcla son los siguientes:

- A la actualidad, ningún método resulta preciso como reemplazar a una comprobación experimental, por la diversidad de materiales disponibles en el país.
- Las proporciones de los materiales a mezclarse se dan previamente mediante resultados experimentales y factores económicos así como la satisfacción de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

Los métodos más usados se describen a continuación:

i. Método tradicional del ACI y sus alcances, este método data del año 1944, habiendo pocas variantes hasta la última versión emitida por el Comité 212.1 el año 1991; está basado en que los agregados deben cumplir con los requisitos granulométricos establecidos por la ASTM C-33; asimismo, establece la cantidad de agua en la mezcla considerando en tamaño máximo del agregado y la trabajabilidad o “Slum”; asimismo, establece de manera empírica el volumen de agregado grueso en función del tamaño máximo de la piedra y el módulo de Fineza de la arena; y correlaciona la relación Agua/Cemento en peso mediante la resistencia en compresión. Ver las tablas 14, 15 y 16 del autor (Pasquel, 1998).

Tabla 14

Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes "slump", tamaño máximo de agregado y contenido de aire.

Slum (mm)	Tamaño máximo del agregado							
	9,5mm (3/8")	12,5mm (1/2")	19,0mm (3/4")	25mm (1")	37,5mm (1 1/2")	50mm (2")	75mm (3")	150mm (6")
Sin aire incorporado en el concreto								
25 - 50 (1"-2")	207	199	190	179	166	154	130	113
75 - 100 (3"- 4")	228	216	205	193	181	169	145	124
150 - 175 (6" - 7")	243	228	216	202	190	178	160	-
Aire atrapado	3%	2.50%	2%	1.50%	1.50%	0.50%	0.30%	0.20%
Con aire incorporado al concreto								
25 - 50 (1"-2")	181	175	168	160	150	142	122	107
75 - 100 (3"- 4")	202	193	184	175	165	157	133	119
150 - 175 (6" - 7")	216	205	197	184	174	166	154	-
Tota de aire								
Exposición media	4.50%	4%	3.50%	3%	2.50%	2%	1.50%	1%
Exposición moderada	6%	5.50%	5%	5%	4.50%	4%	3.50%	3%
Exposición severa	7.50%	7%	6%	6%	5.50%	5%	4.50%	4%

Fuente: (Pasquel, 1998).

Tabla 15

Relación s/c vs f'c.

Resistencia a la compresión	Relación agua cemento (a/c)	
	Sin aire incorporado al concreto	Con aire incorporado al concreto
40 (408)	0.42	-
35 (357)	0.47	0.39
30 (306)	0.54	0.45
25 (255)	0.61	0.52
20 (204)	0.69	0.6
15 (153)	0.69	0.7

Fuente: (Pasquel, 1998).

Tabla 16
Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto.

Dn max	Módulo de finura de la arena				
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.82	0.8	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente: (Pasquel, 1998).

Existen ciertas limitaciones en éste método como: el que no está concebido para agregados marginales ni condiciones constructivas especiales, no evalúa la granulométrica integral de la mezcla de agregados lo que significa que asume que los valores empíricos del agregado grueso en función del módulo de fineza de la arena cubren todas las posibilidades, que en la práctica no es cierto debido a que no distingue los agregados angulosos y redondeados, ni entre zarandeados y chancados, ni entre densos y porosos (Pasquel, 1998).

Este método permite obtener concretos pedregosos, por lo que pensó en la posibilidad de corregir el contenido de piedra en $\pm 10\%$, el cual dependerá de la mayor trabajabilidad

Se concluye entonces, contra la tendencia generalizada localmente de aplicar este método sin ninguna reserva, que no ofrece la garantía de obtener diseños satisfactorios, sobre todo cuando debemos usar agregados marginales o necesitamos concretos sumamente plásticos, bombeables y trabajables, como es el caso de los arquitectónicos; no obstante, queda a criterio del diseñador su aplicación recordando sus limitaciones (Pasquel, 1998).

ii. **Métodos basados en curvas teóricas.** estos métodos permiten asumir la distribución granulométrica de tipo parabólico, el cual representa la gradación óptima del agregado total en

la mezcla del concreto ajustándola a gradaciones teóricas que producen estructuras densas y compactas. Dicho ajuste permitirá establecer proporciones de mezcla, arena y piedra que más se acerque a la gradación teórica elegida, lo cual se hace evaluando las áreas comprendidas entre la mezcla propuesta y la curva teórica de modo que se equilibren las que están por encima y debajo de ésta (Pasquel, 1998).

La ventaja de este método es que logra calcular y utilizar para un tamaño máximo del agregado establecido, siendo la desventaja que nunca será posible en la práctica lograr una mezcla de agregados que cumplan perfectamente con la gradación ideal, permitiéndonos una aproximación técnica a la granulometría óptima y así llegar a mezclas más densas y trabajables. La tabla 17, permite visualizar las curvas teóricas más usadas en el diseño de mezclas el cual dependerá del criterio del diseñador así como de su experiencia (Pasquel, 1998).

*iii. **Métodos basados en curvas empíricas.*** este método aborda el análisis de la mezcla de agregados para ajustar a los usos granulométricos basados en información estadística empírica. Existen usos especificados por la norma para diferentes tamaño de agregados ayudando a contar con diseños eficientes de manera empírica (Pasquel, 1998).

Tabla 17
Curvas granulométricas teóricas.

AUTOR	FÓRMULA GENERAL			$y = g\left(\frac{D}{d}\right)^i + (100 - g)x\left(\frac{d}{D}\right)^h$		NOTAS
	PARÁMETROS			LÍMITES ÓPTIMOS		
	G	I	H	N	D	
Fuller y Trompson	0	--	0.5	6	5 a 100	(1)
				9	20 a 40	(1)
EMPA	50	1	0.5	4	15 a 30	(1)
				6	3 a 8	(1)
Popovics	$15\left(1 - \frac{3}{n}\right)$		$\frac{0.5}{1 - \frac{1.6}{n}}$	4 a 10	5 a 100	(1)
Bolomey	8 a 10	0	0.5	6 a 8	20 a 80	(2)
	10 a 12	0	0.5	6 a 8	20 a 80	(3)
Caquot y Faury	$\frac{100}{2386D^{\frac{1}{5}} - 1}$	0	0.20	-	-	(2)
		0	0.20			(2)
Popovics	15	0	0.50	4 a 10	5 a 100	(2)
Popovics	20	0	0.56	4 a 10	25 a 150	(2)
Popovics	$\frac{100}{n + 1}$	0	0.50	6	5 a 100	(2), (4)

Parámetros: y =% pasante acumulativo, d =abertura del tamiz, D =tamaño máximo de partículas, n =relación agregado/cemento en peso, agregado = arena y piedra. Asentamiento = 3" a 5". Notas: (1) solo para agregado, (2) mezcla cemento-agregado, (3) mezcla cemento – agregado chancado, (4) agregado con gradación Fuller.

Fuente: (Pasquel, 1998).

Las curvas experimentales foráneas no deben usarse de manera indiscriminada, debido a que los agregados presentan variabilidad y pueden inducir a error en las estimaciones, por tanto se recomienda tomar las precauciones, pues de lo contrario se presentarán más problemas que ventajas que se obtendrán al querer optimizar diseños (Pasquel, 1998).

iv. **Método de módulo de fineza total**, se toma en consideración dicha característica como elemento fundamental para evaluar su habilidad en satisfacer determinado diseño de mezcla. El sustento teórico está basado en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de las partículas para una cierta distribución granulométrica, y experimentalmente está demostrado que independientemente de la granulometría, los concretos con igual módulo de

finiza total de los agregados, tienen los mismos requerimientos de agua, características resistentes y trabajabilidad (Pasquel, 1998).

Es uno de los métodos más usados en la actualidad, pues permite un acercamiento técnico inmediato a los diseños con mayor probabilidad de satisfacer la mayoría de los requerimientos en el concreto; asimismo, tiene gran utilidad en el control de diseños de mezcla, pues los ajustes del módulo de finiza total del diseño garantiza estabilidad y uniformidad en los requerimientos de agua y resistencias (Pasquel, 1998).

v. **Método de los pesos**, es referido al peso unitario del concreto y es conocido con relativa aproximación de experiencias previas con los materiales a ser utilizados en obra (Abanto, 1996)

2.2.8 Resistencia a la compresión.

Está definida como la capacidad de soportar las cargas y esfuerzos de compresión como el concreto que es más resistente a la sollicitación de dicha carga, entonces su calidad se establece por el valor de su resistencia a la compresión, el cual establecido en la Norma NTP 339.034.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Agregado.

Es un material granular e inerte que mezclándose con componentes como cemento, cal y agua forma los denominados concretos, representan alrededor del 75%.

2.3.2 Agregado fino.

Es aquel agregado que pasa por el tamiz 4.75mm (N°04).

2.3.3 Agregado grueso.

Es todo agregado retenido hasta el tamiz 4.75mm (N°04).

2.3.4 Arena.

Es el agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas.

2.3.5 Cemento.

Es el Clinker molido, es una mezcla de cal, alúmina, fierro y sílice sometida a altas temperaturas, generalmente de color gris.

2.3.6 Concreto.

Es un material constructivo compuesto por agregados, cemento, agua, aire y adicionalmente aditivos.

2.3.7 Concreto simple.

Es el concreto utilizando generalmente en las edificaciones que no presenta armaduras de refuerzo.

2.3.8 Evaluación.

Es la acción y la consecuencia de evaluar, estimar, apreciar, calcular el valor de algo.

2.3.9 Resistencia de diseño.

Resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia que corresponda.

2.3.10 Resistencia especificada a la compresión del concreto.

Es la resistencia a la compresión del concreto empleada en el diseño.

CAPITULO III.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Lugar de ejecución

La presente investigación se desarrolló en los laboratorios de: Mecánica de Suelos de la Universidad Alas Peruanas y Laboratorio geotécnico de mecánica de suelos y concreto EGC Ingenieros E.I.R.L.

3.2 Materiales, equipos y reactivos

3.2.1 Materiales.

Juego de tamices de laboratorio de análisis granulométrico de la norma ASTM-11. Para agregado grueso se usarán los tamices N°3”, N°2, N°1/2”, N°1 ½”, N°1 “, N°¾”, N°½”, N°3/8”, para agregado fino se usarán los tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.

- Bandejas de acero inoxidable.
- Molde de cilindro.
- Probetas de 1000mL, 500mL.

3.2.2 Equipos.

- Balanza Digital de 50.00Kg + 0.1% de precisión.
- Balanza Digital de 1.000 Kg + 0.1% de precisión.

- Balanza electrónica de 250gramos + 0.1% de precisión.
- Prensa de compresión de rotura.
- Horno a temperaturas 110+5°C.

3.3 Materia prima e insumos

3.3.1 Materia prima.

a) Población.

La población a estudiar en la presente investigación representaron los agregados gruesos de 1", ¾" y ½" de medida provenientes de la Cantera La Sorpresa del Distrito y Provincia Abancay, Región Apurímac, 2017.

b) Muestra.

La técnica que se utilizó para la obtención de la muestra estuvo determinado por la Norma Técnica Peruana NTP 400.010:2011 (Revisada el 2016) o ASTM D75 denominado Extracción y preparación de muestras. Para la reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo se utilizó la Norma Técnica Peruana NTP 400.043:2015 o ASTM C 702 denominada, Reducción de muestras de agregado a tamaños de ensayo.

3.3.2 Insumos.

- Cemento Tipo I.
- Agua.
- Arena fina.

3.4 Análisis cuantitativo de las variables

Se desarrollaron varios métodos para el análisis de la materia prima, fabricación del concreto y procesamiento de los resultados, los que se detallan a continuación.

3.4.1 Análisis del diseño experimental para establecer tratamientos.

Se empleó la clase de diseño mezcla y diseño simplex centroide con 10 unidades experimentales que a su vez tuvieron 03 repeticiones, resultando un total de 30 unidades experimentales. La experimentación se trabajó con 02 niveles para cada variable independiente. Ver la tabla 18.

Tabla 18
Niveles de la experimentación

Variab	Dimensiones	Indicadores	Niveles de la investigación	Índices
Variable Independiente	Proporción	Agregado de 1"	0 - 100	%
		Agregado de 3/4"	0 - 100	%
		Agregado de 1/2"	0 - 100	%
Variable Dependiente	Resistencia a la Compresión	Concreto		Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

El diseño experimental que se utilizó en la presente investigación se detalla en la tabla 19 y la distribución de los niveles de experimentación se visualiza en la tabla 20.

Tabla 20
Distribución de los niveles de experimentación

Corrida	Factores	Variables independientes		
		Agregado 1"	Agregado ¾"	Agregado ½"
1	1	100.0	0.0	0.0
2	1	0.0	100.0	0.0
3	1	0.0	0.0	100.0
4	1	50.0	50.0	0.0
5	1	50.0	0.0	50.0
6	1	0.0	50.0	50.0
7	1	33.3	33.3	33.3
8	1	66.7	16.7	16.7
9	1	16.7	66.7	16.7
10	1	16.7	16.7	66.7
11	2	100.0	0.0	0.0
12	2	0.0	100.0	0.0
13	2	0.0	0.0	100.0
14	2	50.0	50.0	0.0
15	2	50.0	0.0	50.0
16	2	0.0	50.0	50.0
17	2	33.3	33.3	33.3
18	2	66.7	16.7	16.7
19	2	16.7	66.7	16.7
20	3	16.7	16.7	66.7
21	3	100.0	0.0	0.0
22	3	0.0	100.0	0.0
23	3	0.0	0.0	100.0
24	3	50.0	50.0	0.0
25	3	50.0	0.0	50.0
26	3	0.0	50.0	50.0
27	3	33.3	33.3	33.3
28	3	66.7	16.7	16.7
29	3	16.7	66.7	16.7
30	3	16.7	16.7	66.7

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Análisis de materia prima.

a) *Caracterización física.*

Se analizó las características físico-mecánicas de 03 tipos de agregados: agregado grueso de 1”, agregado grueso de ¾” y agregado de ½”, entre ellos se encontraron:

- i. **Granulometría de los agregados grueso y fino;** se utilizó los procedimientos del método establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 400.012:2013 o ASTM C136 denominado Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

- ii. **Contenido de humedad,** se utilizó los procedimientos del método establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 339.185:2013 o ASTM C566, denominada Determinación del Contenido de Humedad.

- iii. **Peso unitario,** se utilizó los procedimientos del método establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 400.017:2011 (Revisada el 2016) o ASTM C29/C29M, denominada Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso unitario) y los vacíos en los agregados.

- iv. **Peso específico y absorción del agregado fino,** se utilizó los procedimientos del método establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 400.022:2013 o ASTM C128, denominada Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

v. **Peso específico y absorción del agregado grueso**, se utilizó los procedimientos del método establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 400.021:2013 o ASTM C127 denominado Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

3.4.3 Análisis para la fabricación de concreto.

a) Diseño de mezcla del concreto.

Los parámetros básicos utilizados para el diseño de mezclas y los métodos usados fueron los siguientes:

- i. **Método de diseño**, se utilizó el método de diseño por resistencia.
- ii. **Para la resistencia especificada**, se estableció para la presente investigación, la resistencia a la compresión del concreto más utilizando en la construcción siendo este el valor de $f'c=210\text{kg/m}^3$.
- iii. **Para la resistencia requerida**, se utilizó los procedimientos del cálculo de resistencia promedio requerida establecido en la Norma E-0.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- iv. **Para los componentes del concreto;**
 - *Proporción del cemento*; se utilizó el método Comité 211 del ACI, para el proporcionamiento del cemento en el diseño de mezcla.
 - *Proporción del agregado fino*; se utilizó el método Comité 211 del ACI, para el proporcionamiento del cemento en el diseño de mezcla.

- *Proporción del agregado grueso*, se utilizó el método Comité 211 del ACI, para el proporcionamiento del agregado grueso en el diseño de mezcla.
- *Proporción de agua*; se utilizó el método Comité 211 del ACI para el proporcionamiento del agua en el diseño de mezcla.
- *Proporción de aire*; se utilizó el método Comité 211 del ACI para el proporcionamiento del aire en el diseño de mezcla.

b) *Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra.*

Se utilizó los procedimientos del método establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 339.033:2015 o ASTM C31/C3M, denominado CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. 4ª Edición.

3.4.4 Análisis del concreto endurecido.

a) *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto.*

Se determinó la resistencia a la compresión del concreto de probetas cilíndricas utilizando el método establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 339:034:2015 o ASTM C39 denominado CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.

b) *Procesamiento de datos para evaluar la influencia de la granulometría de los agregados gruesos en la resistencia a compresión del concreto.*

Los resultados obtenidos en la experimentación fueron procesados y evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el “Software Excel” “Estadística”.

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. Prueba de hipótesis

4.1.1. Prueba de hipótesis general (h_1).

H₀: Los agregados de la cantera La Sorpresa, no tienen influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017.

Es decir, $H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = T_7 = T_8 = T_9 = T_{10}$

H₁: Los agregados de la cantera La Sorpresa, si tienen influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017.

Es decir, $H_1: \exists T_j \neq 0$.

4.1.2. Nivel de significancia.

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

4.1.3. Método estadístico de prueba.

Prueba de hipótesis con regresión lineal múltiple.

$$CMt = \frac{Sct}{gl(Sct)} = \frac{Sct}{a-1} ; \text{cuadrado medio del tratamiento.}$$

$$CME = \frac{SCE}{gl(SCE)} = \frac{SCE}{a(n-1)} ; \text{cuadrado medio del error.}$$

$$Fc = \frac{CMt}{CME} = \frac{\frac{Sct}{a-1}}{\frac{SCE}{a(n-1)}} ; F \text{ calculada.}$$

$$Fo = F[\alpha, ((a - 1), a(a - 1)gl)] ; F \text{ tabulada.}$$

4.1.4. Formulación de la regla de decisión.

Si $F_c < F_o$; no se rechaza la hipótesis nula.

Si $F_c > F_o$; entonces se rechaza la hipótesis nula, es decir, se acepta la hipótesis alterna.

Además para un $\alpha = 0.05$ la diferencia es significativa.

4.1.5. Resultados de análisis.

Los resultados de análisis de ANOVA de la hipótesis de la investigación se observa en la tabla 21.

Tabla 21
Resultados estadísticos ANOVA para la hipótesis

Fuentes de variabilidad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fc	P
Modelo	18636.2	2	9318.101	13.49593	0.000086

Total Error	18641.82	27	690.438
Total Ajustado	37278.02	29	1285.449

Dónde: Fc= a la Frecuencia calculada y P= proporcionalidad.

Fuente: Elaboración propia.

Resultado de Fc y P;

$$F_c = 13.49593$$

$$P = 0.000086$$

Calculando el Fo:

$F_o = F[0.05, 2, 27]$; de la tabla de valores de distribución teórica de F.

$$F_o = 3.35.$$

Donde Fo = Frecuencia tabulada.

4.1.6. Interpretación de los resultados de análisis.

Como $F_c=13.49593$ es mayor que $F_o=3.35$, es decir, $F_c > F_o$, se rechaza la hipótesis nula, es decir, se acepta la hipótesis alterna, asimismo, el P valor = 0.000086 es menor a alfa 0.05; significa que los agregados de la cantera La Sorpresa, si tienen influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Resultados de análisis de materia prima

5.1.1 Análisis de las características granulométricas de los agregados de 1", ¾" y ½".

Se obtuvieron 10 tratamientos de agregados de 1", ¾" y ½" distribuidos de forma independiente y combinados proporcionalmente para luego analizar las características granulométricas y verificar si presentan adecuada distribución granulométrica utilizando los usos establecidos en la NTP 400.37.

Los resultados del análisis granulométrico de los agregados gruesos distribuidos en los tratamientos se visualizan en las siguientes tablas y figuras.

Tabla 22
Análisis granulométrico del agregado de 1".

Tamiz malla N°	Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado
3"					100.00
2 1/2"					100.00
2"					100.00
1 1/2"					100.00
1"	1359.00	1359.00	13.22	13.22	86.78
3/4"	6004.00	6004.00	58.40	71.62	28.38
1/2"	2718.00	2718.00	26.44	98.06	1.94
3/8"	0.00	0.00	0.00	98.06	1.94
N°4	0.00	0.00	0.00	98.06	1.94
FONDO	0.00	199.00	1.94	100.00	0.00
TOTAL	10081.00	10280.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 22, la variabilidad granulométrica en el agregado de 1", se evidencia agregados de medidas: 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4 y fondo, de los cuales el agregado de 1/2" presenta mayor proporción.

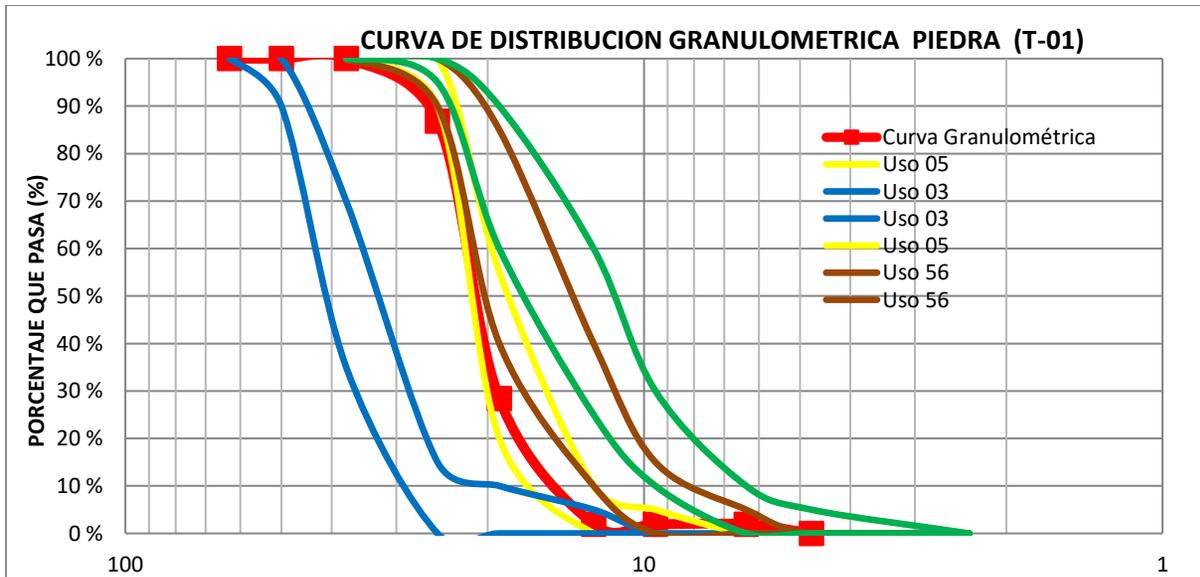


Figura 26. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-01.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 26, se observa que la curva de distribución granulométrica del tratamiento T-01 (línea con marcadores) se encuentra dentro de los rangos de los requisitos granulométricos del uso

05 de los requisitos granulométricos de la NTP 400.037; la NTP 400.037 establece que el agregado debe cumplir con los requisitos granulométricos según los usos especificados, por lo que se permite afirmar que el agregado de T-01 conformado por 100% de piedra de 1", 0% de piedra de ¾" y 0% de piedra de ½" presenta adecuada distribución granulométrica y si cumple con la NTP 400.037.

Tabla 23
Análisis granulométrico del agregado de ¾".

Tamiz malla N°	Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado
3"					100.00
2 1/2"					100.00
2"					100.00
1 1/2"					100.00
1"					100.00
¾"	346.00	346.00	5.59	5.59	94.41
½"	3450.00	3450.00	55.78	61.37	38.63
3/8"	1068.00	1068.00	17.27	78.64	21.36
N°4	1238.00	1238.00	20.02	98.66	1.34
FONDO	15.00	83.00	1.34	100.00	0.00
TOTAL	6117.00	6185.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 23, variabilidad granulométrica en el agregado de ¾", se evidencian los agregados de medidas de ¾", ½", 3/8", N°04 y fondo, de los cuales el agregado de ½" presenta mayor proporción.

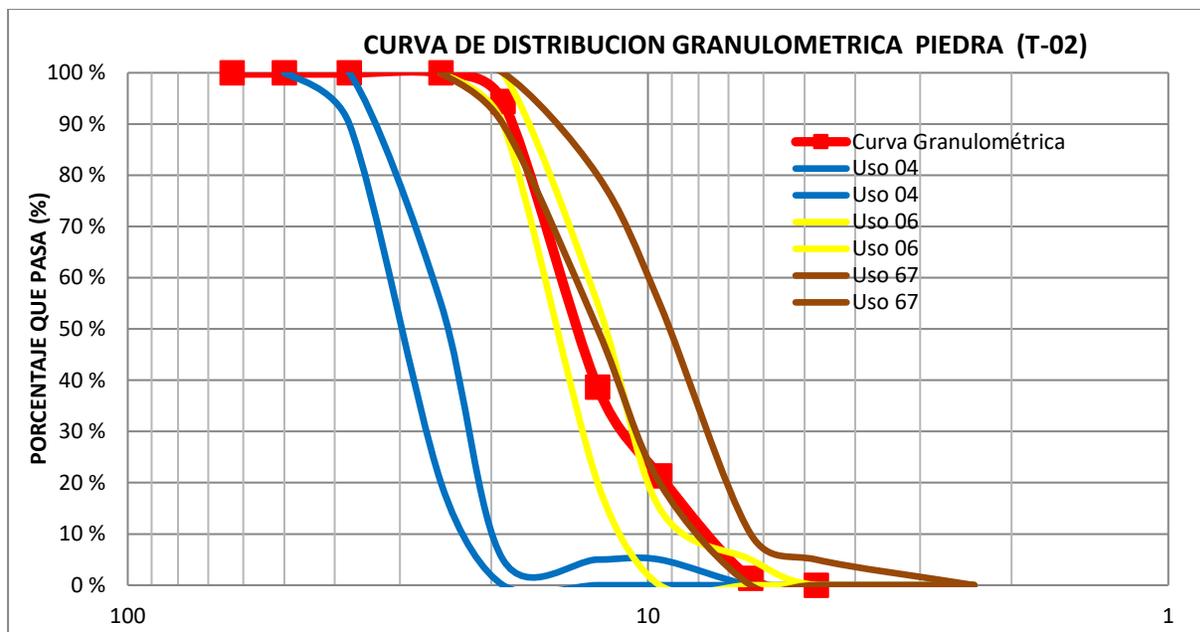


Figura 27. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-02.
Fuente: Elaboración propia.

De la figura 27, se observa que la curva de distribución granulométrica del tratamiento T-02 no evidencia un comportamiento matemático; sin embargo, se encuentra en su mayor proporción dentro de los rangos establecidos en el uso 06, lo que significa que el agregado de T-02 conformado por 0% de piedra de 1", 100% de piedra de ¾" y 0% de piedra de ½" presenta adecuada distribución granulométrica y si cumple con la NTP 400.037.

Tabla 24
Análisis granulométrico del agregado de 1/2".

Tamiz malla N°	Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado
3"					100.00
2 1/2"					100.00
2"					100.00
1 1/2"					100.00
1"					100.00
3/4"					100.00
1/2"	1026.00	1026.00	36.51	36.51	63.49
3/8"	674.00	674.00	23.99	60.50	39.50
N°4	1050.00	1050.00	37.37	97.86	2.14
FONDO	30.00	60.00	2.14	100.00	0.00
TOTAL	2780.00	2810.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 24, la variabilidad granulométrica en el agregado de 1/2", se evidencian los agregados de medidas de 1/2", 3/8", N°04 y fondo, de los cuales el agregado de 1/2" y N°4 presentan mayor proporción.

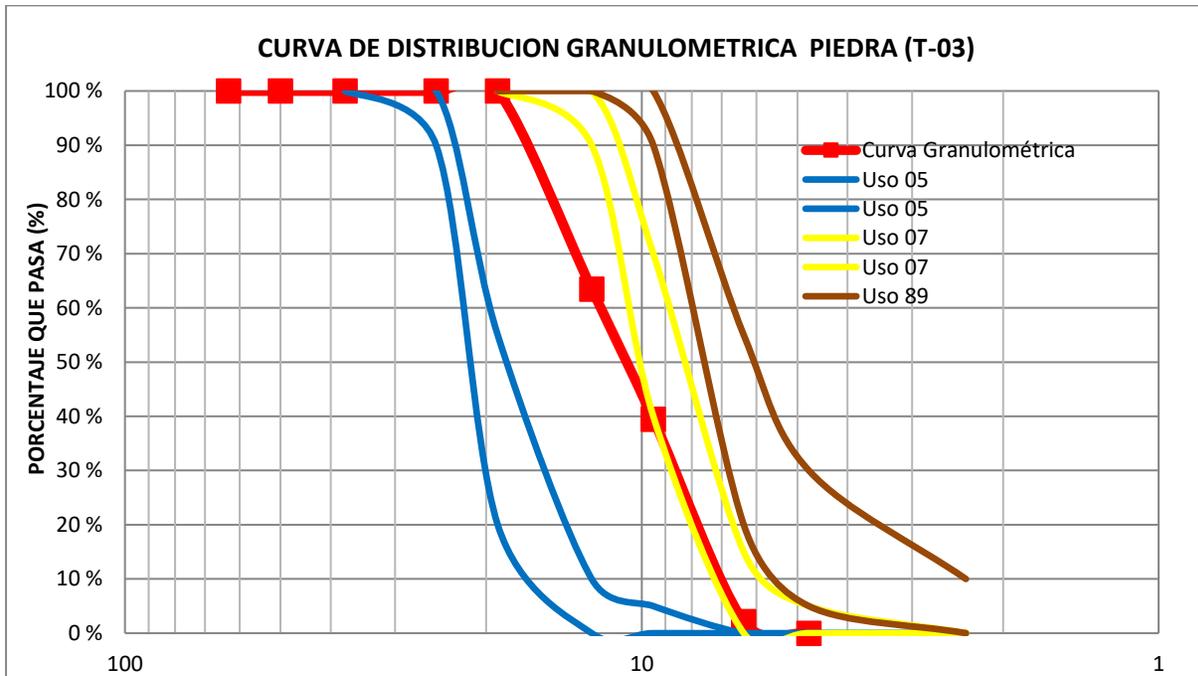


Figura 28. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-03.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 28, se observa que la curva de distribución granulométrica del tratamiento T-03, no se encuentra en su totalidad dentro de los rangos establecidos en el uso 07 y también en los usos 05 y uso 89 de los requisitos granulométricos del agregado grueso establecido en la NPT 400.037; es decir, no presenta una adecuada distribución granulométrica, sin embargo, dicha norma menciona también que se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre que existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de resistencia requerida a satisfacción de las partes; por tanto el agregado con tratamiento T-03 conformado por 0% de piedra de 1", 0% de piedra de ¾" y 100% de piedra de ½" no presenta adecuada distribución granulométrica y no cumple con la NTP 400.037; sin embargo, no es posible descartar dicho agregado hasta evaluar la influencia de la misma en la resistencia a la compresión del concreto.

A continuación se visualizan los gráficos de los resultados de los tratamientos T-04 a T-10 de los agregados que fueron distribuidos de manera proporcional.

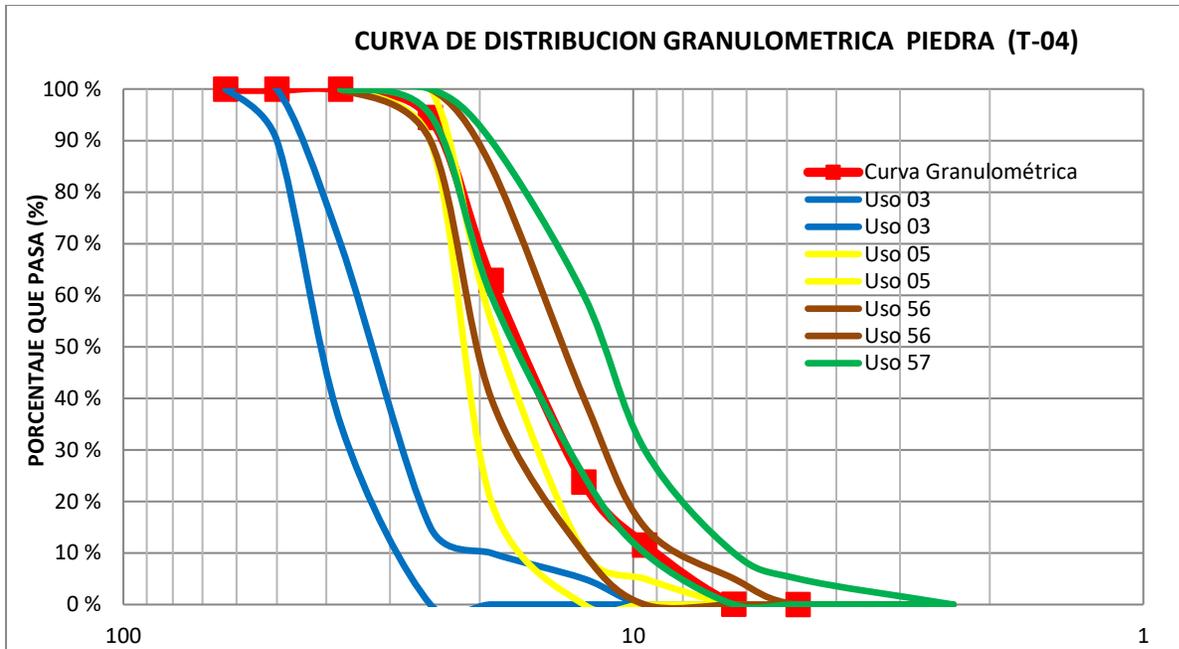


Figura 29. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-04.
Fuente: Elaboración propia.

De la figura 29, se observa que la curva de distribución granulométrica del tratamiento T-04 se encuentra dentro de los rangos establecidos en el uso 56 de los requisitos granulométricos de la NTP 400.037, lo que significa que se trata de un agregado con tratamiento T-04 conformado por 50.0% de piedra de 1", 50.0% de piedra de 3/4" y 0% de piedra de 1/2" con una adecuada distribución granulométrica que cumple con la NTP 400.037.

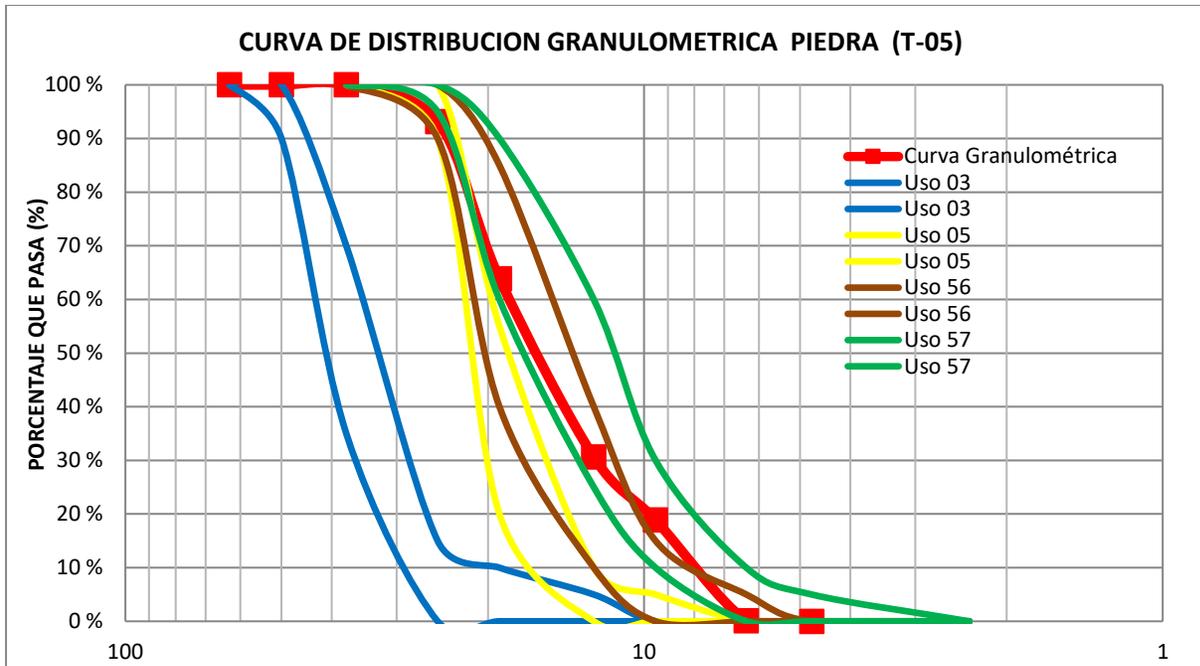


Figura 30. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-05.
Fuente: Elaboración propia.

De la figura 30, se observa que la curva de distribución granulométrica del tratamiento T-05 se encuentra dentro de los rangos establecidos del uso 56 de los requisitos granulométricos de la NTP 400.037, lo que significa que se trata de un agregado de tratamiento T-05 conformado por 50.0% de piedra de 1", 0% de piedra de 3/4" y 50.0% de piedra de 1/2" con una adecuada distribución granulométrica que cumple con la NTP 400.037.

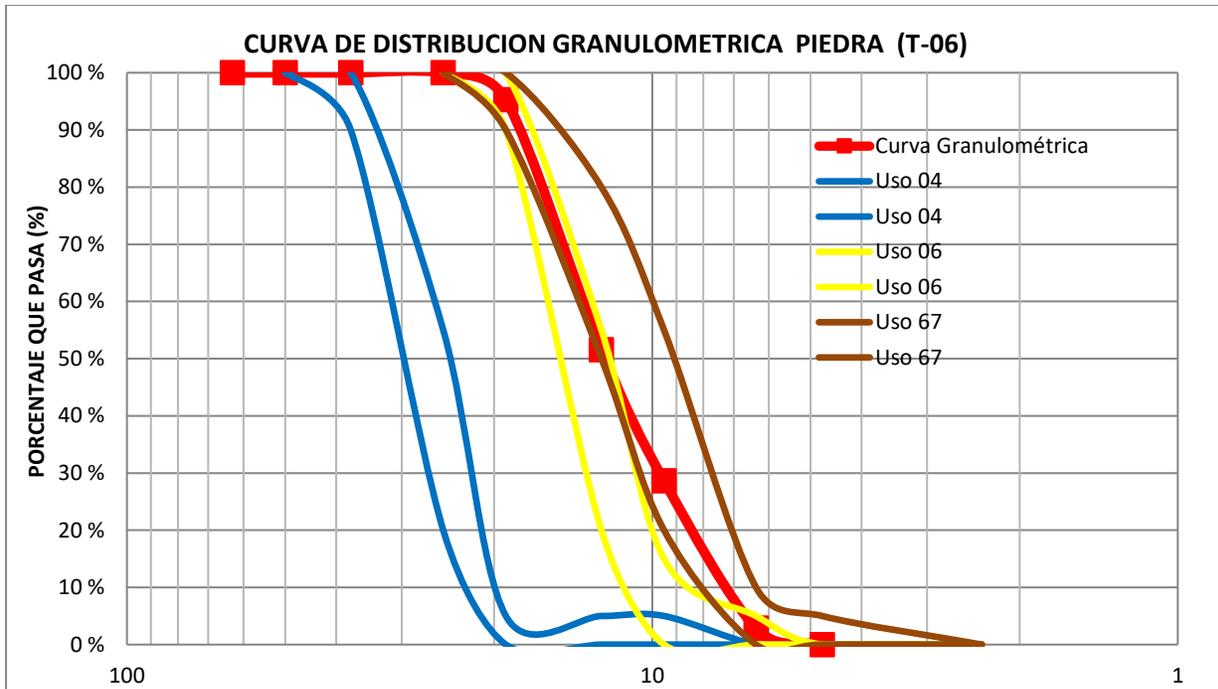


Figura 31. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-06.
Fuente: Elaboración propia.

De la figura 31, se observa que la curva de distribución granulométrica del tratamiento T-06 se encuentra dentro de los rangos establecidos en el uso 06 de los requisitos granulométricos de la NTP 400.037, lo que significa que el agregado del tratamiento T-06 conformado por 0% de piedra de 1", 50.0% de piedra de ¾" y 50.0% de piedra de ½" presenta una adecuada distribución granulométrica y cumple con parámetros establecidos en la NTP 400.037.

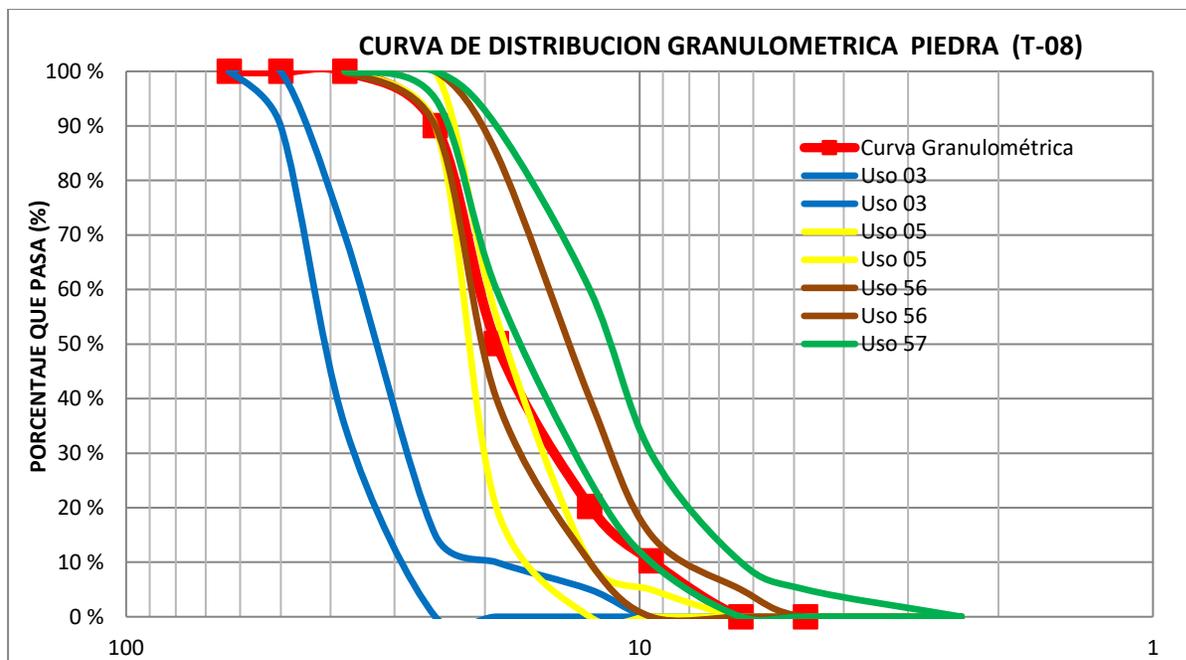
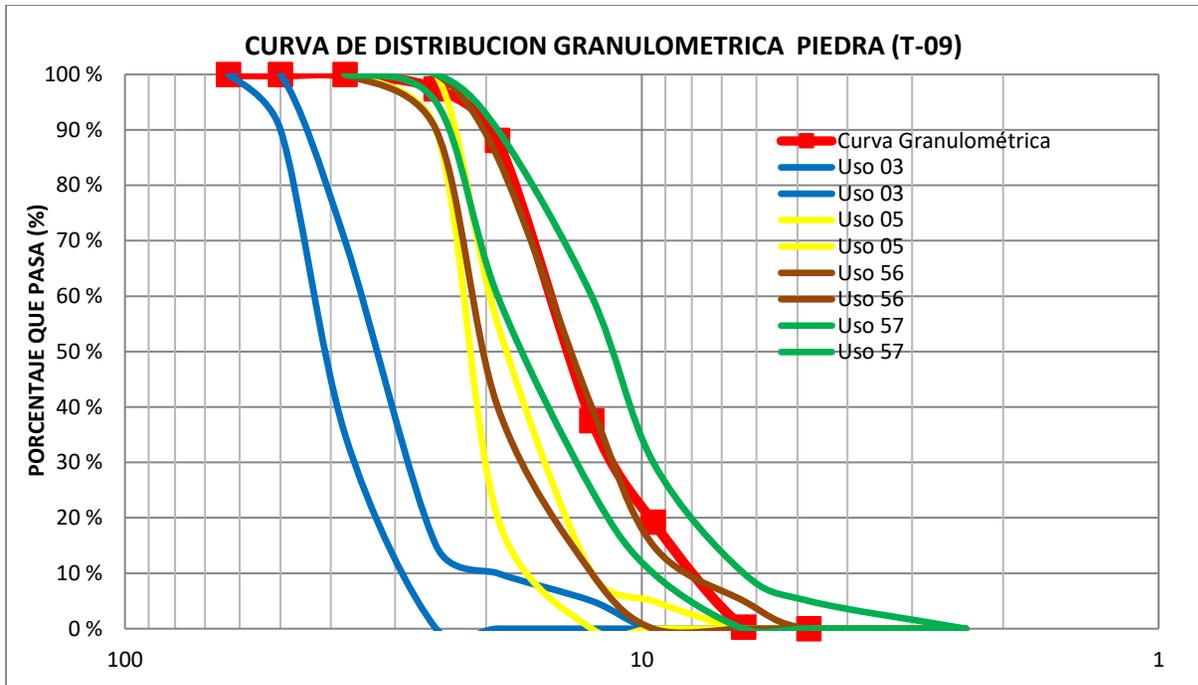


Figura 33. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-08.
Fuente: Elaboración propia.

De la figura 33, se observa que la curva de distribución granulométrica del tratamiento T-08 se encuentra en su mayor proporción dentro de los rangos establecidos en el uso 56 de los requisitos granulométricos del agregado grueso de la NTP 400.037; lo que significa que el agregado del tratamiento T-08 conformado por 66.70% de piedra de 1", 16.70% de piedra de ¾" y 16.70% de piedra de ½" presenta adecuada distribución granulométrica y cumple con los parámetros establecidos en la NTP 400.037.



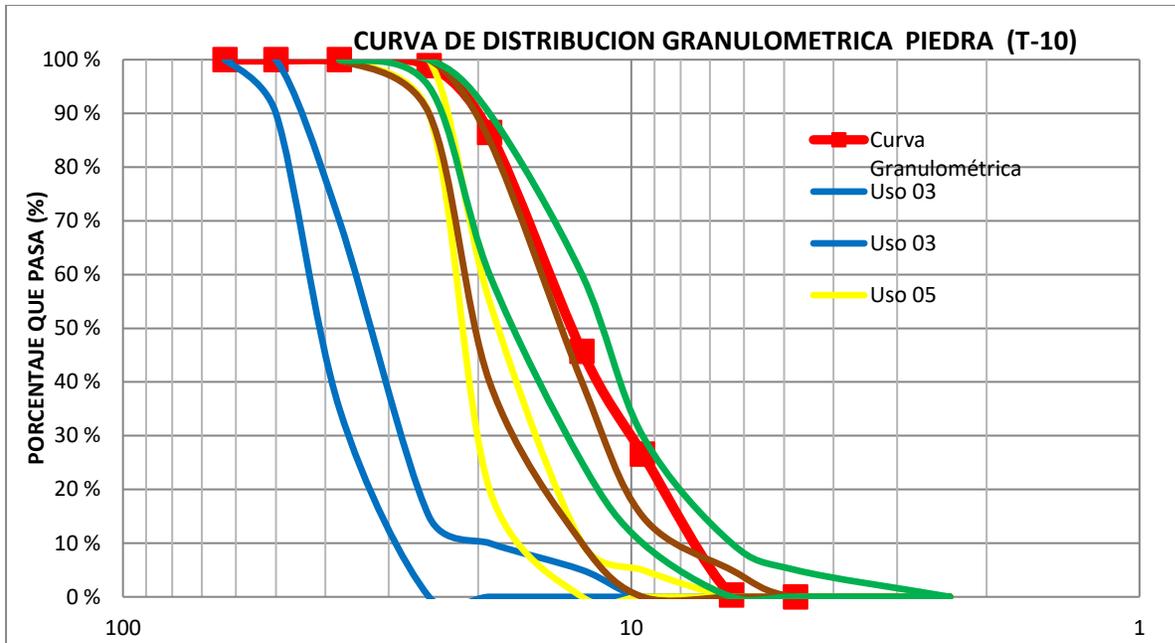


Figura 35. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-10.
Fuente: Elaboración propia.

De la figura 35, se observa que la curva de distribución granulométrica del tratamiento T-10 se encuentra dentro de los rangos establecidos en el uso 57 de los requisitos granulométricos del agregado grueso de la NTP 400.037, por tanto el agregado de tratamiento T-10 conformado por 16.70% de piedra de 1", 16.70% de piedra de ¾" y 66.70% de piedra de ½" presenta adecuada distribución granulométrica y cumple con los parámetros establecidos en la NTP 400.037.

El resumen de los resultados del análisis granulométrico de los tratamientos se detalla en la tabla 25. En dicha tabla se permite afirmar que 09 de los 10 agregados distribuidos en tratamientos cumplen con los parámetros establecidos de la NTP 400.037, solamente el tratamiento T-03 conformado por el 100% de piedra de ½" no cumple con la NTP 400.037.

Tabla 25

Análisis granulométrico de los agregados de la cantera La Sorpresa.

Tipo de agregado	Tratamiento	Proporcionamiento			¿La granulometría cumple con el RNE E-060 C°A° ?	¿La granulometría cumple con la NTP 400.037?	¿La granulometría cumple con la NTP INDECO PI?
		Piedra de 1"	Piedra de 3/4"	Piedra de 1/2"			
Agregado grueso	T - 01	100.00%	0.00%	0.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 02	0.00%	100.00%	0.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 03	0.00%	0.00%	100.00%	NO	NO	NO
Agregado grueso	T - 04	50.00%	50.00%	0.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 05	50.00%	0.00%	50.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 06	0.00%	50.00%	50.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 07	33.34%	33.33%	33.33%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 08	66.70%	16.65%	16.65%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 09	16.65%	66.70%	16.65%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 10	16.65%	16.65%	66.70%	SI	SI	SI
Agregado fino	S/T	-	-	-	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 26, permite visualizar las características obtenidas a partir del análisis granulométrico de los agregados como son tamaño máximo, tamaño máximo nominal y módulo de fineza. Se observa que el módulo de fineza de los agregados gruesos varían desde 6.58 a 7.68, los cuales pueden ser considerados como muy grueso y extra grueso de acuerdo a la clasificación establecida por (Rivera, s.f), el módulo de fineza del agregado grueso no será usado en la presente investigación debido a que el método usado no considera al módulo de fineza para su cálculo.

Los resultados del tamaño máximo de los agregados fueron determinados tomando en consideración a lo referido por (Pasquel, 1998), es así que en la presenta investigación se cuentan con tamaños máximos de 1 ½", 1" y ¾". El tamaño máximo nominal de los agregados de la presente investigación tiene valores de ½", ¾" y 1"

Tabla 26
Características del análisis granulométrico de agregados.

Tipo de agregado	Tratamiento	Proporcionamiento			Tamaño máximo	Tamaño máximo nominal	Módulo de finura (MFA)
		Piedra de 1"	Piedra de 3/4"	Piedra de 1/2"			
Agregado grueso	T - 01	100.00%	0.00%	0.00%	1 1/2"	1"	7.68
Agregado grueso	T - 02	0.00%	100.00%	0.00%	1"	3/4"	6.83
Agregado grueso	T - 03	0.00%	0.00%	100.00%	3/4"	1/2"	6.58
Agregado grueso	T - 04	50.00%	50.00%	0.00%	1 1/2"	1"	7.26
Agregado grueso	T - 05	50.00%	0.00%	50.00%	1 1/2"	1"	7.17
Agregado grueso	T - 06	0.00%	50.00%	50.00%	1"	3/4"	6.73
Agregado grueso	T - 07	33.34%	33.33%	33.33%	1 1/2"	1"	7.07
Agregado grueso	T - 08	66.70%	16.65%	16.65%	1 1/2"	1"	7.40
Agregado grueso	T - 09	16.65%	66.70%	16.65%	1 1/2"	1"	6.92
Agregado grueso	T - 10	16.65%	16.65%	66.70%	1 1/2"	1"	6.87
Agregado fino	S/T	-	-	-	3/8"	1/4"	3.12

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la granulometría del agregado fino se visualizan en la figura 36.

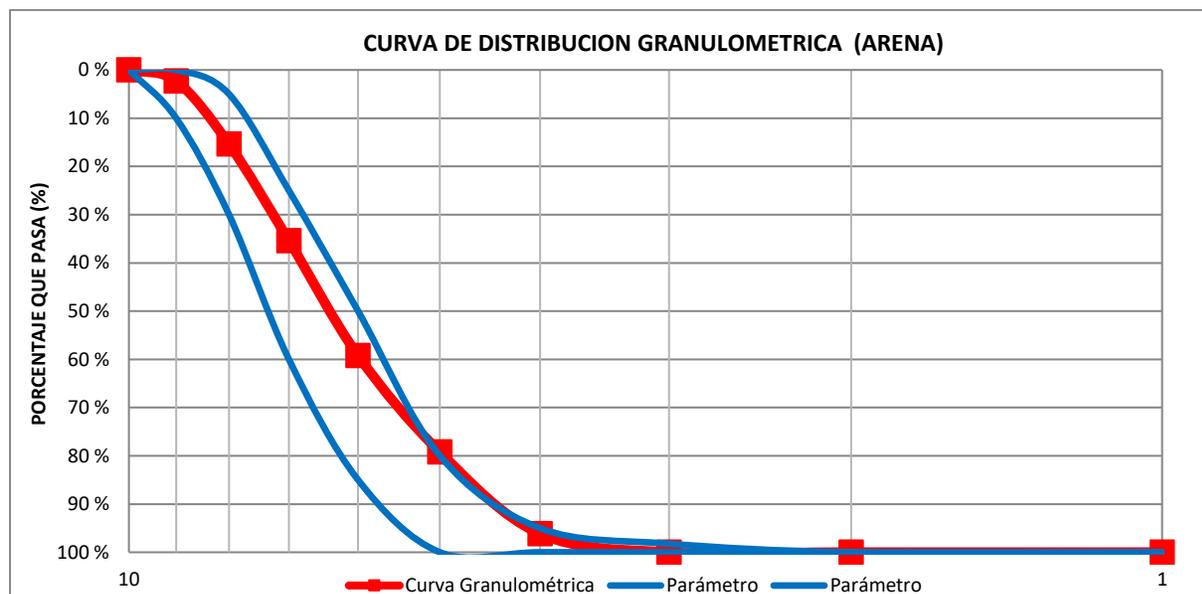


Figura 36. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de T-02.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 36, se observa que la granulometría de la arena graficado en la curva granulométrica se encuentra dentro de los usos granulométricos del agregado fino establecido en la NTP 400.037.

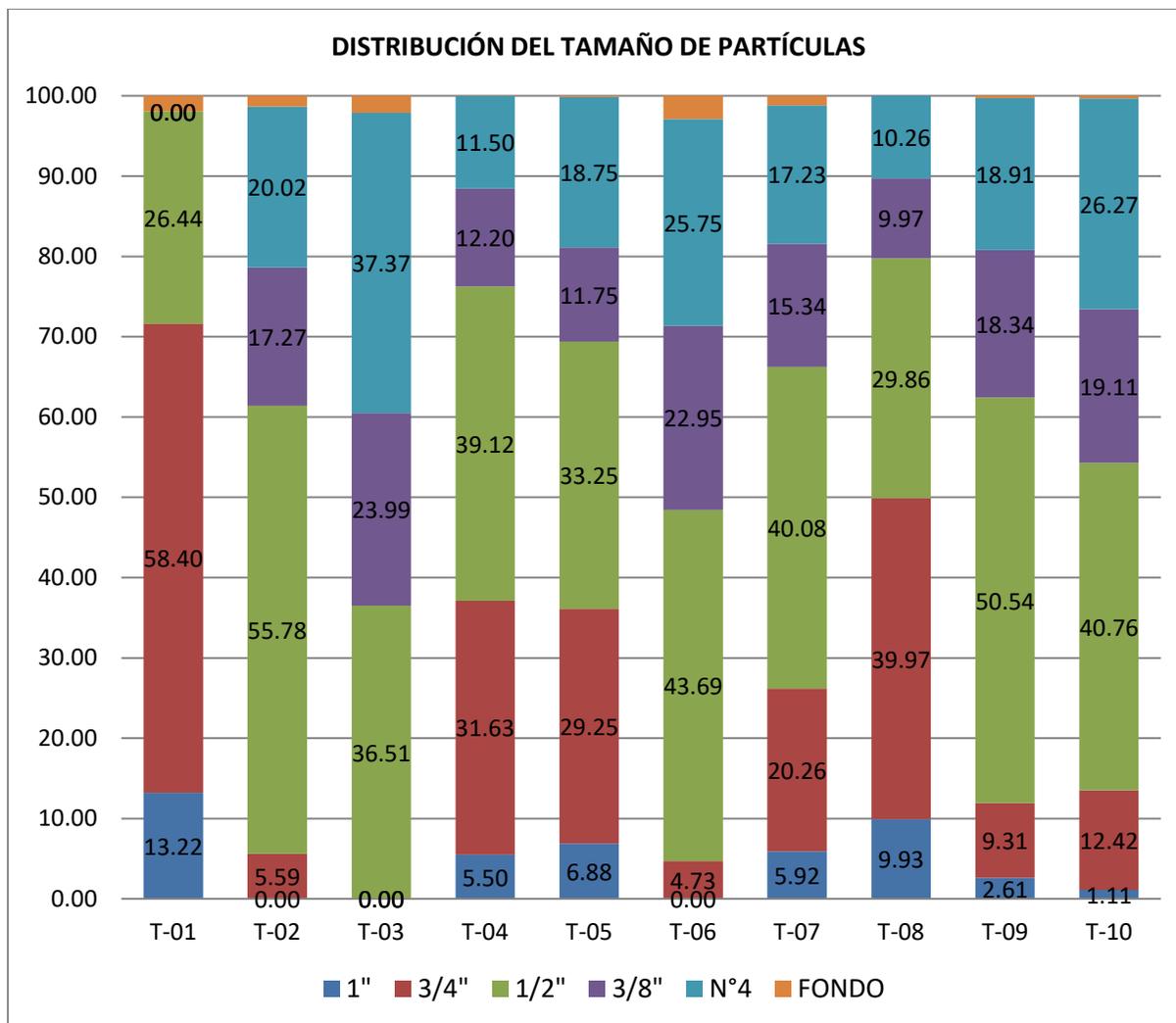


Figura 37. Distribución del tamaño de partículas de agregados en los tratamientos.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 37 se observa que existe mayor proporción de piedra de 1/2" en todos los tratamientos con un promedio de 39.60%, seguido de la piedra de 3/4" con un 21.16% promedio, en menor proporción se encuentra la piedra 1" con 4.52% promedio.

5.1.2 Caracterización física.

Los resultados de las características físicas de los agregados distribuidos en tratamientos se visualizan en la tabla 27.

Tabla 27
Análisis granulométrico del agregado grueso

Tipo de agregado	Tratamiento	Peso específico (P.E.) gr/cm ³	% Absorción (% Abs.) %	Peso Unitario Suelto (P.U.S.) gr/cm ³	Peso Unitario Compactado (P.U.C.) gr/cm ³	% Humedad (%W) %
Agregado grueso	T - 01	2.62	0.81	1.34	1.45	1.33
Agregado grueso	T - 02	2.57	1.10	1.38	1.51	1.33
Agregado grueso	T - 03	2.61	1.26	1.42	1.55	1.32
Agregado grueso	T - 04	2.81	0.75	1.36	1.54	0.03
Agregado grueso	T - 05	2.83	0.63	1.38	1.55	0.05
Agregado grueso	T - 06	2.81	0.88	1.40	1.54	0.07
Agregado grueso	T - 07	2.81	0.88	1.37	1.56	0.10
Agregado grueso	T - 08	2.82	0.75	1.40	1.54	0.08
Agregado grueso	T - 09	2.81	0.75	1.40	1.55	0.20
Agregado grueso	T - 10	2.81	0.88	1.41	1.57	0.16
Agregado fino	S/T	2.48	1.53	1.61	1.79	6.82

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 27, los resultados difieren en los diferentes tratamientos, esto debido a las diferentes proporciones de agregados de 1", ¾" y ½". Con respecto al peso específico de los agregados gruesos, se observó que variaron entre 2.57 a 2.83g/cm³, siendo los valores mínimos los obtenidos de 2.62g/cm³, 2.57g/cm³ y 2.61g/cm³ en los tratamientos T-01, T-02 y T-03 respectivamente; asimismo, el mayor valor obtenido fue de 2.83g/cm³ en el tratamiento T-05; el resto de los tratamientos tuvieron pesos específicos promedios de 2.81g/cm³. De acuerdo a lo establecido por (Ortega, 2013), los rangos admisibles para esta característica se encuentra entre 2.5 – 2.8gr/cm³, lo que significa en la presente investigación que los tratamientos T-01, T-02 y T-03 se encuentran dentro de los rangos establecidos mientras que los tratamientos T-04 a T-10 están

por encima de los parámetros, sin embargo, resultan aceptables porque no se aleja sustancialmente de dichos rangos.

El peso específico de la arena resultó de 2.48g/cm^3 . (Pasquel, 1998), menciona que los agregados normales oscilan entre $2,5$ y $2,75\text{g/cm}^3$; en la presente investigación, se encontró debajo de los parámetros, sin embargo, al redondear el valor se encuentra dentro de los parámetros, por tanto es considerado dentro de los agregados denominados normales y aceptable para la elaboración del concreto.

Respecto al porcentaje de absorción; se observó que los resultados obtenidos varían significativamente unos entre otros, observándose porcentajes más bajos en los tratamientos T-04, T-05, T-08 y T-09 con 0.75% , 0.63% , 0.75% y 0.75% respectivamente, mientras que los porcentajes de absorción mayores fueron de los obtenidos en los tratamientos T-02 y T-03 con 1.10% y 1.26% respectivamente. Significa que mientras las piedras sean de mayor tamaño presentarán menor absorción; asimismo, mientras las piedras sean de menor tamaño mayor será la superficie específica y por tanto mayor será la absorción, debido a que se cuenta con mayor cantidad de poros vacíos tal y como lo establece (Pasquel, 1998). El porcentaje de absorción de la arena resultó de 1.53% .

Respecto al peso unitario suelto; los resultados fueron similares en todos los tratamientos, teniendo valores mínimos desde 1.34g/cm^3 y 1.38g/cm^3 en los tratamientos T-01 y T-02, mientras que los valores altos resultaron de 1.41g/cm^3 y 1.42g/cm^3 en los tratamiento T-10 y T-03. El peso unitario suelto de la arena resultó de 1.61g/cm^3 . (Olarte, 2017), reportó agregados gruesos con

pesos específicos sueltos entre 1.31-1.32g/cm³ en canteras locales, en la presente investigación, los pesos específicos resultados similares a los reportados, por lo que se consideran como agregados de peso normal

Respecto al peso unitario compactado; los resultados obtenidos fueron similares, siendo el valor mínimo el PUC=1.45g/cm³ aquel obtenido en el tratamiento T-01, mientras que el valor alto es 1.57g/cm³ en el tratamiento T-10. . (Olarte, 2017), reportó agregados gruesos con peso unitario compactado entre los rango 1.50-1.59g/cm³; en la presente investigación se obtuvieron resultados dentro y cercanos a los reportados, por tanto se consideran agregados de peso unitario compactado normal.

Respecto al porcentaje de humedad, resultó variable, con valores desde 0.03% en el tratamiento T-08 hasta un porcentaje de humedad del 1.33% en los tratamientos T-01, T-02 y T-03. Asimismo, el porcentaje de humedad de la arena resultó de 6.82%.

5.1.3 Diseño de la mezcla del concreto.

Los resultados obtenidos en las siguientes tablas permiten visualizar los diseños de mezcla de concreto de los agregados distribuidos en tratamientos expresados para 1 pies³ de cemento para una resistencia requerida de $F'c=210\text{kg/cm}^2$. El detalle del cálculo se visualiza en el capítulo de anexos.

Tabla 28
Diseño de mezcla de concreto.

Proporción de Agregados

DISEÑO EXPRESADO EN PIES³

Tratamientos	Agregado 1"	Agregado 3/4"	Agregado 1/2"	Cemento (Pie3)	Agua (Litros)	Arena (Pie3)	Piedra (Pie3)	A/C
T-01	100.00%	0.00%	0.00%	1.00	17.85	2.382	3.013	0.56
T-02	0.00%	100.00%	0.00%	1.00	18.70	2.131	2.642	0.56
T-03	0.00%	0.00%	100.00%	1.00	19.13	2.121	2.198	0.56
T-04	50.00%	50.00%	0.00%	1.00	19.13	2.410	3.101	0.56
T-05	50.00%	0.00%	50.00%	1.00	19.13	2.410	3.077	0.56
T-06	0.00%	50.00%	50.00%	1.00	19.55	2.289	2.617	0.56
T-07	33.34%	33.33%	33.33%	1.00	19.55	2.372	3.133	0.56
T-08	66.70%	16.65%	16.65%	1.00	19.13	2.419	3.027	0.56
T-09	16.65%	66.70%	16.65%	1.00	19.13	2.391	3.044	0.56
T-10	16.65%	16.65%	66.70%	1.00	19.55	2.363	3.055	0.56

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 28, se observa en los diseños de mezcla que la cantidad de agua varía entre 17.85lt en el tratamiento T-01 a 19.55lt en el tratamiento T-10, una diferencia en no mayor a 2.0lt; la cantidad de arena varía desde 2.121pie3 en el tratamiento T-03 a 2.419pie3 en el tratamiento T-08 habiendo una diferencia de 0.298pies3; sin embargo, la proporción de piedra resultó variable desde 2.198pie3 en el tratamiento T-03 a 3.133pie3 en el tratamiento T-07 con diferencias de hasta 0.935pie3.

La figura 38, permite visualizar la variación de los componentes en el diseño de mezcla de los 10 tratamientos.

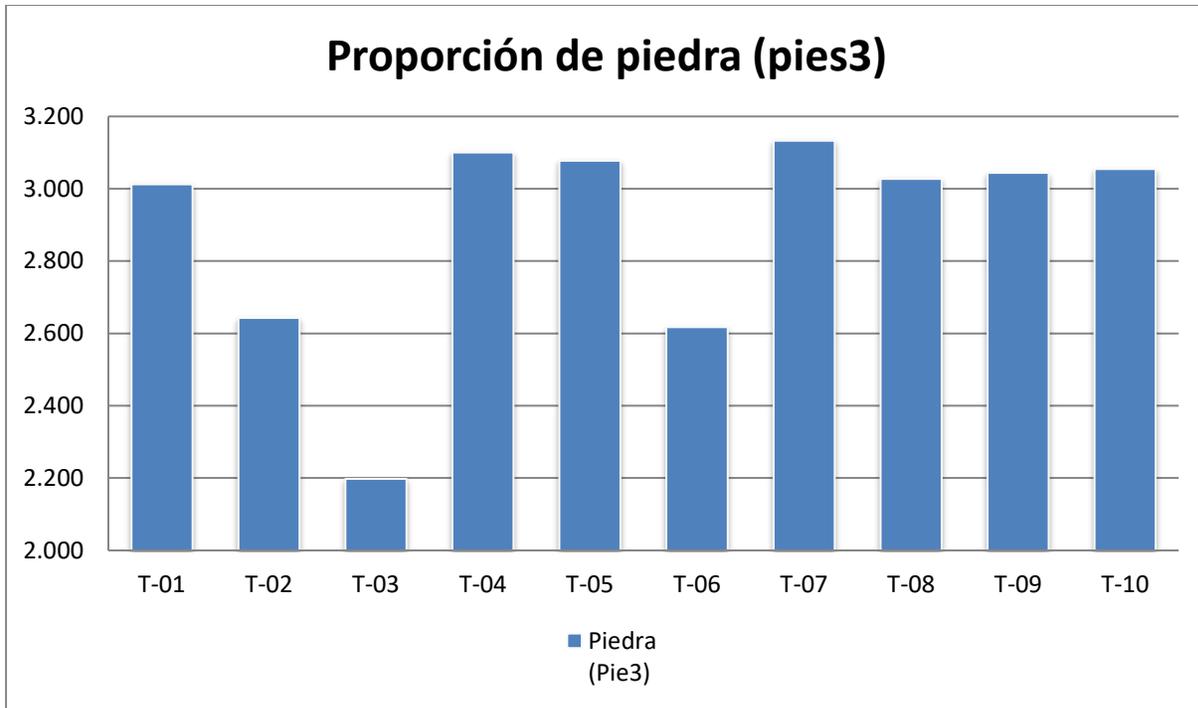


Figura 38. *Proporción de piedra en los diferentes tratamientos.*
 Fuente: Elaboración propia.

De la figura 37, se observa que los tratamientos T-02, T-03 y T-06 presentaron menor proporción de agregado grueso comparado con el resto de los tratamientos, esto debido a que dichos tratamientos presentaron menores tamaños máximos nominales de 3/4” en el T-02, 1/2” en el T-03 y 3/4” en el T-06, los cuales están directamente relacionados con el volumen del agregado grueso de acuerdo tal como especifica las tablas de ACI. Se obtuvieron mayor proporción de piedra en los tratamientos T-01, T-04, T-05, T-07, T-08, T-09 y T-10 por presentar un TMN=1”.

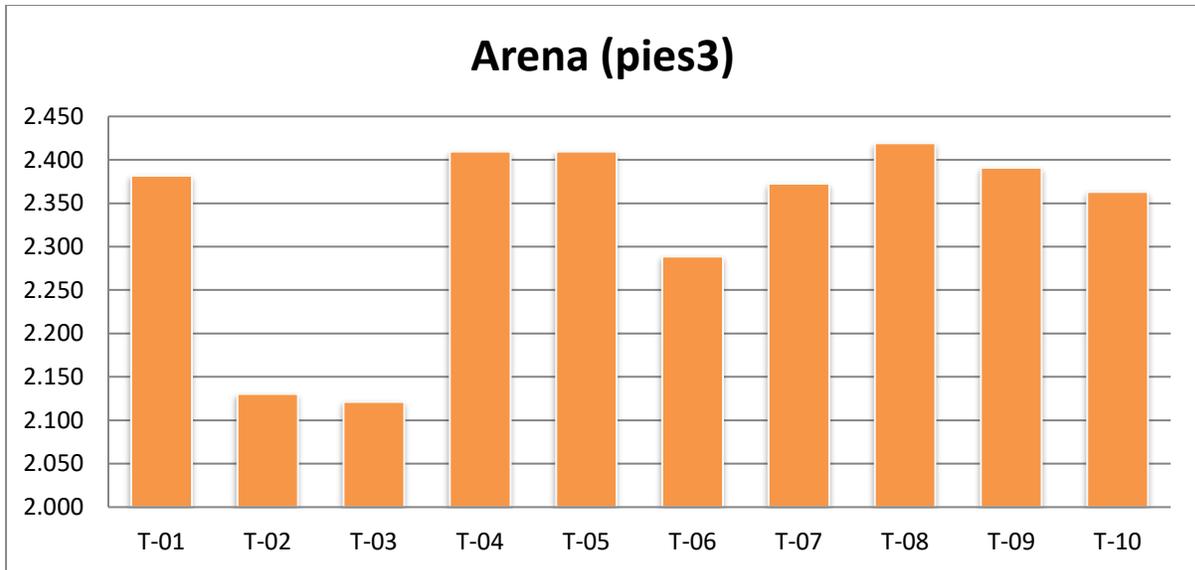


Figura 39. *Proporción de la arena en los diferentes tratamientos.*

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la figura 39, que se requirió menor cantidad de arena en los tratamientos T-02, T-03 y T-06 debido a que presentan los menores tamaños máximos nominales de $\frac{3}{4}$ " , $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " respectivamente, comparado con el resto de los tratamientos, pues presentan un tamaño máximo nominal de 1".

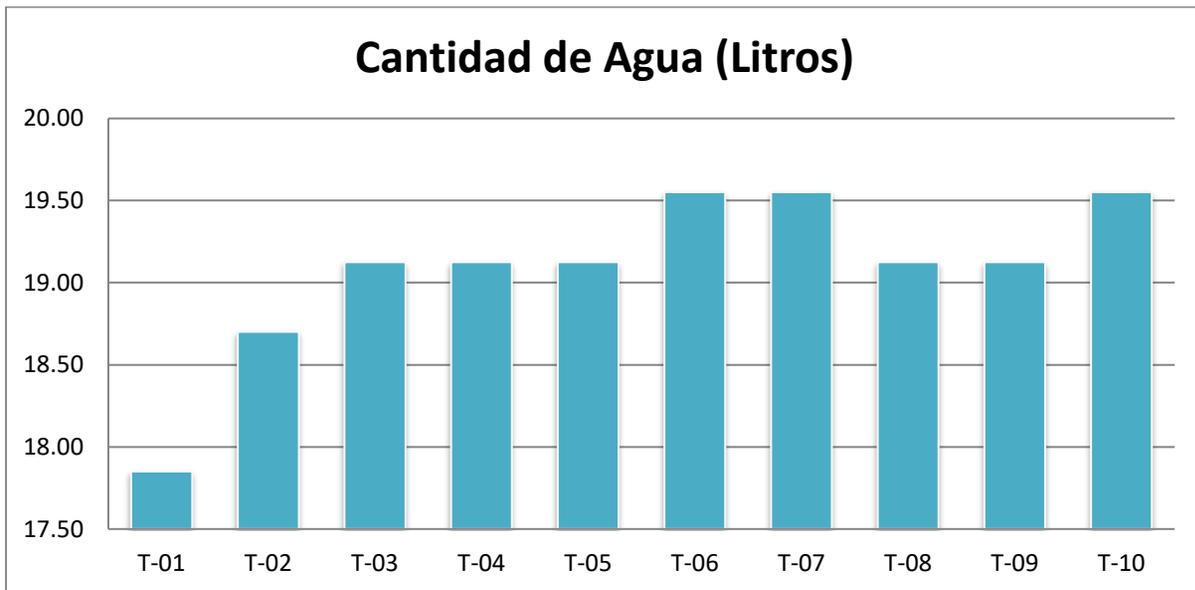


Figura 40. *Proporción del agua en los diferentes tratamientos.*

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 40, se observó que se requirió de menor proporción de agua en el tratamiento T-01 con solamente 18.28lt, esto debido también a la relación existente con el tamaño máximo nominal del agregado en tratamiento, pues resultó de un valor de 1”; asimismo, esto debido a la menor superficie específica que presenta dicho agregado requiriéndose menor cantidad de pasta y por tanto agua en la mezcla de concreto como lo indicó (Pasquel, 1998).

5.1.4 Resultados de la resistencia a la compresión del concreto.

Luego de haber diseñado las mezclas y fabricado las briquetas de concreto con los 03 medidas de agregados distribuido en 10 tratamientos y con 03 repeticiones, transcurrido el tiempo de curado, se determinó la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días visualizados en la tabla 29.

Tabla 29
Resistencia a la compresión del concreto.

Tratamiento N°	Resistencia promedio			Pro medio	Varianza	Desv. Estand.	Coef. Var.	
	Resultado 01	Resultado 02	Resultado 03					
T - 01	1	177.97	194.67	171.18	181.28	4560833.33	2135.61	6.67%
T - 02	2	329.69	319.00	316.05	321.58	1608433.33	1268.24	2.23%
T - 03	3	259.80	230.55	253.92	248.09	7477900.00	2734.57	6.24%
T - 04	4	273.84	278.87	282.38	278.37	576100.00	759.01	1.54%
T - 05	5	263.43	265.07	249.16	259.22	2388433.33	1545.46	3.37%
T - 06	6	225.51	255.96	275.08	252.18	19517733.33	4417.89	9.91%
T - 07	7	280.74	290.08	269.99	280.27	3155833.33	1776.47	3.59%
T - 08	8	248.94	257.71	244.13	250.26	1480833.33	1216.89	2.75%
T - 09	9	260.82	232.47	246.62	246.64	6275033.33	2505.00	5.75%
T - 10	10	232.47	246.62	247.18	242.09	2170000.00	1473.09	3.44%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29, se observa que el tratamiento T-01 obtuvo la resistencia más baja con un valor promedio 181.28Kg/cm², la mayor resistencia obtenida fue en el tratamiento T-02, con un valor promedio de 321.58Kg/cm², el resto de los tratamiento tuvieron resultados similares entre los rangos 248.00Kg/cm² y 280.09Kg/cm².

En la figura 41, se visualiza una comparación de las resistencias obtenidas en los diferentes tratamientos, en el que existen variaciones sustanciales.

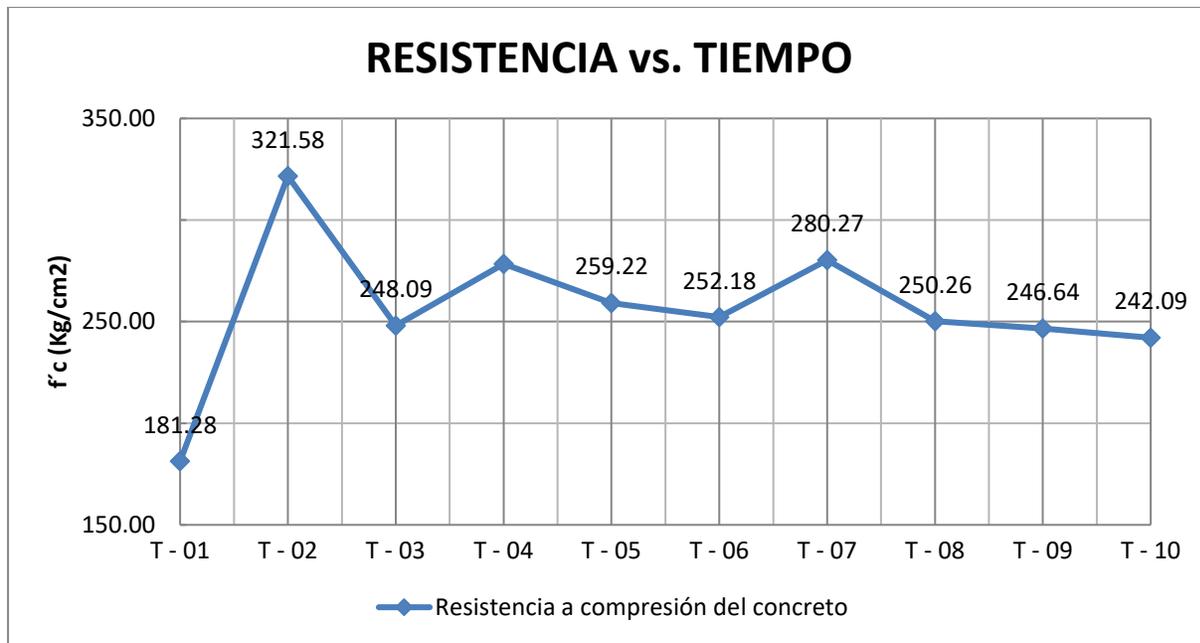


Figura 41. Resistencia a la compresión del concreto de las briquetas de los tratamientos a los 28 días proyectado.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 42, se observa que las resistencias obtenidas en 09 tratamientos fueron superiores a las especificadas, mientras que el Tratamiento T-01, obtuvo una resistencia inferior a la especificada.

(Manual_Concrete, 1963) y (Walker, Bloem, & Gaynor, 1959), afirman que para resistencias bajas son más efectivos los agregados de tamaño grande mientras que para resistencias altas son más efectivos los de tamaño pequeño; en la presente investigación efectivamente el diseño de mezcla con mayor tamaño de agregado es referido al tratamiento T-01 (100% de agregado de 1”), que presentó menor resistencia promedio de 181.28kg/cm², pues se trata del agregado con tamaño máximo de 1” y que presenta en mayor proporción piedra de 1”, es decir, que representa el 13.22% del total del agregado mientras que los tratamiento T-02 a T-10 tuvieron piedra de 1” con un valor promedio de 3.19%, mucho menor al T-01, por tanto, se confirma que la baja resistencia a

compresión del concreto en el tratamiento T-01 se debe a que presenta un mayor valor del tamaño máximo del agregado (13.22% de piedra de 1”).

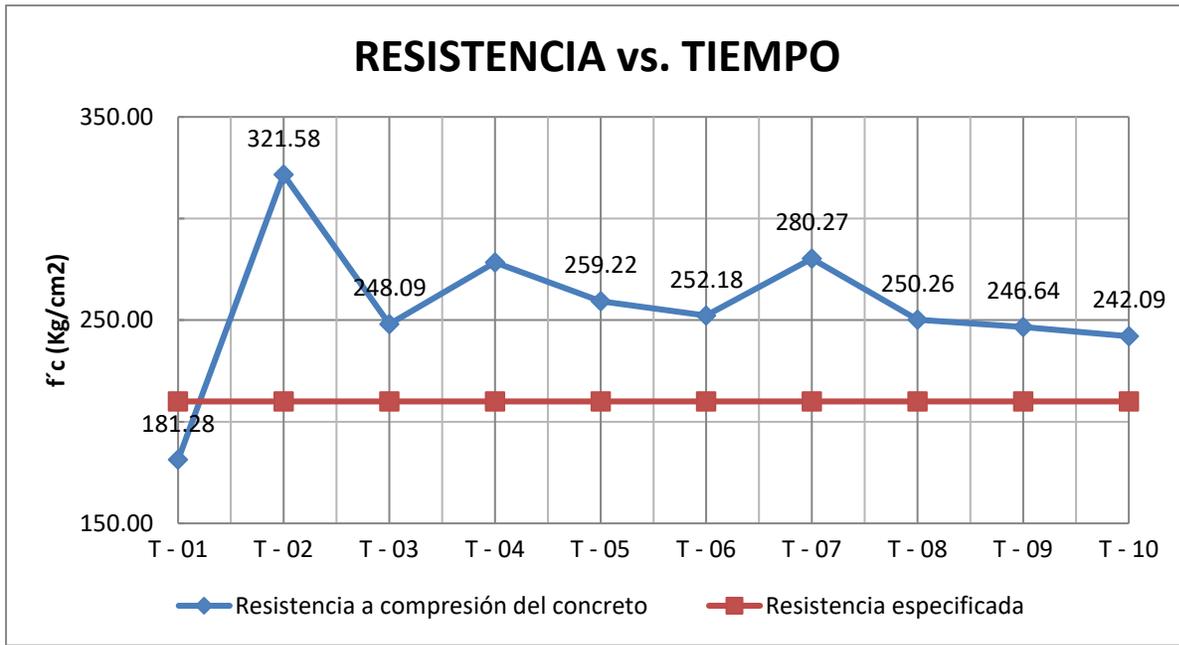


Figura 42. Comparación de la resistencia de especificada y la resistencia obtenida (Expresado en Kg/cm²).

Fuente: Elaboración propia.

La (NTP400:037, 2014), dentro de los requisitos granulométricos para el agregado grueso, se permite analizar que los rangos permitidos para agregados con tamaños máximos nominales de 1”, deben tener piedra de 1” entre rangos de 0 y 10% siendo ideal de 5% para obtener resistencias a compresión requeridas superior a las especificadas; en la presente investigación, los tratamientos T-02 a T-10 presentaron en la composición de agregados gruesos piedra de 1” entre 0 a 9.93%, es decir, valores entre los rangos analizados en la NTP, por tanto, se confirma que a menor cantidad de agregados con piedra de 1” se permitirá obtener una mayor resistencia a compresión del concreto.

(Torres, 2015), reportó en su trabajo de investigación que los agregados gruesos que no cumplen con los límites de la norma ASTM C 33 o NTP 400.037 tienen influencia negativa en la resistencia del concreto; en la presente investigación, el tratamiento T-03 no presentó adecuada distribución granulométrica, es decir, no cumplió con los usos granulométricos especificados en la NTP 400.037, sin embargo, los resultados de la resistencia a compresión del concreto arrojó un valor de $f'c = 248.09$, superior al $f'c$ requerido de 210kg/cm^2 , por tanto se puede afirmar que si es posible obtener una resistencia a compresión de concreto especificado con agregados que no presentan adecuada distribución granulométrica; dicha afirmación es también corroborada por la (NTP400:037, 2014) que afirma que se permitirá agregados que no cumplan con gradaciones especificadas siempre que existan estudios que aseguren que el material producirá un concreto de calidad requerida.

(Torres, 2015), también recomienda que los agregados que no cumplen con los límites de la norma ASTM C33 o NTP 400.037 se busque agregados de otras fuentes con buena calidad para lograr concretos que cumplan con la resistencia de diseño esperada; en la presente investigación se utilizó el agregado de 1/2" que no cumplió con la NTP 400.037 y se analizó de forma independientemente y combinado proporcionalmente en 06 tratamientos (T-05 con 50%, T-06 con 50%, T-07 con 33.33%, T-08 con 16.65%, T-09 con 16.65% y T-10 con 66.70%), los cuales en su totalidad obtuvieron resistencias a compresión superiores a la resistencia especificada, por tanto se puede afirmar, que no se puede descartar un agregado que no cumpla con el uso especificado si ha logrado una resistencia a compresión especificada, asimismo, existe la opción de poder combinar agregados que no cumplen con la NTP 400.037 con aquellas que cumplen con

la norma, para lograr una distribución adecuada de los agregados y finalmente obtener resistencias requeridas como los obtenidos en la presente investigación.

5.1.5 Análisis de efectos estimados e interacciones para la resistencia del concreto.

La presente investigación utilizó en “Software Estadística” para realizar los análisis de las variables independientes. A continuación se describen los análisis de efectos estimados e interacciones, análisis de varianza (ANOVA), interpretación de las gráficas de Pareto, los coeficientes y ecuación polinomial de la función.

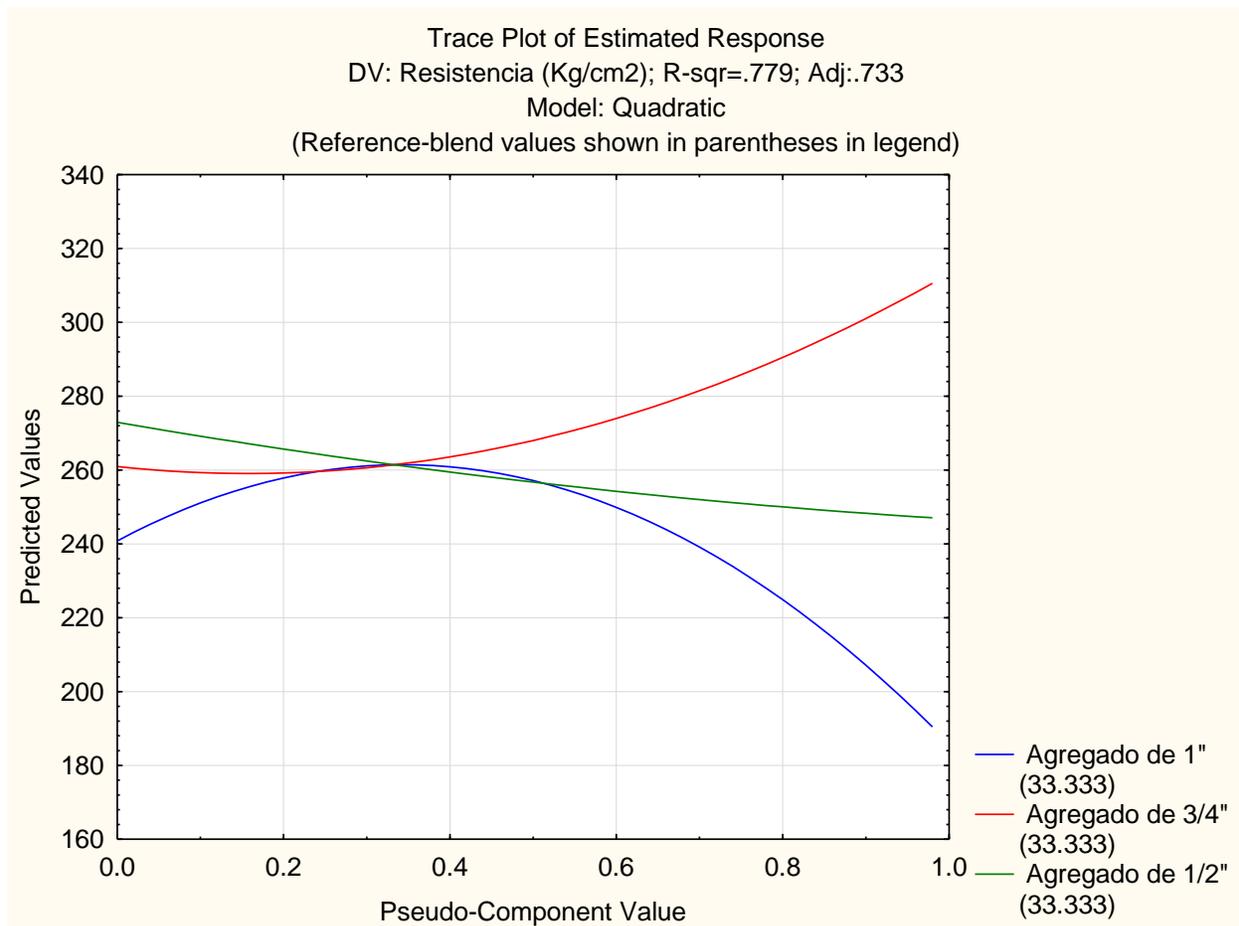


Figura 43. Efectos principales de los agregados en la resistencia a la compresión del concreto. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el comportamiento de la resistencia a diferentes proporciones de agregados resulta variable.

La resistencia del concreto con agregados de 1" presenta un comportamiento en forma de parábola, donde se evidencia un aumento en la resistencia hasta un punto máximo aproximado al 0.4, para luego disminuir a medida que se incrementa la proporción, esto ocurre debido a que los agregados de mayor tamaño presentan menor superficie específica para lograr la adherencia con la pasta del concreto por lo que su incremento en términos proporcionales reduce significativamente la resistencia del concreto.

La resistencia del concreto con proporciones variables de agregado de 1/2" presenta un comportamiento inverso a lo descrito con el agregado de 1", pues a medida que se incrementa la proporción de agregado de 1/2", incrementa la resistencia del concreto, dichos agregados de menor tamaño permiten una mayor adherencia a la pasta de concreto.

La resistencia con agregados de 3/4" presentan un comportamiento lineal, pues la variación en la proporción no afecta de manera significativa en la resistencia del concreto.

5.1.6 Análisis de varianza (ANOVA) para la resistencia a la compresión del concreto.

La tabla 30, se detalla los resultados del ANOVA para resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 30
Análisis de varianza para la resistencia a la compresión del concreto.

Factor	Coef.	Std. Err	T (24)	P	-95% Cnf. Limt	+95% Cnf. Limt
(A) Agregado de 1"	1.859016	0.102332	18.16649	0.000000	1.647813	2.070220
(B) Agregado de ¾"	3.131035	0.102332	30.59678	0.000000	2.919832	3.342238
(C) Agrado de ½"	2.467940	0.102332	24.11695	0.000000	2.256737	2.679143
AB	0.009364	0.004716	1.98551	0.058627	-0.000370	0.019098
AC	0.017840	0.004716	3.78269	0.000911	0.008106	0.027575
BC	-0.015656	0.004716	-3.31941	0.002872	-0.025390	-0.005921

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 30, se observa que cinco de los efectos presentan valores P inferiores a 0,05, quiere decir que son significativamente influyentes en la variable dependiente a un nivel de confianza al 95,0 %. Respecto al R^2 estadístico, el modelo explica el 77.90% de la variabilidad en la resistencia a la compresión del concreto. El R^2 ajustado es 77.90%, compara los diferentes números de las variables independientes, lo que significa en la presenta investigación que los agregados tienen influencia en la resistencia a la compresión del concreto.

La carta estandarizada de Pareto (Figura 44) confirma los resultados del ANOVA del nivel de significancia de las variables independientes en la resistencia a la compresión del concreto.

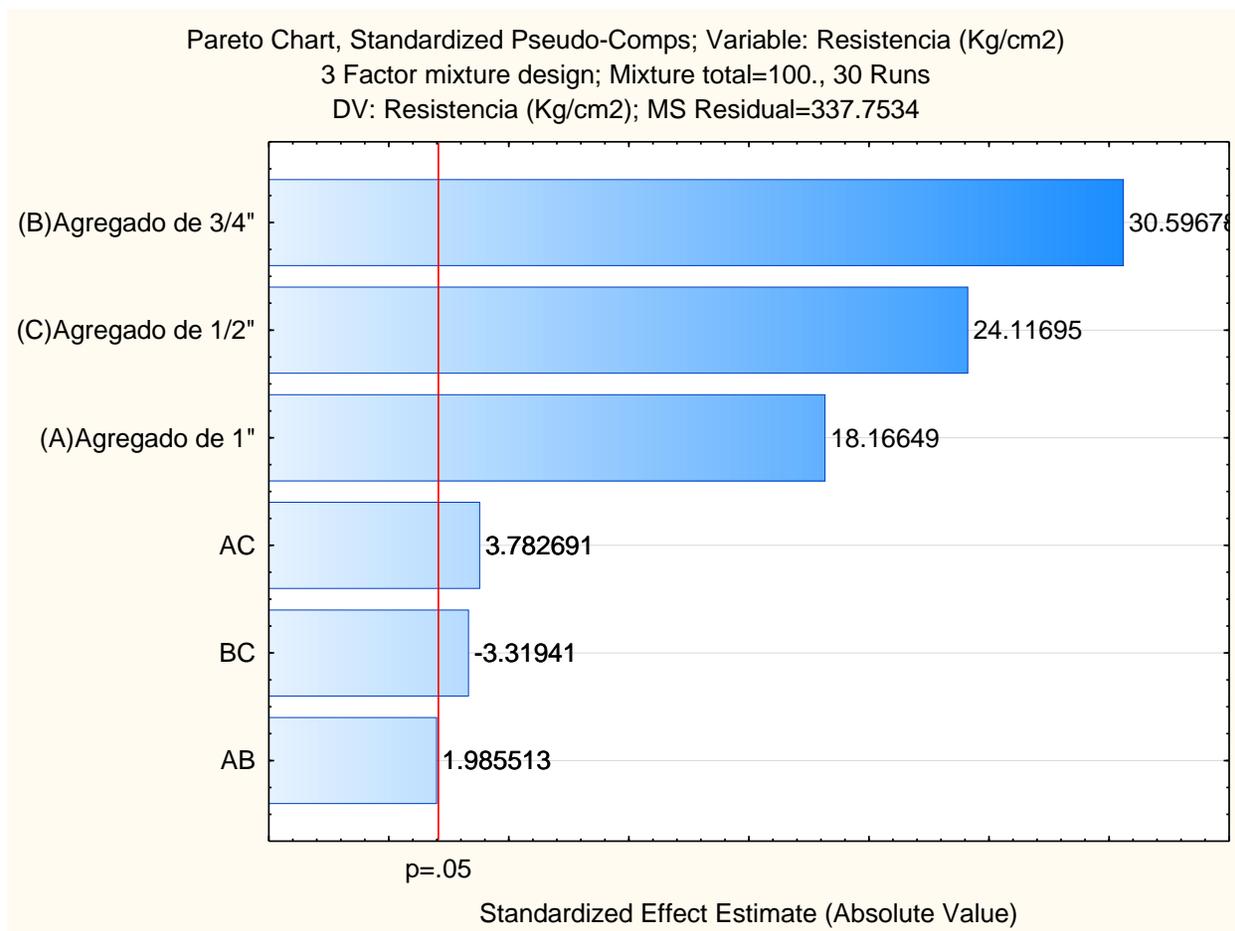


Figura 44. Carta estandarizada de Pareto para la resistencia a la compresión del concreto.
 Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las variables independientes como son la combinación de los agregados de 1", 3/4" y 1/2" así como las interacciones de agregado de 1" con agregado de 1/2" y agregado de 3/4" con agregado de 1/2" sobre pasan la línea vertical de significancia en la variable dependiente, quiere decir que la combinación de los agregados tienen una influencia en la resistencia a la compresión del concreto.

5.1.7 Coeficientes de regresión para la resistencia a la compresión del concreto.

La tabla 31, detalla los coeficientes de regresión que se ajustan a los datos para la resistencia a compresión del concreto.

Tabla 31
Coeficientes de regresión para la resistencia a la compresión del concreto.

Factor	Coef	Pseudo Comp. Val	Coeff Value	Original Comp. Val
Agregado de 1"	185.619	0.333333	61.8729	33.33333
Agregado de ¾"	312.821	0.333333	104.2735	33.33333
Agregado de ½"	246.511	0.333333	82.1703	33.33333
AB	97.039	0.111111	10.7821	
AC	181.800	0.111111	20.2000	
BC	-153.160	0.111111	-17.0178	
Predicted			262.2812	
-95% Conf.			251.0178	
+95% Conf.			273.5445	
-95% Pred.			221.6706	
+95% Pred.			302.8917	

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación del modelo polinomial ajustado a los datos experimentales es de primer orden y se describe a continuación:

- **Resistencia a la compresión del concreto** = $185.619x$ Agregado de 1" + $246.010x$ Agregado de ¾" + $313.321x$ Agregado de ½" + $257.384x$ (Agregado de 1" x Agregado de ¾") + $21.456x$ (Agregado de 1" x Agregado de ½") - $153.160x$ (Agregado de ¾" x Agregado de ½").

CONCLUSIONES

1. Se evaluó la granulometría de los agregados de la cantera La Sorpresa y se confirmó la influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017, con un valor $F_c=13.49593$ y $P_{valor}=0.000086$ a un nivel de confianza del 95.00%.
2. Se determinó las características granulométricas de los agregados de 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de la cantera La Sorpresa en la provincia de Abancay, 2017; distribuidos de manera proporcional en 10 tratamientos, de los cuales 09 presentaron adecuada distribución granulométrica en cumplimiento con la NTP 400.037 y ASTM C33, mientras que el tratamiento T-03 conformado por el 100% de agregado de $\frac{1}{2}$ " no presentó adecuada distribución granulométrica y no cumplió con la NTP 400.037 y ASTM C33; asimismo, predominó la piedra de $\frac{1}{2}$ " en todos los tratamientos con un 39.60% promedio, seguido de la piedra de $\frac{3}{4}$ " con un 21.16% promedio. El tratamiento T-01 presentó una mayor proporción de piedra de 1" (13.22% del total de agregados), mientras que los tratamientos T-2 a T-10 presentaron menor proporción de piedra de 1" (3.19% del total de agregados).
3. Se determinó la influencia de la granulometría de los agregados gruesos 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de la cantera La Sorpresa distribuidos de manera proporcional en 10 tratamientos, en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017. El tratamiento T-01 (100% AG 1") obtuvo un $F'_c=181.28\text{kg/cm}^2$, un valor por debajo del F'_c especificado, mientras que los tratamientos T-02, T-03, T-04, T-05, T-06, T-07, T-08, T-09 y T-10 conformados por agregados de 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " con distribución proporcional de los agregados presentaron resistencias a compresión superiores al f'_c especificado= 210kg/cm^2 , con valores promedios desde

$f'c=248.09\text{kg/cm}^2$ obtenido en el tratamiento T-02 a 321.58kg/cm^2 obtenido en el tratamiento T-02. Los resultados estadísticos obtenidos del ANOVA obtuvieron un $F_c=13.49593$ mayor a $F_o=3.35$ confirmando el nivel de influencia en la variable dependiente, asimismo un $P_{\text{valor}}=0.000086$ menor a $P=0.05$ confirmando la significancia a un nivel de confianza del 95.00%, es decir, que existe influencia significativa de la granulometría de los agregados gruesos 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de la cantera La Sorpresa en la resistencia a compresión del concreto.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Evaluar la granulometría de los agregados de manera independiente de diferentes canteras y determinar la aptitud de la misma a diferentes resistencias especificadas de $f'c=175\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$.
2. Realizar diseños de mezcla para la fabricación y obtención de resistencias a la compresión de concreto con valores superiores a las resistencias especificadas utilizando la combinación de agregados de diferentes canteras en la Provincia de Abancay.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (1996). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos.
- Aymara, J. y. (2015). Elaboración de concreto de alta resistencia con la incorporación de superplastificantes y silices en la ciudad de Abancay. Abancay, Apurímac.
- Bresler, B. (1974). *Reinforced Concrete Engineering. Volume 1. Materials, Structural Elements, Safety*. John Wiler & Sons.
- Burgos, E. G. (2012). Variación del módulo de finura del agregado fino de 3.0 a 3.6 en concreto de mediana a baja resistencia. Lima, Perú.
- Cottier, J. (1995). *Tecnología del Concreto*. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
- Fasananco, J., & B., G. (2016). Diseño de concreto 175Kg/cm², 210 Kg/cm² y 280 Kg/cm², con agregado grueso de bolonería del río Huallaga y agregado fino del río Parapapura. Tarapoto, Perú.
- Gonzales, C. (1995). *Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado* (3era ed.). Limusa.
- Gonzalez, O. (1965). Influencia del tamaño de los agregados en la resistencia del concreto. En D. B. S. Walker, *"Relationships of Concrete Strength to Maximum Size of Aggregate"*. Mexico.
- Manual_Concrete. (1963). Department of the Interior, Bureau of reclamation. 7.
- Martinez, S. (2009). Análisis comparativo de diseño y elaboración de concreto de las canteras Fabiola y Luz Mercedes para la ciudad de Piura. Piura, Perú.
- Neville, A. (1997). *Properties of Concrete* (4ta ed.). John Wiley & Sons.
- NTP400:024. (2011). Agregados. *Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto*, 3. Dirección de Normalización - INACAL.

- NTP400:037. (2014). Agregados. *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*, 3. Dirección de Normalización - INACAL.
- Olarte, Z. (2017). Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles. Abancay, Perú.
- Ortega, A. (2013). La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles. Ambato, Ecuador.
- Ottazi, P. (2004). Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado. (*Tesis de Maestría*). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Richard, J. F. (marzo de 1961). Discusión a la Ref. 4, ACI Journal, 57. Proceedings.
- Rivera, G. (s.f). *Concreto Simple*. Bogotá: Universidad de Cauca.
- RNE. (2013). Reglamento Nacional de Edificaciones. 1. Lima, Perú.
- Rodríguez, J. (2015). *Agregados*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de <http://tecdelconcretorodriguez.blogspot.pe/2016/04/semana-4-los-agregados.html>
- Sánchez F. y Tapia R. (2015). Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de Concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días. (*Tesis de Pregrado*). Trujillo: Universidad Privada Anteno Orrego.
- Sanchez, H. (2016). Tipo y métodos de investigación. Lima.

- Silva, J. (2016). *Tipos de Agregados y su influencia en el diseño de mezcla del concreto*. Recuperado el 05 de Enero de 2017, de <http://blog.360gradosenconcreto.com/tipos-de-agregados-y-su-influencia-en-el-diseno-de-mezcla-del-concreto/>
- Torres, K. (2015). Evaluación de la influencia en la resistencia del concreto $f'c=140\text{kg/cm}^2$. $f'c=175\text{kg/cm}^2$ y $f'c=210\text{kg/cm}^2$ usando agregado de río o agregado del cerro en Cajamarca. *Tesis de Grado*. Cajamarca, Perú.
- Walker, S., Bloem, D., & Gaynor, R. (1959). "Relationships of concrete strength to Maximum Size of Aggregate". Mexico: Highway research Board Proceedings.
- Zevallos, S. (2015). *Agregados*. Recuperado el 01 de Marzo de 2017, de <http://teevpaul.blogspot.pe/2015/10/semana-vi-agregados.html>
- Zorrilla, S. (2010). Introducción a la metodología de investigación. Mexico: Cal y Arena.

Normas:

NTP 400.010:2011 (Revisada el 2016). AGREGADOS. Extracción y preparación de muestras. Lima, 3ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 400.043:2015. AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo. Lima, 2ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 400.015:2013. AGREGADOS Método de ensayo normalizado para terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados. 3ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 400.018:2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (Nº200) por lavado de agregados. 3ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 339.185:2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 400.017:2011 (Revisada el 2016). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. 3ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 400.022:2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 400.021:2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 400.012:2013. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 339.033:2015. CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. 4ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

NTP 339:034:2015. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Ed. Dirección de Normalización – INACAL.

ASTM D75. Muestreo de Agregados.

ASTM C 702. “Standard Practice for reducing field samples of aggregates to testing size”

ASTM C142. “Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates”.

ASTM C117. “Standard Test Method for Materials Finer than 75- μm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing”

ASTM C40. “Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete”.

ASTM C566. “Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying”.

ASTM C29/C29M. “Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate”.

ASTM C128. “Historical Standard: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Finos”

ASTM C127. “Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate”.

ASTM C136. “Standard Method for sieve analysis of fine and coarse aggregates”

ASTM C31/C3M. “Historical Standard: Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra”.

ASTM C39. “Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens”.

Método ACI 211.1-1. Práctica estándar para seleccionar el proporcionamiento de concreto de Peso normal.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia.

ANEXO 2. Resultados de análisis de laboratorio

ANEXO 3. Plano de ubicación de la Cantera La Sorpresa.

ANEXO 4. Panel fotográfico de la cantera La Sorpresa.

ANEXO 5. Panel fotográfico del trabajo de campo.

ANEXO 6. Panel fotográfico del trabajo de laboratorio.

ANEXO 7. Panel fotográfico de elaboración del concreto.

ANEXO 8. Panel fotográfico de preparación de probetas y ensayos de resistencia.

ANEXO 9. Propuesta de optimización.

ANEXO 01.
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVELES DE LA INVESTIGACIÓN	INDICES	MÉTODO
<p>PRINCIPAL ¿De qué manera influye los agregados de la cantera La Sorpresa, en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017?</p>	<p>PRINCIPAL Evaluar la influencia de los agregados de la cantera La Sorpresa, en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017</p>	<p>PRINCIPAL Los agregados de la cantera La Sorpresa, si tienen influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017.</p>	<p>Variable Independiente</p>	<p>Proporción</p>	Agregado de 3/4"	0 - 100	%	<p>Tipo de investigación: Básico sustancial</p> <p>Nivel de investigación: Aplicativo</p> <p>Técnica: Cuantitativa</p> <p>Instrumentos: Observación</p> <p>Población: Cantera la Sorpresa</p> <p>Muestra: De acuerdo al NTP 400.010:2011 50.00Kg de agregados de 1"; 25.00Kg de agregados de 3/4", y 15.00Kg de agregados de 1/2"</p>
					Agregado de 1/2"	0 - 100	%	
					Agregado de 3/8"	0 - 100	%	
<p>ESPECÍFICO 1. ¿Cuáles son las características granulométricas de los agregados gruesos 1", 3/4" y 1/2" de la cantera La Sorpresa en la provincia de Abancay, 2017?</p>	<p>ESPECÍFICO 1. Determinar las características granulométricas de los agregados de 1", 3/4" y 1/2" de la cantera La Sorpresa en la provincia de Abancay, 2017</p>							
<p>ESPECÍFICO 2. ¿De qué manera influye la granulometría de los agregados gruesos de 1", 3/4" y 1/2" de la cantera La Sorpresa en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017?</p>	<p>ESPECÍFICO 2. Determinar la influencia de la granulometría de los agregados gruesos 1", 3/4" y 1/2" de la cantera La Sorpresa, en la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de Abancay, 2017</p>		<p>Variable Dependiente</p>	<p>Resistencia a la Compresión</p>	<p>Concreto</p>		<p>Kg/cm2</p>	

ANEXO 02.
RESULTADOS
DE ANÁLISIS DE
LABORATORIO

RESULTADO N° 2.1.1.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T-01	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	100%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	0%

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.1. 1		
Detalle	Medida	
Muestra	Agregado grueso	
Cantera	"La Sorpresa"	
N° de tratamiento	T - 01	
	Piedra de 1"	100.00%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4"	0.00%
	Piedra de 1/2"	0.00%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.1. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Sesta (Wsup)	gr	2325.00	1335.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	2390.00	1700.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	2305.00	1325.00	
Peso de sesta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	1490.00	800.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.76	2.48	2.62
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	0.87	0.75	0.81

P.E	:	2.62	gr/cm3
% Abs.	:	0.81	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.1. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12560.00	12525.00	12575.00	12565.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4405.00	4370.00	4420.00	4410.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.339	1.328	1.343	1.340	1.338

P.U.S.	:	1.34	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.1. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	12875.00	12950.00	12990.00	12945.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	4720.00	4795.00	4835.00	4790.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.435	1.457	1.470	1.456	1.454

P.U.C.	:	1.45	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.1.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 01	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	100%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	0%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.1. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	2440.00	2458.20	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	533.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	1885.00	1900.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	1.33	1.33	1.33

% W	:	1.33	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.1. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.62	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	0.81	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.34	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.45	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	1.33	%

RESULTADO N° 2.1.2.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 02	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	100%	Piedra de 1/2"	0%

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.2. 1		
Detalle	Medida	
Muestra	Agregado grueso	
Cantera	"La Sorpresa"	
N° de tratamiento	T - 02	
	Piedra de 1"	0.00%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4"	100.00%
	Piedra de 1/2"	0.00%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.2. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Secta (Wsup)	gr	875.00	1445.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	1430.00	1800.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	865.00	1430.00	
Peso de sexta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	530.00	900.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.51	2.62	2.57
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	1.16	1.05	1.10

P.E	:	2.57	gr/cm3
% Abs.	:	1.10	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.2. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12670.00	12685.00	12690.00	12700.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4515.00	4530.00	4535.00	4545.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.37	1.38	1.38	1.38	1.38

P.U.S.	:	1.38	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.2. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	13115.00	13170.00	13145.00	13120.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	4960.00	5015.00	4990.00	4965.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.508	1.524	1.517	1.509	1.514

P.U.C.	:	1.51	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.2.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 02	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	100%	Piedra de 1/2"	0%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.2. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	2440.00	2458.20	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	533.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	1885.00	1900.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	1.33	1.33	1.33

% W	:	1.33	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.2. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.57	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	1.10	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.38	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.51	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	1.33	%

RESULTADO N° 2.1.3.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"						
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores						
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad. Pachachaca
Fecha	09/10/2017					Cantera.	"La Sorpresa"
Tratamiento	T - 03	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	0%
				Piedra de 1/2"	100%		

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.3. 1	
Detalle	Medida
Muestra	Agregado grueso
Cantera	"La Sorpresa"
N° de tratamiento	T - 03
	Piedra de 1" 0.00%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4" 0.00%
	Piedra de 1/2" 100.00%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.3. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Secta (Wsup)	gr	1595.00	1215.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	1900.00	1650.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	1575.00	1200.00	
Peso de sesta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	1000.00	750.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.65	2.58	2.61
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	1.27	1.25	1.26

P.E	:	2.61	gr/cm3
% Abs.	:	1.26	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.3. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12835.00	12850.00	12865.00	12820.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4680.00	4695.00	4710.00	4665.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.422	1.427	1.432	1.418	1.425

P.U.S.	:	1.42	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.3. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	13250.00	13215.00	13245.00	13260.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	5095.00	5060.00	5090.00	5105.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.549	1.538	1.547	1.552	1.546

P.U.C.	:	1.55	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.3.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"
Tratamiento	: T - 03	Detalle de combinación:	Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	100%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.3. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	2870.00	2871.00	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	535.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	2300.00	2315.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	1.74	0.91	1.32

% W	:	1.32	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.3. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.61	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	1.26	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.42	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.55	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	1.32	%

RESULTADO N° 2.1.4.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T-04	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	50%	Piedra de 3/4"	50%	Piedra de 1/2"	0%

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.4. 1	
Detalle	Medida
Muestra	Agregado grueso
Cantera	"La Sorpresa"
N° de tratamiento	T - 04
	Piedra de 1" 50.00%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4" 50.00%
	Piedra de 1/2" 0.00%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.4. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Sesta (Wsup)	gr	2010.00	2010.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	2200.00	2200.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	1990.00	2000.00	
Peso de sesta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	1300.00	1300.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.80	2.82	2.81
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	1.01	0.50	0.75

P.E	:	2.81	gr/cm3
% Abs.	:	0.75	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.4. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12600.00	12645.00	12650.00	12620.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4445.00	4490.00	4495.00	4465.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.351	1.365	1.366	1.357	1.360

P.U.S.	:	1.36	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.4. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	13215.00	13225.00	13235.00	13220.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	5060.00	5070.00	5080.00	5065.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.538	1.541	1.544	1.540	1.541

P.U.C.	:	1.54	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.4.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"
Tratamiento	: T - 04	Detalle de combinación:	Piedra de 1"	50%	Piedra de 3/4"	50%	Piedra de 1/2"	0%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.4. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	4530.00	4532.00	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	530.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	3999.00	4000.50	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	0.03	0.04	0.03

% W	:	0.03	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.4. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.81	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	0.75	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.36	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.54	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	0.03	%

RESULTADO N° 2.1.5.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T - 05	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	50%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	50%

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.5. 1	
Detalle	Medida
Muestra	Agregado grueso
Cantera	"La Sorpresa"
N° de tratamiento	T - 05
	Piedra de 1" 50.00%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4" 0.00%
	Piedra de 1/2" 50.00%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.5. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Secta (Wsup)	gr	2005.00	2005.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	2200.00	2200.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	1990.00	1995.00	
Peso de sesta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	1300.00	1300.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.82	2.83	2.83
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	0.75	0.50	0.63

P.E	:	2.83	gr/cm3
% Abs.	:	0.63	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.5. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12770.00	12660.00	12665.00	12675.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4615.00	4505.00	4510.00	4520.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.403	1.369	1.371	1.374	1.379

P.U.S.	:	1.38	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.5. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	13265.00	13255.00	13265.00	13260.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	5110.00	5100.00	5110.00	5105.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.553	1.550	1.553	1.552	1.552

P.U.C.	:	1.55	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.5.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 05	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	50%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	50%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.5. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	4535.00	4533.00	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	530.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	4004.00	4000.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	0.02	0.08	0.05

% W	:	0.05	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.5. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.83	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	0.63	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.38	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.55	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	0.05	%

RESULTADO N° 2.1.6.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017					Cantera.	"La Sorpresa"		
Tratamiento	T - 06	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	50%	Piedra de 1/2"	50%

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.6. 1		
Detalle	Medida	
Muestra	Agregado grueso	
Cantera	"La Sorpresa"	
N° de tratamiento	T - 06	
	Piedra de 1"	0.00%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4"	50.00%
	Piedra de 1/2"	50.00%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.6. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Secta (Wsup)	gr	2010.00	2010.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	2200.00	2200.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	1995.00	1990.00	
Peso de sesta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	1300.00	1300.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.81	2.80	2.81
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	0.75	1.01	0.88

P.E	:	2.81	gr/cm3
% Abs.	:	0.88	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.6. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12770.00	12730.00	12780.00	12745.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4615.00	4575.00	4625.00	4590.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.403	1.391	1.406	1.395	1.399

P.U.S.	:	1.40	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.6. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	13215.00	13200.00	13210.00	13220.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	5060.00	5045.00	5055.00	5065.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.538	1.533	1.536	1.540	1.537

P.U.C.	:	1.54	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.6.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T-06	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	50%	Piedra de 1/2"	50%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.6. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	3531.00	3533.00	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	530.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	2999.00	3001.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	0.07	0.07	0.07

% W	:	0.07	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.6. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.81	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	0.88	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.40	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.54	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	0.07	%

RESULTADO N° 2.1.7.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T - 07	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	33.34%	Piedra de 3/4"	33.33%	Piedra de 1/2"	33.33%

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.7. 1		
Detalle	Medida	
Muestra	Agregado grueso	
Cantera	"La Sorpresa"	
N° de tratamiento	T - 07	
	Piedra de 1"	33.34%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4"	33.33%
	Piedra de 1/2"	33.33%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.7. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Secta (Wsup)	gr	2010.00	2010.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	2200.00	2200.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	1990.00	1995.00	
Peso de sesta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	1300.00	1300.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.80	2.81	2.81
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	1.01	0.75	0.88

P.E	:	2.81	gr/cm3
% Abs.	:	0.88	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.7. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12710.00	12665.00	12630.00	12640.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4555.00	4510.00	4475.00	4485.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.384	1.371	1.360	1.363	1.370

P.U.S.	:	1.37	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.7. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	13280.00	13260.00	13290.00	13270.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	5125.00	5105.00	5135.00	5115.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.558	1.552	1.561	1.555	1.556

P.U.C.	:	1.56	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.7.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"
Tratamiento	: T - 07	Detalle de combinación:	Piedra de 1"	33.34%	Piedra de 3/4"	33.33%	Piedra de 1/2"	33.33%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.7. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	3691.00	3690.00	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	530.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	3157.00	3158.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	0.13	0.06	0.10

% W	:	0.10	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.7. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.81	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	0.88	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.37	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.56	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	0.10	%

RESULTADO N° 2.1.8.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T - 08	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	66.70%	Piedra de 3/4"	16.7%	Piedra de 1/2"	16.7%

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.8. 1		
Detalle	Medida	
Muestra	Agregado grueso	
Cantera	"La Sorpresa"	
N° de tratamiento	T - 08	
	Piedra de 1"	66.70%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4"	16.65%
	Piedra de 1/2"	16.65%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.8. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Secta (Wsup)	gr	2010.00	2005.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	2200.00	2200.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	1995.00	1990.00	
Peso de sesta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	1300.00	1300.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.81	2.82	2.82
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	0.75	0.75	0.75

P.E	:	2.82	gr/cm3
% Abs.	:	0.75	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.8. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12790.00	12730.00	12740.00	12760.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4635.00	4575.00	4585.00	4605.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.409	1.391	1.394	1.400	1.398

P.U.S.	:	1.40	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.8. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	13200.00	13225.00	13210.00	13240.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	5045.00	5070.00	5055.00	5085.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.533	1.541	1.536	1.546	1.539

P.U.C.	:	1.54	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.8.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"
Tratamiento	: T - 08	Detalle de combinación:	Piedra de 1"	66.70%	Piedra de 3/4"	16.7%	Piedra de 1/2"	16.7%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.8. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	3690.00	3690.00	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	530.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	3158.00	3157.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	0.06	0.10	0.08

% W	:	0.08	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.8. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.82	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	0.75	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.40	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.54	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	0.08	%

RESULTADO N° 2.1.9.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T - 09	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	16.7%	Piedra de 3/4"	66.7%	Piedra de 1/2"	16.7%

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.9. 1	
Detalle	Medida
Muestra	Agregado grueso
Cantera	"La Sorpresa"
N° de tratamiento	T - 09
	Piedra de 1" 16.65%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4" 66.70%
	Piedra de 1/2" 16.65%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.9. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Secta (Wsup)	gr	2015.00	2005.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	2200.00	2200.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	2000.00	1990.00	
Peso de sesta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	1300.00	1300.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.80	2.82	2.81
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	0.75	0.75	0.75

P.E	:	2.81	gr/cm3
% Abs.	:	0.75	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.9. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12730.00	12765.00	12775.00	12740.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4575.00	4610.00	4620.00	4585.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.391	1.401	1.404	1.394	1.397

P.U.S.	:	1.40	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.9. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	13265.00	13245.00	13260.00	13250.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	5110.00	5090.00	5105.00	5095.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.553	1.547	1.552	1.549	1.550

P.U.C.	:	1.55	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.9.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"
Tratamiento	: T - 09	Detalle de combinación:	Piedra de 1"	16.7%	Piedra de 3/4"	66.7%	Piedra de 1/2"	16.7%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.9. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	3960.00	3960.00	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	530.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	3423.00	3423.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	0.20	0.20	0.20

% W	:	0.20	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.9. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.81	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	0.75	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.40	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.55	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	0.20	%

RESULTADO N° 2.1.10.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T - 10	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	16.7%	Piedra de 3/4"	16.7%	Piedra de 1/2"	66.7%

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.10. 1		
Detalle	Medida	
Muestra	Agregado grueso	
Cantera	"La Sorpresa"	
N° de tratamiento	T - 10	
	Piedra de 1"	16.65%
Proporción de agregados	Piedra de 3/4"	16.65%
	Piedra de 1/2"	66.70%

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE GRAVAS AASHTO T-85-70

Tabla N° 2.1.10. 2				
Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso muestra con sup. Secta (Wsup)	gr	2010.00	2005.00	
Peso muestra sumergida + sesta	gr	2200.00	2200.00	
Peso muestra secada al horno (Ws)	gr	1990.00	1990.00	
Peso de sesta	gr	900.00	900.00	
Peso muestra sumergida (Wsum)	gr	1300.00	1300.00	
Gravedad Específica = Ws/(Wsup-Wsum)	gr/cm3	2.80	2.82	2.81
Absorción = (Wsup - Ws)/Ws x 100	%	1.01	0.75	0.88

P.E	:	2.81	gr/cm3
% Abs.	:	0.88	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.10. 3						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	12795.00	12800.00	12780.00	12810.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	4640.00	4645.00	4625.00	4655.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = (M)/Vm	gr/cm3	1.410	1.412	1.406	1.415	1.411

P.U.S.	:	1.41	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.10. 4						
Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	13335.00	13310.00	13315.00	13320.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	5180.00	5155.00	5160.00	5165.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = (MC)/Vm	gr/cm3	1.574	1.567	1.568	1.570	1.570

P.U.C.	:	1.57	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.10.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	: 09/10/2017							
Tratamiento	: T - 10	Detalle de combinación:	Piedra de 1"	16.7%	Piedra de 3/4"	16.7%	Piedra de 1/2"	66.7%

4) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.10. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	3670.00	3675.00	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	530.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	3135.00	3140.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	0.16	0.16	0.16

% W	:	0.16	%
-----	---	------	---

4) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.10. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.81	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	0.88	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.41	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.57	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	0.16	%

RESULTADO N° 2.1.11.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región	Apurímac	Provincia	Abancay	Distrito	Abancay	Localidad	Pachachaca
Fecha	09/10/2017							
Muestra	Arena							

1) INFORMACIÓN

Tabla N° 2.1.11. 1

Detalle	Medida
Muestra	Agregado fino
Cantera	"La Sorpresa"
N° de tratamiento	S/N

2) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE ARENA.

Tabla N° 2.1.11. 2

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Volumen del frasco a 20°C	gr	500.00	500.00	
Peso del frasco+agua+arena = Wbws	gr	940.00	935.00	
Temperatura °C	gr	20.00	20.00	
Peso del frasco+agua=Wbw	gr	640.00	632.00	
Peso plato evaporado+arena seca		685.00	685.00	
Peso plato evaporador		190.00	195.00	
Peso del suelo seco = Ws		495.00	490.00	
Gravedad Específica = $Ws/(Wbw+500-Wbws)$	gr/cm3	2.48	2.49	2.48
Absorción = $(500-Ws)/Ws \times 100$	%	1.01	2.04	1.53

P.E	:	2.48	gr/cm3
% Abs.	:	1.53	%

3) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 2.1.11. 3

Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra (Pm+M)	gr	13460.00	13480.00	13450.00	13460.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra (M)	gr	5305.00	5325.00	5295.00	5305.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Suelto = $(M)/Vm$	gr/cm3	1.612	1.619	1.609	1.612	1.613

P.U.S.	:	1.61	gr/cm3
--------	---	------	--------

4) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 2.1.11. 4

Descripción	Unidad	Muestra N°				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del molde+muestra compactada (Pm+MC)	gr	14045.00	14040.00	14050.00	14055.00	
Peso del molde (Pm)	gr	8155.00	8155.00	8155.00	8155.00	
Peso de la muestra compactada (MC)	gr	5890.00	5885.00	5895.00	5900.00	
Volumen del molde (Vm)	gr	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00	
Peso Unitario Compactado = $(MC)/Vm$	gr/cm3	1.790	1.789	1.792	1.793	1.791

P.U.C.	:	1.79	gr/cm3
--------	---	------	--------

RESULTADO N° 2.1.11.
ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región	Apurímac	Provincia	Abancay	Distrito	Abancay	Localidad	Pachachaca
Fecha	: 09/10/2017							
Muestra		Arena						

5) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla N° 2.1.11. 5

Descripción	Unidad	Muestra N°		Promedio
		1	2	
Peso del envase+muestra inicial (PE+MI)	gr	2645.00	2645.00	
Peso del envase (PE)	gr	530.00	530.00	
Peso de la muestra seca (MS)	gr	1980.00	1980.00	
Humedad de la muestra = (MI-MS)/MSx100	%	6.82	6.82	6.82

% W	:	6.82	%
------------	---	-------------	----------

6) RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICOS

Tabla N° 2.1.11. 6

Descripción	Medida	Unidad
PESO ESPECÍFICO (P.E.)	2.48	gr/cm3
% DE ABSORCIÓN (% ABS)	1.53	%
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1.61	gr/cm3
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	1.79	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)	6.82	%

RESULTADO N° 2.1.12.
RESUMEN DEL ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017							Cantera.	"La Sorpresa"

1) RESUMEN DEL ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO DE LOS AGREGADOS

Cuadro N° 2.1.12. 1

Tipo de agregado	Tratamiento	Proporcionamiento			Peso específico (P.E) gr/cm ³	% Absorción (% Abs.) %	Peso Unitario Suelto (P.U.S.) gr/cm ³	Peso Unitario Compactado (P.U.C.) gr/cm ³	% Humedad (% W) %
		Piedra de 1"	Piedra de 3/4"	Piedra de 1/2"					
Agregado grueso	T - 01	100.00%	0.00%	0.00%	2.62	0.81	1.34	1.45	1.33
Agregado grueso	T - 02	0.00%	100.00%	0.00%	2.57	1.10	1.38	1.51	1.33
Agregado grueso	T - 03	0.00%	0.00%	100.00%	2.61	1.26	1.42	1.55	1.32
Agregado grueso	T - 04	50.00%	50.00%	0.00%	2.81	0.75	1.36	1.54	0.03
Agregado grueso	T - 05	50.00%	0.00%	50.00%	2.83	0.63	1.38	1.55	0.05
Agregado grueso	T - 06	0.00%	50.00%	50.00%	2.81	0.88	1.40	1.54	0.07
Agregado grueso	T - 07	33.34%	33.33%	33.33%	2.81	0.88	1.37	1.56	0.10
Agregado grueso	T - 08	66.70%	16.65%	16.65%	2.82	0.75	1.40	1.54	0.08
Agregado grueso	T - 09	16.65%	66.70%	16.65%	2.81	0.75	1.40	1.55	0.20
Agregado grueso	T - 10	16.65%	16.65%	66.70%	2.81	0.88	1.41	1.57	0.16
Agregado fino	S/T	-	-	-	2.48	1.53	1.61	1.79	6.82

RESULTADO N° 2.2.1.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"									
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores									
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca		
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"		
Tratamiento	T - 01	Detalle de combinación:			Piedra de 1"	100%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	0%

1) DATOS

Tabla N° 2.2.1. 1		Medida	Unidad
Características			
Cantidad de muestra húmeda		10280.00	Gramos
Cantidad de muestra seca		10081.00	Gramos

2) RESULTADOS DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO.

Tabla N° 2.2.1. 2						
Tamiz malla N°	Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	
3"					100.00	
2 1/2"	63				100.00	
2"	50				100.00	
1 1/2"	38				100.00	
1"	25	1359.00	13.22	13.22	86.78	
3/4"	19	6004.00	58.40	71.62	28.38	
1/2"	13	2718.00	26.44	98.06	1.94	
3/8"	9.5	0.00	0.00	98.06	1.94	
N°4	6.4	0.00	0.00	98.06	1.94	
FONDO		0.00	1.94	100.00	0.00	
TOTAL	10081.00	10280.00	100.00			

Muestra Inicial	:	10280.00	
Muestra final	:	10081.00	RANGO:
Diferencia	:	1.94%	(< 3%)

3) TAMAÑO MÁXIMO:

TM = 1 1/2" Respuesta

4) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:

TMN = 1" Respuesta

5) VERIFICACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN LOS USOS GRANULOMÉTRICOS

a. Usos granulométricos

Tabla N° 2.2.1. 3		Uso 03		Uso 05		Uso 56		Uso 57	
Tamiz	% Que pasa TM (2" A 1")	% Que pasa TM (2" A 1")	% Que pasa TM (1" A 1/2")	% Que pasa TM (1" A 1/2")	% Que pasa TM (1" A 3/8")	% Que pasa TM (1" A 3/8")	% Que pasa TM (1" A 3/8")	% Que pasa TM (1" A N°04)	% Que pasa TM (1" A N°04)
3"									
63	2 1/2"	63	100	100					
50	2"	50	90	100					
38	1 1/2"	38	35	70	100	100	100	100	100
25	1"	25	0	15	90	100	90	100	95
19	3/4"	19	0	10	20	55	40	85	60
12.5	1/2"	13	0	5	0	10	10	40	25
9.5	3/8"	9.5	0	0	0	5	0	15	10
6.35	N°4	6.4	0	0	0	0	0	5	0
4.75	N°8	4.8	0	0	0	0	0	0	0
2.36	N°16	2	0	0	0	0	0	0	0

RESULTADO N° 2.2.1.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 01	Detalle de combinación:	Piedra de 1"	100%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	0%	

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 10280.00 Gramos
 Cantidad de finos = 199.00 Gramos

b. Fórmula:

% Finos = Cantidad de finos x 100% / Muestra inicial

c. Calculos:

% Finos = $\frac{199.00}{10280.00} \times 100\%$

% Finos	1.94	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:

(2.3 < MF > 3.1)

8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Tabla N° 2.2.1. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	SI	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	7.68	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	1.94	%

RESULTADO N° 2.2.2.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T - 02	Detalle de combinación: Piedra de 1"			0%	Piedra de 3/4"	100%	Piedra de 1/2"	0%

1) DATOS

Tabla N° 2.2.2. 1		Medida	Unidad
Características			
Cantidad de muestra húmeda		6200.00	Gramos
Cantidad de muestra seca		6117.00	Gramos

2) RESULTADOS DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO.

Tabla N° 2.2.2. 2						
Tamiz malla N°	Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	
3"					100.00	
2 1/2"	63				100.00	
2"	50				100.00	
1 1/2"	38				100.00	
1"	25				100.00	
3/4"	19	346.00	346.00	5.59	5.59	94.41
1/2"	13	3450.00	3450.00	55.78	61.37	38.63
3/8"	9.5	1068.00	1068.00	17.27	78.64	21.36
N°4	6.4	1238.00	1238.00	20.02	98.66	1.34
FONDO	15.00		83.00	1.34	100.00	0.00
TOTAL	6117.00	6185.00	100.00			

Muestra Inicial	:	6200.00	
Muestra final	:	6117.00	RANGO:
Diferencia	:	1.34%	(< 3%)

3) TAMAÑO MÁXIMO:

TM = 1" Respuesta

4) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:

TMN = 3/4" Respuesta

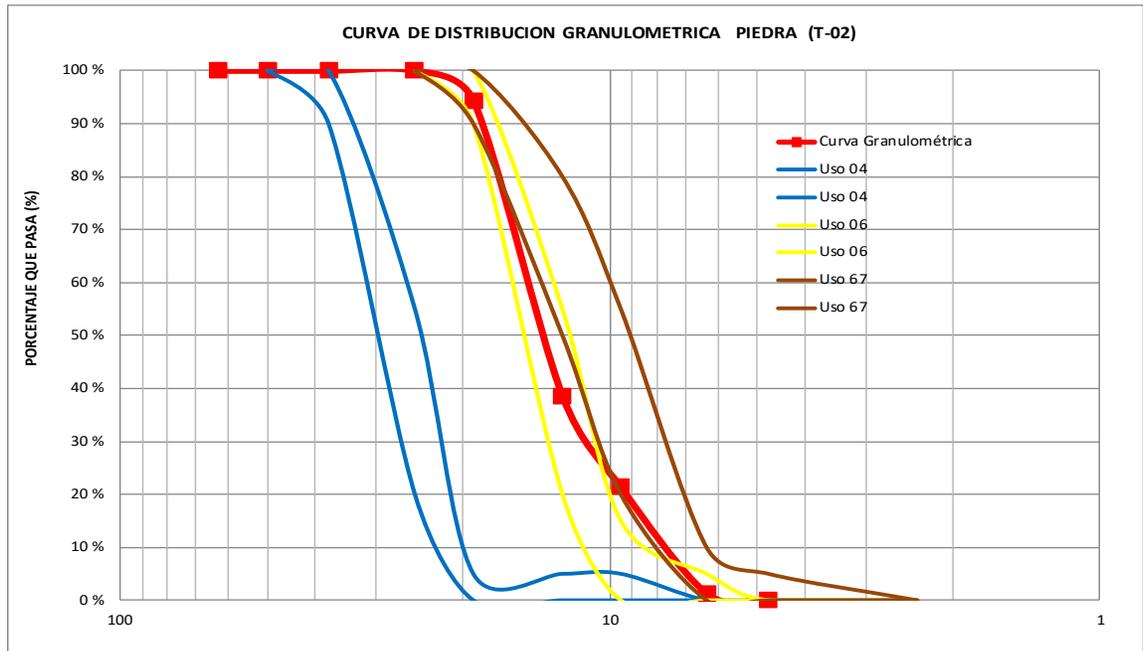
5) VERIFICACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN LOS USOS GRANULOMÉTRICOS

a. Usos granulométricos

Tabla N° 2.2.2. 3								
Tamiz			Uso 04		Uso 06		Uso 67	
			% Que pasa TM (1/2" A 3/4")		% Que pasa TM (3/4" A 3/8")		% Que pasa TM (3/4" A N°4")	
	3"							
63	2 1/2"	63						
50	2"	50	100	100				
38	1 1/2"	38	90	100				
25	1"	25	20	55	100	100	100	100
19	3/4"	19	0	5	90	100	90	100
12.5	1/2"	13	0	5	20	55	50	80
9.5	3/8"	9.5	0	5	0	15	20	55
6.35	N°4	6.4	0	0	0	5	0	10
4.75	N°8	4.8	0	0	0	0	0	5
2.36	N°16	2	0	0	0	0	0	0

b. Curva de distribución granulométrica.

Figura N° 2.2.2. 1



c. Conclusión.

- SI Cumple con el RNE E-060 C°A°
- SI Cumple con la NTP 400.037
- SI Cumple con la NTP INDECOPI

6) DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA (MFA).

a. Datos:

% Ret. Acum 3"	=	0.00
% Ret. Acum 1 1/2"	=	0.00
% Ret. Acum 3/4"	=	5.59
% Ret. Acum 3/8"	=	78.64
% Ret. Acum N°4	=	98.66
% Ret. Acum N°8	=	0.00
% Ret. Acum N°16	=	0.00
% Ret. Acum N°30	=	0.00
% Ret. Acum N°50	=	0.00
% Ret. Acum N°100	=	0.00

b. Fórmula:

$$MFA = \frac{100}{\sum (\% \text{ RET. ACUM}(3", 1 1/2", 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100)/10)}$$

c. Cálculos:

MFA =	6.83	Respuesta
-------	-------------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

RESULTADO N° 2.2.2.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 02	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	100%	Piedra de 1/2"	0%

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 6185.00 Gramos
 Cantidad de finos = 83.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \text{Cantidad de finos} \times 100\% / \text{Muestra inicial}$$

c. Cálculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{83.00}{6185.00} \times 100\%$$

% Finos	1.34	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla N° 2.2.2. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	1"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	SI	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	6.83	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	1.34	%

RESULTADO N° 2.2.3.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 03	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	100%

1) DATOS

Tabla N° 2.2.3. 1		Medida	Unidad
Características			
Cantidad de muestra húmeda		2840.00	Gramos
Cantidad de muestra seca		2780.00	Gramos

2) RESULTADOS DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO.

Tabla N° 2.2.3. 2		Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado
Tamiz malla N°						
3"						100.00
2 1/2"	63					100.00
2"	50					100.00
1 1/2"	38					100.00
1"	25					100.00
3/4"	19					100.00
1/2"	13	1026.00	1026.00	36.51	36.51	63.49
3/8"	9.5	674.00	674.00	23.99	60.50	39.50
N°4	6.4	1050.00	1050.00	37.37	97.86	2.14
FONDO		30.00	60.00	2.14	100.00	0.00
TOTAL		2780.00	2810.00	100.00		

Muestra Inicial	:	2840.00	
Muestra final	:	2780.00	RANGO:
Diferencia	:	2.11%	(< 3%)

3) TAMAÑO MÁXIMO:

TM = 3/4" Respuesta

4) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:

TMN = 1/2" Respuesta

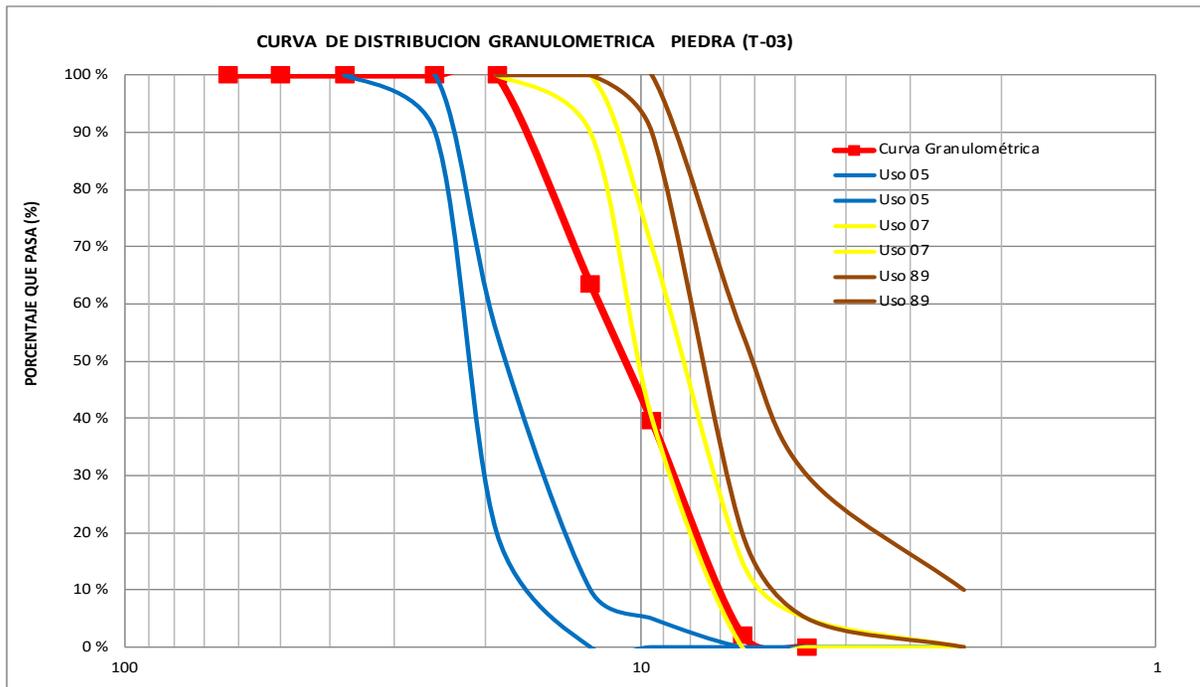
5) VERIFICACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN LOS USOS GRANULOMÉTRICOS

a. Usos granulométricos

Tabla N° 2.2.3. 3		Uso 05		Uso 07		Uso 89	
Tamiz		% Que pasa TM (1" A 1/2")		% Que pasa TM (1/2" A N°4")		% Que pasa TM (1/2" A 3/8")	
3"							
2 1/2"	63						
2"	50						
1 1/2"	38	100	100				
1"	25	90	100				
3/4"	19	20	55	100	100	100	100
1/2"	13	0	10	90	100	100	100
3/8"	9.5	0	5	40	70	90	100
N°4	6.4	0	0	0	15	20	55
N°8	4.8	0	0	0	5	5	30
N°16	2	0	0	0	0	0	10

b. Curva de distribución granulométrica.

Figura N° 2.2.3. 1



c. Conclusión.

NO Cumple con el RNE E-060 C° A°
 NO Cumple con la NTP 400.037
 NO Cumple con la NTP INDECOPI

6) DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA (MFA).

a. Datos:

% Ret. Acum 3" = 0.00
 % Ret. Acum 1 1/2" = 0.00
 % Ret. Acum 3/4" = 0.00
 % Ret. Acum 3/8" = 60.50
 % Ret. Acum N°4 = 97.86
 % Ret. Acum N°8 = 0.00
 % Ret. Acum N°16 = 0.00
 % Ret. Acum N°30 = 0.00
 % Ret. Acum N°50 = 0.00
 % Ret. Acum N°100 = 0.00

b. Fórmula:

$$MFA = \frac{100}{\% \text{ RET. ACUM}(3", 1 \ 1/2", 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50 \ \text{Y} \ 100)/10}$$

c. Calculos:

MFA = 6.58 Respuesta

RANGO:

(2.3 < MF > 3.1)

RESULTADO N° 2.2.3.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 03	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	100%

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 2810.00 Gramos
Cantidad de finos = 60.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \text{Cantidad de finos} \times 100\% / \text{Muestra inicial}$$

c. Calculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{60.00}{2810.00} \times 100\%$$

% Finos	2.14	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Tabla N° 2.2.3. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/2"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNEE-060 C°A°	NO	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	NO	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	NO	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	6.58	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	2.14	%

RESULTADO N° 2.2.4.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T - 04	Detalle de combinación: Piedra de 1"			50%	Piedra de 3/4"	50%	Piedra de 1/2"	0%

1) DATOS

Tabla N° 2.2.4. 1

Características	Medida	Unidad
Cantidad de muestra húmeda	10500.00	Gramos
Cantidad de muestra seca	10496.00	Gramos

2) RESULTADOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

Tamiz malla N°	Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado
3"					100.00
2 1/2"	63				100.00
2"	50				100.00
1 1/2"	38				100.00
1"	25	578.00	5.50	5.50	94.50
3/4"	19	3321.00	31.63	37.13	62.87
1/2"	13	4108.00	39.12	76.26	23.74
3/8"	9.5	1281.00	12.20	88.46	11.54
N°4	6.4	1208.00	11.50	99.96	0.04
FONDO		0.00	0.04	100.00	0.00
TOTAL	10496.00	10500.00	100.00		

Muestra Inicial : **10500.00**
Muestra final : 10496.00 **RANGO:**
Diferencia : 0.04% (**< 3%**)

3) TAMAÑO MÁXIMO:

TM = 1 1/2" Respuesta

4) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:

TMN = 1" Respuesta

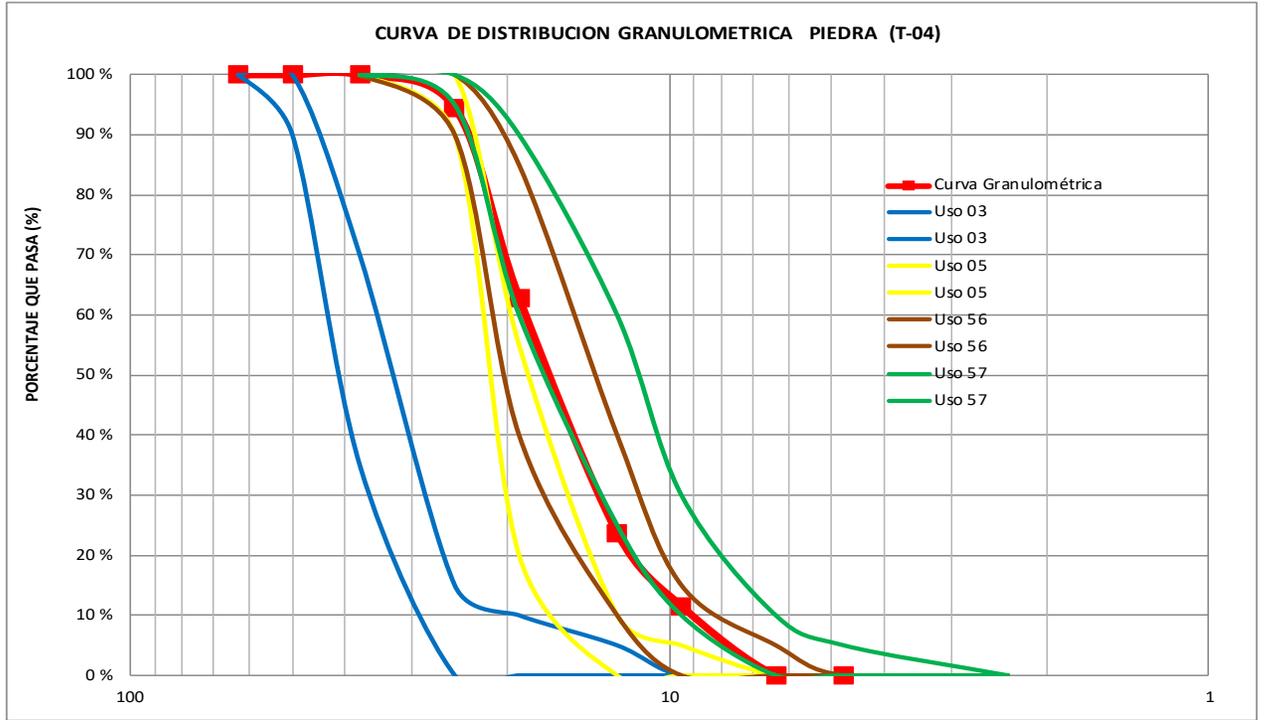
5) VERIFICACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN LOS USOS GRANULOMÉTRICOS

a. Usos granulométricos

Tamiz	Uso 03 % Que pasa TM (2" A 1")	Uso 05 % Que pasa TM (1" A 1/2")	Uso 56 % Que pasa TM (1" A 3/8")	Uso 57 % Que pasa TM (1" A N°04)
3"				
2 1/2"	63	100	100	
2"	50	90	100	
1 1/2"	38	35	70	100
1"	25	0	15	90
3/4"	19	0	10	20
1/2"	13	0	5	10
3/8"	9.5	0	0	5
N°4	6.4	0	0	0
N°8	4.8	0	0	0
N°16	2	0	0	0

b. Curva de distribución granulométrica.

Figura N° 2.2.4. 1



c. Conclusión.

- SI Cumple con el RNE E-060 C°A°
- SI Cumple con la NTP 400.037
- SI Cumple con la NTP INDECOPI

6) DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA (MFA).

a. Datos:

% Ret. Acum 3"	=	0.00
% Ret. Acum 1 1/2"	=	0.00
% Ret. Acum 3/4"	=	37.13
% Ret. Acum 3/8"	=	88.46
% Ret. Acum N°4	=	99.96
% Ret. Acum N°8	=	0.00
% Ret. Acum N°16	=	0.00
% Ret. Acum N°30	=	0.00
% Ret. Acum N°50	=	0.00
% Ret. Acum N°100	=	0.00

b. Fórmula:

$$MFA = \frac{\sum \% \text{ RET. ACUM}(3", 1 1/2", 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100)/100}{100}$$

c. Calculos:

MFA =	7.26	Respuesta
-------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

RESULTADO N° 2.2.4.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 04	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	50%	Piedra de 3/4"	50%	Piedra de 1/2"	0%

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 10500.00 Gramos
 Cantidad de finos = 4.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \text{Cantidad de finos} \times 100\% / \text{Muestra inicial}$$

c. Cálculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{4.00}{10500.00} \times 100\%$$

% Finos	0.04	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla N° 2.2.4. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	SI	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	7.26	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	0.04	%

RESULTADO N° 2.2.5.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T - 05	Detalle de combinación: Piedra de 1"			50%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	50%

1) DATOS

Tabla N° 2.2.5. 1		Medida	Unidad
Características			
Cantidad de muestra húmeda		10500.00	Gramos
Cantidad de muestra seca		10487.00	Gramos

2) RESULTADOS DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO.

Tamiz malla N°	Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado
3"					100.00
2 1/2"	63				100.00
2"	50				100.00
1 1/2"	38				100.00
1"	25	722.00	6.88	6.88	93.12
3/4"	19	3071.00	29.25	36.12	63.88
1/2"	13	3491.00	33.25	69.37	30.63
3/8"	9.5	1234.00	11.75	81.12	18.88
N°4	6.4	1969.00	18.75	99.88	0.12
FONDO		0.00	0.12	100.00	0.00
TOTAL	10487.00	10500.00	100.00		

Muestra Inicial	:	10500.00
Muestra final	:	10487.00 RANGO:
Diferencia	:	0.12% (< 3%)

3) TAMAÑO MÁXIMO:

TM = 1 1/2" Respuesta

4) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:

TMN = 1" Respuesta

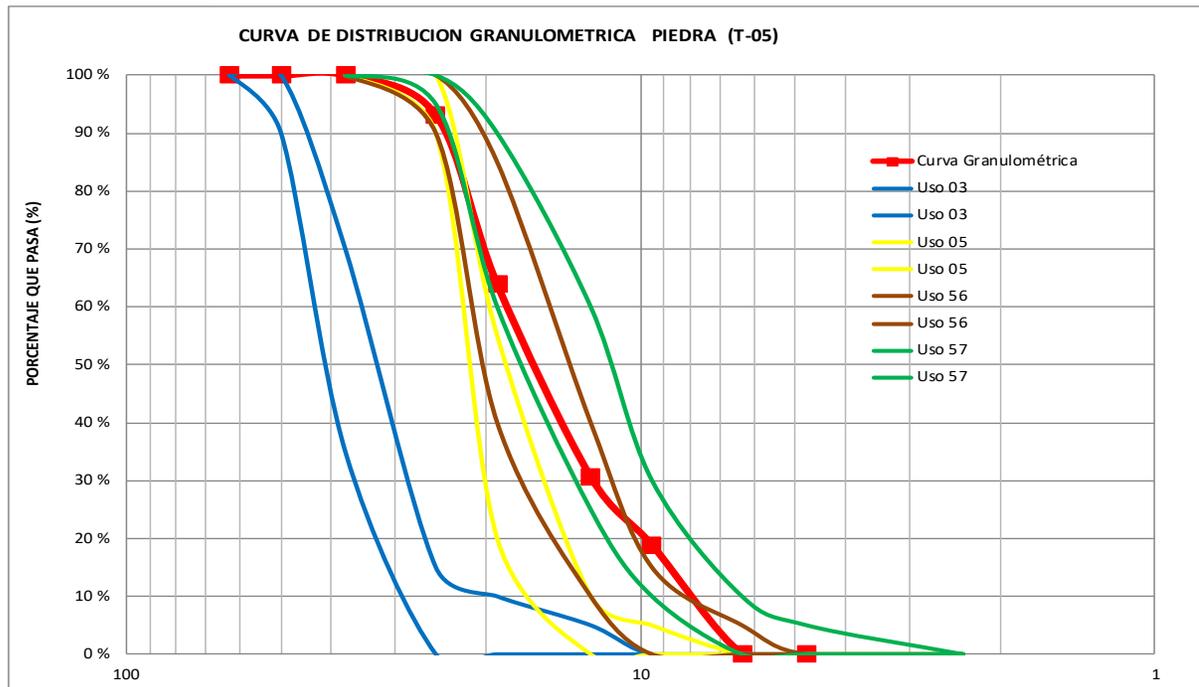
5) VERIFICACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN LOS USOS GRANULOMÉTRICOS

a. Usos granulométricos

Tabla N° 2.2.5. 3		Uso 03	Uso 05	Uso 56	Uso 57
Tamiz	% Que pasa TM (2" A 1")	% Que pasa TM (1" A 1/2")	% Que pasa TM (1" A 3/8")	% Que pasa TM (1" A N°04)	
3"					
2 1/2"	63	100	100		
2"	50	90	100		
1 1/2"	38	35	70	100	100
1"	25	0	15	90	100
3/4"	19	0	10	20	55
1/2"	13	0	5	0	10
3/8"	9.5	0	0	0	5
N°4	6.4	0	0	0	0
N°8	4.8	0	0	0	0
N°16	2	0	0	0	0

b. Curva de distribución granulométrica.

Figura N° 2.2.5. 1



c. Conclusión.

- SI Cumple con el RNE E-060 C°A°
- SI Cumple con la NTP 400.037
- SI Cumple con la NTP INDECOPI

6) DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA (MFA).

a. Datos:

% Ret. Acum 3"	=	0.00
% Ret. Acum 1 1/2"	=	0.00
% Ret. Acum 3/4"	=	36.12
% Ret. Acum 3/8"	=	81.12
% Ret. Acum N°4	=	99.88
% Ret. Acum N°8	=	0.00
% Ret. Acum N°16	=	0.00
% Ret. Acum N°30	=	0.00
% Ret. Acum N°50	=	0.00
% Ret. Acum N°100	=	0.00

b. Fórmula:

$$MFA = \frac{100 \cdot \% \text{ RET. ACUM}(3'', 1 \frac{1}{2}'', 3/4'', 3/8'', 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100)}{100}$$

c. Calculos:

MFA =	7.17	Respuesta
-------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

RESULTADO N° 2.2.5.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 05	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	50%	Piedra de 3/4"	0%	Piedra de 1/2"	50%

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 10500.00 Gramos
 Cantidad de finos = 13.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \frac{\text{Cantidad de finos}}{\text{Muestra inicial}} \times 100\%$$

c. Cálculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{13.00}{10500.00} \times 100\%$$

% Finos	0.12	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla N° 2.2.5. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	SI	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	7.17	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	0.12	%

RESULTADO N° 2.2.6.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	T - 06	Detalle de combinación: Piedra de 1"			0%	Piedra de 3/4"	50%	Piedra de 1/2"	50%

1) DATOS

Tabla N° 2.2.6. 1		Medida	Unidad
Características			
Cantidad de muestra húmeda		5500.00	Gramos
Cantidad de muestra seca		5141.00	Gramos

2) RESULTADOS DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO.

Tabla N° 2.2.6. 2						
Tamiz malla N°	Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	
3"					100.00	
2 1/2"	63				100.00	
2"	50				100.00	
1 1/2"	38				100.00	
1"	25				100.00	
3/4"	19	260.00	260.00	4.73	4.73	95.27
1/2"	13	2403.00	2403.00	43.69	48.42	51.58
3/8"	9.5	1262.00	1262.00	22.95	71.36	28.64
N°4	6.4	1416.00	1416.00	25.75	97.11	2.89
FONDO		0.00	159.00	2.89	100.00	0.00
TOTAL	5341.00	5500.00	100.00			

Muestra Inicial	:	5500.00
Muestra final	:	5341.00 RANGO:
Diferencia	:	2.89% (< 3%)

3) TAMAÑO MÁXIMO:

TM = 1" Respuesta

4) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:

TMN = 3/4" Respuesta

5) VERIFICACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN LOS USOS GRANULOMÉTRICOS

a. Usos granulométricos

Tabla N° 2.2.6. 3							
Tamiz		Uso 04		Uso 06		Uso 67	
		% Que pasa TM (1/2" A 3/4")	% Que pasa TM (1/2" A 3/4")	% Que pasa TM (3/4" A 3/8")	% Que pasa TM (3/4" A 3/8")	% Que pasa TM (3/4" A N°4")	% Que pasa TM (3/4" A N°4")
3"							
2 1/2"	63						
2"	50	100	100				
1 1/2"	38	90	100				
1"	25	20	55	100	100	100	100
3/4"	19	0	5	90	100	90	100
1/2"	13	0	5	20	55	50	80
3/8"	9.5	0	5	0	15	20	55
N°4	6.4	0	0	0	5	0	10
N°8	4.8	0	0	0	0	0	5
N°16	2	0	0	0	0	0	0

RESULTADO N° 2.2.6.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 06	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	0%	Piedra de 3/4"	50%	Piedra de 1/2"	50%

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 5500.00 Gramos
 Cantidad de finos = 159.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \frac{\text{Cantidad de finos}}{\text{Muestra inicial}} \times 100\%$$

c. Cálculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{159.00}{5500.00} \times 100\%$$

% Finos	2.89	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

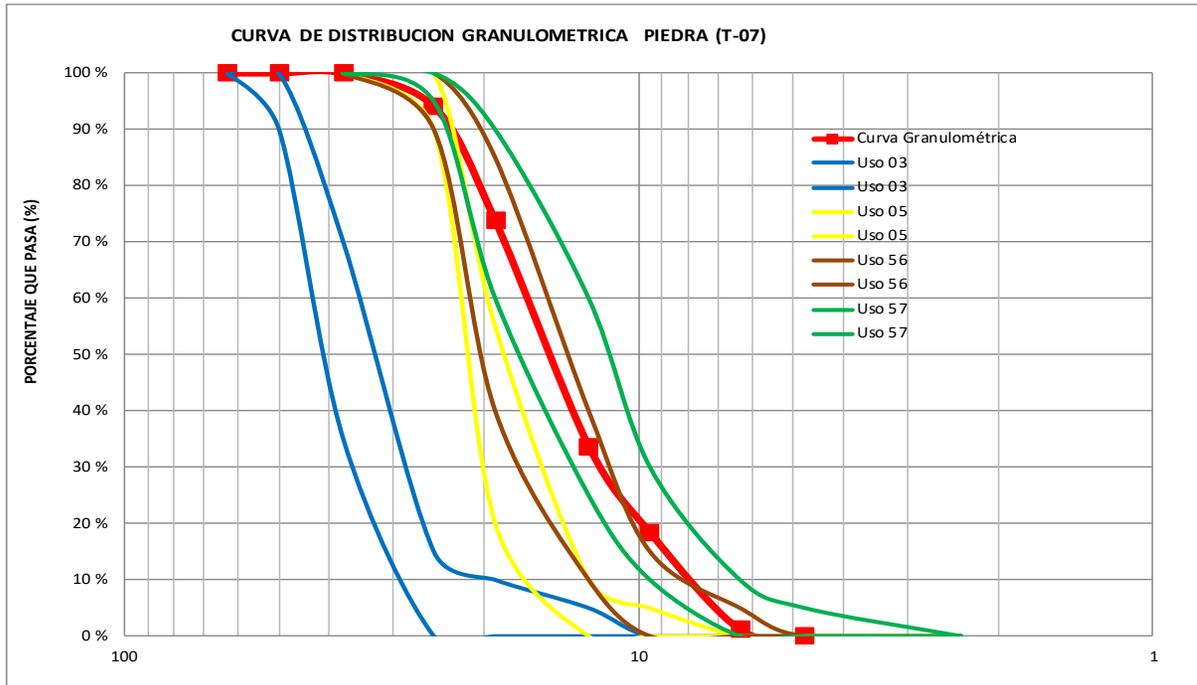
8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla N° 2.2.6. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	1"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	SI	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	6.73	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	2.89	%

b. Curva de distribución granulométrica.

Figura N° 2.2.7. 1



c. Conclusión.

- SI Cumple con el RNE E-060 C°A°
- SI Cumple con la NTP 400.037
- SI Cumple con la NTP INDECOPI

6) DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA (MFA).

a. Datos:

% Ret. Acum 3"	=	0.00
% Ret. Acum 1 1/2"	=	0.00
% Ret. Acum 3/4"	=	26.17
% Ret. Acum 3/8"	=	81.59
% Ret. Acum N°4	=	98.83
% Ret. Acum N°8	=	0.00
% Ret. Acum N°16	=	0.00
% Ret. Acum N°30	=	0.00
% Ret. Acum N°50	=	0.00
% Ret. Acum N°100	=	0.00

b. Fórmula:

$$MFA = \frac{100 \cdot \% \text{ RET. ACUM}(3'', 1 \frac{1}{2}'', 3/4'', 3/8'', 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100)}{100}$$

c. Calculos:

MFA =	7.07	Respuesta
-------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF < 3.1)

RESULTADO N° 2.2.7.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 07	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	33.34%	Piedra de 3/4"	33.33%	Piedra de 1/2"	33.33%

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 10160.00 Gramos
 Cantidad de finos = 119.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \text{Cantidad de finos} \times 100\% / \text{Muestra inicial}$$

c. Cálculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{119.00}{10160.00} \times 100\%$$

% Finos	1.17	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

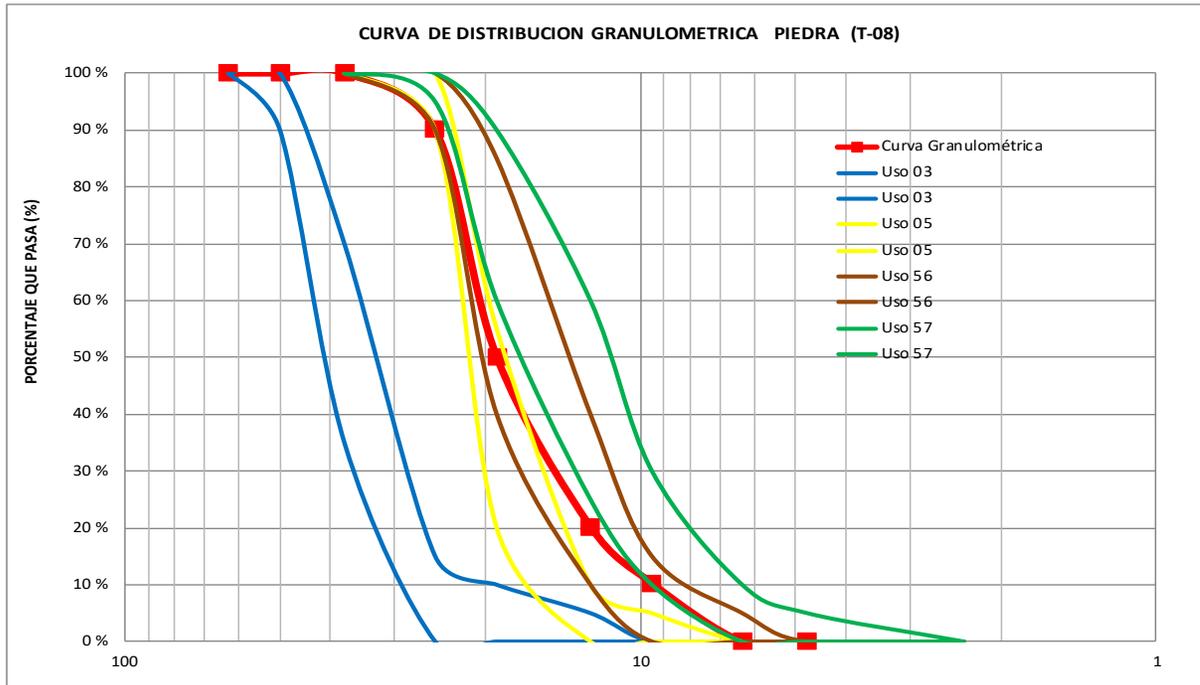
8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla N° 2.2.7. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	SI	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	7.07	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	1.17	%

b. Curva de distribución granulométrica.

Figura N° 2.2.8. 1



c. Conclusión.

- SI Cumple con el RNE E-060 C° A°
- SI Cumple con la NTP 400.037
- SI Cumple con la NTP INDECOPI

6) DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA (MFA).

a. Datos:

% Ret. Acum 3"	=	0.00
% Ret. Acum 1 1/2"	=	0.00
% Ret. Acum 3/4"	=	49.90
% Ret. Acum 3/8"	=	89.74
% Ret. Acum N°4	=	100.00
% Ret. Acum N°8	=	0.00
% Ret. Acum N°16	=	0.00
% Ret. Acum N°30	=	0.00
% Ret. Acum N°50	=	0.00
% Ret. Acum N°100	=	0.00

b. Fórmula:

$$MFA = \frac{100}{\% \text{ RET. ACUM}(3", 1 1/2", 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100)/10}$$

c. Calculos:

MFA =	7.40	Respuesta
-------	-------------	-----------

RANGO:

(2.3 < MF > 3.1)

RESULTADO N° 2.2.8.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 08	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	66.70%	Piedra de 3/4"	16.7%	Piedra de 1/2"	16.7%

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 10280.00 Gramos
 Cantidad de finos = 0.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \text{Cantidad de finos} \times 100\% / \text{Muestra inicial}$$

c. Cálculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{0.00}{10280.00} \times 100\%$$

% Finos	0.00	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

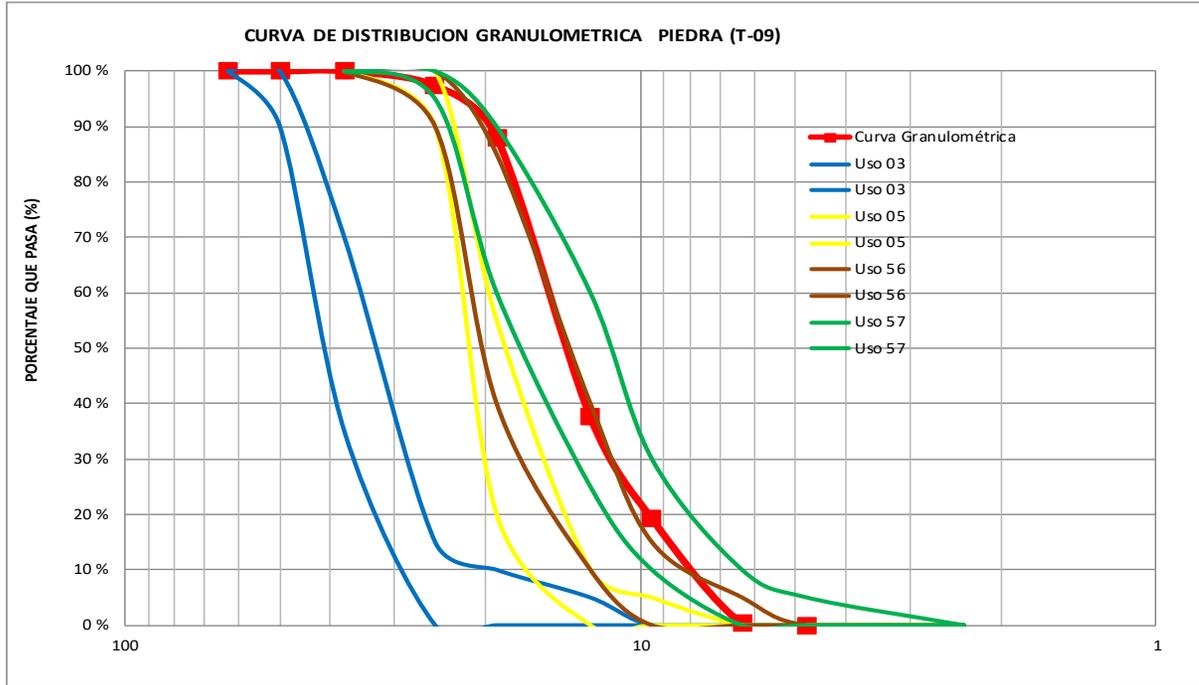
8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla N° 2.2.8. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	SI	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	7.40	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	0.00	%

b. Curva de distribución granulométrica.

Figura N° 2.2.9. 1



c. Conclusión.

- SI Cumple con el RNE E-060 C° A°
- SI Cumple con la NTP 400.037
- SI Cumple con la NTP INDECOPI

6) DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA (MFA).

a. Datos:

% Ret. Acum 3"	=	0.00
% Ret. Acum 1 1/2"	=	0.00
% Ret. Acum 3/4"	=	11.92
% Ret. Acum 3/8"	=	80.80
% Ret. Acum N°4	=	99.70
% Ret. Acum N°8	=	0.00
% Ret. Acum N°16	=	0.00
% Ret. Acum N°30	=	0.00
% Ret. Acum N°50	=	0.00
% Ret. Acum N°100	=	0.00

b. Fórmula:

$$MFA = \frac{100 - \% \text{ RET. ACUM}(3'', 1 \frac{1}{2}'', 3/4'', 3/8'', 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100)/10}{10}$$

c. Cálculos:

MFA =	6.92	Respuesta
-------	-------------	-----------

RANGO:

(2.3 < MF > 3.1)

RESULTADO N° 2.2.9.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 09	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	16.7%	Piedra de 3/4"	66.7%	Piedra de 1/2"	16.7%

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 10430.00 Gramos
 Cantidad de finos = 31.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \text{Cantidad de finos} \times 100\% / \text{Muestra inicial}$$

c. Cálculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{31.00}{10430.00} \times 100\%$$

% Finos	0.30	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

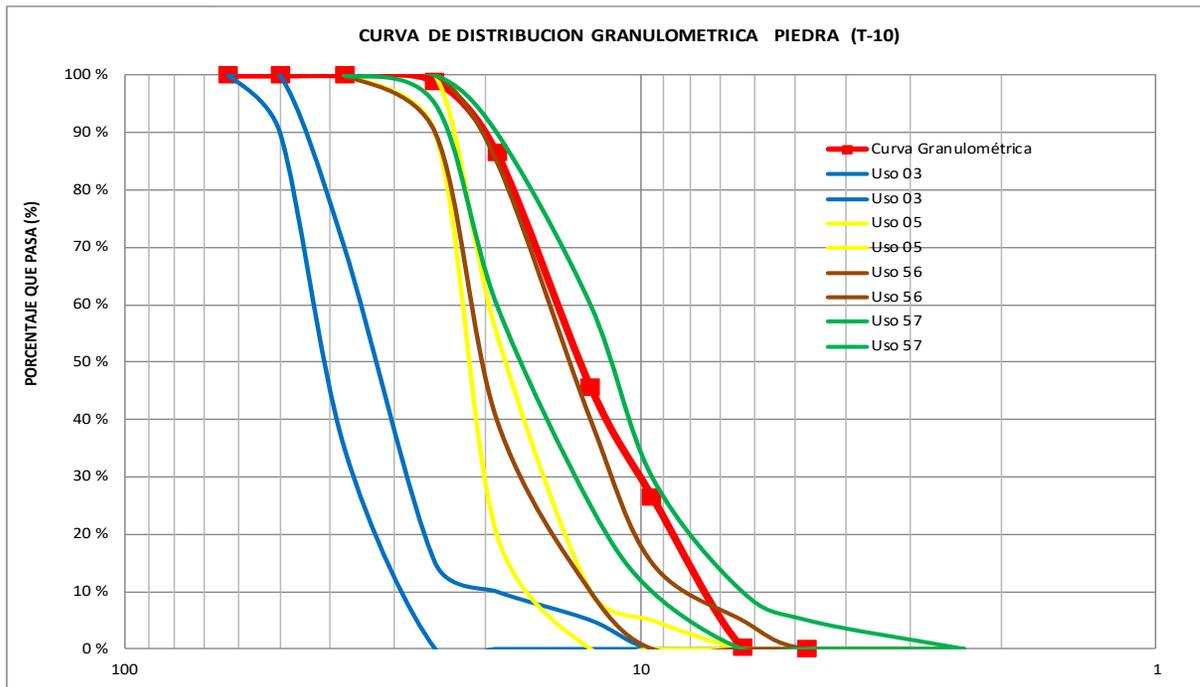
8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla N° 2.2.9. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	SI	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	6.92	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	0.30	%

b. Curva de distribución granulométrica.

Figura N° 2.2.10. 1



c. Conclusión.

- SI Cumple con el RNE E-060 C° A°
- SI Cumple con la NTP 400.037
- SI Cumple con la NTP INDECOPI

6) DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA (MFA).

a. Datos:

% Ret. Acum 3"	=	0.00
% Ret. Acum 1 1/2"	=	0.00
% Ret. Acum 3/4"	=	13.54
% Ret. Acum 3/8"	=	73.41
% Ret. Acum N°4	=	99.68
% Ret. Acum N°8	=	0.00
% Ret. Acum N°16	=	0.00
% Ret. Acum N°30	=	0.00
% Ret. Acum N°50	=	0.00
% Ret. Acum N°100	=	0.00

b. Fórmula:

$$MFA = \frac{100 - \% \text{ RET. ACUM}(3'', 1\ 1/2'', 3/4'', 3/8'', 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100/10)}{10}$$

c. Calculos:

MFA =	6.87	Respuesta
-------	-------------	-----------

RANGO:

(2.3 < MF > 3.1)

RESULTADO N° 2.2.10.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"								
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores								
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca	
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"	
Tratamiento	: T - 10	Detalle de combinación:		Piedra de 1"	16.7%	Piedra de 3/4"	16.7%	Piedra de 1/2"	66.7%

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 10240.00 Gramos
 Cantidad de finos = 33.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \text{Cantidad de finos} \times 100\% / \text{Muestra inicial}$$

c. Cálculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{33.00}{10240.00} \times 100\%$$

% Finos	0.32	Respuesta
---------	------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla N° 2.2.10. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	SI	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	SI	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	6.87	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	0.32	%

RESULTADO N° 2.2.11.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	: 09/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"

1) DATOS

Tabla N° 2.2.11. 1		Medida	Unidad
Características			
Cantidad de muestra húmeda		670.00	Gramos
Cantidad de muestra seca			Gramos

2) RESULTADOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

Tabla N° 2.2.11. 2						
Tamiz malla N°	Peso retenido en cada malla (gr)	Peso retenido corregido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	
1/2"					100.00	
3/8"					100.00	
1/4"					100.00	
N°4	25.00	25.00	3.85	3.85	96.15	
N°8	110.00	110.00	16.92	20.77	79.23	
N°16	130.00	130.00	20.00	40.77	59.23	
N°30	155.00	155.00	23.85	64.62	35.38	
N°50	130.00	130.00	20.00	84.62	15.38	
N°100	85.00	85.00	13.08	97.69	2.31	
FONDO	20.00	15.00	2.31	100.00	0.00	
TOTAL	655.00	650.00	100.00			

Muestra Inicial	: 670.00	
Muestra final	: 655.00	RANGO:
Diferencia	: 2.24%	(< 3%)

3) TAMAÑO MÁXIMO:

TM = 3/8"

 Respuesta

4) TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:

TMN = 1/4"

 Respuesta

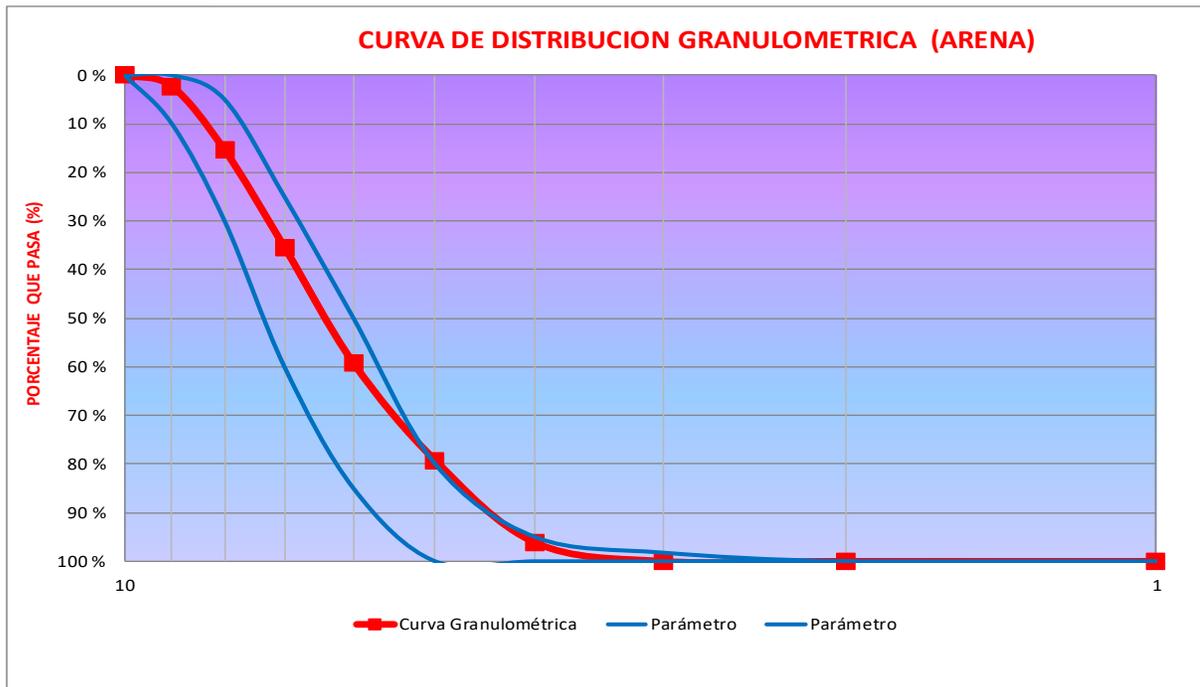
5) VERIFICACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN LOS USOS GRANULOMÉTRICOS

a. Usos granulométricos

Tabla N° 2.2.11. 3		Parámetro	
Tamiz	% Que pasa		
1/2"	100	100	
3/8"	100	100	
1/4"	98.23	100	
N°4	95	100	
N°8	80	100	
N°16	50	85	
N°30	25	60	
N°50	5	30	
N°100	0	10	
N°200	0	0	

b. Curva de distribución granulométrica.

Figura N° 2.2.11. 1



c. Conclusión.

NO	Cumple con el RNE E-060 C° A°
NO	Cumple con la NTP 400.037
NO	Cumple con la NTP INDECOPI

6) DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA (MFA).

a. Datos:

% Ret. Acum 3"	=	0
% Ret. Acum 1 1/2"	=	0
% Ret. Acum 3/4"	=	0
% Ret. Acum 3/8"	=	0.00
% Ret. Acum N°4	=	3.85
% Ret. Acum N°8	=	20.77
% Ret. Acum N°16	=	40.77
% Ret. Acum N°30	=	64.62
% Ret. Acum N°50	=	84.62
% Ret. Acum N°100	=	97.69

b. Fórmula:

$$MFA = \frac{\text{SUM \% RET. ACUM}(3'', 1\ 1/2'', 3/4'', 3/8'', 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100)}{100}$$

c. Calculos:

MFA =	3.12	Respuesta
-------	------	-----------

RANGO:

$$(2.3 < MF > 3.1)$$

RESULTADO N° 2.2.11.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de	:	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Investigación	:	Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	:	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	:	09/10/2017							
						Cantera.	"La Sorpresa"		

7) DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)

a. Datos:

Cantidad inicial = 650.00 Gramos
 Cantidad de finos = 15.00 Gramos

b. Fórmula:

$$\% \text{ Finos} = \text{Cantidad de finos} \times 100\% / \text{Muestra inicial}$$

c. Calculos:

$$\% \text{ Finos} = \frac{15.00}{650.00} \times 100\%$$

% Finos	2.31	Respuesta
----------------	-------------	-----------

RANGO:
(2.3 < MF > 3.1)

8) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Tabla N° 2.2.11. 4

Característica	Medida	Unidad
TAMAÑO MÁXIMO	3/8"	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/4"	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON EL RNE E-060 C°A°	NO	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP 400.037	NO	
LA GRANULOMETRÍA CUMPLE CON LA NTP INDECOPI	NO	
MÓDULO DE FINURA (MFA)	3.12	A
CANTIDAD DE FINOS (% FINOS)	2.31	%

RESULTADO N° 2.2.12.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	T - 01						Cantera.	"La Sorpresa"

1) RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DEL AGREGADO

Tabla N° 2.2.12. 1

Tipo de agregado	Tratamiento	Proporcionamiento			Tamaño máximo	Tamaño máximo nominal	Módulo de finura (MFA)	Cantidad de finos (% Finos)
		Piedra de 1"	Piedra de 3/4"	Piedra de 1/2"				
Agregado grueso	T - 01	100.00%	0.00%	0.00%	1 1/2"	1"	7.68	1.94
Agregado grueso	T - 02	0.00%	100.00%	0.00%	1"	3/4"	6.83	1.34
Agregado grueso	T - 03	0.00%	0.00%	100.00%	3/4"	1/2"	6.58	2.14
Agregado grueso	T - 04	50.00%	50.00%	0.00%	1 1/2"	1"	7.26	0.04
Agregado grueso	T - 05	50.00%	0.00%	50.00%	1 1/2"	1"	7.17	0.12
Agregado grueso	T - 06	0.00%	50.00%	50.00%	1"	3/4"	6.73	2.89
Agregado grueso	T - 07	33.34%	33.33%	33.33%	1 1/2"	1"	7.07	1.17
Agregado grueso	T - 08	66.70%	16.65%	16.65%	1 1/2"	1"	7.40	0.00
Agregado grueso	T - 09	16.65%	66.70%	16.65%	1 1/2"	1"	6.92	0.30
Agregado grueso	T - 10	16.65%	16.65%	66.70%	1 1/2"	1"	6.87	0.32
Agregado fino	S/T	-	-	-	3/8"	1/4"	3.12	2.31

1) RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO CON LA NORMALIZACIÓN

Tabla N° 2.2.12. 2

Tipo de agregado	Tratamiento	Proporcionamiento			¿La granulometría cumple con el RNEE-060 C°A° ?	¿La granulometría cumple con la NTP 400.037?	¿La granulometría cumple con la NTP INDECOPI?
		Piedra de 1"	Piedra de 3/4"	Piedra de 1/2"			
Agregado grueso	T - 01	100.00%	0.00%	0.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 02	0.00%	100.00%	0.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 03	0.00%	0.00%	100.00%	NO	NO	NO
Agregado grueso	T - 04	50.00%	50.00%	0.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 05	50.00%	0.00%	50.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 06	0.00%	50.00%	50.00%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 07	33.34%	33.33%	33.33%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 08	66.70%	16.65%	16.65%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 09	16.65%	66.70%	16.65%	SI	SI	SI
Agregado grueso	T - 10	16.65%	16.65%	66.70%	SI	SI	SI
Agregado fino	S/T	-	-	-	SI	SI	SI

RESULTADO N° 2.3.11.
RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA PARA TRATAMIENTOS

Proyecto de Investigación	: "EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	: Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	: 08/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"

1) RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA PARA TRATAMIENTOS

a. Diseño de mezcla para 1.0m3 de concreto

Tabla N° 2.3.11. 1

PARA 1.0M3 DE CONCRETO						
Tratamientos	Cemento (Bolsas)	Agua (Litros)	Arena (m3)	Piedra (m3)	A/C	
T-01	8.11	193.00	0.333	0.349	0.56	
T-02	8.61	205.00	0.317	0.341	0.56	
T-03	9.08	216.00	0.332	0.303	0.56	
T-04	8.11	193.00	0.337	0.345	0.56	
T-05	8.11	193.00	0.337	0.345	0.56	
T-06	8.61	205.00	0.340	0.318	0.56	
T-07	8.11	193.00	0.332	0.350	0.56	
T-08	8.11	193.00	0.338	0.344	0.56	
T-09	8.11	193.00	0.334	0.348	0.56	
T-10	8.11	193.00	0.330	0.352	0.56	

b. Diseño de mezcla para 1 Unidad de bolsa de cemento.

Tabla N° 2.3.11. 2

PARA 1.0 BOLSA DE CEMENTO						
Tratamientos	Cemento (Bolsas)	Agua (Litros)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	A/C	
T-01	1.00	23.80	101.839	112.758	0.56	
T-02	1.00	23.80	91.271	101.744	0.56	
T-03	1.00	23.80	90.722	87.138	0.56	
T-04	1.00	23.80	103.063	119.549	0.56	
T-05	1.00	23.80	103.063	120.400	0.56	
T-06	1.00	23.80	97.893	103.742	0.56	
T-07	1.00	23.80	101.534	121.281	0.56	
T-08	1.00	23.80	103.368	119.626	0.56	
T-09	1.00	23.80	102.145	120.588	0.56	
T-10	1.00	23.80	100.922	121.974	0.56	

c. Diseño de mezcla para expresado en bolsas.

Tabla N° 2.3.11. 3

Tratamientos	Proporción de Agregados				DISEÑO EXPRESADO EN PIES3			
	Agregado 1"	Agregado 3/4"	Agregado 1/2"	Cemento (Pie3)	Agua (Litros)	Arena (Pie3)	Piedra (Pie3)	A/C
T-01	100.00%	0.00%	0.00%	1.00	17.85	2.382	3.013	0.56
T-02	0.00%	100.00%	0.00%	1.00	18.70	2.131	2.642	0.56
T-03	0.00%	0.00%	100.00%	1.00	19.13	2.121	2.198	0.56
T-04	50.00%	50.00%	0.00%	1.00	19.13	2.410	3.101	0.56
T-05	50.00%	0.00%	50.00%	1.00	19.13	2.410	3.077	0.56
T-06	0.00%	50.00%	50.00%	1.00	19.55	2.289	2.617	0.56
T-07	33.34%	33.33%	33.33%	1.00	19.55	2.372	3.133	0.56
T-08	66.70%	16.65%	16.65%	1.00	19.13	2.419	3.027	0.56
T-09	16.65%	66.70%	16.65%	1.00	19.13	2.391	3.044	0.56
T-10	16.65%	16.65%	66.70%	1.00	19.55	2.363	3.055	0.56

RESULTADO N° 2.3.11.
RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA PARA TRATAMIENTOS

Proyecto de Investigación	"EVALUACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA SORPRESA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, EN LA PROVINCIA DE ABANCAY, 2017"							
Tesista	Bach. Ruth Nataly Vega Flores							
Ubicación	Región.	Apurímac	Provincia.	Abancay	Distrito.	Abancay	Localidad.	Pachachaca
Fecha	08/10/2017						Cantera.	"La Sorpresa"

d. Diseño de mezcla para la elaboración de briqueteras

Tabla N° 2.3.11. 4

DISEÑO EN BRIQUETAS						
Tratamientos	Cemento (Kg)	Agua (Litros)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	A/C	
T-01	8.10	4.53	19.40	21.48	0.56	
T-02	8.77	4.91	18.83	20.99	0.56	
T-03	9.29	5.20	19.84	19.06	0.56	
T-04	7.88	4.41	19.12	22.17	0.56	
T-05	7.86	4.40	19.06	22.27	0.56	
T-06	8.49	4.75	19.56	20.73	0.56	
T-07	7.86	4.40	18.78	22.43	0.56	
T-08	7.86	4.40	19.12	22.12	0.56	
T-09	7.87	4.41	18.92	22.33	0.56	
T-10	7.86	4.40	18.67	22.56	0.56	

2) RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA PARA TRATAMIENTO EN BRIQUETAS

a. Diseño de mezcla para 1.0m3 de concreto

Tabla N° 2.3.11. 5

Tratamientos	Proporcionamiento de tratamientos			Total
	Agregado 3/4	Agregado 1/2	Agregado 3/8	
T - 01	100%	0%	0%	100%
T - 02	0%	100%	0%	100%
T - 03	0%	0%	100%	100%
T - 04	50%	50%	0%	100%
T - 05	50%	0%	50%	100%
T - 06	0%	50%	50%	100%
T - 07	33%	33%	33%	100%
T - 08	67%	17%	17%	100%
T - 09	17%	67%	17%	100%
T - 10	17%	17%	67%	100%

a. Determinación de la cantidad de agregados para el diseño de mezcla en briqueteras.

Tabla N° 2.3.11. 6

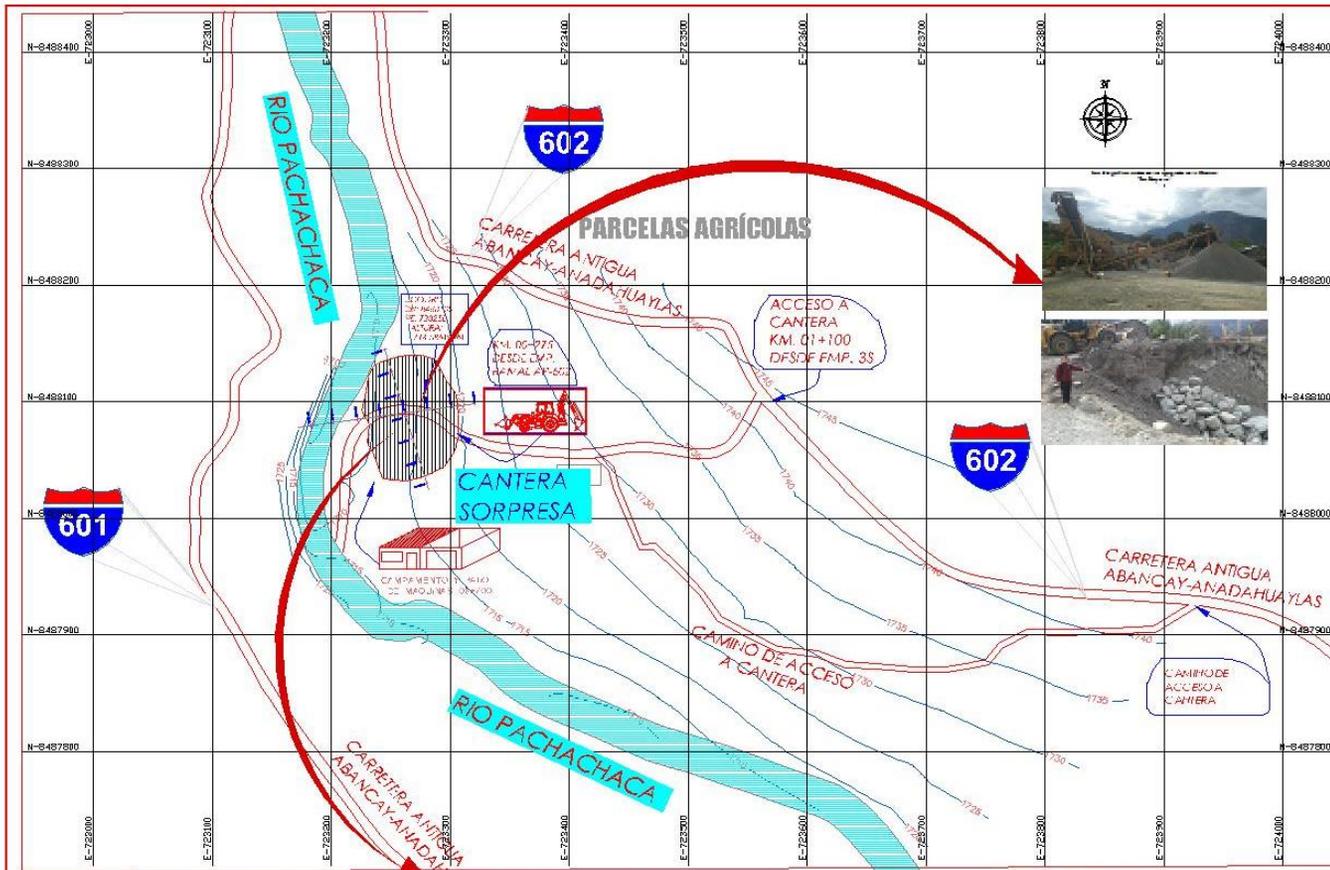
Tratamientos	Cantidad de agregados			Cantidad de componentes		
	Agregado 1"	Agregado 3/4"	Agregado 1/2"	Arena	Cemento (Kg)	Agua (Litros)
T-01	21.48	0.00	0.00	19.40	8.10	4.53
T-02	0.00	20.99	0.00	18.83	8.77	4.91
T-03	0.00	0.00	19.06	19.84	9.29	5.20
T-04	11.09	11.09	0.00	19.12	7.88	4.41
T-05	11.13	0.00	11.13	19.06	7.86	4.40
T-06	0.00	10.36	10.36	19.56	8.49	4.75
T-07	7.48	7.48	7.48	18.78	7.86	4.40
T-08	14.76	3.68	3.68	19.12	7.86	4.40
T-09	3.72	14.90	3.72	18.92	7.87	4.41
T-10	3.76	3.76	15.05	18.67	7.86	4.40
Total	73.41	72.25	70.48	191.28	81.84	45.83

ANEXO 03.

PLANOS DE

UBICACIÓN DE LA

CANTERA



PLANO TOPOGRÁFICO
1:10,000

LEYENDA	
SÍMBOLOS DE IDENTIFICACIÓN	
	DIRCCION
	ACTOS DEMARCATORIOS
SÍMBOLOS DE IDENTIFICACIÓN	
	AGUAS Y PANTANOS
	EDIFICIOS
SÍMBOLOS DE IDENTIFICACIÓN	
	ALTIMETRIA
	ALTIMETRIA

USO RESERVAO A LOS PERUANOS

EVALUACION DE LOS SERVICIOS DE LA INFRAESTRUCTURA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA ECONOMIA EN LA REGION DE LA AMAZONIA, 2015

TOPOGRAFICO

PT 01



NO.	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

ANEXO 4. PANEL FOTOGRÁFICO DE LA CANTERA LA SORPRESA

Las fotografías evidencian los agregados en la Cantera “La Sorpresa”



La fotografía evidencia la extracción de muestra de agregados de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y 1"



ANEXO 5. PANEL FOTOGRÁFICO DE TRABAJO DE CAMPO

La fotografía evidencia la extracción de muestra de agregado grueso



La fotografía evidencia la extracción de muestra de agregado fino



La fotografía evidencia el traslado de los agregados al laboratorio



ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO DE TRABAJO DE LABORATORIO.

Las fotografías evidencian la reducción de muestras del agregado de 1/2" a tamaño de ensayo



Las fotografías evidencian la reducción de muestras del agregado fino a tamaño de ensayo



Las fotografías evidencian los ensayos realizados para determinar la humedad de los agregados



Las fotografías evidencian los tamices y el tamizador utilizados para determinar la granulometría de los agregados



Las fotografías evidencian a los agregados sumergidos en agua para determinar la absorción de las mismas



Las fotografías evidencian la determinación de volumen y densidad de los agregados



ANEXO 7. PANEL FOTOGRÁFICO DE ELABORACIÓN DE CONCRETO

Fotografía de la verificación del Slum



La fotografía evidencia el mezclado y la trabajabilidad del concreto con agregados de la cantera la sorpresa



La fotografía evidencia la elaboración de briquetas de concreto.



La fotografía evidencia la elaboración de briquetas para cada tratamiento



La fotografía evidencia el curado de las probetas de concreto



ANEXO 8. PANEL FOTOGRÁFICO DE PREPARACIÓN DE PROBETAS Y ENSAYOS DE RESISTENCIA

La fotografía evidencia las probetas ordenadas en los 10 tratamientos para la rotura de la misma



La fotografía evidencia la rotura de briquetas mediante una prensa de compresión de rotura



ANEXO 09.
PROPUESTA DE
OPTIMIZACIÓN

ANEXO 09. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO.

a. Diagrama de superficie para la maximización resistencia a la compresión del concreto.

La metodología diagrama de superficie es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas que permiten analizar problemas en los cuales la variable de interés dependa de otros factores con la finalidad de optimizar la variable de respuesta. Se utilizó esta metodología para optimizar la variable dependiente como en la resistencia a la compresión del concreto.

b. Diagrama de superficie y gráfica de contornos para la resistencia a la compresión del concreto.

La figura siguiente tridimensional muestra la máxima resistencia a la compresión del concreto obtenido a proporciones de agregados de 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ".

Fitted Surface; Variable: Resistencia (Kg/cm2)
DV: Resistencia (Kg/cm2); R-sqr=.779; Adj:.733
Model: Quadratic

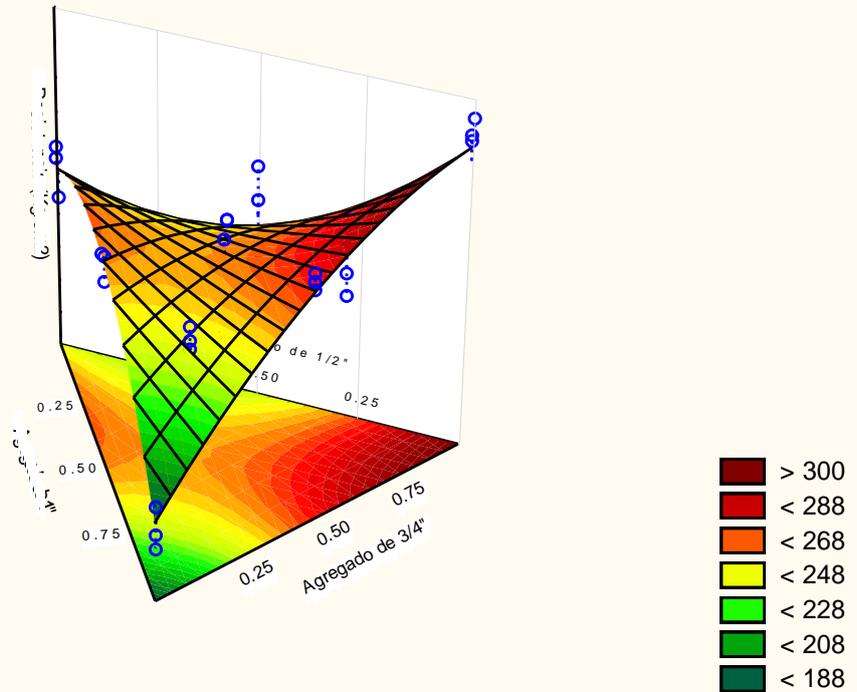


Figura. Diagrama de superficie para la concentración de antocianinas.
Fuente: Elaboración propia.

La gráfica de contornos de la figura anterior, facilita la visualización del punto en el que se maximiza la resistencia a la compresión del concreto.

Las áreas sombreadas de color guinda representan los valores más altos obtenidos para la resistencia a la compresión del concreto, mientras que las áreas sombreada con verde oscuro representan los valores más bajos obtenidos para la resistencia a la compresión del concreto.

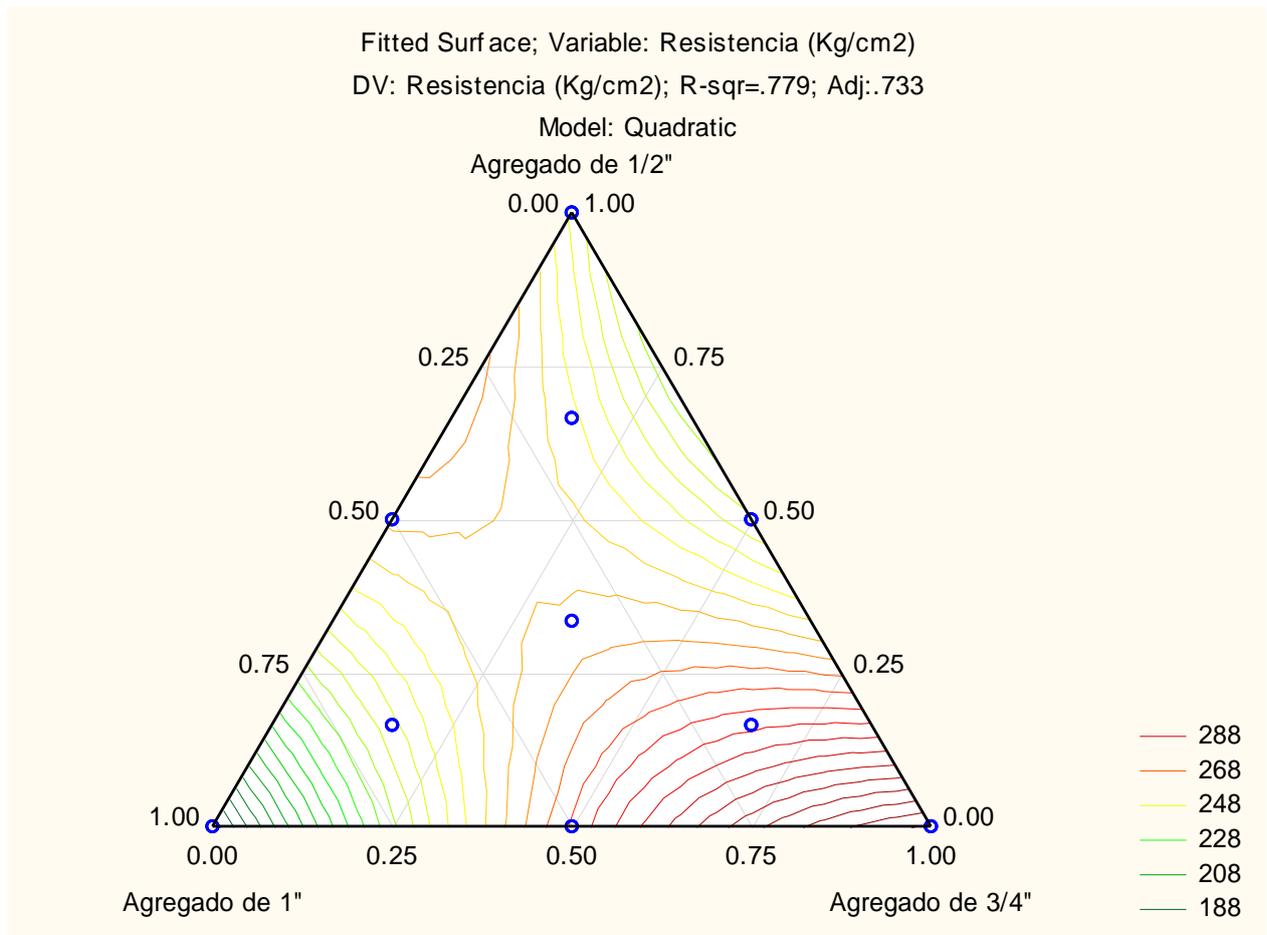


Figura45. Gráfica de contornos para la resistencia a la compresión del concreto.
 Fuente: Elaboración propia.

La tabla siguiente, detalla la repuesta optimizada para la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla

Respuesta optimizada para la resistencia a la compresión del concreto.

Factor	Mínimo	Máximo	Óptimo
Agregado de 1"	0%	100%	37.03 %
Agregado de 3/4"	0%	100%	20.33%
Agregado de 1/2"	0%	100%	42.64%

Fuente: Elaboración propia.

Los valores óptimos de los agregados que permiten lograr una máxima resistencia a la compresión del concreto es 259.374Kg/cm².

Tabla*Respuesta optimizada para la resistencia a la compresión del concreto*

Concreto	Agregado de 1"	Agregado de ¾"	Agregado de ½"	Máxima resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm2)
Proporción de agregados	37.03%	20.33%	42.64%	259.374

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las proporciones óptimas de los agregados utilizados en el diseño de mezcla para obtener un concreto con la máxima resistencia a la compresión son: 37.03% de agregado de 1", 20.33% del agregado de ¾" y 42.64% del agregado de ½".