

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



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

“Características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba y su uso en la construcción de obras de concreto en la ciudad de Chuquibambilla – Grau – Apurímac 2018.”

**Autores:**

- Bach. Hector Ernesto BEJAR JERI
- Bach. Kateryn Anali CUELLAR MINAURO

**Asesor:** Ing. Hugo Virgilio ACOSTA VALER

**Línea de investigación:** Geotecnia

**ABANCAY - APURÍMAC**

**2019**

**PÁGINA PRELIMINARES**

**PÁGINA DE JURADO**

**Ing. ANGEL MALDONADO MENDIVIL**

PRESIDENTE DE JURADO

**Ing. HOLGUER CAYO BACA**

1er MIEMBRO DEL JURADO

**Ing. LEÓNIDAS G. TERRAZAS ESTACIO**

2do MIEMBRO DEL JURADO

## DEDICATORIA

*A mis padres **NATALIE** y **EVERSÓN**, mis abuelos **JULIA** y **ERNESTO** quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades y siempre mirar para adelante.*

*A mi hermano **JULIO ADRIANO** por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.*

*A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

*Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.*

*A mis padres **MODESTA** y **CLETO**, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.*

*A mi hermano **RYBIN** por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar. A mi mascota Chock gracias por tu amor incondicional*

*“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar” - Thomas Chalmers*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.*

*De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Tecnológica de los Andes, a toda la Carrera de Ingeniera Civil, a mis docentes que con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.*

*Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.*

## ÍNDICE

<b>PÁGINA PRELIMINARES</b> .....	i
<b>PÁGINA DE JURADO</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>ÍNDICE</b> .....	v
<b>TABLAS</b> .....	viii
<b>FIGURAS</b> .....	xi
<b>GRAFICO</b> .....	xii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>CAPITULO I</b> .....	1
<b>1. Planteamiento del Problema</b> .....	1
<b>1.1. Realidad Problemática</b> .....	1
<b>1.2. Planteamiento del Problema</b> .....	5
<b>1.2.1. Formulación del Problema</b> .....	5
<b>1.2.1.1. Problema General</b> .....	5
<b>1.2.1.2. problema específico</b> .....	5
<b>1.3. Justificación de la Investigación</b> .....	6
<b>1.4. Objetivos de la Investigación</b> .....	6
<b>1.4.1. Objetivos Generales</b> .....	7
<b>1.4.2. Objetivos Específicos</b> .....	7
<b>1.5. Limitaciones</b> .....	8
<b>CAPITULO II</b> .....	9
<b>2. Marco Teórico</b> .....	9
<b>2.1. Antecedentes de la Investigación</b> .....	9
<b>2.1.1. A Nivel Internacional</b> .....	9
<b>2.1.2. A Nivel Nacional</b> .....	13
<b>2.1.3. A Nivel Regional y Local</b> .....	16
<b>2.2. Bases Teóricas (en relación a las variables)</b> .....	19
<b>2.2.1. Concreto</b> .....	19
<b>2.2.2. Características Mecánicas del Concreto</b> .....	20

2.2.3.	La Cantera.....	20
2.2.4.	Agregados.....	24
2.2.5.	Clasificación de los Agregados para Concreto.....	25
2.2.6.	Propiedades Físicas.....	26
2.2.7.	Características Resistentes.....	28
2.2.8.	Agregado Fino.....	30
2.2.9.	Agregado Grueso.....	32
2.2.10.	Tamaño Nominal Máximo.....	32
2.2.11.	Calidad de los Agregados.....	32
2.2.12.	Cemento.....	33
2.2.13.	Agua.....	34
2.2.14.	Diseño de Mezclas.....	36
2.3.	Marco Conceptual.....	37
<b>CAPITULO III</b> .....		39
2.4.	Metodología de la Investigación.....	39
2.5.	Hipótesis.....	39
2.5.1.	Hipótesis General.....	39
2.5.2.	Hipótesis Específicas.....	39
2.6.	Método.....	40
2.7.	Tipo de Investigación.....	40
2.8.	Nivel o Alcance de Investigación.....	40
2.9.	Operacionalización De Variables.....	41
2.9.1.	Variable Independiente.....	41
2.9.2.	Variable Dependiente.....	41
2.10.	Diseño de Investigación.....	42
2.11.	Población, Muestra y Muestreo.....	43
2.12.	Técnica e Instrumentos.....	44
2.13.	Consideraciones Éticas.....	46
2.14.	Procesamiento de Datos.....	46
<b>CAPITULO IV</b> .....		48
3.	Resultados y Discusión.....	48
3.1.	Localización de las Canteras.....	48
3.2.	Propiedades de los Agregados.....	53
3.2.1.	Propiedades Físicas del Agregado.....	54

3.2.2. Propiedades Químicas del Agregado.....	82
3.2.3. Diseño de Mezcla.....	83
A. Diseño de Mezclas (Cantera Calichin).....	83
B. Diseño de Mezclas (Chakawayq'u y Bancos de arena de la familia infantes)	88
3.3. Producción del Concreto.....	93
3.3.1. Elaboración del Concreto.....	93
3.3.2. Cronograma de Elaboración del Concreto.....	95
3.3.3. Cronograma de Compresión de los Moldes de Concreto.....	96
3.4. Concreto en Estado Fresco .....	96
A. Asentamiento del Concreto (SLUMP).....	96
B. Pruebas para Determinar la Temperatura del Concreto. ....	97
C. Curar los Especímenes del Concreto. ....	99
3.5. Concreto en Estado Endurecido.....	100
A. Resistencia a la Compresión en Cilindros. ....	100
B. Factores que Influyen en la Resistencia a Compresión de Concreto, en Muestra de Cilindros.....	101
C. Resultados de Resistencia a Compresión de los Cilindros de Concreto. ....	106
D. Análisis Comparativo de la Resistencia entre Canteras. ....	110
3.6. Resultados Estadísticos .....	115
3.7. Prueba de Hipótesis.....	122
Hipótesis general.....	122
Hipótesis específicas .....	123
3.8. Discusión.....	127
CONCLUSIONES .....	131
RECOMENDACIONES .....	133
BIBLIOGRAFÍA .....	133
ANEXOS .....	¡Error! Marcador no definido.
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	¡Error! Marcador no definido.
ROPUESTA .....	¡Error! Marcador no definido.

## TABLAS

<i>TABLA 1: límites de granulometría del Agregado Fino de la norma ASTM C33.....</i>	<i>30</i>
<i>TABLA 2: límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma ITINTEC 339.088 (Ref. 4.2).....</i>	<i>34</i>
<i>TABLA 3: Operacionalización de la Variable Independiente .....</i>	<i>41</i>
<i>TABLA 4: Operacionalización de la Variable Dependiente .....</i>	<i>42</i>
<i>TABLA 5: Análisis Granulométrico del Agregado Fino Cantera “Calichin”.....</i>	<i>55</i>
<i>TABLA 6: Análisis Granulométrico del Agregado Banco Artificiales de Arena – “Familia Infantes”.....</i>	<i>57</i>
<i>TABLA 7: Comparación de Análisis Granulométrico del Agregado Fino .....</i>	<i>59</i>
<i>TABLA 8: Límites de Granulometría Agregado Grueso ASTM C-33.....</i>	<i>61</i>
<i>TABLA 9: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso “Cantera Calichin”.....</i>	<i>62</i>
<i>TABLA 10: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso “CHAKAWAYQ’U” .....</i>	<i>64</i>
<i>TABLA 11: Comparación de Análisis Granulométrico del Agregado Grueso .....</i>	<i>66</i>
<i>TABLA 12: Resultado Promedio de Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.....</i>	<i>68</i>
<i>TABLA 13: Resultado Promedio de Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.....</i>	<i>69</i>
<i>TABLA 14: Resultado Promedio de Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....</i>	<i>70</i>
<i>TABLA 15: Resultado Promedio de Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....</i>	<i>72</i>
<i>TABLA 16: Contenido de Humedad del Agregado Fino .....</i>	<i>74</i>
<i>TABLA 17: Contenido de Humedad del Agregado Grueso. ....</i>	<i>75</i>
<i>TABLA 18: Datos para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.....</i>	<i>77</i>
<i>TABLA 19: Resultados de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....</i>	<i>77</i>
<i>TABLA 20: Datos para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.....</i>	<i>79</i>
<i>TABLA 21: Resultados de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....</i>	<i>79</i>
<i>TABLA 22: Ensayo Abrasión de los Ángeles Del Agregado Grueso.....</i>	<i>81</i>
<i>TABLA 23: Resultados de los ensayos químicos realizados a las diferentes canteras .....</i>	<i>83</i>
<i>TABLA 24: asentamiento por el tipo de consistencia del concreto.....</i>	<i>85</i>
<i>TABLA 25: cantidades aproximadas de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y TMN del agregado .....</i>	<i>86</i>
<i>TABLA 26: relación agua-cemento por resistencia .....</i>	<i>87</i>

<i>TABLA 27: Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos / metro cubico indicados.....</i>	<i>88</i>
<i>TABLA 28: asentamiento por el tipo de consistencia del concreto.....</i>	<i>90</i>
<i>TABLA 29: cantidades aproximadas de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y TMN del agregado .....</i>	<i>91</i>
<i>TABLA 30: relación agua-cemento por resistencia .....</i>	<i>92</i>
<i>TABLA 31: Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos / metro cubico indicados.....</i>	<i>93</i>
<i>TABLA 32: Dosificaciones por cada Cantera .....</i>	<i>95</i>
<i>TABLA 33: Cronograma de Elaboración del Concreto.....</i>	<i>96</i>
<i>TABLA 34: Cronograma de Compresión de los moldes de Concreto .....</i>	<i>96</i>
<i>TABLA 35: Control de Slump Elaborado en Campo .....</i>	<i>97</i>
<i>TABLA 36: Resultados de la Temperatura del Concreto Fresco.....</i>	<i>98</i>
<i>TABLA 37:Resultados del ensayo de Temperatura Promedio.....</i>	<i>99</i>
<i>TABLA 38: Tolerancia para las Edades de Ensayo. ....</i>	<i>103</i>
<i>TABLA 39: Resultados de la resistencia a compresión de los cilindros de la cantera “Calichin” .....</i>	<i>107</i>
<i>TABLA 40: Resultados de la resistencia a la compresión de los cilindros de la cantera Chakawayq’u - Infantes.....</i>	<i>107</i>
<i>TABLA 41: Resistencia a la Compresión del concreto por edades y su respectivo promedio de la cantera Calichin.....</i>	<i>109</i>
<i>TABLA 42: Resistencia a la compresión del concreto por edades y su respectivo promedio de las canteras Chakawayq’u – Infantes .....</i>	<i>109</i>
<i>TABLA 43: Análisis comparativo de la resistencia promedia alcanzadas por el concreto en diferentes edades .....</i>	<i>110</i>
<i>TABLA 44: Resistencia a la compresión del concreto en porcentajes teniendo como base <math>f'c=210 \text{ Kg/cm}^2 = 100\%</math>.....</i>	<i>113</i>
<i>TABLA 45: Nivel de influencia entre las características físicas de los agregados de la cantera Calichin y la resistencia a la compresión.....</i>	<i>116</i>
<i>TABLA 46: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Calichin y la resistencia a la compresión.....</i>	<i>117</i>

<i>TABLA 47: Nivel de influencia entre las características de los agregados de la cantera Calichin y el concreto en estado endurecido.....</i>	<i>118</i>
<i>TABLA 48: Nivel de influencia entre las características físicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión.....</i>	<i>119</i>
<i>TABLA 49: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión.....</i>	<i>120</i>
<i>TABLA 50: Nivel de influencia entre las características de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia Al concreto en estado endurecido. ....</i>	<i>121</i>

**FIGURAS**

<b><i>FIGURA 1: Ubicación Geográfica de la Cantera Calichin</i></b> .....	<b>49</b>
<b><i>FIGURA 2: Máquina Chancadora utilizada para proceso de trituración</i></b> .....	<b>49</b>
<b><i>FIGURA 3: Ubicación Geográfica de la Cantera Chakawayq'u</i></b> .....	<b>50</b>
<b><i>FIGURA 4: Procesamiento de los Agregados de la Cantera Chakawayq'u</i></b> .....	<b>51</b>
<b><i>FIGURA 5: Ubicación Geográfica del Bancos Artificiales de Arena – “FAMILIA INFANTES”</i></b> .....	<b>52</b>
<b><i>FIGURA 6: Bancos Artificiales de Arena – “FAMILIA INFANTES”</i></b> .....	<b>53</b>
<b><i>FIGURA 7: Requisitos de compactación con varilla en cilindros</i></b> .....	<b>94</b>
<b><i>FIGURA 8: Tipos de fallas en probetas cilíndricas ensayadas a Compresión Simple</i></b> .....	<b>105</b>

## GRAFICO

<i>GRAFICO 1: Curva Granulométrica del Agregado Fino Cantera “Calichin”</i> .....	56
<i>GRAFICO 2: Curva Granulométrica del Banco Artificial de Arena – “Familia Infantes”</i> ....	58
<i>GRAFICO 3: Comparación de Curva Granulométrico del Agregado Fino</i> .....	60
<i>GRAFICO 4: Curva Granulométrica del Agregado Grueso Cantera “Calichin”</i> .....	63
<i>GRAFICO 5: Curva Granulométrica del Agregado Grueso Cantera “CHAKAWAYQ’U”</i> .....	65
<i>GRAFICO 6: Comparación de la Curva Granulométrico del Agregado Grueso</i> .....	67
<i>GRAFICO 7: Comparativo entre Peso Unitario Compactado del Agregado Fino</i> .....	69
<i>GRAFICO 8: Comparativo entre Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso</i> .....	70
<i>GRAFICO 9: Comparativo entre Peso Unitario Suelto del Agregado Fino</i> .....	71
<i>GRAFICO 10: Comparativo entre Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso</i> .....	72
<i>GRAFICO 11: Comparativo del Contenido de Humedad del Agregado Fino</i> .....	74
<i>GRAFICO 12: Comparativo del Contenido de Humedad del Agregado Grueso</i> .....	75
<i>GRAFICO 13: Comparativo del Peso Específico del Agregado Fino</i> .....	77
<i>GRAFICO 14: Comparativo del Absorción del Agregado Fino</i> .....	78
<i>GRAFICO 15: Comparativo del Peso Específico del Agregado Grueso</i> .....	79
<i>GRAFICO 16: Comparativo del Absorción del Agregado Grueso</i> .....	80
<i>GRAFICO 17: Comparación de Canteras de Abrasión de los Ángeles Del Agregado Grueso</i>	82
<i>GRAFICO 18: Análisis comparativo de la resistencia promedia en diferentes edades</i> .....	111
<i>GRAFICO 19: Curva de maduración de la Resistencia promedia en diferentes edades</i> .....	112
<i>GRAFICO 20: Comparación de la Resistencia a la Compresión del concreto en porcentajes</i> .....	114
<i>GRAFICO 21: Curva de maduración de la Resistencia a la Compresión del concreto en porcentajes</i> .....	114
<i>GRAFICO 22: Nivel de influencia entre las características físicas de los agregados de la cantera Calichin y la resistencia a la compresión</i> .....	116
<i>GRAFICO 23: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Calichin y la resistencia a la compresión</i> .....	117
<i>GRAFICO 24: Nivel de influencia entre las características de los agregados de la cantera Calichin y el concreto en estado endurecido</i> .....	118

<i>GRAFICO 25: Nivel de influencia entre las características físicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión.....</i>	<i>119</i>
<i>GRAFICO 26: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión. ....</i>	<i>120</i>
<i>GRAFICO 27: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión. ....</i>	<i>121</i>

## RESUMEN

La investigación que se ha desarrollado, tuvo como objetivo general el determinar el nivel de influencia de las características que presentan los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla.

La investigación realizada fue del tipo básico sustantivo debido a que se utilizaron conocimientos establecidos por otros investigadores y permitieron generar nuevos conocimientos respecto al estudio de las variables de investigación. El nivel de la investigación fue explicativo o correlacional causal, esto debido a que se buscó establecer una relación causal y explicar detalladamente los factores causantes de la variable independiente respecto a la variable dependiente y el diseño de investigación fue descriptivo explicativo, tomó en cuenta la correlación causal entre las variables. La población que se ha considerado para el estudio, estuvo determinada por los materiales existentes en las canteras ubicadas en la cuenca del Río Vilcabamba y para la investigación se han considerado tres canteras: Calichin, Chakawayq'u y los bancos artificiales de arena "Familia Infantes", la muestra estuvo compuesto por los materiales requeridos para realizar los ensayos correspondientes de estudio de las características y de resistencia. La técnica de recojo de información fue la observación y su instrumento las fichas de observación y los protocolos de ensayo debidamente diseñados en función a los indicadores.

Después de haber realizado las pruebas de ensayo a nivel de la variable características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba y su uso en la construcción de obras de concreto en la ciudad de Chuquibambilla Grau, se ha demostrado que efectivamente influye y para este efecto el nivel de influencia que se ha determinado estuvo representado por el coeficiente de Pearson igual a 0,765 que significa alta influencia, vale decir

cuanto mejor sean las características del agregado, mejor será el uso del concreto para la construcción de obras, por otro lado se ha obtenido un p valor de 0,004 menor al valor de significancia, lo que nos permite confirmar la hipótesis de la investigación, vale decir que las características del agregado influyen de manera significativa en el uso del concreto en las construcciones.

Se debe precisar que la influencia es mayor en los agregados que se han obtenido de la cantera Calichin en comparación a la cantera de Chakawayq'u-Infantes.

**Palabras clave:** Agregados, concreto, construcciones.

## ABSTRACT

The research that has been developed, had as a general objective to determine the level of influence of the characteristics presented by the aggregates coming from the quarries located in the basin of the Vilcabamba river, in the use of concrete for the construction of works in the city of Chuquibambilla.

The research carried out was of the basic substantive type due to the fact that knowledge established by other researchers was used and allowed to generate new knowledge regarding the study of research variables. The level of the investigation was explanatory or correlational causal, this because it was sought to establish a causal relationship and explain in detail the causative factors of the independent variable with respect to the dependent variable and the research design was descriptive, took into account the correlation causal among the variables. The population that has been considered for the study was determined by the existing materials in the quarries located in the Vilcabamba river basin and for the research three quarries have been considered: Calichin, Chakawayq'u and artificial sandbanks "Familia Infantes ", The sample consisted of the materials required to perform the corresponding tests for the study of the characteristics and resistance. The technique of gathering information was the observation and its instrument the observation cards and the test protocols duly designed according to the indicators.

After having carried out the test tests at the variable level characteristic of the aggregates coming from the quarries located in the Vilcabamba river basin and their use in the construction of concrete works in the city of Chuquibambilla Grau, it has been demonstrated that influences and for this effect the level of influence that has been determined was represented by the Pearson coefficient equal to 0.765 which means high influence, that is, the better the characteristics of the aggregate, the better the use of concrete for the construction of works, On the other hand, a p value

of 0,004 has been kept lower than the value of significance, which allows us to confirm the research hypothesis, that is, the characteristics of the aggregate have a significant influence on the use of concrete in buildings.

It must be specified that the influence is greater in the aggregates that have been obtained from the Calichin quarry compared to the quarry at Chakawayq'u-Infantes.

**Key words:** Aggregates, concrete, buildings.

## CAPITULO I

### 1. Planteamiento del Problema

#### 1.1. Realidad Problemática

A nivel mundial el material más utilizado en la construcción es el concreto. De acuerdo a esto gran parte de las infraestructuras y viviendas a nivel internacional están elaboradas con este material (Valdés, 2017).

En el año 1904 en EE.UU. la Asociación Americana de Ensayo de Materiales ASTM C33 “Especificaciones Normalizadas de Agregados para Concreto”, por primera vez publica los modelos de calidad para el agregados y cemento portland. En la actualidad estos modelos se utilizan para puntualizar la clasificación y la calidad de agregados a nivel mundial, como las propiedades físicos, mecánicos y químicos y el tamaño máximo nominal (Gonzales & Villa , 2013).

En México cuentan con la norma CMT 2-02-002 “Calidad de los agregados pétreos para el Concreto Hidráulico”. Para la fabricación de concreto hidráulico la norma menciona todo sobre la calidad de los agregados. En la producción de concreto en México, los agregados obtenidos son de dos fuentes: almacenes naturales (playas, ríos. Etc) y como producto de la desintegración de rocas. (CHAN, SOLÍS, & MORENO, 2010).

La Norma Técnica Peruana NTP 400.037:2018 “Agregados para concreto. Requisitos. 4ª Edición” rige en el Perú, estableciendo los requisitos de granulometría de los agregados finos, gruesos y su calidad, para la elaboración del concreto (NTP, 2018).

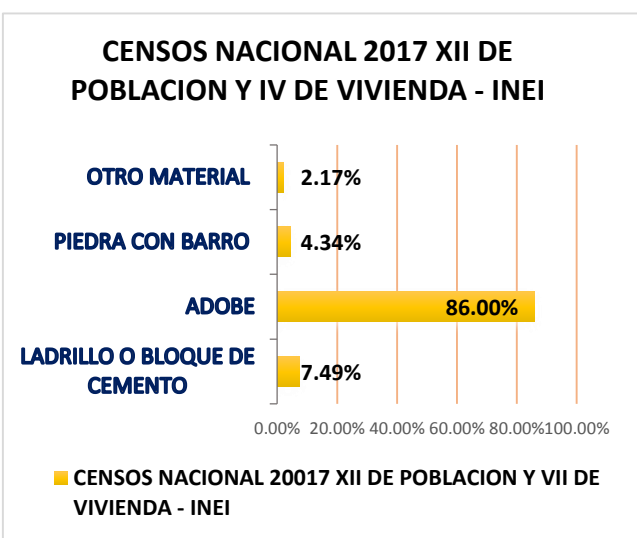
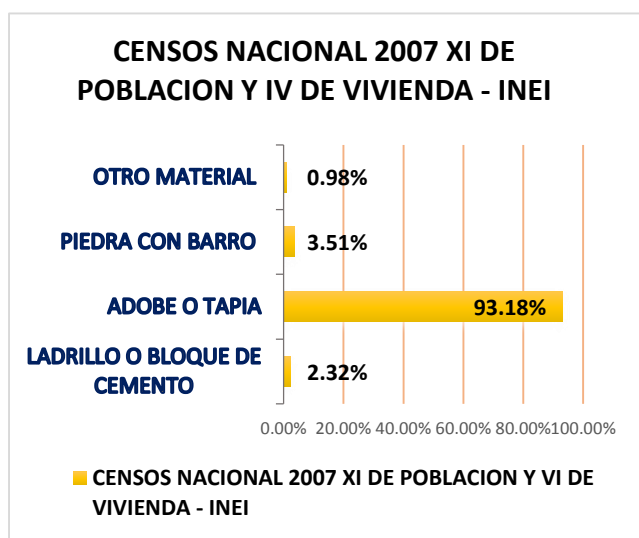
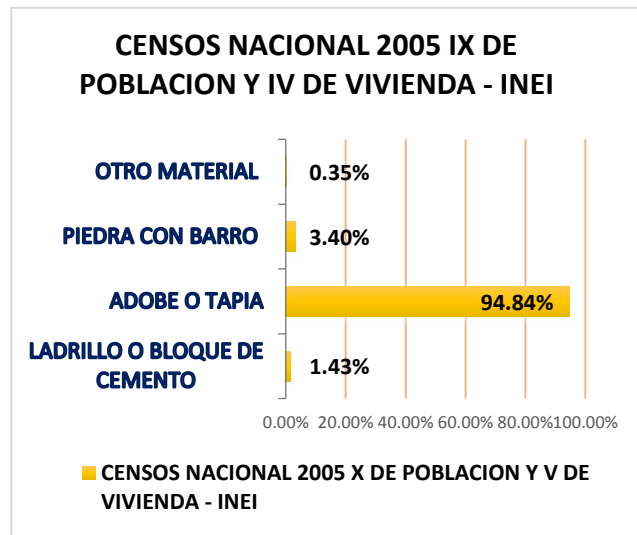
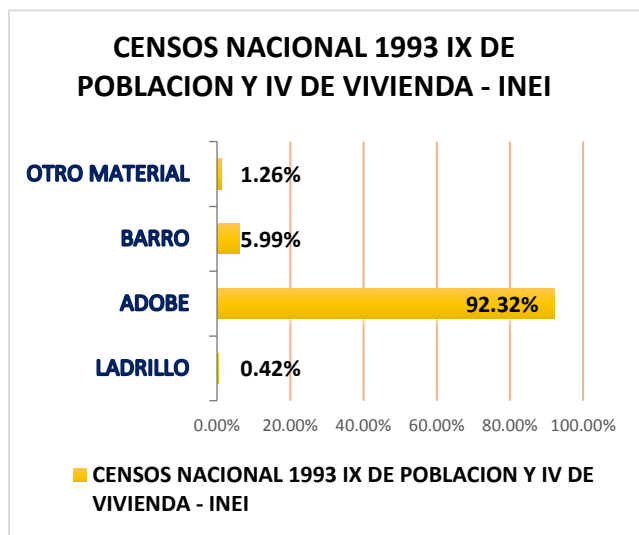
Uno de los más graves problemas que afecta a nuestro país es el alto índice de construcciones informales. Cada año se construyen un promedio de 50 mil viviendas

informales, mucha de ellas sin licencia, concibe un desarrollo desordenado de las ciudades, creando un riesgo para las personas que edifican en terrenos no estables, sin supervisión profesional y con materiales de baja calidad. Cabe revelar que el 50% se caracteriza por falta de calidad (La República, 2013).

Para la exploración de canteras se debe tener en cuenta la ubicación, distancia, calidad y volumen de material, para el uso de estos materiales se debe describir el material encontrado en cada una de ellas, el material encontrado en las canteras son la materia prima para el uso en la construcción en general. Ello mejor el funcionamiento en las estructuras (Arangurí, 2016).

Según Arangurí,( 2015); En el Perú existe la creación de canteras informales que generan material para la construcción, por lo general no garantizan la eficacia de los agregados empleados en diferentes tipos de obra.

Según los datos estadísticos del Censo Nacional de Población y Vivienda de los años 1993, 2005, 2007, 2017 fuente INEI; en la ciudad de Chuquibambilla se obtuvo los siguientes resultados según el tipo de construcción:



Como se puede apreciar en las tablas estadísticas, el comportamiento de la población es cambiar sus estructuras de adobe por las de concreto, las mismas que van creciendo paulatinamente, las construcciones de concreto tuvieron un incremento según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 0.42% en 1993 al 7.49% en el 2017 y las construcciones de adobe están decreciendo de 92.32% 1993 al 86.00% en el 2017

Este fenómeno hace preveer de que poco a poco se irá reduciendo la construcción de casas de adobe e incrementando edificaciones de concreto, por lo que es necesario realizar un estudio de los agregados ya que ocupa alrededor de las  $\frac{3}{4}$  partes del volumen total del concreto.

Para obtener una buena mezcla de concreto es fundamental tener conocimientos de las características de los agregados, en proporciones muy pertinentes, de igual forma es importante tener en cuenta el control de dicho material, para dar cumplimiento a estos aspectos, se deben cumplir con las normas establecidas para estas situaciones.

El maestro de obra a través de su experiencia empírica asume la dosificación para el concreto, donde se sabe que las características de cada cantera son distintas, creando edificaciones vulnerables ante la ocurrencia de algún fenómeno natural.

Los propietarios de las canteras carecen de conocimientos sobre las características de los agregados que producen y venden en el mercado, por ello es necesario realizar un estudio de las principales canteras de extracción en la ciudad de Chuquibambilla, tomando en cuenta las Normas NTP, ASTM - C33 y MTC.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

### **1.2.1. Formulación del Problema.**

#### **1.2.1.1. Problema General.**

¿De qué manera influyen las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla?

#### **1.2.1.2. problema específico.**

- ¿Cómo influyen las características físicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018?
- ¿Cómo influyen las características químicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018?
- ¿Cómo influyen las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el concreto en estado fresco para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018?
- ¿Cómo influyen las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el concreto en estado endurecido para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018?

### 1.3. Justificación de la Investigación

Esta investigación se realiza con la finalidad de conocer las características químicas y físicas de los agregados con fines de construcción de las canteras (Calichin y Chakawayq'u - infantiles): para así saber si los materiales plasman lo establecido en las normas. Todos estos datos serán de beneficio para las entidades públicas, usuarios particulares y constructores que podrán utilizar los agregados con total confianza.

*“Es de bastante conocimiento que la duración del concreto, está vinculado a la duración individualizada de cada uno de sus componentes, por lo tanto, los agregados que se utilizan para el concreto son determinantes para su durabilidad, siempre poniendo de conocimiento que el cemento que se le agrega, ya está compuesto por elementos estandarizados y teniendo en cuenta las normas técnicas. En este proceso se percibe un exceso de arena fina, modifica la dureza del concreto, por lo tanto, necesita mayor cemento y mayores proporciones de agua, además puede disminuir la trabajabilidad, exigiendo el incremento de pasta” (VARGAS, 2013, pág. 7)*

El aporte práctico de la investigación consiste en brindar información cuantitativa obtenida del procesamiento de los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas de laboratorio, esta información será importante para que los profesionales de la construcción puedan tomar decisiones respecto al uso de los agregados que provienen de las canteras del río Vilcabamba y sobre las obras de concreto que se realizan con estos materiales de construcción.

## **1.4. Objetivos de la Investigación**

### **1.4.1. Objetivos Generales.**

Determinar el nivel de influencia de las características que presentan los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar la influencia de las características físicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.
- Determinar la influencia de las características químicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.
- Determinar la influencia de las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el concreto en estado fresco para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.
- Determinar la influencia de las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el concreto en estado endurecido para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

### **1.5. Limitaciones**

Las limitaciones en esta investigación se tornan compleja por los siguientes factores:

- La Universidad Tecnológica de los Andes cuenta con laboratorios mínimamente equipados, sin contar con el apoyo de un especialista en el manejo y utilización de los equipos de Mecánica de Suelos.
- Para realizar los ensayos físico-químicos de los agregados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de los Andes no cuenta los equipos y personal especializado para su realización.
- Carencia de apoyo logístico para el transporte de las muestras extraídas en las canteras donde se realizarán los estudios, especialmente cuando provienen de las canteras ubicadas en cuencas de otras provincias.
- Espacios reducidos en los ambientes destinados a los laboratorios, donde no se permite el ingreso de los investigadores tesistas, ya que son utilizados por alumnos que realiza las prácticas de laboratorio de las diferentes asignaturas como: Tecnología del Concreto, Mecánica de Suelos I, Mecánica de Suelos II, fundaciones.

## CAPITULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

##### 2.1.1. A Nivel Internacional.

**Ortega, (2013)**, realizó 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”*.

Esta investigación tuvo como objetivo, Realizar pruebas a las tres canteras de la ciudad de Ambato y saber el nivel de influencia en la resistencia del concreto empleado en obras.

Además, esta investigación fue del nivel, exploratorio y descriptivo, enfoque del tipo cuali – cuantitativo, la modalidad es básica de investigación en campo, donde se realizará visitas a las canteras de donde se extraerá el material.

La conclusión relevante a la que arribó el investigar precisa que:

- Al agregado de la cantera Villacres se le realizo ensayos de granulometría y se obtuvo el grafico de la curva granulométrica donde se encuentra próximo a los limites superiores dando como resultado un agregado grueso, de TMN 1 ½” y se encuentra dentro de los rangos estableciendo según la norma
- En la cantera Villacrés, en la curva granulométrica del agregado fino se observó que el tamiz # 8 tiene una porción baja de partículas retenidas. Los demás tamices cumplen con los requisitos establecidos por la norma, obteniendo un módulo de finura de 3.0, es el valor ideal de una arena para formar parte de un buen hormigón.

- Según la NTP 400.019 el % superior admisible en la prueba de desgaste de abrasión tiene q ser menor del 50% en este estudio se obtuvo una resistencia de 42.5%.

**MENDOZA, (2008);** Realizó la investigación: *“Evaluación de la Calidad de Agregados para Concreto, en el departamento de Toticapán”*.

Esta investigación evalúa las propiedades químicas, mineralógicas, mecánicas y físicas de dos canteras de áridos utilizados en la construcción en el departamento de Toticapán, empleando cuatro normas ASTM, para saber la calidad de los agregados usados en el concreto

La conclusión relevante a la que arribó el investigar precisa que:

- Ya recopilados los resultados de las características de los bandos, se determinó que el agregado fino de ambas muestras no cumple con lo señalado en la norma ASTM, por lo tanto, se considera inadecuada para el diseño de concreto.
- Según la norma ASTM C-131, este agregado cumple con la resistencia al desgaste y se recomienda su uso para la elaboración del concreto.
- Se aplicó cuatro normas para el ensayo de los agregados, que nos brindó Más información sobre el estudio de agregados y para informar sobre la calidad de agregados.

**FERREIRA & TORRES, (2014),** Realizó la investigación: *“caracterización Física de agregados pétreos para concretos casos: Vista Hermosa (Mosquera) Y Mina Cemex (Apulo)”*.

Esta investigación tuvo como objetivo, comparar los agregados de las canteras Mina Cemex (Apulo) y Vista Hermosa (Mosquera)y saber cual tiene mejores propiedades físicas.

La conclusión relevante a la que arribó el investigar precisa que:

Las propiedades físicas de la cantera Vista Hermosa (Mosquera), nos da como resultado que el agregado grueso tiene una buena gradación y obtener una manejabilidad apropiada, al saber que obtuvimos un gran porcentaje que pasa por el tamiz N° 200. Se sometió a pruebas de desgaste en la maquina micro-deval donde se obtuvo una resistencia superior al 30%, el cual nos indica una baja resistencia a la abrasión y durabilidad. En la arena hay una presencia de 37% de arcillas, estas arenas son expansivas y perjudiciales. La porosidad presente en este material es pequeña lo que beneficia su resistencia mecánica.

- La caracterización física de la Mina Cemex (Apulo). la granulometría presenta una buena gradación en cada material, este material no presenta exceso de finos por ende el agregado presenta cualidades que mejore su adherencia. Se infirió en la resistencia por un porcentaje de pérdida de masa del 20% y la presencia de un 5% de arcilla que puede afectar por producto de expansión. La muestra Tiene una porosidad no considerable, favorece a la resistencia del agregado. Se hizo una comparación de resultados, donde se observó diferencia en sus propiedades físicas, las cuales son fundamentales para estipular la calidad del agregado.

**Chan, Solís, & Moreno, (2010);** realizó la investigación: *“influencia de los agregados pétreos en las características del concreto”*.

Esta investigación tuvo como objetivo, mostrar al agregado y su influencia en el concreto tanto en estado fresco y endurecido.

La conclusión relevante a la que arribó el artículo precisa que:

- La absorción, el tamaño máximo nominal, la forma de las partículas y la granulometría influyen en la trabajabilidad del concreto.
- Los agregados intervienen en el concreto endurecido y su resistencia, como el tamaño de las partículas que nos da adherencia entre las dos etapas (matriz y agregados). La gran cantidad de porosidad de los agregados genera adherencia, y anda acompañada de una mayor cantidad de deterioro.
- Para obtener un concreto con mayor estabilidad volumétrica se debe utilizar un agregado de buenas características para el uso mínimo de pasta de cemento.

**GONZALES & VILLA, (2012)**, realizó la investigación: *“Caracterización de agregados pétreos de la Cantera Tritupisvar para su uso en la elaboración de concreto, Santa Marta Colombia”*

Esta investigación tuvo como objetivo, Llevar a cabo la evaluación de las propiedades mineralógicas, físicas, químicas y mecánicas del agregado pétreo para determinar su calidad en la preparación de concreto, aplicando las normas ASTM.

La conclusión relevante a la que arribó el investigar precisa que:

- El análisis petrográfico nos ayuda a determinar la clasificación y composición mineralógica de los agregados. Para la muestra SM-1 se especifica que la roca metamórfica conocida como Anfibolita de textura Granonematoblástica y estructura bandeada compuesta de minerales principales de hornblenda y plagioclasa con minerales secundarios de cuarzo, zoisita y esfena.
- Se realizó el estudio químico álcali-sílice de los agregados, este estudio se hizo para saber la durabilidad del concreto, expansión y posible resquebrajadura inducido por

esta reacción, trasciende en la debilidad de la estructura y reduce la vida útil de las estructuras de concreto. En la muestra SM-1 se obtuvo un porcentaje de sílice de 85,3% y para el espécimen SM-2 un porcentaje en sílice de 96,2%. Estos especímenes exceden más del 50% de sílice existiendo la posibilidad de que ocurra una reacción con los álcalis comprendidos en el cemento

### **2.1.2. A Nivel Nacional.**

(Gonzales C. A., 2019), realizó la investigación: *“Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro – El Porvenir - Laredo). La Libertad .2019”*.

Esta investigación tuvo como objetivo, Realizar el estudio de Caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro – El Porvenir - Laredo).

La conclusión relevante a la que arribó el investigar precisa que:

- Se realizaron las caracterizaciones de las canteras (EL MILAGRO - EL PORVENIR – LAREDO), el agregado fino y grueso en la granulometría de las tres canteras cumplen con las especificaciones de la NTP, cada curva granulométrica se encuentra dentro de los límites mínimos y máximos establecidos.
- Se realizó el ensayo de abrasión de los ángeles de los agregados gruesos de las canteras, obteniendo un 15 % de desgaste a la abrasión en la cantera Laredo teniendo una mayor Resistencia, en la cantera EL milagro se obtuvo un 20% de desgaste, EL porvenir con un desgaste de 32%.

- La resistencia promedio máxima del concreto endurecido obtenida a los 28 días, en la cantera de Laredo es 272.00 kg/cm<sup>2</sup>, en El Milagro es 237.67 kg/cm<sup>2</sup> y EL porvenir 210.33 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Vargas, (2013)**, realizó la investigación: “la influencia de la procedencia de agregados y su repercusión en el diseño de mezclas de concretos estructurales en el distrito de Puno - 2013”.

Precisar la influencia de los agregados en el Distrito de Puno en las propiedades mecánicas del concreto

La conclusión relevante a la que arribó el investigar precisa que:

El concreto elaborado con los agregados de la cantera Carucava, se obtuvo poca trabajabilidad esto se debe a la gran cantidad de tamaños próximos del Tamaño Máximo Nominal del agregado, el concreto en estado endurecido fue llevado a cargas de compresión donde se vio resultado del diseño de mezclas. A diferencia del concreto elaborado con los agregados de la Viluyo, donde presenta mejor trabajabilidad, pero bajara resistencia a la compresión, Se notó que existe variables de los agregados que no están incluidas en el diseño de mezclas, esto afecta a las propiedades del concreto de manera directa.

**CASTRO & VERA, (2017)**, realizó la investigación: “*Influencia de las características de los agregados de las canteras del sector el Milagro – Huanchaco en un diseño de mezcla de concreto, Trujillo 2017*”.

Esta investigación tuvo como objetivo, Estudiar a los áridos de las canteras del sector de Milagro – Huanchaco y su influencia en el diseño de mezclas de concreto, Trujillo 2017

La conclusión relevante a la que arribó el investigador precisa que:

- Se determinó el nivel de influencia de los agregados del sector El Milagro – Huanchaco, donde se obtuvo resultados perjudiciales, las cuales no cumplen las especificaciones de la NTP 400.037:2014, para la elaboración de un diseño de mezcla. Donde se hicieron modificaciones para mejorar el material. Los mejores resultados se obtuvieron en la cantera 2 y 4.
- Se determinó en las cuatro canteras el módulo de finesa del agregado fino, donde la arena se denominó como gruesa, los pesos específicos de los agregados cumplen con las especificaciones de la NTP 400.037: 2014, siendo recomendables para la elaboración del concreto.
- Se estudió químicamente él, agua destilada, agua potable y agregados en agua para la producción del concreto, donde se encuentra dentro de los límites máximos consentidos por la NTP 339.088:201.

**ARANGURÍ, (2016)**, realizó la investigación: *“La importancia del uso de agregados provenientes de canteras de calidad”* realizadas en Perú.

Esta investigación tuvo como objetivo, determinar a través de ensayos de laboratorio sus particularidades y especifiquen su uso y destacar la importancia del agregado usado en construcción, que avale un estudio previo de sus canteras.

Además, en la investigación se empleó el método, descriptivo y están enfocados en lo consecutivo: por investigación generada por los diarios nacionales, sobre canteras informales no metálicos.

La conclusión relevante a la que arribó el investigador precisa:

- las mafias de la construcción inician con la formación de canteras informales que genera evasión tributaria y daño ambiental importante: el material proporcionado es de mala calidad y no cumple con la normatividad vigente, dando como resultado producto final de mala calidad.

**HOYOS, (2013)**, realizó la investigación: “Estudio de la cantera “Cruce Chanango” de la ciudad de Jaén- Cajamarca, para su uso en la elaboración de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”

Esta investigación tuvo como objetivo, determinar elaboración de un concreto de cálida productos de las propiedades mecánicas y físicas de la cantera Cruce Chanango de la ciudad de Jaén, para determinar la dosificación adecuada a realizar en laboratorio de un concreto con resistencia a la compresión  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

La conclusión relevante a la que arribó el investigar precisa que:

- Los agregados fueron sometidos a la prueba de los ángeles para determinar la resistencia al desgaste, el agregado en estudio cuenta con una dureza óptima ya que presenta un desgaste de 12%.
- la norma ASTM C33 implanta para el agregado grueso, la pérdida de peso no será mayor de 12% y para el agregado fino sometidos a los cinco ciclos no tendrá una pérdida en peso no mayor del 10%, los resultados de ensayos de durabilidad del agregado fino son: una pérdida de 8.30%, y para el agregado grueso 6.9%.

### **2.1.3. A Nivel Regional y Local.**

**Olarte, (2017)**, realizó 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*”.

- Esta investigación tuvo como objetivo, determinar el nivel de influencia del estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas en la construcción de obras civiles.

Además, fue del tipo cuantitativa, nivel de investigación correlacional – causal explicativo y diseño no experimental, la muestra utilizada fue probabilística, el instrumento que se ha utilizado fue de recolección de datos.

La conclusión relevante a la que arribó el investigar precisa que:

- En los procesos de dosificación por peso a diferencia del volumen, debemos tener en cuenta los materiales en estado humedecido como la arena, ya que su peso aumenta en algunos casos hasta 30%. Así lo menciona el ACI 211.1, que la dosificación por peso es más precisa obteniéndose mejores resultados en la resistencia
- El mejor método para determinar la calidad del concreto preparado en obra, es realizando ensayos de muestras en laboratorio, por eso se deben seguir los métodos recomendados por las normas NTP; MTC y ASTM, para obtener buena calidad de concreto se deben tener buenas muestras.
- Se concluyó que, no siempre a mayor cantidad de cemento genera mayor resistencia, Poé que las características de los agregados hacen que tengas una mejor adherencia con el cemento, la relación de agua y cemento determina el asentamiento, la manejabilidad de la mezcla de concreto. Además, la resistencia a la flexión y compresión está relacionada con el tamaño del agregado y el cemento.

**Cuellar & Sequeiros, (2017)** realizó la investigación: *“influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolanico tipo IP en la ciudad de Abancay - Apurímac”*.

Esta investigación tuvo como objetivo, determinar cuál es la influencia que ejerce el curado en el concreto para el clima de la ciudad de Abancay y Pachachaca, utilizando cemento puzolanico tipo IP y cemento portland tipo I.

Además, fue del tipo Correlacional, nivel de investigación explicativa, método de investigación cualitativo y cuantitativo, la muestra utilizada son los cilindros de concreto de 30 x 15 cm, el instrumento que se ha utilizado fueron protocolos de ensayo de materiales en laboratorio, protocolos para la elaboración de concreto.

La conclusión relevante a la que arribó el investigar precisa que:

- Las canteras en estudio no están dentro de los parámetros de la norma ASTM – C33, sin embargo, en las pruebas de resistencia del concreto, se obtuvo la resistencia requerida que se plantió en el capítulo de diseño de mezcla, gracias al factor de seguridad se logró obtener la resistencia de diseño.
- La resistencia que alcanzo cada concreto elaborado con diferentes tipos de cemento tiene gran diferencia en cuanto a la resistencia, el TIPO I logra superar la resistencia requeridas por el diseño llegando aun 387.93 Kg/cm<sup>2</sup> de mezcla que fue de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con un  $f'cr=294$  kg/cm<sup>2</sup> el cual nos daba un factor de seguridad; para el concreto elaborado con el cemento TIPO IP llego a una resistencia a los 28 días de  $f'c=230.77$  kg/cm<sup>2</sup> que está dentro de los rangos de parámetro de diseño de mezcla.

## **2.2. Bases Teóricas (en relación a las variables)**

### **2.2.1. Concreto.**

Este material está conformado por una mezcla proporcionada de elementos como el cemento, el agua, los agregados y en muchos casos de manera opcional se le considera algunos aditivos, que en un comienzo se percibe un tanto flexible, pero posteriormente se transforma en una consistencia bastante rígida y se utilizan para diversas construcciones.

*De esta definición se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes y su interrelación, ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad. (PASQUEL, 1999, pág. 11)*

El concreto es una estructura compuesto por agregado, cemento portland, agua y aire; en proporciones apropiadas, que permitan alcanzar un elemento que cumpla propiedades de durabilidad y de resistencia a la compresión, entre otras. En algunos casos se adiciona aditivos.

*El cemento y el agua reacción químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas Propiedades Del Concreto (ABANTO, 2017).*

### 2.2.2. Características Mecánicas del Concreto.

El concreto tiene un propósito fundamental, la resistencia respecto a la compresión, pero su resistencia a tracción como la fuerza que realiza de manera cortante es baja, lo que permite utilizar experimentos a nivel de ensayos, de esta forma se garantiza sus propiedades de ser resistente.

Los concretos en muchos casos se muestran un tanto débiles debido a sus características originales, por ello, en muchos casos se acuden a las barras de acero para poder introducir en los muros correspondientes y de esta forma pueda aumentar su resistencia al peso, este hecho generalmente se da en los pilares.

En el proceso de fraguado del material, se combina con alambres tensados en el concreto.

Cabe precisar lo siguiente:

*“Lenta anularía las ventajas del pretensado. Posteriormente se investigó la convivencia de introducir tensiones en el acero de manera deliberada y previa al fraguado del concreto de la pieza estructural, desarrollándose las técnicas del concreto pretensado y el concreto pos tensado. Los aditivos permiten obtener concretos de alta resistencia, la inclusión de monómeros y adiciones para concreto que aportan múltiples mejoras en las propiedades del concreto”.*

### 2.2.3. La Cantera.

#### Descripción

Una cantera es una explotación de material pétreo, las cuales son insumos principales en el lugar de la construcción es obras civiles presas, estructuras, vías y embalses, entre otros. Su

costo económico es un factor significativo en cualquier proyecto por ser material prima en la ejecución de obras.

Las canteras pueden contener roca blanda (caliza, arenisca) o roca estratificada, que liberan un polvo fino.

### **2.2.3.1. Tipos de canteras**

**Cantera de aluvi3n:** conocidas tambi3n como canteras fluviales, se les denomina canteras que se forman como producto de las lluvias, en este caso el caudal de los r3os constituye una forma natural de generar eros3n y conducen cantidades de rocas de tal manera que con la fuerza que emite en los r3os se van formando grandes dep3sitos de este tipo de materiales como el canto rodado la grava hasta la arena fina y en muchos casos las arcillas, la actividad propia del agua de los r3os generalmente son los que producen este tipo de material y que a la larga constituye una forma de explotaci3n econ3mica dentro de un contexto determinado y que en muchos casos estos forman parte de canteras que se encuentran alejados de un lugar determinado.

**Cantera de roca:** Estas canteras tambi3n son acreditadas como canteras de Pe3a, generalmente estas poseen su inicio en la conformaci3n geol3gica de un lugar determinado, en estos lugares se encuentran sedimentos, rocas 3gneas o metam3rficas. Las canteras permanecen estables debido a su condici3n est3tica no existen formas de poder trasladar estos materiales de un lugar a otro de manera natural, no hay una forma de abastecer para que pueda modificar su volumen en este tipo de canteras. Estas canteras se posicionan, generalmente a partir de las zonas de roca, monta3as que poseen materiales de poca dureza. Para poder realizar la explotaci3n de estos materiales necesariamente se tiene que efectuar cortes o tener que excavar en los propios

depósitos Dónde están constituidos las rocas. Las canteras generalmente se caracterizan por el tipo de material que se provee y la forma de extracción que se utiliza para poder obtener este tipo de material.

### **2.2.3.2. Clasificación de canteras.**

#### **Según el tipo de explotación**

- Canteras a cielo abierto.
- En laderas, cuando la roca se arranca en la falda de un cerro.
- En corte, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno.
- Canteras subterráneas.

#### **Según el material a explotar.**

- Con materiales consolidados o roca.
- De materiales no consolidados como suelos, astrolito, agregados, terrazas aluviales y arcillas.

#### **Según su origen**

- Canteras aluviales.
- Canteras de roca o peña.

### **2.2.3.3. Exploración y explotación de canteras**

Fuera de todos los aspectos que se han ido considerando hasta el momento Cómo constituye un problema bastante práctico el tener que averiguar Cómo buscar cómo califica y

explotar canteras de manera particular. Se debe precisar que hay factores colaterales que son determinantes para poder realizar trabajos principalmente de explotación, determinando un rendimiento óptimo siempre teniendo en cuenta las distancias que tienen que recorrer los medios de transporte para poder procesar el material correspondiente.

Para poder llevar a cabo la explotación, la calificación es importante, entonces se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Al inicio se busca canteras que se encuentran en los márgenes de los ríos, donde se encuentran agregados de calidad aceptables y generalmente en zonas donde se observan que su gravedad está al medio de dónde debe suministrarse el material correspondiente, además los accesos son bastante complicados lo que dificulta tener que instalar las plantas de procesamiento e identificar los materiales pertinentes para poder lograr el objetivo.
- Se debe ubicar el lugar de explotación demostrándose que debe constituir una cantera probable en el que se puedan realizar agujeros con diámetros de un metro y medio o de 2 a 3 metros de profundidad para poder buscar el material con las características deseadas.
- Para poder llevar a cabo la ejecución de la explotación se recomienda ejecutar por lo menos una calicata por cada 2500 m<sup>2</sup>, para saber la diversidad que existe en cuanto a material.
- Se recomienda ejecutar al menos una calicata por cada 2500 m<sup>2</sup>, Para poder llevar a cabo la ejecución de la explotación de las calicatas
- Es importante diseñar un plano que permita ubicar con precisión la cantera con las distancias y profundidades pertinentes.

- Como actividad previa a la explotación se recomienda eliminar el material de la parte superficial porque en todos los casos esto representa a un material contaminado. Esta limpieza Generalmente Abarca una capa de 0.30 a 0.50.

#### **2.2.4. Agregados.**

El agregado está considerado como elementos inertes que se conjuncionan en una pasta de cemento para poder conformar una estructura que tenga resistencia. Generalmente ocupan las tres cuartas partes de la cantidad total que se utiliza para realizar una mezcla pertinente.

*La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente, así como una trabajabilidad adecuada. Está científicamente demostrado que debe haber un ensamble casi total entre las partículas, de manera que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto este unido por la pasta de cemento.* (PASQUEL, 1999, pág. 69).

También se denomina a estos materiales áridos porque están mezclados con otros componentes como son el cemento, cal, entre otros y siempre se incrementa el agua en cantidades proporcionales al material que se quiere obtener. Los agregados son importantes porque en su mayoría representan el 75% del volumen de la mezcla que forma parte del concreto.

#### **Clasificación:**

Los agregados naturales se clasifican en:

- agregado finos
- agregados gruesos

Los agregados que se utilizan peso normal (2200 a 2500 kg/m<sup>3</sup>) en el concreto, deberán respetar con los menesteres de la NTP 400.037 o de la jurisprudencia ASTM C-33, así como de las delimitaciones del esquema. Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como temporales opcionales. Si se emplea, con habilitación del proyectista, el agregado general llamado “hormigón” deberá practicarse con el párrafo 3.3.10 de la Norma RNE E. 060.

### **2.2.5. Clasificación de los Agregados para Concreto.**

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son:

#### **a) Por su procedencia**

##### **▪ Agregados naturales:**

Son los alineados por los enjuiciamientos geológicos naturales que han sobrevenido en el planeta durante miles de años, y que son extraídos; escogidos y procesados para lograr el uso óptimo en los productos de concreto.

##### **• Agregados artificiales:**

Se obtienen de la transformación de los materiales que se hallan en la naturaleza, realizando tratamientos específicos se pueden obtener otro denominado concreto.

Otros agregados de este tipo son la escoria de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, la microsílíce, etc. El uso de estos materiales es bastante y principalmente en el concreto.

#### **b) Por su densidad:**

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.

### **2.2.6. Propiedades Físicas.**

#### **a) Peso Específico**

Es la división entre el peso de las partículas entre el volumen de estas partículas. Las normas ASTM C-127 y C-128 (ref. 5.4 y 5.5) indican los procesos que se siguen en el laboratorio, existen tres formas de obtener la función de las condiciones de saturación.

Su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 kg/m<sup>3</sup>

#### **b) Peso Unitario**

Es la división que se realiza entre el peso de las partículas y el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas contribuye en el acomodo de estos. Los procesos que se siguen, está descrito en la norma ASTM C-29 (Ref. 5.6), considera la forma estándar para realizar la evaluación, teniendo en cuenta el orden de las partículas y su acomodación para una compactación en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas.

#### **c) Porcentaje de Vacíos**

Está considerada como la forma de medir el volumen calculado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregado.

En la norma ASTM C-29 que se a considerado con anterioridad se precisa la fórmula para calcularlo, utilizando valores de peso específico y peso unitario estándar.

$$\% \text{ de vacíos} = 100 \left[ \frac{(S \times W) - M}{S \times W} \right]$$

Donde:

S= peso específico de masa

W= densidad del agua

M= peso unitario compactado seco

#### **d) Absorción**

Está considerada como la capacidad que tienen los agregados para utilizarlos en los vacíos. Este hecho se lleva a cabo por capilaridad, no se llega en muchos casos a llenar en su totalidad porque los poros que se indican siempre contienen aire atrapado.

Es muy importante porque se observa en el concreto, minimizando el agua de mezcla, y repercutiendo en sus propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo tanto, es importante considerar las correcciones necesarias.

La normatividad ASTM C-127 y 128 ya consideradas en el peso específico precisan los procedimientos y uso de la siguiente formula:

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{\text{peso S. S. S} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$

#### **e) Porosidad**

Está considerada como el volumen de los vacíos que se hallan en las partículas del agregado. Tiene una gran repercusión en las características del agregado, y está representado en su composición interna de la partícula.

Para evaluar la porosidad no existe un método estándar de ASTM, sin embargo, existe formas complejas de determinar cuya validez es relativa

La porosidad de los agregados oscila por lo general entre 0% y 15%, el rango común es de 1% al 5%, y los agregados ligeros de 15% a 50%.

#### **f) Humedad**

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Está considerada como una propiedad fundamental que apoya a mejorar el agua de mezcla en el concreto, esto nos indica que se debe considerar de manera conjunta la absorción para llevar a cabo las modificaciones proporcionales en la mezcla, para que se dé cumplimiento a la suposición asumida.

El porcentaje de humedad se expresa de la siguiente manera según ASTM C-566 (Ref. 5.7)

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

### **2.2.7. Características Resistentes.**

#### **a) Resistencia**

Está considerada como la capacidad de asimilación en que genera fuerzas de compresión, tracción, corte y flexión. Generalmente lo obtenemos midiendo las resistencias en compresión, para este efecto se debe poner en práctica los cilíndricos de tamaño moderado y para esto se realizan agujeros o cortes de una muestra lo suficientemente grande.

#### **b) Tenacidad**

Es conocida como la resistencia al impacto.

Tiene como resultado en las propiedades del concreto ante golpes, que es importante al momento de apreciar los problemas en proceso por chancado de material.

Está relacionada con la demanda en flexión, así como con la aspereza y angularidad de la superficie

#### **c) Dureza**

Es la resistencia al desgaste que se genera por el choque de partículas o por agentes externos

*En los agregados para concreto se cuantifica por medio de la resistencia a la abrasión en la Máquina de los Ángeles, que consta de un cilindro metálico donde se introduce el agregado conjuntamente con 12 esferas de acero de 46.8 mm. de diámetro y entre 390 y 455 gr. de peso cada una, con un peso total de  $5000 \pm 25$  gr., haciéndose girar el conjunto un cierto número de revoluciones (100 o 500) que provocan el rose entre partículas, y de las esferas sobre la muestra incitando el desprendimiento superficial de material el cual se mide y expresa en porcentaje. Las normas ASTM aplicables son la C-131 y C-135 (Ref. 5.8 y 5.9). Agregados con altos valores de desgaste a la abrasión (>50%) producen concretos con*

*características inadecuadas en la mayoría de casos* (PASQUEL, 1999, págs. 70-79).

#### **2.2.8. Agregado Fino.**

*Generado por la descomposición ya sea de forma artificial o natural, que pasa por el tamiz 3/8" hasta el tamiz N° 200 y cumple con lo establecido en la NTP 400.037* (RIVVA, 2018, págs. 24,25).

### **Granulometría**

Está considerado como la repartición de las partículas de arena. Se obtiene a partir de la separación de estas partículas, utilizando mallas diferentes pero normalizadas. Las mallas normales estandarizadas para arena fina tienen los números 4; 8; 16; 30; 50; 100.

El RNE especifica la granulometría de la arena que corresponde con lo dicho en las normas, del ASTM".

***TABLA 1: límites de granulometría del Agregado Fino de la norma ASTM C33***

TAMAÑO DE LA MALLA	% QUE PASA EN PESO
9.52 mm (3/8")	100
4.75 mm (Nº 4)	95 a 100
2.36 mm (Nº 8)	80 a 100
1.18 mm (Nº 16)	50 a 85
0.60 mm (Nº 30)	25 a 60
0.30 mm (Nº 50)	10 a 30
0.15 mm (Nº 100)	2 a 10

Fuente: ASTM C33

### Módulo de Fineza

Se precisa como la suma de los porcentajes retenidos acumulados (3/8" +Nº4+Nº8+Nº16+Nº30+Nº50+Nº100) y esta cantidad se divide entre 100.

Según establece la norma ASTM con respecto a la arena debe de tener un módulo de fineza no menos de 2.3 ni mayor que 3.1.

*(...) Si consideramos únicamente el módulo de finura, pueden obtenerse dos condiciones desfavorables: una de ellas existe cuando el módulo de finura es mayor a 3.1 (arena gruesa), en donde puede ocurrir que las mezclas sean poco trabajables, faltando cohesión entre sus componentes y requiriendo mayores consumos de cemento para mejorar su trabajabilidad; la otra condición es cuando el módulo de finura es menor a 2.2 (arena fina), en este caso puede ocurrir que los concretos sean pastosos y que haya mayores consumos de cemento y agua para una resistencia determinada, y también una mayor probabilidad que ocurran agrietamientos de tipo contracción por secado. (Uribe, 1991)*

### **2.2.9. Agregado Grueso.**

El agregado grueso es un material retenido por la malla N° 4 hasta la 3/8" y cumple con lo establecido en la NTP 400.037 estos agregados se generan de manera natural o artificial

El agregado debe estar limpio y que tengan un perfil angular, compactas, resistentes y de textura rugosa.

#### **Granulometría**

En este caso está referido al agregado grueso y se refiere a la continuidad de los tamaños, también se refiere a la progresión de la grava, que nos determina la trabajabilidad en el diseño de mezcla de concreto, son menos que la producción de la arena fina. Por esta razón, la granulometría del material grueso, por el tamaño puede variar dentro de un rango y que es determinante para los requerimientos de agua y cemento.

### **2.2.10. Tamaño Nominal Máximo.**

El tamaño máximo nominal es el menor tamaño de tamiz por la que debe pasar la mayor parte de los agregados entre 15% o más de material retenido. Por otro lado, el tamaño máximo de los agregados no debe exceder de las partículas.

- 1/5 de la menor dimensión entre caras del encofrado.
- 3/4 del espacio entre los alambres o barras de refuerzo.
- 1/3 de la altura de las losas.

### **2.2.11. Calidad de los Agregados.**

Los agregados ocupan las 3/4 partes del volumen total del concreto, las características de los agregados influyen notablemente en el producto resultante del concreto como la resistencia, durabilidad y conductividad, etc.

### **2.2.12. Cemento.**

#### **Cemento Portland**

El cemento se obtiene de una mezcla de minerales finamente molidos, formados por piedras calizas y arcilla. Se calientan hasta altas temperaturas (1400°C-1450°C), en grandes hornos giratorios que llegan a medir con una longitud 200m y diámetro 5.50m. el material que sale del horno se le denomina “Clinker”.

Al chinker se le enfría y muele en polvo muy fino que es lo que constituye en el cemento portland. Duramente la molienda se le agrega yeso (3% a 4%) para evitar que fragüe inmediatamente.

El cemento colocado en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de las siguientes normas:

- a) Los cementos portland normal tipo I, II, o V respectivamente con las normas NTP 334.009; o con la norma ASTM C 150.
- b) Los cementos portland puzolanicos tipo IP y IPM deberán cumplir con los requisitos de la norma NTP 334.090; o con la norma ASTM C 595.

### 2.2.13. Agua.

Es fundamental para poder hidratar al cemento y facilitar su desarrollo a nivel de sus propiedades. Esto implica tener en cuenta las proporciones que se debe utilizar teniendo en cuenta el volumen a utilizarse y el trabajo que se tiene que realizar.

#### El Agua en la Mezcla

El agua del diseño de mezcla en el concreto tiene 3 funciones principales:

- I. Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- II. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- III. Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

En consecuencia, esta proporción de agua que utilizamos en el diseño de mezcla para el concreto no debe ser mayor a lo necesario.

Una característica del agua que se utiliza para el concreto, debe ser su habilidad para el consumo humano porque lo que es bueno para el hombre es bueno para el concreto.

Si el agua incumple con las características, entonces contamina a la mezcla con impurezas, lo que genera demora en el momento de endurecer, manchas en el concreto endurecido, disminución de su resistencia, eflorescencias, cambios volumétricos y corrosión de acero etc.

Ni el ASTM ni el ACI generan exigencias para el uso del agua en la mezcla para concreto (**Ref. 4.1**) pero, algunos requisitos se redactan en la Tabla **4.1 (Ref. 4.2)**:

**TABLA 2: límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma ITINTEC 339.088 (Ref. 4.2)**

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión	5000 p.p.m. máximo
Materia orgánica	3 p.p.m. máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1000 p.p.m. máximo
Sulfato (Ion SO <sub>4</sub> )	600 p.p.m. máximo
Cloruros (Ion CT)	1000 p.p.m. máximo
pH	5 a 8

*Fuente:* ASTM C33

- El uso del agua necesariamente debe efectuar lo estipulado en la norma NTP 339.088 y en lo posible tiene que ser agua potable.
- Se prohíbe el uso de aguas calcáreas, minerales, acidas, minerales, aguas sulfatadas mayor al 1%, etc.
- Se debe usar aguas naturales no potables, previa autorización de la inspección, únicamente si:
  - A. Se observan limpieza, sin elementos perjudiciales, a más de otros elementos ya indicados, el agua no debe contener sales en altas porciones porque afectan el fraguado y resistencia, además, repercute en la eflorescencia o corrosión del acero de refuerzo.
  - B. El análisis de laboratorio se determina la calidad del agua y las cantidades de los elementos que deben ser aprobados deben ser los siguientes:

	<b>MAXIMOS</b>
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	1500 ppm
PH	mayor a 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

C. Los bubos de mortero preparados con el agua seleccionada, y probados en base a lo establecido en la norma ASTM C 109 que indica que entre los 7 y 28 días la resistencia en la compresión no será menor del 90% de las muestras similares preparados con agua potable.

#### **2.2.14. Diseño de Mezclas.**

Actualmente en todo el mundo se utiliza el concreto para todo tipo de proyectos en la construcción, por lo tanto, constituye un elemento fundamental en la ingeniería civil.

Seleccionar adecuadamente los materiales para la mezcla de concreto implica tener conocimiento sobre las propiedades del concreto, las proporciones que deben utilizarse, los procesos que se siguen para colocar la mezcla, controlar la calidad y saber sobre las reparaciones que se requieren. Estos aspectos deben tener muy en cuenta los ingenieros para la construcción.

Finalmente se debe precisar que existen variados métodos para diseñar las mezclas y que están orientados a mejorar la resistencia, la durabilidad, la calidad del concreto.

#### **¿Qué es el diseño de mezclas de concreto?**

Está referido al cálculo que se realiza, teniendo en cuenta sus proporciones en los materiales para obtener el concreto, tiene como propósito el cumplir para concretos en

condiciones frescas y endurecidas, vale decir en la preparación se debe tener en cuenta las mejores propiedades para su uso en las construcciones de las obras.

Para obtener una mezcla, se han creado distintos métodos, algunos son demasiado complicados porque existen varias variables externas que repercuten en su consistencia. Sin embargo, se debe precisar que no se conoce un método específico que brinde resultados exactos sobre durabilidad, resistencia, consistencia y trabajabilidad.

Tener en cuenta las características de manera pertinente y proporcionada, permitirá evitar que se presenten defectos en el concreto endurecido y fresco, por ejemplo, fisuramiento, segregación, exudación, por contracción plástica.

Existen métodos de diseño de mezclas el método ACI, Walker, método de fineza de combinación de los agregados.

### 2.3. Marco Conceptual

- **Abrasión:** Desgaste mecánico de agregados y rocas resultante de la fricción y/o impacto
- **Agregado:** Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada.
- **Agregado bien graduado:** Agregado cuya gradación va desde el tamaño máximo hasta el de un relleno mineral y que se encuentra centrado a una curva granulométrica “huso” especificada.
- **Agregado fino:** material generado de manera artificial o natural establecido por las especificaciones técnicas de la NTP 400.037.

- **Agregado grueso:** Material generado de manera natural o artificial gracias a la desintegración establecido por las especificaciones de la NTP 400.037
- **Análisis granulométrico:** determina la granulometría de un material y la distribución de sus tamaños.
- **Cemento portland:** Es un producto obtenido por la pulverización del clinker Pórtland y añadiendo yeso.
- **Concreto:** Mezcla de material agregados fino, grueso y cemento
- **Cono de Abrams:** se usa para medir la consistencia del concreto fresco conocido también como cono de asentamiento.
- **Contenido de humedad:** se determina por la cantidad de agua el alberga el material bajo ciertas condiciones, estas son expresados en porcentajes.
- **Curado de concreto:** es el proceso en la que se rocía agua para la hidratación del concreto ya vaciado.
- **Dosificación del concreto:** es el proceso en medir en volumen o peso los componentes que se utilizaran en un diseño de mezclas de calidad.
- **Granulometría:** Representada por la gradación de tamaños que tiene el agregado, se genera mediante el tamizado.

## CAPITULO III

### 2.4. Metodología de la Investigación

#### 2.5. Hipótesis

##### 2.5.1. Hipótesis General.

Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen en la calidad del concreto que se utiliza en la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla.

##### 2.5.2. Hipótesis Específicas.

- Las características físicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen de manera significativa en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.
- Las características químicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen de manera significativa en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.
- Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen de manera significativa en el uso del concreto en estado fresco para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018
- Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen en la resistencia del concreto en estado endurecido para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

## 2.6. Método

El método de investigación fue cuantitativo porque se utilizó la estadística descriptiva e inferencial para poder obtener las relaciones causales de las variables de estudio, por otro lado, fue cualitativa porque permitió describir las cualidades observadas de los agregados y de las obras en concreto. Por otro lado, se consideró cualitativa porque se realizaron descripciones a las observaciones realizadas en los ensayos o pruebas de laboratorio.

Según Sampieri (1991), el método cuantitativo precisa lo siguiente: *“Usa la recolección de datos para probar hipótesis, como base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”*.

## 2.7. Tipo de Investigación.

Es de tipo básico sustantivo debido a que se utilizaron conocimientos establecidos por otros investigadores y permitieron generar nuevos conocimientos respecto al estudio de las variables de investigación.

Al respecto, Hernández, Fernández, & Baptista, (2013), manifiesta lo siguiente:

*“La investigación básica está orientada a la búsqueda de nuevos conocimientos a partir de conocimientos que ya fueron establecidos por la ciencia”*.

## 2.8. Nivel o Alcance de Investigación.

Se refiere a la profundidad del estudio que realiza el investigador.

El nivel de esta investigación fue explicativo o correlacional causal, esto debido a que se buscó establecer una relación causal y explicar detalladamente los factores causantes de la variable independiente respecto a la variable dependiente.

Según Carrasco (2006), *“la investigación explicativa responde a la interrogante ¿por qué?, es decir con este estudio podemos conocer por qué un hecho o fenómeno de la realidad tiene tales y cuales características, cualidades, propiedades, etc., en síntesis, por qué la variable en estudio es como es”*.

*“Por otro lado en este nivel de investigación el investigador conoce y da a conocer las causas o factores que han dado origen o han condicionado la existencia y naturaleza del hecho o fenómeno en estudio. Así mismo indaga sobre la relación recíproca y concatenada de todos los hechos de la realidad, buscando dar una explicación objetiva, real y científica a aquello que se desconoce. Necesariamente supone la presencia de dos o más variables”*.

## **2.9. Operacionalización De Variables**

### **2.9.1. Variable Independiente.**

Características de los agregados

### **2.9.2. Variable Dependiente.**

Construcción de obras en concreto

## **✚ Variable Independiente**

***TABLA 3: Operacionalización de la Variable Independiente***

VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Características de los agregados	“El Agregado es aquel material granular que puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico” (ASTM).	Características físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Granulometría</li> <li>▪ Peso Unitario (suelto y compactado)</li> <li>▪ Contenido De Humedad (<math>\omega</math>)</li> <li>▪ Peso Específico y Absorción</li> <li>▪ Resistencia a la abrasión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NTP 400.012</li> <li>- NTP 400.017</li> <li>- NTP339.127</li> <li>- NTP 400.022</li> <li>- NTP 400.019</li> </ul>
		Características químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ph en agregados</li> <li>▪ Cloruros</li> <li>▪ Sulfatos</li> <li>▪ Sales solubles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ntp 339.073</li> <li>- Ntp 339.076</li> <li>- Ntp 339.074</li> <li>- Ntp 339.071</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia.

#### Variable Dependiente

**TABLA 4: Operacionalización de la Variable Dependiente**

VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Construcción de obras de concreto	“El concreto es un material compuesto por la mezcla en distintas proporciones de cemento, agregado y agua, que al principio denota una estructura plástica y moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes lo que hace un material ideal para la construcción” (PASQUEL, 1999).	Concreto en estado fresco	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Asentamiento Del Concreto (Slump)</li> <li>▪ Temperatura del concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>NTP 339.035:</b> “Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el Cono de Abrams”</li> <li>- <b>NTP 339.182:</b> “Método de ensayo normalizado para determinación de la temperatura del concreto fresco”.</li> </ul>
		Concreto en estado Endurecido	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistencia a la Compresión de concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>NTP 339.034</b> “método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de concreto, en muestra de cilindros”</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia.

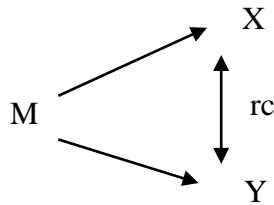
## 2.10. Diseño de Investigación

En esta investigación considero el diseño descriptivo explicativo, toma en cuenta la correlación causal entre las variables.

Se realizó previamente descripciones a las observaciones de las características de los agregados y a la construcción de obras en concreto.

Los resultados fueron correlacionados y explicados de manera detallada respecto a la influencia de las variables y dimensiones independientes en las dependientes.

El esquema considerado para la investigación fue:



Donde:

**M** : Muestra

**X** : Variable independiente

**Y** : Variable dependiente

**Rc** : Relación causal explicativo

## 2.11. Población, Muestra y Muestreo

- La población que se ha considerado para el estudio, estuvo determinada por los materiales existentes en las canteras ubicadas en la cuenca del Río Vilcabamba. Para el estudio se han considerado tres canteras:
  - Cantera Calichin
  - Cantera Chakawayq'u
  - Bancos artificiales de arena "Familia Infantes"

- La muestra estuvo conformada por distintas cantidades de material extraído de las tres canteras, según requerimiento para el análisis correspondiente de las características observadas.
- El muestreo fue por determinación propia, debido a que la muestra no fue probabilística, se consideraron diversas cantidades, según requerimiento de los ensayos.

## 2.12. Técnica e Instrumentos

### Técnica

La observación fue la técnica utilizada para la investigación.

Hernández, Fernández, & Baptista, (2013), respecto a la técnica de la observación precisa lo siguiente:

*“La observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamiento o conducta manifiesta. Puede utilizarse como instrumento de medición en muy diversas circunstancias, principalmente en la observación directa en pruebas de ensayo en laboratorio”*

Se realizaron dos tipos de observaciones:

- Observación en campo

Es un recurso de la observación de forma descriptiva; se plasma en lugares donde se efectúan los fenómenos estudiados. Para nuestro caso la observación en campo se realizó en la ciudad de Chuquibambilla – Grau.

- La observación de laboratorio

Se realizó con el equipo de investigadores, tesistas y laboratorista para observar y analizar las características físicas, mecánicas y químicas de los agregados recogidos en las canteras de Calichin y Chakawayq'u - Infantes.

De igual forma se precisa que:

*“ La técnica de la observación permite mirar de manera muy concentrada los fenómenos o hechos que se llevan a cabo con la finalidad de recoger información valiosa que permita registrar de manera sistemática y luego efectuar una análisis pertinente. Constituye un componente de la investigación que permite sistematizar información para contribuir a la ciencia”.*

### **Instrumento**

Para la investigación se recolectaron datos de laboratorio, y para este efecto se utilizaron como instrumento de recojo de información, la ficha de observación y los protocolos de ensayo debidamente diseñados en base a los indicadores que evidenciaron los resultados.

Las fichas de recojo de información en forma de protocolos, fueron los siguientes:

- Protocolos de ensayos de materiales en laboratorio
- Protocolos de diseño de mezcla para los tipos de cementos
- Protocolos para la elaboración de concreto
- Protocolos para pruebas de compresión en los cilindros de concreto.

Se cumplieron con todos los controles durante la elaboración de concreto, y durante la prueba de compresión fueron realizados con equipos calibrados los cuales se muestran en los certificados de calibración adjuntados en los anexos.

El instrumento de recojo de información previamente fue validado por los expertos asesores de la Carrera Profesional de Ingeniería civil de la Universidad Tecnológica de los Andes y luego de su validación se utilizaron para poder recoger la información pertinente, según se tenía previsto en los objetivos de la investigación.

### **2.13. Consideraciones Éticas**

La redacción del informe del trabajo de investigación, se ha realizado respetando las normas, costumbres, educación y cultura de las personas y comunidades que formaron parte del contexto donde se recogió la información.

Todo el trabajo de recojo de información se efectuó previa coordinación de los responsables del cuidado de las canteras de agregado que se encuentran en la zona de estudio de Vilcabamba.

### **2.14. Procesamiento de Datos**

El procesamiento de información se realizó a través de los protocolos establecidos para la investigación y siempre en coordinación con las personas del lugar de donde se han extraído la muestra de estudio para su procesamiento y análisis correspondiente.

Se debe precisar que los datos son fidedignos tal y como se han obtenido en los ensayos correspondientes, su explicación y análisis se ha efectuado en base a las normas técnicas y en ninguna etapa de los procesos fueron falseados o manipulados.

El procesamiento de datos se realizó con el uso del Programa estadístico Excel, la presentación de los datos se hizo en tablas y figuras estadísticas que permitieron analizar e interpretar según se exigen en los objetivos de la investigación. Se utilizó la estadística descriptiva y la estadística inferencial, el primero con la finalidad de presentar en tablas de frecuencias y porcentajes los datos obtenidos y el segundo con la finalidad de establecer la correlación que permitió medir el

nivel de influencia y consecuentemente explicar las causas de los hechos estudiados. Finalmente, los datos estadísticos inferenciales permitieron contrastar las hipótesis de investigación.

## CAPITULO IV

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Localización de las Canteras

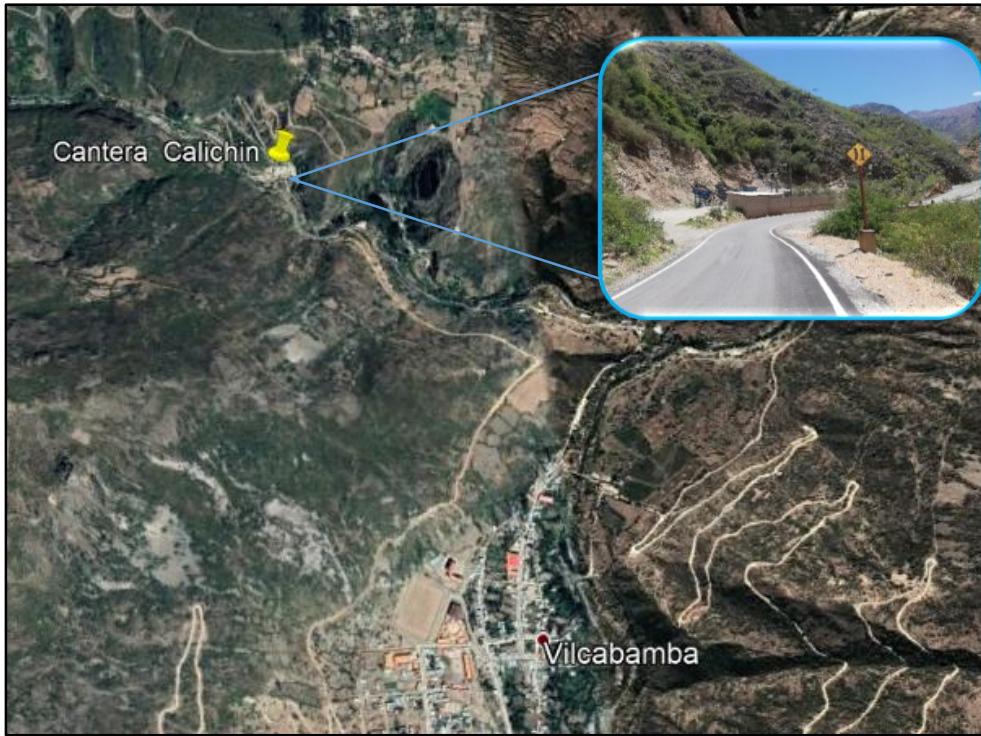
Para realizar el estudio de investigación fue necesario recolectar muestras de las distintas canteras de agregado grueso como agregado fino que se encuentran en la cuenca del río de Vilcabamba, estos agregados son obtenidos por un proceso mecánico, pasando por una maquina chancadora para obtener el tamaño requerido según el cliente desea para el tipo de estructura que se desea conformar.

Las canteras se encuentran en la cuenca del río de Vilcabamba son: CANTERA CALICHIN, CANTERA CHAKAWAYQ'U, BANCOS ARTIFICIALES DE ARENA – “FAMILIA INFANTES”.

##### A. Cantera Calichin

La Cantera de CALICHIN se encuentra localizada a 2 Km de la ciudad de Vilcabamba, al costado de la carretera Ruta nacional denominada PE-3SF sus coordenadas UTM: 756142.41 S, 8443664.11 N, 2773 m.s.n.m.

La producción de los agregados es obtenida por un proceso mecánico, a través de la maquina chancadora donde consigue diferentes tamaños de agregado requeridos, sin embargo el agregado fino es completamente obtenido de la trituración, teniendo un mayor porcentaje de pasante de la malla N°200. Producción en volumen semanal aproximado de 50 m<sup>3</sup> y mensualmente entre 200 m<sup>3</sup>. La extracción del material es de la propiedad del Sr. Julio Cósio, trasladada a dicha cantera para realizar el proceso mecánico, esta cantera lleva funcionando alrededor de 2 años.



***FIGURA 1: Ubicación Geográfica de la Cantera Calichin***

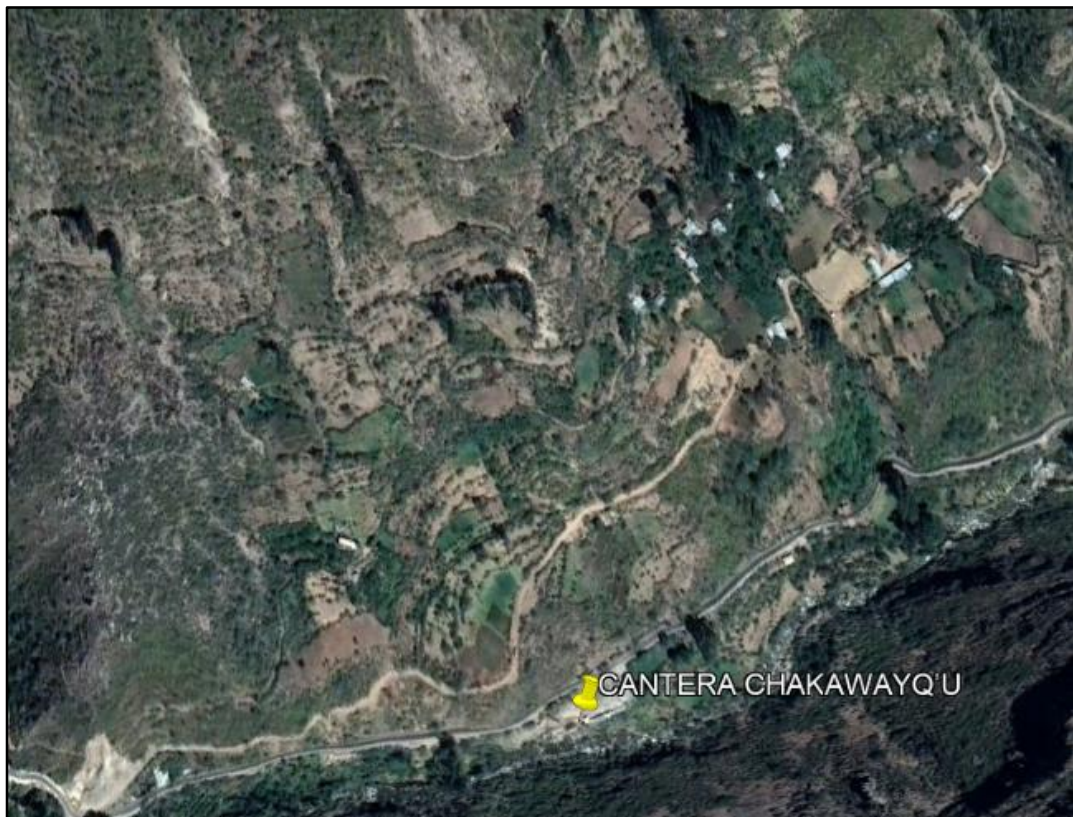


***FIGURA 2: Máquina Chancadora utilizada para proceso de trituración***

## B. Chancadora Chakawayq'u

La Chancadora de CHAKAWAYQ'U se encuentra en la localidad de Huacansayhua, del distrito de Curpahuasi al costado de la carretera de la ruta Chuquibambilla – Vilcabamba sus coordenadas UTM: 754495.03 S, 8443930.00 N, 2865 m.s.n.m.

Esta Chancadora es propiedad de los socios: Magno Cornejo Guevara, Milder Tuero, Mercedes Gómez Hurtado y lleva funcionando alrededor de 3 años, procesan piedra  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{4}$ " , confitillo de los cuales son clasificados por Zarandeo Mecánico y Trituradora. Su volumen diario aproximado de 20 m<sup>3</sup> y mensualmente entre 600 m<sup>3</sup>.



***FIGURA 3: Ubicación Geográfica de la Cantera Chakawayq'u***



**FIGURA 4: Procesamiento de los Agregados de la Cantera Chakawayq'u**

### **C. Bancos artificiales de arena – “Familia Infantes”**

El banco artificial “familia Infantes” consiste en la acumulación de sedimentos (arena), formando grandes depósitos de arena que obstruyen el flujo normal del río, los cuales se pretenden aprovechar sin afectar su cauce

La zona de extracción, se ubica en la cuenca del río Vilcabamba al margen derecho del río sus coordenadas UTM: 752402.99 S, 8443351.00 N, 2932 m.s.n.m.

### **Descripción de los bancos artificiales en Chuquibambilla**

En el río Vilcabamba, en la superficie de la cuenca se encuentra terrazas aluviales que fueron creadas de forma artificial producto de la excavación de pozas para el llenado de sedimentos finos. Estos patrones se encuentran desde la parte alta de la cuenca, viene desde

Chuquibambilla hasta vilcabamba, pero se acentúa mucho más desde la parte media de la carretera Chuquibambilla – Vilcabamba aumentando su caudal y arrastrando material fino.



***FIGURA 5: Ubicación Geográfica del Bancos Artificiales de Arena – “FAMILIA INFANTES”***



***FIGURA 6: Bancos Artificiales de Arena – “FAMILIA INFANTES”***

### **3.2. Propiedades de los Agregados**

El agregado es importante porque compone alrededor del 75% en el volumen del concreto, las características y propiedades de estos influyen en la propiedad del concreto.

Por lo anterior, es importante que los agregados tengan un excelente resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materiales orgánicos, que puedan debilitar el enlace con la pasta del cemento.

De lo anterior es importante mencionar que los agregados tengan buena durabilidad y resistencia de los elementos y que esté libre de impurezas como limo, barro que puedan debilitar el concreto.

*Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas.*

*Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes. Cada uno de ellos deberá ser procesado, transportado, manipulado, almacenado y pesado de manera tal que la pérdida de finos sea mínima, que mantengan su uniformidad, que no se produzca contaminación por sustancias extrañas y que no se presente rotura o segregación importante en ellos (NORMA E.060, 2009, pág. 18).*

Los ensayos se hicieron con el propósito de conocer las propiedades mecánicas y físicas de los agregados usados en el concreto. Se obtuvo 3 muestras por cada cantera.

Estas muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos GEOLEF, donde se realizaron todos los ensayos de Propiedades Físicas (ASTM-C33), Mecánica (ASTM-C131).

### **3.2.1. Propiedades Físicas del Agregado.**

#### **3.2.1.1. Análisis Granulométrico de Agregado Fino.**

Los agregados finos se ensayaron según la norma ASTM C-33, deberán cumplir con las gradaciones establecidos en la NTP 400.012, respectivamente.

#### **A. Cantera Calichin**

Para realizar el ensayo se tomó la muestra de la misma cantera, según los procedimientos antes mencionados, se realizaron 3 ensayos para determinar un promedio de esta para la interpretación de los datos obtenidos en laboratorio.

**TABLA 5: Análisis Granulométrico del Agregado Fino Cantera “Calichin”**

ENSAYO PROMEDIO						
Tamiz		Peso Retenido	Porcentaje Retenido	% Ret. Acumulado	% Que Pasa	Especificación ASTM C-33
Pulg.	mm.					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100	100 – 100
N°04	4.750	16.0	1.8	1.8	98.2	95 – 100
N°08	2.360	112.8	12.9	14.7	85.3	80 – 100
N°16	1.180	173.9	19.9	34.6	65.4	50 – 85
N°30	0.600	194.8	22.3	56.9	43.1	25 – 60
N°50	0.300	139.4	15.9	72.8	27.2	10 – 30
N°100	0.150	107.1	12.2	85.1	14.9	2 – 10
FONDO		130.4	14.9	100.0	0.0	-

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Módulo de Fineza**

El módulo de finura se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar y dividiendo la suma entre 100.

*Cambios significativos en la granulometría de la arena tienen una repercusión importante en la demanda de agua y, en consecuencia, en la trabajabilidad del concreto, por lo que si hubiese una variación significativa en la granulometría de la arena deben hacerse ajustes en el contenido de cemento y agua para conservar la resistencia del concreto (MÓDULO DE FINURA M.F. (MÓDULO GRANULOMÉTRICO), 2001).*

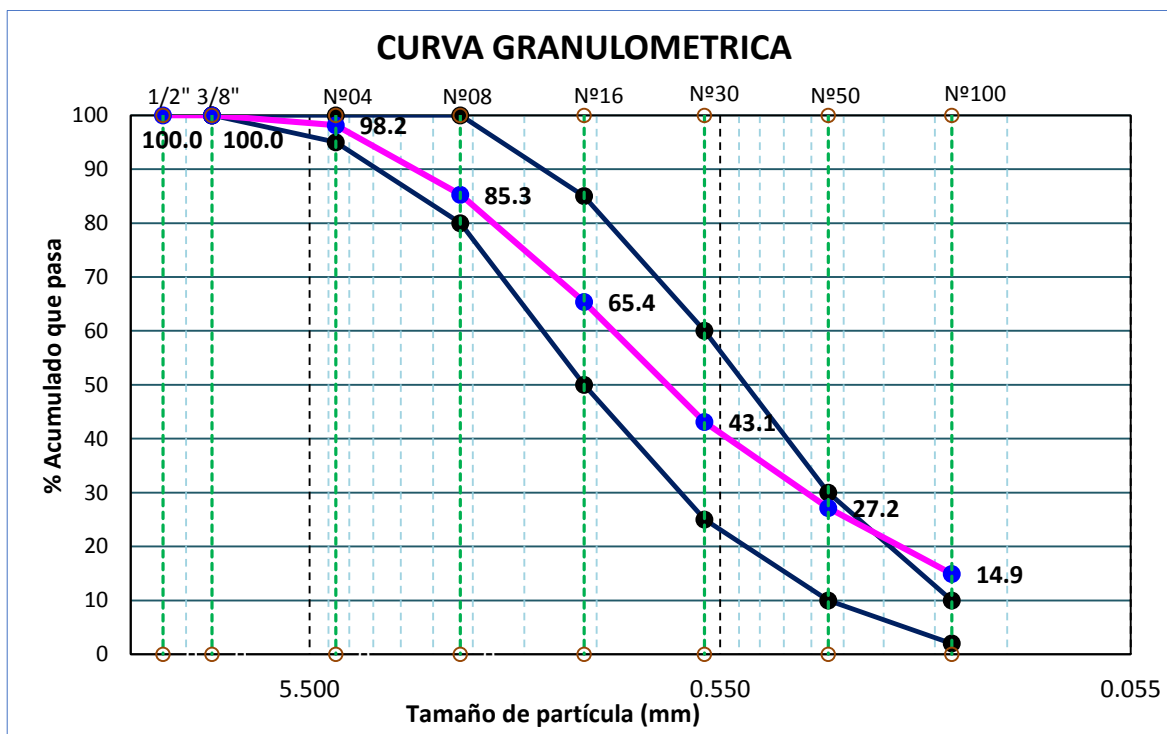
*“las arenas que tengan el MF de 2.2 a 2.8 generan concreto con una buena trabajabilidad y se llega a reducir la segregación. Las arenas que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son mejores para la elaboración de concretos de alta resistencia” (ABANTO, 2017, pág. 49).*

$$MF = \frac{\Sigma(\% \text{ Retenido Acumulado})}{100}$$

$$MF = 2.660$$

Según los resultados el módulo de finura de la cantera “**Calichin**” es de 2.660, que nos muestra la arena de FINURA MEDIA, esta arena producirá un concreto de buena trabajabilidad y reducida segregación. Según la norma ASTM C-33 se encuentra dentro de los rangos establecidos, no menor de 2.3 ni mayor que 3.1.

**GRAFICO 1: Curva Granulométrica del Agregado Fino Cantera “Calichin”**



*Fuente: Elaboración Propia*

En la curva granulométrico de la cantera “Calichin” podemos observar que en su totalidad cumple las condiciones de gradación, establecido en la norma NTP 400.012 sin embargo, se puede apreciar una ligera desviación por encima de los límites superiores entre la malla N°50 y la N°100.

Para que este agregado cumpla con los parámetros establecidos en la norma NTP 400.018 será necesario realizar un lavado por la malla N° 200, con la finalidad de eliminar el exceso de material fino (limos y arcillas).

### B. Banco Artificial de Arena – “Familia Infantes”

Para realizar el ensayo se tomó la muestra de la misma cantera, según los procedimientos antes mencionados, se realizaron 3 ensayos para determinar un promedio de esta para la definición de los datos conseguidos en el laboratorio.

**TABLA 6: Análisis Granulométrico del Agregado Banco Artificiales de Arena – “Familia Infantes”**

ENSAYO PROMEDIO						
Tamiz		Doco	Porcentaje	% Ret. Acumulado	% Que Pasa	Especificación ASTM C-33
EjeHorizontal (Valor)		Líneas de división secundarias				
Pulg.	mm.	Retenido	Retenido			
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.0	100 – 100
N°04	4.750	132.0	15.6	15.6	84.4	95 – 100
N°08	2.360	127.1	15.0	30.6	69.4	80 – 100
N°16	1.180	160.9	19.0	49.5	50.5	50 – 85
N°30	0.600	159.9	189	68.4	31.6	25 – 60
N°50	0.300	115.1	13.6	82.0	18.0	10 – 30
N°100	0.150	98.5	11.6	93.6	6.4	2 – 10
FONDO		54.3	6.4	100.0	0.0	-

*Fuente: Elaboración Propia*

## Módulo de Fineza

Se calcula con la siguiente formula.

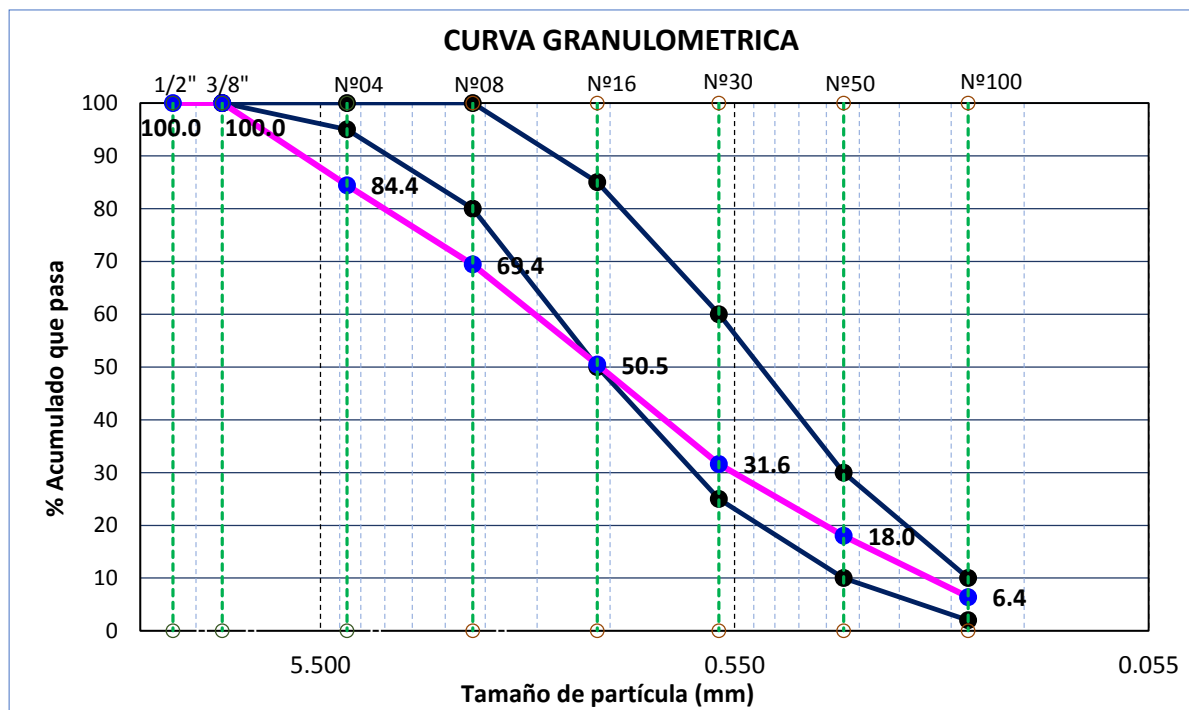
$$MF = \frac{\Sigma(\% \text{ Retenido Acumulado})}{100}$$

$$MF = 3.397$$

Según los resultados el MF. del Banco Artificial de Arena es de 3.397, donde tenemos una arena de FINURA MUY GRUESA, no cumple con los límites establecido según la Norma ASTM C-33.

Esta arena de finura muy gruesa tiene repercusión en la demanda de agua, en consecuencia, disminuye la trabajabilidad del concreto.

**GRAFICO 2: Curva Granulométrica del Banco Artificial de Arena – “Familia Infantes”**



Fuente: Elaboración Propia

En la curva granulométrico del “Banco Artificial” podemos observar que no cumple las especificaciones de la NTP 400.012, se puede apreciar con mayor énfasis que los tamice N°4, N°8 y N°16 están por debajo de los límites inferiores, se aprecia una ligera desviación en los tamices N°30, N°50, N°100 que nos indica que entran dentro de los límites establecidos según la norma.

### Comparación de Análisis Granulométrico del Agregado Fino

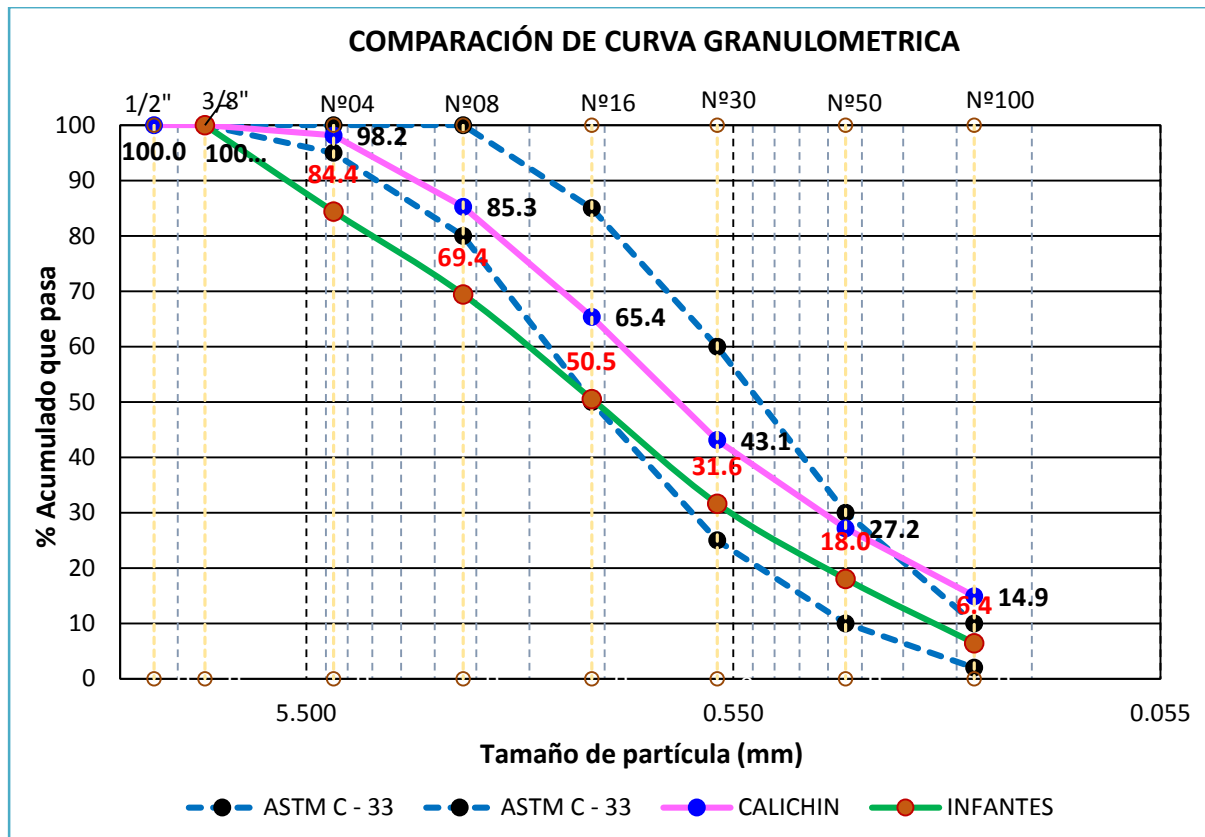
Con los ensayos el análisis granulométrico de cada cantera realizaremos las comparaciones según la norma ASTM – C33 y la NTP 400.012, donde podemos apreciar en los gráficos que material se encuentra más próximo a estar dentro de los límites.

**TABLA 7: Comparación de Análisis Granulométrico del Agregado Fino**

COMPARACIÓN DE ENSAYOS					
Tamiz		CANTERA CALICHIN		BANCO DE ARENA	
		% Ret. Acumulado	% Que Pasa	% Ret. Acumulado	% Que Pasa
Pulg.	mm.				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500		<b>100</b>		<b>100.0</b>
N°04	4.750	1.8	<b>98.2</b>	15.6	<b>84.4</b>
N°08	2.360	14.7	<b>85.3</b>	30.6	<b>69.4</b>
N°16	1.180	34.6	<b>65.4</b>	49.5	<b>50.5</b>
N°30	0.600	56.9	<b>43.1</b>	68.4	<b>31.6</b>
N°50	0.300	72.8	<b>27.2</b>	82.0	<b>18.0</b>
N°100	0.150	85.1	<b>14.9</b>	93.6	<b>6.4</b>
FONDO		100.0	<b>0.0</b>	100.0	<b>0.0</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**GRAFICO 3: Comparación de Curva Granulométrico del Agregado Fino**



*Fuente: Elaboración Propia*

Las granulometrías de los agregados finos de las distintas canteras, no cumplen lo estipulado en las especificaciones de la norma técnica NTP 400.012, tal como observamos en grafico 3.

Se puede observar que en la curva granulométrica de la cantera Calichin hay una ligera desviación por encima de los límites superiores entre la malla N°50 y la N°100, indicándonos que el agregado tiene exceso de material fino.

Por otro lado, la Curva granulométrica del banco artificial de arena de propiedad de la familia Infantes se encuentra por debajo del límite inferior, por lo tanto, es un material muy grueso, no recomendable para ser utilizado en el diseño de mezcla.

### 3.2.1.2. Análisis Granulométrico de Agregado Grueso.

Los agregados gruesos se ensayaron según la norma ASTM C-33, deberán cumplir con las gradaciones establecidos en la NTP 400.012, respectivamente.

**TABLA 8: Límites de Granulometría Agregado Grueso ASTM C-33**

ASTM	TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS	PORCENTAJE QUE PASAN POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm
1	3 1/2" @ 1 1/2"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	2 1/2" @ 1 1/2"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	2" @ 1"				100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5				
357	2" @ N°4				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	1 1/2" @ 3/4"					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	1 1/2" @ N°4					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	1" @ 1/2"						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	1" @ 3/8"						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	1 @ N°4						100	95 a 100		25 a 55		0 s 10	0 s 5	
6	3/4" @ 3/8"							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	3/4" @ N°4							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	1/2" @ N°4								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	3/8" @ N°8									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

*Fuente: patricia Angélica Ruiz, enero (2006) "influencia de los métodos comunes"*

Según el cuadro anterior de los límites de granulometría para agregado Grueso, la norma ATMC C-33, indica que debemos ubicarnos dónde está el tamaño nominal para realizar nuestro diseño, en este caso tenemos un tamaño máximo 3/4" por lo que usaremos las condiciones que se establece en la norma ASTM C-33, que para la malla N°4 se utilizara los límites establecidos para determinar la granulometría del agregado grueso ensayado.

### A. Cantera Calichin

Para realizar el ensayo se tomó la muestra de la misma cantera, según los procedimientos antes mencionados, se realizaron 3 ensayos para determinar un promedio de esta para la interpretación de los resultados que se generaron en laboratorio.

**TABLA 9: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso “Cantera Calichin”**

ENSAYO PROMEDIO						
Tamiz		Peso Retenido	Porcentaje Retenido	% Ret. Acumulado	% Que Pasa	Especificación ASTM C-33
Pulg.	mm.					
2”	50.00					
1 ½”	38.00					
1”	25.00				<b>100.0</b>	100 - 100
¾”	19.00	36	1.1	1.1	<b>98.9</b>	90 – 100
½”	12.50	1173	34.3	35.3	<b>64.7</b>	
3/8”	9.50	1086	31.7	67.0	<b>33.0</b>	20 – 55
N°04	4.75	1087	31.8	98.8	<b>1.2</b>	0 - 10
FONDO		41	1.2	100.0	<b>0.0</b>	

*Fuente: Elaboración Propia.*

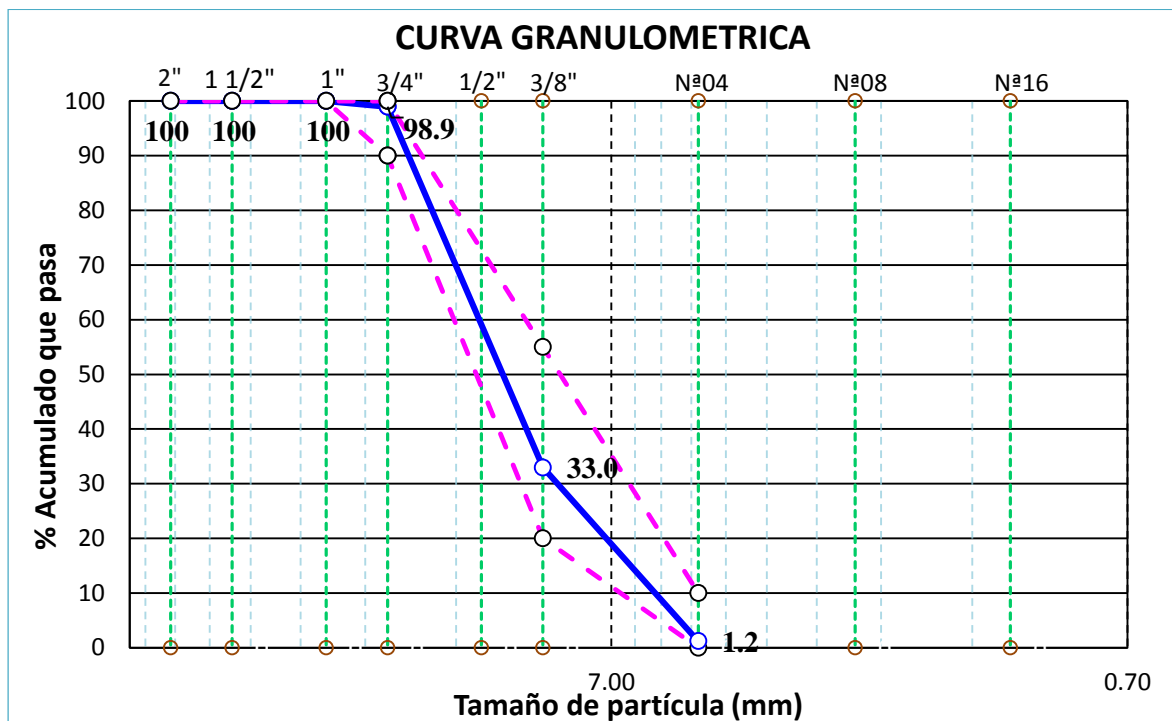
Como podemos apreciar en la tabla de datos, obtenemos el % retenido, % acumulado y el porcentaje acumulativo que pasa con el cual graficamos la curva granulométrica con sus respectivos límites superiores e inferiores.

Para determinar el tamaño máximo debemos identificar el tamiz más pequeño por el que pasa toda la muestra, en este ensayo se identificó que el Tamaño Máximo = 1”.

Identificamos el TMN de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual pasara la mayor parte del agregado, la malla de tamaño máximo nominal, puede retener de 5% a 15% del agregado, en este ensayo se identificó el TMN = 3/4”.

Para tener una mayor interpretación de estos resultados, se plasma en la curva granulométrica con las condiciones que plantea a la norma ASTM – C33, dándonos los límites en el cual debe estar la curva granulométrica del agregado

**GRAFICO 4: Curva Granulométrica del Agregado Grueso Cantera “Calichin”**



*Fuente: Elaboración Propia.*

Se aprecia que el agregado grueso de la cantera “Calichin” si cumple con la norma peruana NTP 400.037 o ASTM C33, significa que es un agregado apto para la elaboración del concreto. Se encuentra dentro de los parámetros establecidos, podemos asumir que es un buen agregado para la elaboración del concreto.

En el grafico 8 se logra observar que la curva granulométrica de este agregado si queda dentro los dos límites.

## B. Cantera Chakawayq'u

Para realizar el ensayo se tomó la muestra de la misma cantera, según los procedimientos antes mencionados, se realizaron 3 ensayos para determinar un promedio de esta para la interpretación de lo obtenido en el laboratorio.

**TABLA 10: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso "CHAKAWAYQ'U"**

ENSAYO PROMEDIO						
Tamiz		Peso Retenido	Porcentaje Retenido	% Ret. Acumulado	% Que Pasa	Especificación ASTM C-33
Pulg.	mm.					
2"	50.00					
1 ½"	38.00					
1"	25.00				100.0	100 - 100
¾"	19.00	184	5.3	5.3	94.7	90 – 100
½"	12.50	1846	53.1	58.4	41.6	
3/8"	9.50	1136	32.7	91.1	8.9	20 – 55
Nº04	4.75	300	8.6	99.7	0.3	0 - 10
FONDO		9	100.0	100.0	0.0	

*Fuente: Elaboración Propia.*

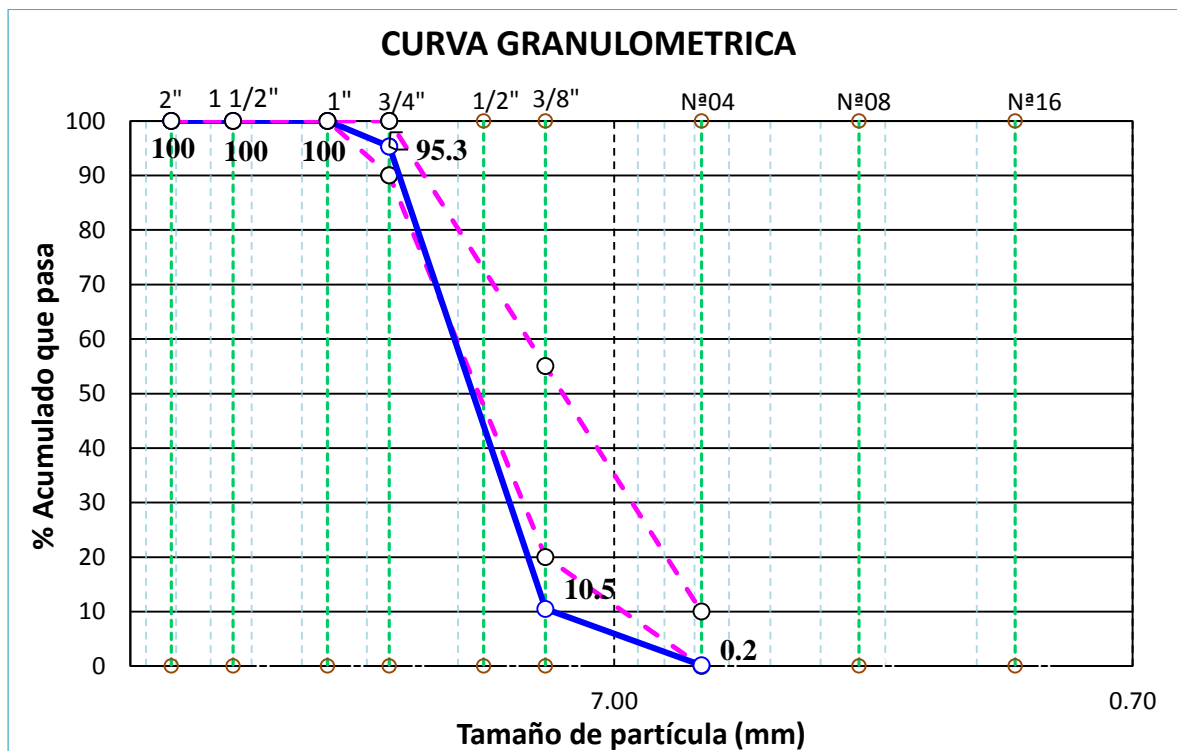
Como podemos apreciar en la tabla de datos, obtenemos el % retenido, %acumulado y el porcentaje acumulativo que pasa con el cual graficamos la curva granulométrica con sus respectivos limites superiores e inferiores.

Para determinar el tamaño máximo debemos identificar el menor tamiz por el que pasa toda la muestra, en este ensayo se identificó que el Tamaño Máximo = 1"

El tamaño máximo nominal (TMN = 3/4")

Para tener una mayor interpretación de estos resultados, se plasma en la curva granulométrica con las condiciones que plantea a la norma ASTM – C33, dándonos los límites en el cual debe estar la curva granulométrica del agregado

**GRAFICO 5: Curva Granulométrica del Agregado Grueso Cantera “CHAKAWAYQ’U”**



*Fuente: Elaboración Propia*

Se observó la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera “CHAKAWAYQ’U”, no cumple con las especificaciones de la norma peruana NTP 400.037 o ASTM C33, ya que se encuentra fuera de los límites establecidos; se observa que existe una desviación que indica que el tamiz 3/8” pasa mucha piedra.

## Comparación de Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

Los agregados fueron sometidos a ensayos de análisis granulométricos de cada cantera las cuales se realizaron con las especificaciones establecidos según la NTP 400.37 o ASTM – C33.

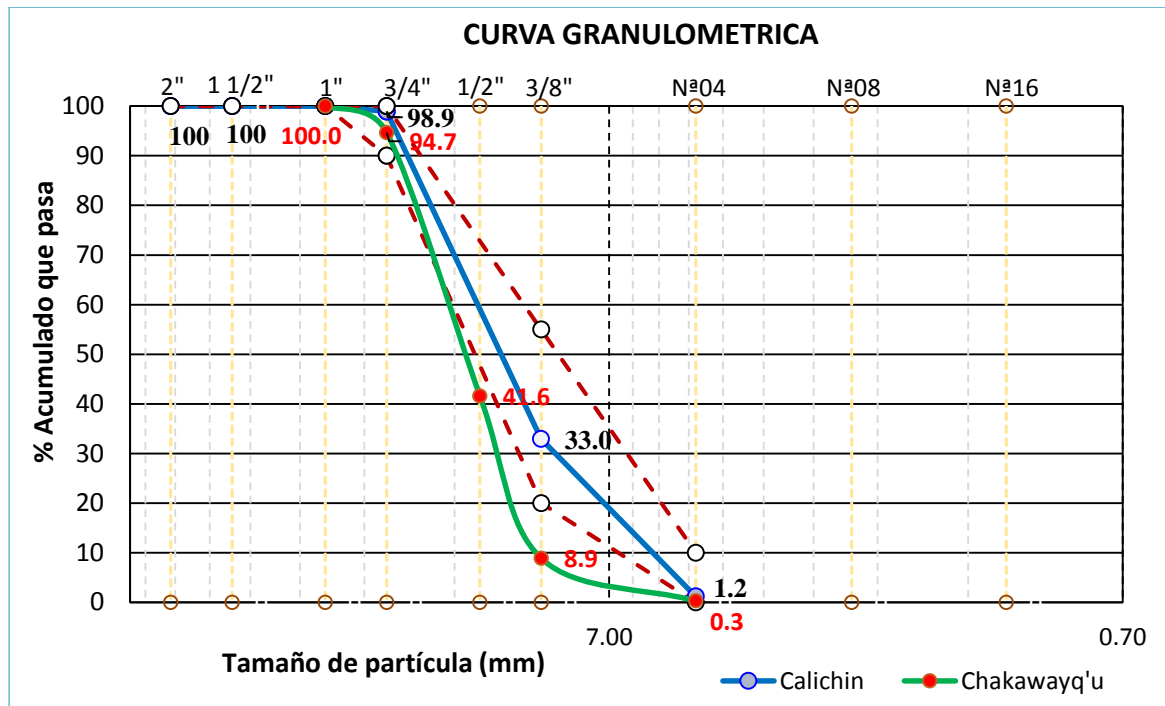
A continuación, se realizará la comparación de los agregados:

**TABLA 11: Comparación de Análisis Granulométrico del Agregado Grueso**

COMPARACIÓN DE ENSAYOS					
Tamiz		CANTERA CALICHIN		CANTERA CHAKAWAYQ'U	
		% Ret. Acumulado	% Que Pasa	% Ret. Acumulado	% Que Pasa
Pulg.	mm.				
2"	50.00				
1 ½"	38.00				
1"	25.00		<b>100.0</b>		<b>100.0</b>
¾"	19.00	5.3	<b>94.7</b>	1.1	<b>98.9</b>
½"	12.50	58.4	<b>41.6</b>	35.3	<b>64.7</b>
3/8"	9.50	91.1	<b>8.9</b>	67.0	<b>33.0</b>
N°04	4.75	99.7	<b>0.3</b>	98.8	<b>1.2</b>
FONDO		100.0	<b>0.0</b>	100.0	<b>0.0</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**GRAFICO 6: Comparación de la Curva Granulométrico del Agregado Grueso**



*Fuente: Elaboración Propia*

En el Grafico 6 se observa que la curva granulométrica del agregado proveniente de la cantera “Calichin”, queda entre los dos límites, este agregado brindará una excelente resistencia al concreto, a diferencia del agregado proveniente de la cantera “Chakawayq’u”, cuya curva granulométrica se encuentra por debajo de los límites inferiores, este agregado no cumple con las especificaciones de la norma técnica NTP 400.012.

### 3.2.1.3. Peso Unitario (Suelto y Compactado)

Para realizar el ensayo de peso unitario se tomaron en cuenta las siguientes referencias normativas:

- **NTP 400.017 – 2011:** Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

- **ASTM C29/C29M-07:** “Método de ensaye estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados”.
- **MTC E 203:** “Peso Unitario y Vacíos de los Agregados”.

#### A. Peso Unitario Compactado (P.U.C)

Se determina mediante la siguiente formula:

$$P.U.C = \frac{W_{compactado} (Kg)}{V_{recipiente} (m^3)}$$

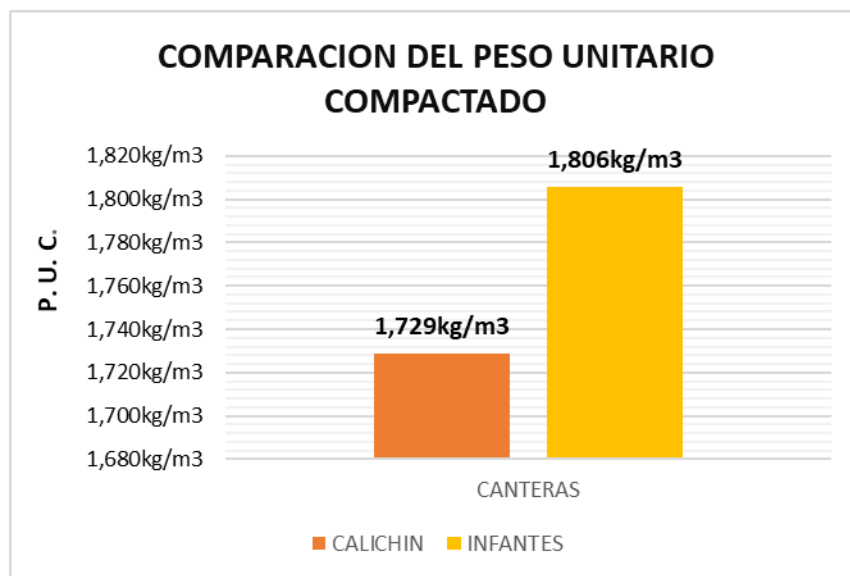
En el cuadro siguiente se muestra los resultados del ensayo de Peso Unitario Compactado (P.U.C) para el AGREGADO FINO.

**TABLA 12: Resultado Promedio de Peso Unitario Compactado del Agregado Fino**

PESO UNITARIO COMPACTADO						
DATOS	CANTERA CALICHIN			BANCO DE ARENA		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg)	12.465	12.443	12.475	12.68	12.665	12.680
PESO DEL MOLDE (kg)	7.661	7.661	7.661	7.661	7.661	7.661
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	4.804	4.782	4.814	5.019	5.004	5.019
VOLUMEN DEL MOLDE	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m3)	<b>1731</b>	<b>1723</b>	<b>1734</b>	<b>1808</b>	<b>1803</b>	<b>1808</b>
RESULTADOS PROMEDIO DE PESO UNITARIO COMPACTADO	<b>1729 kg/m3</b>			<b>1806 kg/m3</b>		

*Fuente: Elaboración Propia.*

Con lo obtenido, elaboramos un gráfico comparativo del peso unitario compactado entre cada cantera

**GRAFICO 7: Comparativo entre Peso Unitario Compactado del Agregado Fino**

*Fuente: Elaboración Propia.*

El P.U.C. del agregado fino proveniente de la cantera “Infantes” es 4.26% mayor que el de la cantera Calichin.

En el siguiente cuadro se muestra los resultados del ensayo de P.U.C del AGREGADO GRUESO

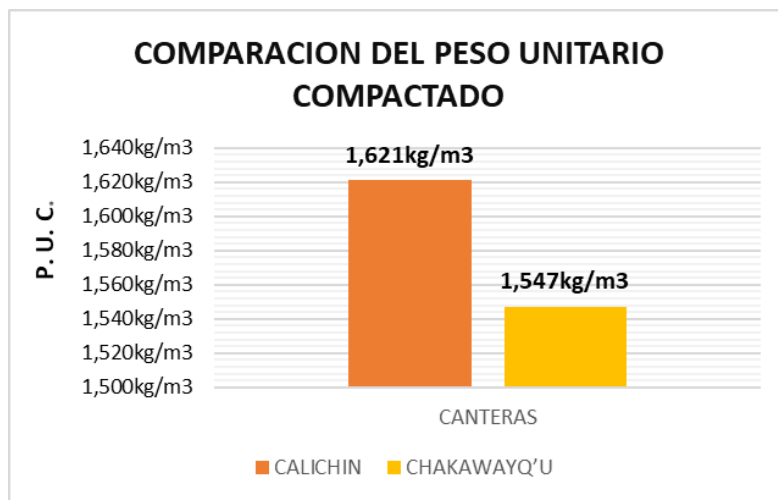
**TABLA 13: Resultado Promedio de Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso**

PESO UNITARIO COMPACTADO						
DATOS	CANTERA CALICHIN			CANTERA CHAKAWAYQ'U		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg)	12.167	12.177	12.141	11.951	11.973	11.945
PESO DEL MOLDE (kg)	7.661	7.661	7.661	7.661	7.661	7.661
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	4.506	4.516	4.480	4.29	4.312	4.284
VOLUMEN DEL MOLDE	0.00278	0.003	0.0028	0.00278	0.003	0.0028
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m³)	<b>1623</b>	<b>1627</b>	<b>1614</b>	<b>1545</b>	<b>1553</b>	<b>1543</b>
RESULTADOS PROMEDIO DE PESO UNITARIO COMPACTADO	<b>1621 kg/m³</b>			<b>1547 kg/m³</b>		

*Fuente: Elaboración Propia.*

Con los resultados obtenidos, elaboramos un gráfico comparativo del peso unitario compactado entre cada cantera

**GRAFICO 8: Comparativo entre Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso**



*Fuente: Elaboración Propia.*

El P.U.C. del agregado Grueso proveniente de la cantera Calichin es 4.56% mayor que el P.U.C. del agregado Grueso proveniente de la cantera Chakawayq'u.

### **B. Peso Unitario Suelto (P.U.S)**

Se determina a través de la siguiente formula:

$$P.U.S = \frac{W_{compactado} (Kg)}{V_{recipiente} (m^3)}$$

En el cuadro siguiente se muestra los resultados para el ensayo de P.U.S del AGREGADO FINO estudiado.

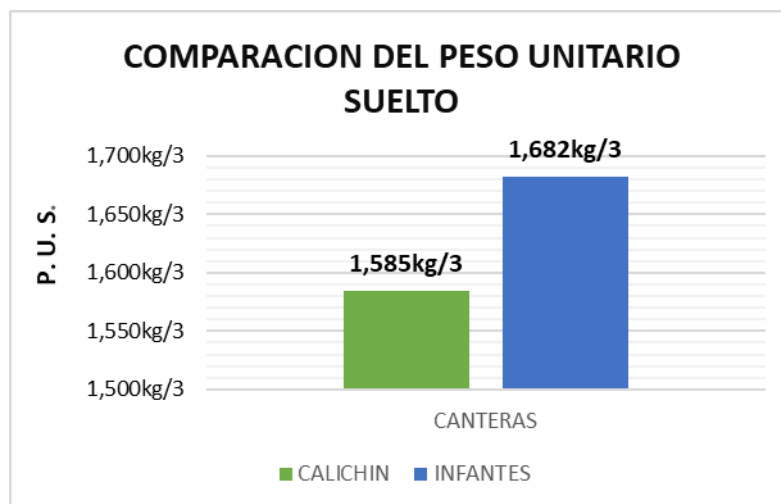
**TABLA 14: Resultado Promedio de Peso Unitario Suelto del Agregado Fino**

PESO UNITARIO SUELTO						
DATOS	CANTERA CALICHIN			BANCO DE ARENA		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg)	12.038	12.087	12.060	12.317	12.351	12.322
PESO DEL MOLDE (kg)	7.661	7.661	7.661	7.661	7.661	7.661
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	4.377	4.426	4.399	4.656	4.69	4.661
VOLUMEN DEL MOLDE	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	1577	1594	1585	1677	1689	1679
RESULTADOS PROMEDIO DE PESO UNITARIO COMPACTADO	1585 kg/m <sup>3</sup>			1682 kg/m <sup>3</sup>		

*Fuente: Elaboración Propia.*

Se elaboró el grafico de comparación del peso unitario Suelto entre cada cantera

**GRAFICO 9: Comparativo entre Peso Unitario Suelto del Agregado Fino**



*Fuente: Elaboración Propia.*

El P.U.S. del agregado fino proveniente de la cantera Infantes es 5.77% mayor que el P.U.S. de la cantera Calichin.

En el siguiente cuadro se muestra los resultados para el ensayo de Peso Unitario Suelto (P.U.S) para el AGREGADO GRUESO, realizadas para las canteras estudiadas.

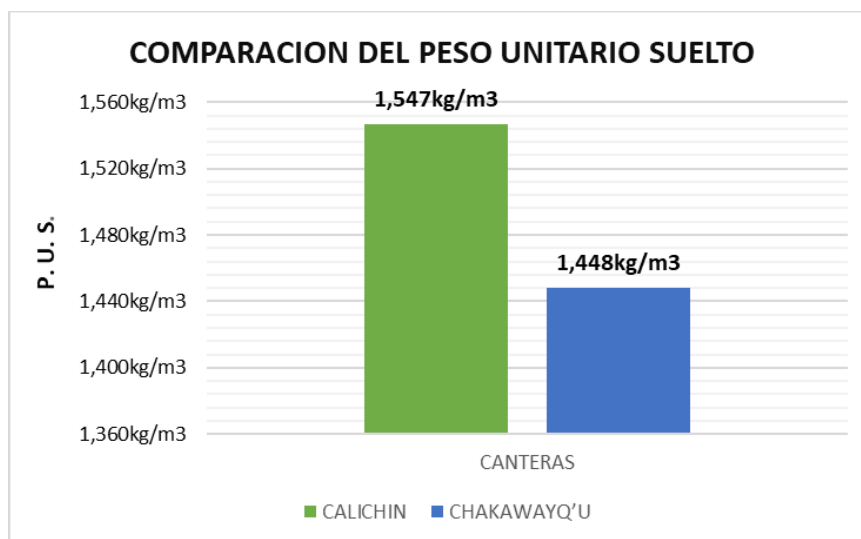
**TABLA 15: Resultado Promedio de Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso**

PESO UNITARIO SUELTO						
DATOS	CANTERA CALICHIN			CANTERA CHAKAWAYQ'U		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg)	11.928	11.936	12.003	11.702	11.674	11.662
PESO DEL MOLDE (kg)	7.661	7.661	7.661	7.661	7.661	7.661
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	4.267	4.275	4.342	4.041	4.013	4.001
VOLUMEN DEL MOLDE	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1537</b>	<b>1540</b>	<b>1564</b>	<b>1456</b>	<b>1446</b>	<b>1441</b>
RESULTADOS PROMEDIO DE PESO UNITARIO COMPACTADO	<b>1547 Kg/cm<sup>3</sup></b>			<b>1448Kg/cm<sup>3</sup></b>		

*Fuente: Elaboración Propia.*

Con los resultados obtenidos, elaboramos un gráfico comparativo del peso unitario Suelto entre cada cantera

**GRAFICO 10: Comparativo entre Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso**



*Fuente: Elaboración Propia.*

El P.U.S. del agregado Grueso que viene de la cantera Calichin es 6.40% mayor que de la cantera Chakawayq'u.

### 3.2.1.4. Contenido de Humedad ( $\omega$ )

Se mide por la siguiente formula:

$$\% \omega = \frac{(H - S)}{S} * 100$$

Donde:

- H = Peso del agregado húmedo
- S = Peso del agregado en condición seca

Para realizar el ensayo de contenido de humedad se tomaron en cuenta las siguientes referencias normativas:

- **ASTM D2216-92** “Método de Prueba Estándar Para La Determinación de Laboratorio Del Contenido de Agua (Humedad) de Suelos y Rocas”.
- **NTP339.127** Contenido De Humedad
- **MTC E108** “Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo”.

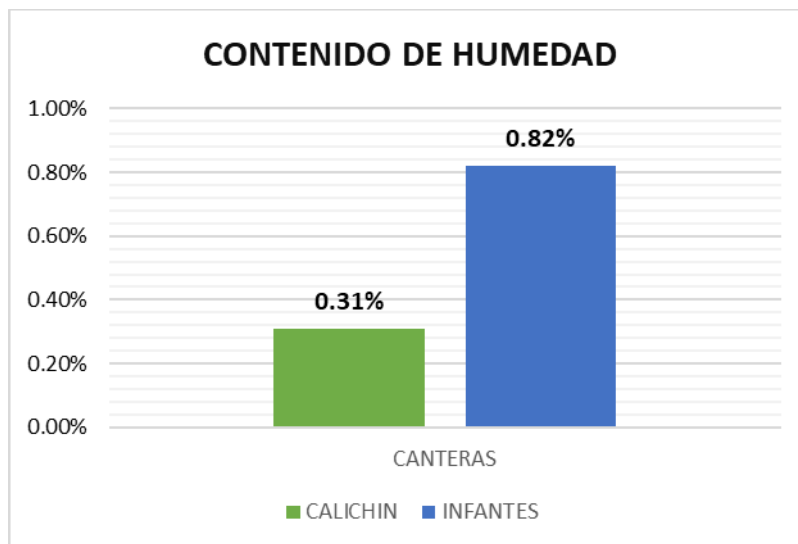
En el cuadro siguiente se tiene los resultados del ensayo de contenido de Humedad del **AGREGADO FINO**

**TABLA 16: Contenido de Humedad del Agregado Fino**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
<b>DATOS</b>	<b>CANtera CALICHIN</b>	<b>BANCO DE ARENA INFANTES</b>
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg)	834.6	631.3
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg)	832.2	626.7
RECIPIENTE	66.2	66.2
CONTENIDO DE AGUA (kg)	2.4	4.6
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>0.31%</b>	<b>0.82%</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

Obteniendo resultado en la cual realizamos un cuadro comparativo entre cada cantera con su Peso Unitario suelto.

**GRAFICO 11: Comparativo del Contenido de Humedad del Agregado Fino**

*Fuente: Elaboración Propia.*

En el cuadro siguiente tenemos los resultados del ensayo de contenido de Humedad del **AGREGADO GRUESO**.

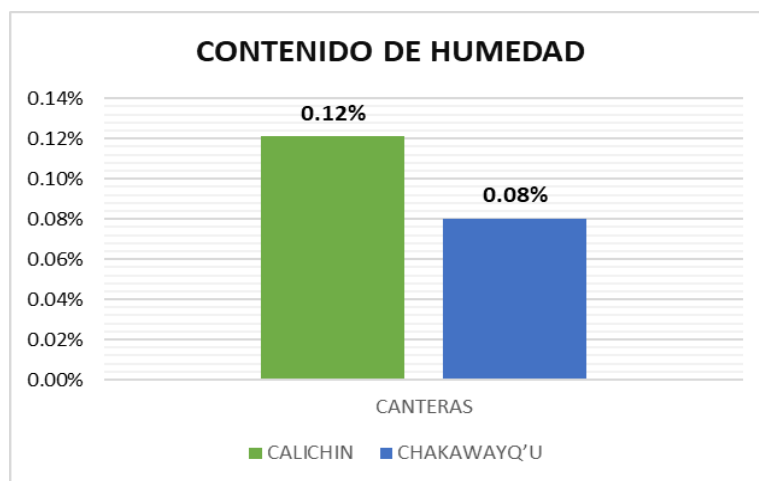
**TABLA 17: Contenido de Humedad del Agregado Grueso.**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
<b>DATOS</b>	<b>CANTERA CALICHIN</b>	<b>CANTERA CHAKAWAYQ'U</b>
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg)	795.2	717.1
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg)	794.3	716.6
RECIPIENTE	65.1	65.1
CONTENIDO DE AGUA (kg)	0.9	0.5
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>0.12%</b>	<b>0.08%</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

Obteniendo resultado en la cual realizamos un cuadro comparativo entre cada cantera con su Peso Unitario suelto.

**GRAFICO 12: Comparativo del Contenido de Humedad del Agregado Grueso**



*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.2.1.5. *Peso Específico y Absorción*

#### A. Agregado Fino

##### **Peso Específico**

Para determinar el peso específico se utilizó de referencia normativa:

- **NTP 400.022:2002 AGREGADOS:** “Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino”.
- **MTC E 205** “Gravedad Especifica y Absorción de Agregados Finos”.
- **ASTM C128-04<sup>a</sup>** “Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados finos”.

##### **Absorción**

Se determina a través de la siguiente formula:

$$\%absorción = \frac{(A - F)}{F} * 100$$

Donde:

- A = Peso del agregado saturado y superfinamente seco
- F = Peso del agregado en condición seca

En el cuadro siguiente tenemos los resultados del ensayo **Peso Específico y Absorción del AGREGADO FINO**

**TABLA 18: Datos para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino**

DESCRIPCION	FORMULA	CANTERAS		
		CALICHIN	INFANTES	
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seca ( En aire)	A	289.90	281.30
B	Peso Frasco + agua	B	734.60	733.70
C	Peso Material Saturado Superficialmente Seca + Peso Frasco + agua	(A+B)	1,024.50	1,015.00
D	Peso material +agua en el frasco	D	912.90	907.60
E	Volumen de masas + Volumen de Vacíos	(C-D)	111.60	107.40
F	Peso Mat. Seco en Horno ( 105 °)	F	285.80	276.40
G	Volumen de masa	E-(A-F)	107.50	102.50

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 19: Resultados de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino**

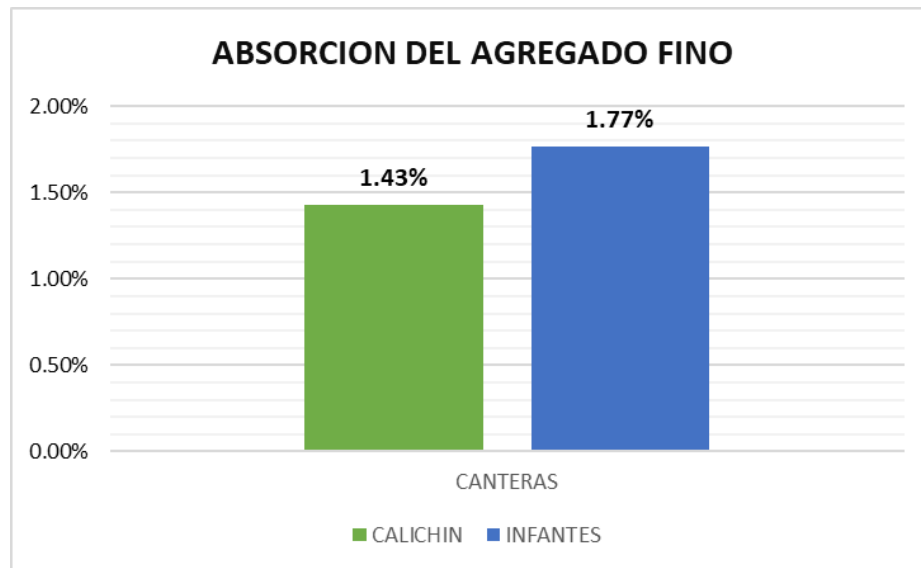
RESULTADOS				
Nº	DESCRIPCION	FORMULA	CALICHIN	INFANTES
1	<b>Peso Específico</b>	F/E	<b>2.56</b>	<b>2.57</b>
2	PE ( Base Saturada )	A/E	2.60	2.62
3	PE aparente ( Base Seca )	F/G	2.66	2.70
4	<b>% de Absorción</b>	(A-F)/F*100	<b>1.43%</b>	<b>1.77%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**GRAFICO 13: Comparativo del Peso Específico del Agregado Fino**

Fuente: Elaboración Propia.

**GRAFICO 14: Comparativo del Absorción del Agregado Fino**



*Fuente: Elaboración Propia.*

## **B. Agregado Grueso**

Para determinar el peso específico se utilizó de referencia normativa:

- **NTP 200.021 2002:** “Método de ensayo normalizado para el Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso”.
- **MTC E 206:** “Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos”.
- **ASTM C 127 -04:** “Método de ensayo normalizado para determinar la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Especifica), y la Absorción del Agregado Grueso”.

En el siguiente cuadro se observa el resultados del ensayo Peso Específico y Absorción del AGREGADO GRUESO.

**TABLA 20: Datos para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso**

DESCRIPCION		FORMULA	CANTERAS	
			CALICHIN	CHAKAWAYQ'U
<b>A</b>	Peso Del Material Saturada Superficialmente Seca (En Aire )	A	778.80	654.80
<b>B</b>	Peso Material Saturada <u>Sup.</u> Seca ( En Agua )	B	482.90	405.60
<b>C</b>	Volumen Masa + Volumen De Vacíos	A-B	295.90	249.20
<b>D</b>	Peso Del Material Seco En Horno	D	768.50	650.80
<b>E</b>	Volumen De Masa	C-(A-D)	<b>285.60</b>	<b>245.20</b>

Fuente: Elaboración Propia.

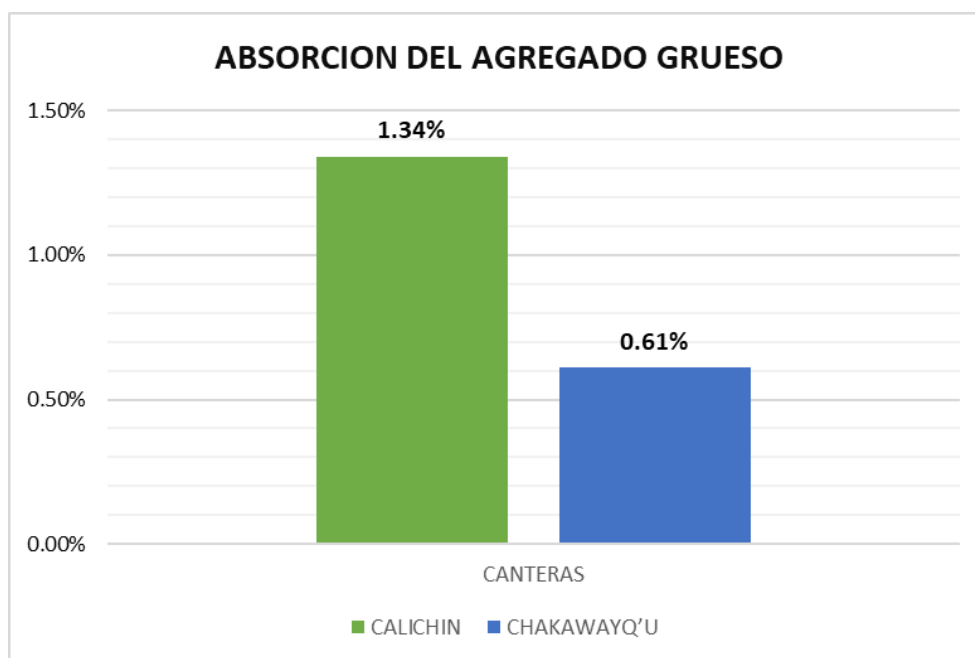
**TABLA 21: Resultados de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso**

RESULTADOS				
Nº	DESCRIPCION	FORMULA	CALICHIN	CHAKAWAYQ'U
1	<b>Peso Específico</b>	D/C	<b>2.60</b>	<b>2.61</b>
2	PE ( Base Saturada )	A/C	2.63	2.63
3	PE aparente ( Base Seca )	D/E	2.69	2.65
4	<b>% de Absorción</b>	(A-D)/D*100	<b>1.34%</b>	<b>0.61%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**GRAFICO 15: Comparativo del Peso Específico del Agregado Grueso**

Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO 16: Comparativo del Absorción del Agregado Grueso**

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.2.1.6. Abrasión de los Ángeles

Para realizar el ensayo se tomaron de referencia la Normativa:

**NTP 400.019** “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles”.

La carga a aplicarse será la siguiente:

Gradación	Numero de esferas	Masa de la carga
<b>A</b>	12	5000 ± 25
<b>B</b>	11	4584 ± 25
<b>C</b>	8	3330 ± 20
<b>D</b>	6	2500 ± 15

Para el ensayo de los agregados se eligió la gradación A con números de esferas 12 una masa de carga  $5000 \pm 25$ .

Se separó el agregado en fracciones de tamaño individual y se mezcló nuevamente hasta obtener una granulometría del Tabla 7 que se asemeje al agregado que se va a usar en la obra, donde se utilizó el método B con el uso de los tamices retenidas 12.5mm (1/2) y el de 9.5mm (3/8) con un peso de  $2500 \pm 10$  Gr por cada tamiz haciendo una suma total de  $5000 \pm 10$ .

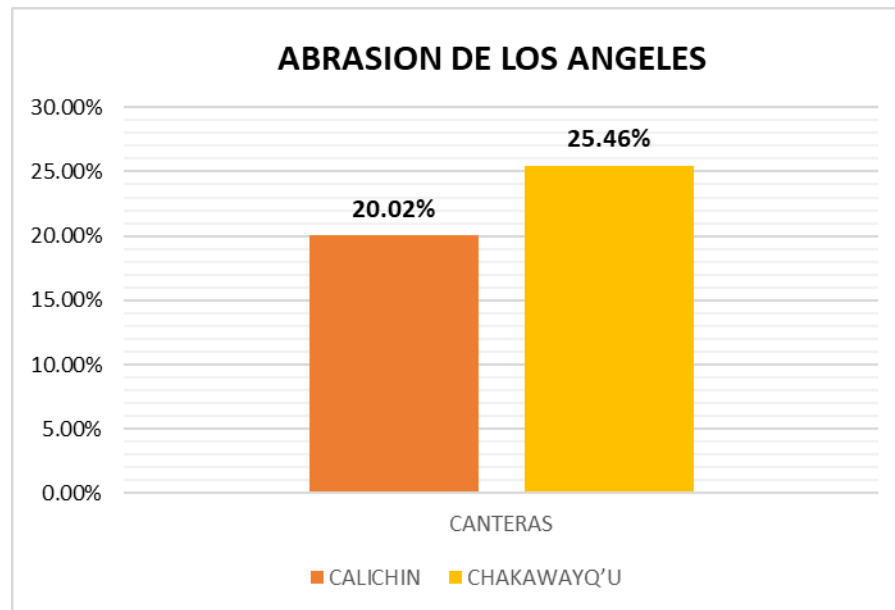
En el siguiente cuadro obtenemos los resultados del ensayo ABRASION DE LOS ANGELES del AGREGADO GRUESO

**TABLA 22: Ensayo Abrasión de los Ángeles Del Agregado Grueso**

MEDIDA DEL TAMIZ		GRADACIÓN					
		CALICHIN			CHAKAWAYQ'U		
QUE PASA	RETENIDO	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
19.0 mm (3/4 pulg)	12.5 mm ( 1/2 pulg)	2504gr	2505gr	2507gr	2504gr	2501gr	2503gr
12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	2508gr	2515gr	2502gr	2502gr	2502gr	2504gr
PESO TOTAL		5012gr	5020gr	5009gr	5006gr	5003gr	5007gr
PESO DE DESGASTE (RET. MALLA N°12)		4021gr	4002gr	4006gr	3748gr	3693gr	3750gr
% DE DESGASTE		19.77%	20.28%	20.02%	25.13%	26.19%	25.10%
% PROMEDIO DE DESGASTE		20.03%			25.46%		

*Fuente: Elaboración Propia.*

**GRAFICO 17: Comparación de Canteras de Abrasión de los Ángeles Del Agregado Grueso**



*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.2.2. Propiedades Químicas del Agregado

Los ensayos químicos realizados fueron: cloruros, sulfatos, sales solubles y PH

- Para el análisis químico de los cloruros de la cantera Calichin, Chakawayq'u - Infantes en el agregado se usó la NTP 339.088:2013 que establece los rangos máximos y mínimos requeridos.
- La presencia elevada del cloruro genera retrasos en el tiempo de fraguado y baja resistencia.
- Los sulfatos generan riesgos de agresión química para el concreto, los sulfatos en exceso pueden generar productos expansivos que al momento en que el concreto se endurezca genere tensiones mecánicas internas que dan paso a la formación de grietas, fisuras.

- Se observa que existe un ataque de sulfatos cuando la exudación toma un tono de color blanquecino y agrietamiento progresivo. La NTP 400.037:2014 establece los rangos máximos y mínimos permitidos según el tipo de agregado siendo 15% para agregados finos y 18% para agregados gruesos.
- El ensayo de sales solubles en el agregado está establecido en la NTP 339.152:2012, las sales solubles son perjudiciales para el concreto ya que son componentes corrosivos y también pueden generar eflorescencia.
- El estudio del PH es realizado para saber la cantidad de acidez del agregado mientras más alto es el nivel de PH este se vuelve más alcalino es necesario para evitar la corrosión del acero en el concreto. Este ensayo está descrito en la NTP 339.176.

**TABLA 23: Resultados de los ensayos químicos realizados a las diferentes canteras**

QUIMICOS	CALICHIN	CHAKAWAYQ'U - INFANTES
PH	8.78	8.50
Cloruros %	0.0036	0.0008
Sulfatos %	0.0110	0.0033
Sales solubles totales %	0.0436	0.0178

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.2.3. Diseño de Mezcla

#### A. Diseño de Mezclas (Cantera Calichin)

**Diseñado para:** Elaborar concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> para la ciudad de Chuquibambilla

#### PASO 1: CEMENTO

**Tipo:** portland tipo I – SOL

**Peso específico:** 3.11 gr/cm<sup>3</sup>

## **PASO 2: AGUA**

Agua potable

## **PASO 3: AGREGADO FINO (Calichin)**

Peso Específico de la Masa:	2.60 Kg/m <sup>3</sup>
Absorción:	1.43%
Contenido de Humedad:	0.31%
Módulo de Fineza	2.66

## **PASO 4: AGREGADO GRUESO (Calichin)**

Perfil	Angular
Tamaño Máximo Nominal:	1/2"
Peso Seco Compactado:	1621kg/m <sup>3</sup>
Peso Específico de la Masa:	2.60 km/m <sup>3</sup>
Absorción:	1.34%
Contenido de Humedad:	0.12%
Módulo de Fineza:	6.681

## **PASO 5: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

- La compresión de diseño específico es de: **210 kg/cm<sup>2</sup>**
- La desviación estándar es de: **84 kg/cm<sup>2</sup>**
- La resistencia promedio a la compresión del concreto es: **294 kg/cm<sup>2</sup>**

## PASO 6: SELECCIÓN DEL TMN DEL AGREGADO

De acuerdo a las especificaciones, el agregado grueso tiene un perfil angular y un **TMN de 1/2"**

## PASO 7: SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

La mezcla requiere las siguientes especificaciones:

- Una consistencia: **Plástica**
- Un asentamiento: **3" a 4"**

**TABLA 24: "asentamiento por el tipo de consistencia del concreto"**

<b>Consistencia del Concreto</b>	<b>Asentamiento</b>	<b>Trabajabilidad</b>
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	<b>3" a 4"</b>	Trabajable
Húmeda	$\geq 5$	Muy trabajable

## PASO 8: VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA

- El agua de diseño, lo seleccionamos de la **tabla 29**
- en la que se determinamos que para un agregado grueso **TMN: 1/2"**
- En una mezcla de consistencia: **plástica**
- Y sin aire incorporado, corresponde un volumen unitario de: **216 lt/m<sup>3</sup>**

**TABLA 25: “cantidades aproximadas de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y TMN del agregado”**

Asentamiento	Agua en 1m <sup>3</sup> para los tamaños máx. Nominales de agregado grueso y consistencia indicado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	143	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	—
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	—
<b>Contenido total de aire (%)</b>	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

### PASO 9: SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

Se trata de un concreto sin aire incorporado, de la tabla 2 se determina que el contenido de aire atrapado para el agregado grueso es:

TMN: 1/2"

Contenido de aire: 2.5 %

### PASO 10: RELACION AGUA-CEMENTO

- Selección de la relación agua-cemento por resistencia. (Tabla 30)
- Para una resistencia promedio de: 294 Kg/cm<sup>2</sup>
- En un concreto sin aire incorporado, se muestra la relación agua-cemento de: 0.558

**TABLA 26: “relación agua-cemento por resistencia”**

<b>f'cr 28 días (kg/cm)</b>	<b>Relación agua - cemento de diseño en peso</b>		
	<b>Concreto sin aire incorporado</b>	<b>Concreto con aire incorporado</b>	
<b>150</b>	0.80	0.71	0.71
<b>200</b>	0.70	0.61	0.61
<b>250</b>	<b>0.62</b>	0.53	0.53
<b>300</b>	<b>0.55</b>	0.46	0.46
<b>350</b>	0.48	0.40	0.40
<b>400</b>	0.43		
<b>450</b>	0.38		

- Relación A/C de diseño es **0.608** para un **f'c 210 kg/ cm2**
- Relación A/C de diseño en obra es **0.558** para un **f'cr 294 kg/cm2**

#### **PASO 11: FACTOR CEMENTO**

- El factor cemento de la mezcla será:  $387.1/0.947 =$  **408 Kg/cm2**
- Factor cemento  $408.0/42.5 =$  **9.6 bolsas/m3**

#### **PASO 12: CALCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS**

- Entrando a la tabla 31 con un contenido de cemento de: **9.6 bolsas/m3**
- Y un TMN del agregado: **1/2"**
- Valor del MF de agregados igual a: **4.69**

**TABLA 27: “Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos / metro cubico indicados”**

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados que da las mejores condiciones de <u>trabajabilidad</u> para los contenidos de cemento en sacos / metro cubico indicados			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	<b>4.69</b>
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09

**PASO 13: PROPORCION EN PESO Y EN VOLUMEN**

PROPORCION EN PESO			
CEMENTO (BOLSA)	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA
1	2.08	2.16	25.84

**B. Diseño de Mezclas (Chakawayq'u y Bancos de arena de la familia infantiles)**

**Diseñado para:** Elaboración de concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> para la ciudad de Chuquibambilla

**PASO 1: CEMENTO**

**Tipo:** portland tipo I – SOL

**Peso específico:** 3.11 gr/cm<sup>3</sup>

**PASO 2: AGUA**

Agua potable

**PASO 3: AGREGADO FINO (bancos artificiales de arena)**

Peso Específico de la Masa:	<b>2.57 Kg/m<sup>3</sup></b>
Absorción:	1.77%
Contenido de Humedad:	0.82%
Módulo de Fineza	3.397

#### **PASO 4: AGREGADO GRUESO (Chakawayq'u)**

Perfil	Angular
Tamaño Máximo Nominal:	1/2"
Peso Seco Compactado:	1547 kg/m <sup>3</sup>
Peso Específico de la Masa:	2.61 km/m <sup>3</sup>
Absorción:	0.61%
Contenido de Humedad:	0.08%
Módulo de Fineza:	6.964

#### **PASO 5: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

- La resistencia en compresión es de: **210 kg/cm<sup>2</sup>**
- A los 28 días y que la desviación estándar es de: **84 kg/cm<sup>2</sup>**
- Entonces la resistencia promedio a la compresión del concreto es: **294 kg/cm<sup>2</sup>**

#### **PASO 6: SELECCIÓN DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO**

De acuerdo a las especificaciones, el agregado grueso tiene un perfil angular y un TMN de 1/2"

#### **PASO 7: SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

Se requieren que la mezcla tenga una:

- Una consistencia: **plástica**
- Un asentamiento: **3" a 4"**

**TABLA 28: asentamiento por el tipo de consistencia del concreto**

Consistencia del Concreto	Asentamiento	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	<b>3" a 4"</b>	Trabajable
Húmeda	$\geq 5$	Muy trabajable

#### **PASO 8: VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA**

- El volumen unitario de agua, o agua de diseño, lo seleccionamos de la **tabla 33** en la que se determina que para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de (TMN): **1/2"**
- En una mezcla de consistencia: **plástica**
- Y sin aire incorporado, corresponde un volumen unitario de: **216 lt/m<sup>3</sup>**

**TABLA 29: cantidades aproximadas de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y TMN del agregado**

Asentamiento	Agua en 1m <sup>3</sup> para los tamaños máx. Nominales de agregado grueso y consistencia indicado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	143	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	—
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	—
Contenido total de aire (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

### PASO 9: SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

Donde se trata de un concreto sin aire incorporado, de la tabla 2 se determina que el contenido de aire atrapado para el agregado grueso es:

TMN: 1/2"                      Contenido de aire: **2.5%**

### PASO 10: RELACION AGUA-CEMENTO

- Selección de la relación agua-cemento por resistencia. (Tabla 34)
- Para una resistencia promedio de: **294 kg/cm<sup>2</sup>**
- En un concreto sin aire incorporado, se muestra la relación agua-cemento de: **0.558**

**TABLA 30: “relación agua-cemento por resistencia”**

relación agua-cemento por resistencia			
f'cr 28 días (kg/cm)	Relación agua - cemento de diseño en peso		
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado	
150	0.80	0.71	0.71
200	0.70	0.61	0.61
250	<b>0.62</b>	0.53	0.53
300	<b>0.55</b>	0.46	0.46
350	0.48	0.40	0.40
400	0.43		
450	0.38		

- Relación A/C de diseño es **0.558** para un f'c **210 kg/ cm<sup>2</sup>**
- Relación A/C de diseño en obra es **0.592** para un f'cr **294 kg/cm<sup>2</sup>**

#### **PASO 11: FACTOR CEMENTO**

- El factor cemento de la mezcla será:  $387/0.95 =$  **408.0 kg/m<sup>3</sup>**
- Factor cemento  $408.0/42.5 =$  **9.6 bolsas/m<sup>3</sup>**

#### **PASO 12: CALCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS**

- Entrando a la tabla 4 con un contenido de cemento de: **9.6 bolsas/m<sup>3</sup>**
- Y un TMN del agregado: **1/2"**
- Valor del MF de agregados igual a: **6.681**

**TABLA 31: “MF de la Combinación de Agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos / metro cubico indicados”**

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos / metro cubico indicados			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09

### PASO 13: PROPORCION EN PESO Y EN VOLUMEN

PROPORCION EN PESO			
CEMENTO (BOLSA)	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA
1	2.70	1.57	25.17

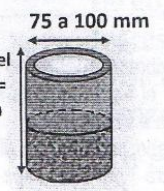
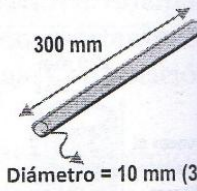
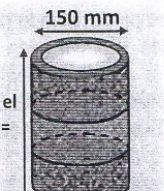
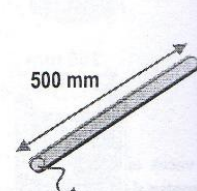
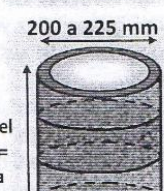

### 3.3. Producción del Concreto

#### 3.3.1. Elaboración del Concreto.

Para la elaboración de concreto debemos tener definidas las cantidades de material que se van a utilizar según el diseño de mezcla, estas deben estar al alcance de la mano para ser colocados con facilidad a la mezcladora. Previamente se debe tener listos los moldes cilíndricos requeridos y colocados sobre una superficie rígida, plana y libre de vibraciones, estas deben estar limpios y en la parte interna se cubre con un lubricante que no afecte las propiedades del concreto y facilitar las labores posteriores.

Para el proceso de fabricación del concreto usaremos el diseño de mezcla obtenidos en los ítems 6.1 usando sus dosificaciones, y así estandarizar las propiedades iniciales del concreto fresco.

Para la preparación del concreto se usará una mezcladora de concreto MX15-1, Volumen del tambor 125l (3.5 Pies<sup>3</sup>), Capacidad de 90L (2.6 pies<sup>3</sup>) y una Potencia 0.57 HP (0.42 KW), en la cual se realizó la mezcla con un mismo proceso para cada descarga, el tiempo de uso adecuado en la mezcladora fue de 90 a 120 segundos una vez colocado los insumos para la preparación del concreto.

Dimensiones	Número de capas de igual altura	Número de penetraciones por capa	Características de la varilla
 <p>75 a 100 mm</p> <p>Dos veces el diámetro = 150 mm a 200 mm</p>	2	25	 <p>300 mm</p> <p>Diámetro = 10 mm (3/8)</p>
 <p>150 mm</p> <p>Dos veces el diámetro = 300 mm</p>	3	25	 <p>500 mm</p> <p>Diámetro = 16 mm (5/8)</p>
 <p>200 a 225 mm</p> <p>Dos veces el diámetro = 400 mm a 450 mm</p>	4	50	 <p>650 mm</p> <p>Diámetro = 16 mm (5/8)</p>

**FIGURA 7: Requisitos de compactación con varilla en cilindros**

*Fuente:* ASTM C31 – C31 M-03

Se llena los moldes circulares, vertiendo con una cuchara en dos capas, cada una de ellas a 1/2 de la altura del molde y compactada con 25 golpes con una barra en forma vertical y espiral de 3/8" empezando por los extremos y llegando al centro, en la última capa se agrega material hasta rebosar, retirando el material excedente y enrasamos la superficie del molde tratando de lograr un buen acabado, luego de ello con la ayuda del martillo de goma se propicia

golpes para eliminar vacíos. Se coloca el termómetro dentro de los moldes vaciados con concreto fresco por un promedio de 2 a 5 min para medir la temperatura del concreto.

Las probetas circulares fueron retiradas de los moldes entre las 20 y 24 horas de vaciado el concreto. Las probetas fueron reconocidas en cada cara superior con nombre, fecha y edad de elaboración, con la ayuda de un corrector.

La elaboración del concreto se realizó en el laboratorio “GEOLEF” del Sr. Lucho Farfán Huamani ubicado en la urbanización Maucacalle, para la cual se realizó distintos diseños de mezcla con diferentes dosificaciones, para cada cantera correspondiente.

El cuadro siguiente presenta las dosificaciones de cada cantera:

***TABLA 32: Dosificaciones por cada Cantera***

<b>CANTERAS</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>
CALCHÍN	<b>1: 2.08: 2.16</b>
CHAKAWAYQ’U - INFANTES	<b>1: 2.70: 1.57</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.3.2. Cronograma de Elaboración del Concreto.**

La producción del concreto se realizó a través de un cronograma por fechas establecidas previamente, teniendo una producción diaria de 12 briquetas de 4 x 8 pulgadas por cara cantera.

Durante la preparación de los moldes de concreto todo el proceso fue estandarizado, en el aspecto de usar la misma mezcladora, agua y balanza en todas las preparaciones, manejado un mismo protocolo de preparación.

**TABLA 33: Cronograma de Elaboración del Concreto**

CANTERAS	FECHA DE ELABORACIÓN
CALCHÍN	7 Noviembre 2018
CHAKAWAYQ'U - INFANTES	8 Noviembre 2018

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.3.3. Cronograma de Compresión de los Moldes de Concreto.

Los moldes de concreto fueron elaborados en cantidades establecidos para poder hacer un control más adecuado por cada cantera

**TABLA 34: Cronograma de Compresión de los moldes de Concreto**

CANTERAS	7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
CALCHÍN	13/11/2018	20/11/2018	27/11/2018	04/12/2018
CHAKAWAYQ'U - INFANTES	14/11/ 2018	21/11/ 2018	28/11/ 2018	05/12/ 2018

*Fuente: Elaboración Propia*

## 3.4. Concreto en Estado Fresco

### A. Asentamiento del Concreto (SLUMP).

El ensayo de asentamiento o Slump, llamado también de revestimiento o “Slump test”, este ensayo se utiliza para establecer la uniformidad de la consistencia del concreto.

*Los cambios de consistencia afectan a las operaciones de colocación, compactación y acabado. Una baja consistencia en el concreto puede implicar mayores costos en la producción por que se requiere mayor tiempo de mezcla y se dificultara en el bombeo del concreto, y se necesita mano de obra adicional para la colocación y*

*operaciones de acabado. Esto genera problemas en la calidad del concreto, con la consecuente pérdida de resistencia y durabilidad.*

*Además, cuando una mezcla tiene poca resistencia o fluidez, esta requerirá una cantidad adicional de agua a la estipulado en el diseño de mezcla, para que el concreto pueda ser más fluido (MOLANO CAMARGO & TORRES CASTELLANOS, 2017, pág. 202).*

Para desarrollar este ensayo se tomaron de referencia las siguientes normas:

- **NTP 339.035:** “Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el Cono de Abrams”.
- **ASTM C 143:** “Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico”.

El diseño de mezcla se realizó con un asentamiento de 3” – 4”, el cual se controla en cada preparación para ver el grado de humedad de la mezcla

***TABLA 35: Control de Slump Elaborado en Campo***

<b>CANTERA</b>	<b>FECHA DE ELABORACIÓN</b>	<b># DE MOLDES</b>	<b>SLUMP</b>
CALCHÍN	7/11/2018	12	3.20 pulg
CHAKAWAYQ’U - INFANTES	8/11/2018	12	4.00 pulg

*Fuente: Elaboración Propia*

### **B. Pruebas para Determinar la Temperatura del Concreto.**

*Para medir la temperatura de una muestra del concreto recién elaborado, el sensor de temperatura debe sumergirse por un tiempo mínimo de 2 minutos cubierto por el concreto en todas sus direcciones, por lo menos unos 75 mm, o tres veces el tamaño*

*máximo nominal del agregado grueso, para evitar que la temperatura ambiental afecte la lectura* (MOLANO CAMARGO & TORRES CASTELLANOS, 2017, págs. 195,196).

Se realizó el ensayo de temperatura con el termómetro de marca Digital Thermometer -50° to 300°c. donde se muestra los resultados de las lecturas de la temperatura del concreto fresco, cuales se muestran a continuación:

**TABLA 36: Resultados de la Temperatura del Concreto Fresco**

CANTERA	T° AMBIENTE		T° CONCRETO	
	T1	T2	T1	T2
CALCHÍN	22.2 °C	21.8 °C	24.1 °C	23.8 °C
CHAKAWAYQ'U - INFANTES	21.9 °C	21.1 °C	23.7 °C	23.2 °C

*Fuente: Elaboración Propia*

**a) Verificación de la precisión de los resultados de los ensayos**

- CALICHIN

$$T1 - T2 = 24.1 \text{ °C} - 23.8 \text{ °C}$$

$$T1 - T2 = 0.3 \text{ °C}$$

- CHAKAWAYQ'U – INFANTES

$$T1 - T2 = 23.8 \text{ °C} - 23.2 \text{ °C}$$

$$T1 - T2 = 0.5 \text{ °C}$$

Se acepta la medición de la temperatura del concreto fresco, porque a diferencia entre ellos corresponde a un valor que están dentro de los rangos establecido (0.3 °C a 0.7°C).

#### b) **Calculo de la Temperatura**

Una vez verificados los resultados de temperatura, se procede a calcular la temperatura promedio del concreto en estado fresco.

**TABLA 37: Resultados del ensayo de Temperatura Promedio**

CANTERA	T° CONCRETO	
	T1	T2
CALCHÍN	24.1 °C	23.8 °C
CHAKAWAYQ'U INFANTES	23.7 °C	23.2 °C
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.9</b>	<b>23.5</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

El concreto fresco presenta mayor temperatura que el medioambiente, nos indica este resultado que se desarrollará una resistencia inicial alta, pero a los 28 días y a edades posteriores la resistencia será generalmente baja.

#### **C. Curar los Especímenes del Concreto.**

Después que se elaboran los cilindros, estos deben curarse teniendo en cuenta que las condiciones de curado inicial y remoción de moldes son iguales para todos los especímenes, sin importar sus dimensiones.

El curado se divide en dos etapas:

**ETAPA I: CURADO INICIAL.** El que se realiza en los cilindros, cuando están dentro de sus moldes. Los especímenes se retiran de los moldes  $24h \pm 8h$  después de haber elaborado.

**ETAPA II: CURADO FINAL.** El que se aplica en los cilindros, después de retirarlos de los moldes, en condiciones específicas hasta el día del ensayo.

Después de ser retirados del molde los cilindros se colocarán en el tanque de agua totalmente sumergida, el agua almacenada debe mantenerse a una temperatura de  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

### **3.5. Concreto en Estado Endurecido**

#### **A. Resistencia a la Compresión en Cilindros.**

Es la aplicación de una carga axial de compresión en cilindros preparados de concreto, a una velocidad determinada, hasta producir la falla.

La resistencia a la compresión, se obtiene al dividir la máxima carga de compresión entre el área de sección transversal del cilindro ensayado.

La resistencia a la compresión es un parámetro para diseño estructuras de concreto. El procedimiento usual es elaborar muestras cilíndricas en campo, al mismo tiempo se construye la estructura. Se considera que la muestra es una medida de la resistencia del concreto en la estructura.

*Debemos tomar en cuenta que los resultados que se obtienen a partir de los ensayos se emplean como un punto de referencia, pero no reflejan exactamente las resistencias que el concreto alcanzara en la obra debido a las condiciones de carga y a los efectos de largo plazo ocasionados por proceso de fluencias (creep) y en la calidad del curado (MOLANO CAMARGO & TORRES CASTELLANOS, 2017, pág. 298).*

## **B. Factores que Influyen en la Resistencia a Compresión de Concreto, en Muestra de Cilindros.**

### **a) IRREGULARIDADES EN LAS CARAS DEL CILINDRO**

Las caras del cilindro no deben tener irregularidades en la superficie tales como rugosidad, para la cual la NTP 339.034 “método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de concreto, en muestra de cilindros” estipula requerimientos de plenitud y de perpendicularidad.

Estos requisitos se establecen con el propósito de lograr una transferencia de carga uniforme en la probeta de ensayo, las irregularidades de las caras de los cilindros generan bajos resultados de resistencia.

### **b) TAMAÑO DEL CILINDRO**

Para el ensayo de resistencia del concreto optamos por utilizar los cilindros de 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm). “Las probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto.” (National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA))

A medida que aumenta el tamaño del cilindro, la resistencia a la compresión disminuye, debido a que las probetas de mayor tamaño la probabilidad de ocurrencia de defectos aumenta.

*CARINO y DAY reportan que las resistencias medidas en cilindros de 100 x 200 mm son mayores en aproximadamente 4%, en comparación con las resistencias registradas en los cilindros de 150 x 300 mm.*

*También encontraron que los cilindros de 100 x 200 mm, presentan mayor variabilidad en los resultados de resistencia (alrededor de 20%) con respecto a los cilindros de 150 x 300 mm (MOLANO CAMARGO & TORRES CASTELLANOS, 2017, pág. 299).*

**c) RELACIÓN (Diámetro del cilindro / Tamaño del agregado grueso)**

Para lograr una mezcla uniforme durante la elaboración de los cilindros se recomienda que el diámetro sea al menos tres veces mayor que el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

**d) CONDICIONES DE HUMEDAD**

Las condiciones de humedad en los cilindros influyen significativamente en los resultados de resistencia, cuando los cilindros se prueban en condiciones húmedas la resistencia decrece entre 5 y 20%, en relación con los cilindros ensayados en condiciones seca.

## PROCEDIMIENTO

La cantidad necesaria de cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión no debe de ser menor a tres (03) cuando estos presentan un diámetro de 100mm y una altura de 200mm.

Todos los cilindros serán fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancia. El tiempo de ensayo se cuenta a partir del momento en el cual se elaboraron los cilindros.

**TABLA 38: Tolerancia para las Edades de Ensayo.**

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA
24 h	$\pm 0.5$ h ó 2.1%
3 d	2 h ó 2.8%
7 d	6 h ó 3.6%
28 d	20 h ó 3.0%
90 d	2 h ó 2.2%

*Fuente:* NTP 339.034

Teniendo en cuenta la edad del concreto se retira los cilindros del sitio de curado para ser llevado al lugar de ensayo, siendo cubierto con tela húmeda para evitar la pérdida de humedad.

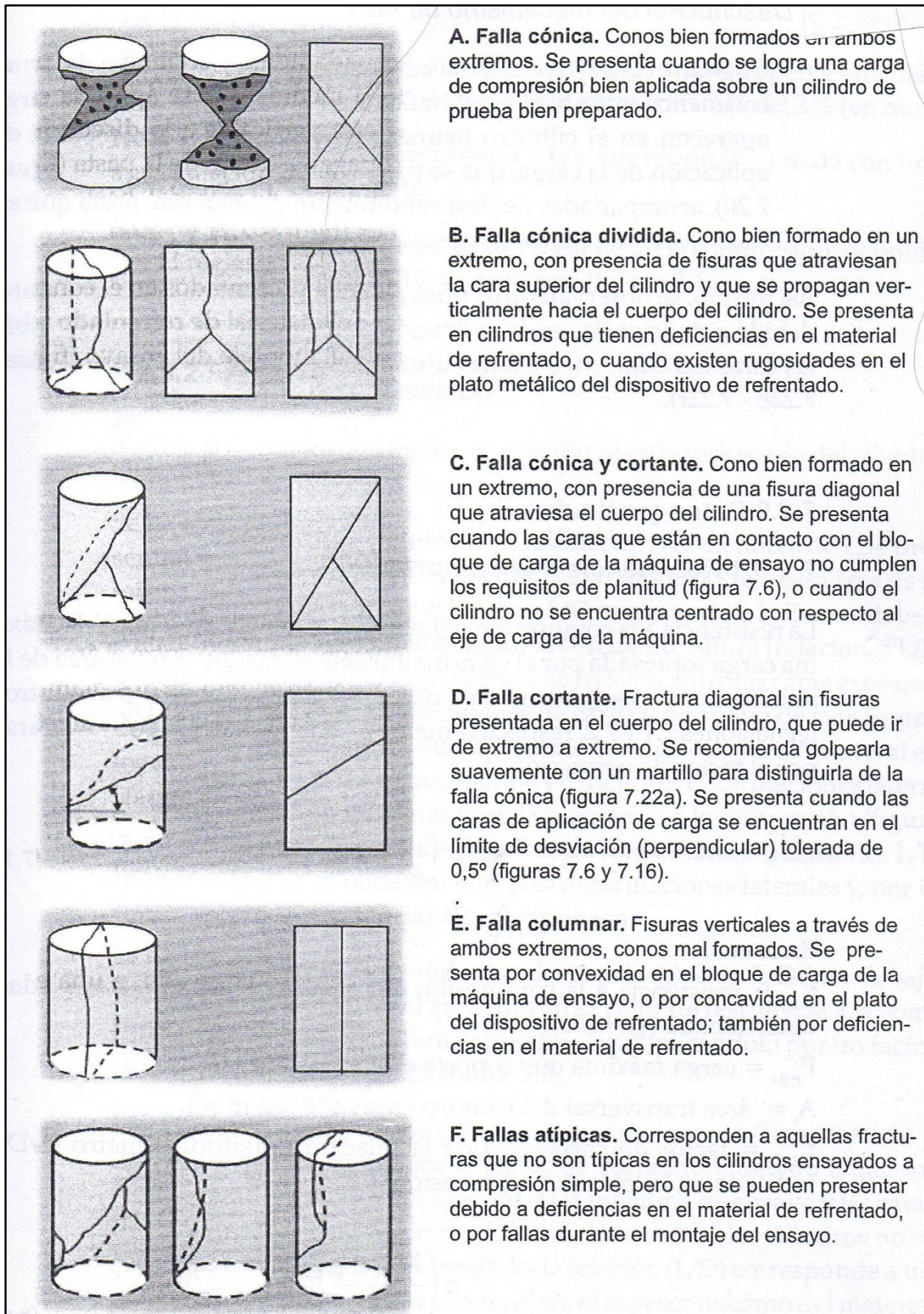
Antes de proceder con los ensayos debemos revisar si las bases de los cilindros se encuentran niveladas, verificando la perpendicularidad sobre una superficie plana, y con la ayuda de una regla calibrada se verifica el eje del cilindro con respecto a la base no presente una desviación mayor de 0.5 grados. Al verificar la planitud de las caras del cilindro debemos cerciorarnos de que sean planas, con un tolerancia de  $\pm 0.050$ mm.

Cuando no se cumplen simultáneamente los requisitos de planitud y de perpendicularidad el cilindro debe ser pulido o refrenado. Durante el proceso de refrenado puede emplearse mortero de azufre. La capa de mortero de azufre debe ser lo más delgada posible, con una altura mínimo de 3mm máximo 8 mm.

*“Se alinea cuidadosamente el eje del cilindro con el centro de presión delo bloque superior se la máquina de ensayo; a medida que el bloque superior se acerca para apoyarse sobre el cilindro, se rota su parte móvil suavemente con la mano, de modo que se obtenga un contacto uniforme”* (MOLANO CAMARGO & TORRES CASTELLANOS, 2017, pág. 311).

La velocidad de carga se aplica de manera continua y sin impacto, dentro del rango de 0.25 MPa/s  $\pm$  0.05 MPa/s, se aplica la carga hasta que el cilindro falle y se registra la carga máxima (P max) soportada por el cilindro durante el ensayo.

Se anota el tipo de falla que registra el concreto si esta corresponde a la falla típica en forma de cono o si se presenta otros mecanismos de falla.



**FIGURA 8:** Tipos de fallas en probetas cilíndricas ensayadas a Compresión Simple

Para calcular la resistencia a la compresión se divide la máxima carga soportada por el cilindro durante el ensayo entre el área de la sección transversal por un factor de corrección.

$$f'c = \frac{F}{A}$$

$f'c$  = Resistencia a la compresión del cilindro ensayado, a una edad determinada ( $\frac{kg}{cm^2}$ )

$F$  = Carga máxima aplicada (kg)

$A$  = Área transversal del cilindro ensayado ( $cm^2$ )

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$D$  = Diámetro del cilindro (cm)

### **C. Resultados de Resistencia a Compresión de los Cilindros de Concreto.**

Para este ensayo el  $f'c$  se realizó desde el día 7, 14, 21 y a los 28 días según lo establecido en la NTP 339.034.

Durante la elaboración de la tesis se obtuvieron diferentes resultados de resistencias de acuerdo con el día de ruptura.

Para realizar el ensayo de la resistencia a la compresión de los especímenes de cilindros de concreto, se obtuvieron datos de la carga máxima en Kg que llegan a resistir en sus respectivas edades, se puede apreciar el tipo de falla que presenta cada una de ellas.

En las siguientes tablas podemos observar los resultados de la carga máxima aplicada al cilindro en diferentes edades y el tipo de falla

**TABLA 39: “Resultados de la resistencia a compresión de los cilindros de la cantera Calichin”**

<b>CANTERA: CALICHIN</b>				
<b>FECHA DE ELABORACIÓN: 07/11/2018</b>				
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>EDAD</b>	<b>CARGA MAX</b>	<b>FALLA</b>
C-1	13/11/2018	7 días	17890.00 kg	Falla cónica
C-2	13/11/2018	7 días	16195.00 kg	Falla cónica
C-3	13/11/2018	7 días	16295.00 kg	Falla cónica dividida
C-1	20/11/2018	14 días	25185.00 kg	Falla atípica
C-2	20/11/2018	14 días	22190.00 kg	Falla cónica dividida
C-3	20/11/2018	14 días	23280.00 kg	Falla atípica
C-1	27/11/2018	21 días	26550.00 kg	Falla cónica
C-2	27/11/2018	21 días	26010.00 kg	Falla cónica
C-3	27/11/2018	21 días	25050.00 kg	Falla atípica
C-1	04/12/2018	28 días	25575.00 kg	Falla columnar
C-2	04/12/2018	28 días	27575.00 kg	Falla cónica y cortante
C-3	04/12/2018	28 días	27180.00 kg	Falla atípica

*Fuente: Elaboración Propia.*

**TABLA 40: “Resultados de la resistencia a la compresión de los cilindros de la cantera Chakawayq’u – Infantes”**

<b>CANTERA: CHAKAWAYQ’U – INFANTES</b>				
<b>FECHA DE ELABORACIÓN: 08/11/2018</b>				
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>EDAD</b>	<b>CARGA MAX</b>	<b>FALLA</b>
C-1	14/11/2018	7 días	14415.00 kg	Falla cónica dividida
C-2	14/11/2018	7 días	15460.00 kg	Falla cónica dividida
C-3	14/11/2018	7 días	15535.00 kg	Falla cónica dividida
C-1	21/11/2018	14 días	21285.00 kg	Falla atípica
C-2	21/11/2018	14 días	22645.00 kg	Falla cónica dividida
C-3	21/11/2018	14 días	22100.00 kg	Falla cónica dividida

C-1	28/11/2018	21 días	23860.00 kg	Falla cónica
C-2	28/11/2018	21 días	23740.00 kg	Falla atípica
C-3	28/11/2018	21 días	23005.00 kg	Falla cónica
C-1	05/12/2018	28 días	24996.00 kg	Falla atípica
C-2	05/12/2018	28 días	26740.00 kg	Falla atípica
C-3	05/12/2018	28 días	24780.00 kg	Falla atípica

*Fuente: Elaboración Propia.*

El diseño de concreto se realizó para una resistencia a la compresión de  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>, se calculará a partir de los datos alcanzados en las tablas anteriores fraccionando la máxima carga soportada por el cilindro durante el ensayo entre el área de la sección transversal por un factor de corrección.

Los ensayos se realizaron en los cilindros de 10 x 20 cm (4"x8"), su área transversal del cilindro ensayado es de:

$$A = \frac{\pi * (10cm)^2}{4}$$

$$A = 78.54 \text{ cm}^2$$

En las tablas siguientes se muestran los resultados de  $f'c$  de los cilindros en Kg/cm<sup>2</sup> en diferentes edades, como se está realizando un estudio de investigación cuantitativo se requiere saber cuál es el valor promedio de los resultados obtenidos.

**TABLA 41: “Resistencia a la Compresión del concreto por edades y su respectivo promedio de la cantera Calichin”**

<b>CANTERA: CALICHIN</b>					
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>EDAD</b>	<b>CARGA MAX</b>	<b>ÁREA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c)</b>	<b>PROMEDIO DE (f'c)</b>
C-1	7 días	14415.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	228.86 Kg/cm <sup>2</sup>	214.75 Kg/cm <sup>2</sup>
C-2	7 días	15460.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	207.05 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-3	7 días	15535.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	208.33 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-1	14 días	21285.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	322.71 Kg/cm <sup>2</sup>	301.70 Kg/cm <sup>2</sup>
C-2	14 días	22645.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	284.18 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-3	14 días	22100.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	298.20 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-1	21 días	23860.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	340.28 Kg/cm <sup>2</sup>	331.53 Kg/cm <sup>2</sup>
C-2	21 días	23740.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	333.33 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-3	21 días	23005.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	320.98 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-1	28 días	24996.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	327.73 Kg/cm <sup>2</sup>	343.19 Kg/cm <sup>2</sup>
C-2	28 días	26740.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	353.46 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-3	28 días	24780.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	348.38 Kg/cm <sup>2</sup>	

*Fuente: Elaboración Propia*

**TABLA 42: Resistencia a la compresión del concreto por edades y su respectivo promedio de las canteras Chakawayq'u – Infantes**

<b>CANTERA: CHAKAWAYQ'U – INFANTES</b>					
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>EDAD</b>	<b>CARGA MAX</b>	<b>ÁREA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c)</b>	<b>PROMEDIO DE (F'C)</b>
C-1	7 días	17890.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	184.15 Kg/cm <sup>2</sup>	193.43 Kg/cm <sup>2</sup>
C-2	7 días	16195.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	197.59 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-3	7 días	16295.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	198.56 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-1	14 días	25185.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	272.54 Kg/cm <sup>2</sup>	281.86 Kg/cm <sup>2</sup>
C-2	14 días	22190.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	290.03 Kg/cm <sup>2</sup>	

C-3	14 días	23280.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	283.02 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-1	21 días	26550.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	305.67 Kg/cm <sup>2</sup>	301.48 Kg/cm <sup>2</sup>
C-2	21 días	26010.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	304.12 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-3	21 días	25050.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	294.66 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-1	28 días	25575.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	320.28 Kg/cm <sup>2</sup>	326.83 Kg/cm <sup>2</sup>
C-2	28 días	27575.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	342.72 Kg/cm <sup>2</sup>	
C-3	28 días	27180.00 kg	78.54cm <sup>2</sup>	317.50 Kg/cm <sup>2</sup>	

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### **D. Análisis Comparativo de la Resistencia entre Canteras.**

Para plasmar este análisis consideramos las diferencias del f'c que alcanzo el concreto en diferentes edades, esto para tener una mejor interpretación de como variara la resistencia según las edades del concreto.

Para la investigación se usaremos 4 edades de ensayos de compresión 7, 14, 21 y 28 días, dando más importancia a los 28 días puesto que este resultado tiene la comparación absoluta sobre el diseño de concreto patrón.

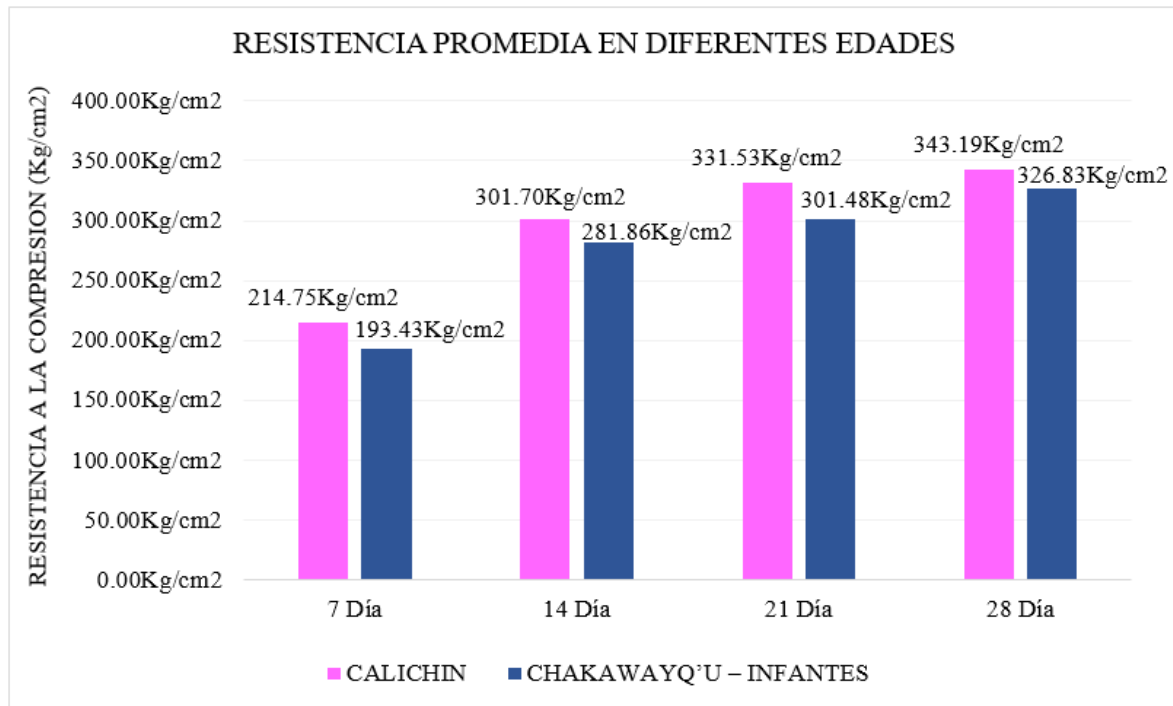
Con los datos promedios y analizados en el ítem anterior realizaremos un cuadro de resumen de la resistencia alcanzadas para cada edad del concreto.

**TABLA 43: Análisis comparativo de la resistencia promedia alcanzadas por el concreto en diferentes edades**

PROMEDIO DE (f'c)		
DÍAS	F'c CALICHIN	F'c CHAKAWAYQ'U – INFANTES
7 Día	214.75 Kg/cm <sup>2</sup>	193.43 Kg/cm <sup>2</sup>
14 Día	301.70 Kg/cm <sup>2</sup>	281.86 Kg/cm <sup>2</sup>
21 Día	331.53 Kg/cm <sup>2</sup>	301.48 Kg/cm <sup>2</sup>
28 Día	343.19 Kg/cm <sup>2</sup>	326.83 Kg/cm <sup>2</sup>

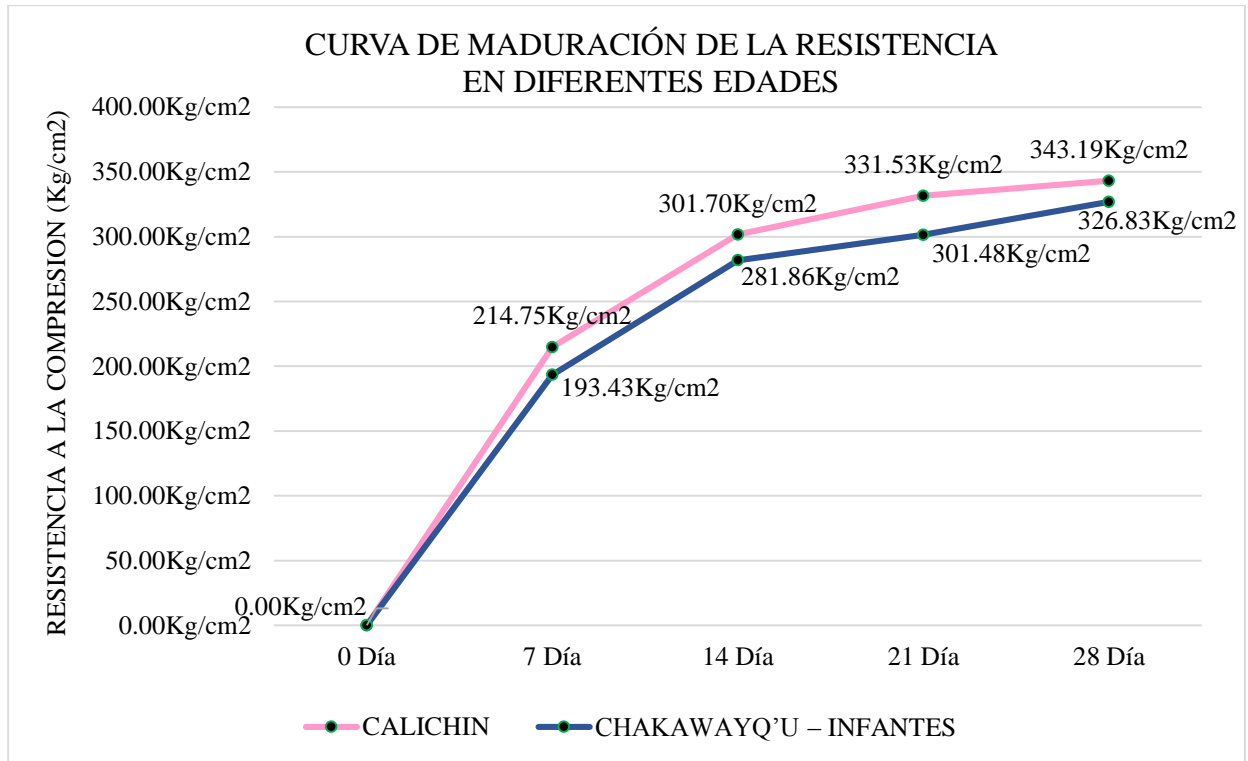
*Fuente: Elaboración Propia.*

**GRAFICO 18: “Análisis comparativo de la resistencia promedio en diferentes edades”**



*Fuente: Elaboración Propia.*

En la grafico N° 18 se precia que la resistencia inicial es mayor utilizando la cantera Calichin, gracias a una mejor distribución granulométrica a comparación a la Cantera CHAKAWAYQ'U – INFANTES

**GRAFICO 19: Curva de maduración de la Resistencia promedio en diferentes edades**

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta investigación se ha comparado en porcentajes, el comportamiento del  $f'_c$ , para ello se desarrolló un diseño de mezcla con la finalidad de obtener una resistencia a la compresión de concreto  $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ .

Para el desarrollo de este ítem asumiremos que la resistencia a la compresión del concreto sea  $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$  será igual al 100% de la resistencia, de esta manera lograremos tener una interpretación de la resistencia obtenidas en el ensayo de compresión simple.

En el anterior capítulo se mostró los resultados de las resistencias a la compresión de concreto alcanzadas por edades de cada testigo, con estos datos calcularemos el porcentaje de la resistencia alcanzado de acuerdo a diferentes edades, cuyos resultados se detallan en el cuadro siguiente:

**TABLA 44: “Resistencia a la compresión del concreto en porcentajes teniendo como base  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2 = 100\%$ ”**

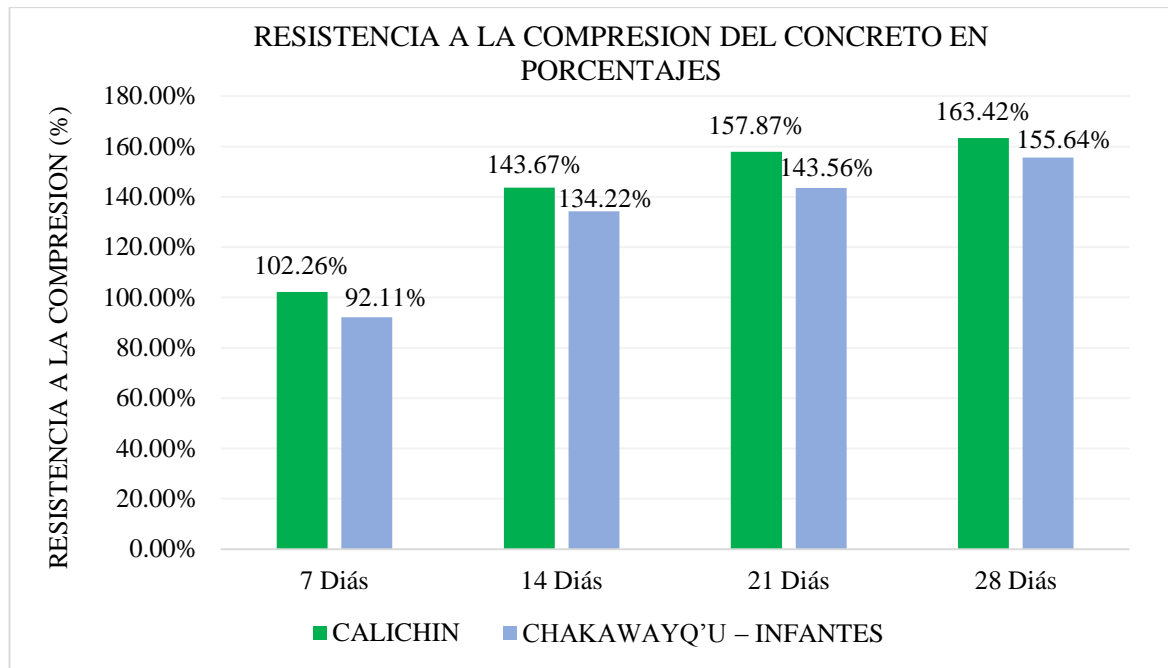
ESPÉCIMEN	EDAD	CALICHIN		CHAKAWAYQ'U – INFANTES	
		(f'c)	PROMEDIO DE (f'c)	(f'c)	PROMEDIO DE (f'c)
C-1	7 días	108.98 %	102.26 %	87.69 %	92.11%
C-2		98.59 %		94.09 %	
C-3		99.21 %		94.55 %	
C-1	14 días	153.67 %	143.67 %	129.78 %	134.22%
C-2		135.32 %		138.11 %	
C-3		142.00 %		134.77 %	
C-1	21 días	162.04 %	157.87 %	145.55 %	143.56%
C-2		158.73 %		144.82 %	
C-3		152.85 %		140.32 %	
C-1	28 días	156.06 %	163.42 %	152.51 %	155.64%
C-2		168.32 %		163.20 %	
C-3		165.90 %		151.19 %	

*Fuente: Elaboración Propia*

Como podemos apreciar en la tabla N°46, a los 14 días se ha llegado a obtener los valores de diseño a la resistencia del concreto a la compresión, siendo el diseño considerado es  $f'cr = 294 \text{ Kg/cm}^2$ , siendo un valor mayor, Debido a que no cuenta con registros de ensayos de resistencia en obra para calcular la desviación estándar, este valor se determinó según el RNE E-0.60.

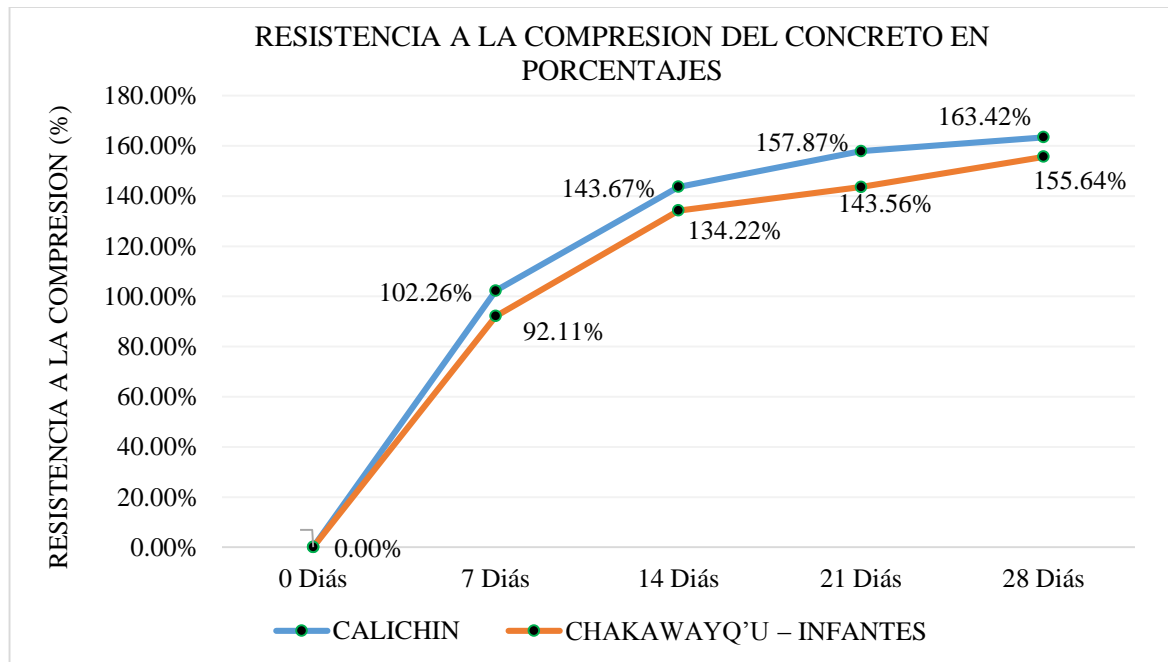
En los siguientes gráficos mostraremos las variaciones de resistencia en comparación en diferentes edades.

**GRAFICO 20: “Comparación de la Resistencia a la Compresión del concreto en porcentajes”**



*Fuente: Elaboración Propia.*

**GRAFICO 21: “Curva de maduración de la Resistencia a la Compresión del concreto en porcentajes”.**



*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.6. Resultados Estadísticos

**Coefficiente de Correlación:** Un coeficiente de correlación, mide el grado de relación o asociación existente generalmente entre dos variables aleatorias. Cabe recordar que el coeficiente fluctúa entre  $-1 \leq \rho \leq 1$ .

#### Coefficiente de Correlación de Pearson

Tiene como objetivo medir la fuerza o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bivariada conjunta. El coeficiente se define por la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum z_x z_y}{N} \quad (-1 \leq r \leq 1)$$

Cuando  $r = +$  la relación es directa entre las variables. Si  $r = -$  la relación es inversa y si  $r = 0$  son independientes

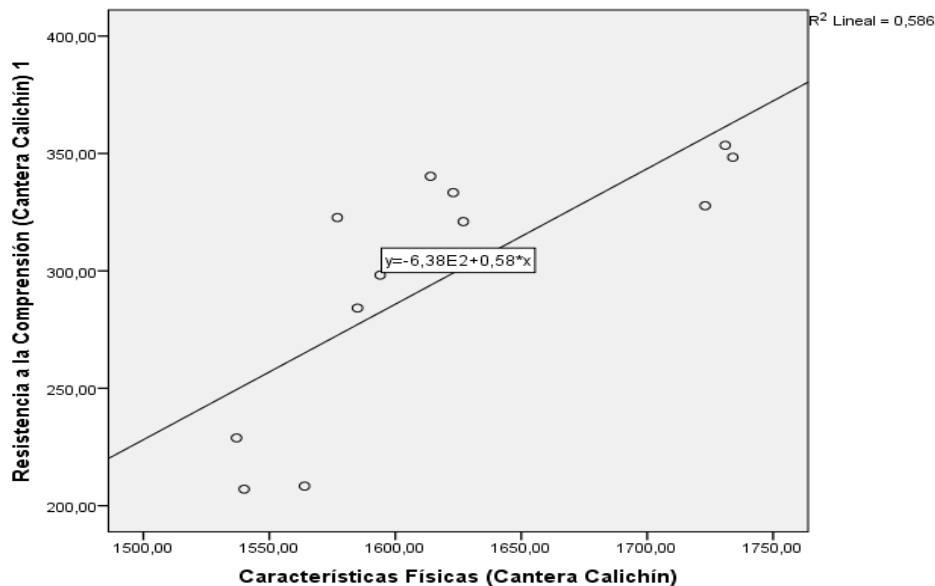
La interpretación general del coeficiente de correlación de Pearson; se maneja de manera genérica de acuerdo con los siguientes criterios:

COEFICIENTE	INTERPRETACIÓN
<b>r=1</b>	Correlación perfecta
<b>0.80 &lt; r &lt; 1</b>	Muy alta
<b>0.60 &lt; r &lt; 0.80</b>	Alta
<b>0.40 &lt; r &lt; 0.60</b>	Moderada
<b>0.20 &lt; r &lt; 0.40</b>	Baja
<b>0 &lt; r &lt; 0.20</b>	Muy baja
<b>r=0</b>	nula

**TABLA 45: Nivel de influencia entre las características físicas de los agregados de la cantera Calichin y la resistencia a la compresión.**

		Características Físicas (Cantera Calichin)	Resistencia a la Compresión (Cantera Calichin)
Características Físicas (Cantera Calichin)	Correlación de Pearson	1	,765
	Sig. (bilateral)		,004
	N	12	12
Resistencia a la Compresión (Cantera Calichin)	Correlación de Pearson	,765	1
	Sig. (bilateral)	,004	
	N	12	12

**GRAFICO 22: Nivel de influencia entre las características físicas de los agregados de la cantera Calichin y la resistencia a la compresión.**

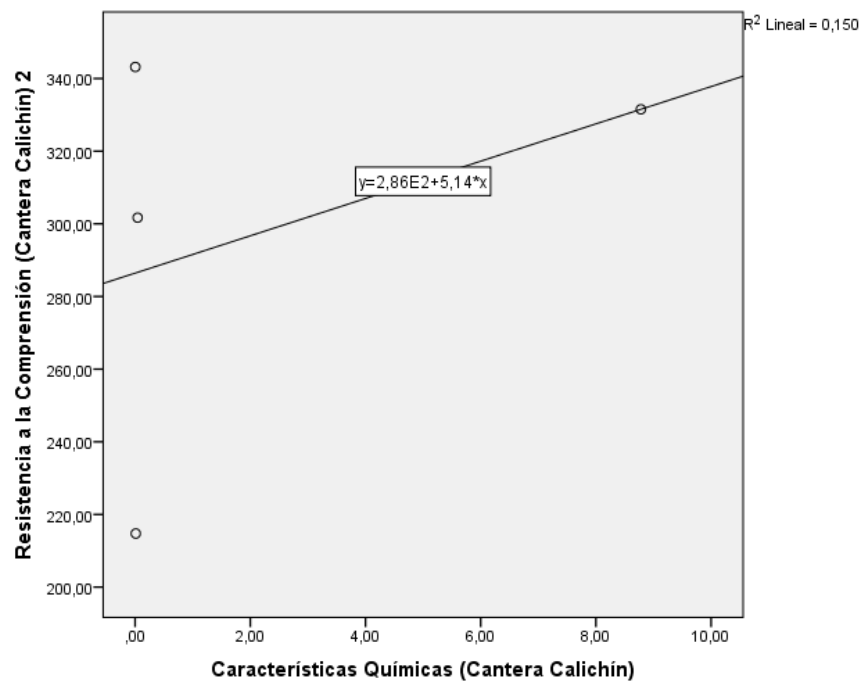


La tabla N° 45 muestra resultados del nivel de influencia que existe entre las características físicas de los agregados de la cantera Calichin ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba y la resistencia a la compresión. Al respecto, después de haber hecho las pruebas correspondientes para cada variable, se ha obtenido un coeficiente de 0,765 que en la escala de Pearson significa alta influencia, vale decir que cuanto mejor sea la característica física del agregado de la cantera Calichin, mejor será la resistencia a la compresión.

**TABLA 46: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Calichin y la resistencia a la compresión.**

		Características Químicas (Cantera Calichin)	Resistencia a la Compresión (Cantera Calichin) 2
Características Químicas (Cantera Calichin)	Correlación de Pearson	1	,388
	Sig. (bilateral)		,052
	N	4	4
Resistencia a la Compresión (Cantera Calichin) 2	Correlación de Pearson	,388	1
	Sig. (bilateral)	,052	
	N	4	4

**GRAFICO 23: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Calichin y la resistencia a la compresión.**



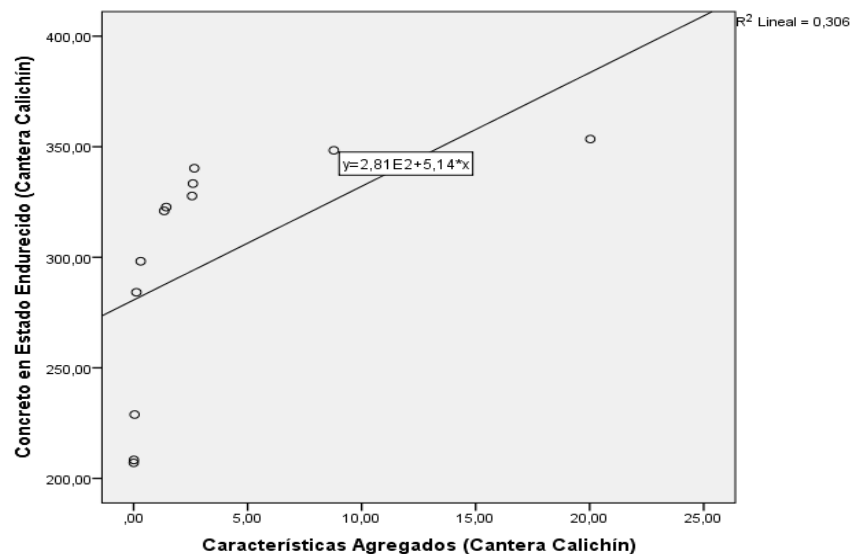
La tabla N° 46 muestra resultados del nivel de influencia que existe entre las características químicas de los agregados de la cantera Calchín ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba y la resistencia a la compresión. Al respecto, después de haber hecho las pruebas correspondientes para cada variable, se ha obtenido un coeficiente de 0,388 que en la escala

de Pearson significa baja influencia, vale decir que las características químicas no son determinantes en la resistencia a la compresión.

**TABLA 47: Nivel de influencia entre las características de los agregados de la cantera Calichin y el concreto en estado endurecido.**

		Características Agregados (Cantera Calichin)	Concreto en Estado Endurecido (Cantera Calichin)
Características Agregados (Cantera Calichin)	Correlación de Pearson	1	,553
	Sig. (bilateral)		,042
	N	12	12
Concreto en Estado Endurecido (Cantera Calichin)	Correlación de Pearson	,553	1
	Sig. (bilateral)	,042	
	N	12	12

**GRAFICO 24: Nivel de influencia entre las características de los agregados de la cantera Calichin y el concreto en estado endurecido.**



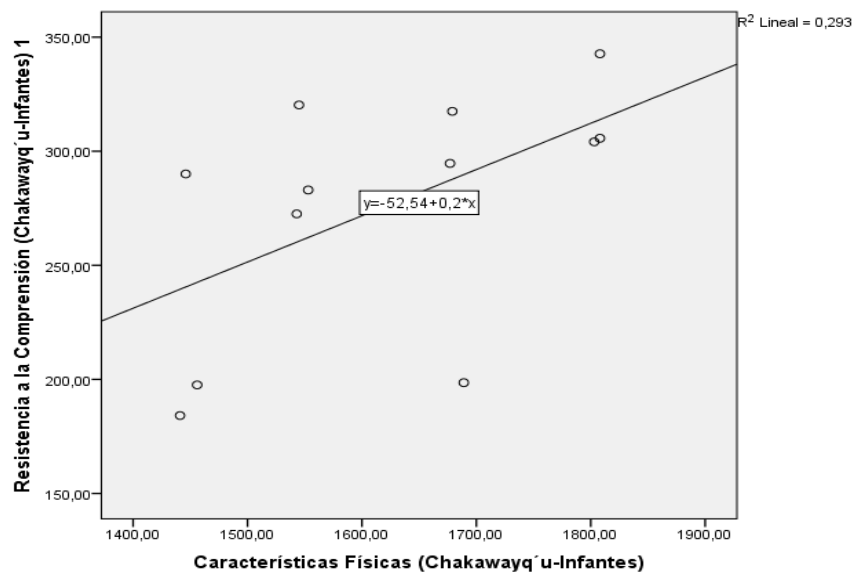
La tabla N° 47 muestra resultados del nivel de influencia que existe entre las características de los agregados de la cantera Calichin ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba y el concreto en estado endurecido. Al respecto, después de haber hecho las pruebas correspondientes para cada variable, se ha obtenido un coeficiente de 0,553 que en la escala

de Pearson significa moderada influencia, vale decir que cuanto mejor sean las características del agregado de la cantera Calichin, mejor será la resistencia del concreto en estado endurecido.

**TABLA 48: Nivel de influencia entre las características físicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión.**

		Características Físicas (Chakawayq'u-Infantes)	Resistencia a la Compresión (Chakawayq'u-Infantes) 1
Características Físicas (Chakawayq'u-Infantes)	Correlación de Pearson	1	,541
	Sig. (bilateral)		,049
	N	12	12
Resistencia a la Compresión (Chakawayq'u-Infantes) 1	Correlación de Pearson	,541	1
	Sig. (bilateral)	,049	
	N	12	12

**GRAFICO 25: Nivel de influencia entre las características físicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión.**



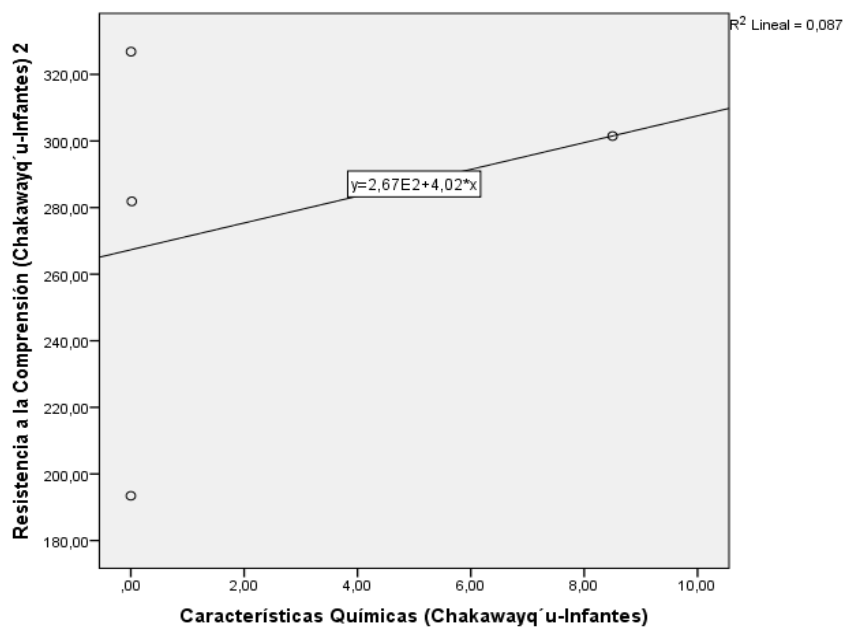
La tabla N° 48 muestra resultados del nivel de influencia que existe entre las características físicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes ubicada en la cuenca del río Vilcabamba y la resistencia a la compresión. Al respecto, después de haber hecho las pruebas

correspondientes para cada variable, se ha obtenido un coeficiente de 0,541 que en la escala de Pearson significa moderada influencia, vale decir que cuanto mejor sean las características físicas del agregado de la cantera Chakawayq'u-Infantes, mejor será la resistencia a la compresión.

**TABLA 49: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión.**

		Características Químicas (Chakawayq'u-Infantes)	Resistencia a la Compresión (Chakawayq'u-Infantes) 2
Características Químicas (Chakawayq'u-Infantes)	Correlación de Pearson	1	,295
	Sig. (bilateral)		,705
	N	4	4
Resistencia a la Compresión (Chakawayq'u-Infantes) 2	Correlación de Pearson	,295	1
	Sig. (bilateral)	,705	
	N	4	4

**GRAFICO 26: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión.**

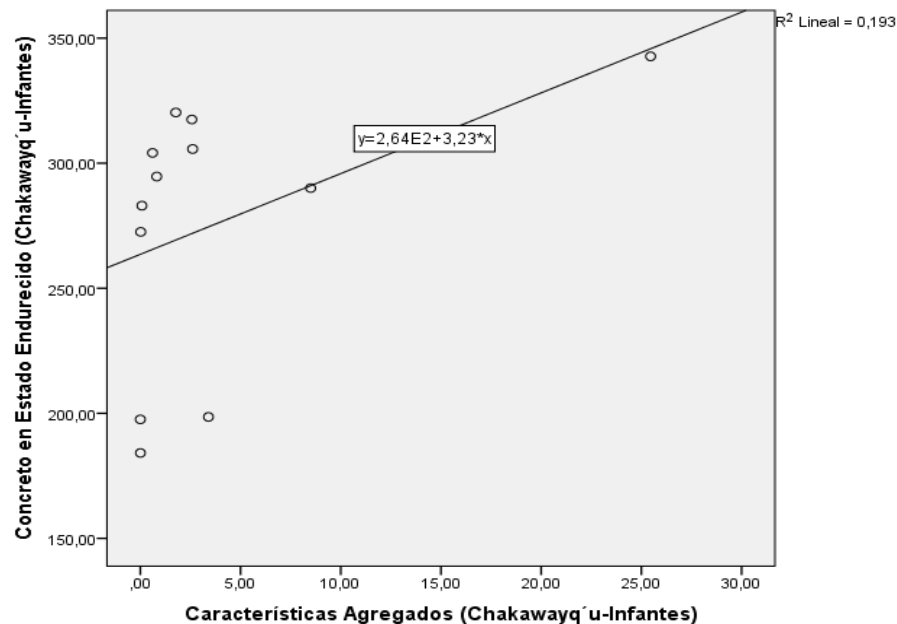


La tabla N° 49 muestra resultados del nivel de influencia que existe entre las características químicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes ubicada en la cuenca del río Vilcabamba y la resistencia a la compresión. Al respecto, después de haber hecho las pruebas correspondientes para cada variable, se ha obtenido un coeficiente de 0,295 que en la escala de Pearson significa baja influencia.

**TABLA 50: Nivel de influencia entre las características de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia Al concreto en estado endurecido.**

		Características Agregados (Chakawayq'u-Infantes)	Concreto en Estado Endurecido (Chakawayq'u-Infantes)
Características Agregados (Chakawayq'u-Infantes)	Correlación de Pearson	1	,439
	Sig. (bilateral)		,047
	N	12	12
Concreto en Estado Endurecido (Chakawayq'u-Infantes)	Correlación de Pearson	,439	1
	Sig. (bilateral)	,047	
	N	12	12

**GRAFICO 27: Nivel de influencia entre las características químicas de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes y la resistencia a la compresión.**



La tabla N°50 muestra resultados del nivel de influencia que existe entre las características de los agregados de la cantera Chakawayq'u-Infantes ubicada en la cuenca del río Vilcabamba y la resistencia al concreto en estado endurecido. Al respecto, después de haber hecho las pruebas correspondientes para cada variable, se ha obtenido un coeficiente de 0,439 que en la escala de Pearson significa moderada influencia, vale decir que cuanto mejor sean las características del agregado de la cantera Chakawayq'u-Infantes, mejor será la resistencia al estado endurecido.

### 3.7. Prueba de Hipótesis

#### Hipótesis general

**H:** Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen en la calidad del concreto que se utiliza en la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla.

**H<sub>0</sub>:** Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba no influyen en la calidad del concreto que se utiliza en la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla.

Los valores estadísticos que se han calculado fueron al 95% de nivel de confianza y con un margen de error igual al 5% (0,05). En la tabla 49 se muestra el P valor igual a 0,042 y según las determinaciones de la estadística inferencial si P valor es < al 5% del margen de error, entonces se acepta la hipótesis de la investigación. En nuestro estudio se observa que 0,042 es menor que el 0,05, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, vale decir que las características de los agregados que provienen de la cantera Calichin, si influyen significativamente en el uso del concreto en estado endurecido. Por otro lado en la tabla 52, en la cantera Chakawayq'u-Infantes, el P valor es de 0,47 < al 0,05 del margen de error, lo que nos permite aceptar la hipótesis general de la investigación.

Haciendo un análisis al respecto y teniendo en cuenta el nivel explicativo de la investigación, se puede afirmar que la influencia está vinculada a los ensayos tanto físicos como químicos realizados a los agregados, para un concreto de buena calidad se necesita un agregado con buena granulometría, un peso específico y absorción adecuado, y tener una buena resistencia al desgaste. En los agregados estudiados se demuestra que estos tienen buenas cualidades para realizar concretos de buena calidad. De los agregados que repercuten de manera positiva en la resistencia del uso de concreto.

### **Hipótesis específicas**

**H1:** Las características físicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen de manera significativa en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

**H0:** Las características físicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba no influyen de manera significativa en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

Los valores estadísticos que se han calculado fueron al 95% de nivel de confianza y con un margen de error igual al 5% (0,05). En la tabla 47 se muestra el P valor igual a 0,04 y según las determinaciones de la estadística inferencial si P valor es  $<$  al 5% del margen de error, entonces se acepta la hipótesis de la investigación. En nuestro estudio se observa que 0,004 es menor que el 0,05, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, vale decir que las características físicas de los agregados que provienen de la cantera Calichin, si influyen significativamente en la resistencia a la compresión. Por otro lado en la tabla 50, en la cantera Chakawayq'u-Infantes, el P valor es de 0,049  $<$  al 0,05 del margen de error, lo que nos permite aceptar la hipótesis específica de la investigación.

Haciendo un análisis al respecto y teniendo en cuenta el nivel explicativo de la investigación, se puede afirmar que la influencia está vinculada a los ensayos realizados en laboratorio, el agregado cumple con los parámetros establecidos en la prueba de granulometría y este genera un concreto de buena calidad, con una buena trabajabilidad y un aumento en su resistencia gracias a la buena gradación existente. De los agregados que repercuten de manera positiva en la resistencia a la compresión.

**H2:** Las características químicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen de manera significativa en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

**Ho:** Las características químicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba no influyen de manera significativa en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

Los valores estadísticos que se han calculado fueron al 95% de nivel de confianza y con un margen de error igual al 5% (0,05). En la tabla 68 se muestra el P valor igual a 0,052 y según las determinaciones de la estadística inferencial si P valor es < al 5% del margen de error, entonces se acepta la hipótesis de la investigación. En nuestro estudio se observa que 0,052 es mayor que el 0,05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula planteada, vale decir que las características químicas de los agregados que provienen de la cantera Calichin, no influyen significativamente en el uso del concreto en estado endurecido. Por otro lado en la tabla 51, en la cantera Chakawayq'u-Infantes, el P valor es de 0,705 > al 0,05 del margen de error, lo que nos permite aceptar la hipótesis nula de la investigación.

Haciendo un análisis al respecto y teniendo en cuenta el nivel explicativo de la investigación, se puede afirmar que los ensayos químicos realizados a los agregados no influyen en el concreto, ya que el resultado de las pruebas químicas (cloruros, sulfatos, sales solubles) tienen un valor insignificante para ser tomado en cuenta, en el caso de la prueba (PH) este nos da como resultado un agregado ligeramente alcalino que no es perjudicial para el concreto. De la resistencia a la compresión que no repercuten de manera positiva en la resistencia de la compresión.

**H3:** Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen en la resistencia del concreto en estado fresco para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

**Ho:** Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba no influyen en la resistencia del concreto en estado fresco para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

Los agregados influyen en las características del concreto en estado fresco esto debido a que la absorción es la propiedad del agregado que repercute en la consistencia del concreto, puesto que las partículas absorben agua directamente en la mezcladora, Por otro lado, la granulometría y el (TMA) para las gravas, afligen las proporciones relativas de los agregados, así como los requisitos de cemento y agua, la economía, la durabilidad del concreto y la trabajabilidad.

Cabe mencionar que la prueba del cono de Abrams nos mide la consistencia que tiene el concreto que en su mayoría tiene que ser (plástica). Para el estudio realizado se ha demostrado

que los agregados de la cantera Calichin tiene una mejor consistencia y trabajabilidad en comparación a la cantera Chakawayq'u-Infantes, por lo tanto, se acepta lo previsto en la hipótesis específica.

**H4:** Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba influyen en la resistencia del concreto en estado endurecido para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

**Ho:** Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba no influyen en la resistencia del concreto en estado endurecido para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

Tanto el agregado que viene de la cantera Calichin y la de la cantera Chakawayq'u-infantes influye en la resistencia del concreto pero estas de manera diferente, ya que el agregado de la cantera Calichin tiene mejores resultados en laboratorio y genera un concreto con mayor resistencia a la compresión, en cambio la cantera Chakawayq'u-infantes tiene una resistencia mucho menor a la obtenida de la cantera Calichin, esta se demuestra cuando las briquetas de ambas canteras son llevadas a la prensa hidráulica para su ruptura. En este proceso se ha demostrado que la resistencia del concreto es de  $210 \text{ kg/cm}^2$  equivalente al 100%, además en la tabla de resistencia Nro. 46 se muestra que a los 28 días la resistencia del concreto alcanzó a 163,42%, lo que confirma el nivel de influencia del agregado en la resistencia del concreto endurecido.

### **3.8. Discusión**

El estudio que se ha desarrollado, tuvo como objetivo general el determinar el nivel de influencia de las características que presentan los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla.

Teniendo en cuenta las dimensiones de las variables, se han redactado los siguientes objetivos específicos.

Determinar la influencia de las características físicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018, Establecer la influencia de las características químicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018, Determinar la influencia de las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el concreto en estado fresco para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018, Determinar la influencia de las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el concreto en estado endurecido para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018.

Después de haber realizado los ensayos correspondientes, según las normas establecidas para los agregados y para la resistencia de los materiales, se arribaron a resultados específicos a nivel general como específicos.

Se ha determinado que existe un nivel de influencia entre las características físicas de los agregados de la cantera Calichin ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba y la resistencia a la compresión. Al respecto, después de haber hecho las pruebas correspondientes para cada variable, se ha obtenido un coeficiente de 0,765 que en la escala de Pearson significa alta influencia, vale decir que cuanto mejor sea la característica física del agregado de la cantera Calichin, mejor será la resistencia a la compresión. Del mismo modo, se ha obtenido un coeficiente de 0,388 que en la escala de Pearson significa baja influencia, vale decir que las características químicas no son determinantes en la resistencia a la compresión. Por otro lado, se muestra que existe influencia entre las características de los agregados de la cantera Calichin ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba y el concreto en estado endurecido. Al respecto, después de haber hecho las pruebas correspondientes para cada variable, se ha obtenido un coeficiente de 0,553 que en la escala de Pearson significa moderada influencia, vale decir que cuanto mejor sean las características del agregado de la cantera Calichin, mejor será la resistencia del concreto en estado endurecido.

Cabe mencionar que el nivel de influencia fue mayor en los agregados provenientes de la cantera Calichin y muy bajo en los que provienen de la cantera Chakawayq'u-Infantes.

También se debe precisar que existe una baja influencia entre las características químicas de los agregados que provienen de ambas canteras, frente a la resistencia del concreto.

Los resultados que se han obtenido en nuestra investigación se asemejan con los resultados que han obtenido otros investigadores a nivel de la variable agregados y uso del concreto. Para mencionar tenemos los siguientes estudios:

Ortega, (2013), en su 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", ha demostrado que la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera Villacrés, se encuentra próximo a límite superior dando como resultado, partículas un tanto gruesas, de tamaño nominal Máximo de 1 1/2"; sin embargo, se encuentra dentro de los rangos estableciendo según la norma. El agregado presenta una distribución adecuada de las partículas en diferentes tamaños en la muestra ensayada, por otro lado, la curva granulométrica del agregado fino de la cantera Villacrés, tiene una porción baja de partículas retenidas. Los demás tamices cumplen con los límites establecidos por la norma, obteniendo un módulo de finura de 3.0, es el valor ideal de una arena para formar parte de un buen hormigón, finalmente el ensayo de desgaste de abrasión se obtuvo una resistencia de 42.5% que es menor al 50% que es el porcentaje máximo admisible para agregados gruesos de buena resistencia.

Por lo tanto, se concluye que las calidades de los agregados repercuten directamente en el uso de los concretos para las construcciones.

De igual forma, Vargas, (2013), realizó la investigación: "la influencia de la procedencia de agregados y su repercusión en el diseño de mezclas de concretos estructurales en el distrito de Puno - 2013". En esta investigación se ha concluido que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Carucava, se obtuvo poca trabajabilidad esto se debe a la gran cantidad de tamaños próximos del Tamaño Máximo Nominal del agregado, este concreto en estado endurecido fue sometido a la resistencia a la compresión donde alcanzo los resultados del diseño de mezcla. A diferencia del concreto elaborado con los agregados de la Viluyo, donde presenta mejor trabajabilidad, pero bajó la resistencia a la compresión, se debe notar que existen variables en la calidad de los agregados que no están siendo incluidas en el diseño de mezcla,

estos afectan directamente en las propiedades del concreto. Finalmente se afirma que existe influencia significativa entre las condiciones del agregado en el concreto que se utiliza para las construcciones.

Finalmente, las teorías escritas por investigadores sobre la calidad o de las características de los agregados que se utilizan para las construcciones en concreto manifiestan lo siguiente:

*La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente, así como una trabajabilidad adecuada. Está científicamente demostrado que debe haber un ensamble casi total entre las partículas, de manera que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto este unido por la pasta de cemento (PASQUEL, 1999, pág. 69).*

Además, el mismo autor precisa que los agregados con altos valores de desgaste a la abrasión (>50%) origina concretos con características impropias en la mayoría de casos.

Finalmente podemos afirmar que las características físicas de los agregados de la cantera Calichin, son los que más influencia tienen en el uso de los concretos de la ciudad de Grau.

## CONCLUSIONES

- El nivel de influencia de las características que presentan los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, es alta.
- La influencia de las características físicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, es alta, especialmente del agregado de la cantera Calichin, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018, debido a que se obtuvo un coeficiente de influencia igual a 0,765 que en la escala de Pearson, que significa alta influencia, vale decir que cuanto mejor sea la característica física, mejor será la resistencia a la compresión
- La influencia de las características químicas de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, en el uso de concreto para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla 2018, es menor, en este análisis químico se observa que el PH está en un rango de 8%, lo que significa que el agregado tiene un nivel ligeramente alcalino que es bueno para la elaboración de concreto; en caso de los cloruros, sulfatos y sales solubles los resultados cumplen con los parámetros establecidos por la NTP 339.088 que significa que el concreto no sufrirá ninguna variación producto de estos componentes químicos.
- Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, influyen en el concreto en estado fresco para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018, esto debido a que la absorción repercute en la consistencia del concreto y la granulometría en la trabajabilidad. Siendo el concreto

elaborado con los agregados de la cantera **Calichin** la que presenta una mejor trabajabilidad a comparación de los concretos elaborados con agregados de otras canteras.

- Las características de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en la cuenca del río Vilcabamba, influyen en el concreto en estado endurecido para la construcción de obras en la ciudad de Chuquibambilla, 2018, dándonos resistencias mayores que el del diseño en especial en la cantera **Calichin**.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las entidades públicas y privadas, así como a los constructores particulares, el uso de agregado grueso proveniente de la cantera “**Calichin**” para la elaboración del concreto a ser utilizado en sus obras, por que cumple con los parámetros establecidos según la NTP 400.037:2014.
- Para el uso del agregado fino proveniente de la cantera “**Calichin**”, se recomienda realizar previamente, el lavado del agregado, debido a que este contiene demasiados finos. Este tipo de modificaciones se realizan a los agregados que no cumplan con los parámetros de la NTP 400.037, con el fin de alcanzar óptimos resultados en la elaboración del concreto.
- Antes de la utilización de los agregados, se recomienda realizar los ensayos de humedad, absorción, peso específico, peso unitario y granulometría, porque son de suma importancia para el diseño de mezclas y la elaboración del concreto, tal como se establece en la NTP 400.037.
- Debe implementarse en las canteras donde se producen los agregados, un adecuado proceso de tamizado para la extracción de material, con el propósito de obtener una adecuada gradación de partículas que ayude a obtener mejor resistencia, durabilidad y costo de producción del concreto.
- Cuando la curva granulométrica de los agregados no se encuentra dentro de los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 y ASTM C33, se recomienda realizar una mezcla de agregados hasta lograr que la curva granulométrica se encuentre dentro de dichos límites.
- Se recomienda hacer un estudio de las propiedades químicas de los agregados con la finalidad de determinar su influencia en el concreto.

## BIBLIOGRAFÍA

ABANTO CASTILLO, T. F. (2017). TECNOLOGIA DEL CONCRETO (Tercera ed.). Lima, Perú: San Marcos.

ABANTO, T. F. (2017). TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. (S. Marcos, Ed.) LIMA.

ARANGURÍ, G. (2016). LA IMPORTANCIA DEL USO DE AGREGADOS PROVENIENTES DE CANTERAS DE CALIDAD.

Arangurí, G. Y. (2016). La importancia del uso de agregados. In Crescendo Ingeniería, <https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo-ingenieria/index>.

Blog. (5 de Noviembre de 2015). Canteras. Obtenido de <http://canterastecnologia1002.blogspot.com/>

CASTRO, J. A., & VERA, M. J. (2017). INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DEL SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO EN UN DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO, TRUJILLO. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, TRUJILLO.

Chan, J. L., Solís, R., & Moreno, E. (2010). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto . Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal , 39-46.

Comportamiento y Características del Hormigón (Concreto). (2013). Obtenido de civilgeeks: <https://civilgeeks.com/2013/11/27/comportamiento-y-caracteristicas-del-hormigon-concreto/>

Cuellar, J. C., & Sequeiros, w. (2017). Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico IP en la ciudad de Abancay - Apurímac. Abancay.

FERREIRA , D. A., & TORRES, K. M. (2014). CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE AGREGADOS PÉTREOS PARA CONCRETOS CASO: VISTA HERMOSA(MOSQUERA) Y MINA CEMEX(APULO). COLOMBIA.

GONZALES , A., & VILLA, E. A. (2012). CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS DE LA CANTERA TRITUPISVAR PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO. COLOMBIA.

Gonzales , C. A. (2019). Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro – El Porvenir - Laredo). La Libertad .2019. Trujillo.

Gonzales, A., & Villa , E. A. (2013). Caracterización de agregados pétreos de la cantera Tritupisvar para su uso en la elaboración de concreto. Colombia.

HOYOS, E. (2013). ESTUDIO DE LA CANTERA “CRUCE CHANANGO” DE LA CIUDAD DE JAÉN- CAJAMARCA, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ . CAJAMARCA.

La República. (2013). Economía . Cada año se levantan 50 mil viviendas informales, sin licencia de construcción .

Mendoza. (2008). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGREGADOS PARA CONCRETO, EN EL DEPARTAMENTO DE TOTONICAPÁN. GUATEMALA.

MENDOZA, V. G. (2008). Evaluación de la Calidad de Agregados para Concreto, en el departamento de Totonicapán. GUATEMALA.

MÓDULO DE FINURA M.F. (MÓDULO GRANULOMÉTRICO). (2001). Obtenido de CUEVA DEL INGENIERO CIVIL: <https://www.cuevadelcivil.com/2011/04/modulo-de-finura-mf.html>

MOLANO CAMARGO, M. C., & TORRES CASTELLANOS, N. (2017). PRACTICAS DE LABORATORIO DE MATERIALES PARA OBRAS DE INGENIERIA CIVIL (primera ed.). Colombia: Escuela Colombiana de Ingenieria.

National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA). (s.f.). EL CONCRETO EN LA PRACTICA ¿QUÉ, POR QUÉ Y COMÓ? CIP 35 - Pruebas de Resistencia a la compresion del concreto.

NORMA E.060. (2009). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES . CONCRETO ARMADO, 18.

NTP. (2018). AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. 4ª Edición. Instituto Nacional de Calidad (INACAL), 5.

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.

Ortega, A. R. (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. Colombia.

- Pasquel Carbajal, E. (1999). TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO (Segunda ed.). Lima, Perú.
- PASQUEL, E. (1999). TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO (Segunda ed.). Lima, Perú.
- RIVVA, E. (2018). DISEÑO DE MEZCLAS. LIMA.
- Uribe. (1991). El control de calidad en los agregados para concreto. Mexico.
- Valdés, A. (22 de 03 de 2017). DURABILIDAD DEL CONCRETO: CONCEPTOS Y SOSTENIBILIDAD. Obtenido de Hormigon especial: <http://www.hormigonespecial.com/blog/?p=349>
- Vargas, O. H. (2013). ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA PROCEDENCIA DE AGREGADOS Y SU REPERCUSIÓN EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS ESTRUCTURALES EN EL DISTRITO DE PUNO - 2013. PUNO.
- VARGAS, O. H. (2013). ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA PROCEDENCIA DE AGREGADOS Y SU REPERCUSIÓN EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS ESTRUCTURALES EN EL DISTRITO DE PUNO - 2013. UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS, PUNO.