

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y
ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA
CIUDAD DE HUANCABELICA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

PRESENTADO POR:

Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCABELICA, PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 16 días del mes de diciembre del año 2019, a horas 5:30 p.m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **M.Sc. Ivan Arturo AYALA BIZARRO (PRESIDENTE)**, **Ing. Carlos GASPAS PACO (SECRETARIO)**, **Arq. Abdón Dante OLIVERA QUINTANILLA (VOCAL)**, designados con Resolución de Decano N° 140-2019-FCI-UNH, de fecha 06 de agosto del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación de la tesis titulada: "PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA", presentada por el Bachiller **Eduardo AYUQUE GOMEZ**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**; en presencia del **M.Sc. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES** como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizada la evaluación a horas 6:45 p.m.; se invitó al sustentante y al público presente abandonar el recinto para luego pasar a la deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO POR... UNANIMIDAD...

DESAPROBADO

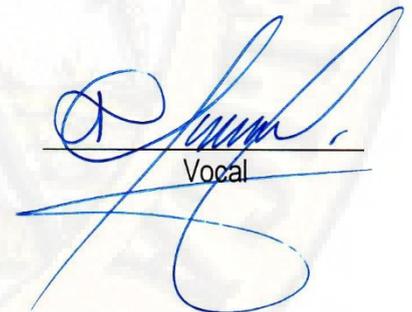
En señal de conformidad, firmamos a continuación:



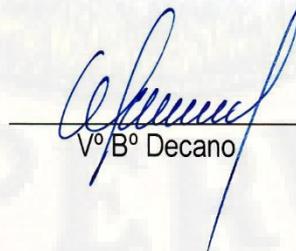
Presidente



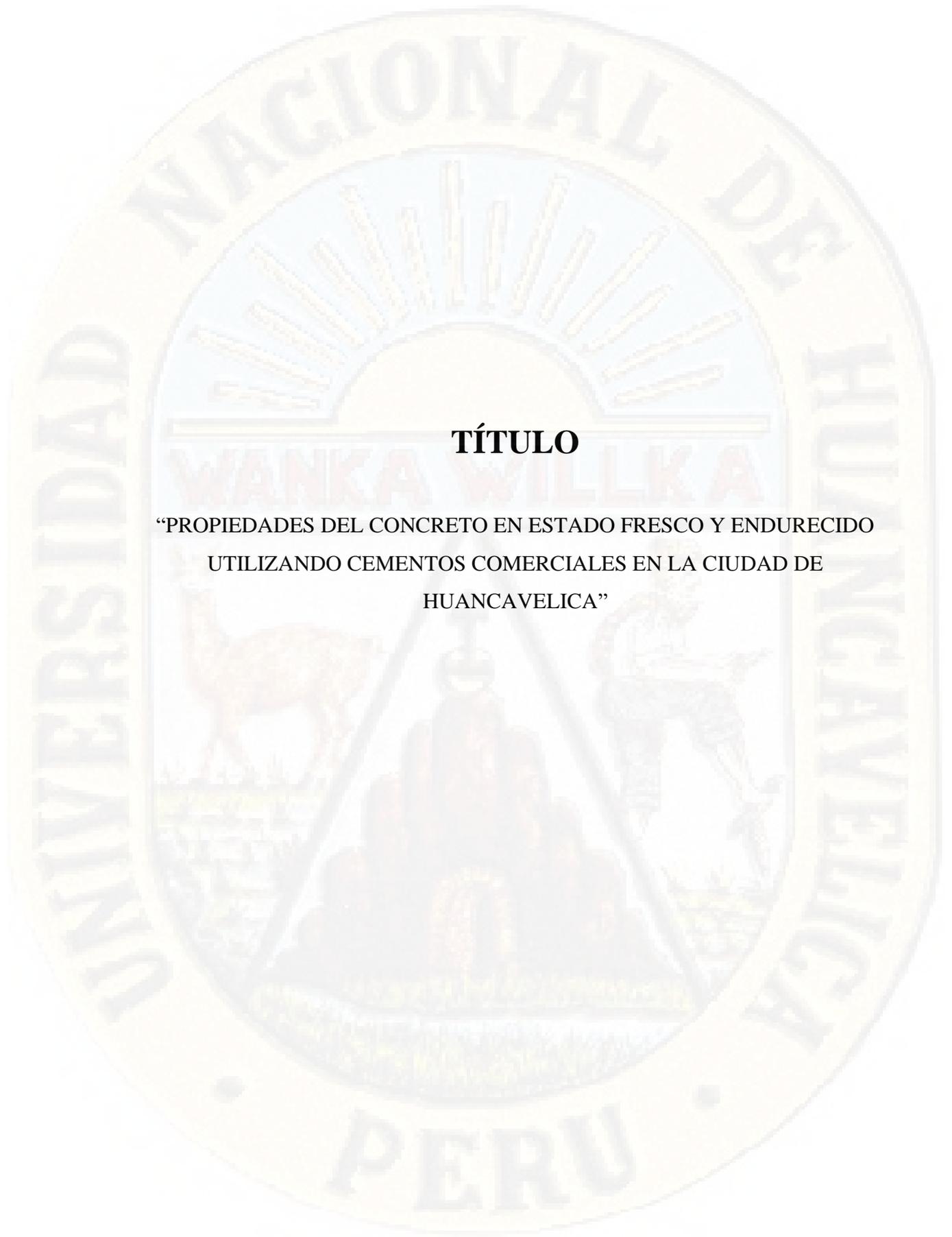
Secretario



Vocal

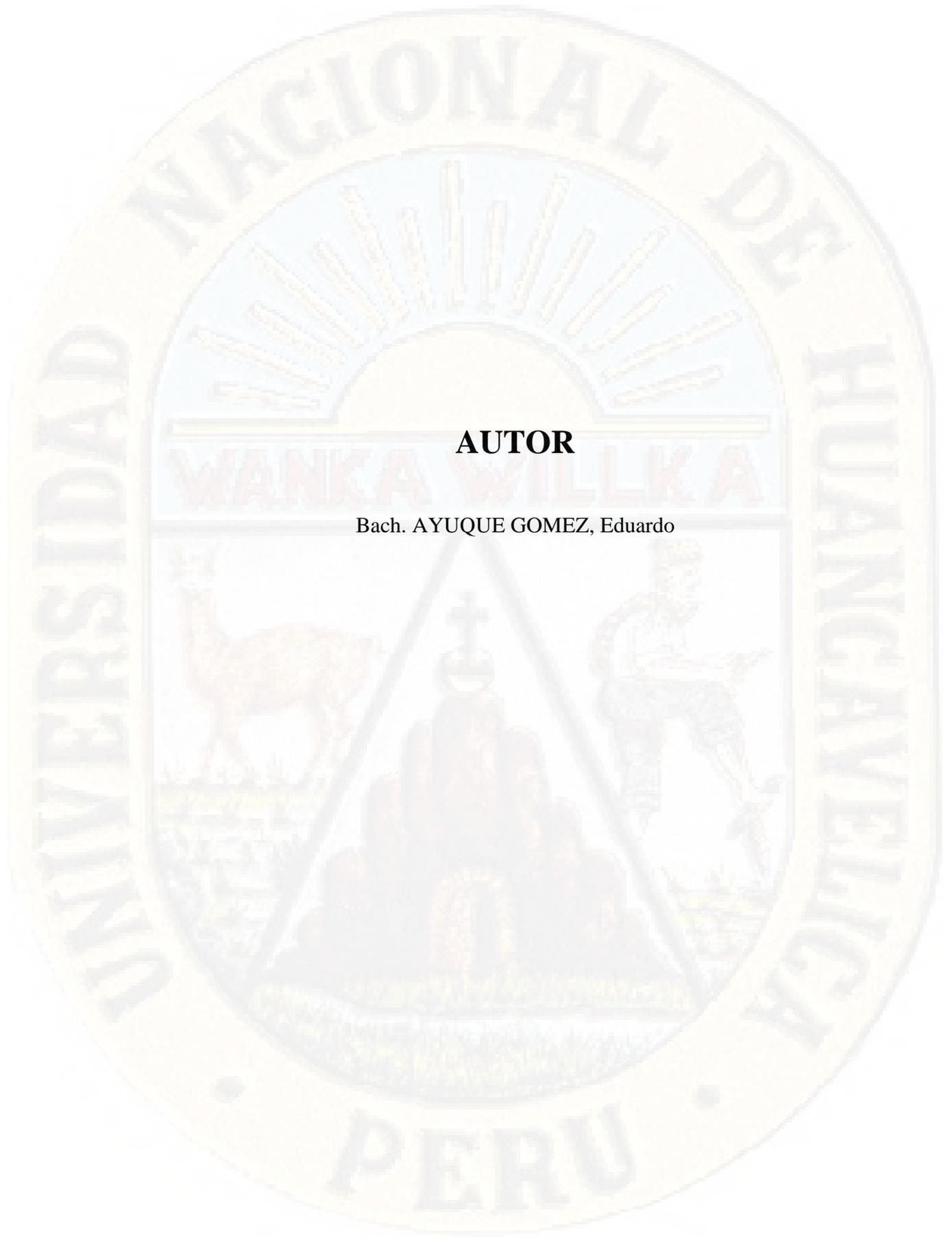


Vº Bº Decano



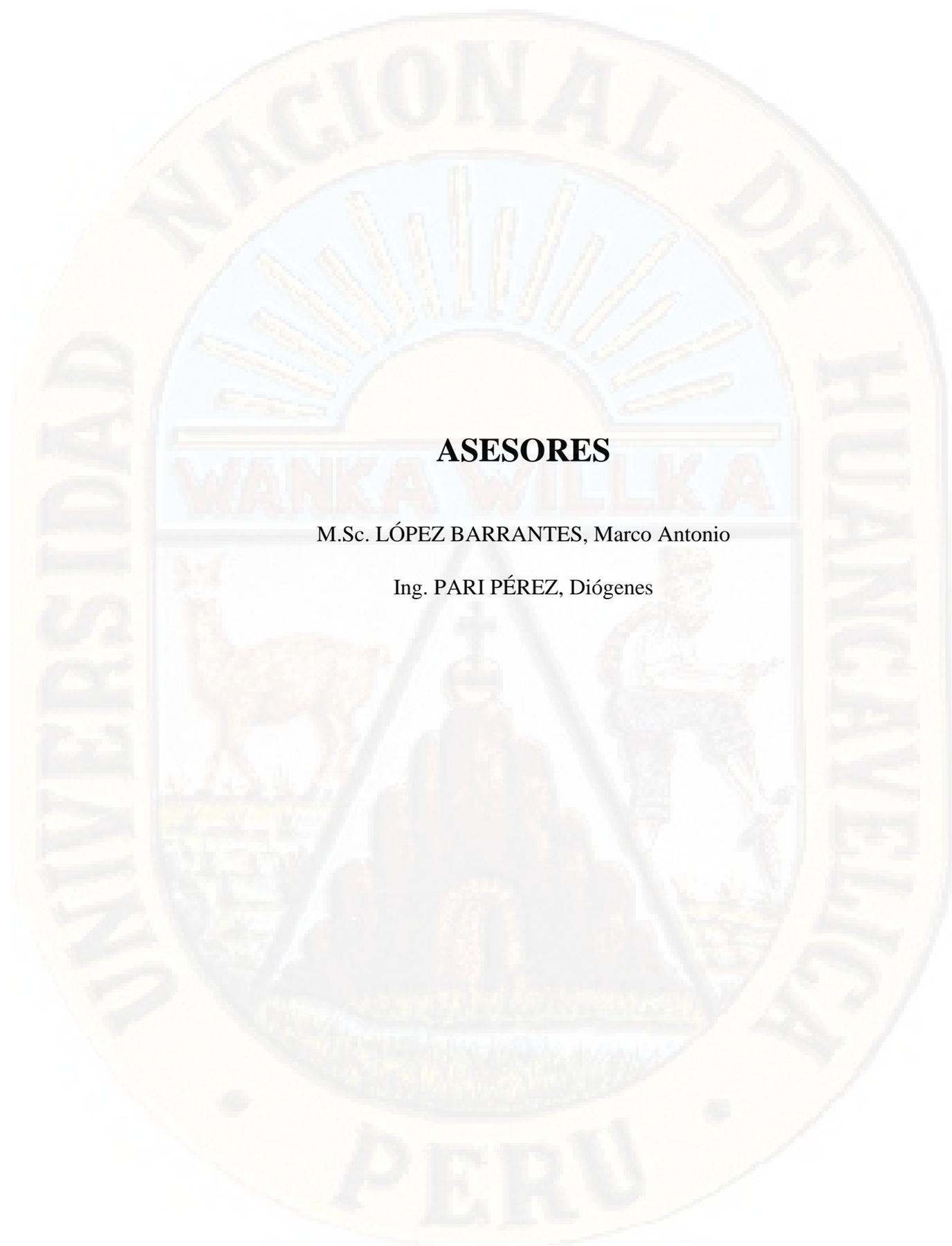
TÍTULO

**“PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO
UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE
HUANCAVELICA”**



AUTOR

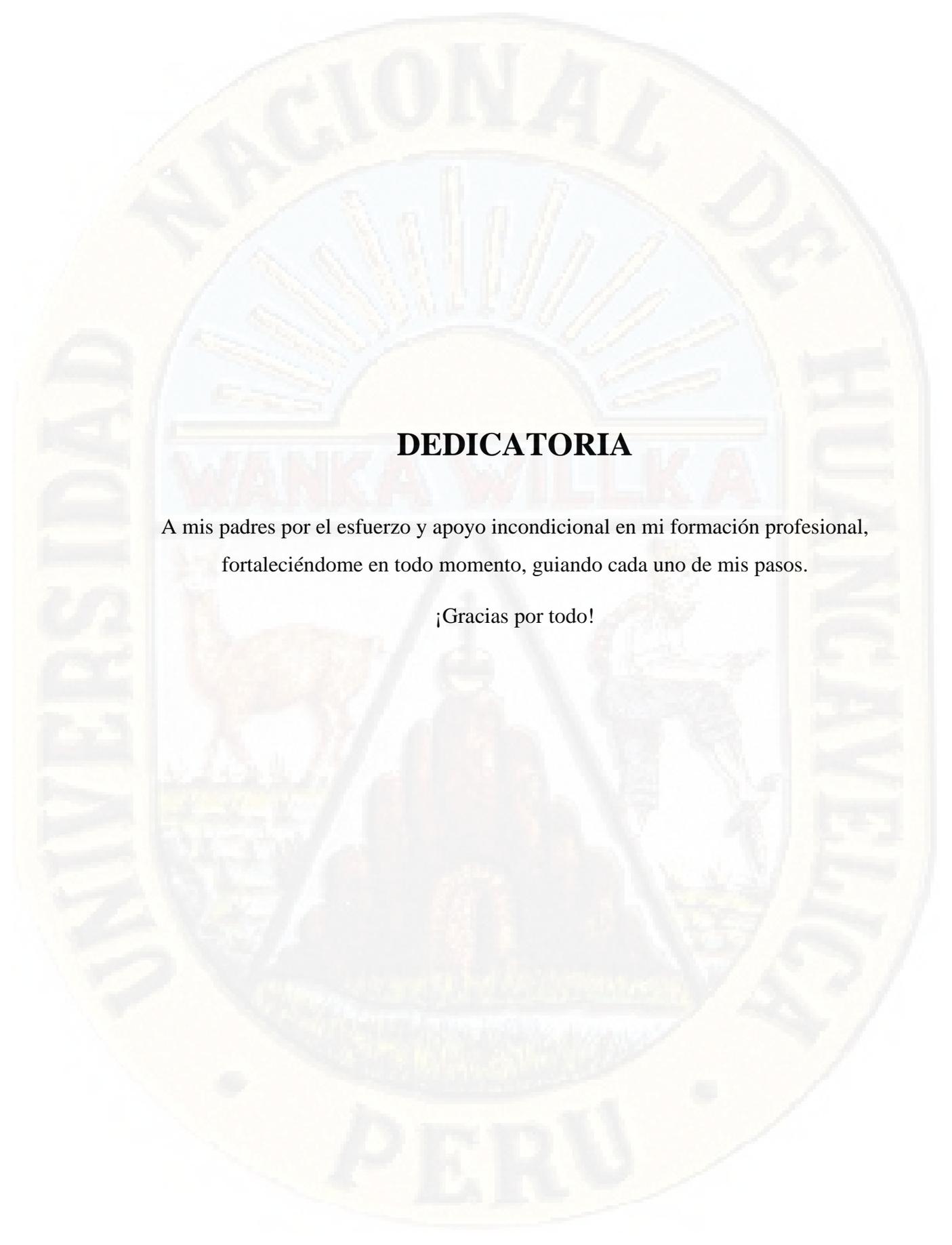
Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo



ASESORES

M.Sc. LÓPEZ BARRANTES, Marco Antonio

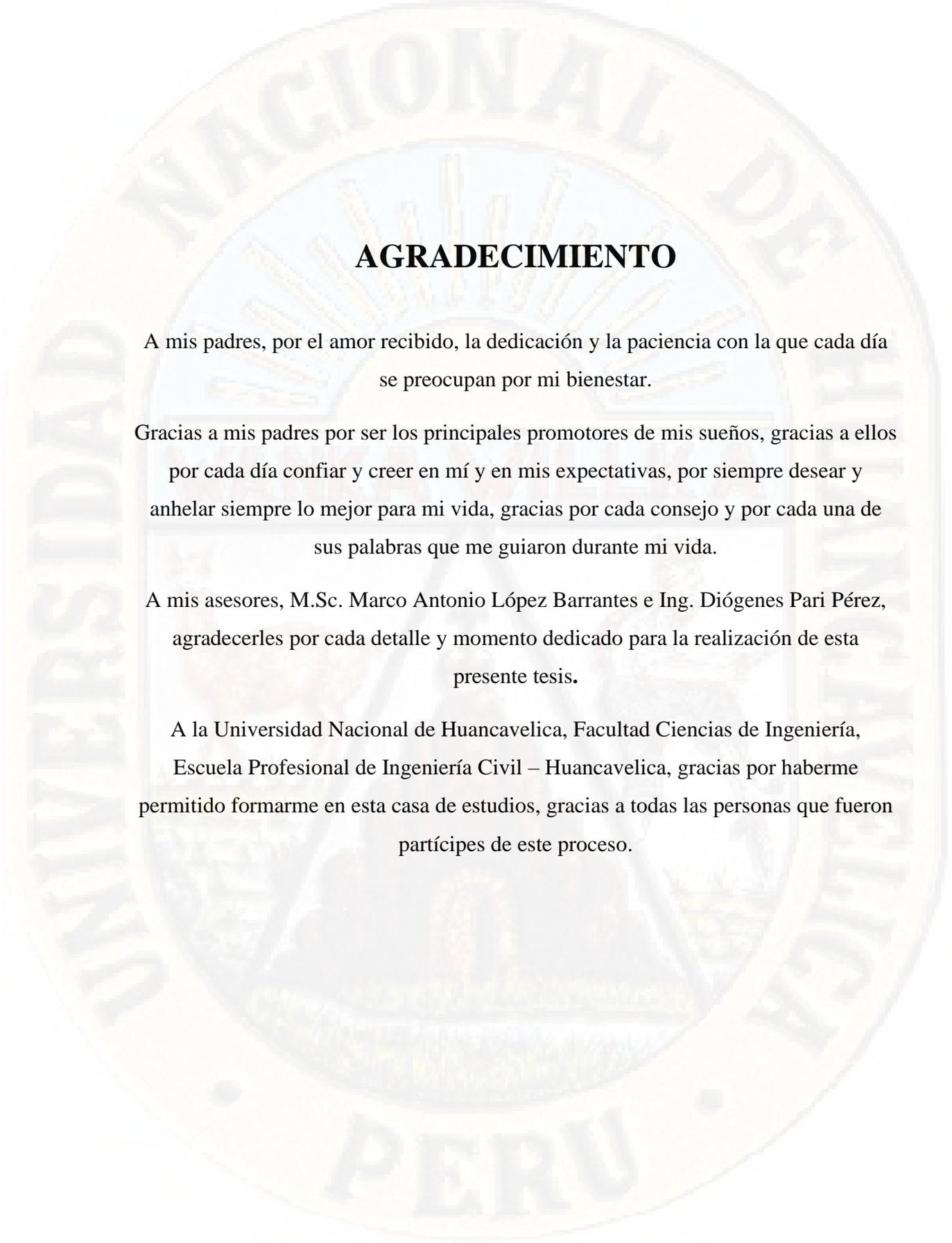
Ing. PARI PÉREZ, Diógenes



DEDICATORIA

A mis padres por el esfuerzo y apoyo incondicional en mi formación profesional,
fortaleciéndome en todo momento, guiando cada uno de mis pasos.

¡Gracias por todo!



AGRADECIMIENTO

A mis padres, por el amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupan por mi bienestar.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

A mis asesores, M.Sc. Marco Antonio López Barrantes e Ing. Diógenes Pari Pérez, agradecerles por cada detalle y momento dedicado para la realización de esta presente tesis.

A la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad Ciencias de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, gracias por haberme permitido formarme en esta casa de estudios, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso.

ÍNDICE

TÍTULO	iii
AUTOR	iv
ASESORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS - ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	xx
1. CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos.	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Limitaciones.	4
2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. A nivel internacional.....	5
2.1.2. A nivel nacional	6
2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	16
2.2.1. Concreto.....	16
2.2.2. Cemento Portland	16
2.2.2.1. Tipos de cemento Portland	17

2.2.2.2. Propiedades del cemento Portland.....	18
2.2.3. Cementos comerciales en Huancavelica.....	19
2.2.3.1. Cemento Andino tipo I	19
2.2.3.2. Cemento Nacional tipo I.....	20
2.2.3.3. Cemento Quisqueya tipo I	21
2.2.3.4. Cemento Inka tipo ICo.....	22
2.2.4. Agregados	24
2.2.4.1. Definición	24
2.2.4.2. Clasificación	24
2.2.4.3. Tamaño máximo	25
2.2.4.4. Módulo de finura	25
2.2.4.5. Granulometría	26
2.2.5. Agua.....	26
2.2.6. Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.....	27
2.2.6.1. Propiedades del concreto en estado fresco	27
2.2.6.2. Propiedades del concreto en estado endurecido	30
2.3. Bases conceptuales	33
2.3.1. Diseño de mezcla	34
2.3.1.1. Método ACI, para el diseño de mezcla.....	34
2.3.1.2. Procedimiento para determinar el diseño de mezcla por el método ACI	34
2.4. Definición de términos	41
2.5. Hipótesis.....	43
2.5.1. Hipótesis general.....	43
2.5.2. Hipótesis específicas	43
2.6. Variables.....	44
2.6.1. Variable dependiente	44
2.6.2. Variables independientes	44
2.7. Operacionalización de variables.....	44
3. CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
3.1. Ámbito temporal y espacial.....	45
3.1.1. Ámbito temporal	45
3.1.2. Ámbito espacial	45

3.2. Tipo de investigación	45
3.3. Nivel de investigación	45
3.3.1. Método de investigación	46
3.3.2. Diseño de investigación	46
3.4. Población, muestra y muestreo.....	46
3.4.1. Población	46
3.4.2. Muestra	46
3.4.1. Muestreo	47
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
3.5.1. Técnicas	47
3.5.2. Instrumentos.....	48
3.6. Técnicas y procesamiento de análisis de datos	48
4. CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	49
4.1. Análisis de información	49
4.1.1. Análisis del diseño de mezcla	49
4.1.1.1. Propiedades de los agregados	49
4.1.2. Análisis de las propiedades del concreto en estado fresco	52
4.1.2.1. Consistencia.....	53
4.1.2.2. Peso unitario	54
4.1.2.3. Exudación	56
4.1.2.4. Contenido de aire.....	58
4.1.3. Análisis de las propiedades del concreto en estado endurecido	60
4.1.3.1. Resistencia a la compresión.....	61
4.1.3.2. Resistencia a la tracción por compresión diametral	76
4.1.3.3. Módulo elástico	78
4.2. Prueba de hipótesis.....	83
4.3. Discusión de resultados	84
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
APÉNDICE	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura</i>	26
Tabla 2. <i>Capacidad de los recipientes de medición</i>	29
Tabla 3. <i>Resistencia promedio requerida</i>	35
Tabla 4. <i>Revenimientos para diferentes tipos de construcción</i>	35
Tabla 5. <i>Requisitos de agua de mezclado y contenido de aire</i>	36
Tabla 6. <i>Relación agua cemento de acuerdo a la resistencia</i>	37
Tabla 7. <i>Relación agua cemento sujeto a exposiciones severas</i>	37
Tabla 8. <i>Volumen de agregado grueso por volumen unitario del concreto</i>	38
Tabla 9. <i>Cálculo del peso volumétrico del concreto fresco</i>	39
Tabla 10. <i>Operacionalización de variables</i>	44
Tabla 11. <i>Muestra de probetas</i>	47
Tabla 12. <i>Granulometría del agregado fino</i>	49
Tabla 13. <i>Granulometría del agregado grueso</i>	50
Tabla 14. <i>Propiedad de los agregados</i>	51
Tabla 15. <i>Diseño de mezcla para un metro cúbico</i>	52
Tabla 16. <i>Diseño de mezcla para una tanda</i>	52
Tabla 17. <i>Consistencia del concreto</i>	53
Tabla 18. <i>Promedio – consistencia del concreto</i>	54
Tabla 19. <i>Peso unitario del concreto</i>	55
Tabla 20. <i>Promedio - peso unitario del concreto</i>	56
Tabla 21. <i>Exudación del concreto</i>	57
Tabla 22. <i>Promedio - exudación del concreto</i>	57
Tabla 23. <i>Contenido de aire del concreto</i>	59
Tabla 24. <i>Promedio - contenido del aire del concreto</i>	59
Tabla 25. <i>Resistencia a la compresión del concreto – cemento Andino tipo I</i>	61
Tabla 26. <i>Promedio - resistencia a la compresión del concreto – cemento Andino tipo I</i>	63
Tabla 27. <i>Resistencia a la compresión del concreto – cemento Quisqueya tipo I</i>	64
Tabla 28. <i>Promedio - resistencia a la compresión del concreto – cemento Quisqueya tipo I</i>	66
Tabla 29. <i>Resistencia a la compresión del concreto – cemento Inka Tipo ICo</i>	67
Tabla 30. <i>Promedio - resistencia a la compresión del concreto – cemento Inka tipo ICo</i>	69
Tabla 31. <i>Resistencia a la compresión del concreto – cemento Nacional tipo I</i>	70
Tabla 32. <i>Resumen - resistencia a la compresión del concreto – cemento Nacional tipo I</i>	72

Tabla 33. Promedio - resistencia a la compresión del concreto – temperatura laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	73
Tabla 34. Promedio - resistencia a la compresión del concreto –temperatura ambiente (14.8°C).	74
Tabla 35. Resistencia a la tracción por compresión diametral.	76
Tabla 36. Módulo elástico del concreto – cemento Andino tipo I.	78
Tabla 37. Módulo elástico del concreto – cemento Quisqueya tipo I.	79
Tabla 38. Módulo elástico del concreto – cemento Inka tipo ICo.	80
Tabla 39. Módulo elástico del concreto – cemento Nacional tipo I.	80
Tabla 40. Resumen de resultados de ensayos.	83

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Cemento Andino tipo I.....	19
<i>Figura 2.</i> Cemento Nacional tipo I.....	20
<i>Figura 3.</i> Cemento Quisqueya tipo I.....	21
<i>Figura 4.</i> Cemento Inka tipo ICo.....	22
<i>Figura 5.</i> Dimensiones en planta del cono a utilizarse.....	28
<i>Figura 6.</i> Dimensiones de perfil del molde a utilizarse.....	28
<i>Figura 7.</i> Curva granulométrica del agregado fino.....	50
<i>Figura 8.</i> Curva granulométrica del agregado grueso.....	51
<i>Figura 9.</i> Consistencia del concreto de diferentes muestras.....	53
<i>Figura 10.</i> Promedio – consistencia del concreto de diferentes cementos.....	54
<i>Figura 11.</i> Peso unitario del concreto de diferentes muestras.....	55
<i>Figura 12.</i> Promedio - peso unitario del concreto de diferentes cementos.....	56
<i>Figura 13.</i> Exudación del concreto de diferentes muestras.....	57
<i>Figura 14.</i> Promedio - exudación del concreto de diferentes cementos.....	58
<i>Figura 15.</i> Contenido de aire del concreto de diferentes muestras.....	59
<i>Figura 16.</i> Promedio – contenido de aire del concreto de diferentes cementos.....	60
<i>Figura 17.</i> Resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	62
<i>Figura 18.</i> Resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I – temperatura ambiente (14.8°C).....	63
<i>Figura 19.</i> Promedio - resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I.....	64
<i>Figura 20.</i> Resistencia a la compresión del concreto del cemento Quisqueya tipo I – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	65
<i>Figura 21.</i> Resistencia a la compresión del concreto del cemento Quisqueya tipo I – temperatura ambiente (14.8°C).....	66
<i>Figura 22.</i> Promedio - resistencia a la compresión del concreto del cemento Quisqueya tipo I.....	67
<i>Figura 23.</i> Resistencia a la compresión del concreto del cemento Inka tipo ICo – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	68
<i>Figura 24.</i> Resistencia a la compresión del concreto del cemento Inka tipo ICo – temperatura ambiente (14.8°C).....	69
<i>Figura 25.</i> Promedio - resistencia a la compresión del concreto del cemento Inka tipo ICo.....	70
<i>Figura 26.</i> Resistencia a la compresión del concreto del cemento Nacional tipo I – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	71
<i>Figura 27.</i> Resistencia a la compresión del concreto del cemento Nacional tipo I – temperatura ambiente (14.8°C).....	72

<i>Figura 28.</i> Promedio - resistencia a la compresión del concreto del cemento Nacional tipo I.	73
<i>Figura 29.</i> Promedio - resistencia a la compresión del concreto – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).	74
<i>Figura 30.</i> Promedio - resistencia a la compresión del concreto – temperatura ambiente (14.8°C).	75
<i>Figura 31.</i> Promedio - resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto.	77
<i>Figura 32.</i> Promedio – módulo elástico del concreto – temperatura laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).	82
<i>Figura 33.</i> Promedio – módulo elástico del concreto – temperatura ambiente (14.8°C).	82

ÍNDICE DE FIGURAS - ANEXOS

<i>Figura A-01.</i> Muestreo, recepción y almacenamiento del agregado fino.	117
<i>Figura A-02.</i> Muestreo, recepción y almacenamiento del agregado grueso.	117
<i>Figura A-03.</i> Ensayos para la determinación de propiedades del agregado fino.	118
<i>Figura A-04.</i> Ensayos para la determinación de propiedades del agregado grueso.	118
<i>Figura A-05.</i> Elaboración de muestras y especímenes de concreto utilizando cemento Andino tipo I.	119
<i>Figura A-06.</i> Elaboración de muestras y especímenes de concreto utilizando cemento Quisqueya tipo I.	119
<i>Figura A-07.</i> Elaboración de muestras y especímenes de concreto utilizando cemento Inka tipo ICo.	120
<i>Figura A-08.</i> Elaboración de muestras y especímenes de concreto utilizando cemento Nacional tipo I.	120
<i>Figura A-09.</i> Asentamiento del concreto utilizando cemento Andino tipo I.	121
<i>Figura A-10.</i> Asentamiento del concreto utilizando cemento Quisqueya tipo I.	121
<i>Figura A-11.</i> Asentamiento del concreto utilizando cemento Inka tipo ICo.	122
<i>Figura A-12.</i> Asentamiento del concreto utilizando cemento Nacional tipo I.	122
<i>Figura A-13.</i> Medición del peso del concreto utilizando cemento Andino tipo I, para determinar el peso unitario del concreto.	123
<i>Figura A-14.</i> Medición del peso del concreto utilizando cemento Quisqueya tipo I, para determinar el peso unitario del concreto.	123
<i>Figura A-15.</i> Medición del peso del concreto utilizando cemento Inka tipo ICo, para determinar el peso unitario del concreto.	124
<i>Figura A-16.</i> Medición del peso del concreto utilizando cemento Nacional tipo I, para determinar el peso unitario del concreto.	124
<i>Figura A-17.</i> Ensayo a la exudación del concreto utilizando cemento Andino tipo I.	125
<i>Figura A-18.</i> Ensayo a la exudación del concreto utilizando cemento Quisqueya tipo I.	125
<i>Figura A-19.</i> Ensayo a la exudación del concreto utilizando cemento Inka tipo ICo.	126
<i>Figura A-20.</i> Ensayo a la exudación del concreto utilizando cemento Nacional tipo I.	126
<i>Figura A-21.</i> Medición de pesos para el ensayo de contenido de aire del concreto (método gravimétrico) utilizando cemento Andino tipo I.	127
<i>Figura A-22.</i> Medición de pesos para el ensayo de contenido de aire del concreto (método gravimétrico) utilizando cemento Quisqueya tipo I.	127
<i>Figura A-23.</i> Medición de pesos para el ensayo de contenido de aire del concreto (método gravimétrico) utilizando cemento Inka tipo ICo.	128

<i>Figura A-24.</i> Medición de pesos para el ensayo de contenido de aire del concreto (método gravimétrico) utilizando cemento Nacional tipo I.	128
<i>Figura A-25.</i> Curado de especímenes de concreto, curado en laboratorio.	129
<i>Figura A-26.</i> Medición de temperatura para el curado de especímenes de concreto, curado en laboratorio.....	129
<i>Figura A-27.</i> Curado de especímenes de concreto, curado a T° ambiente.....	130
<i>Figura A-28.</i> Medición de temperatura para el curado de especímenes de concreto, curado a T° ambiente (14.8°C).	130
<i>Figura A-29.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 01-CCA-3-TL), utilizando cemento Andino tipo I a la edad de 3 días.....	131
<i>Figura A-30.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 04-CCA-3-TA), utilizando cemento Andino tipo I a la edad de 3 días.	131
<i>Figura A-31.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 07-CCA-7-TL), utilizando cemento Andino tipo I a la edad de 7 días.....	132
<i>Figura A-32.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 10-CCA-7-TA), utilizando cemento Andino tipo I a la edad de 7 días.	132
<i>Figura A-33.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 13-CCA-28-TL), del cemento Andino tipo I a la edad de 28 días.....	133
<i>Figura A-34.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 16-CCA-28-TA), del cemento Andino tipo I a la edad de 28 días.	133
<i>Figura A-35.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 02-CCQ-3-TL), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 3 días.....	134
<i>Figura A-36.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 05-CCQ-3-TA), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 3 días.	134
<i>Figura A-37.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 08-CCQ-7-TL), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 7 días.....	135
<i>Figura A-38.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 11-CCQ-7-TA), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 7 días.	135
<i>Figura A-39.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 14-CCQ-28-TL), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 28 días.....	136
<i>Figura A-40.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 17-CCQ-28-TA), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 28 días.	136
<i>Figura A-41.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 03-CCI-3-TL), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 3 días.	137
<i>Figura A-42.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 06-CCI-3-TA), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 3 días.	137
<i>Figura A-43.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 09-CCI-7-TL), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 7 días.	138
<i>Figura A-44.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 12-CCI-7-TA), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 7 días.....	138

<i>Figura A-45.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 15-CCI-28-TL), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 28 días.	139
<i>Figura A-46.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 18-CCI-28-TA), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 28 días.	139
<i>Figura A-47.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 01-CCN-3-TL), del cemento Nacional tipo I a la edad de 3 días.	140
<i>Figura A-48.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 04-CCN-3-TA), del cemento Nacional tipo I a la edad de 3 días.	140
<i>Figura A-49.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 07-CCN-7-TL), del cemento Nacional tipo I a la edad de 7 días.	141
<i>Figura A-50.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 10-CCN-7-TA), del cemento Nacional tipo I a la edad de 7 días.	141
<i>Figura A-51.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 13-CCN-28-TL), del cemento Nacional tipo I a la edad de 28 días.	142
<i>Figura A-52.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 16-CCN-28-TA), del cemento Nacional tipo I a la edad de 28 días.	142
<i>Figura A-53.</i> Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 01-TCA-28-TL), del cemento Andino tipo I.	143
<i>Figura A-54.</i> Se observa el ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 04-TCA-28-TA), del cemento Andino tipo I.	143
<i>Figura A-55.</i> Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 02-TCQ-28-TL), del cemento Quisqueya tipo I.	144
<i>Figura A-56.</i> Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral del concreto (muestra 05-TCQ-28-TA), del Cemento Quisqueya Tipo I.	144
<i>Figura A-57.</i> Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 03-TCI-28-TL), del cemento Inka tipo ICo.	145
<i>Figura A-58.</i> Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 06-TCI-28-TA), del cemento Inka tipo ICo.	145
<i>Figura A-59.</i> Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 03-TCN-28-TL), del cemento Nacional tipo I.	146
<i>Figura A-60.</i> Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 04-TCN-28-TA), del cemento Nacional tipo I.	146

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación titulado “Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica”, se estableció el estudio de cuatro cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I) ya que, en la actualidad, se vienen usando estos cementos en las diferentes obras en la ciudad de Huancavelica. Con el fin de conocer, se investigó estas nuevas marcas de cemento, elaborando un diseño de mezcla de 210 kg/cm² con los agregados de la canteras de Huancavelica (cantera Chuñuranra), y se elaboró el concreto en el medio ambiente de nuestra ciudad en las mismas condiciones, con las mismas proporciones; posteriormente se realizó los ensayos del concreto en estado fresco (consistencia, peso unitario, exudación y contenido de aire) y los ensayos del concreto en estado endurecido (resistencia a la compresión y resistencia a la tracción por compresión diametral), de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) vigentes, finalmente se obtuvieron los resultados. Estos resultados muestran que la resistencia a la compresión utilizando cemento Quisqueya tipo I a la edad de 28 días en un curado a temperatura laboratorio (23°C±2°C) es de 285.9 kg/cm², y a un curado a temperatura ambiente (14.8°C) es de 284.0 kg/cm², que es mayor con respecto a los otros cementos estudiados, cabe señalar que todos los cementos planteados alcanzaron la resistencia promedio del diseño planteado (210 kg/cm²), tanto a un curado en temperatura laboratorio (23°C ± 2°C) y a un curado en temperatura ambiente (14.8 °C).

Palabras Claves: concreto, consistencia, asentamiento, peso unitario, exudación, contenido de aire, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por Compresión diametral, estado fresco, estado endurecido.

ABSTRACT

In this research work entitled “Properties of concrete in a fresh and hardened state using commercial cements in the city of Huancavelica”, the study of four cements (Andean cement type I, Quisqueya type I cement, Inka type ICo cement and cement was established National type I) since, at present, these cements have been used in the different works in the city of Huancavelica. In order to know, these new cement brands were investigated, developing a mix design of 210 kg / cm² with the aggregates of the quarries of Huancavelica (Chuñuranra quarry), and the concrete was elaborated in the environment of our city in the same conditions, with the same proportions; Subsequently, the tests of the concrete in the fresh state (consistency, unit weight, exudation and air content) and the tests of the concrete in the hardened state (compressive strength and tensile strength by diametral compression) were performed, according to the Standards Current Peruvian Techniques (NTP), the results were finally obtained. These results show that the compressive strength using Quisqueya type I cement at the age of 28 days in a laboratory temperature cure (23°C ± 2°C) is 285.9 kg / cm², and at a room temperature cure (14.8°C) it is of 284.0 kg / cm², which is higher compared to the other cements studied, it should be noted that all the cements raised reached the average resistance of the proposed design (210 kg / cm²), both at a laboratory temperature cure (23 °C ± 2 °C) and a cure at room temperature (14.8 °C).

Keywords: concrete, consistency, settlement, unit weight, exudation, air content, compressive strength, tensile strength by diametral compression, fresh state, hardened state.

INTRODUCCIÓN

El incremento en la construcción en nuestro país, región y localidad se viene dando día a día y por ende el uso masivo de los diferentes tipos de cementos también, por eso a mediados del año 2007 entra a nuestro país la empresa Cemex con el cemento Quisqueya y tuvo una acogida proporcional, en el año 2012 se fusionaron cementos Lima y cemento Andino y crean la UNACEM debido a la gran demanda de cementos en la construcción; y también así en el 2012 se presentó al mercado peruano, el cemento Nacional Tipo I (Alta resistencia), del mismo modo en el año 2014 entró en comercialización el cemento Inka, una empresa peruana. En nuestra región se comercializa diferentes cementos como son los mencionados anteriormente.

En nuestro país contamos con una variedad de climas, estos climas influyen directamente en la elaboración del concreto, de climas cálidos a climas fríos. A lo cual es importante el estudio de estos cementos en nuestro ámbito local.

La investigación tiene como objetivo principal determinar el valor de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica, a lo cual hemos determinado los cementos comerciales en Huancavelica, los cuales son: cemento Andino, cemento Nacional, cemento Quisqueya y cemento Inka con estos tipos de cemento elaboraremos un concreto con una dosificación de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema.

En la actualidad en el Perú se viene dando un crecimiento en la construcción del 7,2% reflejado en el mayor consumo interno de cemento en 8,25%, de la misma manera se registró una mayor inversión de obras públicas en 17.58%, en los tres ámbitos: gobierno regional (48.4%), gobierno nacional (20.5%) y gobierno local (4.7%).

El concreto siempre está presente diariamente en nuestras obras y construcciones de nuestra región, en la ciudad de Huancavelica, estos últimos años se viene ya comercializando los diferentes cementos: cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Nacional tipo I, cemento Inka tipo ICo, estos cementos se vienen usando en diferentes tipos de obra de nuestra ciudad y región, y es de extrañeza de que la gran mayoría de la población, cuando un cemento desconocido para su percepción está presente en sus obras, y tienen dudas de su rendimiento y eficacia, que este actuará en las diferentes construcciones. Por eso se planteó esta investigación para determinar el valor de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido de estos cementos en nuestro medio ambiente que están presentes en nuestra ciudad, ya que a lo largo de mucho tiempo solo estábamos relacionados con el cemento Andino. Verificar y comparar que tanto varía los resultados en los ensayos inherentes que se realizarán a las muestras de concreto de los diferentes cementos.

Es necesario investigar estas nuevas marcas de cemento que al combinarlas con los agregados de nuestras canteras y al elaborar el concreto en el medio ambiente de nuestra ciudad, nos dé la seguridad de realizar obras permanentes y seguras, necesitamos tener una información experimental de los cementos que están ingresando en nuestra ciudad de Huancavelica.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el valor de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es el valor de la propiedad de la consistencia del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?
- ✓ ¿Cuál es el valor de la propiedad del peso unitario del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?
- ✓ ¿Cuál es el valor de la propiedad de la exudación del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?
- ✓ ¿Cuál es el valor de la propiedad del contenido de aire del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?
- ✓ ¿Cuál es el valor de la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?
- ✓ ¿Cuál es el valor de la propiedad de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?
- ✓ ¿Cuál es el valor de la propiedad del módulo elástico del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general

Determinar el valor de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar el valor de la propiedad de la consistencia del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Determinar el valor de la propiedad del peso unitario del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Determinar el valor de la propiedad de la exudación del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Determinar el valor de la propiedad del contenido de aire del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Determinar el valor de la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Determinar el valor de la propiedad de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Determinar el valor de la propiedad del módulo elástico del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.

1.4. Justificación

En el campo de la construcción las propiedades del concreto son muy importantes ya que en la colocación de concreto se observa el comportamiento del concreto y hay que, tener en cuenta que si se comportan de diferente manera según el tipo de cemento usado, en tal caso estas propiedades varían de acuerdo

al tipo de cemento, al mismo modo en las propiedades en estado endurecido estas propiedades varían según al tipo de cemento planteado, en nuestra ciudad de Huancavelica solo hemos utilizado por años el cemento Andino y es de conocimiento que estos últimos años entraron en nuestro mercado comercial diferentes marcas de cementos.

Por lo tanto, es necesario la investigación de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido de estos cementos ya que no tenemos conocimientos de cómo pueden reaccionar y comportarse en nuestro medio ambiente de nuestra región. A lo cual hemos realizado los ensayos inherentes a las propiedades en estado fresco y endurecido y obtuvimos datos, lo analizamos y comparamos que tanto se diferencian en sus propiedades del cemento Andino y de los diferentes tipos de cementos estudiados en esta investigación.

1.5. Limitaciones.

No se encontraron limitaciones en la ejecución de la investigación, se adquirieron las Normas Técnicas Peruanas, y se realizaron los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido se realizaron con normalidad en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Botto y Santacruz, (2017), realizaron la investigación “Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanocompuestos de carbono”, trabajo de grado presentado a la Maestría de Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Javeriana Bogotá Colombia, en esta investigación se planteó evaluar la influencia de la adición de nanocompuestos de carbono sobre las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- ✓ la dispersión realizada juega un papel fundamental en las propiedades que pueden transmitir los NCC a la mezcla de concreto. Sin embargo, es necesario evaluar la solución NCC + Agua + SP, en la matriz cementante,
- ✓ debido al carácter hidrófobo de los NCC, estos actúan como agentes expulsores de agua, generando una disminución en la manejabilidad y un aumento en el contenido de vacíos en las mezclas con respecto a la muestra control,
- ✓ en cuanto a los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión, no se mostró una tendencia o influencia significativa de las mezclas adicionadas con respecto a la mezcla control, debido a que los resultados se encuentran dentro del rango de los coeficientes de variación,

- ✓ tanto el módulo de elasticidad estático medido a compresión en cilindros como el módulo de elasticidad dinámico medido a flexión en vigas, aumentó en los mayores porcentajes de adición, por ende, en estos últimos porcentajes el concreto es más rígido,
- ✓ de los ensayos en estado endurecido, los de fatiga presentaron las mayores dispersiones de los datos, especialmente los concretos adicionados con 0.05% y 0.15 %, debido a la heterogeneidad de las matrices cementante como se observó en las micrografías SEM,
- ✓ la curva de adición de 0.10% presenta una menor pendiente que las otras 3 mezclas, por lo que el esfuerzo resistido al millón de ciclos sería mayor, y por ende este porcentaje de adición presenta el mejor comportamiento ante fatiga.

2.1.2. A nivel nacional

Pacheco, (2017), realizó la investigación “Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido”, trabajo de suficiencia profesional para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad José Carlos Mariátegui, en esta investigación se planteó estudiar las propiedades del concreto, adicional a ello se hizo una breve descripción de los materiales con lo que se elaboró el mismo, el desarrollo teórico de las propiedades del concreto y se ejecutó un ejemplo práctico, esto, con la finalidad de evidenciar las propiedades del concreto en sus dos estados.. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- ✓ se estudiaron las propiedades del concreto, de ello se deduce que, la tecnología del concreto ha avanzado; pero aún no lo suficiente, por lo cual, aun no podemos realizar un solo ensayo para predecir su comportamiento o encontrar sus propiedades en estado fresco o endurecido. Por ello, siempre debemos realizar un seguimiento de los parámetros inherentes al concreto en dichos estados,

- ✓ se identificaron las propiedades del concreto tal como consta en la sección 3.1.3.1 Propiedades del concreto en estado fresco y en la sección 3.1.3.2 Propiedades del concreto en estado endurecido, siendo las características más conocidas; la trabajabilidad, la segregación, la exudación, la temperatura, la resistencia a la tracción y la resistencia a compresión,
- ✓ se realizaron los ensayos a) la medición del asentamiento, con resultado de 75 mm, resultado que denota una consistencia plástica, b) Densidad del concreto en estado fresco, con resultado de 2305 kg/m³, dentro del rango de los concretos normales, y c) la resistencia a la compresión, con resultado de $f'c$ 216 kg/cm² a los 29 días, cumple con el diseño ACI del concreto para un $f'c$ 210 kg/cm²,
- ✓ se elaboraron dos tablas que sintetizan los ensayos requeridos para identificar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, tablas que serán una ayuda practica para cualquier entendido en el tema. Estas son, La Tabla 20. Ensayos relacionados al concreto fresco y la Tabla 22. Ensayos relacionados al concreto endurecido, que se encuentran en el Capítulo III: Desarrollo del tema.

Arauco, (2010), realizó la investigación “Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento de la República Dominicana Quisqueya Portland- tipo 1”, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, en esta investigación se planteó estudiar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, realizar los ensayos de un cemento foráneo (cemento de la República Dominicana Quisqueya Portland- tipo 1), mismo que viene siendo utilizado por el sector construcción desde el año 2007, sin tener referentes experimentales de

sus características en este medio. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- ✓ la arena utilizada para esta investigación es una arena combinada proveniente de la cantera La Gloria y Lurín. Su curva granulométrica muestra una línea continua que se encuentra dentro de los límites permitidos por el Huso "C" de la NTP 400.037 por lo que la podemos definir como arena gruesa. Además, el módulo de fineza obtenido (2.63) se encuentra dentro del rango (2.3- 3.1) contemplado en la NTP 400.037,
- ✓ la piedra utilizada para esta investigación es una piedra procesada de la cantera La Gloria. Su curva granulométrica muestra una línea continua que se encuentra dentro de los límites permitidos por el Huso N° 67 de la NTP 400.037. El módulo de fineza obtenido para este agregado fue 6.55 indicando un material grueso sin una superficie específica muy alta. Además, el diámetro nominal máximo obtenido fue de 3/4", por lo que el agregado grueso utilizado en la presente Tesis juega un rol muy importante en cuanto a las características que se obtuvieron en nuestro concreto,
- ✓ la proporción usada para nuestros Diseños de Mezcla fue de 54% de arena y 46% de piedra, siendo obtenida a través del método del mayor peso unitario compactado de los agregados y ratificada por la mayor resistencia del concreto obtenido con las 3 mejores combinaciones del agregado global. Cada método existente para este proporcionamiento tiene sus propias ventajas y deficiencias, a la vez que toman criterios de análisis diferentes; por lo que, tras haber analizado otros métodos conocidos, concluimos en que la proporción elegida para el agregado global es una de las más óptimas, tal como se analiza a continuación:
 - método de curvas empíricas: Se usó las curvas establecidas por las normas DIN 1045 y NTP 400.037. En cuanto a las normas

DIN la curva granulométrica en caja ente los husos B y C por lo que se encuentra en la categoría de "Bien graduado" (ver Anexo A Gráfica N° A.3); por otro lado, de acuerdo a los Husos establecidos por las NTP nuestra curva de agregado global está ligeramente desfasada entre las mallas 3/4" a la 3/8" (ver anexo A gráfica N° A.4), lo que no afectó negativamente a los resultados finales esperados en cuanto a las propiedades del concreto,

- método de curvas teóricas: Este método nos permite una aproximación técnica a la granulometría óptima para llegar a mezclas más densas y trabajables. Tal como se aprecia en el anexo A gráfica N° A.5, nuestro agregado global cumple con las curvas teóricas de Popovics y Fuller,
- método de fineza total: varios investigadores han establecido módulos de fineza óptimos para ciertas condiciones de contenido de cemento, tamaño máximo y tipo de agregados que permiten una aproximación práctica muy buena a los diseños más eficientes (ver anexo A tabla N° A.2) y en base a ello vemos que nuestro módulo de fineza .se encuentra dentro de los límites de lo óptimo.

a/c	Cemento	MF _{óptimo}	MF _{Mezcla}
0.45	591	5.86	5.20
0.50	510	5.71	5.20
0.55	429	5.47	5.20
0.60	383	5.38	5.20

Nota: Se puede reducir el valor óptimo de 0.25 a 1.0 si el agregado es chancado y de forma alargada y con aristas agudas como es nuestro caso,

- ✓ en relación al peso unitario del concreto fresco, existe una tendencia definida decreciente en alrededor del 1% entre los diseños. Es decir,

que a menor contenido de cemento (mayor relación a/c) mayor peso unitario. Esta relación se debe a que el mayor peso específico lo tiene el cemento por ser el material más denso en la mezcla, por lo que a mayor cantidad de cemento mayor peso unitario y viceversa,

- ✓ en cuanto al contenido de aire en la mezcla, existe una tendencia definida decreciente en alrededor del 1.2% entre los diseños. Es decir, que a menor contenido de cemento (mayor relación a/c) mayor cantidad de aire atrapado, aunque debemos tener en cuenta de que las variaciones entre ellas son bastante mínimas. Además, el contenido de aire en todos los casos es menor en .0.3% que el supuesto en el diseño de mezcla (2%), lo cual es un indicador que nos asegura su contribución a una buena resistencia del concreto,
- ✓ el fraguado inicial y final del concreto en cada uno de los diseños obtenidos es 14% más rápido que el concreto preparado con cemento Sol, lo que nos traería grandes ventajas en cuanto al tiempo de desencofrado si ese fuera el requerimiento,
- ✓ las mayores resistencias iniciales en el concreto se dieron con los elaborados con cemento Quisqueya, en especial con la relación a/c= 0.50, siendo el concreto elaborado con cemento Sol I el que más se acerca a sus resultados, aunque con un porcentaje inferior que varía entre el 30% al 70% dependiendo de la relación a/c (ver anexo y cuadros N° C.23 y C.24),
- ✓ el concreto con mayor resistencia a los 28 días para todas las relaciones a/c estudiadas fue el elaborado con cemento Quisqueya. El concreto cuya resistencia le sigue muy de cerca es el elaborado con cemento Sol I, teniendo una menor diferencia de aproximadamente 27% (ver anexo C cuadros N° C.23 y C.24),
- ✓ las resistencias obtenidas por los concretos preparados con cementos nacionales son en todos los casos inferiores al valor teórico dado por el ACI, salvo en la relación 0.60 en la que el

cemento Sol 1 lo supera en 10%, mientras que el concreto elaborado con cemento Quisqueya supera ampliamente este valor teórico en aproximadamente 30% en todos los casos estudiados (ver Capítulo 6 cuadro N° 6.12),

- ✓ los mayores incrementos en la resistencia a la compresión ocurrieron en los 3 primeros días (alrededor del 46%), manteniéndose relativamente alta hasta los 7 y 14 días luego de los cuales este incremento vino disminuyendo progresivamente hasta alcanzar el orden del 7% en promedio (ver capítulo 6 cuadro N° 6.7),
- ✓ de acuerdo a los ensayos realizados tanto para la resistencia a la compresión y tracción indirecta, se deduce que la resistencia a la tracción es aproximadamente el 10% de la resistencia a la compresión para el concreto preparado con cemento Quisqueya, mientras que para el de los concretos con cementos nacionales representa aproximadamente el 8% (ver capítulo 6 cuadro N° 6.7 y anexo E cuadros N° C.23 y C.24),
- ✓ el módulo de elasticidad del concreto preparado con cemento Quisqueya muestra que es un material con buena performance en cuanto a su elasticidad, pues mostró valores aproximadamente 10% mayores que los demás concretos preparados con cementos nacionales. Además, el valor real (en laboratorio) demostró ser aproximadamente 10.5% mayor que el valor teórico asumido como $f_c = 15,000 * f_c^{0.5}$ por el Reglamento Nacional de Edificaciones en casi todos los casos (ver capítulo 6 cuadro N° 6.8 y anexo e cuadros N° C.23 y C.24),
- ✓ de acuerdo a la tesis del sr. Chuquivilca (referencia 5), en la cual se obtuvieron tres relaciones a/c iguales (0.45, 0.55 y 0.60) para el mismo cemento, la presente investigación obtuvo mayores valores

de resistencias a la compresión en todos los diseños, lo que se podría deberse a varios factores, entre los que tenemos:

- agregados: Se sabe que debido a la influencia del agregado se puede obtener hasta un 15% más de resistencia en el concreto, en nuestro caso, al tener un agregado relativamente más pequeño se tienen diseños con un contenido de cemento ligeramente mayor y por lo tanto una mayor resistencia, pues no sólo la relación a/c prevé una mayor resistencia sino también el contenido de cemento en las mismas. Por otro lado, los módulos de fineza de los agregados globales son similares (5.3 vs 5.2), por lo que se esperaría resultados que sigan el mismo equilibrio, además no existe una gran diferencia entre los contenidos de cemento en las mezclas razón por la cual deducimos que este no es el único factor que influye,
- calidad del cemento: De acuerdo a la experiencia de las grandes concreteras en nuestro país, sabemos que la calidad y uniformidad entre el cemento en bolsa y el de a granel difiere en un 20% de mayor calidad en el segundo. A esto se suma que, en el caso del cemento Quisqueya al provenir de República Dominicana, no se tiene información del tiempo que tiene desde su fabricación, traslado y venta, por lo que la dispersión de resultados que se presentan en el concreto entre un lote de cemento y otro es muy variada, ello puede ratificarse en las estadísticas de las plantas de concreto que han estado utilizando el cemento Quisqueya. Este es a nuestro criterio uno de los factores más importantes en cuanto a nuestros resultados,
- ✓ la competencia en el mercado es siempre positiva y ello incluye al mercado cementero en el Perú, pues a raíz de la llegada de Cemex al Perú bajo la denominación de cemento Quisqueya, el mercado

cementero nacional ha buscado mejorar el producto y servicio que ofrecen. Según estadísticas de resistencias obtenidas en el tiempo por los concretos elaborados con cementos Nacionales (datos de concreterap) en comparación con los resultados obtenidos con cemento Quisqueya, en sus inicios se veía que este último tenía mejor resultados en cuanto a características específicas de fraguado, resistencia y trabajabilidad, pero posiblemente a consecuencia de ello se ve que las características del cemento peruano en el tiempo ha mejorado su producto y ahora compite con similar o mejor calidad que el mismo cemento Quisqueya,

- ✓ existen muchos cambios en cuanto al cemento en el mercado peruano, posiblemente tras el ingreso de una nueva opción en el mercado, tal es el caso del mejor envasado del producto que ahora es con tres pliegos, inclusión de la fecha de producción y vencimiento en el empaque, programas de ofertas y servicios adicionales para los que consumen sus productos, etc. En toda esta pugna por la preponderancia en el mercado los únicos ganadores somos los consumidores, reglas claras de la economía moderna que son saludables en todos los sectores económicos.

Tesillo, (2004), realizó la investigación “Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento Portland tipo 1 y utilizando un aditivo plastificante”, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, en esta investigación se planteó investigar mediante ensayos en laboratorio los efectos en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido al preparar concreto con cemento Portland tipo 1 adicionando un aditivo plastificante y reductor de agua. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- ✓ al preparar concreto con aditivo Plastiment HE 98, se llega a reducir la cantidad de agua requerida, manteniendo la trabajabilidad de la mezcla. Así en promedio se llega a reducciones de agua en 8%,
- ✓ en el concreto con adición del aditivo utilizado, se mejora la trabajabilidad de la mezcla, donde se incrementa el índice de fluidez en un 18%, esto al preparar en la relación $a/c=0.60$ adicionando 0.3% de aditivo. En promedio se logra incrementar hasta en un 11%,
- ✓ en el concreto con aditivo Plastiment HE, no se llega a producir incrementos significativos en la exudación, donde se llega solo a segregar el agua en 0.18% esto al adicionar 0.7% de aditivo en $a/c=0.60$. En los demás diseños prácticamente la segregación es nula. En el concreto con aditivo, no se obtiene variaciones significativas en el peso unitario. Donde por mencionar se obtiene respecto al concreto patrón (100%) valores porcentuales de 99% y 101%,
- ✓ en el concreto con el aditivo utilizado, se logra retardar el tiempo de fraguado tanto para el fraguado inicial como final. Así para el tiempo de fraguado inicial, con adición en 0.3% se logra un incremento promedio de 13%; al preparar con 0.5% y 0.7% de aditivo se logra incrementar hasta 12% y 11% respectivamente. Para el tiempo de fraguado final, con adición de 0.3% se logra incrementar en promedio hasta 14%; con adición de aditivo en 0.5% y 0.7% obtenemos incrementos de 10% y 14%. Al preparar concreto en toda dosificación de aditivo utilizado, se logra aumentar la resistencia a los 7 días. Donde preparando con 0.3% de aditivo obtenemos incremento en promedio 9%, con 0.5% y 0.7% se obtiene 12% y 11%. Preparando en la relación $a/c=0.60$ en toda dosificación de aditivo, obtenemos los mayores incrementos llegándose en promedio a un 17%,

- ✓ en el concreto con aditivo se logra aumentar las resistencias a la compresión a los 28 días. Así preparando con 0.3% de aditivo obtenemos incremento en promedio 14%, con 0.5% y 0.7% de aditivo se logra 11% y 09%,
- ✓ de acuerdo a las normas ASTM C-494 este aditivo catalogado por su fabricante de tipo A cumple con estas normas ya que ofrece resistencia a la compresión más que el mínimo que es del 10%,
- ✓ haciendo comparación en la variación del precio por cada kg/cm² de resistencia, concluimos que utilizando concreto con aditivo en dosificación de 0.3% se logra el mayor beneficio costo. En conclusión, al preparar concreto con aditivo, el precio del concreto se incrementa en promedio en 2.66%,
- ✓ en el concreto con aditivo, se llega a aumentar la resistencia a la tracción. Donde al adicionar 0.3% de aditivo se llega a incrementar en promedio en 7.0%; con 0.5% y 0.7% se logra incrementos de 12% y 5%. Obtenemos el mayor incremento de 14% al preparar con 0.5% de aditivo en $a/c=0.65$,
- ✓ en el concreto al adicionarle el aditivo, el módulo elástico estático tiene comportamientos variables. Donde al adicionar el aditivo, se logra los mayores incrementos porcentuales utilizando:
 - 0.3% de aditivo para $a/c=0.60$, llegando a 7%.
 - 0.7% de aditivo para $a/c=0.65$, llegando a 8%.
- ✓ Concluimos del análisis comparativo que los incrementos porcentuales obtenidos en las propiedades del concreto comparados a grosso modo con otros trabajos (preparando con Plastiment BV 40, Entramplast, Muroxcrete PR y el Sikament), llegamos a la conclusión que los incrementos oscilan el promedio con los obtenidos con estos trabajos de investigación.

2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación.

2.2.1. Concreto

Según Polanco (s.f., p1), el concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

A decir de Abanto (2009, p15), el concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.

Concreto = cemento portland + agregados + aire + agua.

De igual modo nos dice que el cemento y el agua reaccionan 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.

El concreto es la mezcla de cemento, agregados y agua, el porcentaje de estas cantidades dependerá de una dosificación adecuada para llegar a la resistencia óptima la cual se desea alcanzar

2.2.2. Cemento Portland

Es el producto que se logra adquirir de la pulverización del clinker con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. Que al añadir agua obtiene una forma de pasta maleable y al secarse forma una pasta endurecida.

2.2.2.1. Tipos de cemento Portland

De acuerdo a la NTP 334.009, (2005, p5), se muestra los siguientes tipos para el cemento Portland:

Tipo I: para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.

Tipo II: para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

Tipo III: para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.

Tipo IV: para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.

Tipo V: para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

De acuerdo a la NTP 334.090, (2001, p4), se muestra los siguientes tipos de cemento Portland adicionados:

Tipo IP: cemento Portland puzolánico, para usos en construcciones generales de concreto.

Tipo I (PM): cemento Portland puzolánico modificado, para usos en construcciones generales de concreto

Tipo IS: cemento Portland de escoria, para usos en construcciones generales de concreto.

Tipo I (SM): cemento Portland de escoria modificado, para usos en construcciones generales de concreto

Tipo P: cemento Portland puzolánico, para ser utilizado en construcciones generales de concreto, cuando no se requieran altos valores de resistencia a la compresión.

Tipo ICo: cemento Portland compuesto tipo ICo, para ser utilizado en obras generales de construcción.

2.2.2.2. Propiedades del cemento Portland

Densidad

Es una relación entre el peso y el volumen del cemento dependiendo básicamente de la cantidad y densidad del material puzolánico que se adicione. La densidad de un cemento no muestra la calidad del mismo; su uso principal radica en dosificación y control de mezclas obtenidas.

Finura

Esta propiedad del cemento es importante, ya que a mayor finura del cemento este podrá hidratarse mejor y ser más resistente, por lo que cuando más pequeño sean las partículas del cemento podrá el agua hidratarlo más, ya que la superficie total en contacto con el agua es mucho más amplia.

Consistencia normal

Es la relación exacta o aproximada de agua y cemento que se debe emplear para formar una pasta ideal. Es el porcentaje de agua por una cierta cantidad de cemento, para que la hidratación sea la más precisa posible de dicha pasta, ya depende del tipo de cemento a usar y sus respectivas propiedades tanto físicas como químicas, esta proporción varía de un 23% a 33% de agua del total de la pasta producida.

Fraguado

Es la condición alcanzada por la pasta del cemento cuando ha perdido plasticidad a un nivel parcial. Se determina observando la penetración de una aguja de Gillmore, consiste en someter una pasta de estabilidad normal a la penetración de unas agujas en la pasta de cemento

Falso fraguado

Es la rigidez adelantada o inusual a los inicios de haberse sido añadido agua al cemento y ser debidamente mezclados. El falso fraguado se

evidencia por la pérdida de plasticidad, sin generar mucho calor poco después de haberse realizado la mezcla.

Estabilidad volumétrica

Es la estabilidad de volumen de la pasta que se forma al ser añadido agua al cemento, que no sufra cambios perjudiciales, puesto que no se debe producir una expansión estimable, esta expansión debe ser controlada. Esta inestabilidad depende de una hidratación lenta o de las proporciones de los componentes del cemento.

Calor de hidratación

Es el calor generado cuando el cemento reacciona con el agua, la cantidad de calor depende de la composición química del cemento, es realmente necesario darse cuenta sobre la velocidad del cambio de calor que el calor total de la hidratación en sí, ya que un cambio brusco de calor puede producir agrietamientos.

2.2.3. Cementos comerciales en Huancavelica

2.2.3.1. Cemento Andino tipo I

Es un Cemento Portland tipo I, obtenido de la molienda de Clinker tipo I y yeso.



Figura 1. Cemento Andino tipo I

Formato de Distribución:

bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).

Usos:

- estructuras sólidas de acabados perfectos,
- construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

Composición Química:

MgO	:	1.93%,
SO ₃	:	2.68%,
pérdida al fuego	:	1.49%,
residuo insoluble	:	0.69%.

2.2.3.2. Cemento Nacional tipo I

Es un cemento Pórtland tipo I súper fuerte y altamente resistente, diseñado para todo tipo de estructuras y construcciones en general.



Figura 2. Cemento Nacional tipo I

Formato de Distribución:

bolsas de 42.5 Kg.

Usos:

- obras de construcción en general cuando no se especifique un tipo de cemento especial,

- preparación de hormigones o concreto de elementos estructurales,
- morteros para asentar ladrillos, tarrajear y otros materiales densos o normales,
- elaboración de materiales prefabricados y ladrillo de alta resistencia.

Beneficios:

- alta resistencia,
- rápido desencofrado,
- mayor rendimiento,
- excelente acabado.

2.2.3.3. Cemento Quisqueya tipo I

El cemento Quisqueya es un cemento Portland tipo I, dirigido a procesos y proyectos que requieran una mayor resistencia a edades tempranas.

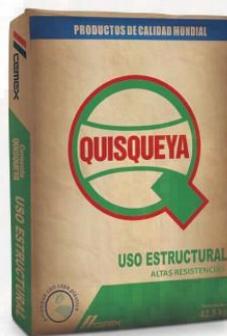


Figura 3. Cemento Quisqueya tipo I

Formato de distribución:

bolsas de 42.5 kg, bolsa de cuatro capas, tres de papel y una de plástico, lo que garantiza un mayor tiempo de almacenamiento.

Propiedades físicas:

este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas 3 y 7 días, esta propiedad se obtiene en el proceso de molienda al reducir el tamaño de la partícula de cemento, lo que proporciona características tales como:

- mayores resistencias a edades tempranas,
- mayor finura,
- color estable.

Especificaciones técnicas:

cumple con los requisitos para las propiedades físicas y químicas del cemento de acuerdo a la norma peruana NTP 334.009 y a la norma americana ASTM C – 150.

2.2.3.4. Cemento Inka tipo ICo

En el año 2007, después de más de 22 años que no se instalaban empresas cementeras en el mercado peruano. Caliza cemento Inka S.A. ingresa en el mercado inaugurando una nueva planta con tecnología de punta y un riguroso sistema de calidad en cada una de las etapas productivas. Su producto es cemento Pórtland tipo ICo ecológico.



Figura 4. Cemento Inka tipo ICo

Uso general

Brinda ventajas y propiedades únicas para su utilización en obras de concreto estructural, edificios, industria, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas y cualquier uso o elemento de concreto. Es compatible con agregados convencionales y aditivos que dosificados apropiadamente proporciona a la mezcla fresca la trabajabilidad, fluidez y plasticidad que la obra requiere.

Características

El cemento Inka ultra resistente posee moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, además de baja reactividad con agregados álcali-reactivos, cumpliendo las normas técnicas NTP 334.090 y la ASTM C-595 satisfaciendo cualquier necesidad de la construcción. Su adición de microfiliere calizo, complementado con una molienda extrafina, mejoran las propiedades físicas del cemento, obteniendo una mezcla con menos porosidades, más compacta y una masa más adherible. Es un cemento que se acondiciona a todos los climas del Perú.

Propiedades

- **Altas resistencias en el tiempo:** la molienda extrafina y una excelente distribución granulométrica de las partículas generan altas resistencias iniciales y a largo plazo.
- **Moderado calor de hidratación:** ideal para obras masivas de concreto, evitando fisuras de origen térmico, principalmente en estructuras de gran volumen.
- **Moderada resistencia a los sulfatos:** su bajo contenido de álcalis y de C3A lo hacen ideal para su uso en ambientes agresivos.

- **Mayor trabajabilidad e impermeabilidad:** su plasticidad y la molienda extrafina generan mejor acabado y disminuyen el ingreso de agentes externos al interior del concreto

2.2.4. Agregados

2.2.4.1. Definición

Los agregados son aquellos materiales de forma granular, ya sea de procedencia natural o artificial también llamados áridos, que mezclados con el cemento Portland más la presencia de agua forman una pasta llamada concreto o mortero.

Según Porrero, Ramos, Grases y Velazco (2014, p61), los agregados, también denominados áridos o inertes, son fragmentos o granos, usualmente pétreos, cuyas finalidades específicas son abaratar la mezcla y dotarla de ciertas características favorables, entre las cuales se destaca la disminución de la retracción de fraguado o retracción plástica.

Los agregados constituyen la mayor parte de la masa del concreto, ya que alcanzan a representar entre el 70% y el 85% de su peso, razón por la cual las propiedades de los inertes resultan tan importantes para la calidad final de la mezcla.

Las características de los agregados empleados deberán ser aquellas que beneficien el desarrollo de ciertas propiedades en el concreto, entre las cuales destacan: la trabajabilidad, las exigencias del contenido de cemento, la adherencia con la pasta y el desarrollo de resistencias mecánicas.

2.2.4.2. Clasificación

Hay muchas maneras de clasificar los agregados, en esta presente investigación clasificaremos según la que se cree la más importante.

A. Según su procedencia

Naturales

Son aquellos formados a través del tiempo por un proceso geológico con intervención de la naturaleza. La extracción o preparación de estos tipos de agregados está dispuesto en la NTP 400.010 y ASTM D-75

Artificiales

Los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales, o de la transformación de los agregados naturales tales como: piedra chancada que proviene de la trituración de rocas, clinker, limaduras de hierro y otros, por lo general estos son de mayor o menor densidad que los agregados normales.

2.2.4.3. Tamaño máximo

Está definido como la menor abertura del tamiz que permite el paso de la totalidad del agregado. De manera práctica representa el tamaño de la partícula más grande que tiene el material.

Según Porrero, et al. (2014, p67-p68), se denomina tamaño máximo de un agregado al tamaño de sus partículas más gruesas, medido como abertura del cedazo de menor tamaño que deje pasar el 95% o más del material. Desde el punto de vista técnico, su relación con las características de la mezcla es decisiva para la calidad y economía de esta.

2.2.4.4. Módulo de finura

El módulo de finura es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material. Está definido como la centésima parte del número que se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados en la siguiente serie de tamices: 149 μ m(No.100), 297 μ m(No.50),

595 μ m(No.30), 1,19mm(No.16), 2,38mm(No.8), 4,76mm(No.4), 9,51mm(3/8"), 19mm(3/4"), 38,1mm(1½") y los tamices siguientes cuya abertura está en relación de 1 a 2, según Rivera (s.f., p60).

El módulo de finura se puede hallar de cualquier material, sin embargo, se recomienda determinar el módulo de finura al agregado fino y según su valor, este agregado se puede clasificar tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1. *Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura.*

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

Fuente: concreto simple, de Rivera L. Gerardo A.

2.2.4.5. Granulometría

Se entiende por granulometría la composición del material en cuanto a la distribución del tamaño de los granos que lo integran. Esta característica decide, de manera muy importante, la calidad del material para su uso como componente del concreto, según Porrero, et al. (2014, p63).

Para el ensayo granulométrico de los agregados se utilizará la NTP 400.012.

2.2.5. Agua

En la mezcla del concreto el agua es por el cual el cemento experimenta reacciones y junto con el agregado para que pase a la etapa de fraguar y endurecer para así llegar a la resistencia óptima requerida.

En la NTP 339.088 se refiere acerca de los requerimientos de calidad del agua a ser empleada en el mezclado del concreto, deben ser de estricto cumplimiento ya sea en casos en los cuales se considere la utilización de aguas recicladas, hielo, aguas combinadas se deberán extremar las precauciones de control para evitar variaciones de resistencia, tiempo de fraguado, o respuesta ante los aditivos químicos.

2.2.6. Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido

2.2.6.1. Propiedades del concreto en estado fresco

Se llama concreto en estado fresco cuando la pasta preparada todavía está blanda, en donde permanece en estado plástico, este estado dura hasta el punto que empieza a fraguar el concreto.

Son muchas las propiedades del concreto en estado fresco a lo cual detallamos las siguientes:

- consistencia,
- peso unitario,
- exudación,
- contenido de aire.

Consistencia - NTP 339.035:2015

Es el grado de humedecimiento de la mezcla del concreto, la cual depende principalmente del agua usada.

El ensayo para determinar la consistencia de un concreto se le denomina ensayo de asiento o Slump Test, la cual consiste en colocar una muestra de concreto en estado fresco sobre un molde de forma troncocónica con las siguientes medidas.

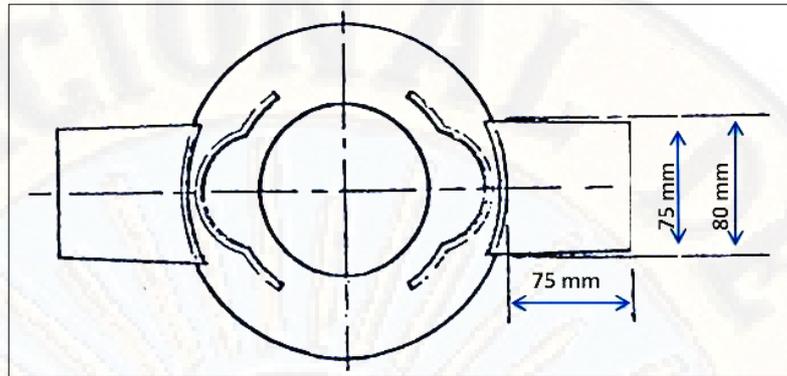


Figura 5. Dimensiones en planta del cono a utilizarse.

Fuente: NTP 339.035:2015.

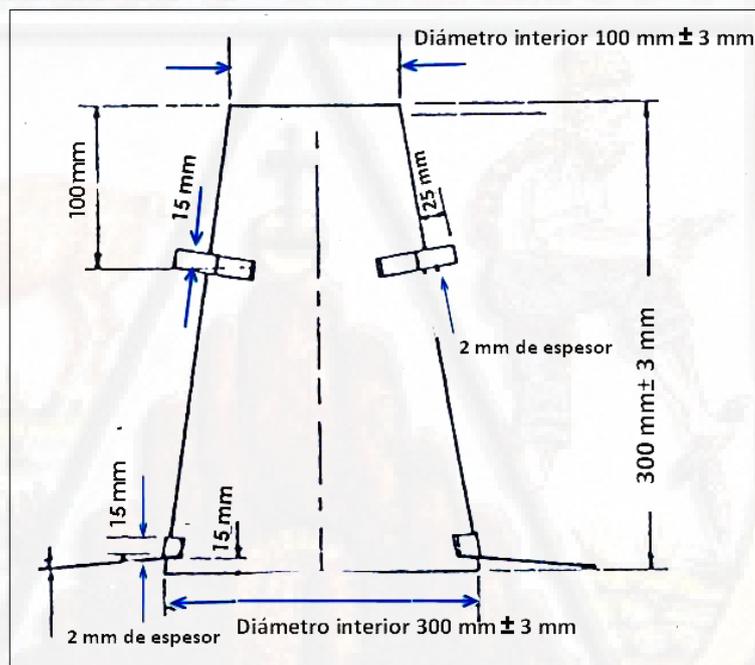


Figura 6. Dimensiones de perfil del molde a utilizarse.

Fuente: NTP 339.035:2015.

De acuerdo a la NTP 339.035, (2015, p5), se muestra el procedimiento a seguir del método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Al igual modo las muestras de concreto con cada tipo de cemento Portland que se utilizará en la presente tesis, se aplicará de acuerdo con lo indicado según la NTP 339.183, dado que esta norma se aplica para la preparación de materiales, mezclado del hormigón (concreto), elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) bajo condiciones de laboratorio.

Peso unitario - NTP 339.046:2008 (revisada el 2018)

Es la relación que existe entre el peso total del concreto en un determinado volumen.

La capacidad para los recipientes de medición será de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 2. *Capacidad de los recipientes de medición.*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.		Capacidad del recipiente de medición ^A .	
pulg.	mm	pie ³	L
1	25.0	0.2	6
1 ½	37.5	0.4	11
2	50	0.5	14
3	75	1	28
4 ½	112	2.5	70
6	150	3.5	100

^A Tamaños indicados de recipientes de medición que se usarán para ensayar hormigón que contiene agregados de tamaño máximo nominal igual o más pequeño que los listados. El volumen real del recipiente será por lo menos 95 % del volumen nominal listado.

Fuente: NTP 339.046:2008 (revisada el 2018).

De acuerdo a la NTP 339.046:2008 (revisada el 2018), (2018, p5), se muestra el procedimiento a seguir del método de ensayo para la medición del peso unitario del concreto de cemento Portland.

Exudación - NTP 339.077:2013 (revisada el 2018)

Es una forma de segregación o sedimentación, en donde una parte del agua del concreto ya mezclado tiende a elevarse a la superficie formando una pequeña capa delgada encima del concreto. Esto se debe a que los áridos utilizados y mezclados no pueden retener toda el agua cuando se afirman durante el transcurso de fraguado.

De acuerdo a la NTP 339.077:2013 (revisada el 2018), (2018, p4), se muestra el procedimiento a seguir del método de ensayo para la medición de la exudación del concreto de cemento Portland.

Contenido de aire - NTP 339.046:2008 (revisada el 2018)

Este ensayo, se realizará para determinar la cantidad de vacíos que tiene el concreto internamente. Esta característica es especialmente importante en los climas de bajas temperaturas como en donde se hará la investigación, puesto que se desarrollan grandes presiones cuando se forman los cristales de hielo en los poros del concreto. Sin el contenido de aire adecuado en la mezcla, el concreto que está expuesto a ciclos de congelación y se escamará o astillará, dando como resultado una falla en su durabilidad.

De acuerdo a la NTP 339.046:2008 (revisada el 2018), (2018, p8), se muestra el procedimiento para el cálculo de la cantidad de vacíos por el método gravimétrico para la medición del contenido de aire del concreto de cemento Portland.

2.2.6.2. Propiedades del concreto en estado endurecido

Se llama concreto en estado endurecido cuando la pasta preparada pasa del estado plástico al de endurecimiento, en donde empieza a ganar dureza y resistencia, en este estado la resistencia del concreto se hace cada vez mayor con el pasar de los días.

Son muchas las propiedades del concreto en estado endurecido a lo cual detallamos las siguientes para el estudio en la presente tesis:

- resistencia a la compresión,
- resistencia a la tracción por compresión diametral,
- módulo elástico.

Resistencia a la compresión - NTP 339.034:2015

La resistencia a la compresión del concreto se determina en un laboratorio, se plantearán muestras de concreto, las cuales se moldean y estas serán las probetas que se pondrán a probar bajo la acción de cargas de compresión para determinar la resistencia del concreto.

En palabras sencillas, la resistencia a la compresión se calculará dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo de falla con el área de aplicación de la carga. La resistencia del concreto se controla mediante la dosificación de cemento, agregados gruesos y finos y agua. La relación del agua con el cemento es el principal factor para determinar la resistencia del concreto. Cuanto menor es la relación agua-cemento, mayor es la resistencia a la compresión del concreto. Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra.

De acuerdo a la NTP 339.034:2015, (2015, p12), se detalla el procedimiento a seguir del método de ensayo para la resistencia a la compresión del concreto de cemento Portland.

Resistencia a la tracción por compresión diametral - NTP 339.084:2012(revisada el 2017)

Este ensayo consiste en someter a compresión diametral una probeta cilíndrica, aplicando una carga de manera uniforme a lo largo de dos líneas o generatrices opuestas hasta alcanzar una rotura. La probeta es cargada a compresión según un plano diametral vertical de la misma. Para poder cargar la probeta a compresión en un plano diametral

vertical, se requiere un dispositivo de sujeción de la probeta a través del cual se materialice dicho plano de carga. Como parte de este dispositivo, y en contacto directo con dos generatrices diametralmente opuestas de la probeta, existen dos elementos encargados de evitar la rotura local de la probeta durante el ensayo.

Se utilizan unas placas de apoyo curvo, con radio de curvatura igual al radio nominal de la probeta, de 12,7 o 25,4 mm de ancho, para que la distribución de tensiones no se altere significativamente y para que los cálculos del módulo de elasticidad y la relación de Poisson se faciliten manteniendo constante el ancho de carga, en lugar de un ancho de carga variable durante el ensayo, que ocurriría con una placa de carga plana. Por la norma la velocidad de desplazamiento del sistema durante la carga será uniforme e igual a 50,8 mm/min, igual a la empleada por la prensa en el ensayo Marshall. Como la respuesta del material es altamente dependiente de la temperatura, la temperatura será una variable más para el ensayo.

El ensayo de tracción indirecta tiene validez para materiales de comportamiento fundamentalmente elástico y lineal. Se indica el uso de una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, pero permite el uso de otras temperaturas para analizar la susceptibilidad térmica de la mezcla en estudio y sugiere que no se utilicen temperaturas superiores al punto de reblandecimiento del ligante por ser predominante el carácter viscoso de las mezclas.

Para el cálculo de este ensayo, se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$CD = (2 \cdot P) / (\pi \cdot D \cdot L)$$

Donde:

- CD : compresión diametral y flexión lateral
- P : carga

- D : diámetro del espécimen
- L : longitud del espécimen

De acuerdo a la NTP 339.084:2012(revisada el 2017), (2017, p5), se detalla el procedimiento a seguir del método de ensayo para la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto de cemento Portland.

Módulo elástico (ACI 318)

El módulo elástico del concreto representa la rigidez de este material ante una carga asignada sobre el mismo, tiene como principio la aplicación de carga estática y de la deformación unitaria producida.

El módulo elástico se ve muy afectado por las propiedades de los áridos; cuanto mayor sea la cantidad de agregado grueso con un alto módulo elástico, sería más alto el módulo de elasticidad del concreto. El concreto en condiciones húmedas tiene un módulo de elasticidad, 15 por ciento mayor que en condición seca. Esto se atribuye al efecto del secado de la zona de transición entre el agregado y el mezclado. El módulo de elasticidad aumenta con la velocidad de deformación. Eso también aumenta a medida que el concreto está sometido a temperaturas muy bajas.

De acuerdo a la ACI 318 (2005, p105), el módulo de elasticidad para el concreto es:

$$E_c = w_c^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c}$$

Donde:

w_c : densidad del concreto (peso unitario).

f'_c : resistencia a la compresión.

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Diseño de mezcla

Según Porrero, et al. (2014, p123), se conoce como diseño de mezcla el procedimiento mediante el cual se determinan las cantidades que debe haber de todos y cada uno de los componentes que intervienen en una mezcla de concreto, para obtener de ese material el comportamiento deseado, tanto durante su estado plástico como después, en estado endurecido. Los requisitos que una dosificación apropiada debe cumplir son:

- a) Economía y manejabilidad en estado fresco.
- b) Resistencias, aspecto y durabilidad en estado endurecido.

En algunos casos puede ser importante el color; peso unitario, textura superficial y otros. Las cantidades de los componentes sólidos, agregados y cemento, suelen expresarse en kilogramos por metro cúbico de mezcla. El agua puede expresarse en litros o kilogramos entendiéndose, para el diseño de mezclas, que un kilogramo de agua equivale a un litro de agua. Se aplicará el método ACI en la presente investigación a lo cual detallaremos los procedimientos requeridos a continuación.

2.3.1.1. Método ACI, para el diseño de mezcla

En el método del ACI 211, el revenimiento o asentamiento es un dato que sirve de base para diseñar las mezclas de concreto. Se determinan primero el agua de la mezcla de acuerdo con el asentamiento y el tamaño máximo del agregado, después la cantidad de la grava, el último de los componentes se calcula por diferencia. Se determina la variabilidad de la resistencia del hormigón, en base al nivel de control de calidad del proceso de mezclado en obra

2.3.1.2. Procedimiento para determinar el diseño de mezcla por el método ACI

1. Cálculo de la resistencia promedio requerida.

Cuando este no se especifica, se procedió a determinar según la siguiente tabla.

Tabla 3. *Resistencia promedio requerida.*

F'c especificada a la compresión kg/cm ²	Resistencia a la compresión kg/cm ²	F'cr requerida a la compresión kg/cm ²	Resistencia promedio a la compresión
Menos que 210		F'c + 70	
210 a 350		F'c + 84	
Más de 350		1.1F'c + 5	

Fuente: ACI 211.1 - 91

2. Elección del revenimiento o asentamiento.

Se aplicó de acuerdo a la siguiente tabla y del mismo modo siguiendo lo estipulado en la NTP 339.075.

Tabla 4. *Revenimientos para diferentes tipos de construcción.*

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas, cajones de cimentación y muros de subestructura sencillos.	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados.	10	2.5
Columnas para edificios.	10	2.5
Pavimentos y losas.	7.5	2.5
Concreto masivo.	7.5	2.5

Fuente: ACI 211.1 – 91.

3. Determinar tamaño máximo.

El tamaño máximo nominal del agregado no debe ser mayor de:

- 1/5 de la dimensión menor entre los lados de las formaletas.

- 1/3 de la profundidad de las losas.
- 3/4 del espaciamiento libre mínimo entre las barras o alambres individuales del refuerzo, paquetes de barras o los tendones o ductos de preesforzado.

Pueden obviarse estas limitaciones, si los métodos de compactación y la manejabilidad son tales que el concreto pueda ser colocado, sin que se produzcan hormigueros o vacíos.

Se aplicó mediante la NTP 339.037 donde se detalla las especificaciones normalizadas para el agregado para el concreto.

4. Estimación de cantidad de aire y contenido de agua.

La cantidad de aire atrapado y contenido de agua en el concreto lo calculamos mediante la siguiente tabla del ACI 211, teniendo ya como dato el tamaño máximo y el asentamiento o revenimiento antes determinados.

Tabla 5. *Requisitos de agua de mezclado y contenido de aire.*

Revenimiento (cm)	Tamaño máximo de la grava (mm)							
	9.5	12.5	19	25	38	50	75	150
	Agua en litros por metro cúbico de concreto (lt/m ³)							
Concreto sin aire incluido								
2.5 ->5	207	199	190	179	166	154	130	113
7.5 ->10	228	216	205	193	181	169	145	124
15 ->17.5	243	228	216	202	190	178	160	----
Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
2.5 ->5	181	175	168	160	150	142	122	107
7.5 ->10	202	193	184	175	165	157	133	119
15 ->17.5	216	205	197	174	174	166	154	----
Promedio recomendado de aire a incluir según tipo de exposición (%)								
Exposición ligera	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1

Exposición moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Exposición severa	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: ACI 211.1 – 91.

5. Definir relación agua cemento.

Se determina no solo por los requisitos de resistencia sino también por las propiedades de durabilidad. Se recurre a la tabla 6 para su determinación. Para condiciones severas la relación debe mantenerse baja, aunque la resistencia este elevada como se aprecia en la tabla 7.

Tabla 6. *Relación agua cemento de acuerdo a la resistencia.*

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)	Relación agua/cemento (a partir del peso)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	-----
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Fuente: ACI 211.1 – 91.

Tabla 7. *Relación agua cemento sujeto a exposiciones severas.*

Tipo de estructura	Estructura continua o frecuentemente mojada y expuesta a congelación y deshielo	Estructura expuesta al agua de mar o sulfatos
Secciones esbeltas y secciones con menos de 3 cm.	0.45	0.40
Resto de estructuras.	0.50	0.45

Fuente: ACI 211.1 – 91.

6. Contenido del cemento.

Es determinado por el cociente que se calculó de la cantidad de agua determinada sobre la relación agua-cemento obtenida en los pasos anteriores.

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = (\text{cantidad de agua}) / (\text{relación a/c})$$

Hay que tener en cuentas esta relación, ya que es peligroso emplear mezclas muy ricas en cemento, reside en los fuertes valores que pueden alcanzar la retracción y el calor de fraguado, y esta relación está limitado a 400 kg/m³, salvo excepciones previa justificación experimental en laboratorio.

7. Estimación del contenido de agregado grueso.

El método ACI presenta una tabla con el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto, que depende del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de finura del agregado fino.

Para concretos menos trabajables como en los casos de pavimentos de concreto, se puede incrementar en un 10 % de la tabla 8 recomendada. Para el concreto colocado con bomba o áreas congestionadas, se recomienda reducir el volumen del agregado en un 10%

Tabla 8. *Volumen de agregado grueso por volumen unitario del concreto.*

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena (m ³)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69

50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1 – 91.

La cantidad de agregado grueso se determinó mediante la multiplicación de volumen del agregado grueso (tabla 8) y el peso unitario seco y compactado del agregado grueso (en kg/m³)

8. Estimación del contenido de agregado fino.

El contenido del agregado fino se calculó por diferencia del peso del concreto (tabla 9), menos el peso del cemento, menos el peso del agregado grueso y menos del contenido de agua, tal como se muestra a continuación.

Peso del agregado fino (kg) = peso del concreto (kg) - peso del cemento (kg) - peso del agregado grueso (kg) - peso del agua (kg).

Tabla 9. Cálculo del peso volumétrico del concreto fresco.

Tamaño máximo de agregado grueso (mm)	Peso volumétrico tentativo del concreto (kg/m ³)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
9.5	0.50	0.48
12.5	0.59	0.57
19	0.66	0.64
25	0.71	0.69
37.5	0.75	0.73
50	0.78	0.76
75	0.82	0.80
150	0.87	0.85

Fuente: ACI 211.1 – 91.

9. Ajuste por humedad y absorción.

El contenido de agua añadida para formar el concreto es afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad.

Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a compresión. Por lo tanto, estos efectos deben ser tomados estimados y la mezcla debe ser ajustada tomándolos en cuenta.

Si:

Agregado grueso \Rightarrow humedad = % W_{ag} % absorción = % a_{ag}

Agregado fino \Rightarrow humedad = % W_{af} % absorción = % a_{af}

Pesos de agregados húmedos

Peso A. grueso húmedo (kg) = (peso del A. grueso seco) \cdot $(1 + \frac{\%W_{ag}}{100})$

Peso A. fino húmedo (kg) = (peso del A. fino seco) \cdot $(1 + \frac{\%W_{af}}{100})$

Agua efectiva

Agua en A. grueso = (peso A. grueso seco) \cdot $(\frac{\%W_{ag} - \%a_{ag}}{100}) = X$

Agua en A. fino = (peso A. fino seco) \cdot $(\frac{\%W_{af} - \%a_{af}}{100}) = Y$

Agua efectiva (lts) = agua de diseño – X – Y

10. Cálculo de las proporciones en volumen.

Volúmenes en estado suelto

Cemento \Rightarrow vol. del cemento (m³) = $\frac{\text{Peso del cemento (kg)}}{\text{PU. Cemento (kg/m}^3\text{)}}$

A. grueso \Rightarrow vol. del A. grueso (m³) = $\frac{\text{Peso A. grueso húmedo (kg)}}{\text{PU. A. grueso húmedo (kg/m}^3\text{)}}$

A. fino \Rightarrow vol. del A. fino (m³) = $\frac{\text{Peso A. fino húmedo (kg)}}{\text{PU. A. fino húmedo (kg/m}^3\text{)}}$

En el caso del agua, este se calculará en litros por bolsa de cemento (lts/bls), de la siguiente manera:

$$\text{Agua (lts/bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3}{\left(\frac{\text{Peso del cemento por m}^3}{\text{Peso del cemento por bolsa}} \right)}$$

Proporciones en volumen

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua (lts/bls)

$\frac{\text{vol. cemento}}{\text{vol. cemento}}$: $\frac{\text{vol. A. fino}}{\text{vol. cemento}}$: $\frac{\text{vol. A. grueso}}{\text{vol. cemento}}$ / agua (lts/bls)

C : F : G / A

2.4. Definición de términos

Aditivos: Los aditivos son productos que se añaden en pequeña proporción al concreto durante el mezclado, con la intención de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales para los fines deseados.

Agregado: El agregado o también llamado árido, son materiales granulares solidos que se emplean en la construcción que al ser mezclados con el cemento conforman el concreto.

Agua combinada: Mezcla de dos o más fuentes de agua combinada a la vez, antes o durante al ser añadido a la mezcla, para ser utilizada como agua de mezcla en el concreto.

Agua para el concreto: Es aquella agua que ha pasado por los tratamientos necesarios para ser utilizada en la mezcla y ser añadida al concreto. El agua potable no necesita pasar por estos tratamientos para ser usada.

Agua reciclada: El agua reciclada es aquel que ha sido tratada y limpiada para que se pueda usar de manera segura para preparar el concreto. Típicamente, el tratamiento consiste en la filtración para remover sólidos, bacterias y otros agentes contaminantes que puedan afectar al concreto.

Cemento Portland: Es el producto que se logra adquirir de la pulverización del clinker con la adición de una o más formas de sulfato de calcio.

Compresión: Es la resultante de las tensiones o presiones que existe dentro de la probeta, caracterizada ya que tiende a una reducción de volumen o un acortamiento en determinada dirección.

Concreto: Es la combinación de cemento Portland, agregados, agua, aire y en algunos casos aditivos, con una dosificación adecuada.

Densidad: Es la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada.

Dosificación: Es la proporción exacta o aproximada de cada elemento que se necesita para obtener el concreto, para conseguir mezclas que poseen determinadas características para un fin.

Ensayo: Es una prueba que sirve para determinar las propiedades inherentes de un material o compuesto.

Estado plástico: Es el paso del estado fresco del concreto al estado endurecido del concreto, este estado está presente hasta que empieza a fraguar el concreto.

NTP: Sus siglas significan Norma Técnica Peruana, son documentos que constituyen las especificaciones o requisitos de calidad para la estandarización de los productos, procesos y servicios.

Probeta: Es una muestra de concreto en forma cilíndrica para ser sometida a diferentes ensayos para estudiar sus propiedades de dicho concreto.

Revenimiento: El revenimiento o consistencia es la relación exacta o aproximada de agua y cemento en la mezcla que se debe emplear para formar un concreto ideal.

Tracción: Es el esfuerzo interno al que es sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo

UNACEM: sus siglas significan Unión Andina de Cementos, es la fusión entre Cementos Lima S.A.A. y Cemento Andino S.A.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

Tienen el mismo valor en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido la utilización de cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.

2.5.2. Hipótesis específicas

- ✓ Tienen el mismo valor en la propiedad de la consistencia del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Tienen el mismo valor en la propiedad del peso unitario del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Tienen el mismo valor en la propiedad de la exudación del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Tienen el mismo valor en la propiedad del contenido de aire del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Tienen el mismo valor en la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Tienen el mismo valor en la propiedad de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Tienen el mismo valor en la propiedad del módulo elástico del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.

2.6. Variables

2.6.1. Variable dependiente

La variable dependiente es: Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido

2.6.2. Variables independientes

La variable independiente es: Cementos comerciales

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 10: Operacionalización de variables.

	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
VARIABLE DEPENDIENTE	Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido	Son aquellas características que distinguen a diferentes tipos de concreto de acuerdo a su dosificación para un determinado fin.	Consistencia	Slump (mm)	Cálculo
			Peso unitario	kg/m ³	Cálculo
			Exudación	% de agua de exudación	Cálculo
			Contenido de Aire	% del contenido de aire	Cálculo
			Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	Cálculo
			Resistencia a la tracción por compresión diametral	Kg/cm ²	Cálculo
			Modulo elástico	Kg/cm ²	Cálculo
VARIABLE INDEPENDIENTE	Cementos comerciales	Son aquellos cementos que se utilizan dentro de la ciudad de Huancavelica	Cemento Andino tipo I	Propiedades	Observación
			Cemento Nacional tipo I	Propiedades	Observación
			Cemento Quisqueya tipo I	Propiedades	Observación
			Cemento Inka tipo ICo	Propiedades	Observación

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito temporal y espacial

3.1.1. Ámbito temporal

El ámbito temporal de la presente investigación se realizó entre mayo y diciembre de 2019.

3.1.2. Ámbito espacial

El presente estudio se realizó en la ciudad de Huancavelica, en el laboratorio de ensayo de materiales y concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, de la Universidad Nacional de Huancavelica.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, debido a que es considerada como “la investigación que resuelve una problemática de manera rápida”. Se respalda en las investigaciones, hallazgos y descubrimientos de la investigación básica, asimismo los resultados pueden ser aplicados para brindar solución directa a los problemas que puedan aquejar (Salinas, 2007).

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo.

Según Hernández, Fernández & Baptista (2010, pp. 80) Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

3.3.1. Método de investigación

Deductivo – Descriptivo

Según Hernández, et. al. (2010). El método deductivo comienza con la teoría y de ésta se derivan expresiones lógicas denominadas hipótesis que el investigador busca someter a prueba. Los estudios descriptivos sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes.

3.3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es descriptivo transversal.

M1 ----- E1 -----R1

Donde:

M1: muestras

E1: estudios (ensayos)

R1: resultados.

3.4. Población, muestra y muestreo.

3.4.1. Población

La población en la presente investigación es de:

96 unidades de probetas

3.4.2. Muestra

La selección de la muestra es del tipo no probabilístico intencional u opinático. A lo cual se trabajó con:

96 unidades de probetas.

Tabla 11. *Muestra de probetas.*

F'c (kg/cm ²)		210
Temperatura		
CEMENTOS	Cemento Andino tipo I	24
	Cemento Nacional tipo I	24
	Cemento Quisqueya tipo I	24
	Cemento Inka tipo ICo	24
		96

Fuente: elaboración propia.

3.4.1. Muestreo

Para la selección de la muestra es del tipo no probabilístico intencional u opinático

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Observación: se aplicó la observación directa ya que, mediante la vista, en forma sistemática se observó cualquier hecho, fenómeno o situación que se presentó en el laboratorio, de los ensayos que se realizaron, al igual modo se utilizó la observación indirecta ya que se realizó a través de equipos de laboratorio muy sofisticados de nuestra Escuela Profesional.

Análisis Documental: se realizó mediante la recopilación de datos que estuvieron a nuestro alcance y se escogió la información necesaria y pertinente.

Se siguió las técnicas y/o procedimientos indicados en la NTP (Norma Técnica Peruana) y la norma ACI 318 para los diferentes ensayos planteados.

- consistencia - NTP 339.035:2015,
- peso unitario - NTP 339.046:2008 (revisada el 2018),
- exudación - NTP 339.077:2013 (revisada el 2018),

- contenido de aire - NTP 339.046:2008 (revisada el 2018),
- resistencia a la compresión - NTP 339.034:2015,
- resistencia a la tracción por compresión diametral - NTP 339.084:2012(revisada el 2017),
- módulo elástico (ACI 318).

3.5.2. Instrumentos

- equipos de laboratorio,
- balanza calibrada,
- fichas técnicas de observación y control de laboratorio,
- fichas de ensayos,
- cuaderno de datos.

3.6. Técnicas y procesamiento de análisis de datos

Se tomó la información en una base de datos en hoja de cálculo Microsoft Excel 2019 donde se plasmó los resultados de datos obtenidos en los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido. El procesamiento análisis de datos se realizó con el Microsoft Excel 2019. Se utilizó tabla de porcentajes e histogramas de frecuencias y demás gráficos o tablas para detallar los resultados de los ensayos de la investigación planteada con la ayuda del programa Excel 2019 en una elaboración propia.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información

En la presentación de resultados, se tomaron muestras de agregados de la cantera Chuñuranra, que está ubicado en la ciudad de Huancavelica, luego se procedió a hacer el diseño de mezcla con los resultados obtenidos mediante el método ACI, a lo cual se elaboraron muestras de cada tipo de cemento (cemento Andino Tipo I, cemento Quisqueya Tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), y se determinaron las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, con ayuda de fichas de técnicas de observación.

4.1.1. Análisis del diseño de mezcla

4.1.1.1. Propiedades de los agregados

Los agregados empleados en la presente tesis, se obtuvieron de la cantera Chuñuranra, el análisis granulométrico del agregado fino y grueso se realizó de acuerdo a la NTP 400.012 y NTP 400.037.

Tabla 12. *Granulometría del agregado fino.*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO FINO					
Tamiz	Und	Peso retenido	% Retenido	% Pasa	% Acumulado
3/8"	gr	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 4	gr	20.00	0.70	99.30	0.70
N° 8	gr	405.00	14.11	85.19	14.81
N° 16	gr	695.00	24.22	60.98	39.02
N° 30	gr	800.00	27.87	33.10	66.90
N° 50	gr	605.00	21.08	12.02	87.98
N° 100	gr	260.00	9.06	2.96	97.04
N° 200	gr	60.00	2.09	0.87	99.13
FONDO	gr	25.00	0.87	0.00	100.00
Peso Muestra Total	gr	2870.00			

Fuente: elaboración propia.

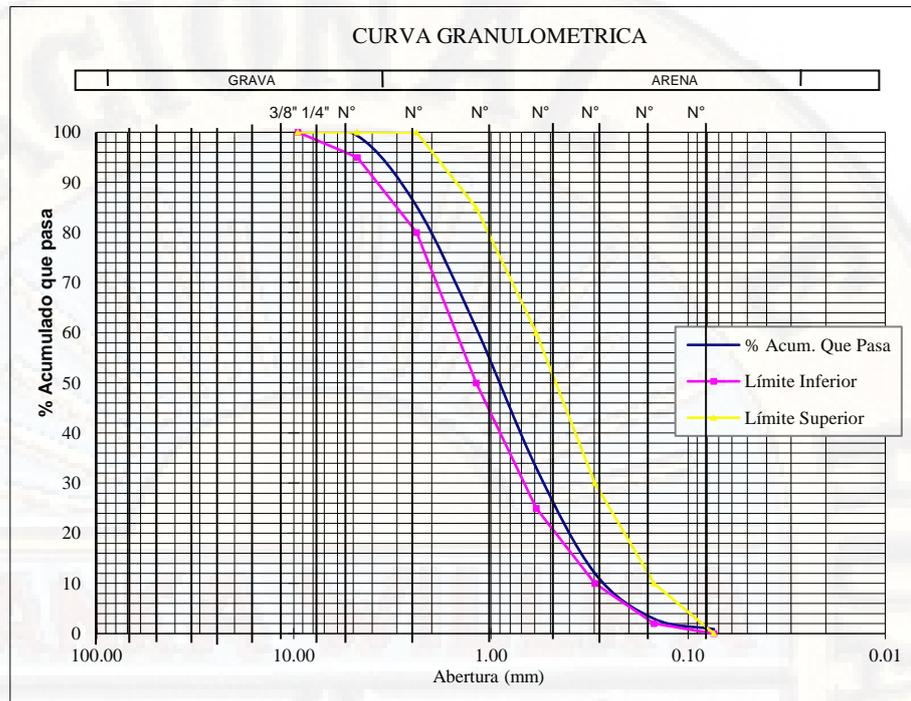


Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 12 y figura 07, se puede apreciar el análisis granulométrico del agregado fino, a lo cual se ve el porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz, y está dentro de los parámetros que marca la NTP 400.037.

Tabla 13. Granulometría del agregado grueso.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO					
Tamiz	Und	Peso retenido	% Retenido	% Pasa	% Acumulado
2 1/2"				100.00	0.00
2"				100.00	0.00
1 1/2"				100.00	0.00
1 "			0.00	100.00	0.00
3/4"	gr	40.00	0.74	99.26	0.74
1/2"	gr	1390.00	25.86	73.40	26.60
3/8"	gr	1565.00	29.12	44.28	55.72
N° 4	gr	2065.00	38.42	5.86	94.14
FONDO	gr	315.00	5.86	0.00	100.00
Peso Muestra Total	gr	5375.00			

Fuente: elaboración propia.

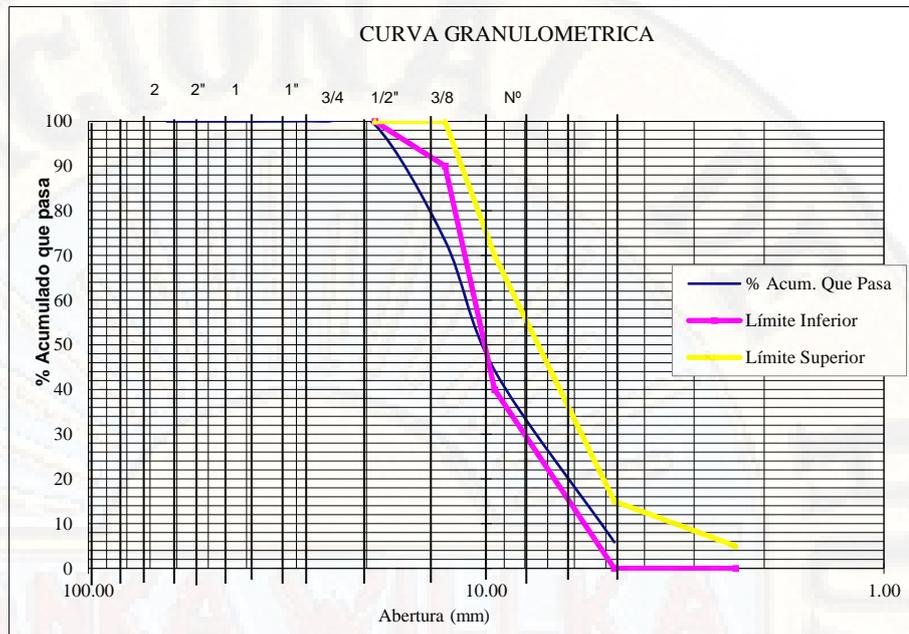


Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 13 y figura 8, se puede apreciar el análisis granulométrico del agregado grueso, a lo cual se ve el porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz, y está dentro de los parámetros que marca la NTP 400.037.

Tabla 14. Propiedad de los agregados.

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS - CANTERA CHUÑURANRA			
Descripción		Agregado fino	Agregado grueso
Peso específico de masa	:	2.43 gr/cm ³	2.57 gr/cm ³
Peso específico de masa SSS	:	2.52 gr/cm ³	2.61 gr/cm ³
Peso específico aparente	:	2.68 gr/cm ³	2.68 gr/cm ³
Porcentaje de absorción	:	3.95 %	1.59 %
Peso unitario suelto seco	:	1291.25 kg/cm ³	1253.17 kg/cm ³
Peso unitario compactado seco	:	1515.43 kg/cm ³	1487.03 kg/cm ³
Contenido de humedad	:	9.39 %	1.21%
Módulo de fineza	:	3.06	-
Tamaño máximo nominal	:	-	1/2 "

Fuente: elaboración propia.

Obtenidos los resultados de las propiedades de los agregados de la cantera de Chuñuranra (tabla 14), se realizó el diseño de mezcla para

una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con ayuda del procedimiento para determinar el diseño de mezcla por el método ACI, el cual está plasmado en el subtítulo 2.3.1.2. de esta presente tesis. A lo cual los resultados obtenidos se describe la siguiente tabla.

Tabla 15. *Diseño de mezcla para un metro cúbico.*

Diseño de mezcla - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para un metro cúbico		
Cantera Chuñuranra		
Cemento	:	333.33 kg/m ³
Agregado fino	:	928.27 kg/m ³
Agregado grueso	:	787.97 kg/m ³
Agua	:	172.84 lt/m ³
Relación en peso	:	1 : 2.78 : 2.36 : 0.52

Fuente: elaboración propia.

La tabla 15, nos muestra el diseño de mezcla para la elaboración de muestras y especímenes de concreto con resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 16. *Diseño de mezcla para una tanda.*

Diseño de mezcla - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para una tanda (01 bolsa de cemento)		
Cantera Chuñuranra		
Cemento	:	42.5 kg
Agregado fino	:	118.35 kg
Agregado grueso	:	100.47 kg
Agua	:	22.04 lt

Fuente: elaboración propia.

La tabla 16, nos muestra el diseño de mezcla para la elaboración de muestras y especímenes de concreto con resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, estimadas para una tanda (01 bolsa de cemento).

4.1.2. Análisis de las propiedades del concreto en estado fresco

Son muchas las propiedades del concreto en estado fresco a lo cual se hicieron los ensayos respectivos en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, los que se detalla a continuación:

4.1.2.1. Consistencia

Se realizó el método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto según la NTP 339.035:2015, obteniéndose los siguientes resultados, que se muestra a continuación.

Tabla 17. *Consistencia del concreto.*

N° de muestra	Cemento	Asentamiento (mm)
01	Cemento Andino tipo I	90.00
02	Cemento Andino tipo I	95.00
03	Cemento Quisqueya tipo I	90.00
04	Cemento Quisqueya tipo I	80.00
05	Cemento Inka tipo ICo	85.00
06	Cemento Inka tipo ICo	75.00
07	Cemento Nacional tipo I	75.00
08	Cemento Nacional tipo I	85.00

Fuente: ensayos realizados de consistencia (anexos).

En la tabla 17, se muestran los resultados obtenidos en el ensayo de asentamiento del concreto de los diferentes tipos de cementos estudiados. Dicho escenario se puede observar en la siguiente figura.

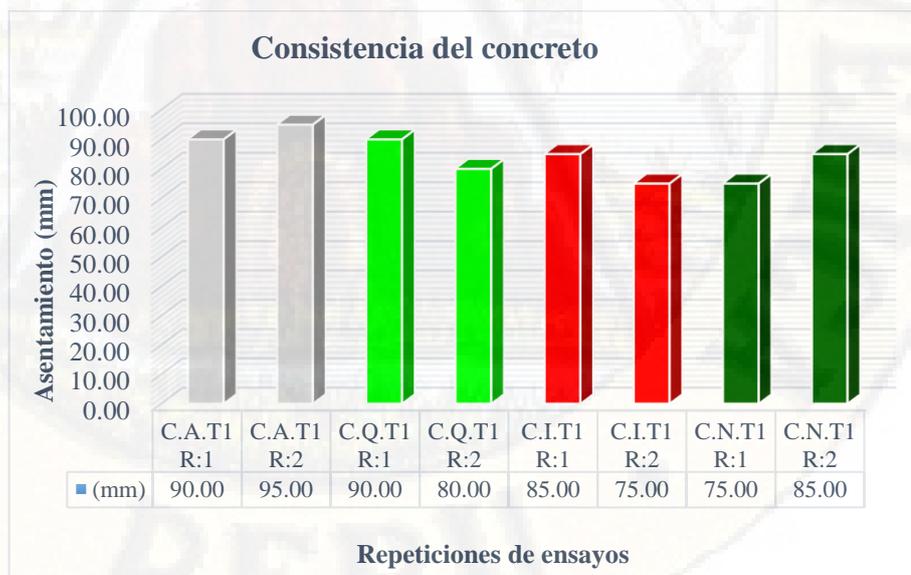


Figura 9. Consistencia del concreto de diferentes muestras.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Promedio – consistencia del concreto.

Cemento	Asentamiento (mm)
Cemento Andino tipo I	92.50
Cemento Quisqueya tipo I	85.00
Cemento Inka tipo ICo	80.00
Cemento Nacional tipo I	80.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 18 se muestran los promedios obtenidos en el ensayo de asentamiento del concreto del cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I; se observa que el asentamiento está comprendido entre 75.00 mm y 100.00 mm cumpliéndose así el asentamiento del diseño de mezcla para todos los cementos. Acorde a la tabla 18, se presenta el promedio de la consistencia del concreto para cada tipo de cemento (figura 10).



Figura 10. Promedio – consistencia del concreto de diferentes cementos.

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.2. Peso unitario

Se realizó el método de ensayo para determinar el peso unitario del concreto según la NTP 339.046:2008 (revisada el 2018), obteniéndose los siguientes resultados, que se muestra a continuación.

Tabla 19. *Peso unitario del concreto.*

Nº de muestra	Cemento	Peso unitario (Kg/m3)
01	Cemento Andino tipo I	2332.1
02	Cemento Andino tipo I	2357.5
03	Cemento Quisqueya tipo I	2320.8
04	Cemento Quisqueya tipo I	2360.4
05	Cemento Inka tipo ICo	2324.5
06	Cemento Inka tipo ICo	2350.0
07	Cemento Nacional tipo I	2342.5
08	Cemento Nacional tipo I	2318.9

Fuente: ensayos realizados peso unitario (anexos).

En la tabla 19 se muestran los resultados obtenidos en el ensayo para determinar el peso unitario del concreto de los diferentes tipos de cementos estudiados. Dicho escenario se puede observar en la siguiente figura.

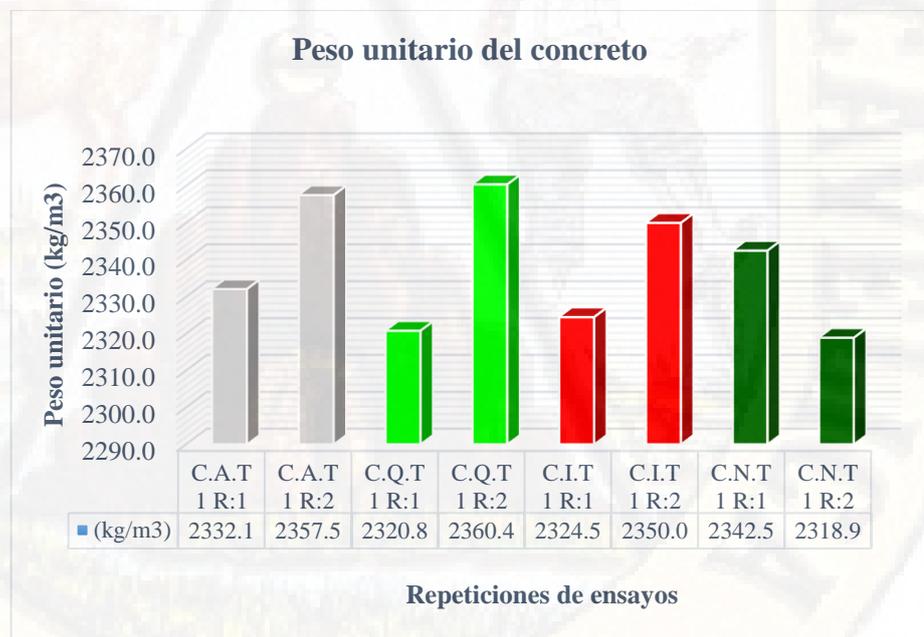


Figura 11. *Peso unitario del concreto de diferentes muestras.*

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Promedio - peso unitario del concreto.

Cemento	Peso unitario del concreto (kg/m ³)
Cemento Andino tipo I	2344.8
Cemento Quisqueya tipo I	2340.6
Cemento Inka tipo ICo	2337.3
Cemento Nacional tipo I	2330.7

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 20, se muestran los promedios obtenidos en del método de ensayo para determinar el peso unitario del concreto del cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I; el peso unitario es la relación que existe entre el peso por unidad de volumen del concreto, y depende de las propiedades de cada tipo de cemento. Acorde a la tabla 20, se presenta el promedio del peso unitario del concreto para cada tipo de cemento (figura 12).

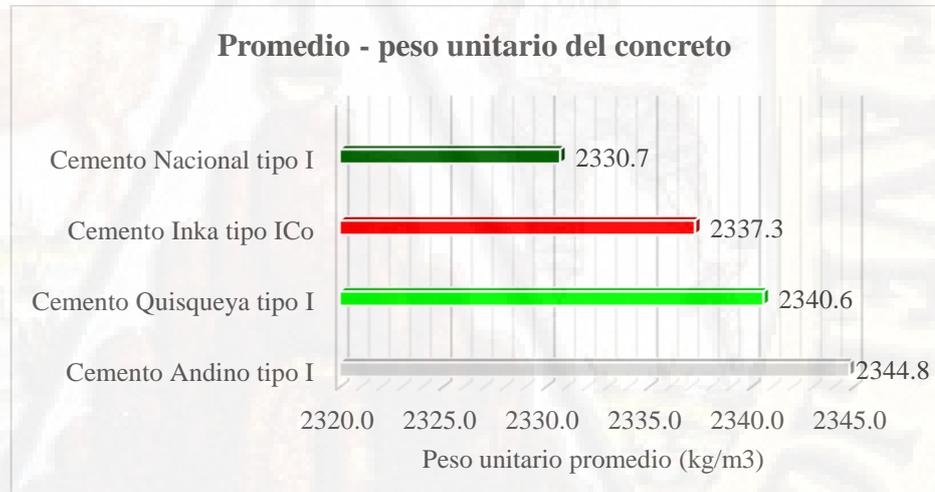


Figura 12. Promedio - peso unitario del concreto de diferentes cementos.

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.3. Exudación

Se realizó el método de ensayo para determinar la exudación del concreto según la NTP 339.077:2013 (revisada el 2018), obteniéndose los siguientes resultados, que se muestra a continuación.

Tabla 21. Exudación del concreto.

Nº de muestra	Cemento	Exudación (%)
01	Cemento Andino tipo I	1.411
02	Cemento Andino tipo I	1.555
03	Cemento Quisqueya tipo I	2.854
04	Cemento Quisqueya tipo I	3.242
05	Cemento Inka tipo ICo	2.236
06	Cemento Inka tipo ICo	2.325
07	Cemento Nacional tipo I	4.383
08	Cemento Nacional tipo I	4.325

Fuente: ensayos realizados exudación (anexos).

En la tabla 21, se muestran los resultados obtenidos en el ensayo para determinar la exudación del concreto de los diferentes tipos de cementos estudiados. Dicho escenario se puede observar en la siguiente figura.

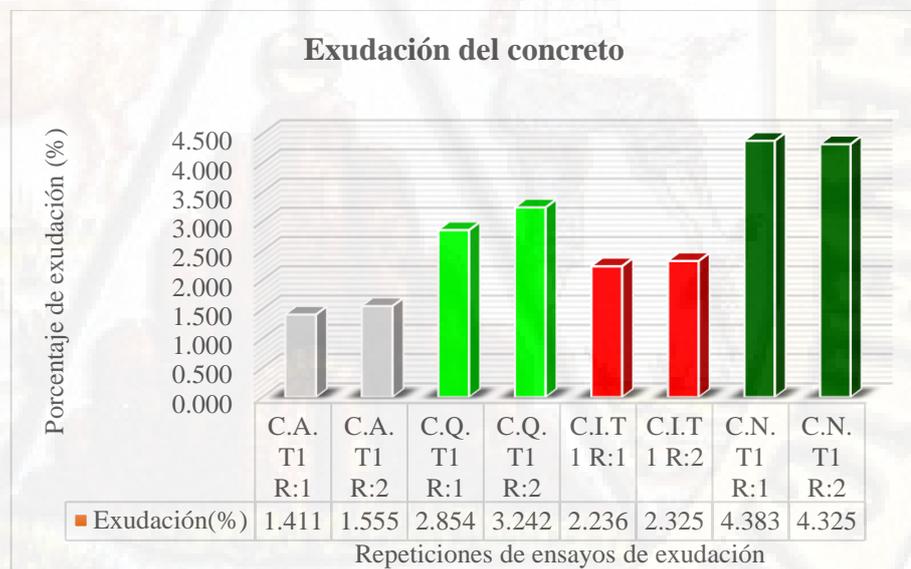


Figura 13. Exudación del concreto de diferentes muestras.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. Promedio - exudación del concreto.

Cemento	Exudación (%)
Cemento Andino tipo I	1.483

Cemento Quisqueya tipo I	3.048
Cemento Inka tipo ICo	2.281
Cemento Nacional tipo I	4.354

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 22, se muestran los promedios obtenidos en del método de ensayo para determinar la exudación del concreto del cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I; observamos que el cemento Nacional tipo I se obtiene mayor exudación con respecto a los demás cementos. Acorde a la tabla 22, se presenta el promedio de la exudación del concreto para cada tipo de cemento (Figura 14).

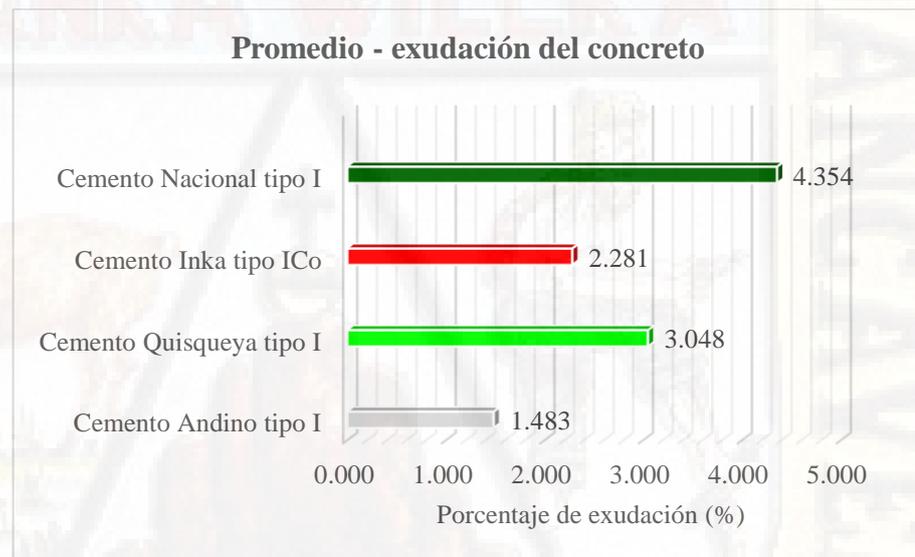


Figura 14. Promedio - exudación del concreto de diferentes cementos.

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.4. Contenido de aire

Se realizó el método de ensayo para determinar el contenido de aire (método gravimétrico) del concreto según la NTP 339.046:2008 (revisada el 2018), obteniéndose los siguientes resultados, que se muestra a continuación.

Tabla 23. *Contenido de aire del concreto.*

Nº de muestra	Cemento	Contenido de aire (%)
01	Cemento Andino tipo I	1.60
02	Cemento Andino tipo I	2.70
03	Cemento Quisqueya tipo I	1.10
04	Cemento Quisqueya tipo I	2.80
05	Cemento Inka tipo ICo	1.30
06	Cemento Inka tipo ICo	2.40
07	Cemento Nacional tipo I	2.10
08	Cemento Nacional tipo I	1.00

Fuente: ensayos realizados contenido de aire (anexos).

En la tabla 23, se muestran los resultados obtenidos en el ensayo para determinar el contenido de aire del concreto de los diferentes tipos de cementos estudiados. Dicho escenario se puede observar en la siguiente figura.

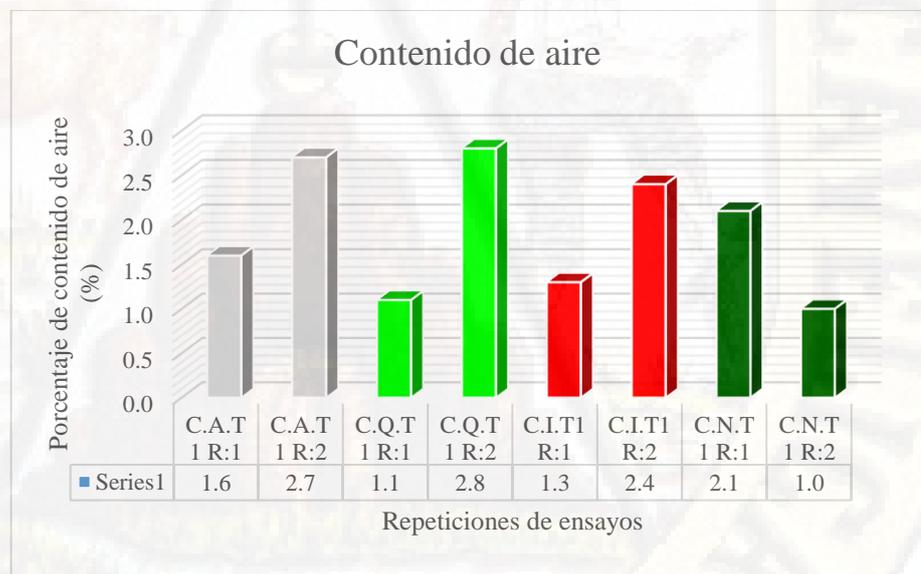


Figura 15. Contenido de aire del concreto de diferentes muestras.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. *Promedio - contenido del aire del concreto.*

Cemento	Contenido de aire (%)
Cemento Andino tipo I	2.15

Cemento Quisqueya tipo I	1.95
Cemento Inka tipo ICo	1.85
Cemento Nacional tipo I	1.55

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 24, se muestran los promedios obtenidos en del método de ensayo para determinar el contenido de aire del concreto del cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I; observamos que el cemento Andino tipo I se obtiene mayor contenido de aire con respecto a los demás cementos. Acorde a la tabla 24, se presenta el promedio del contenido de aire para cada tipo de cemento (Figura 16).

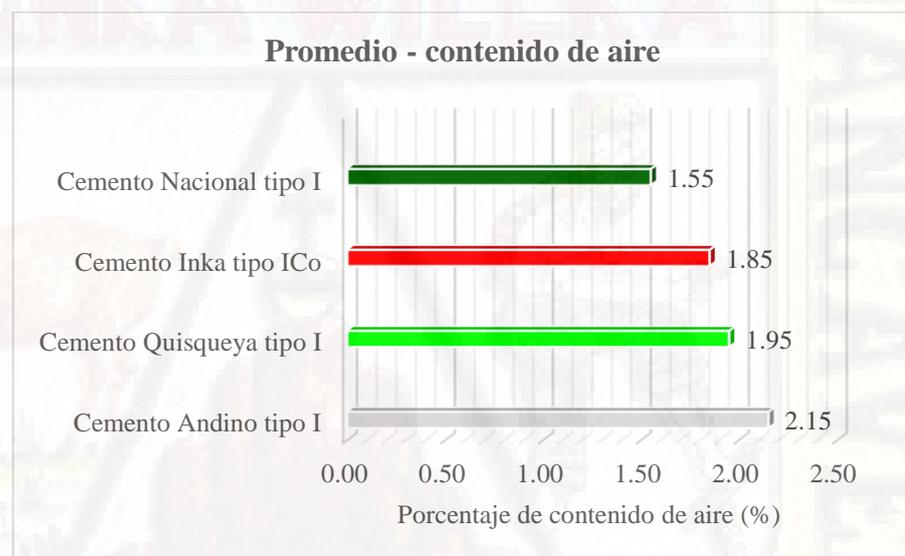


Figura 16. Promedio – contenido de aire del concreto de diferentes cementos.

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Análisis de las propiedades del concreto en estado endurecido

Son muchas las propiedades del concreto en estado endurecido a lo cual detallamos las siguientes para el estudio en la presente tesis:

- resistencia a la compresión,

- resistencia a la tracción por compresión diametral,
- módulo elástico.

En el ensayo a la resistencia a la compresión del concreto, se hicieron para una edad de 3, 7 y 28 días respectivamente, para el ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral se hicieron para una edad de 28 días, para el módulo elástico se determinó mediante el método ACI 318, donde se requiere el peso unitario del concreto y la resistencia a la compresión del concreto.

4.1.3.1. Resistencia a la compresión

Se realizó el método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto según la NTP 339.034:2015, obteniéndose los siguientes resultados, que se muestra a continuación.

Tabla 25. Resistencia a la compresión del concreto – cemento Andino tipo I.

Nº	Código	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro promedio (cm)	Carga máxima (Kgf)	f 'c (Kg/cm ²)
1	01-CCA-3-TL	3	27/09/2019	15.127	20350	113.2
2	02-CCA-3-TL	3	27/09/2019	15.146	25030	138.9
3	03-CCA-3-TL	3	28/09/2019	15.225	22068	121.2
4	04-CCA-3-TA	3	28/09/2019	15.220	20430	112.3
5	05-CCA-3-TA	3	28/09/2019	15.005	20390	115.3
6	06-CCA-3-TA	3	28/09/2019	15.034	21040	118.5
7	07-CCA-7-TL	7	01/10/2019	15.096	34040	190.2
8	08-CCA-7-TL	7	01/10/2019	15.185	31740	175.3
9	09-CCA-7-TL	7	02/10/2019	15.061	35200	197.6
10	10-CCA-7-TA	7	02/10/2019	14.989	30560	173.2
11	11-CCA-7-TA	7	02/10/2019	14.943	28820	164.3
12	12-CCA-7-TA	7	02/10/2019	15.003	33240	188.0
13	13-CCA-28-TL	28	22/10/2019	15.174	46110	255.0

14	14-CCA-28-TL	28	23/10/2019	15.225	44600	245.0
15	15-CCA-28-TL	28	23/10/2019	15.136	41900	232.9
16	16-CCA-28-TA	28	23/10/2019	15.204	41930	231.0
17	17-CCA-28-TA	28	23/10/2019	15.211	41930	230.7
18	18-CCA-28-TA	28	23/10/2019	15.197	40410	222.8

Fuente: ensayos realizados resistencia a la compresión (anexos).

En la tabla 25, se muestran los resultados obtenidos, en el ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I; observamos que se hicieron ensayos a edades de 3, 7 y 28 días. Se hicieron los curados a temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y temperatura ambiente (14.8°C), lo cual se está describiendo al final de cada código de cada muestra (TL: temperatura de laboratorio, TA: temperatura ambiente), en tal sentido estos resultados se representan en la en las siguientes figuras.

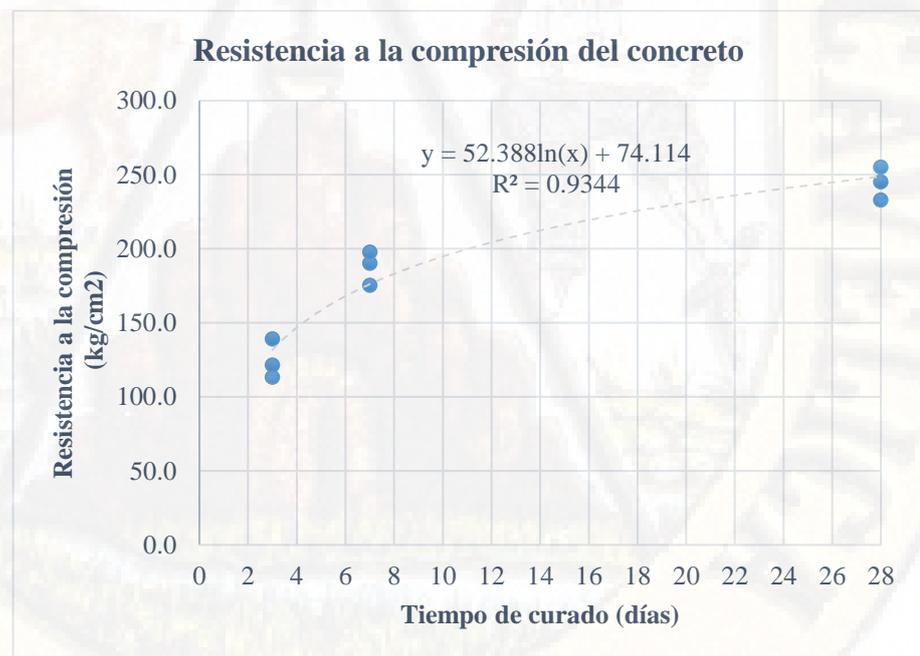


Figura 17. Resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Fuente: elaboración propia.

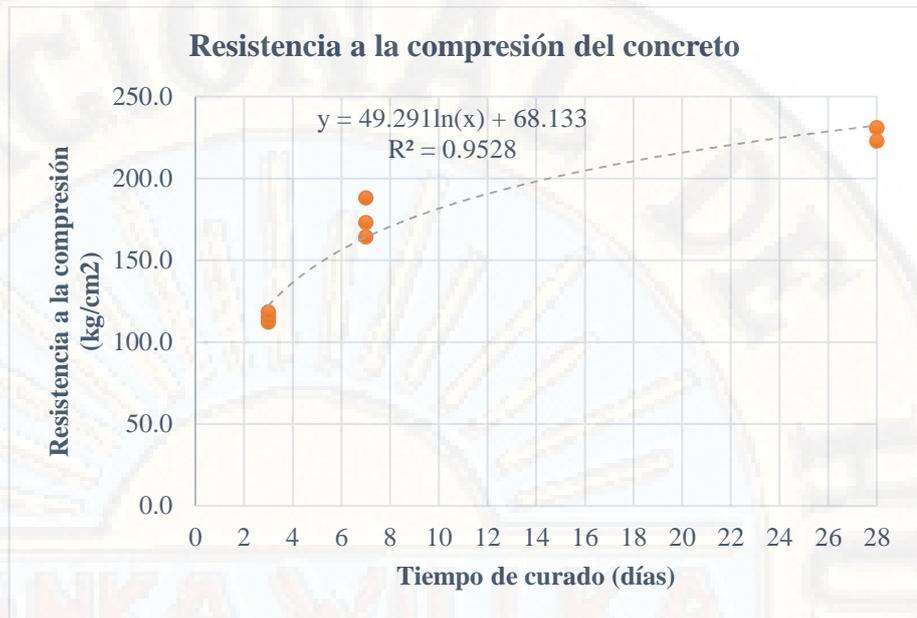


Figura 18. Resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I – temperatura ambiente (14.8 °C).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. Promedio - resistencia a la compresión del concreto – cemento Andino tipo I.

Edad (días)	Tipo de curado	Resistencia promedio f 'c (kg/cm2)
3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	124.5
3	Ambiente (14.8 °C)	115.4
7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	187.7
7	Ambiente (14.8 °C)	175.2
28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	244.3
28	Ambiente (14.8 °C)	228.2

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 26, se muestran los promedios obtenidos en del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I; observamos que las resistencias a las edades de 3, 7 y 28 días de ensayo a temperatura laboratorio son mayores que a temperatura ambiente en promedio, lo cual se refleja en la siguiente figura.

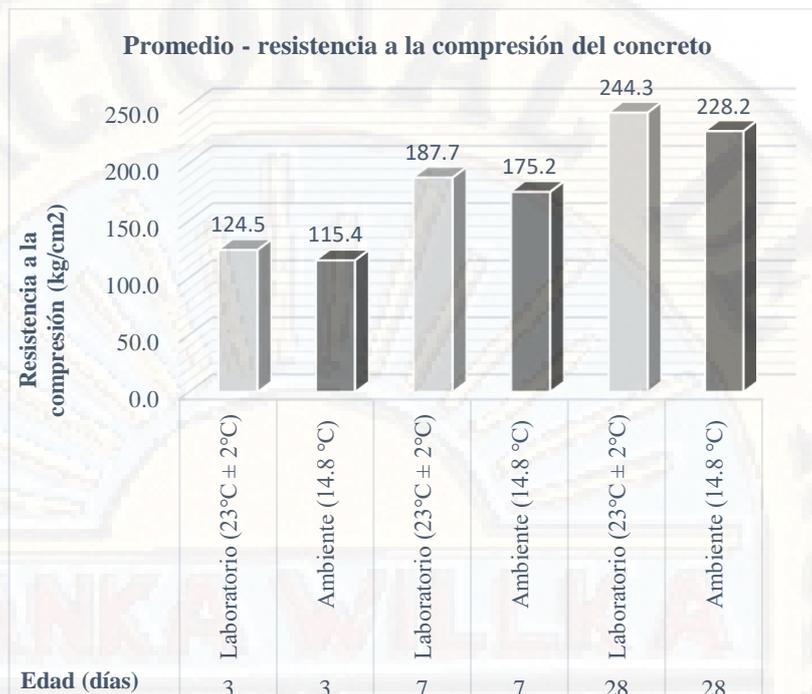


Figura 19. Promedio - resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. Resistencia a la compresión del concreto – cemento Quisqueya tipo I.

Nº	Código	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro promedio (Cm)	Carga máxima (Kgf)	f 'c (kg/cm ²)
1	01-CCQ-3-TL	3	30/09/2019	15.114	29650	165.3
2	02-CCQ-3-TL	3	30/09/2019	15.187	31000	171.1
3	03-CCQ-3-TL	3	04/10/2019	15.108	26460	147.6
4	04-CCQ-3-TA	3	30/09/2019	15.121	21770	121.2
5	05-CCQ-3-TA	3	30/09/2019	15.176	25250	139.6
6	06-CCQ-3-TA	3	04/10/2019	15.147	19890	110.4
7	07-CCQ-7-TL	7	04/10/2019	15.197	40540	223.5
8	08-CCQ-7-TL	7	04/10/2019	15.226	42700	234.5
9	09-CCQ-7-TL	7	08/10/2019	15.129	41690	231.9
10	10-CCQ-7-TA	7	04/10/2019	15.146	39740	220.6
11	11-CCQ-7-TA	7	04/10/2019	15.166	40600	224.7

12	12-CCQ-7-TA	7	08/10/2019	15.165	38880	215.3
13	13-CCQ-28-TL	28	25/10/2019	15.181	54130	299.1
14	14-CCQ-28-TL	28	29/10/2019	14.975	47520	269.8
15	15-CCQ-28-TL	28	29/10/2019	15.159	52130	288.8
16	16-CCQ-28-TA	28	25/10/2019	15.198	53670	295.8
17	17-CCQ-28-TA	28	29/10/2019	15.082	50370	281.9
18	18-CCQ-28-TA	28	29/10/2019	15.180	49610	274.1

Fuente: ensayos realizados resistencia a la compresión (anexos).

En la tabla 27, se muestran los resultados obtenidos, en el ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Quisqueya tipo I; observamos que se hicieron ensayos a edades de 3, 7 y 28 días. Se hicieron los curados a temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y temperatura Ambiente (14.8°C), lo cual se está describiendo al final de cada código de cada muestra (TL: temperatura de laboratorio, TA: temperatura ambiente), en tal sentido estos resultados se representan en la en las siguientes figuras.

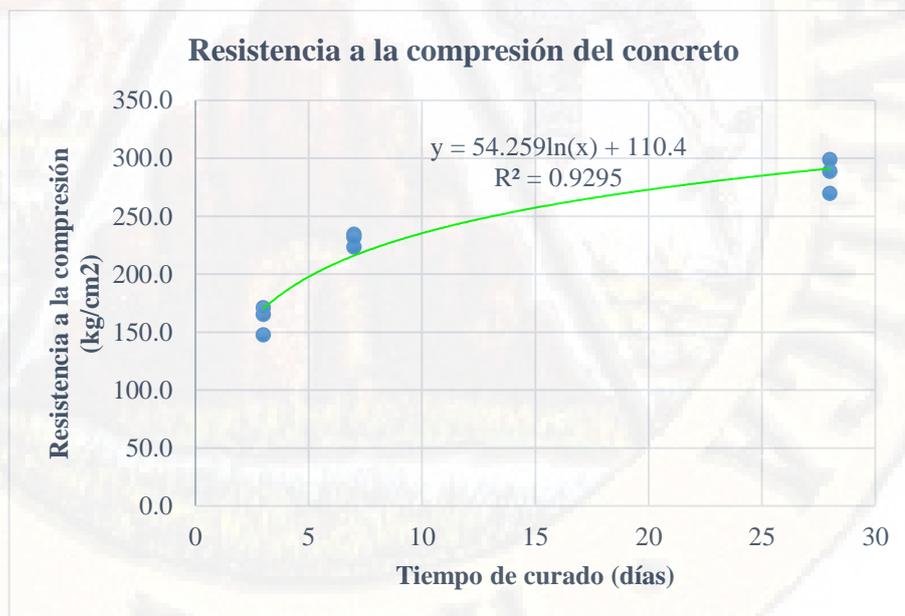


Figura 20. Resistencia a la compresión del concreto del cemento Quisqueya tipo I – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Fuente: elaboración propia.

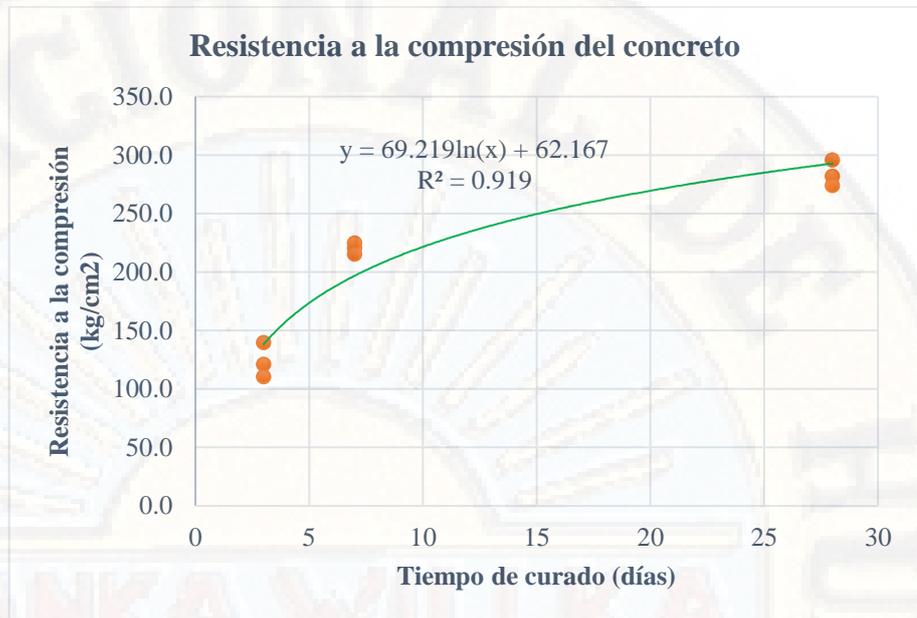


Figura 21. Resistencia a la compresión del concreto del cemento Quisqueya tipo I – temperatura ambiente (14.8 °C).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 28. Promedio - resistencia a la compresión del concreto – cemento Quisqueya tipo I.

Edad (días)	Tipo de curado	Resistencia promedio f 'c (kg/cm ²)
3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	161.3
3	Ambiente (14.8 °C)	123.7
7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	230.0
7	Ambiente (14.8 °C)	220.2
28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	285.9
28	Ambiente (14.8 °C)	284.0

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 28, se muestran los promedios obtenidos en del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Quisqueya tipo I; observamos que las resistencias a las edades de 3, 7 y 28 días de ensayo a temperatura laboratorio son mayores que a temperatura ambiente en promedio, lo cual se refleja en la siguiente figura.

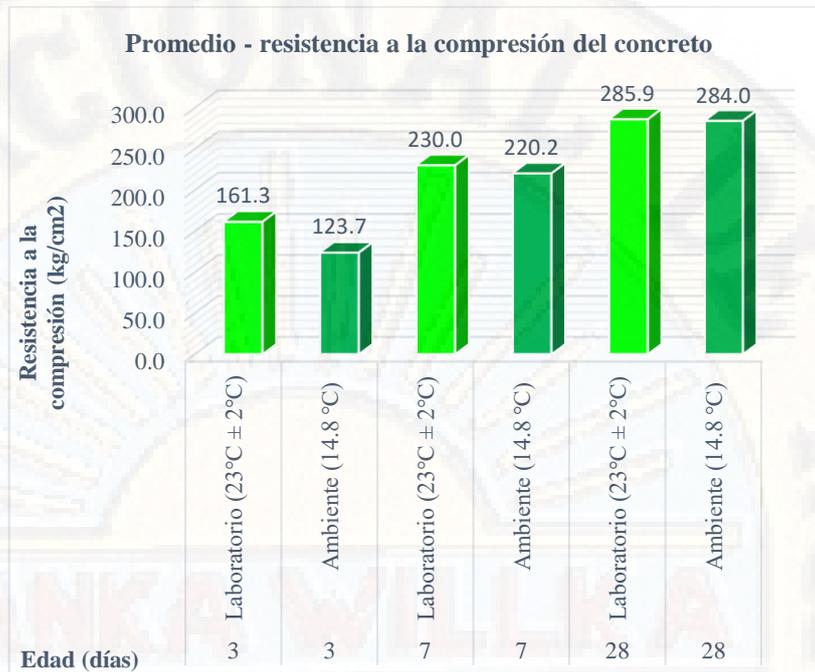


Figura 22. Promedio - resistencia a la compresión del concreto del cemento Quisqueya tipo I.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 29. Resistencia a la compresión del concreto – cemento Inka Tipo ICo.

Nº	Código	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro promedio (cm)	Carga máxima (Kgf)	f 'c (kg/cm ²)
1	01-CCI-3-TL	3	10/10/2019	15.099	18370	102.6
2	02-CCI-3-TL	3	10/10/2019	15.190	16790	92.6
3	03-CCI-3-TL	3	10/10/2019	15.023	22500	126.9
4	04-CCI-3-TA	3	10/10/2019	15.206	18850	103.8
5	05-CCI-3-TA	3	10/10/2019	14.967	13950	79.3
6	06-CCI-3-TA	3	10/10/2019	15.200	17920	98.8
7	07-CCI-7-TL	7	10/10/2019	15.060	31040	174.3
8	08-CCI-7-TL	7	10/10/2019	15.070	36240	203.2
9	09-CCI-7-TL	7	14/10/2019	15.060	32510	182.5
10	10-CCI-7-TA	7	10/10/2019	15.150	26260	145.7
11	11-CCI-7-TA	7	10/10/2019	14.994	22460	127.2

12	12-CCI-7-TA	7	14/10/2019	15.140	26280	146.0
13	13-CCI-28-TL	28	04/11/2019	15.009	38640	218.4
14	14-CCI-28-TL	28	31/10/2019	15.192	40050	220.9
15	15-CCI-28-TL	28	31/10/2019	14.969	38260	217.4
16	16-CCI-28-TA	28	04/11/2019	15.131	40050	222.7
17	17-CCI-28-TA	28	31/10/2019	14.938	36350	207.4
18	18-CCI-28-TA	28	31/10/2019	15.188	39960	220.6

Fuente: ensayos realizados resistencia a la compresión (anexos).

En la tabla 29, se muestran los resultados obtenidos, en el ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Inka tipo ICo; observamos que se hicieron ensayos a edades de 3, 7 y 28 días. Se hicieron los curados a temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y temperatura ambiente (14.8°C), lo cual se está describiendo al final de cada código de cada muestra (TL: temperatura de laboratorio, TA: temperatura ambiente), en tal sentido estos resultados se representan en la en las siguientes figuras.

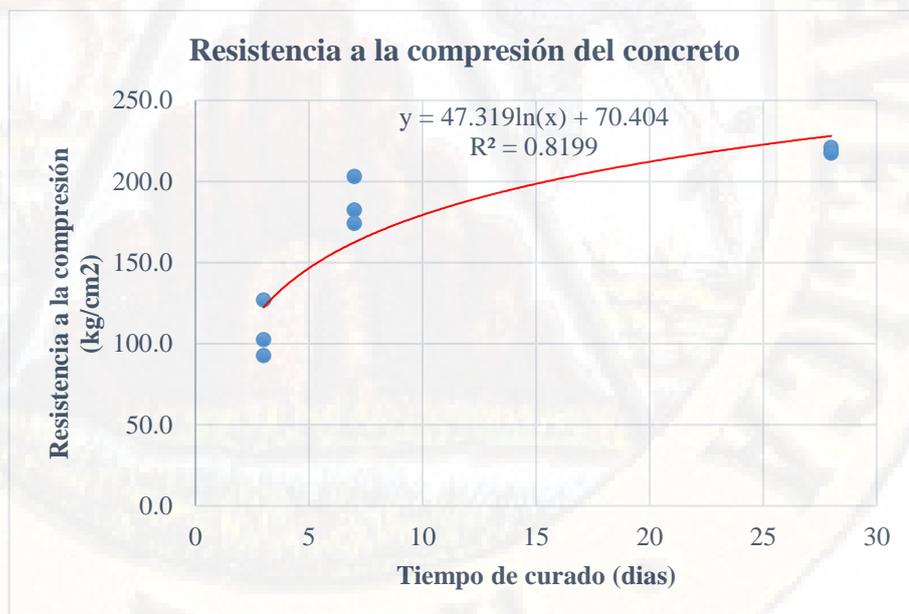


Figura 23. Resistencia a la compresión del concreto del cemento Inka tipo ICo – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Fuente: elaboración propia.

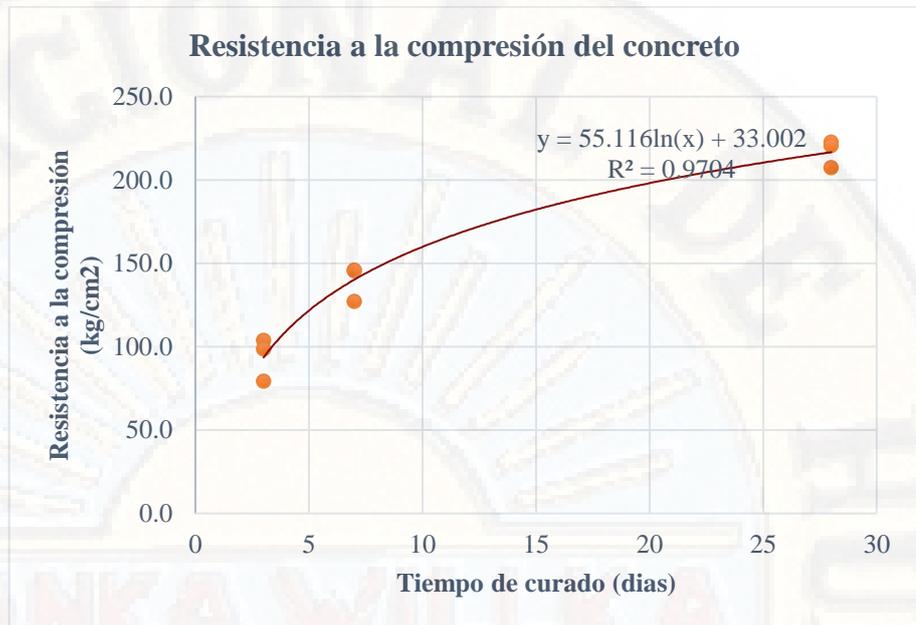


Figura 24. Resistencia a la compresión del concreto del cemento Inka tipo ICo – temperatura ambiente (14.8 °C).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 30. Promedio - resistencia a la compresión del concreto – cemento Inka tipo ICo.

Edad (días)	Tipo de curado	Resistencia promedio f 'c (kg/cm ²)
3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	107.4
3	Ambiente (14.8 °C)	93.9
7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	186.6
7	Ambiente (14.8 °C)	139.6
28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	218.9
28	Ambiente (14.8 °C)	216.9

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 30, se muestran los promedios obtenidos en del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Inka tipo ICo; observamos que las resistencias a las edades de 3, 7 y 28 días de ensayo a temperatura laboratorio son mayores que a temperatura ambiente en promedio, lo cual se refleja en la siguiente figura.

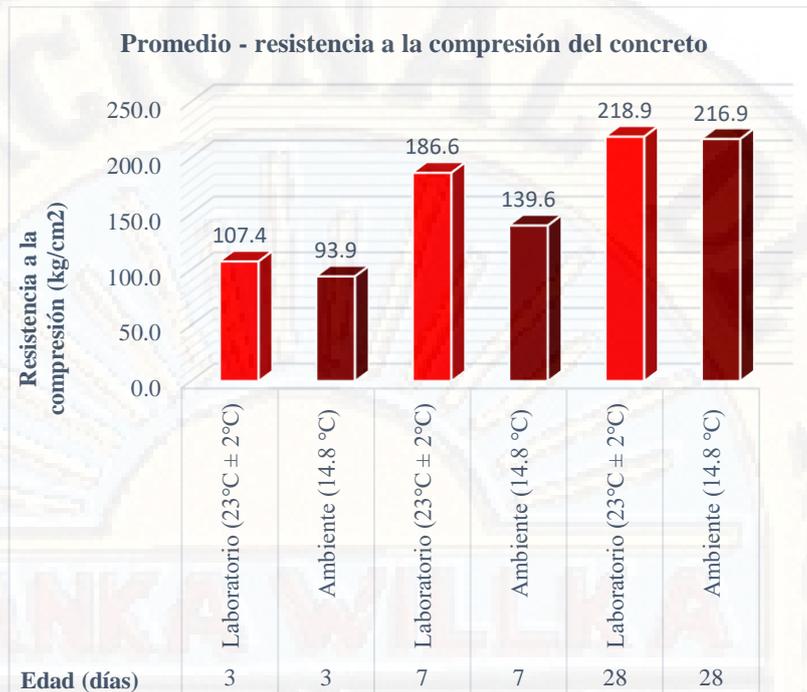


Figura 25. Promedio - resistencia a la compresión del concreto del cemento Inka tipo ICo.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 31. Resistencia a la compresión del concreto – cemento Nacional tipo I.

Nº	Código	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro promedio (Cm)	Carga máxima (Kgf)	f 'c (kg/cm ²)
1	01-CCN-3-TL	3	12/10/2019	15.152	23050	127.8
2	02-CCN-3-TL	3	12/10/2019	14.962	24230	137.8
3	03-CCN-3-TL	3	13/10/2019	15.055	22200	124.7
4	04-CCN-3-TA	3	12/10/2019	15.014	22130	125.0
5	05-CCN-3-TA	3	12/10/2019	14.985	23540	133.5
6	06-CCN-3-TA	3	13/10/2019	15.215	23440	128.9
7	07-CCN-7-TL	7	16/10/2019	15.183	37420	206.7
8	08-CCN-7-TL	7	16/10/2019	15.034	37040	208.7
9	09-CCN-7-TL	7	17/10/2019	15.170	37900	209.7
10	10-CCN-7-TA	7	16/10/2019	15.078	36600	205.0
11	11-CCN-7-TA	7	17/10/2019	15.188	35550	196.2

12	12-CCN-7-TA	7	17/10/2019	15.070	36860	206.7
13	13-CCN-28-TL	28	06/11/2019	15.205	46370	255.4
14	14-CCN-28-TL	28	06/11/2019	15.076	45990	257.6
15	15-CCN-28-TL	28	07/11/2019	15.103	50840	283.8
16	16-CCN-28-TA	28	06/11/2019	15.120	45520	253.5
17	17-CCN-28-TA	28	07/11/2019	15.151	47600	264.0
18	18-CCN-28-TA	28	07/11/2019	15.164	49560	274.4

Fuente: ensayos realizados resistencia a la compresión (anexos).

En la tabla 31, se muestran los resultados obtenidos, en el ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Nacional tipo I; observamos que se hicieron ensayos a edades de 3, 7 y 28 días. Se hicieron los curados a temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y temperatura ambiente (14.8°C), lo cual se está describiendo al final de cada código de cada muestra (TL: temperatura de laboratorio, TA: temperatura ambiente), en tal sentido estos resultados se representan en la en las siguientes figuras.

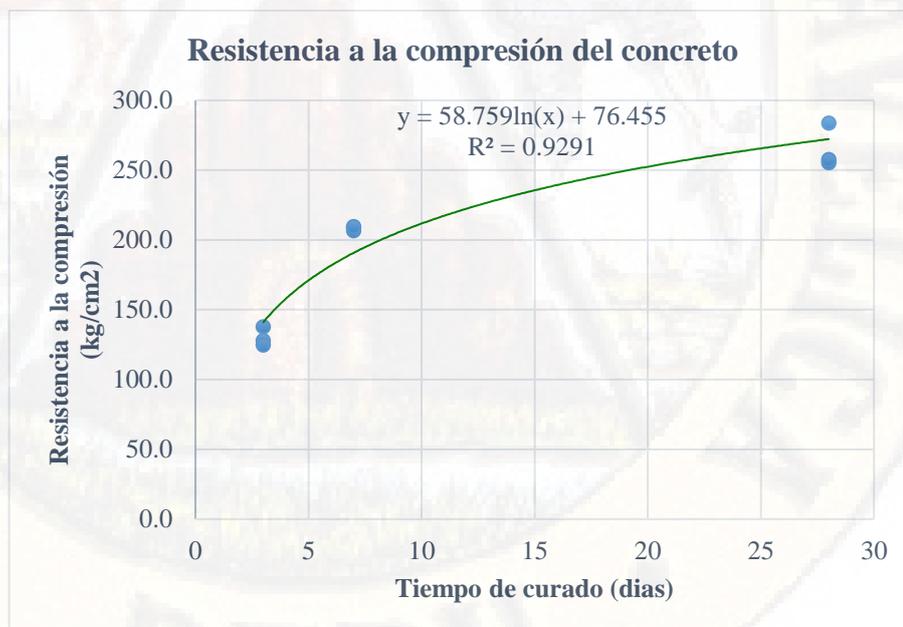


Figura 26. Resistencia a la compresión del concreto del cemento Nacional tipo I – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Fuente: elaboración propia.

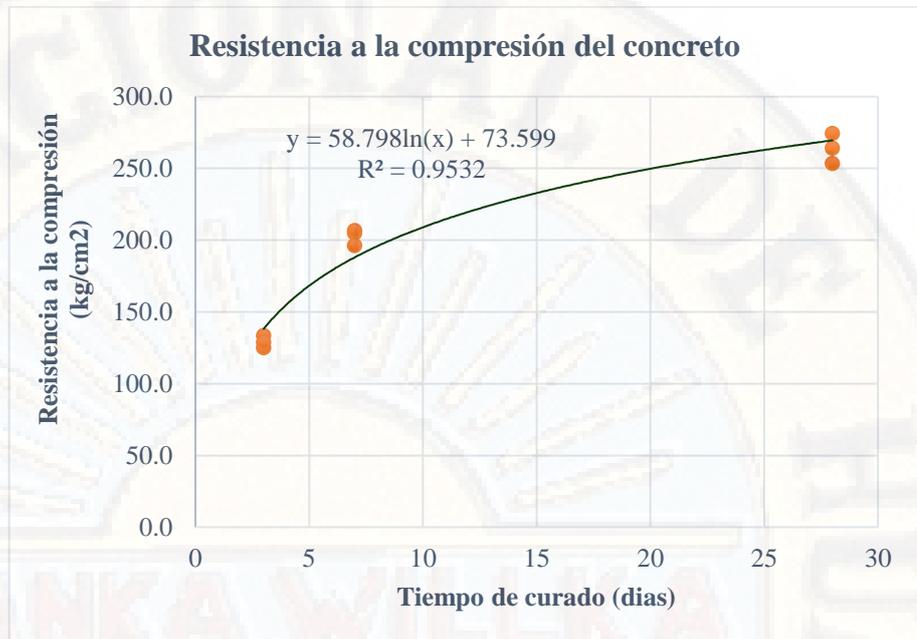


Figura 27. Resistencia a la compresión del concreto del cemento Nacional tipo I – temperatura ambiente (14.8 °C).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 32. Resumen - resistencia a la compresión del concreto – cemento Nacional tipo I.

Edad (días)	Tipo de curado	Resistencia promedio f 'c (kg/cm2)
3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	130.1
3	Ambiente (14.8 °C)	129.1
7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	208.3
7	Ambiente (14.8 °C)	202.6
28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	265.6
28	Ambiente (14.8 °C)	264.0

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 32, se muestran los promedios obtenidos en del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Nacional tipo I; observamos que las resistencias a las edades de 3, 7 y 28 días de ensayo a temperatura laboratorio son mayores que a temperatura ambiente en promedio, lo cual se refleja en la siguiente figura.

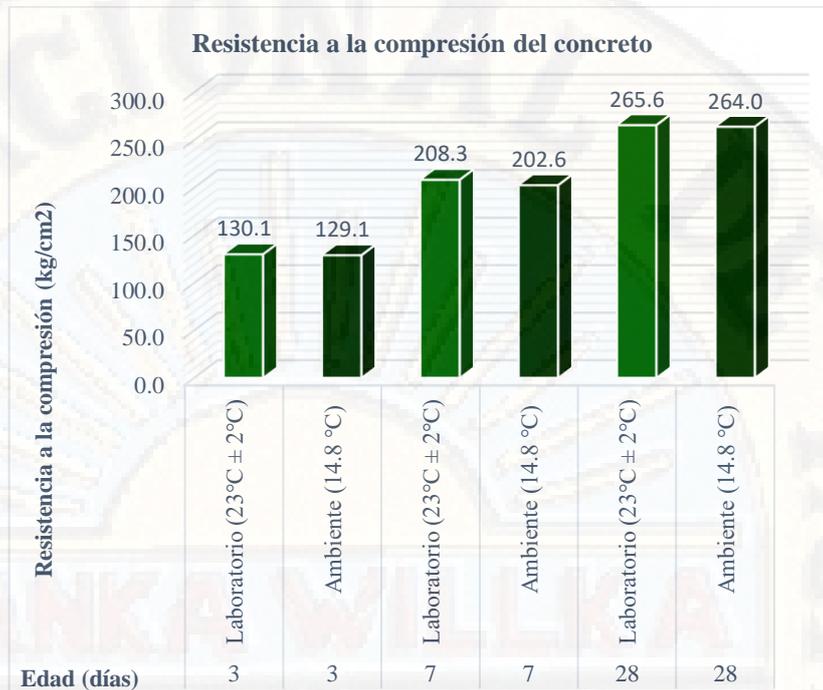


Figura 28. Promedio - resistencia a la compresión del concreto del cemento Nacional tipo I.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 33. Promedio - resistencia a la compresión del concreto – temperatura laboratorio (23°C ± 2°C).

Edad (días)	Cemento Andino tipo I (kg/cm ²)	Cemento Quisqueya tipo I (kg/cm ²)	Cemento Inka tipo ICo (kg/cm ²)	Cemento Nacional tipo I (kg/cm ²)
3	124.5	161.3	107.4	130.1
7	187.7	230.0	186.6	208.3
28	228.2	285.9	218.9	265.6

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 33, se muestran el resumen de los promedios obtenidos en del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I; a un curado en temperatura de laboratorio (23°C ± 2°C), lo cual se refleja en la siguiente figura.

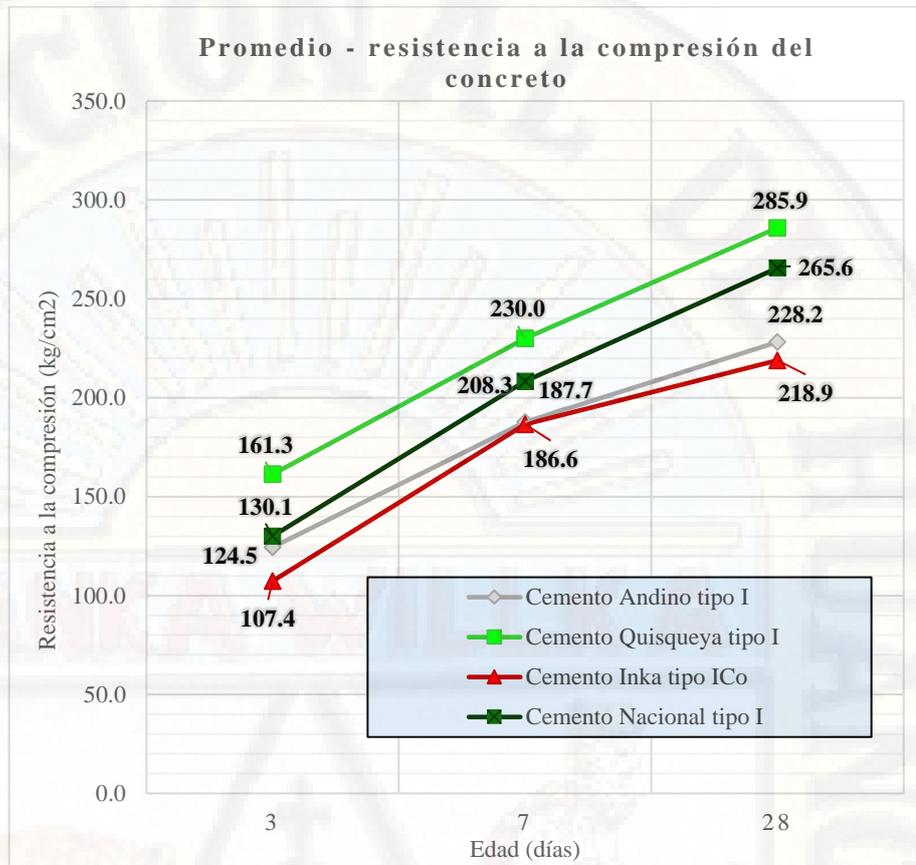


Figura 29. Promedio - resistencia a la compresión del concreto – temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Fuente: elaboración propia.

En la figura 29, observamos que el cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I alcanzan la resistencia de diseño (210 kg/cm^2) a un curado en temperatura laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), se observa que el cemento Quisqueya tipo I supera la resistencia de diseño a la edad de 7 días, y a la edad de 28 días llega a una resistencia de 285.9 kg/cm^2 que es mayor con respecto a los otros cementos.

Tabla 34. Promedio - resistencia a la compresión del concreto – temperatura ambiente (14.8°C).

Edad (días)	Cemento Andino tipo I (Kg/cm ²)	Cemento Quisqueya tipo I (Kg/cm ²)	Cemento Inka tipo ICo (Kg/cm ²)	Cemento Nacional tipo I (Kg/cm ²)
3	115.4	123.7	93.9	129.1

7	175.2	220.2	139.6	202.6
28	244.3	284.0	216.9	264.0

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 34, se muestran el resumen de los promedios obtenidos en del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I; a un Curado en curado en temperatura ambiente (14.8 °C), lo cual se refleja en la siguiente figura.

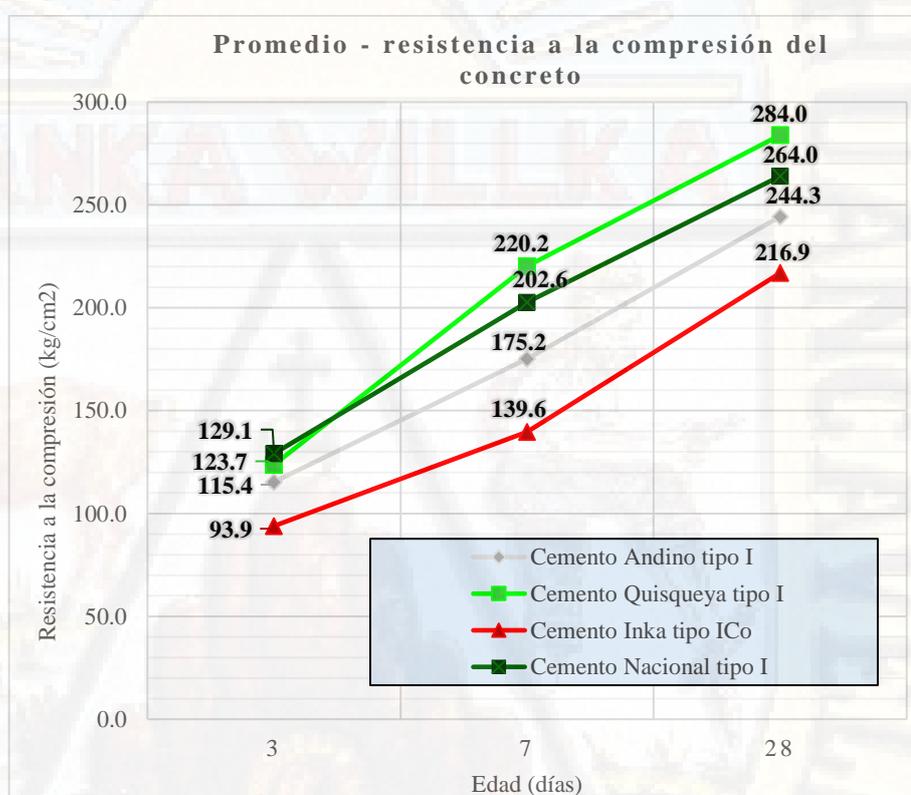


Figura 30. Promedio - resistencia a la compresión del concreto – temperatura ambiente (14.8°C).

Fuente: elaboración propia.

En la figura 30, observamos que el cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I alcanzan la resistencia de diseño (210 kg/cm²) a un curado en temperatura ambiente (14.8 °C), se observa que el cemento Quisqueya tipo I supera la resistencia de diseño a la edad de 7 días, y a la edad de

28 días llega a una resistencia de 284.0 kg/cm² que es mayor con respecto a los otros cementos.

De la figura 29 y figura 30, observamos que el cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I alcanzan la resistencia de diseño (210 kg/cm²) a un curado en temperatura laboratorio (23°C ± 2°C) y curado en temperatura ambiente (14.8 °C).

4.1.3.2. Resistencia a la tracción por compresión diametral

Se realizó el método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto según la NTP 339.084:2012(revisada el 2017), obteniéndose los siguientes resultados, que se muestra a continuación.

Tabla 35. Resistencia a la tracción por compresión diametral.

Nº	Código	Edad (días)	Fecha de rotura	Altura (cm)	Diámetro promedio (cm)	Carga máxima (Kgf)	f 't (kg/cm ²)
1	01-TCA-28-TL	28	22/10/2019	30.154	15.121	25410	35.5
2	02-TCA-28-TL	28	23/10/2019	30.185	15.165	24670	34.3
3	03-TCA-28-TL	28	23/10/2019	30.058	15.186	23580	32.9
4	04-TCA-28-TA	28	23/10/2019	30.102	15.126	23630	33.0
5	05-TCA-28-TA	28	23/10/2019	29.984	15.123	20670	29.0
6	06-TCA-28-TA	28	23/10/2019	30.002	15.207	23500	32.8
7	01-TCQ-28-TL	28	25/10/2019	29.954	15.206	25520	35.7
8	02-TCQ-28-TL	28	29/10/2019	30.104	15.029	23660	33.3
9	03-TCQ-28-TL	28	29/10/2019	30.056	15.171	23220	32.4
10	04-TCQ-28-TA	28	25/10/2019	29.994	15.135	24930	35.0
11	05-TCQ-28-TA	28	29/10/2019	30.040	16.509	22190	28.5
12	06-TCQ-28-TA	28	29/10/2019	30.124	15.176	23690	33.0
13	01-TCI-28-TL	28	31/10/2019	30.138	14.980	24120	34.0
14	02-TCI-28-TL	28	31/10/2019	30.048	15.180	21790	30.4
15	03-TCI-28-TL	28	04/11/2019	29.982	15.016	21190	30.0
16	04-TCI-28-TA	28	31/10/2019	30.129	15.073	20310	28.5
17	05-TCI-28-TA	28	31/10/2019	30.222	15.125	20510	28.6
18	06-TCI-28-TA	28	04/11/2019	29.948	15.030	20790	29.4
19	01-TCN-28-TL	28	06/11/2019	30.008	15.190	25940	36.2

20	02-TCN-28-TL	28	07/11/2019	30.098	14.980	26610	37.6
21	03-TCN-28-TL	28	07/11/2019	30.162	14.940	22090	31.2
22	04-TCN-28-TA	28	06/11/2019	30.006	15.183	25530	35.7
23	05-TCN-28-TA	28	07/11/2019	30.108	14.971	21500	30.4
24	06-TCN-28-TA	28	07/11/2019	30.206	14.952	21430	30.2

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 35, se muestran los resultados obtenidos, en el ensayo para determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto del cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I; observamos que se hicieron ensayos a edades de 28 días. Se hicieron los curados a temperatura de laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y temperatura ambiente (14.8°C), lo cual se está describiendo al final de cada código de cada muestra (TL: temperatura de laboratorio, TA: temperatura ambiente), en tal sentido estos resultados promedios se representan en la en la siguiente figura.

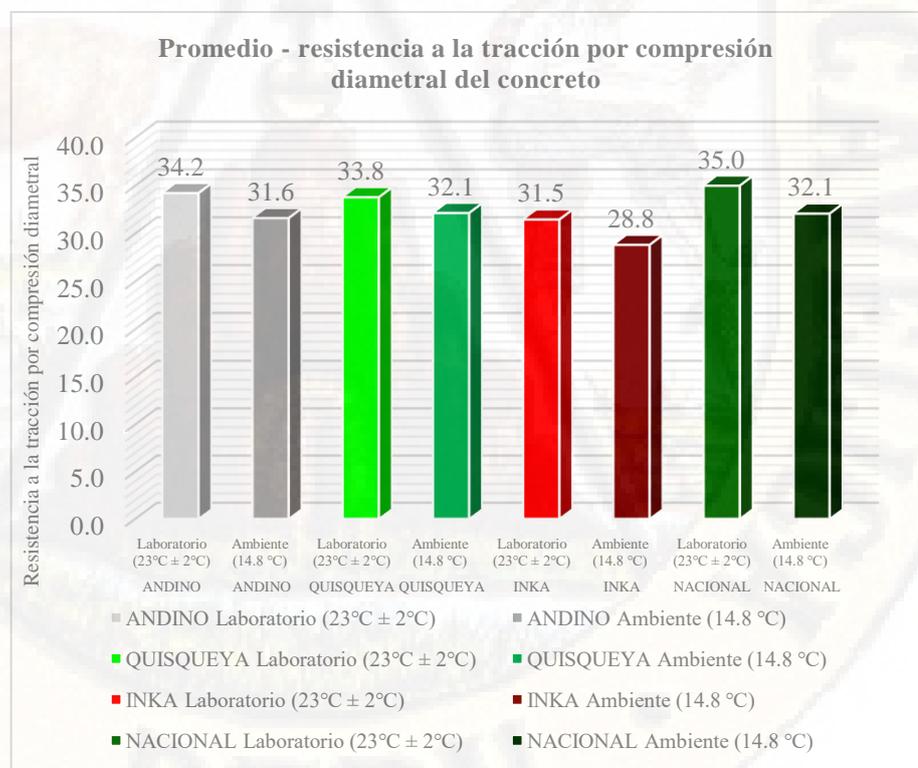


Figura 31. Promedio - resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 31, observamos que el cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I alcanzan la resistencia de diseño (210 kg/cm²) a un curado en temperatura laboratorio (23°C ± 2°C) y a un curado en temperatura ambiente (14.8 °C), se observa que el cemento Nacional tipo I llega a una resistencia de tracción de 35.0 kg/cm² en un curado en temperatura laboratorio (23°C ± 2°C) que es mayor con respecto a los otros cementos, también se observa que el cemento Quisqueya tipo I y cemento Nacional tipo I llegan a una resistencia de tracción de 32.1 kg/cm² en un curado en temperatura ambiente (14.8 °C) que es mayor con respecto a los otros cementos

4.1.3.3. Módulo elástico

Se realizó el método de ensayo para determinar el módulo elástico del concreto según el ACI 318, obteniéndose los siguientes resultados, que se muestra a continuación.

Tabla 36. *Módulo elástico del concreto – cemento Andino tipo I.*

Nº	Edad (días)	Tipo de curado	Módulo elástico Ec (kg/cm ²)	Promedio - módulo elástico Ec (kg/cm ²)
1	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.69E+05	1.77E+05
2	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.87E+05	
3	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.75E+05	
4	3	Ambiente (14.8°C)	1.68E+05	1.71E+05
5	3	Ambiente (14.8°C)	1.71E+05	
6	3	Ambiente (14.8°C)	1.73E+05	
7	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.19E+05	2.18E+05
8	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.10E+05	
9	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.23E+05	
10	7	Ambiente (14.8°C)	2.09E+05	2.10E+05
11	7	Ambiente (14.8°C)	2.04E+05	
12	7	Ambiente (14.8°C)	2.18E+05	
13	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.54E+05	2.48E+05
14	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.49E+05	
15	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.43E+05	

16	28	Ambiente (14.8°C)	2.42E+05	2.40E+05
17	28	Ambiente (14.8°C)	2.41E+05	
18	28	Ambiente (14.8°C)	2.37E+05	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 36, se muestran los resultados obtenidos, del módulo elástico del concreto del cemento Andino tipo I; estos resultados se obtuvieron con los resultados de peso unitario y resistencia a la compresión del concreto del cemento Andino tipo I, hallados en esta investigación.

Tabla 37. *Módulo elástico del concreto – cemento Quisqueya tipo I.*

Nº	Edad (días)	Tipo de Curado	Módulo elástico Ec (kg/cm ²)	Promedio - módulo elástico Ec (kg/cm ²)
1	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.04E+05	2.01E+05
2	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.07E+05	
3	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.93E+05	
4	3	Ambiente (14.8°C)	1.75E+05	1.76E+05
5	3	Ambiente (14.8°C)	1.87E+05	
6	3	Ambiente (14.8°C)	1.67E+05	
7	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.37E+05	2.40E+05
8	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.43E+05	
9	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.41E+05	
10	7	Ambiente (14.8°C)	2.35E+05	2.35E+05
11	7	Ambiente (14.8°C)	2.38E+05	
12	7	Ambiente (14.8°C)	2.33E+05	
13	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.74E+05	2.68E+05
14	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.60E+05	
15	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.69E+05	
16	28	Ambiente (14.8°C)	2.73E+05	2.67E+05
17	28	Ambiente (14.8°C)	2.66E+05	
18	28	Ambiente (14.8°C)	2.62E+05	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 37, se muestran los resultados obtenidos, del módulo elástico del concreto del cemento Quisqueya tipo I; estos resultados se obtuvieron con los resultados de peso unitario y resistencia a la

comprensión del concreto del cemento Quisqueya tipo I hallados en esta investigación.

Tabla 38. *Módulo elástico del concreto – cemento Inka tipo ICo.*

Nº	Edad (días)	Tipo de curado	Módulo elástico Ec (kg/cm ²)	Promedio - módulo elástico Ec (kg/cm ²)
1	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.60E+05	1.64E+05
2	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.52E+05	
3	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.78E+05	
4	3	Ambiente (14.8°C)	1.61E+05	1.53E+05
5	3	Ambiente (14.8°C)	1.41E+05	
6	3	Ambiente (14.8°C)	1.57E+05	
7	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.09E+05	2.16E+05
8	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.25E+05	
9	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.14E+05	
10	7	Ambiente (14.8°C)	1.91E+05	1.87E+05
11	7	Ambiente (14.8°C)	1.78E+05	
12	7	Ambiente (14.8°C)	1.91E+05	
13	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.34E+05	2.34E+05
14	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.35E+05	
15	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.33E+05	
16	28	Ambiente (14.8°C)	2.36E+05	2.33E+05
17	28	Ambiente (14.8°C)	2.28E+05	
18	28	Ambiente (14.8°C)	2.35E+05	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 38, se muestran los resultados obtenidos, del módulo elástico del concreto del cemento Inka tipo ICo; estos resultados se obtuvieron con los resultados de peso unitario y resistencia a la comprensión del concreto del cemento Inka tipo ICo hallados en esta investigación.

Tabla 39. *Módulo elástico del concreto – cemento Nacional tipo I.*

Nº	Edad (días)	Tipo de curado	Módulo elástico Ec (kg/cm ²)	Promedio – módulo elástico Ec (kg/cm ²)
1	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.78E+05	1.80E+05
2	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.85E+05	

3	3	Laboratorio (23°C ± 2°C)	1.76E+05	
4	3	Ambiente (14.8°C)	1.76E+05	
5	3	Ambiente (14.8°C)	1.82E+05	1.79E+05
6	3	Ambiente (14.8°C)	1.79E+05	
7	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.26E+05	
8	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.28E+05	2.27E+05
9	7	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.28E+05	
10	7	Ambiente (14.8°C)	2.26E+05	
11	7	Ambiente (14.8°C)	2.21E+05	2.24E+05
12	7	Ambiente (14.8°C)	2.26E+05	
13	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.52E+05	
14	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.53E+05	2.57E+05
15	28	Laboratorio (23°C ± 2°C)	2.65E+05	
16	28	Ambiente (14.8°C)	2.51E+05	
17	28	Ambiente (14.8°C)	2.56E+05	2.56E+05
18	28	Ambiente (14.8°C)	2.61E+05	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 39, se muestran los resultados obtenidos, del módulo elástico del concreto del cemento Nacional tipo I; estos resultados se obtuvieron con los resultados de peso unitario y resistencia a la compresión del concreto del cemento Nacional tipo I hallados en esta investigación.

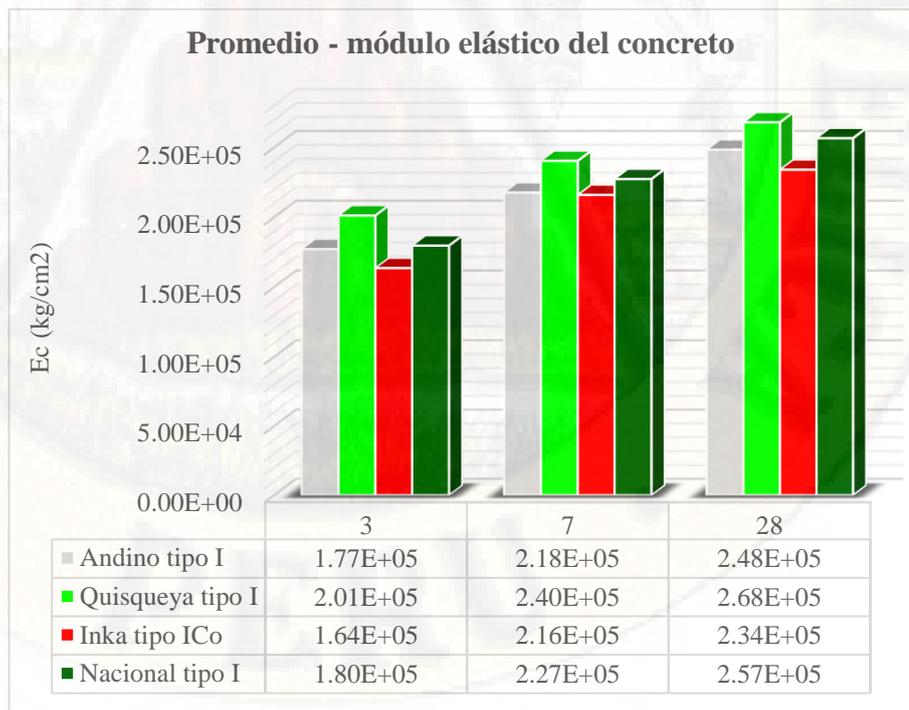


Figura 32. Promedio – módulo elástico del concreto – temperatura laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Fuente: elaboración propia

En la figura 32, observamos que el cemento Quisqueya tipo I a un curado en temperatura laboratorio ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) a edad de 28 días, llega a un módulo elástico de $2.68\text{E}+05 \text{ kg/cm}^2$ que es mayor con respecto a los otros cementos.

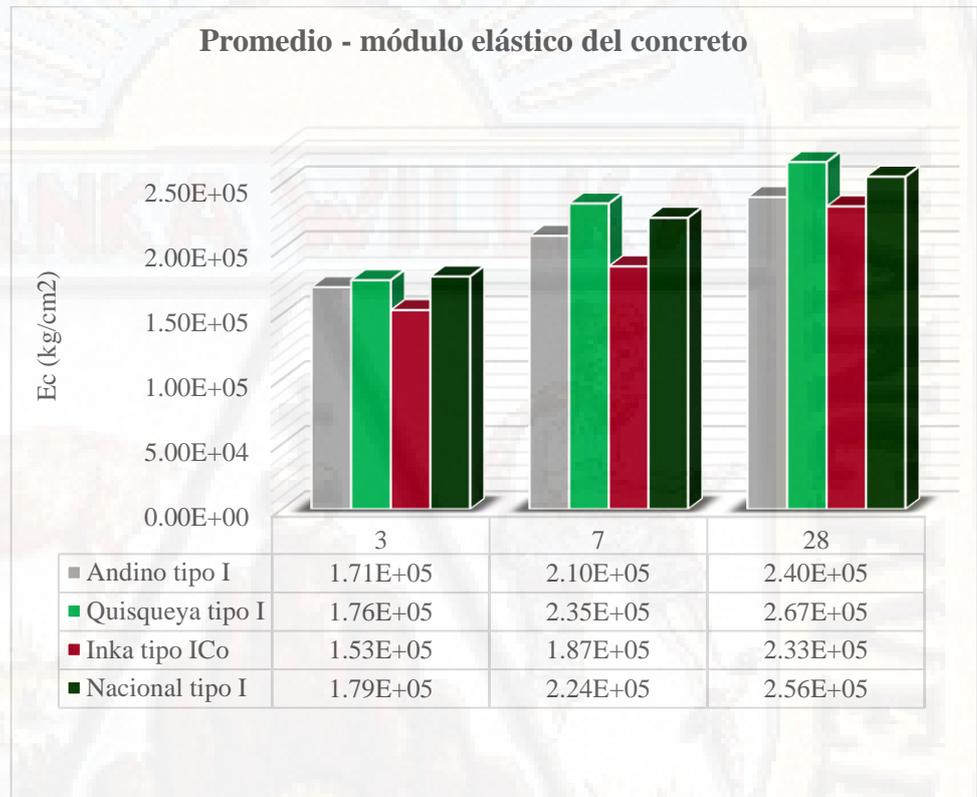


Figura 33. Promedio – módulo elástico del concreto – temperatura ambiente (14.8°C).

Fuente: elaboración propia.

En la figura 33, observamos que el cemento Quisqueya tipo I a un curado en temperatura ambiente (14.8°C) a edad de 28 días, llega a un módulo elástico de $2.67\text{E}+05 \text{ kg/cm}^2$ que es mayor con respecto a los otros cementos.

4.2. Prueba de hipótesis

Tabla 40. *Resumen de resultados de ensayos.*

ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO						
RESUMEN						
Ensayos	Und.	Cemento Andino tipo I	Cemento Quisqueya tipo I	Cemento Inka tipo ICo	Cemento Nacional tipo I	
Consistencia	mm	92.50	85.00	80.00	80.00	
Peso unitario	kg/m ³	2344.80	2340.60	2337.30	2330.70	
Exudación	%	1.483	3.048	2.281	4.354	
Contenido de aire	%	2.15	1.95	1.85	1.55	

ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO						
RESUMEN						
Ensayos	Und.	Cemento Andino tipo I	Cemento Quisqueya tipo I	Cemento Inka tipo ICo	Cemento Nacional tipo I	
Resistencia a la compresión						
3 días	Laboratorio (23°C ± 2°C)	kg/cm ²	124.5	161.3	107.4	130.1
3 días	Ambiente (14.8°C)	kg/cm ²	115.4	123.7	93.9	129.1
7 días	Laboratorio (23°C ± 2°C)	kg/cm ²	187.7	230.0	186.6	208.3
7 días	Ambiente (14.8°C)	kg/cm ²	175.2	220.2	139.6	202.6
28 días	Laboratorio (23°C ± 2°C)	kg/cm ²	244.3	285.9	218.9	265.6
28 días	Ambiente (14.8°C)	kg/cm ²	228.2	284.0	216.9	264.0
Resistencia a la tracción						
28 días	Laboratorio (23°C ± 2°C)	kg/cm ²	34.2	33.8	31.5	35.0
28 días	Ambiente (14.8°C)	kg/cm ²	31.6	32.1	28.8	32.1
Módulo elástico						
3 días	Laboratorio (23°C ± 2°C)	kg/cm ²	1.77E+05	2.01E+05	1.64E+05	1.80E+05
3 días	Ambiente (14.8°C)	kg/cm ²	1.71E+05	1.76E+05	1.53E+05	1.79E+05
7 días	Laboratorio (23°C ± 2°C)	kg/cm ²	2.18E+05	2.40E+05	2.16E+05	2.27E+05
7 días	Ambiente (14.8°C)	kg/cm ²	2.10E+05	2.35E+05	1.87E+05	1.24E+05
28 días	Laboratorio (23°C ± 2°C)	kg/cm ²	2.48E+05	2.68E+05	2.34E+05	2.57E+05
28 días	Ambiente (14.8°C)	kg/cm ²	2.40E+05	2.67E+05	2.33E+05	2.56E+05

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 40, vemos un resumen detallado de los valores obtenidos en los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido, en el ensayo para determinar los valores de la propiedad de la consistencia, la propiedad del peso unitario, la

propiedad de la exudación, la propiedad del contenido de aire, la propiedad de la resistencia a la compresión, la propiedad de la resistencia a la tracción por compresión diametral y la propiedad del módulo elástico del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), se obtuvieron resultados diferentes, en consecuencia no tienen el mismo valor en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.

4.3. Discusión de resultados

A partir de los resultados obtenidos se pudo verificar cada objetivo específico planteado, de una mezcla de concreto en las mismas condiciones, misma cantidad de agregado fino y agregado grueso, misma cantidad de agua, misma cantidad de cemento de los diferentes cementos planteados (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I).

Respecto a determinar el valor de la propiedad de la consistencia del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. La consistencia o ensayo de asentamiento de todas las muestras están dentro del rango comprendido entre 75.00 mm y 100.00 mm cumpliéndose así el asentamiento del diseño de mezcla para todos los cementos, evidenciándose una consistencia plástica.

Respecto a determinar el valor de la propiedad del peso unitario del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. El peso unitario del concreto de todas las muestras está dentro del rango comprendido entre 2200 kg/m³ y 2400 kg/m³ cumpliéndose así el peso unitario para todos los cementos, que está dentro del rango de concretos normales.

Respecto a determinar el valor de la propiedad de la exudación del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. El porcentaje de

exudación del concreto en el cemento Nacional tipo I es mayor con respecto a los demás cementos estudiados con un valor promedio de 4.354 %.

Respecto a determinar el valor de la propiedad del contenido de aire del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. El porcentaje de contenido de aire del concreto en el cemento Andino tipo I es mayor con respecto a los demás cementos estudiados con un valor promedio de 2.15 %.

Respecto a determinar el valor de la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. El ensayo de resistencia a la compresión del concreto de los especímenes estudiados, alcanzaron la resistencia de diseño (210 kg/cm²) a la edad de 28 días, cabe señalar que la mayor resistencia de compresión promedio alcanza es utilizando el cemento Quisqueya tipo I con respecto a los demás cementos estudiados.

Respecto a determinar el valor de la propiedad de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. El ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto de los especímenes estudiados, están dentro del rango de 8% y 20% de la resistencia a la compresión de cada cemento.

Respecto a determinar el valor de la propiedad de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. El ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto de los especímenes estudiados, están dentro del rango de 8% y 20% de la resistencia a la compresión de cada cemento.

CONCLUSIONES

- Los valores de la consistencia del concreto, de las muestras elaboradas con los cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), están dentro del rango comprendido entre 75.00 mm y 100.00 mm cumpliéndose así el asentamiento del diseño de mezcla, estos valores obtenidos son diferentes.
- Los valores del peso unitario del concreto, de las muestras elaboradas con los cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), están dentro del rango comprendido entre 2240 kg/m³ y 2460 kg/m³, los resultados varían dependiendo del peso específico de cada cemento, estos valores obtenidos son diferentes.
- Los valores de la exudación del concreto, de las muestras elaboradas con los cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), la del cemento Nacional tipo I es mayor con respecto a los demás cementos estudiados con un valor promedio de 4.354 %, estos valores obtenidos son diferentes.
- Los valores del contenido de aire del concreto, de las muestras elaboradas con los cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), son menores de lo permitido (5.5% ± 0.5%), lo cual indica que es un buen indicador para una óptima resistencia del concreto, estos valores obtenidos son diferentes.
- Los valores de la resistencia a la compresión del concreto, de las muestras elaboradas con los cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), alcanzaron la resistencia de diseño (210kg/cm²) a una edad de 28 días, estos valores obtenidos son diferentes. La resistencia por compresión del concreto a un tipo de curado a laboratorio (23°C±2°C) es mayor que a un tipo de curado a temperatura ambiente (14.8°C) utilizando los cementos planteados (cemento Andino tipo

I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I). El concreto con mayor resistencia a la compresión a una edad de 28 días en un tipo de curado a laboratorio ($23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) se obtuvo con el cemento Quisqueya tipo I, alcanzando una resistencia promedio de 285.9 kg/cm^2 , que es un 136.14% con respecto al diseño de mezcla (210 kg/cm^2). El concreto con mayor resistencia a la compresión a una edad de 28 días en un tipo de curado a temperatura ambiente (14.8°C) se obtuvo con el cemento Quisqueya tipo I, alcanzando una resistencia promedio de 284.0 kg/cm^2 , que es un 135.22% con respecto al diseño de mezcla (210 kg/cm^2).

- Los valores de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto, utilizando el cemento Andino tipo I la resistencia a la tracción es aproximadamente el 13.9 % de la resistencia a la compresión, utilizando el cemento Quisqueya tipo I la resistencia a la tracción es aproximadamente el 11.6 % de la resistencia a la compresión, utilizando el cemento Inka tipo ICo la resistencia a la tracción es aproximadamente el 13.8 % de la resistencia a la compresión y utilizando el cemento Nacional tipo I la resistencia a la tracción es aproximadamente el 12.7 % de la resistencia a la compresión.
- Los valores del módulo elástico del concreto, utilizando cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I, estos valores obtenidos varían de acuerdo a la propiedad del peso unitario y resistencia a la compresión del concreto.

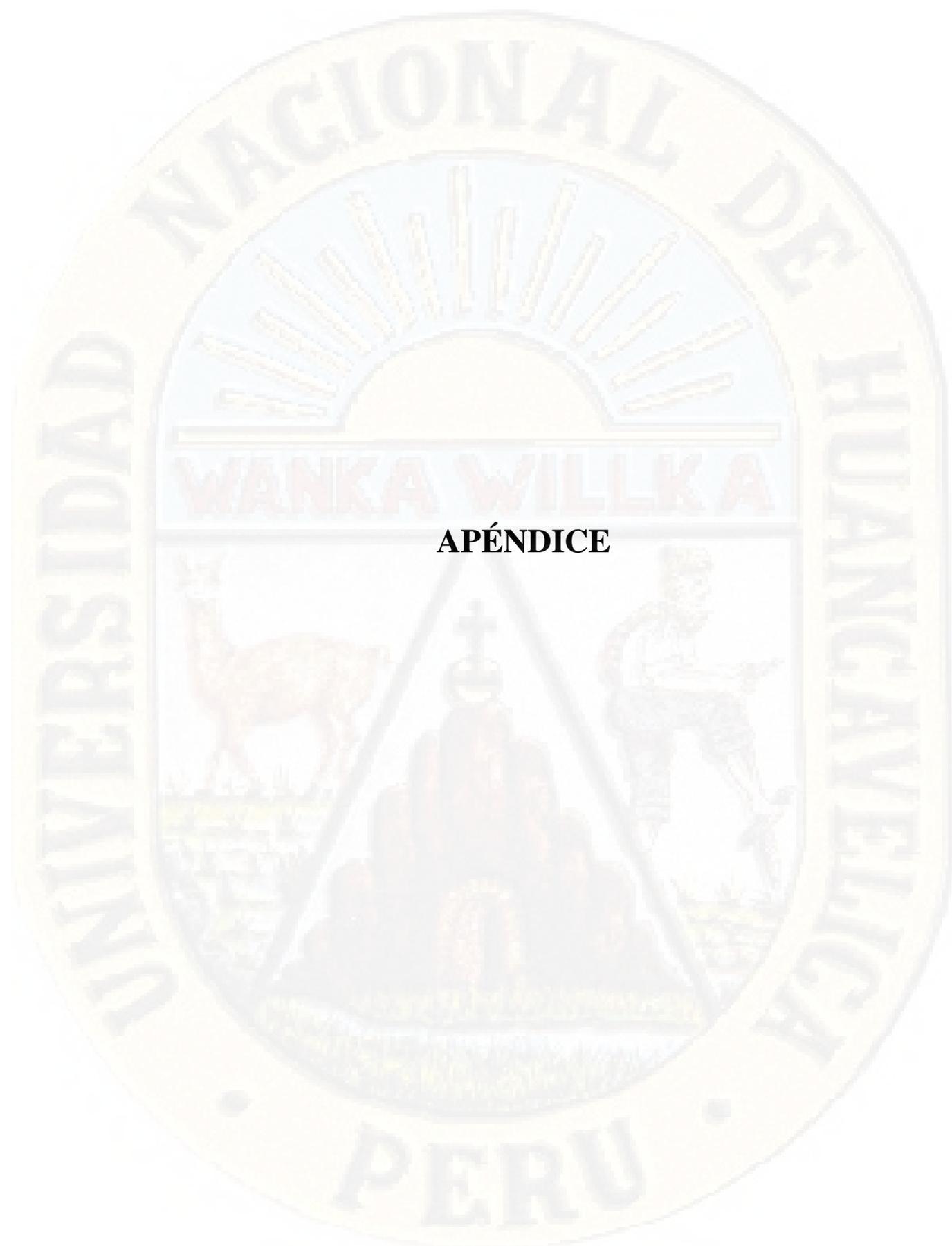
RECOMENDACIONES

- Considerar los resultados de la presente tesis para nuevos proyectos de investigación de otros tipos de cemento, otros tipos de agregados y diferentes tipos de diseños de mezcla, y así ver el comportamiento que abarcan en los ensayos del concreto.
- Se recomienda utilizar el cemento Quisqueya tipo I si se requiere obtener mayores resistencias en menores tiempos previstos, ya que a la edad de 7 días se alcanzó el diseño de mezcla planteado (210 kg/cm²).
- Al momento de los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido, se debe seguir cuidadosamente los requisitos y procedimientos que estipula en la Norma Técnica Peruana (NTP), para cada tipo de ensayo.
- El laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, debe adquirir nuevos equipos para realizar más ensayos del concreto en estado fresco y endurecido, y así tener un panorama más amplio del comportamiento del concreto utilizando diferentes cementos.

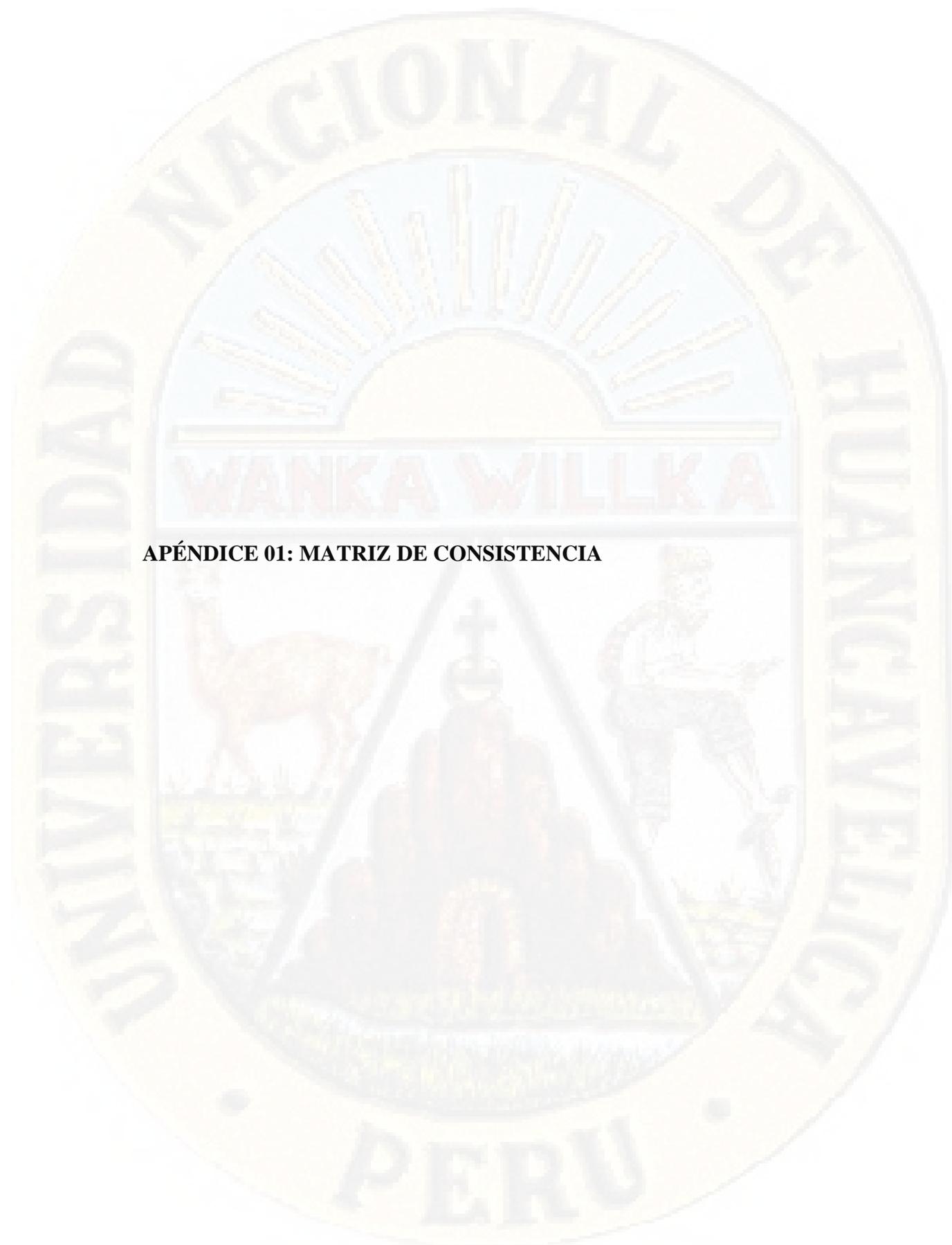
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)*. Lima: San Marcos.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. (2002). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91)*. Estados Unidos.
- Arauco Vera, S. E. (2010). *Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento de la república dominicana quisqueya portland- tipo 1*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Botto Lugo, R. I., & Santacruz Pachón, P. A. (Recuperado en enero del 2017). *Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanocompuestos de carbono*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *METODOLOGÍA de la Investigación*. México: MCGRAW-HILL.
- NTP 334.009. (2005). *CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos*. Lima-Perú: INDECOPI.
- NTP 334.090. (2001). *CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 339.034. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 339.035. (2015). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 339.046. (2018). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 339.077. (2018). *CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto*. Lima - Perú: INDECOPI.

- NTP 339.082. (2017). *CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 339.084. (2017). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 339.088. (2006). *HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 339.183. (2003). *HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en laboratorio*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 400.012. (2018). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso de morteros y hormigones (concretos)*. Lima - Perú: INDECOPI.
- Pacheco Flores, L. M. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui.
- Polanco Rodríguez, A. (s.f.). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto*. Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Porrero S., J., Ramos R., C., Grases G., J., & J. Velazco, G. (2009). *Manual del concreto Estructural*. Caracas - Venezuela: Sidetur.
- Tesillo Ayala, A. (2004). *Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento portland tipo 1 y utilizando un aditivo plastificante*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.



APÉNDICE



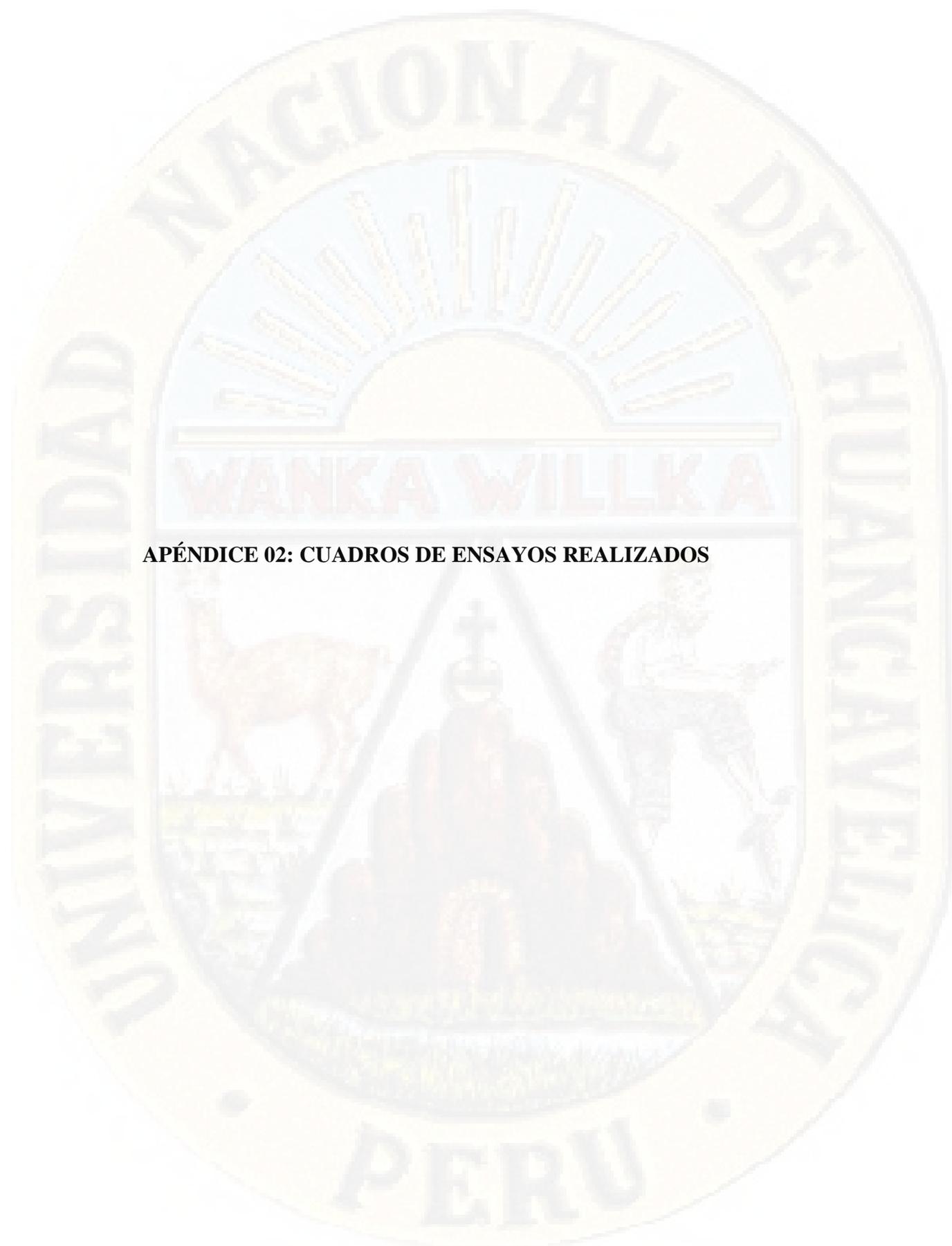
APÉNDICE 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA”

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el valor de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>a. ¿Cuál es el valor de la propiedad de la consistencia del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>b. ¿Cuál es el valor de la propiedad del peso unitario del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>c. ¿Cuál es el valor de la propiedad de la</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el valor de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a. Determinar el valor de la propiedad de la consistencia del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>b. Determinar el valor de la propiedad del peso unitario del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>c. Determinar el valor de la propiedad de la exudación</p>	<p>Antecedentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pontificia Universidad Javeriana, Colombia - (2017): Botto y Santacruz “evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanocompuestos de carbono”. • Universidad José Carlos Mariátegui-Perú-(2017): Pacheco Flores. “propiedades del concreto en estado fresco y endurecido”. • Universidad Nacional de Ingeniería-Perú-(2010): Arauco Vera. “estudio de las propiedades del 	<p>Hipótesis general</p> <p>Tienen el mismo valor en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido la utilización de cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>a. Tienen el mismo valor en la propiedad de la consistencia del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>b. Tienen el mismo valor en la propiedad del peso unitario del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>c. Tienen el mismo valor en la propiedad de la</p>	<p>Identificación de variables:</p> <p>a. Variable dependiente:</p> <p>Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.</p> <p>b. Variable independiente :</p> <p>Cementos comerciales.</p> <p>Dimensiones</p> <p>Cemento Andino tipo I</p>	<p>Tipo: aplicada.</p> <p>Nivel: descriptivo.</p> <p>Diseño: descriptivo - transversal.</p> <p>M1 ---- E1 ----R1</p> <p>Donde:</p> <p>M1: muestras</p> <p>E1: estudios (ensayos)</p> <p>R1: resultados.</p> <p>Población y muestra:</p> <p>población</p> <p>96 probetas.</p> <p>muestra</p> <p>96 probetas.</p> <p>Técnicas instrumentos: e</p>

<p>exudación del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>d. ¿Cuál es el valor de la propiedad del contenido de aire del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>e. ¿Cuál es el valor de la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>f. ¿Cuál es el valor de la propiedad de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>g. ¿Cuál es el valor de la propiedad del módulo elástico del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica?</p>	<p>del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>d. Determinar el valor de la propiedad del contenido de aire del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>e. Determinar el valor de la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>f. Determinar el valor de la propiedad de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>g. Determinar el valor de la propiedad del módulo elástico del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p>	<p>concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento de la república dominicana quisqueya portland- tipo 1”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Universidad Nacional de Ingeniería-Perú- (2004): Tesillo Ayala. “estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento portland tipo 1 y utilizando un aditivo plastificante”. <p>Marco teórico referencial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concreto. • Cemento Portland. • Cementos comerciales en Huancavelica. • Agregados. • Agua. • Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. • Diseño de mezcla. 	<p>exudación del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>d. Tienen el mismo valor en la propiedad del contenido de aire del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>e. Tienen el mismo valor en la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>f. Tienen el mismo valor en la propiedad de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>g. Tienen el mismo valor en la propiedad del módulo elástico del concreto utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica.</p>	<p>Cemento Nacional tipo I</p> <p>Cemento Quisqueya tipo I</p> <p>Cemento Inka tipo ICO</p> <p>Propiedades del concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consistencia • Peso unitario • Exudación • Contenido de aire • Resistencia a la compresión • Resistencia a la tracción por compresión diametral • Módulo elástico. 	<p>- Observación: ficha de observación directa e indirecta.</p> <p>- Análisis documental. Técnicas de procesamiento de datos</p> <p>Utilizaremos gráfica de barras o histograma.</p> <p>Para la presentación de datos se plasmará mediante gráficos y tablas de sencilla realización y de las cual habrá una interpretación detallada. Se utilizará tabla de porcentajes e histogramas de frecuencias y demás gráficos o tablas para detallar los resultados de la investigación planteada con la ayuda del programa Excel 2019 en una elaboración propia.</p>
--	--	---	--	--	--



APÉNDICE 02: CUADROS DE ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de resultados de los ensayos del concreto realizados en estado fresco y estado endurecido

1. Medición del asentamiento del concreto.

ENSAYO A LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO			
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA		
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA		
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCVELICA		
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA		
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo		
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA E.P. INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA		
CONSISTENCIA			
NTP 339.035			
N° Muestra	FECHA	CEMENTO	ASENTAMIENTO (mm)
01	24/09/2019	Cemento Andino tipo I	90.00
02	25/09/2019	Cemento Andino tipo I	95.00
03	27/09/2019	Cemento Quisqueya tipo I	90.00
04	01/10/2019	Cemento Quisqueya tipo I	80.00
05	03/10/2019	Cemento Inka tipo ICo	85.00
06	07/10/2019	Cemento Inka tipo ICo	75.00
07	09/10/2019	Cemento Nacional tipo I	75.00
08	10/10/2019	Cemento Nacional tipo I	85.00

2. Medición del peso unitario del concreto.

ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA
PESO UNITARIO	
NTP 339.046:2008 (Revisada el 2018)	
Muestra	: N° 01
Cemento	: Cemento Andino tipo I
Fecha	: 24/09/2019
Masa del recipiente + concreto (Kg)	: 22.790
Masa del recipiente (Kg)	: 10.250
Volumen del recipiente (m3)	: 0.0053
Peso unitario (kg/m3)	: 2332.1
Muestra	: N° 02
Cemento	: Cemento Andino tipo I
Fecha	: 25/09/2019
Masa del recipiente + concreto (Kg)	: 22.745
Masa del recipiente (Kg)	: 10.250
Volumen del recipiente (m3)	: 0.0053
Peso unitario (kg/m3)	: 2357.5
Muestra	: N° 03
Cemento	: Cemento Quisqueya tipo I
Fecha	: 27/09/2019
Masa del recipiente + concreto (Kg)	: 22.550
Masa del recipiente (Kg)	: 10.250
Volumen del recipiente (m3)	: 0.0053
Peso unitario (kg/m3)	: 2320.8

ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA
PESO UNITARIO	
NTP 339.046:2008 (Revisada el 2018)	
Muestra	: N° 04
Cemento	: Cemento Quisqueya tipo I
Fecha	: 01/10/2019
Masa del recipiente + concreto (Kg)	: 22.760
Masa del recipiente (Kg)	: 10.250
Volumen del recipiente (m3)	: 0.0053
Peso unitario (kg/m3)	: 2360.4
Muestra	: N° 05
Cemento	: Cemento Inka tipo ICo
Fecha	: 03/10/2019
Masa del recipiente + concreto (Kg)	: 22.570
Masa del recipiente (Kg)	: 10.250
Volumen del recipiente (m3)	: 0.0053
Peso unitario (kg/m3)	: 2324.5
Muestra	: N° 06
Cemento	: Cemento Inka tipo ICo
Fecha	: 07/10/2019
Masa del recipiente + concreto (Kg)	: 22.705
Masa del recipiente (Kg)	: 10.250
Volumen del recipiente (m3)	: 0.0053
Peso unitario (kg/m3)	: 2350.0

ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA
PESO UNITARIO	
NTP 339.046:2008 (Revisada el 2018)	
Muestra	: N° 07
Cemento	: Cemento Nacional tipo I
Fecha	: 09/10/2019
Masa del recipiente + concreto (Kg)	: 22.665
Masa del recipiente (Kg)	: 10.250
Volumen del recipiente (m3)	: 0.0053
Peso unitario (kg/m3)	: 2342.5
Muestra	: N° 08
Cemento	: Cemento Nacional tipo I
Fecha	: 10/10/2019
Masa del recipiente + concreto (Kg)	: 22.540
Masa del recipiente (Kg)	: 10.250
Volumen del recipiente (m3)	: 0.0053
Peso unitario (kg/m3)	: 2318.9

3. Medición de la exudación del concreto.

ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO						
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA					
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA					
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA					
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA					
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo					
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA					
EXUDACIÓN						
NTP 339.077: 2013 (Revisada el 2018)						
CEMENTO ANDINO TIPO I						
N° de muestra	Intervalos de tiempo	Fecha	Volumen de agua exudada (mL)	Volumen de agua exudada acumulada (mL)	Área expuesta del concreto (cm ²)	Volumen de agua exudada acumulada por unidad de superficie (mL/cm ²)
		24/09/2019				
		Hora				
01	00	12:25:00 p.m.				
	+10 m	12:35:00 p.m.	0.000	0.000	855.3	0.000000
	+10 m	12:45:00 p.m.	2.000	2.000	855.3	0.002338
	+10 m	12:55:00 p.m.	2.610	4.610	855.3	0.005390
	+10 m	01:05:00 p.m.	2.360	6.970	855.3	0.008149
	+30 m	01:35:00 p.m.	24.870	31.840	855.3	0.037227
	+30 m	02:05:00 p.m.	18.740	50.580	855.3	0.059137
	+30 m	02:35:00 p.m.	10.300	60.880	855.3	0.071180
	+30 m	03:05:00 p.m.	4.000	64.880	855.3	0.075857
Muestra		: N° 01				
Cemento		: Cemento Andino tipo I				
Fecha		: 24/09/2019				
Método de ensayo		: Muestra consolidada por varillado				
Agua neta		: 22.04 kg				
Masa total de la tanda		: 283.36 kg				
Masa de la muestra + recipiente		: 71583 gr				
Masa del recipiente		: 12455 gr				
Masa de la muestra		: 59128 gr				
Masa del agua en la muestra		: 4599.03 gr				
Masa de agua de exudación		: 64.88 gr				
Tiempo de duración de la exudación		: 2 h 40 '				
% de exudación		: 1.411 %				

ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO						
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA					
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA					
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA					
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA					
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo					
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA					
EXUDACIÓN						
NTP 339.077: 2013 (Revisada el 2018)						
CEMENTO ANDINO TIPO I						
N° de muestra	Intervalos de tiempo	Fecha	Volumen de agua exudada (mL)	Volumen de agua exudada acumulada (mL)	Área expuesta del concreto (cm ²)	Volumen de agua exudada acumulada por unidad de superficie (mL/cm ²)
		25/09/2019				
		Hora				
02	00	12:10:00 p.m.				
	+10 m	12:20:00 p.m.	0.000	0.000	855.3	0.000000
	+10 m	12:30:00 p.m.	6.280	6.280	855.3	0.007342
	+10 m	12:40:00 p.m.	1.720	8.000	855.3	0.009353
	+10 m	12:50:00 p.m.	4.120	12.120	855.3	0.014170
	+30 m	01:20:00 p.m.	27.260	39.380	855.3	0.046042
	+30 m	01:50:00 p.m.	15.470	54.850	855.3	0.064130
	+30 m	02:20:00 p.m.	12.450	67.300	855.3	0.078686
	+30 m	02:50:00 p.m.	1.590	68.890	855.3	0.080545
	+30 m	03:20:00 p.m.	1.450	70.340	855.3	0.082240
Muestra	: N° 02					
Cemento	: Cemento Andino tipo I					
Fecha	: 25/09/2019					
Método de ensayo	: Muestra consolidada por varillado					
Agua neta	: 22.04 kg					
Masa total de la tanda	: 283.36 kg					
Masa de la muestra + recipiente	: 70630 gr					
Masa del recipiente	: 12455 gr					
Masa de la muestra	: 58175 gr					
Masa del agua en la muestra	: 4524.91 gr					
Masa de agua de exudación	: 70.34 gr					
Tiempo de duración de la exudación	: 3 h 10 '					
% de exudación	: 1.555 %					

ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO						
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA					
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA					
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA					
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA					
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo					
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA					
EXUDACIÓN						
NTP 339.077: 2013 (Revisada el 2018)						
CEMENTO QUISQUEYA TIPO I						
N° de muestra	Intervalos de tiempo	Fecha	Volumen de agua exudada (mL)	Volumen de agua exudada acumulada (mL)	Área expuesta del concreto (cm ²)	Volumen de agua exudada acumulada por unidad de superficie (mL/cm ²)
		27/09/2019				
		Hora				
03	00	12:10:00 p.m.				
	+10 m	12:20:00 p.m.	0.000	0.000	855.3	0.000000
	+10 m	12:30:00 p.m.	1.450	1.450	855.3	0.001695
	+10 m	12:40:00 p.m.	1.730	3.180	855.3	0.003718
	+10 m	12:50:00 p.m.	2.060	5.240	855.3	0.006127
	+30 m	01:20:00 p.m.	29.050	34.290	855.3	0.040091
	+30 m	01:50:00 p.m.	22.940	57.230	855.3	0.066912
	+30 m	02:20:00 p.m.	27.230	84.460	855.3	0.098749
	+30 m	02:50:00 p.m.	16.690	101.150	855.3	0.118263
	+30 m	03:20:00 p.m.	11.380	112.530	855.3	0.131568
	+30 m	03:50:00 p.m.	7.630	120.160	855.3	0.140489
	+30 m	04:20:00 p.m.	5.730	125.890	855.3	0.147188
Muestra		: N° 03				
Cemento		: Cemento Quisqueya tipo I				
Fecha		: 27/09/2019				
Método de ensayo		: Muestra consolidada por varillado				
Agua neta		: 22.04 kg				
Masa total de la tanda		: 283.36 kg				
Masa de la muestra + recipiente		: 69170 gr				
Masa del recipiente		: 12455 gr				
Masa de la muestra		: 567155 gr				
Masa del agua en la muestra		: 4411.35 gr				
Masa de agua de exudación		: 125.89 gr				
Tiempo de duración de la exudación		: 3 h 10 '				
% de exudación		: 2.854 %				

ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO						
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA					
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA					
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA					
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA					
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo					
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA					
EXUDACIÓN						
NTP 339.077: 2013 (Revisada el 2018)						
CEMENTO QUISQUEYA TIPO I						
N° de muestra	Intervalos de tiempo	Fecha	Volumen de agua exudada (mL)	Volumen de agua exudada acumulada (mL)	Área expuesta del concreto (cm ²)	Volumen de agua exudada acumulada por unidad de superficie (mL/cm ²)
		01/10/2019				
04	00	01:00:00 p.m.				
	+10 m	01:10:00 p.m.	0.700	0.700	855.3	0.000818
	+10 m	01:20:00 p.m.	7.730	8.430	855.3	0.009856
	+10 m	01:30:00 p.m.	0.470	8.900	855.3	0.010406
	+10 m	01:40:00 p.m.	23.440	32.340	855.3	0.037811
	+30 m	02:10:00 p.m.	15.750	48.090	855.3	0.056226
	+30 m	02:40:00 p.m.	31.470	79.560	855.3	0.093020
	+30 m	03:10:00 p.m.	17.770	97.330	855.3	0.113797
	+30 m	03:40:00 p.m.	22.030	119.360	855.3	0.139554
	+30 m	04:10:00 p.m.	19.760	139.120	855.3	0.162657
	+30 m	04:40:00 p.m.	7.240	146.360	855.3	0.171122
	+30 m	05:10:00 p.m.	1.790	148.150	855.3	0.173214
Muestra		: N° 04				
Cemento		: Cemento Quisqueya tipo I				
Fecha		: 01/10/2019				
Método de ensayo		: Muestra consolidada por varillado				
Agua neta		: 22.04 kg				
Masa total de la tanda		: 283.36 kg				
Masa de la muestra + recipiente		: 71205 gr				
Masa del recipiente		: 12455 gr				
Masa de la muestra		: 58750 gr				
Masa del agua en la muestra		: 4569.63 gr				
Masa de agua de exudación		: 148.15 gr				
Tiempo de duración de la exudación		: 4 h 10 '				
% de exudación		: 3.242 %				

ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO						
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA					
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA					
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA					
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA					
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo					
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA					
EXUDACIÓN						
NTP 339.077: 2013 (Revisada el 2018)						
CEMENTO INKA TIPO ICo						
N° de muestra	Intervalos de tiempo	Fecha	Volumen de agua exudada (mL)	Volumen de agua exudada acumulada (mL)	Área expuesta del concreto (cm ²)	Volumen de agua exudada acumulada por unidad de superficie (mL/cm ²)
		03/10/2019				
05	00	12:30:00 p.m.				
	+10 m	12:40:00 p.m.	0.000	0.000	855.3	0.000000
	+10 m	12:50:00 p.m.	2.050	2.050	855.3	0.002397
	+10 m	01:00:00 p.m.	1.710	3.760	855.3	0.004396
	+10 m	01:10:00 p.m.	3.630	7.390	855.3	0.008640
	+30 m	01:40:00 p.m.	19.340	26.730	855.3	0.031252
	+30 m	02:10:00 p.m.	27.500	54.230	855.3	0.063405
	+30 m	02:40:00 p.m.	20.680	74.910	855.3	0.087583
	+30 m	03:10:00 p.m.	13.210	88.120	855.3	0.103028
	+30 m	03:40:00 p.m.	11.340	99.460	855.3	0.116287
	+30 m	04:10:00 p.m.	1.070	100.530	855.3	0.117538
	+30 m	04:40:00 p.m.	0.110	100.640	855.3	0.117667
Muestra			: N° 05			
Cemento			: Cemento Inka tipo ICo			
Fecha			: 03/10/2019			
Método de ensayo			: Muestra consolidada por varillado			
Agua neta			: 22.04 kg			
Masa total de la tanda			: 283.36 kg			
Masa de la muestra + recipiente			: 70310 gr			
Masa del recipiente			: 12455 gr			
Masa de la muestra			: 57855 gr			
Masa del agua en la muestra			: 4500.02 gr			
Masa de agua de exudación			: 100.64 gr			
Tiempo de duración de la exudación			: 4 h 10 '			
% de exudación			: 2.236 %			

ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO						
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA					
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA					
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA					
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA					
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo					
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA					
EXUDACIÓN						
NTP 339.077: 2013 (Revisada el 2018)						
CEMENTO INKA TIPO ICo						
N° de muestra	Intervalos de tiempo	Fecha	Volumen de agua exudada (mL)	Volumen de agua exudada acumulada (mL)	Área expuesta del concreto (cm ²)	Volumen de agua exudada acumulada por unidad de superficie (mL/cm ²)
		07/10/2019				
		Hora				
06	00	01:00:00 p.m.				
	+10 m	01:10:00 p.m.	0.210	0.210	855.3	0.000246
	+10 m	01:20:00 p.m.	0.410	0.620	855.3	0.000725
	+10 m	01:30:00 p.m.	3.760	4.380	855.3	0.005121
	+10 m	01:40:00 p.m.	4.980	9.360	855.3	0.010944
	+30 m	02:10:00 p.m.	16.100	25.460	855.3	0.029767
	+30 m	02:40:00 p.m.	31.150	56.610	855.3	0.066187
	+30 m	03:10:00 p.m.	17.490	74.100	855.3	0.086636
	+30 m	03:40:00 p.m.	19.420	93.520	855.3	0.109342
	+30 m	04:10:00 p.m.	8.130	101.650	855.3	0.118847
	+30 m	04:40:00 p.m.	3.820	105.470	855.3	0.123314
Muestra : N° 06						
Cemento : Cemento Inka tipo ICo						
Fecha : 07/10/2019						
Método de ensayo : Muestra consolidada por varillado						
Agua neta : 22.04 kg						
Masa total de la tanda : 283.36 kg						
Masa de la muestra + recipiente : 70780 gr						
Masa del recipiente : 12455 gr						
Masa de la muestra : 58325 gr						
Masa del agua en la muestra : 4536.57 gr						
Masa de agua de exudación : 105.47 gr						
Tiempo de duración de la exudación : 3 h 40 '						
% de exudación : 2.325 %						

ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO						
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA					
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA					
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA					
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA					
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo					
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA					
EXUDACIÓN						
NTP 339.077: 2013 (Revisada el 2018)						
CEMENTO NACIONAL TIPO I						
N° de muestra	Intervalos de tiempo	Fecha	Volumen de agua exudada (mL)	Volumen de agua exudada acumulada (mL)	Área expuesta del concreto (cm ²)	Volumen de agua exudada acumulada por unidad de superficie (mL/cm ²)
		09/10/2019				
07	00	12:45:00 p.m.				
	+10 m	12:55:00 p.m.	6.000	6.000	855.3	0.007015
	+10 m	01:05:00 p.m.	3.510	9.510	855.3	0.011119
	+10 m	01:15:00 p.m.	8.830	18.340	855.3	0.021443
	+10 m	01:25:00 p.m.	7.960	26.300	855.3	0.030749
	+30 m	01:55:00 p.m.	66.930	93.230	855.3	0.109003
	+30 m	02:25:00 p.m.	51.140	144.370	855.3	0.168795
	+30 m	02:55:00 p.m.	19.860	164.230	855.3	0.192015
	+30 m	03:25:00 p.m.	18.650	182.880	855.3	0.213820
	+30 m	03:55:00 p.m.	9.550	192.430	855.3	0.224986
	+30 m	04:25:00 p.m.	7.260	199.690	855.3	0.233474
	+30 m	04:55:00 p.m.	0.250	199.940	855.3	0.233766
Muestra			: N° 07			
Cemento			: Cemento Nacional tipo I			
Fecha			: 09/10/2019			
Método de ensayo			: Muestra consolidada por varillado			
Agua neta			: 22.04 kg			
Masa total de la tanda			: 283.36 kg			
Masa de la muestra + recipiente			: 71105 gr			
Masa del recipiente			: 12455 gr			
Masa de la muestra			: 58650 gr			
Masa del agua en la muestra			: 4561.85 gr			
Masa de agua de exudación			: 199.94 gr			
Tiempo de duración de la exudación			: 4 h 10 '			
% de exudación			: 4.383 %			

ENSAYO EXUDACIÓN DEL CONCRETO						
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA					
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA					
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA					
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA					
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo					
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA					
EXUDACIÓN						
NTP 339.077: 2013 (Revisada el 2018)						
CEMENTO NACIONAL TIPO I						
N° de muestra	Intervalos de tiempo	Fecha	Volumen de agua exudada (mL)	Volumen de agua exudada acumulada (mL)	Área expuesta del concreto (cm ²)	Volumen de agua exudada acumulada por unidad de superficie (mL/cm ²)
		10/10/2019				
		Hora				
08	00	01:00:00 p.m.				
	+10 m	01:10:00 p.m.	0.220	0.220	855.3	0.000257
	+10 m	01:20:00 p.m.	3.110	3.330	855.3	0.003893
	+10 m	01:30:00 p.m.	23.150	26.480	855.3	0.030960
	+10 m	01:40:00 p.m.	31.170	57.650	855.3	0.067403
	+30 m	02:10:00 p.m.	36.970	94.620	855.3	0.110628
	+30 m	02:40:00 p.m.	35.470	130.090	855.3	0.152099
	+30 m	03:10:00 p.m.	31.460	161.550	855.3	0.188881
	+30 m	03:40:00 p.m.	19.340	180.890	855.3	0.211493
	+30 m	04:10:00 p.m.	11.900	192.790	855.3	0.225407
	+30 m	04:40:00 p.m.	2.130	194.920	855.3	0.227897
DETERMINACIÓN DE LA EXUDACIÓN DEL CONCRETO						
Muestra	: N° 08					
Cemento	: Cemento Nacional tipo I					
Fecha	: 10/10/2019					
Método de ensayo	: Muestra consolidada por varillado					
Agua neta	: 22.04 kg					
Masa total de la tanda	: 283.36 kg					
Masa de la muestra + recipiente	: 70400 gr					
Masa del recipiente	: 12455 gr					
Masa de la muestra	: 57945 gr					
Masa del agua en la muestra	: 4507.02 gr					
Masa de agua de exudación	: 194.92 gr					
Tiempo de duración de la exudación	: 3 h 40 '					
% de exudación	: 4.325 %					

4. Medición del contenido de aire del concreto.

ENSAYO A LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO			
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA		
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA		
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCVELICA		
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA		
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo		
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA		
CONTENIDO DE AIRE			
NTP 339.046:2008 (Revisada el 2018)			
N° Muestra	Fecha	Cemento	Contenido De Aire (%)
01	24/09/2019	Cemento Andino tipo I	1.6
02	25/09/2019	Cemento Andino tipo I	2.7
03	27/09/2019	Cemento Quisqueya tipo I	1.1
04	01/10/2019	Cemento Quisqueya tipo I	2.8
05	03/10/2019	Cemento Inka tipo ICo	1.3
06	07/10/2019	Cemento Inka tipo ICo	2.4
07	09/10/2019	Cemento Nacional tipo I	2.1
08	10/10/2019	Cemento Nacional tipo I	1.0

5. Medición de la resistencia a la compresión del concreto.

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO									
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA								
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA								
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCVELICA								
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA								
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo								
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
NTP 339.034: 2015									
CEMENTO ANDINO TIPO I									
N°	Código	Fecha	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro promedio (cm)	Carga máxima (Kgf)	f'c (kg/cm2)
1	01-CCA-3-TL	24/09/2019	3	27/09/2019	15.122	15.132	15.127	20350	113.2
2	02-CCA-3-TL	24/09/2019	3	27/09/2019	15.112	15.180	15.146	25030	138.9
3	03-CCA-3-TL	25/09/2019	3	28/09/2019	15.214	15.236	15.225	22068	121.2
4	04-CCA-3-TA	25/09/2019	3	28/09/2019	15.216	15.224	15.220	20430	112.3
5	05-CCA-3-TA	25/09/2019	3	28/09/2019	15.068	14.942	15.005	20390	115.3
6	06-CCA-3-TA	25/09/2019	3	28/09/2019	15.050	15.018	15.034	21040	118.5
7	07-CCA-7-TL	24/09/2019	7	01/10/2019	15.088	15.104	15.096	34040	190.2
8	08-CCA-7-TL	24/09/2019	7	01/10/2019	15.186	15.184	15.185	31740	175.3
9	09-CCA-7-TL	25/09/2019	7	02/10/2019	15.054	15.068	15.061	35200	197.6
10	10-CCA-7-TA	25/09/2019	7	02/10/2019	15.042	14.936	14.989	30560	173.2
11	11-CCA-7-TA	25/09/2019	7	02/10/2019	14.968	14.918	14.943	28820	164.3
12	12-CCA-7-TA	25/09/2019	7	02/10/2019	14.988	15.018	15.003	33240	188.0
13	13-CCA-28-TL	24/09/2019	28	22/10/2019	15.158	15.190	15.174	46110	255.0
14	14-CCA-28-TL	25/09/2019	28	23/10/2019	15.216	15.234	15.225	44600	245.0
15	15-CCA-28-TL	25/09/2019	28	23/10/2019	15.118	15.154	15.136	41900	232.9
16	16-CCA-28-TA	25/09/2019	28	23/10/2019	15.208	15.200	15.204	41930	231.0
17	17-CCA-28-TA	25/09/2019	28	23/10/2019	15.218	15.204	15.211	41930	230.7
18	18-CCA-28-TA	25/09/2019	28	23/10/2019	15.196	15.198	15.197	40410	222.8

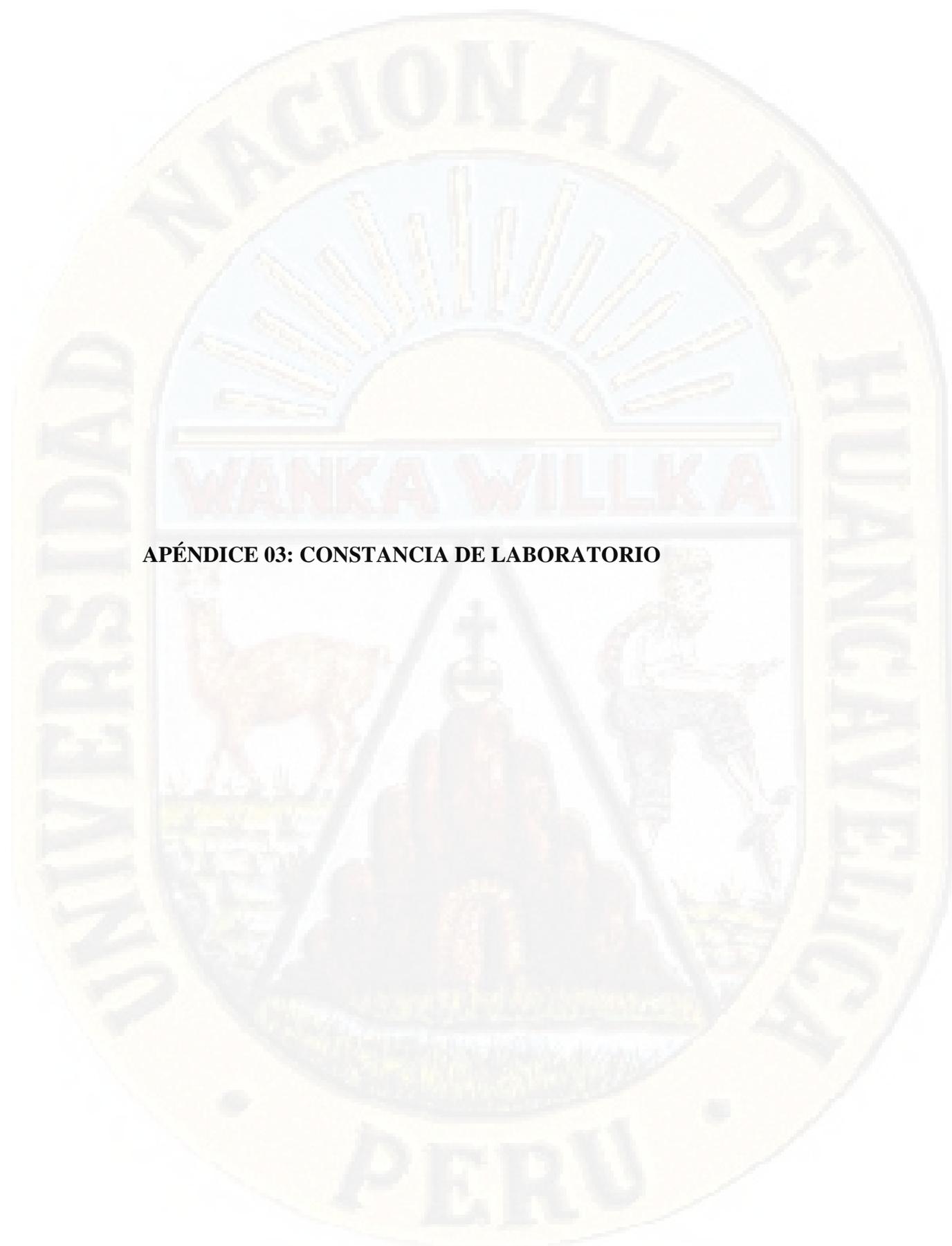
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO									
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA								
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA								
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCVELICA								
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA								
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo								
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
NTP 339.034: 2015									
CEMENTO QUISQUEYA TIPO I									
N°	Código	Fecha	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro promedio (cm)	Carga máxima (Kgf)	f'c (kg/cm2)
1	01-CCQ-3-TL	27/09/2019	3	30/09/2019	15.118	15.110	15.114	29650	165.3
2	02-CCQ-3-TL	27/09/2019	3	30/09/2019	15.192	15.182	15.187	31000	171.1
3	03-CCQ-3-TL	01/10/2019	3	04/10/2019	15.078	15.138	15.108	26460	147.6
4	04-CCQ-3-TA	27/09/2019	3	30/09/2019	15.110	15.132	15.121	21770	121.2
5	05-CCQ-3-TA	27/09/2019	3	30/09/2019	15.180	15.172	15.176	25250	139.6
6	06-CCQ-3-TA	01/10/2019	3	04/10/2019	15.126	15.168	15.147	19890	110.4
7	07-CCQ-7-TL	27/09/2019	7	04/10/2019	15.188	15.206	15.197	40540	223.5
8	08-CCQ-7-TL	27/09/2019	7	04/10/2019	15.254	15.198	15.226	42700	234.5
9	09-CCQ-7-TL	01/10/2019	7	08/10/2019	15.136	15.122	15.129	41690	231.9
10	10-CCQ-7-TA	27/09/2019	7	04/10/2019	15.108	15.184	15.146	39740	220.6
11	11-CCQ-7-TA	27/09/2019	7	04/10/2019	15.168	15.164	15.166	40600	224.7
12	12-CCQ-7-TA	01/10/2019	7	08/10/2019	15.192	15.138	15.165	38880	215.3
13	13-CCQ-28-TL	27/09/2019	28	25/10/2019	15.184	15.178	15.181	54130	299.1
14	14-CCQ-28-TL	01/10/2019	28	29/10/2019	14.852	15.098	14.975	47520	269.8
15	15-CCQ-28-TL	01/10/2019	28	29/10/2019	15.162	15.156	15.159	52130	288.8
16	16-CCQ-28-TA	27/09/2019	28	25/10/2019	15.200	15.196	15.198	53670	295.8
17	17-CCQ-28-TA	01/10/2019	28	29/10/2019	15.068	15.096	15.082	50370	281.9
18	18-CCQ-28-TA	01/10/2019	28	29/10/2019	15.178	15.182	15.180	49610	274.1

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO									
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA								
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA								
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCVELICA								
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA								
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo								
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
NTP 339.034: 2015									
CEMENTO INKA TIPO IC_o									
Nº	Código	Fecha	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro promedio (cm)	Carga máxima (Kgf)	f'c (kg/cm ²)
1	01-CCI-3-TL	07/10/2019	3	10/10/2019	15.156	15.042	15.099	18370	102.6
2	02-CCI-3-TL	07/10/2019	3	10/10/2019	15.188	15.192	15.190	16790	92.6
3	03-CCI-3-TL	07/10/2019	3	10/10/2019	15.048	14.998	15.023	22500	126.9
4	04-CCI-3-TA	07/10/2019	3	10/10/2019	15.172	15.240	15.206	18850	103.8
5	05-CCI-3-TA	07/10/2019	3	10/10/2019	15.072	14.862	14.967	13950	79.3
6	06-CCI-3-TA	07/10/2019	3	10/10/2019	15.218	15.182	15.200	17920	98.8
7	07-CCI-7-TL	03/10/2019	7	10/10/2019	15.072	15.048	15.060	31040	174.3
8	08-CCI-7-TL	03/10/2019	7	10/10/2019	15.080	15.060	15.070	36240	203.2
9	09-CCI-7-TL	07/10/2019	7	14/10/2019	15.100	15.020	15.060	32510	182.5
10	10-CCI-7-TA	03/10/2019	7	10/10/2019	15.152	15.148	15.150	26260	145.7
11	11-CCI-7-TA	03/10/2019	7	10/10/2019	14.938	15.050	14.994	22460	127.2
12	12-CCI-7-TA	07/10/2019	7	14/10/2019	15.122	15.158	15.140	26280	146.0
13	13-CCI-28-TL	07/10/2019	28	04/11/2019	15.040	14.978	15.009	38640	218.4
14	14-CCI-28-TL	03/10/2019	28	31/10/2019	15.216	15.168	15.192	40050	220.9
15	15-CCI-28-TL	03/10/2019	28	31/10/2019	15.032	14.906	14.969	38260	217.4
16	16-CCI-28-TA	07/10/2019	28	04/11/2019	15.130	15.132	15.131	40050	222.7
17	17-CCI-28-TA	03/10/2019	28	31/10/2019	14.954	14.922	14.938	36350	207.4
18	18-CCI-28-TA	03/10/2019	28	31/10/2019	15.178	15.198	15.188	39960	220.6

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO									
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA								
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA								
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCVELICA								
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA								
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo								
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
NTP 339.034: 2015									
CEMENTO NACIONAL TIPO I									
N°	Código	Fecha	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro promedio (cm)	Carga máxima (Kgf)	f'c (kg/cm2)
1	01-CCN-3-TL	09/10/2019	3	12/10/2019	15.156	15.148	15.152	23050	127.8
2	02-CCN-3-TL	09/10/2019	3	12/10/2019	14.958	14.966	14.962	24230	137.8
3	03-CCN-3-TL	10/10/2019	3	13/10/2019	15.000	15.110	15.055	22200	124.7
4	04-CCN-3-TA	09/10/2019	3	12/10/2019	15.018	15.010	15.014	22130	125.0
5	05-CCN-3-TA	09/10/2019	3	12/10/2019	14.980	14.990	14.985	23540	133.5
6	06-CCN-3-TA	10/10/2019	3	13/10/2019	15.220	15.210	15.215	23440	128.9
7	07-CCN-7-TL	09/10/2019	7	16/10/2019	15.192	15.174	15.183	37420	206.7
8	08-CCN-7-TL	09/10/2019	7	16/10/2019	14.958	15.110	15.034	37040	208.7
9	09-CCN-7-TL	10/10/2019	7	17/10/2019	15.192	15.148	15.170	37900	209.7
10	10-CCN-7-TA	09/10/2019	7	16/10/2019	15.118	15.038	15.078	36600	205.0
11	11-CCN-7-TA	10/10/2019	7	17/10/2019	15.194	15.182	15.188	35550	196.2
12	12-CCN-7-TA	10/10/2019	7	17/10/2019	15.086	15.054	15.070	36860	206.7
13	13-CCN-28-TL	09/10/2019	28	06/11/2019	15.220	15.190	15.205	46370	255.4
14	14-CCN-28-TL	09/10/2019	28	06/11/2019	15.142	15.010	15.076	45990	257.6
15	15-CCN-28-TL	10/10/2019	28	07/11/2019	15.100	15.106	15.103	50840	283.8
16	16-CCN-28-TA	09/10/2019	28	06/11/2019	15.082	15.158	15.120	45520	253.5
17	17-CCN-28-TA	10/10/2019	28	07/11/2019	15.172	15.130	15.151	47600	264.0
18	18-CCN-28-TA	10/10/2019	28	07/11/2019	15.150	15.178	15.164	49560	274.4

6. Medición de la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto.

ENSAYO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DEL CONCRETO										
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA									
FACULTAD	: FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERIA									
ESCUELA	: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCVELICA									
TESIS	: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA									
TESISTA	: Bach. AYUQUE GOMEZ, Eduardo									
LABORATORIO	: LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA									
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL										
NTP 339.084: 2012 (Revisada el 2017)										
CEMENTO NACIONAL TIPO I										
N°	Código	Fecha	Edad (días)	Fecha de rotura	Altura (cm)	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro promedio (cm)	Carga máxima (Kgf)	f' t (Kg/cm ²)
1	01-TCA-28-TL	24/09/2019	28	22/10/2019	30.154	15.110	15.132	15.121	25410	35.5
2	02-TCA-28-TL	25/09/2019	28	23/10/2019	30.185	15.182	15.148	15.165	24670	34.3
3	03-TCA-28-TL	25/09/2019	28	23/10/2019	30.058	15.190	15.182	15.186	23580	32.9
4	04-TCA-28-TA	25/09/2019	28	23/10/2019	30.102	15.110	15.142	15.126	23630	33.0
5	05-TCA-28-TA	25/09/2019	28	23/10/2019	29.984	15.136	15.110	15.123	20670	29.0
6	06-TCA-28-TA	25/09/2019	28	23/10/2019	30.002	15.192	15.222	15.207	23500	32.8
7	01-TCQ-28-TL	27/09/2019	28	25/10/2019	29.954	15.224	15.188	15.206	25520	35.7
8	02-TCQ-28-TL	01/10/2019	28	29/10/2019	30.104	15.002	15.056	15.029	23660	33.3
9	03-TCQ-28-TL	01/10/2019	28	29/10/2019	30.056	15.164	15.178	15.171	23220	32.4
10	04-TCQ-28-TA	27/09/2019	28	25/10/2019	29.994	15.118	15.152	15.135	24930	35.0
11	05-TCQ-28-TA	01/10/2019	28	29/10/2019	30.040	15.076	17.942	16.509	22190	28.5
12	06-TCQ-28-TA	01/10/2019	28	29/10/2019	30.124	15.166	15.186	15.176	23690	33.0
13	01-TCI-28-TL	03/10/2019	28	31/10/2019	30.138	14.998	14.962	14.980	24120	34.0
14	02-TCI-28-TL	03/10/2019	28	31/10/2019	30.048	15.178	15.182	15.180	21790	30.4
15	03-TCI-28-TL	07/10/2019	28	04/11/2019	29.982	15.110	14.922	15.016	21190	30.0
16	04-TCI-28-TA	03/10/2019	28	31/10/2019	30.129	14.970	15.176	15.073	20310	28.5
17	05-TCI-28-TA	03/10/2019	28	31/10/2019	30.222	15.114	15.136	15.125	20510	28.6
18	06-TCI-28-TA	07/10/2019	28	04/11/2019	29.948	15.010	15.050	15.030	20790	29.4
19	01-TCN-28-TL	09/10/2019	28	06/11/2019	30.008	15.180	15.200	15.190	25940	36.2
20	02-TCN-28-TL	10/10/2019	28	07/11/2019	30.098	14.920	15.040	14.980	26610	37.6
21	03-TCN-28-TL	10/10/2019	28	07/11/2019	30.162	14.980	14.900	14.940	22090	31.2
22	04-TCN-28-TA	09/10/2019	28	06/11/2019	30.006	15.172	15.194	15.183	25530	35.7
23	05-TCN-28-TA	10/10/2019	28	07/11/2019	30.108	15.010	14.932	14.971	21500	30.4
24	06-TCN-28-TA	10/10/2019	28	07/11/2019	30.206	15.008	14.896	14.952	21430	30.2



APÉNDICE 03: CONSTANCIA DE LABORATORIO



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

EL JEFE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUANCAMELICA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA, otorga la presente:

CONSTANCIA

A: **AYUQUE GOMEZ, Eduardo**, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Huancavelica, quien han concluido con el desarrollo los siguientes ensayos en el laboratorio de **TECNOLOGÍA DEL CONCRETO** de la EPICH:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (FINO-GRUESO)	01
2	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	01
3	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	01
4	PESO UNITARIO (S.S.) Y (S.C.)	01
5	CONTENIDO DE HUMEDAD (FINO-GRUESO)	01
6	ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO	08
7	ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO	08
8	ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO	08
9	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE - CALCULADO CON DATOS OBTENIDOS DEL LABORATORIO	08
10	ANÁLISIS DE COMPRESIÓN DIGITAL DE TESTIGOS DE CONCRETO	72
11	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL	24

Durante el periodo de ejecución del 09 de setiembre al 07 de noviembre de 2019, del proyecto de tesis: "PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO CEMENTOS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA".

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para fines que estime por conveniente.

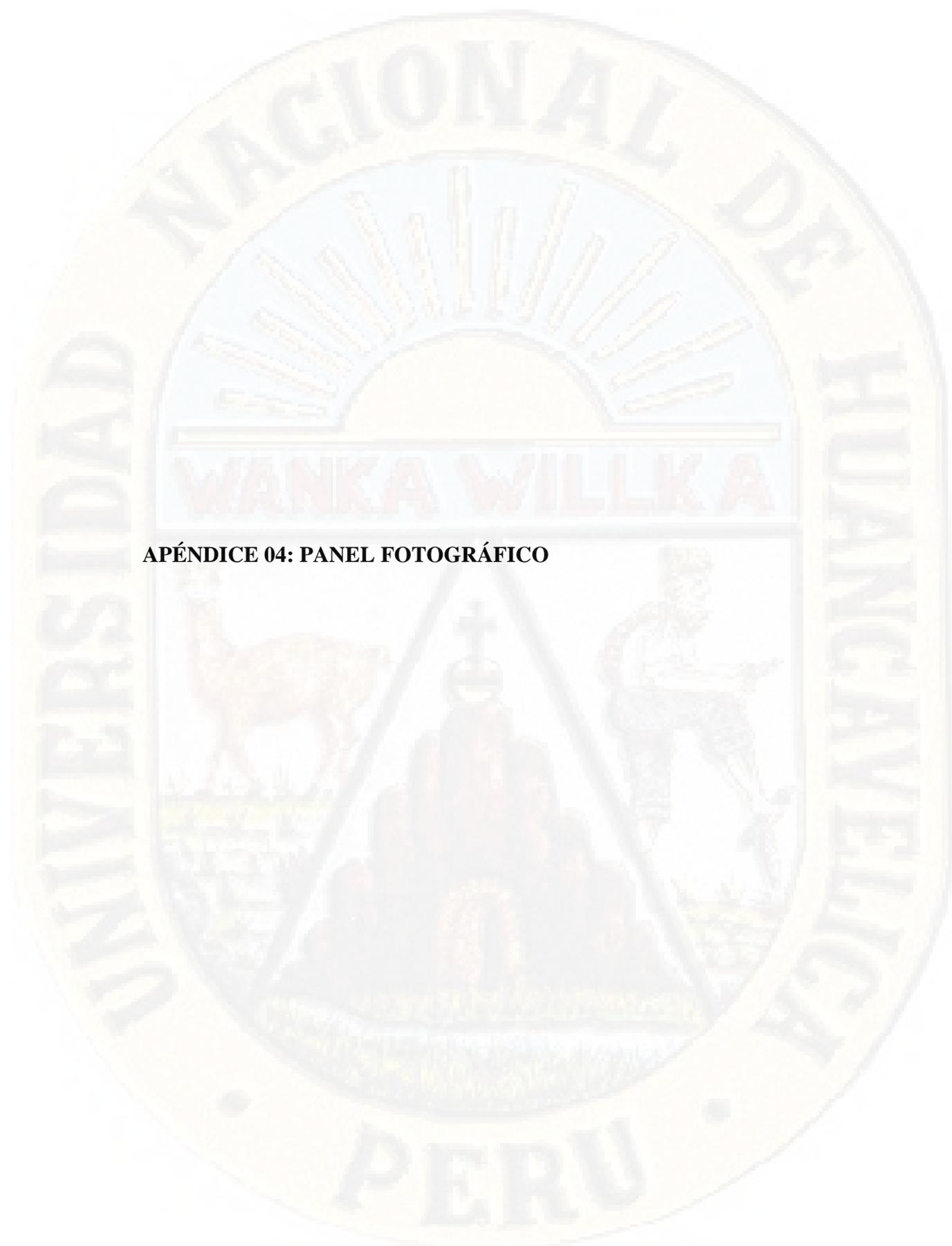
Huancavelica, 03 de diciembre de 2019.



Nº 019-2019

C. c.
Archivo
AP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
ÁREA DE PRODUCCIÓN
Msc. Marco Antonio Lopez Barrantes
JEFE



APÉNDICE 04: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura A-01. Muestreo, recepción y almacenamiento del agregado fino.



Figura A-02. Muestreo, recepción y almacenamiento del agregado grueso.



Figura A-03. Ensayos para la determinación de propiedades del agregado fino.



Figura A-04. Ensayos para la determinación de propiedades del agregado grueso.



Figura A-05. Elaboración de muestras y especímenes de concreto utilizando cemento Andino tipo I.



Figura A-06. Elaboración de muestras y especímenes de concreto utilizando cemento Quisqueya tipo I.



Figura A-07. Elaboración de muestras y especímenes de concreto utilizando cemento Inka tipo ICo.



Figura A-08. Elaboración de muestras y especímenes de concreto utilizando cemento Nacional tipo I.



Figura A-09. Asentamiento del concreto utilizando cemento Andino tipo I.



Figura A-10. Asentamiento del concreto utilizando cemento Quisqueya tipo I.



Figura A-11. Asentamiento del concreto utilizando cemento Inka tipo ICo.



Figura A-12. Asentamiento del concreto utilizando cemento Nacional tipo I.



Figura A-13. Medición del peso del concreto utilizando cemento Andino tipo I, para determinar el peso unitario del concreto.



Figura A-14. Medición del peso del concreto utilizando cemento Quisqueya tipo I, para determinar el peso unitario del concreto.



Figura A-15. Medición del peso del concreto utilizando cemento Inka tipo IC₀, para determinar el peso unitario del concreto.



Figura A-16. Medición del peso del concreto utilizando cemento Nacional tipo I, para determinar el peso unitario del concreto.



Figura A-17. Ensayo a la exudación del concreto utilizando cemento Andino tipo I.



Figura A-18. Ensayo a la exudación del concreto utilizando cemento Quisqueya tipo I.



Figura A-19. Ensayo a la exudación del concreto utilizando cemento Inka tipo ICo.



Figura A-20. Ensayo a la exudación del concreto utilizando cemento Nacional tipo I.



Figura A-21. Medición de pesos para el ensayo de contenido de aire del concreto (método gravimétrico) utilizando cemento Andino tipo I.



Figura A-22. Medición de pesos para el ensayo de contenido de aire del concreto (método gravimétrico) utilizando cemento Quisqueya tipo I.



Figura A-23. Medición de pesos para el ensayo de contenido de aire del concreto (método gravimétrico) utilizando cemento Inka tipo ICo.



Figura A-24. Medición de pesos para el ensayo de contenido de aire del concreto (método gravimétrico) utilizando cemento Nacional tipo I.



Figura A-25. Curado de especímenes de concreto, curado en laboratorio.



Figura A-26. Medición de temperatura para el curado de especímenes de concreto, curado en laboratorio.



Figura A-27. Curado de especímenes de concreto, curado a T° ambiente.



Figura A-28. Medición de temperatura para el curado de especímenes de concreto, curado a T° ambiente (14.8°C).



Figura A-29. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 01-CCA-3-TL), utilizando cemento Andino tipo I a la edad de 3 días.



Figura A-30. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 04-CCA-3-TA), utilizando cemento Andino tipo I a la edad de 3 días.



Figura A-31. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 07-CCA-7-TL), utilizando cemento Andino tipo I a la edad de 7 días.



Figura A-32. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 10-CCA-7-TA), utilizando cemento Andino tipo I a la edad de 7 días.



Figura A-33. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 13-CCA-28-TL), del cemento Andino tipo I a la edad de 28 días.



Figura A-34. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 16-CCA-28-TA), del cemento Andino tipo I a la edad de 28 días.



Figura A-35. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 02-CCQ-3-TL), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 3 días.



Figura A-36. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 05-CCQ-3-TA), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 3 días.



Figura A-37. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 08-CCQ-7-TL), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 7 días.



Figura A-38. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 11-CCQ-7-TA), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 7 días.



Figura A-39. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 14-CCQ-28-TL), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 28 días.



Figura A-40. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 17-CCQ-28-TA), del cemento Quisqueya tipo I a la edad de 28 días.



Figura A-41. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 03-CCI-3-TL), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 3 días.



Figura A-42. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 06-CCI-3-TA), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 3 días.



Figura A-43. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 09-CCI-7-TL), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 7 días.



Figura A-44. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 12-CCI-7-TA), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 7 días.



Figura A-45. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 15-CCI-28-TL), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 28 días.



Figura A-46. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 18-CCI-28-TA), del cemento Inka tipo ICo a la edad de 28 días.



Figura A-47. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 01-CCN-3-TL), del cemento Nacional tipo I a la edad de 3 días.



Figura A-48. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 04-CCN-3-TA), del cemento Nacional tipo I a la edad de 3 días.



Figura A-49. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 07-CCN-7-TL), del cemento Nacional tipo I a la edad de 7 días.



Figura A-50. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 10-CCN-7-TA), del cemento Nacional tipo I a la edad de 7 días.



Figura A-51. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 13-CCN-28-TL), del cemento Nacional tipo I a la edad de 28 días.



Figura A-52. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (muestra 16-CCN-28-TA), del cemento Nacional tipo I a la edad de 28 días.



Figura A-53. Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 01-TCA-28-TL), del cemento Andino tipo I.



Figura A-54. Se observa el ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 04-TCA-28-TA), del cemento Andino tipo I.



Figura A-55. Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 02-TCQ-28-TL), del cemento Quisqueya tipo I.



Figura A-56. Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral del concreto (muestra 05-TCQ-28-TA), del Cemento Quisqueya Tipo I.



Figura A-57. Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 03-TCI-28-TL), del cemento Inka tipo ICo.



Figura A-58. Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 06-TCI-28-TA), del cemento Inka tipo ICo.



Figura A-59. Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 03-TCN-28-TL), del cemento Nacional tipo I.



Figura A-60. Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto (muestra 04-TCN-28-TA), del cemento Nacional tipo I.