



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA PROGRAMA
ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“DISEÑO DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL
F’C=210 KG/CM2 PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE PUESTA EN
SERVICIO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, TARAPOTO 2021”**

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

ASESOR:

M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA

AUTOR:

CALAMPA RUIZ, Enoc

TARAPOTO – PERÚ 2022



DEDICATORIA

Dedico ésta presente tesis a mis padres y familiares, por ser el soporte principal a lo largo de mi formación profesional, y que hoy me siguen acompañando a cumplir mis objetivos profesionales.

A Dios por darme la sabiduría necesaria en el transcurso de mis estudios y en la elaboración de la presente tesis.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios ya que es el ser que guía mi camino y al mismo tiempo brindarme las fuerzas, la sabiduría para poder culminar mi carrera profesional con éxito.

Así mismo agradecer a mis maestros de la universidad y colegas de trabajo que compartieron sus conocimientos con mi persona, los cuales han sido fundamentales para mi crecimiento profesional.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal Nº 621-2021-UCP-FCEI del 14 de setiembre de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. SC. | Presidente |
| • Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc. | Miembro |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M.Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18:00 horas del día 26 de noviembre del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“DISEÑO DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL F’C=210 KG/CM2 PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE PUESTA EN SERVICIO DE UN PAVIMENTO RIGIDO, TARAPOTO 2021”**.

Presentado por el sustentante:

ENOC CALAMPA RUIZ

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA CON EXCELENCIA (CON LA NOTA DE DIECINUEVE)**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Ing. Joel Padilla Maldonado, M. SC.
Presidente



Ing. Caleb Ríos Vargas, M.Sc.
Miembro



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc.
Miembro



APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 26 de Noviembre a las
18:00 horas del 2022.

Ing. M. Sc. Joel Padilla Maldonado
PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. M.Sc. Caleb Ríos Vargas
MIEMBRO DEL JURADO

Ing. M.Sc. Luis Armando Cuzco Trigozo
MIEMBRO DEL JURADO

ING. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta
ASESOR

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

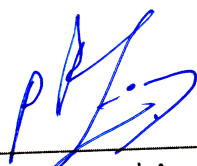
La Tesis titulada:

**“DISEÑO DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL $F'C=210$ KG/CM²
PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE PUESTA EN SERVICIO DE UN PAVIMENTO
RÍGIDO, TARAPOTO 2021”**

De los alumnos: **CALAMPA RUIZ ENOC**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **11% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 17 de Noviembre del 2022.















Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_INEGNIERIACIVIL_2022_TESIS_ENOCCALAMPA_V1.pdf (D149650388)
Submitted	11/14/2022 4:42:00 PM
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	11%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIA_2022_TESIS_ManuelBecerra_FreddyOlano_V1.pdf Document UCP_INGENIERIA_2022_TESIS_ManuelBecerra_FreddyOlano_V1.pdf (D134344236) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 20
SA	CARRASCO MENDOZA OSCAR ALONSO .docx Document CARRASCO MENDOZA OSCAR ALONSO .docx (D145304803)	 1
W	URL: https://1library.co/subject/el-efecto-de-las-fibras-de-polipropileno-para-concretos-de-210-kg-... Fetched: 12/7/2021 8:46:28 PM	 2
SA	TESIS II PAVIMENTO RIGIDO .docx Document TESIS II PAVIMENTO RIGIDO .docx (D122022923)	 1
SA	TESIS_ALVAREZ PAREDES TATIANA..docx Document TESIS_ALVAREZ PAREDES TATIANA..docx (D140527868)	 3
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_ingenieriacivil_2021_TSP_ElsaCarrillo_AmeliaCruz_V1.pdf Document UCP_ingenieriacivil_2021_TSP_ElsaCarrillo_AmeliaCruz_V1.pdf (D109073409) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_ingenieriacivil_2021_Tesis_RudyRuiz_V1.pdf Document UCP_ingenieriacivil_2021_Tesis_RudyRuiz_V1.pdf (D115620757) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 4
SA	TESIS DAVILA MAYO OCHOA BARRERA.docx Document TESIS DAVILA MAYO OCHOA BARRERA.docx (D140937260)	 1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIA_2019_TESIS_MAUROSALDAÑA_VF.pdf.pdf Document UCP_INGENIERIA_2019_TESIS_MAUROSALDAÑA_VF.pdf.pdf (D57006899) Submitted by: saldanamauro7@gmail.com Receiver: uirigoin.ucp@analysis.arkund.com	 1
SA	TESIS-TATIANA ALVAREZ PAREDES FINAL. (3).docx Document TESIS-TATIANA ALVAREZ PAREDES FINAL. (3).docx (D141846015)	 4
W	URL: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7313/1/REP_INCI_LUIS.REQUEJO_ROC%C3%8DO... Fetched: 6/6/2022 4:16:08 PM	 1
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/198127593.pdf Fetched: 4/26/2021 5:30:17 AM	 4



ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
APROBACIÓN.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	5
I. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	15
1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	15
1.2. BASES TEÓRICAS.....	17
1.2.1. Pavimentos rígidos.....	17
1.2.2. Concreto.....	21
1.2.3. Diseño de mezcla.....	30
1.2.4. Propiedades del concreto.....	36
1.2.5. Curado de concreto.....	39
1.2.6. Apertura al tránsito:	40
II. CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	41
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	41
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	42
2.2.1. Problema general:	42
2.2.2. Problemas específicos.....	42
2.3. OBJETIVOS.....	42
2.3.1. Objetivo general	42
2.3.2. Objetivos específicos.....	42
2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
2.5. HIPÓTESIS	42
2.5.1. Hipótesis general.....	42
2.5.2. Hipótesis específicas	43



2.6. VARIABLES.....	43
2.6.1. Identificación de las variables	43
III. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	44
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.1.1. Tipo de investigación	44
3.1.2. Nivel de investigación	44
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	44
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	44
3.3.1. Población	44
3.3.2. Muestra.....	44
3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.4.1. Paso 01: Verificación y traslado de los materiales a utilizar y parámetros de diseño.....	45
3.4.2. Paso 02: Ensayos de laboratorio y diseño de mezclas.....	45
3.4.3. Paso 03: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en las edades de 12 y 18 horas.....	45
3.4.4. Paso 04: Verificación y validación de hipótesis	46
IV. CAPÍTULO IV: RESULTADOS	47
4.1. VERIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE MATERIALES A UTILIZAR	47
4.2. PARÁMETROS DE DISEÑO.....	48
4.3. ENSAYOS DE LABORATORIO Y DISEÑO DE MEZCLA	49
4.3.1. Cálculo de la Resistencia promedio requerida.....	49
4.3.2. Elección del asentamiento o fluidez del concreto.....	49
4.3.3. Estudio de los agregados	50
4.3.4. Elección de relación agua – cemento (a/c):	52
4.3.5. Diseño de mezcla.....	52
4.4. RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c =$ 210 KG/CM ² , EDADES DE 12 Y 18 HORAS.....	54
4.4.1. Resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, usando la	



relación agua cemento 0.32	55
4.4.2. Resistencia a compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, usando la relación agua cemento 0.30	56
4.4.3. Resistencia a compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, usando la relación agua cemento 0.28	57
4.4.4. Réplica y/o repetición de ensayos de resistencia a compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, usando la relación agua cemento 0.28	58
4.5. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS	59
4.5.1. Hipótesis general	59
4.5.2. Hipótesis específicas	59
V. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
5.1. DE LA VERIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE MATERIALES A UTILIZAR	61
5.2. DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO Y DISEÑO DE MEZCLAS	61
5.3. DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'C= 210 \text{ KG/CM}^2$, EDADES DE 12 Y 18 HORAS.	63
5.3.1. Rotura de probetas a las 12 y 18 horas	63
VI. CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	65
6.1. CONCLUSIONES	65
VII. CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	68
7.1. RECOMENDACIONES:	68
VIII. CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA	69
8.1. Bibliografía	69
IX. CAPÍTULO IX: ANEXOS	71
9.1. Propiedades de los materiales	71
9.2. Ensayos de agregado grueso	72
9.3. Ensayos de agregado fino	74
9.4. peso específico y absorción de agregados finos y gruesos	76
9.5. Diseño de mezclas	77



9.6.	Ensayos de rotura de probetas con relación de agua cemento 0.32	80
9.7.	Ensayos de rotura de probetas con relación de agua cemento 0.30	81
9.8.	Ensayos de rotura de probetas con relación de agua cemento 0.28	82
9.9.	Replica de ensayos de rotura de probetas con relación de agua cemento 0.28	83
9.10.	Fotografías de resultados de roturas de probetas	84



ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

Tabla N°01: Límites permisibles para agua de mezcla y curado.....	Pág.23
Tabla N°02: Requisitos granulométricos del agregado fino.....	Pág.24
Tabla N°03: Límites de sustancias nocivas en el agregado fino.....	Pág.25
Tabla N°04: Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	Pág.25
Tabla N°05: Límites de sustancias nocivas en el agregado grueso.....	Pág.27
Tabla N°06: Requerimientos de la normativa ASTM C494.....	Pág.28
Tabla N°07: Volumen unitario de agua.....	Pág.30
Tabla N°08: Contenido de aire atrapado.....	Pág.31
Tabla N°09: Contenido de aire incorporado y total.....	Pág.32
Tabla N°10: Relación de agua / cemento por resistencia.....	Pág.32
Tabla N°11: Relación de agua / cemento por durabilidad.....	Pág.33
Tabla N°12: Selección del agregado grueso.....	Pág.34
Tabla N°13: Selección del agregado fino.....	Pág.34
Tabla N°14: Propiedades de los materiales a utilizados.....	Pág.48
Tabla N°15: Resistencia promedio a la compresión requerida, cuando no hay datos para establecer una desviación estándar de la muestra.....	Pág.49
Tabla N°16: Análisis granulométrico agregado grueso.....	Pág.50
Tabla N°17: Análisis granulométrico agregado fino.....	Pág.51
Tabla N°18: Relación agua – cemento de 0.28.....	Pág.52
Tabla N°19: Relación agua – cemento de 0.30.....	Pág.53
Tabla N°20: Relación agua – cemento de 0.32.....	Pág.54
Tabla N°21: Resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ² con relación agua – cemento de 0.32 (1er ensayo).....	Pág.55
Tabla N°22: Resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ² con relación agua – cemento de 0.30 (2do ensayo).....	Pág.56
Tabla N°23: Resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ² con relación agua – cemento de 0.28 (3er ensayo).....	Pág.57
Tabla N°24: Resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ² con relación agua – cemento de 0.28 (4to ensayo).....	Pág.58



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración N°01: Estructura del pavimento rígido con concreto hidráulico.	Pág.17
Ilustración N°02: Vista superior e inferior de pavimentos de concreto simple con juntas.....	Pág.18
Ilustración N°03: Vista de planta y perfil de pavimento de concreto armado con barras transversales (JRCP).....	Pág.19
Ilustración N°04: Vista de planta y perfil de pavimento de concreto Continuamente reforzado (CRCP).....	Pág.20
Ilustración N°05: Vista de pavimentos de losas cortas.....	Pág.20
Ilustración N°06: Requerimientos de resistencia a la compresión ASTM C494.....	Pág.30
Ilustración N°07: Curva del análisis granulométrico agregado grueso.....	Pág.50
Ilustración N°08: Curva del análisis granulométrico agregado fino.....	Pág.51



RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo principal determinar el diseño de mezclas para un concreto de alta resistencia inicial $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido, en la Ciudad de Tarapoto.

Para lograr estos resultados, se han empleado metodologías de investigación como es el tipo cuantitativo y nivel correlacional, además se empleó diseño de investigación experimental – transversal y/o transeccional – correlacional, así como también se tuvo en cuenta la población, muestra y procedimiento de recolección de datos.

Con respecto al análisis de resultados se partió desde la verificación de materiales a utilizar, los cuales fueron cemento portland tipo I (Cemento Pacasmayo), agua (río Ahuashiyacu), agregado grueso (piedra chancada del río Huallaga), agregado fino (río Cumbaza) y aditivos (superplastificante de alto rango tipo F y aditivo acelerante tipo C para alcanzar altas resistencias iniciales). Luego se realizó la verificación de parámetros de diseño, así como también de los ensayos de laboratorio y diseño de mezcla y finalmente los resultados de resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ evaluados a edades de 12 a 18 horas.

Se realizó 24 muestras de probetas distribuidos por diseño de mezcla según la relación agua – cemento: $RA/C = 0.32$ (3 probetas para edades de 12 horas y 3 para edades de 18 horas), $RA/C = 0.30$ (3 probetas para edades de 12 horas y 3 para edades de 18 horas), $RA/C = 0.28$ (3 probetas para edades de 12 horas y 3 para edades de 18 horas), y la réplica $RA/C = 0.28$ (3 probetas para edades de 12 horas y 3 para edades de 18 horas).

La diferencia de resistencias se dio en los diseños de mezclas con diferente relación agua-cemento (0.32, 0.30 y 0.28), encontrándose que los dos últimos



diseños de mezcla cumplieron con la resistencia requerida en las edades evaluadas en la presente investigación (12 y 18 horas), donde en la relación agua cemento de 0.30 se logró en 12 horas una resistencia promedio de 227 kg/cm² y a 18 horas una resistencia promedio de 288 kg/cm². En la relación agua cemento de 0.28 se obtuvo a 12 horas una resistencia promedio de 322 kg/cm² y a 18 horas una resistencia promedio de 376 kg/cm². El resultado más favorable (diseño de mezcla con RA/C 0.28) fue replicado, esto con la finalidad de corroborar los resultados obtenidos inicialmente, los cuales arrojaron similares datos, obteniendo a 12 horas una resistencia promedio de 332 kg/cm² y a 18 horas una resistencia promedio de 363 kg/cm².

Finalmente, el costo beneficio que genera este proyecto de investigación es que, si a criterio del proyectista se requiere ahorrar tiempos y plazos es conveniente trabajar con cualquiera de los dos diseños con los que se han obtenido resultados favorables: R A/C 0.30 y 0.28, evaluando detalladamente los valores de resistencia a la compresión para que esta estructura pueda ser puesta en servicio.

Palabras claves: Resistencia a la compresión de concreto, diseño de mezclas.



ABSTRACT AND KEYWORDS

The main objective of this research project is to determine the design of mixtures for a high initial strength concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, to optimize the commissioning time of a rigid pavement, in the City of Tarapoto.

To achieve these results, research methodologies such as the quantitative type and correlational level have been used, in addition, an experimental - cross-sectional and / or transectional - correlational research design was used, as well as the population, sample and procedure of analysis. data collection.

Regarding the analysis of results, it was started from the verification of materials to be used, which were portland cement type I (Pacasmayo Cement), water (Ahuashiyacu river), coarse aggregate (crushed stone from the Huallaga river), fine aggregate (Cumbaza river). and additives (type F high-range superplasticizer and type C accelerating additive to achieve high early strength). Then the verification of design parameters was carried out, as well as the laboratory tests and mix design and finally the results of the concrete's compressive strength $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ evaluated at ages of 12 to 18 hours.

24 specimen samples distributed by mix design were made according to the water-cement ratio: $RA/C = 0.32$ (3 specimens for ages of 12 hours and 3 for ages of 18 hours), $RA/C = 0.30$ (3 specimens for ages of 12 hours and 3 for ages of 18 hours), $RA/C = 0.28$ (3 specimens for ages of 12 hours and 3 for ages of 18 hours), and the replica $RA/C = 0.28$ (3 specimens for ages of 12 hours and 3 for ages 18 hours).

The resistance difference occurred in the mix designs with different water-cement ratios (0.32, 0.30 and 0.28), finding that the last two mix designs met the required resistance at the ages evaluated in the present investigation (12 and 18 hours), where in a water-cement ratio of 0.30 an average resistance of 227 kg/cm^2 was achieved in 12 hours and an average resistance of 288 kg/cm^2 at 18 hours. In a water-cement ratio of 0.28, an average resistance of 322 kg/cm^2 was obtained



at 12 hours and an average resistance of 376 kg/cm² at 18 hours. The most favorable result (mix design with RA/C 0.28) was replicated, this in order to corroborate the results obtained initially, which yielded similar data, obtaining an average resistance of 332 kg/cm² at 12 hours and an average resistance of 332 kg/cm² at 18 hours. average resistance of 363 kg/cm².

Finally, the cost-benefit generated by this research project is that, if at the discretion of the designer it is necessary to save time and deadlines, it is convenient to work with any of the two designs with which favorable results have been obtained: R A/C 0.30 and 0.28, evaluating in detail the compressive strength values so that this structure can be put into service.

Keywords: Compressive strength of concrete, mix design.

I. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Macha & Vilavila (2021), en su tesis titulada “Correlación entre el módulo de rotura y resistencia a compresión, para diseño de pavimentos rígidos en concretos fast track con agregados de la cantera Isla del Distrito de Juliaca” tiene como objetivo evaluar la correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión para cual utilizo dos tipos de aditivos: acelerante de fragua y superplastificante, con la finalidad de reemplazar el agua en un 25%, al realizar la mezcla con dichos aditivos para obtener los resultados esperados en 24 horas, obteniendo como resultado según a su hipótesis, concluyó que si existe evidencia para afirmar que existe una correlación lineal en las dos variables de cada diseño.

Barboza (2020), en su tesis titulada “Optimización del diseño de pavimentos rígidos elaborados con concreto FAST TRACK en Lambayeque”, 2020” teniendo como objetivo optimizar el diseño habitual de los pavimentos rígidos utilizando 9 combinaciones diferentes de superplastificante y acelerante de resistencia en relación directa del peso del cemento con el fin de llegar a su resistencia lo más rápido posible, finalmente concluye que al utilizar aditivo superplastificante y acelerante influyen positivamente mejorando las características del concreto a corto y largo plazo.

López & Chávez (2018), en sus tesis “Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete SC-50 y GAIA”, tiene como objetivo estudiar los concretos de alta resistencia diseñada con un superplastificante que sirvan para establecer propiedades del concreto como su trabajabilidad y consistencia, concluyendo que el contenido óptimo para 420 y 600 kg/cm² es de 0.50%.

Molina & Chara (2017), en su tesis “influencia de la adición de nanosílice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa” tiene como objetivo establecer la influencia del uso del aditivo nanosílice en las propiedades del concreto fresco y endurecido, a los 28 días, obteniendo la dosificación más óptima de aditivo nanosílice.

Achahuanco & Gutiérrez (2019), en su tesis titulada “Optimización de concretos estructurales $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílice en la ciudad del Cusco, 2017” , tiene como objetivo analizar las propiedades mecánicas a compresión simple de probetas, fabricadas de una mezcla de concreto con adición de microsílice, reduciendo la cantidad de cemento por metro cúbico, conservando la resistencia de diseño, concluye para un diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ es de 7% alcanzando resistencia promedio a la compresión y así mismo reduciendo la cantidad de cemento.

Cubas (2019), tesis titulada “Mejoramiento del Concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ y mortero 1:5 adicionando aditivos Chema, distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad” tiene como objetivo analizar el efecto que tiene la incorporación de aditivos para mejorar las características de resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, concluyendo que la adición de aditivos impermeabilizantes se obtiene concretos más impermeables, garantizando la resistencia y compresión.

Molina & Sencara (2018), tesis titulada “Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de alta resistencia, reutilizado en la etapa de fraguado”, tiene como objetivo analizar la trabajabilidad del concreto, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión de un concreto de alta resistencia añadiendo un porcentaje de aditivo

superplastificante en peso de cemento a edades de 3,7 y 28 días de curado, concluye que para un concreto de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, disminuye la resistencia máxima a la compresión es de 18% .

Zorrilla (2018), tesis titulada “Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ”, tiene como finalidad determinar la influencia del curado acelerado del concreto, el primer grupo con el curado acelerado a 2 horas de secado, el segundo a 7 horas con agua hirviendo, concluye que la resistencia de concreto con el curado acelerado a 7 horas de secado es igual a la resistencia del concreto con el curado estándar y en un tiempo menor.

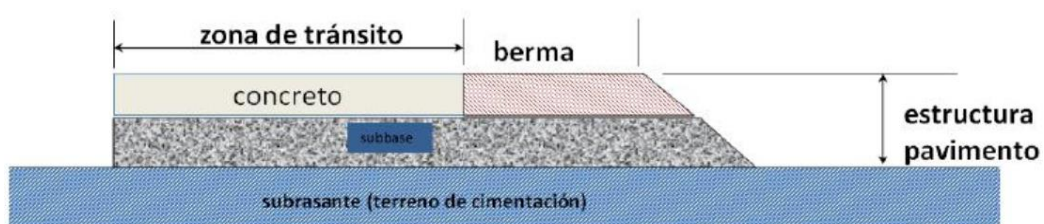
1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. Pavimentos rígidos

1.2.1.1. Concepto

Los pavimentos rígidos, son aquellos que tienen una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento hidráulico. Su nombre se da debido a las propiedades de la carpeta de concreto, que absorbe en mayor grado las cargas vehiculares. Debido a la naturaleza rígida de la carpeta de rodadura, las cargas vehiculares se distribuyen en una forma más eficiente, es por ello que requieren de su estructura de un menor número de capas granulares, entre la carpeta de rodadura y la subrasante, tal como vemos en la siguiente ilustración. (Becerra, 2012).

Ilustración N°01: Estructura del pavimento rígido con concreto hidráulico



Fuente: Tópicos de pavimentos de concreto, pág.06

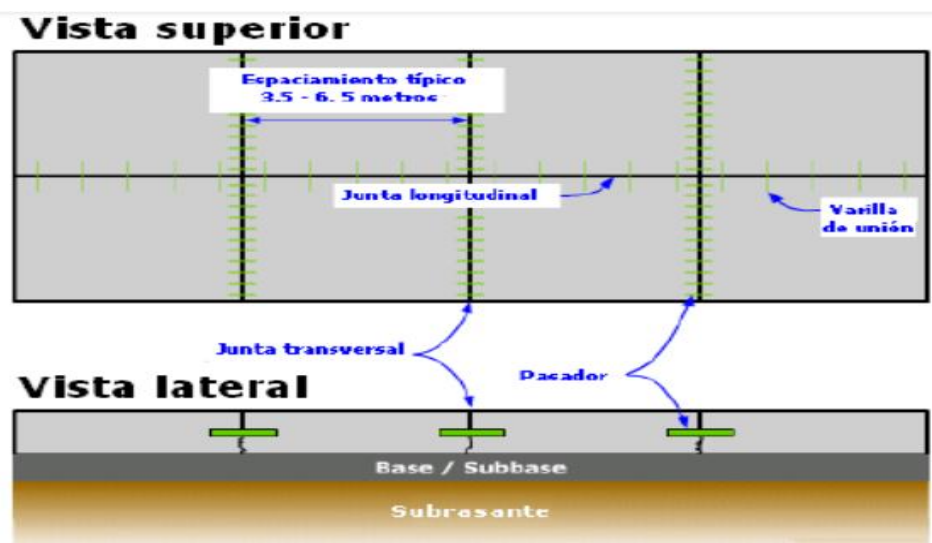
1.2.1.2. Tipos de pavimentos rígidos

a) Pavimentos de concreto simple con juntas (JPCP)

Según sus siglas en inglés significa (Jointed Plain Concrete Pavement). Los pavimentos de concreto liso articulado (JPCP) contienen suficientes uniones para controlar la ubicación de todas las grietas naturales esperadas. Todas las grietas necesarias se producen en las juntas y no en otras partes de las losas JPCP no contiene ningún refuerzo de acero. Sin embargo, puede haber dispositivos de transferencia de carga en las juntas transversales y barras de acero deformadas. (acpa, 2016).

Este pavimento puede llegar a manejar resistencias a tensión producidas por los vehículos y las variaciones de temperatura y humedad. Este tipo de pavimentos pueden tener elementos para su transferencia de cargas o a su vez no contenerlas. Estas losas pueden estar separadas entre juntas como máximo a 4.5 mt, como recomendación. (Ramírez, 2019).

Ilustración N°02: Vista superior e inferior de pavimentos de concreto simple con juntas.



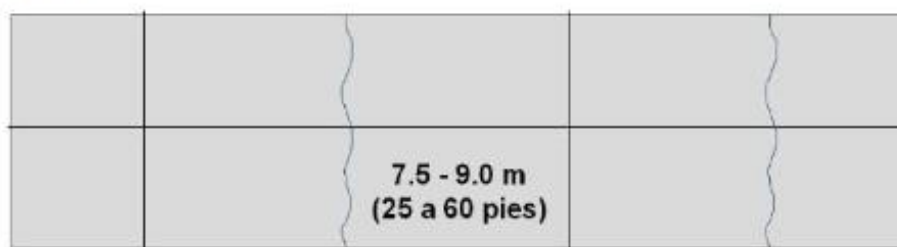
Fuente: Taller de Criterios de Diseño de Pavimentos de Concreto - Criterios generales de diseño de pavimentos de concreto. (Salgado, 2017)

b) Pavimento de concreto armado con barras transversales (JRCP)

Según las siglas en inglés, JRCP significa (Jointed Reinforced Concrete Pavement). Este tipo de concreto es reforzado con mallas de acero, permitiendo ampliar los espaciamientos entre las juntas de contracción, llegando a distancias entre 7.5 y 9.0 m. Se pueden producir fisuras controladas dentro de los paños, debido al refuerzo moderado dentro de los paños. Con respecto a la transferencia de cargas entre paños, se da mediante los pasadores. Cabe indicar que las nuevas metodologías ya no lo consideran. (Becerra, 2012).

Ilustración N°03: Vista de planta y perfil de pavimento de concreto armado con barras transversales (JRCP)

Planta



Perfil



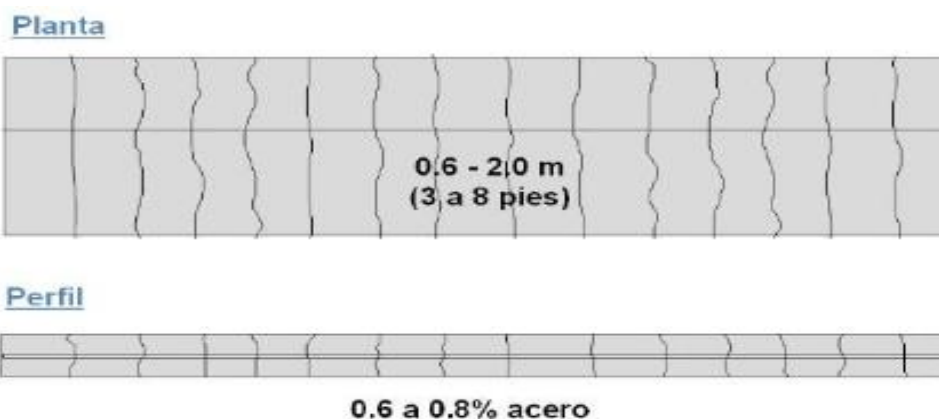
Fuente: Tópicos de pavimentos de concreto – Diseño, construcción y Supervisión – Pag. 38. (Becerra, 2012)

c) Pavimentos de concreto continuamente reforzados (CRCP)

Según las siglas en inglés, CRCP significa (Continuously Reinforced Concrete Pavement). Las tensiones son controladas por una armadura de acero de bastante cuantía, donde se pueden producir fisuras controladas a lo largo de todo el pavimento, con

distancias aproximadas entre 0.6 y 2.0 m. Este pavimento es muy usado en Europa.

Ilustración N°04: Vista de planta y perfil de pavimento de concreto Continuamente reforzado (CRCP)



Fuente: Tópicos de pavimentos de concreto – Diseño, construcción Y Supervisión – Pag. 37. (Becerra, 2012)

d) Pavimentos de concreto con losas cortas (Optipave).

Viene a ser un tipo de pavimento que nace empíricamente en zonas de altura, donde los gradientes de temperatura y humedad son bastantes altos. En este tipo de pavimento se trabaja con losas de mucho menores dimensiones: 1.8 x 1.8 (puede variar). Los objetivos que presenta son dos: 1.- Controlar la fisuración debido a condiciones climáticas extremas, 2.- Optimizar espesores, dado que los esfuerzos de flexión que gobiernan las metodologías de diseño convencionales, son desplazados por los esfuerzos de compresión, en lo que el concreto se comporta bastante bien, permitiendo reducir espesores (con la economía que ello involucra), para un mismo comportamiento esperado. Es reconocido como un método de diseño válido por la Asociación Americana de pavimentos de Concreto (ACPA).

Ilustración N°05: Vista de pavimentos de losas cortas.

			1.8 X 1.8				

Fuente: Tópicos de pavimentos de concreto – Diseño, construcción y Supervisión – Pag. 38. (Becerra, 2012)

1.2.2. Concreto

1.2.2.1. Concepto

El concreto, viene a ser un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, agregados (piedra y arena), agua y aire; después, esta mezcla se endurece en formaleas con la forma y dimensiones deseadas. El cuerpo del material consiste en el agregado fino y grueso. El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas de agregado y conformar una masa sólida. Además, se debe saber que para obtener un buen concreto no sólo basta contar con materiales de buena calidad mezclados en proporciones correctas. Es necesario también tener en cuenta factores como el proceso de mezclado, transporte, colocación o vaciado y curado. (Chávez, 2003).

1.2.2.2. Componentes del concreto

a) El cemento

El cemento viene a ser un aglomerante hidrófilo que resulta de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes” (Pasquel 1998: 59).

Tipos de cemento

Según la NTP 334.009, los cementos portland sin adición, constituidos por clinker portland y la inclusión solo de un determinado porcentaje de sulfato de calcio (yeso), presenta la siguiente clasificación:

- Tipo I: Para usos que no requieran 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 utilizarse 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.

En la norma establecida por la American Society for Testing and Materials (ASTM C595), especifica las características de los cementos adicionados, los que contienen, además de los compuestos mencionados, escorias, puzolanas y materiales calizos que modifican el comportamiento. Entre los tipos de cementos y el porcentaje añadido, tenemos:

- Tipo IS: Contenido de escoria de 25% a 70%.
- Tipo ISM: Contenido de escoria menor a 25%.
- Tipo IP: Contenido de puzolana de 15% a 40%.
- Tipo IPM: Contenido de escoria menor a 15%.
- Tipo I (CO): Cemento adicionado obtenido por la pulverización conjunta de clinker portland y materiales calizos (travertino), hasta un 30% de peso.

b) El agua

Según Pasquel (1998). El agua es aquel elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades. Por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para realizar su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto. El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

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

Según lo norma NTP 339.088, indica los límites permisibles para agua de mezcla y curado, el cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°01: Límites permisibles para agua de mezcla y curado:

Descripción	Límite permisible	
Sólidos en suspensión	5000 ppm	Máximo
Materia orgánica	3 ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm	Máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm	Máximo
Cloruros (ión Cl ⁻)	1000 ppm	Máximo
pH	5 a 8	

Fuente: NTP 339.088

c) Los agregados

Los agregados para concretos estructurales comunes, tienden a ocupar aproximadamente entre el 70 y 75 por ciento del volumen de la masa endurecida. Siendo el resto conformado por la pasta de cemento endurecida, agua no combinada (es decir, agua no utilizada en la hidratación del cemento) y vacíos

de aire. (Chávez, 2003).

Se clasifican en agregados finos y gruesos. Tanto el agregado fino como el grueso, constituyen los elementos inertes del concreto, ya que no intervienen en las reacciones químicas entre cemento y agua. (Chávez, 2003).

Agregado fino o arena

Los agregados finos son aquellos que provienen de la desintegración natural o artificial y que pasa el Tamiz N°4, es decir un Tamiz con cuatro aberturas por pulgada lineal. El material más grueso que éste, se clasifica como agregado grueso o grava. (Chávez, 2003).

Las características que debe tener del agregado fino deben ser durable, fuerte, limpio, duro y libre de materias impuras como: polvo, limos, pizarra, álcalis y materias orgánicas. No deben tener más de 5 % de arcilla o limos ni más de 1.5% de materias orgánicas. (Chávez, 2003).

Sus partículas deben tener un menor a $\frac{1}{4}$ " y su gradación debe satisfacer los requisitos propuestos en la norma ASTM C-33-93, los cuales se muestran en la tabla # 01.

Tabla N°02: Requisitos granulométricos del agregado fino

Tamiz estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
3/8"	100
# 4	95 a 100
# 8	80 a 100
# 16	50 a 85
# 30	25 a 60
# 50	10 a 30
# 100	2 a 10

Fuente: ASTM C-33-93

Tabla N°03: Límites de sustancias nocivas en el agregado fino

CARACTERÍSTICAS	REQUISITO		UNIDAD
	MIN	MAX	
Módulo de finura	2.3	3.1	N.A.
Pasante de la malla N° 200	N.A.	5	%
Cloruros solubles	N.A.	1000	ppm
Sulfatos solubles	N.A.	12000	ppm
Terrones de arcilla y partículas deleznable	N.A.	3	%
Impurezas orgánicas	N.A.	3	Plato de Color
Inalterabilidad por sulfato de magnesio	N.A.	15	%

Fuente: ASTM-C-33-93

Agregado grueso

El agregado grueso es el que se retiene en el tamiz N° 4, y a la vez está constituido por rocas graníticas, dioríticas, y sieníticas. Puede usarse piedra partida en chancadora o grava zarandeada de los lechos de los ríos o yacimientos naturales. (Chávez, 2003).

El tamaño máximo del agregado grueso para concreto reforzado está controlado por la facilidad con que éste debe entrar en las formaletas y en los espacios entre barras de refuerzo. Con este fin el agregado no debe ser mayor que 1/5 de la distancia entre las paredes del encofrado, 3/4 de la distancia libre entre armaduras y 1/3 del espesor de las losas. Al igual que para la arena, no deben contener más de un 5% de arcilla y finos ni más de 1.5% de materias orgánicas, carbón, etc. y según la norma ASTM-C-33-93. (Chávez, 2003).

También establece una serie de condiciones para su gradación. Estas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°04: Requisitos granulométricos del agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO MONIMAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 ½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 ½ in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 ½ in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: ASTM C-33-93

Tabla N°05: Límites de sustancias nocivas en el agregado grueso

CARACTERÍSTICAS	REQUISITO		UNIDAD
	MIN	MAX	
Pasante de la malla N° 200	N.A.	1	%
Cloruros solubles	N.A.	1000	ppm
Sulfatos solubles	N.A.	10000	ppm
Terrones de arcilla y partículas deleznable	N.A.	5	%
Abrasión por la máquina de los ángeles	N.A.	50	%
Inalterabilidad por sulfato de magnesio	N.A.	18	%

Fuente: ASTM C-33-93

d) Aditivos

Según la norma ASTM C494, clasifica a los aditivos, tal como se detalla a continuación.

- **Reductores de Agua Tipo A:** Permiten reducir un 5% el agua del amasado.
- **Retardadores, Tipo B:** Es un aditivo retardador de fraguado.
- **Acelerantes, Tipo C:** Es un aditivo acelerador del fraguado.
- **Reductores de agua y retardadores Tipo D:** Son aditivos reductores de agua y retardadores.
- **Reductores de agua y acelerantes Tipo E:** Son aditivos reductores de agua y aceleradores.
- **Reductores de agua, de alto rango, Tipo F:** Son aditivos reductores de agua de alto efecto.



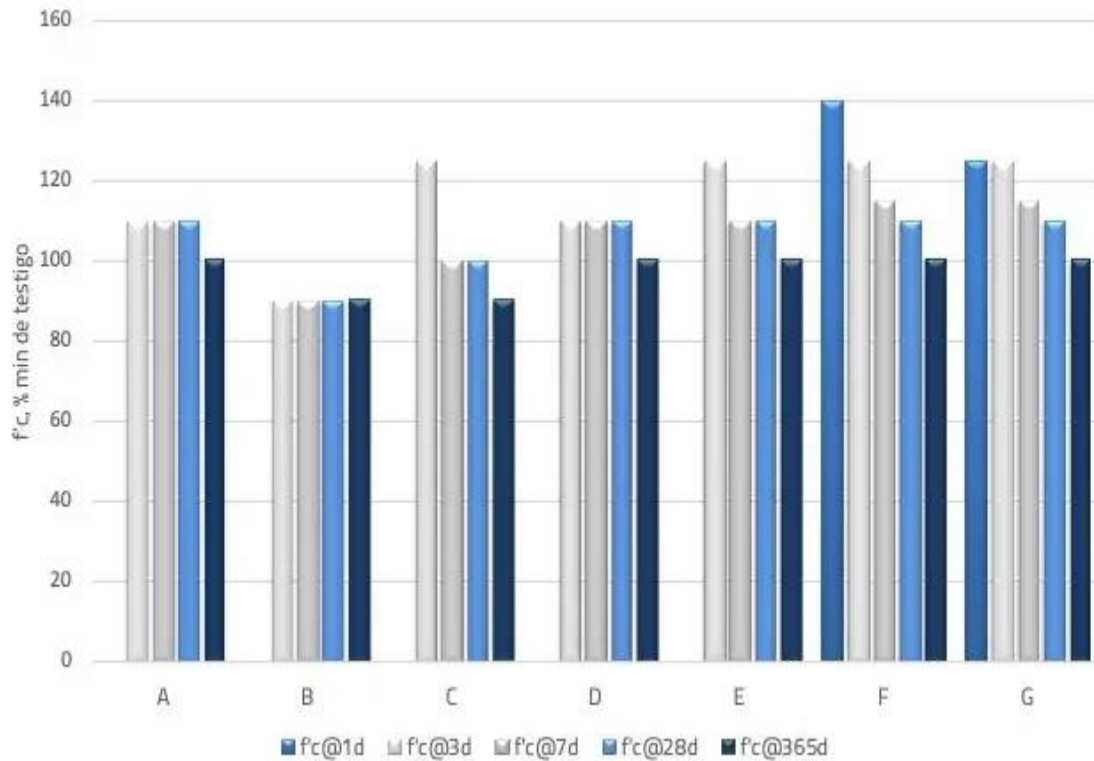
- **Reductores de agua, de alto rango y retardadores, Tipo G:** Reductor de agua de alto efecto y retardador.
- **Comportamiento específico, tipo S:** Son aditivos diseñado para lograr un comportamiento específico en el concreto, cuyos ejemplos son los reductores de contracciones, aditivos de contracción compensada, reductores de permeabilidad, etc.

Tabla N°06: Requerimientos de la normativa ASTM C494

Concepto	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Tipo F	Tipo G	Tipo S
	Reductor de agua	Retardante	Acelerante	Reductor de agua y retardante	Reductor de agua y acelerante	Reductor de agua de alto rango	Reductor de agua de alto rango y retardante	Comportamiento específico
Contenido de agua máximo en % de testigo	95	NA	NA	95	95	88	88
Variación de TFI en h:min respecto al testigo	-1:00 a +1:30 max	+1:00 a +3:30 max	-1:00 a -3:30 max	+1:00 a +3:30 max	-1:00 a -3:30 max	-1:00 max +1:30 max	+1:00 a +3:30 max	-1:00 a +1:30 max
Variación de TFF en h:min respecto al testigo	-1:00 a +1:30 max	+3:30 max	-1:00 min	+3:30 max	-1:00 min	-1:00 max +1:30 max	3:30 max	-1:00 a +1:30 max
f'c @1d, min % respecto testigo	140	125
f'c @3d, min % respecto testigo	110	90	125	110	125	125	125	90
f'c @7d, min % respecto testigo	110	90	100	110	110	115	115	90
f'c @28d, min % respecto testigo	110 (120) ^C	90	100	110 (120) ^C	110	110 (120) ^C	110 (120) ^C	90
f'c @90d, min % respecto testigo	(117) ^C	N/A	N/A	(117) ^C	N/A	(117) ^C	(117) ^C	N/A
f'c @6 meses, min % respecto testigo	100 (113) ^C	90	90	100 (113) ^C	100	100 (113) ^C	100 (113) ^C	90
f'c @12 meses, min % respecto testigo	100	90	90	100	100	100	100	90

Fuente: ASTM C494

Ilustración N°06: Requerimientos de resistencia a la compresión ASTM C494



Fuente: ASTM C494

1.2.3. Diseño de mezcla

a) Selección de la cantidad de agua

Para seleccionar la cantidad de agua, se debe tener en cuenta la proporción que necesita el concreto de ciertas características por unidad cubica del mismo.

Además, para seleccionar el agua se tiene que tener en cuenta los agregados y el tipo de aditivo a utilizar, lo cual para ello se presenta una tabla cuya fuente es el Comité 211 de ACI.

Tabla N°07: Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para TNM agregados y consistencias indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

Fuente: Volumen unitario de agua (Comité 211 del ACI)

b) Selección del contenido de aire

Según la NTP 400.037 y el ACI 211.1, nos indica que se debe determinar el porcentaje de aire atrapado o el aire total, según se trate de concretos normales o de concretos en los que expresamente, por razones de durabilidad, se ha incorporado aire, mediante el empleo de un aditivo.

A continuación, se presenta una tabla donde proporciona el porcentaje aproximado de aire atrapado, en mezclas sin aire incorporado, para diferentes tamaños máximos nominales del agregado grueso.

Tabla N°08: Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: ACI 211.1 y NTP 400.037

Tabla N°09: Contenido de aire incorporado y total

Tamaño máximo nominal	Contenido de aire total en %		
	Exposición suave	Exposición moderada	Exposición severa
3/8"	4.5	6	7.5
1/2"	4	5.5	7
3/4"	3.5	5	6
1"	3	4.5	6
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2	4	5
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1	3	4

Fuente: ASTM C 231

c) Relación agua/cemento por resistencia

Para poder seleccionar la relación agua/cemento por resistencia se realiza partiendo del criterio de que esta propiedad es la más fácilmente mensurable y que, dentro de ciertas limitaciones, está regulada por la relación de la cantidad de agua a la cantidad de cemento en la unidad cubica de los distintos diseños de mezcla que se realice de acuerdo a la resistencia que se desea obtener. (Rivva, 2014).

A continuación, se presenta la siguiente tabla que corresponde a concretos sin la incorporación de aire atrapado, es decir concretos con aire natural:

Tabla N°10: Relación de agua / cemento por resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Comité 211 del ACI

d) Relación agua/cemento por durabilidad

Según Riva (2014), nos indica los siguientes datos a tener en cuenta para elegir la relación agua-cemento por durabilidad.

A continuación, se presenta la siguiente tabla:

Tabla N°11: Relación de agua / cemento por durabilidad

Condición de exposición	Relación a/c máxima, en concretos con agregados de peso normal	Resistencia a la compresión mínima en concretos con agregado liviano
Concretos de baja permeabilidad		260
a) Expuestos a agua dulce	0.5	
b) Expuestos a agua de mar o aguas solubles	0.45	
c) Expuestos a la acción de aguas cloacales	0.45	
Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda		300
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.45	
b) Otros elementos	0.5	
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina, o rocío de estas aguas	0.4	325
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15mm	0.45	300

Fuente: Condiciones especiales de exposición Riva López, Enrique (2014)

e) Selección del agregado grueso

Según Riva (2014), indica los porcentajes de agregado grueso requerido, cuyos datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°12: Selección del agregado grueso

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Rivva López, Enrique (2014)

a) Selección del agregado fino

Según Riva (2014), indica los porcentajes de agregado fino requerido, cuyos datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°13: Selección del agregado fino



Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Agregado redondeado				Agregado angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
	5.00	6.00	7.00	8.00	5.00	6.00	7.00	8.00
Agregado fino - Módulo de fineza de 2.3 a 2.4								
3/8"	60.00	57.00	54.00	51.00	69.00	65.00	61.00	58.00
1/2"	49.00	46.00	43.00	40.00	57.00	54.00	51.00	48.00
3/4"	41.00	38.00	35.00	33.00	48.00	45.00	43.00	41.00
1"	40.00	37.00	34.00	32.00	47.00	44.00	42.00	40.00
1 1/2"	37.00	34.00	32.00	30.00	44.00	41.00	39.00	37.00
2"	36.00	33.00	31.00	29.00	43.00	40.00	38.00	36.00
Agregado fino - Módulo de fineza de 2.6 a 2.7								
3/8"	66.00	62.00	59.00	56.00	75.00	71.00	67.00	64.00
1/2"	53.00	50.00	47.00	44.00	61.00	58.00	55.00	53.00
3/4"	44.00	41.00	38.00	36.00	51.00	48.00	46.00	44.00
1"	42.00	39.00	37.00	35.00	49.00	46.00	44.00	42.00
1 1/2"	40.00	37.00	35.00	33.00	47.00	44.00	42.00	40.00
2"	37.00	35.00	33.00	32.00	45.00	42.00	40.00	38.00
Agregado fino - Módulo de fineza de 3.0 a 3.1								
3/8"	74.00	70.00	66.00	62.00	84.00	80.00	76.00	76.00
1/2"	59.00	56.00	53.00	50.00	70.00	66.00	62.00	59.00
3/4"	49.00	46.00	43.00	40.00	57.00	54.00	51.00	48.00
1"	47.00	44.00	41.00	38.00	55.00	52.00	49.00	46.00
1 1/2"	44.00	41.00	38.00	36.00	52.00	49.00	46.00	44.00
2"	42.00	38.00	36.00	34.00	49.00	46.00	44.00	42.00

Fuente: Rivva López, Enrique (2014)

1.2.4. Propiedades del concreto

1.2.4.1. Propiedades del concreto en estado fresco

a) Trabajabilidad:

Según Kosmatka et al., (2014), nos dice que la trabajabilidad viene a ser un concreto que es fácil de colocar, consolidar y acabar en su estado fresco, donde el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad.

Se tiene en cuenta varios componentes que influyen en la trabajabilidad del concreto, los cuales son los siguientes:

- Método y la duración del transporte
- Cantidad y características de los materiales cementantes
- Consistencia del concreto
- Tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos
- Aire incluido o incorporado
- Cantidad de agua
- Temperatura del concreto y del aire
- Aditivos

b) Estabilidad:

Según Pasquel (1999), la estabilidad viene a ser el desplazamiento o también un flujo que se produce en el concreto sin mediar la aplicación de fuerzas externas.

Además, la estabilidad tiende a medirse teniendo en cuenta la exudación y la segregación, evaluadas con método estándar que permiten confrontar dichas características entre varios diseños, siendo la opción tener valores mínimos. (Pasquel, 1999).

También se debe tener en cuenta que los fenómenos descritos en el párrafo anterior, no dependen explícitamente de la

demasiada de agua en la mezcla sino del contenido de fino y de las propiedades adherentes de la pasta. (Pasquel, 1999).

c) Compactibilidad:

Según Pasquel (1999), la compactibilidad viene a ser la facilidad con que se compacta un concreto en estado fresco. La metodología más conocida es del factor de compactación que consiste en el cociente entre la densidad suelta del concreto a prueba dividida entre la densidad del concreto compactado.

d) Movilidad:

Según Pasquel (1999), la movilidad viene a ser aquel concreto que se puede mover con mucha facilidad, cuando se aplica el trabajo externo. Este a la vez se evalúa en función de la viscosidad, cohesión de resistencia interna al corte.

e) Segregación:

Según Pasquel (1999), nos dice que las diferencias de consistencias entre las unidades del concreto provocan un mecanismo natural a que las partículas más pesadas asienten, pero en general la densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumando a su viscosidad causa que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.

f) Exudación:

Según Pasquel (1999), nos dice que la exudación es aquella propiedad por la cual el agua de mezcla se aparta de la masa y remonta hacia la superficie del concreto.

Además, cabe mencionar que es inevitable la exudación en el concreto, pues es una propiedad inherente en su estructura.

g) Contracción:

Según Pasquel (1999), nos dice que varios tipos de contracciones y una de ellas es la contracción intrínseca que proviene de la contracción de la pasta de cemento debido a la disminución del volumen original de agua por combinación química.

Otro de los tipos es la contracción por secado, que viene a ser la causante de la mayor parte de problemas de fisuración, dado que sucede tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla. Sin embargo, es controlable porque al momento de reponer el agua perdida por secado, se recuperará gran parte de la contracción ocurrida. (Pasquel, 1999).

1.2.4.2. Propiedades del concreto endurecido**a) Resistencia a la compresión:**

Según Becerra (2012), nos dice que la resistencia a la compresión es aquella resistencia que se da a los 28 días a carga axial en probetas de concreto, sin embargo, también hay más edades que sirven como mecanismos de control como lo es a 3, 7 días, siendo esta última que representa el 75% de la resistencia a 28 días.

b) Permeabilidad:

Según Becerra (2012), nos dice que la permeabilidad viene dada sobre todo de la relación agua-cemento, donde a menos a/c se obtienen mezclas menos permeables.

c) Resistencia a la abrasión:

Según Becerra (2012), nos dice que las estructuras de pavimentos de concreto hidráulico están sometidas a grandes desgastes superficiales, por lo que la resistencia a la abrasión está ligada y/o relacionada con el aguante a la compresión del

concreto, donde depende mucho la relación agua – cemento y la calidad del curado.

d) Fisuración o agrietamiento:

Según Becerra (2012), nos menciona dos causas de la fisuración en el concreto para pavimento, los cuales son los siguientes:

- Las tensiones por la aplicación de las cargas vehiculares en las zonas críticas del pavimento como es el borde exterior en el centro de la losa y el borde exterior cercano a la junta.
- Las tensiones que resultan de la contracción por secado del concreto, así como por los cambios volumétricos en las losas.

Sin embargo, la solución para controlar la fisuración de un pavimento se requiere un sistema eficiente de juntas y un diseño de mezcla que contenga el menor contenido de cemento para resistencia específica.

e) Durabilidad:

Según Becerra (2012), nos dice que la durabilidad es la habilidad del concreto a resistir el efecto del medio ambiente, al ataque químico y a la abrasión, manteniendo sus propiedades en el tiempo.

1.2.5. Curado de concreto

Según el MTC (2013), nos indica que para realizar el curado de concreto se deberá realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, en un periodo no inferior a 7 días.



1.2.6. Apertura al tránsito:

Se pone en servicio de tránsito a un pavimento de concreto hidráulico, cuando la resistencia a compresión de 28 días haya alcanzado una resistencia del 80% y se haya sellado las juntas.

Sin embargo, en el presente proyecto se pretende diseñar un concreto capaz de ponerlo en servicio luego de las 18 horas de vaciado y acabado.



II. CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en nuestro Planeta, sobre todo en los países desarrollados, se han realizado diversos estudios de puesta en servicio para tránsito de concretos de forma rápida, donde tengan la misma resistencia a la compresión que un concreto de 28 días, sin embargo, hasta la fecha no se cuenta con resultados favorables.

Si bien es cierto, hoy en día se está poniendo en marcha el concreto avanzado: el material del futuro, que viene a ser un material clasificado como un concreto de ultra alto desempeño, que proviene de la creación de diversas empresas del rubro de concreto premezclado orientadas a la investigación y desarrollo de soluciones constructivas en la industria del cemento y el concreto, sin embargo, como la mayoría de los concretos utilizados en nuestro país de Perú como a nivel mundial, las resistencias a compresión se comprueban a los 28 días para recién ponerlo en funcionamiento para el tránsito.

Es por ello que viendo la necesidad de lograr un concreto que tenga alta resistencia inicial de un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y con la finalidad de optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido, se propone esta presente tesis, para desarrollar y diseñar un concreto que pueda ser capaz de alcanzar elevadas resistencias iniciales en 12 y 18 horas, para ponerlo en funcionamiento de tránsito, y de esa manera luego de conocer los resultados, dar las recomendaciones técnicas necesarias para promover a nivel de mi localidad, provincia, región, país y porque no a nivel mundial, su uso.

Realizando esta tesis tendré la satisfacción de que estoy contribuyendo al mundo de la construcción y de la ingeniería.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1. Problema general:

¿Será posible realizar el diseño de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que tenga alta resistencia inicial, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido, en la Ciudad de Tarapoto?

2.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el diseño más óptimo para lograr un concreto de alta resistencia inicial $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido, en la Ciudad de Tarapoto?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Determinar el diseño de mezclas para un concreto de alta resistencia inicial $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido, en la Ciudad de Tarapoto.

2.3.2. Objetivos específicos

Caracterizar el diseño de un concreto de alta resistencia inicial $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido, en la Ciudad de Tarapoto.

2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis se justifica técnicamente en la falta y búsqueda en el rubro de la construcción de un concreto de alta resistencia inicial y que cumpla en las edades de 12 y 18 horas las resistencias a las compresiones esperadas de un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y que luego de la última edad, pueda ponerse en marcha y/o funcionamiento.

2.5. HIPÓTESIS

2.5.1. Hipótesis general

- Si existe un diseño para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que tenga una alta resistencia inicial, para optimizar el tiempo de

puesta en servicio de un pavimento rígido.

- No existe un diseño para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que tenga una alta resistencia inicial, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido.

2.5.2. Hipótesis específicas

- El uso de aditivos si influye en la alta resistencia inicial de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido.
- El uso de aditivos no influye en la alta resistencia inicial de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido.

2.6. VARIABLES

2.6.1. Identificación de las variables

Variable independiente:

- Diseño de un concreto de alta resistencia inicial $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Variable dependiente:

- Optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido

III. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación será cuantitativo, debido a que es secuencial y probatorio. Secuencial porque desde el momento que se empieza a realizar los estudios, se tendrá un procedimiento que tendrá secuencia de resultado tras resultado, siendo útil cada dato para poder calcular lo demás, y probatorio ya que teniendo los resultados se logrará probar lo que se quiere demostrar.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación será correlacional, ya que en la presente tesis la buscará la correlación que hay en las dos variables (independiente y dependiente)

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación de la presente tesis, será de tipo experimental – transversal y/o transeccional – correlacional, ya que se utilizará equipos de laboratorio y se recopilará datos en un determinado tiempo.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Concreto de alta resistencia inicial $f'c=210$ kg/cm²

3.3.2. Muestra

24 probetas y/o especímenes de concreto $f'c= 210$ kg/cm², siendo 6 probetas y/o especímenes por cada relación agua cemento (son 3 relaciones agua cemento de 0.32, 0.30 y 0.28, siendo esta última replicada una vez más para comprobar la resistencia de los resultados anteriores de la relación agua cemento 0.28) para edades de 12 horas (3 probetas) y 18 horas (3 probetas).

3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para realizar la presente tesis, se seguirán los siguientes pasos, descritos a continuación:

3.4.1. Paso 01: Verificación y traslado de los materiales a utilizar y parámetros de diseño

Se verificará los materiales que será utilizados para el presente estudio y además serán trasladados, los cuales se describen a continuación:

- Traslado de agregados gruesos del río Huallaga
- Traslado de los agregados finos del río Cumbaza
- Traslado de cementos, luego de ser comprados
- Traslado de aditivos, luego de ser comprados

3.4.2. Paso 02: Ensayos de laboratorio y diseño de mezclas

En este paso 02, se realizarán en el laboratorio, los siguientes ensayos:

- Análisis granulométricos de agregados gruesos y finos
- Determinación del peso unitario de agregados gruesos y finos
- Contenido de humedad de agregados gruesos y finos
- Absorción de agregados gruesos y finos
- Gravedad específica de agregados gruesos y finos
- Peso compactado de agregado grueso
- Determinación del módulo de fineza del agregado fino
- Diseño de mezcla

3.4.3. Paso 03: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, en las edades de 12 y 18 horas.

En este paso 03, se realizarán las roturas de probetas, para determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, de las edades de 12 y 18 horas.



3.4.4. Paso 04: Verificación y validación de hipótesis

En este paso 04, se verificará los resultados obtenidos para concluir con las hipótesis descritas en la presente tesis.

IV. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. VERIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE MATERIALES A UTILIZAR

Para la elaboración de concreto se usaron materiales previa verificación de su conformidad con los requisitos técnicos de las normas y especificaciones técnicas aplicables.

a) Cemento

Para la elaboración de las mezclas de concreto se utilizó Cemento Portland Tipo I, fabricado conforme a la norma NTP 334.009 / ASTM C150. Ver tabla N°14 y anexo N° 9.1.

b) Agua

Se utilizó agua de procedencia subterránea del Río Ahuashiyacu que cumple los requisitos especificados en la NTP 339.088/ASTM C1602. Ver Tabla N°14 y anexo N° 9.1.

c) Agregado grueso

Se utiliza piedra H67 de procedencia de la cantera Río Huallaga en las proporciones indicadas en el diseño de mezcla de la Tabla 16, anexos 9.2 y 9.4 e ilustración N°07.

d) Agregado fino

Se utiliza agregado fino de procedencia de la cantera del Río Cumbaza, este agregado cumple los requisitos especificados en la ASTM C33 / NTP 400.037. Ver tabla N°17, anexos 9.3 y 9.4 e ilustración N°08, donde se encuentran cada uno de los ensayos que corroboran la conformidad.


e) Aditivos

Como reductor de agua se utilizó un aditivo superplastificante de alto rango Tipo F y para alcanzar altas resistencias iniciales se usará un aditivo Tipo C, ambos aditivos cumplen los requisitos especificados en la NTP 334.088/ASTM C494. Ver tabla N°14 y

anexos 9.5. de diseño de mezclas.

A continuación, se presenta la siguiente tabla que contiene las propiedades de los materiales a utilizados:

Tabla N°14: Propiedades de los materiales a utilizados:

 GESTIÓN DE CALIDAD		PROPIEDADES DE MATERIA PRIMA							Código D-CC-F-145 Versión 1 Fecha : 15 Junio 2020				
> Materiales													
Materiales	Norma	Tipo	P Bseca (kg/m ³)	Absorción (%)	Humedad (%)	TMN A. G.	PUS (kg/m ³)	PROCEDECIA					
Cementante													
I-PAC Selva	NTP 334.009	Portland	3080				1500	Fabricante: CPSSA					
Agua + Hielo													
Agua			1000				1000	Proveedor: Rio Ahuashiyacu					
Agregados													
Agregado Fino													
X-F(0/9,5)-Z-CUM	NTP 400.037	Z	2600	1.2	8.00	4.75 mm	1570	Cantera: Rio Cumbaza					
Agregado Grueso													
X-H67-T-HUA	NTP 400.037	T	2630	1.5	1.50	1/2"	1500	Cantera: Rio Huallaga					
Aditivos químicos, fibras y pigmentos													
Materiales usados en planta	Código SAP	Norma	Tipo	Código SAP	P (kg/m ³)	% agua	Dosis (% cemento)			Reducción de agua (%)			%WR ± D
							Dmín	Dmed	Dmáx	WRmín	WRmed	WRmáx	
Plasticante tipo F	10	C434	F		1080	62.0	0.40%	1.20%	2.00%	5%	8%	12%	
Acelerante Tipo C	21	C434	C	302-00201	1200	50.0	1.00%	1.50%	3.00%	0%	0%	0%	

4.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño son los siguientes:

- ✓ Resistencia especificada. La resistencia que se busca alcanzar es la de $f'c=210$ kg/cm².
- ✓ Edad de la $f'c=210$ kg/cm². Las edades evaluadas fueron a 12 y 18 horas.
- ✓ Tipos de cemento. El cemento usado en el diseño evaluado es Cemento Portland Tipo I
- ✓ Incidencia de los agregados: La incidencia de los agregados han sido evaluadas con el aporte de finos obtenido en el diseño, entendiéndose que el aporte de finos del diseño de mezclas consta del agregado fino y el material cementante, de tal manera que se pueda obtener adecuada cohesividad en el concreto, para todos los

diseños se usaron 45% de agregado fino y 55% de agregado grueso.

4.3. ENSAYOS DE LABORATORIO Y DISEÑO DE MEZCLA

4.3.1. Cálculo de la Resistencia promedio requerida

El f'_{cr} está calculado en base a la ecuación que se indica en la tabla 5.3 de la norma E.060, criterio que está contemplado en otros reglamentos y normas aplicables al concreto en nuestro medio, como ACI 318 y ACI 301. Esta base técnico – legal, prescribe para cuando no se dispone de registros de ensayos, como es nuestro caso, usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones de la tabla siguiente, para establecer resistencia promedio a la compresión requerida, f'_{cr} , que se usará como base para los cálculos de la dosificación del concreto.

Tabla N°15: Resistencia promedio a la compresión requerida, cuando no hay datos para establecer una desviación estándar de la muestra:

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,5$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,1 f'_c + 5,0$

Fuente: Tabla 5.3. de la Norma E060 – Reglamento Nacional de Edificaciones

4.3.2. Elección del asentamiento o fluidez del concreto

Debido a la alta carga cementicia presente en el diseño de mezclas y la utilización de aditivos tipo C, se ha estimado conveniente diseñar el concreto con una fluidez tal que permita colocar el concreto y dar el acabado con una trabajabilidad similar a la de un concreto autoconsolidante, ahorrando tiempo en el suministro y colocado del mismo. Por esta razón se ha optado diseñar el concreto con una fluidez de 600 mm +/- 65 mm, de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM C1611.

4.3.3. Estudio de los agregados

a) Agregado grueso:

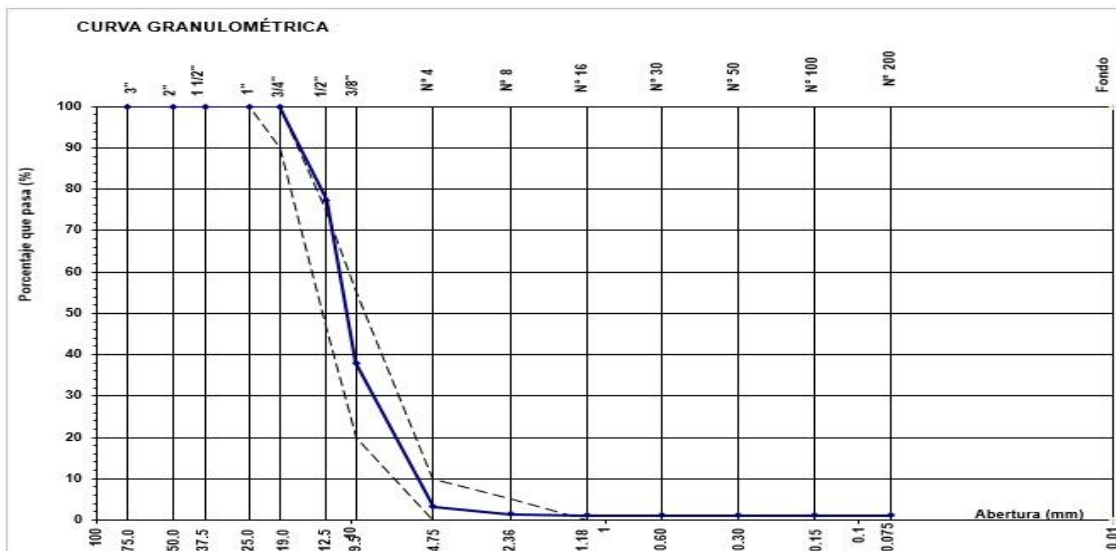
Tabla N°16: Análisis granulométrico del agregado grueso

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Retenido (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	ASTM C33		Datos de la muestra
						Huso 67		
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Identificación: X-H67-T-HUA(G)-Y Descripción: Piedra chancada Procedencia: Río Huallaga Acopio en Planta
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	90	100	
1/2"	12.500	1619.0	22.6	22.6	77.4	47	75	Masa seca original: 7152.0 g Masa total: 7152.0 g Diferencia (M4x 0.3%): 0.0 %
3/8"	9.500	2816.0	39.4	62.0	38.0	20	55	
N° 4	4.750	2483.0	34.7	96.7	3.3	0	10	
N° 8	2.360	133.0	1.9	98.6	1.4	0	5	Características Físicas Tamaño Máx. Nominal: 3/4" Mat. < Malla 200: % Contenido de Humedad: % 3/8" > % Ret > N° 4: 34.7 %
N° 16	1.180	19.0	0.3	98.9	1.1			
N° 30	0.600	0.0	0.0	98.9	1.1			
N° 50	0.300	0.0	0.0	98.9	1.1			
N° 100	0.150	0.0	0.0	98.9	1.1			
N° 200	0.075	0.0	0.0	98.9	1.1			
Fondo	-	82.0	1.1	100.0	0.0			
Módulo Finura				6.53		6.90	6.30	Observaciones

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: En la presente tabla se puede apreciar la distribución granulométrica del agregado grueso, los porcentajes retenidos a partir de la malla de 1/2", el cual es el tamaño máximo del agregado grueso, cuyo módulo de finura es 6.53.

Ilustración N°07: Curva del análisis granulométrico del agregado grueso



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: Como podemos apreciar en la gráfica, la curva

granulométrica que arroja el ensayo cumple con la gradación especificada para el huso granulométrico H67 y con los límites granulométricos establecidos por la norma.

b) Agregado fino:

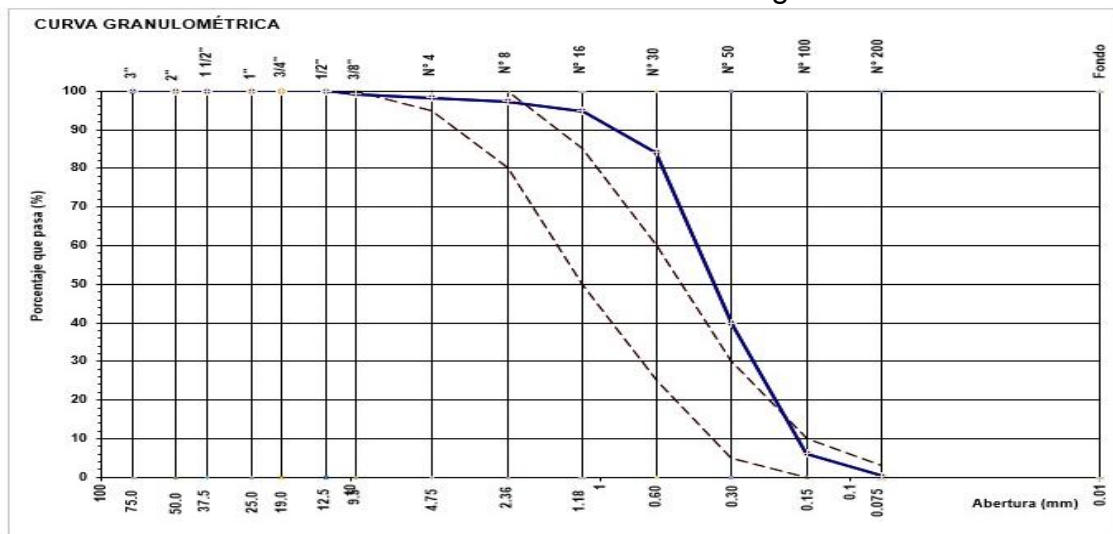
Tabla N°17: Análisis granulométrico

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Retenido (%)	% Ret.Acum. (%)	% Que Pasa (%)	ASTM C33		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Identificación: X-F(0/9.5)-Z-CUM(G)-Y Descripción: Agr. Fino Zarandeado Procedencia: Cantera Rio Cumbaza Acopio en Planta Masa seca original: 935.0 g Masa total: 935.0 g Diferencia (M± 0.3%): 0.0 % Características Físicas Tamaño Máz. Nominal: A. Fino Mat. < Malla 200: % Contenido de Humedad: % 3/8" > % Ret > N°4 % Observaciones
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/8"	9.500	7.0	0.7	0.7	99.3	100	100	
N°4	4.750	9.0	1.0	1.7	98.3	95	100	
N°8	2.360	9.0	1.0	2.7	97.3	80	100	
N°16	1.180	24.0	2.6	5.2	94.8	50	85	
N°30	0.600	99.0	10.6	15.8	84.2	25	60	
N°50	0.300	415.0	44.4	60.2	39.8	5	30	
N°100	0.150	315.0	33.7	93.9	6.1	0	10	
N°200	0.075	54.0	5.8	99.7	0.3	0	3	
Fondo	-	3.0	0.3	100.0	0.0			
Módulo Finura						1.80		
						3.45	2.15	

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: En la tabla se puede apreciar la distribución granulométrica del agregado fino, los porcentajes retenidos a partir de la malla #3/8", como resultado se obtuvo un módulo de finura de 1,80.

Ilustración N°08: Curva del análisis granulométrico



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: Se puede apreciar la curva granulométrica, en función de la granulometría del agregado fino, lo cual se puede apreciar que no cumple con la curva granulométrica requerida, sin embargo, se demostrará que el uso de este agregado permite cumplir el objetivo de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

4.3.4. Elección de relación agua – cemento (a/c):

Para el presente estudio se realizó la evaluación de 3 relaciones agua cemento (a/c), con las que evaluaremos el desempeño de resistencia a la compresión, para optar por el que brinde un mejor resultado en el menor tiempo posible. Las relaciones probadas han sido 0.28, 0.30 y 0.32.

4.3.5. Diseño de mezcla

La composición de la mezcla se detalla a continuación según la relación agua-cemento considerada para el presente proyecto de investigación:

a) Relación agua-cemento de 0.28: La composición de la mezcla se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla N°18: Relación agua – cemento de 0.28

3. Composición de mezcla								
Materiales	D	Peso Seco (kg/m^3)	Vol. Abs. (m^3)	Peso SSS (kg/m^3)	Peso Húmedo (kg/m^3)	Batch Prueba	Dosif. en campo	
							Volumen C:A	Masa x bolsa cem
I-RIO		693	0.222	693	693	19.40	1.00	42.5
Agua		196	0.196	170	139	3.89	0.30	8.5
X-F(0/9.5)-Z-CUM	AF2	609	0.234	616	653	18.28	0.90	38.1
X-H67-T-HUA	AG 3	752	0.286	764	758	21.22	1.09	45.1
Plastificante tipo F	% 2.00%	13.86	0.013	13.86	13.86	0.388	Determinar in situ	0.8
Acelerante Tipo C	% 5.00%	34.65	0.029	34.65	34.65	0.970		2.1
Total		2299	1.00	2291	2291	64.2		137.2

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: La tabla nos muestra la dosificación obtenida en el diseño de mezcla con cemento tipo I - Pacasmayo, para un concreto $f'c$. 210 kg/cm^2 , respecto a la relación agua – cemento de 0,28 se

obtuvo que por una bolsa de cemento en pie 3, se requerirá 0.30 pies cúbicos de agua, 0.90 p3 de agregado fino, 1.09 p3 de agregado grueso; y en kg por bolsa de cemento se requerirá 8.5 kg de agua, 38.1 kg de agregado fino, 45.1 kg de agregado grueso, 0.8 kg de aditivo plastificante tipo F y 2.1. kg de aditivo acelerante tipo C.

b) Relación agua-cemento de 0.30: La composición de la mezcla se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla N°19: Relación agua – cemento de 0.30

3. Composición de mezcla								
Materiales	D	Peso Seco (kg/m ³)	Vol. Abs. (m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Batch Prueba 28 L	Dosif. en campo	
							Volumen C:A	Masa x bolsa cem
I-RIO		653	0.209	653	653	18.28	1.00	42.5
Agua		196	0.196	172	140	3.91	0.32	9.1
X-F(0/9.5)-Z-CUM	AF2	626	0.241	634	672	18.82	0.98	41.6
X-H67-T-HUA	AG 3	774	0.294	786	780	21.84	1.19	49.3
Plastificante tipo F	% 2.00%	13.06	0.012	13.06	13.06	0.366	Determinar in situ	0.8
Acelerante Tipo C	% 5.00%	32.65	0.027	32.65	32.65	0.914		2.1
Total		2296	1.00	2290	2290	64.1		145.5

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: La tabla nos muestra la dosificación obtenida en el diseño de mezcla con cemento tipo I - Pacasmayo, para un concreto f'c. 210 kg/cm², respecto a la relación agua – cemento de 0.30 se obtuvo que por una bolsa de cemento en pie 3, se requerirá 0.32 pies cúbicos de agua, 0.98 p3 de agregado fino, 1.19 p3 de agregado grueso; y en kg por bolsa de cemento se requerirá 9.1 kg de agua, 41.6 kg de agregado fino, 49.3 kg de agregado grueso, 0.8 kg de aditivo plastificante tipo F y 2.1. kg de aditivo acelerante tipo C.

c) Relación agua-cemento de 0.32: La composición de la mezcla se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla N°20: Relación agua – cemento de 0.32

3. Composición de mezcla								
Materiales	D	Peso Seco (kg/m ³)	Vol. Abs. (m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Batch Prueba 28 L	Dosif. en campo	
							Volumen C:A	Masa x bolsa cem
I-RIO		613	0.196	613	613	17.16	1.00	42.5
Agua		196	0.196	173	140	3.92	0.34	9.7
X-F(0/9.5)-Z-CUM	AF2	644	0.248	652	691	19.36	1.08	45.6
X-H67-T-HUA	AG3	796	0.303	808	802	22.46	1.31	54.0
Plastificante tipo F	% 2.00%	12.26	0.011	12.26	12.26	0.343	Determinar in situ	0.8
Acelerante Tipo C	% 5.00%	30.65	0.026	30.65	30.65	0.858		2.1
Total		2293	1.00	2289	2289	64.1		154.8

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: La tabla nos muestra la dosificación obtenida en el diseño de mezcla con cemento tipo I - Pacasmayo, para un concreto f'c. 210 kg/cm², respecto a la relación agua – cemento de 0.32 se obtuvo que por una bolsa de cemento en pie 3, se requerirá 0.34 pies cúbicos de agua, 1.08 p³ de agregado fino, 1.31 p³ de agregado grueso; y en kg por bolsa de cemento se requerirá 9.7 kg de agua, 45.6 kg de agregado fino, 54.0 kg de agregado grueso, 0.8 kg de aditivo plastificante tipo F y 2.1 kg de aditivo acelerante tipo C.

4.4. RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM², EDADES DE 12 Y 18 HORAS.

Con respecto a la rotura de probetas, se tuvo en cuenta 6 muestras (06 probetas) por cada relación agua cemento, es decir 03 probetas para la edad de 12 horas y otras 03 probetas para la edad de 18 horas, el cual teniendo tres relaciones agua cemento (0.28, 0.30 y 0.32) quiere decir que se realizaron 18 probetas, sin embargo, en la relación agua cemento 0.28 se ha replicado por lo que se realizó en total 24 probetas.

Respecto a la carga máxima (f'c kg/cm²) se debe tener en cuenta la resistencia a la compresión, la cual está dada por:

$$R = C/A \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Donde:

R: resistencia

C: carga máxima (kg)

A: área de muestra de concreto (cm²)

La carga máxima es igual a la carga axial que es soportada por la probeta de concreto, la cual es obtenida a través del ensayo de roturas de probeta.

4.4.1. Resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, usando la relación agua cemento 0.32

- En primer lugar, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión con la relación agua cemento 0.32, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°21: Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con relación agua – cemento de 0.32

C210-I-H67-F600													
Conforme a la NTP 339.114 / ASTM C94													
Línea de Producto :		Concreto por resistencia			Relación a/mc:		0.32						
Resistencia Especificada :		210 kg/cm ²			Agregados:		Piedra Chancada Huso 67: Cantera Río Huallaga						
Tipo de Suministro :		Bombeado			No Requerimiento:		Arena Natural Zarandeada: Cantera Río Cumbaza						
Asentamiento:		F600											
Tipo de Cemento :		I											
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m ³)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% f'c)		Estructura
						12 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
								$\geq f'c - 35$	$\geq f'c$	$\geq 83\%$	$\geq 100\%$		
1	001-L	23-09-22	-	600	-	163	149	156	156		74%		
2													
3													
4													
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m ³)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% f'c)		Estructura
						18 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
								$\geq f'c - 35$	$\geq f'c$	$\geq 83\%$	$\geq 100\%$		
1	002-L	23-09-22	-	600	-	184	180	142	169		80%		
2													

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: En la presente tabla se puede apreciar las resistencias obtenidas en los ensayos de rotura de probetas con

cemento tipo I - Pacasmayo, el cual a los 12 horas arrojó una resistencia promedio de 156 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 74%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 169 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 80%, el cual indica **que no cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**, es por ello que se realizó el siguiente ensayo con la relación agua cemento 0.30, cuyos resultados se muestran en el siguiente ítem que procede a continuación.

4.4.2. Resistencia a compresión del concreto f'c= 210 kg/cm², usando la relación agua cemento 0.30

- En segundo lugar, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión con la relación agua cemento 0.30, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°22: Resistencia a la compresión f'c=210 kg/cm² con relación agua – cemento de 0.30

C210-I-H67-F600													
Conforme a la NTP 339.114 / ASTM C94													
Línea de Producto :		Concreto por resistencia			Relación a/mc:		0.30						
Resistencia Especificada :		210 kg/cm ²			Agregados:		Piedra Chancada Huso 67: Cantera Río Huallaga						
Tipo de Suministro :		Bombeado			No Requerimiento:		Arena Natural Zarandeada: Cantera Río Cumbaza						
Asentamiento:		F600											
Tipo de Cemento :		I											
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% f'c)		Estructura
						12 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp ≥f'c-35	Xp 3 p ≥f'c			
1	001-L	24-09-22	-	600	-	230	217	234	227		108%		
2													
3													
4													
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% f'c)		Estructura
						18 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp ≥f'c-35	Xp 3 p ≥f'c			
1	002-L	24-09-22	-	600	-	279	291	295	288		137%		

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: En la presente tabla se puede apreciar las resistencias obtenidas en los ensayos de rotura de probetas con cemento tipo I - Pacasmayo, el cual a los 12 horas arrojó una

resistencia promedio de 227 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 108%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 288 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 137%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**, sin embargo se realizó otro ensayo con 0.28 de relación agua cemento para observar si se obtiene mejor resistencia a la compresión, cuyos resultados se muestran en el siguiente ítem que procede a continuación.

4.4.3. Resistencia a compresión del concreto f'c= 210 kg/cm², usando la relación agua cemento 0.28

- En tercer lugar, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión con la relación agua cemento 0.28, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°23: Resistencia a la compresión f'c=210 kg/cm² con relación agua – cemento de 0.28

C210-I-H67-F600													
Conforme a la NTP 339.114 / ASTM C94													
Línea de Producto :		Concreto por resistencia			Relación a/mc:		0.28						
Resistencia Especificada :		210 kg/cm ²			Agregados:		Piedra Chancada Huso 67: Cantera Río Huallaga						
Tipo de Suministro :		Bombeado			No Requerimiento:		Arena Natural Zarandeada: Cantera Río Cumbaza						
Asentamiento:		F600											
Tipo de Cemento :		I											
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% Fc)		Estructura
						12 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
								≥f'c-35	≥f'c	≥ 83%	≥ 100%		
1	001-L	26-09-22	-	600	-	309	318	339	322		153%		
2													
3													
4													
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% Fc)		Estructura
						18 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
									≥f'c-35	≥f'c	≥ 83%	≥ 100%	
1	002-L	26-09-22	-	600	-	382	359	387	376		179%		
2													

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: En la presente tabla se puede apreciar las resistencias obtenidas en los ensayos de rotura de probetas con

cemento tipo I - Pacasmayo, el cual a las 12 horas arrojó una resistencia promedio de 322 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 153%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 376 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 179%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**, sin embargo se realizó otro ensayo con 0.28 de relación agua cemento para comprobar si conciden los resultados, cuyos resultados se muestran en el siguiente ítem que procede a continuación.

4.4.4. Réplica y/o repetición de ensayos de resistencia a compresión del concreto f'c= 210 kg/cm², usando la relación agua cemento 0.28

- En cuarto lugar, se replicó nuevamente el diseño de mezclas con la relación agua-cemento 0.28, con la finalidad de comprobar los resultados anteriores del ítem 4.4.3. cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°24: Resistencia a la compresión f'c=210 kg/cm² con relación agua – cemento de 0.28

C210-I-H67-F600													
Conforme a la NTP 339.114 / ASTM C94													
Línea de Producto :		Concreto por resistencia			Relación a/mc:		0.28						
Resistencia Especificada :		210 kg/cm ²			Agregados:		Piedra Chancada Huso 67: Cantera Río Huallaga Arena Natural Zarandeada: Cantera Río Cumbaza						
Tipo de Suministro :		Bombeado			No Requerimiento:								
Asentamiento:		F600			Tipo de Cemento :		I						
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad 12 Horas					Eval. Conformidad (% Fc)		Estructura
						R1	R2	R3	Xp ≥f'c-35	Xp 3 p ≥f'c	Xp Ind. ≥ 83%	Xp 3p ≥ 100%	
1	001-L	26-09-22	-	600	-	342	312	343	332		158%		
2													
3													
4													
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad 18 Horas					Eval. Conformidad (% Fc)		Estructura
						R1	R2	R3	Xp ≥f'c-35	Xp 3 p ≥f'c	Xp Ind. ≥ 83%	Xp 3p ≥ 100%	
1	002-L	26-09-22	-	600	-	350	368	370	363		173%		
2													

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

Interpretación: En la presente tabla se puede apreciar las

resistencias obtenidas nuevamente en los ensayos de rotura de probetas con cemento tipo I - Pacasmayo, el cual a las 12 horas arrojó una resistencia promedio de 332 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 158%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 363 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 173%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm².**

4.5. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

4.5.1. Hipótesis general

- “Si existe un diseño para un concreto de $f'c = 210$ kg/cm², que tenga una alta resistencia inicial, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido”.

Efectivamente si existe un diseño para un concreto de $f'c=210$ kg/cm², que tenga alta resistencia inicial, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido, el cual en esta tesis se puede demostrar usando diseños de mezclas con relaciones de agua-cemento de 0.30 y 0.28 tanto en 12 y 18 horas.

- “No existe un diseño para un concreto de $f'c = 210$ kg/cm², que tenga una alta resistencia inicial, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido”.

Si existe un diseño.

4.5.2. Hipótesis específicas

- El uso de aditivos si influye en la alta resistencia inicial de un concreto $f'c=210$ kg/cm², para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido.

Efectivamente si existe aditivos que influyan en la alta resistencia inicial con edades de 12 y 18 horas de un concreto de $f'c=210$ kg/cm², para optimizar el tiempo de puesta en



servicio de un pavimento rígido, el cual en esta tesis cumple usando los siguientes aditivos:

- *Plastificante tipo F: 0.8 kg por bolsa de cemento en kg*
- *Acelerante tipo C: 2.1 kg por bolsa de cemento en kg*
- El uso de aditivos no influye en la alta resistencia inicial de un concreto $f'c=210$ kg/cm², para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido.

Si influye en la alta resistencia inicial

V. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. DE LA VERIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE MATERIALES A UTILIZAR

- Se eligieron los siguientes materiales, luego de una previa evaluación, los cuales son:
 - Cemento portland tipo I: Cementos Pacasmayo. Fabricado conforme a la norma NTP 334.009 / ASTM C150
 - El agua es de procedencia subterránea del Río Ahuashiyacu que cumple los requisitos especificados en la NTP 339.088/ASTM C1602.
 - El agregado grueso es de piedra H67 de procedencia de la cantera Río Huallaga.
 - El agregado fino es de procedencia de la cantera del Río Cumbaza.
 - Como reductor de agua se utilizó un aditivo superplastificante de alto rango Tipo F y para alcanzar altas resistencias iniciales se usará un aditivo Tipo C, ambos aditivos cumplen los requisitos especificados en la NTP 334.088/ASTM C494.

5.2. DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO Y DISEÑO DE MEZCLAS

- Se obtuvieron los resultados en laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA tanto para el agregado fino como para el agregado grueso. Con respecto al agregado fino se obtuvo un módulo de finura de 1.80, lo que muestra que no se encuentra dentro del rango aceptable de módulo de finura (2.20 a 3.10) para agregado fino, lo que indica que es un agregado bastante fino.
- El módulo de finura obtenido no es un inconveniente al momento de realizar el diseño de mezcla, ya que se pudo diseñar el concreto con una fluidez de 600 mm +/- 65 mm, de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM C1611.

- En cuanto al agregado grueso, el tamaño máximo fue de 1/2' y acorde a las gradaciones especificadas para el agregado de huso granulométrico H67 estipulado en la NTP 400.037 / ASTM C33
- En cuanto al ensayo de peso específico y absorción, este fue realizado a ambos agregados, obteniendo como resultado para el agregado grueso el valor de 2.63 y para el agregado fino el valor de 2.61.
- El porcentaje de absorción obtenido en los ensayos fue de 0.60% para el agregado grueso y 1.10% para el agregado fino.
- Se utilizó 45% de agregado fino y 55% de agregado grueso.
- Con respecto al diseño de mezcla en la edad de 0,28 se obtuvo que por una bolsa de cemento en pie 3, se requerirá 0.30 p3 de agua, 0.90 p3 de agregado fino, 1.09 p3 de agregado grueso; y en kg por bolsa de cemento se requerirá 8.5 kg de agua, 38.1 kg de agregado fino, 45.1 kg de agregado grueso, 0.8 kg de aditivo plastificante tipo F y 2.1. kg de aditivo acelerante tipo C.
- Con respecto al diseño de mezcla en la edad de 0.30 se obtuvo que por una bolsa de cemento en pie 3, se requerirá 0.32 pies cúbicos de agua, 0.98 p3 de agregado fino, 1.19 p3 de agregado grueso; y en kg por bolsa de cemento se requerirá 9.1 kg de agua, 41.6 kg de agregado fino, 49.3 kg de agregado grueso, 0.8 kg de aditivo plastificante tipo F y 2.1. kg de aditivo acelerante tipo C.
- Con respecto al diseño de mezcla en la edad de 0.32 se obtuvo que por una bolsa de cemento en pie 3, se requerirá 0.34 pies cúbicos de agua, 1.08 p3 de agregado fino, 1.31 p3 de agregado grueso; y en kg por bolsa de cemento se requerirá 9.7 kg de agua, 45.6 kg de agregado fino, 54.0 kg de agregado grueso, 0.8 kg de aditivo plastificante tipo F y 2.1. kg de aditivo acelerante tipo C.

5.3. DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$, EDADES DE 12 Y 18 HORAS.

5.3.1. Rotura de probetas a las 12 y 18 horas

- **Primer ensayo relación agua cemento 0.32**

- Según la tabla N°21 se puede apreciar las resistencias obtenidas en los ensayos de rotura de probetas con cemento tipo I - Pacasmayo, el cual a los 12 horas arrojó una resistencia promedio de 156 kg/cm^2 cuyo porcentaje promedio es de 74%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 169 kg/cm^2 como promedio cuyo porcentaje promedio es de 80%, el cual indica **que no cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm^2** , por lo tanto quiere decir que este diseño de mezclas con relación agua cemento 0.32 no cumple para ser usado en concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

- **Segundo ensayo relación agua cemento 0.30**

- Según la tabla N°22 se puede apreciar las resistencias obtenidas en los ensayos de rotura de probetas con cemento tipo I - Pacasmayo, el cual a las 12 horas arrojó una resistencia promedio de 227 kg/cm^2 cuyo porcentaje promedio es de 108%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 288 kg/cm^2 como promedio cuyo porcentaje promedio es de 137%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm^2** . La presente tesis indica de optimizar la puesta en servicio del concreto tanto en 12 y 18 horas, por lo que según los resultados en 18 horas de vaciado ya puede estar en funcionamiento, por lo tanto este diseño de mezclas con relación agua cemento 0.30 si cumple para ser usado en concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

- **Tercer ensayo relación agua cemento 0.28**

- Según la tabla N°23 se puede apreciar las resistencias obtenidas

en los ensayos de rotura de probetas con cemento tipo I - Pacasmayo, el cual a las 12 horas arrojó una resistencia promedio de 322 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 153%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 376 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 179%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**. La presente tesis indica de optimizar la puesta en servicio del concreto tanto en 12 y 18 horas, por lo que según los resultados tanto después de 12 y 18 horas de vaciado el concreto ya puede estar en funcionamiento, por lo tanto, este diseño de mezclas con relación agua cemento 0.28 si cumple para ser usado en concreto $f'c=210$ kg/cm², así como también en concreto $f'c= 280$ kg/cm² y $f'c=345$ kg/cm², de acuerdo a los tipos de estructura que sea necesario su uso.

- **Cuarto ensayo relación agua cemento 0.28 (réplica del ensayo anterior)**
 - Según la tabla N°24 se puede apreciar las resistencias obtenidas en los ensayos de rotura de probetas con cemento tipo I - Pacasmayo, el cual a las 12 horas arrojó una resistencia promedio de 332 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 158%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 363 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 173%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**. La finalidad de la presente tesis es de optimizar la puesta en servicio del concreto tanto en 12 y 18 horas, por lo que según los resultados tanto después de 12 y 18 horas de curado el concreto ya puede estar en funcionamiento, por lo tanto, este diseño de mezclas con relación agua cemento 0.28 si cumple para ser usado en concreto $f'c=210$ kg/cm², así como también en concreto $f'c= 280$ kg/cm² y $f'c=345$ kg/cm², de acuerdo a los tipos de estructura que sea necesario su uso.

VI. CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

6.1. CONCLUSIONES

Luego de realizar el proyecto de tesis, llego a las siguientes conclusiones:

- Se determinó el diseño de mezclas para un concreto de alta resistencia inicial $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para optimizar el tiempo de puesta en servicio de un pavimento rígido, en la Ciudad de Tarapoto, cuyos resultados de los tres diseños de mezcla con relación agua cemento 0.32, 0.30 y 0.28, nos indica que solo los dos últimos cumplen con lo requerido para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
 - Diseño de mezclas con relación agua cemento 0.30: por una bolsa de cemento en pie^3 , se requerirá 0.32 pies^3 de agua, 0.98 p^3 de agregado fino, 1.19 p^3 de agregado grueso; y en kg por bolsa de cemento se requerirá 9.1 kg de agua, 41.6 kg de agregado fino, 49.3 kg de agregado grueso, 0.8 kg de aditivo plastificante tipo F y 2.1 kg de aditivo acelerante tipo C.
 - Diseño de mezclas con relación agua cemento 0.28: por una bolsa de cemento en pie^3 , se requerirá 0.30 p^3 de agua, 0.90 p^3 de agregado fino, 1.09 p^3 de agregado grueso; y en kg por bolsa de cemento se requerirá 8.5 kg de agua, 38.1 kg de agregado fino, 45.1 kg de agregado grueso, 0.8 kg de aditivo plastificante tipo F y 2.1 kg de aditivo acelerante tipo C.
- Se realizó los ensayos de rotura de probetas con las edades de 12 y 18 horas, ya que no fue necesario usar más edades debido a que con las descritas líneas atrás se obtuvo las resistencias esperadas.
- Con la relación agua cemento 0.32 que fue el primer ensayo realizado, se usó 3 probetas para cada edad donde los resultados

obtenidos haciendo uso del cemento tipo I – Pacasmayo son los siguientes: en 12 horas se tuvo una resistencia promedio de 156 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 74%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 169 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 80%, el cual indica **que no cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**, por lo tanto, este diseño puede ser usado como concreto simple.

- Con la relación agua cemento 0.30 que el segundo ensayo realizado, se usó 3 probetas para cada edad donde los resultados obtenidos haciendo uso del cemento tipo I – Pacasmayo son los siguientes: en 12 horas arrojó una resistencia promedio de 227 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 108%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 288 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 137%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**, por lo tanto, este diseño puede ser usado como concreto 210 k/cm², 245 kg/cm² y 280 kg/cm².
- Con la relación agua cemento 0.30 que fue el segundo ensayo realizado, se usó 3 probetas para cada edad donde los resultados obtenidos haciendo uso del cemento tipo I – Pacasmayo son los siguientes: en 12 horas arrojó una resistencia promedio de 227 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 108%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 288 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 137%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**, por lo tanto, este diseño puede ser usado como concreto 210 k/cm², 245 kg/cm² y 280 kg/cm², de acuerdo a los tipos de estructuras que sea necesario su uso.
- Con la relación agua cemento 0.28 que fue el tercer ensayo

realizado, se usó 3 probetas para cada edad donde los resultados obtenidos haciendo uso del cemento tipo I – Pacasmayo son los siguientes: en 12 horas arrojó una resistencia promedio de 322 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 153%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 376 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 179%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**, por lo tanto, este diseño puede ser usado como concreto 210 k/cm², 245 kg/cm², 280 kg/cm², 315 kg/cm² y 350 kg/cm², de acuerdo a los tipos de estructuras que sea necesario su uso.

- Se realizó una réplica con la relación agua cemento 0.28 que fue el cuarto ensayo realizado con la finalidad de comprobar los resultados anteriores, donde al igual que el resto de ensayos se usó 3 probetas para cada edad donde los resultados obtenidos haciendo uso del cemento tipo I – Pacasmayo son los siguientes: en 12 horas arrojó una resistencia promedio de 332 kg/cm² cuyo porcentaje promedio es de 158%; a las 18 horas arrojó una resistencia promedio de 363 kg/cm² como promedio cuyo porcentaje promedio es de 173%, el cual indica que **si cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm²**, por lo tanto, este diseño puede ser usado como concreto 210 k/cm², 245 kg/cm², 280 kg/cm², 315 kg/cm² y 350 kg/cm², de acuerdo a los tipos de estructuras que sea necesario su uso.
- Se concluye que las cantidades de los aditivos, 0.8 kg de aditivo superplastificante de alto rango tipo F y 2.10 kg de aditivo tipo C, son necesarios en cada diseño de mezcla usada para demostrar que influyen en la resistencia inicial del concreto $f'c=210$ kg/cm².

VII. CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

7.1. RECOMENDACIONES:

Luego de realizar el proyecto de tesis, llego a las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda realizar más ensayos de resistencias a la compresión con edades mayores a las de la presente tesis, usando los aditivos superplastificantes de alto rango tipo F y aditivo tipo C, para comprobar las resistencias que se puedan alcanzar con los diseños de relación agua cemento 0.32.
- Se recomienda realizar los ensayos con otros tipos de cementos con las edades y relaciones agua cemento definidas en la presente tesis, con la finalidad de verificar si el concreto tiene la misma resistencia a la compresión que al igual del uso del cemento tipo I.
- Se recomienda realizar los ensayos con materiales adecuados.
- Finalmente, para dar uso a este diseño de mezcla con las relaciones agua cemento especificadas en la presente tesis, en distintas actividades o trabajos que fuese necesario, se recomienda tener en cuenta cada uno de los datos y pasos establecidos en el presente proyecto de investigación.

VIII. CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

8.1. Bibliografía

Machaca Herrera, B. F., & Vilavila Morales, J. W. (2021). Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión, para diseño de pavimentos rígidos en concretos Fast Track con agregados de la cantera Isla del Distrito de Juliaca. En Universidad Peruna Union.

Barboza Diaz, R. M. (2021). Optimizacion Del Diseño De Pavimentos Rigidos Elaborados Con Concreto Fast Track En Lambayeque. Universidad de Chiclayo.

Roldan López, L. M., & Vargas Chávez J.D. (2018). Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete SC-50 y GAIA. Universidad Privada Antenor Orrego.

Molina Villar, F.R., & Chara Surco, H. (2017). Influencia de la adición de nanosílice en las edades de un concreto de alta resistencia para la Ciudad de Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín.

Achahuanco, G., & Gutiérrez, A. (2019). Optimización de Concreto Estructurales $F'c=210\text{kg/cm}^2$ y $F'c=280\text{kg/cm}^2$, sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílice en la ciudad del Cusco, 2017.

Cubas Galvez, J. L. (2019). Mejoramiento del Concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 y mortero 1:5 adicionando aditivos Chema, distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad. Universidad César Vallejo.

Molina Ore, C. R., & Sencara de la Cruz, J.M. (2018). Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de alta resistencia, reutilizado en la etapa de fraguado. Universidad Nacional



de San Agustín.

Zorrilla Rodríguez C.E. (2018). Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $f'c=280$ kg/cm². Universidad Nacional de Cajamarca.

Becerra Salas, M. (2012). Tópico de pavimentos de concreto – Diseño, Construcción y Supervisión. Lima.


ACPA (American Concrete Pavement Association)

Salgado Torres, M. (2017). Taller de Criterios de Diseño de Pavimentos de Concreto. Guatemala.

Chávez Cachay, S. (2003). Concreto armado. Tarapoto.

IX. CAPÍTULO IX: ANEXOS

9.1. Propiedades de los materiales

 GESTIÓN DE CALIDAD		PROPIEDADES DE MATERIA PRIMA							Código D-CC-F-145 Versión 1 Fecha : 15 Junio 2020				
> Materiales													
Materiales	Norma	Tipo	ρ Bseca (kg/m ³)	Absorción (%)	Humedad (%)	TMN A. G.	PUS (kg/m ³)	PROCEDECIA					
Cementante													
I-PAC Selva	NTP 334.009	Portland	3080				1500	Fabricante: CPSSA					
Agua + Hielo													
Agua			1000				1000	Proveedor: Rio Ahuashiyacu					
Agregados													
Agregado Fino													
X-F(0/9.5)-Z-CUM	NTP 400.037	Z	2600	1.2	8.00	4.75 mm	1570	Cantera: Rio Cumbaza					
Agregado Grueso													
X-H67-T-HUA	NTP 400.037	T	2630	1.5	1.50	1/2"	1500	Cantera: Rio Huallaga					
Aditivos químicos, fibras y pigmentos													
Materiales usados en planta	ID	Norma	Tipo	Código SAP	ρ (kg/m ³)	% agua	Dosis (% cemento)			Reducción de agua (%)			
							Dmáx	Dmed	Dmín	WRmáx	WRmed	WRmín	%WR x D
Plastificante tipo F	10	C434	F		1080	62.0	0.40%	1.20%	2.00%	5%	8%	12%	
Acelerante Tipo C	31	C434	C	902-00201	1200	50.0	1.00%	1.50%	3.00%	0%	0%	0%	

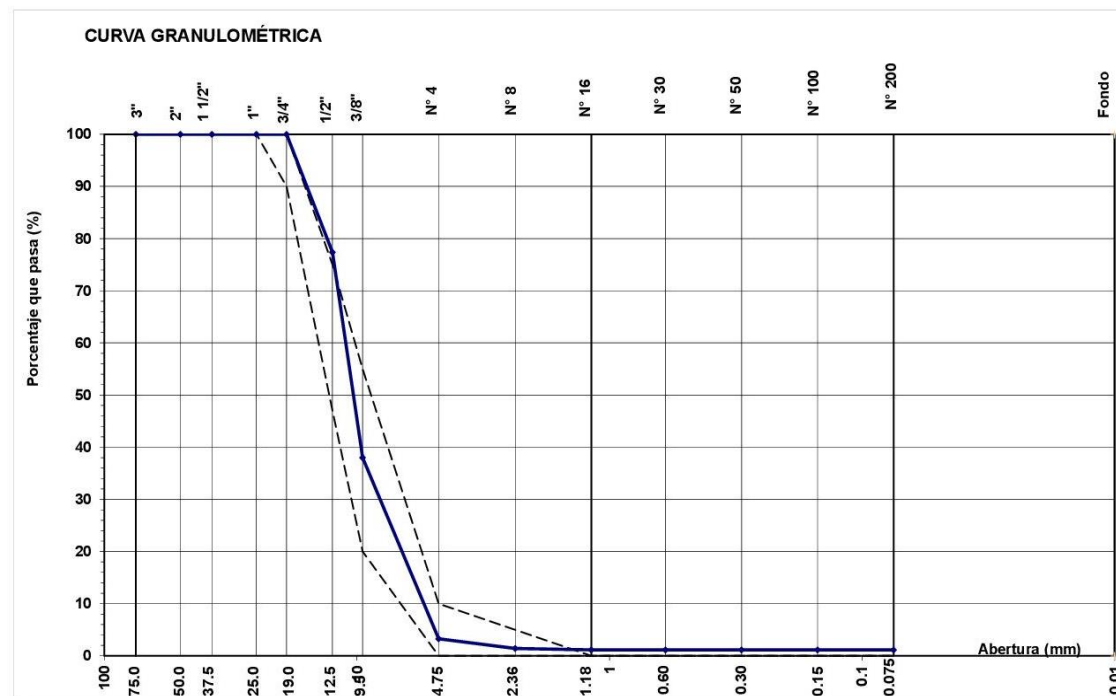
Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

9.2. Ensayos de agregado grueso

 Gestión de Calidad	Formato ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS	Código: D-CC-F-11 Versión: 04 / 03 Enero 2020 Página: 4/5
	(NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)	

Planta: Tarapoto Ubicación: Carretera a Yurimaguas Km 2.5 - Banda de Shilcayo Proyecto: Demanda local	Fecha: 29-Ago-22 Técnico: E. Calampa R. Responsable: E. Calampa R.	Imprimir <input type="button" value="Si"/>
--	---	--

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Retenido (%)	% Ret.Acum. (%)	% Que Pasa (%)	ASTM C33 Huso 67		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Identificación: X-H67-T-HUA(G)-V Descripción: Piedra chancada Procedencia: Rio Huallaga Acopto en Planta
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	90	100	
1/2"	12.500	1619.0	22.6	22.6	77.4	47	75	Masa seca original: 7152.0 g Masa total: 7152.0 g Diferencia (Máx 0.3%): 0.0 %
3/8"	9.500	2816.0	39.4	62.0	38.0	20	55	
N° 4	4.750	2483.0	34.7	96.7	3.3	0	10	Características Físicas Tamaño Máx. Nominal: 3/4" Mat. < Malla 200: % Contenido de Humedad: % 3/8" > % Ret > N°4: 34.7 %
N° 8	2.360	133.0	1.9	98.6	1.4	0	5	
N° 16	1.180	19.0	0.3	98.9	1.1			Observaciones
N° 30	0.600	0.0	0.0	98.9	1.1			
N° 50	0.300	0.0	0.0	98.9	1.1			
N° 100	0.150	0.0	0.0	98.9	1.1			
N° 200	0.075	0.0	0.0	98.9	1.1			
Fondo	-	82.0	1.1	100.0	0.0			
Módulo Finura		6.53				6.90	6.30	



Nota.- Verificar el cumplimiento solo para los tamices que involucra el huso granulométrico



E. Calampa R.
Supervisor de Calidad

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA



	DINOSELVA IQUITOS S.A.C. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	
	ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)	

Planta: Tarapoto	Fecha: 14-Jun-21
Ubicación: Carr. Yurimaguas Km 2.5, Sector Ven	Técnico: J. Anthony
Proyecto: Atención de la demanda Local	Responsable: E. Calampa R.

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

MUESTRA	Identificación de la Muestra:	XI-G-H57(CH)/HUA								
	Descripción de la muestra:	PIEDRA CHANCADA								
	Procedencia / cantera:	RIO HUALLAGA								
	Proceso:	Suelto			Compactado			Percusion		
ENSAYO		1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Peso de material + recipiente [kg]	18.37	18.46	18.41	20.41	20.33	20.33	19.97	19.99	19.93
	Peso Recipiente [kg]	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48
	Peso de neto del material [kg]	12.89	12.98	12.93	14.93	14.85	14.85	14.49	14.51	14.45
	Volumen del recipiente [m ³]	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938
RESULTADOS	Peso Unitario (kg/m³) Indiv.	1374.20	1383.80	1378.46	1591.68	1583.16	1583.16	1544.78	1546.91	1540.51
	Promedio	1379			1586			1544		

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

MUESTRA	Identificación de la Muestra:	XI-G-H67(CH)/HUA								
	Descripción de la muestra:	PIEDRA CHANCADA								
	Procedencia / cantera:	RIO HUALLAGA								
	Proceso:	Suelto			Compactado			Percusion		
ENSAYO		1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Peso de material + recipiente [kg]	18.21	18.33	18.19	19.67	19.71	19.67	19.67	19.63	19.61
	Peso Recipiente [kg]	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48
	Peso de neto del material [kg]	12.73	12.85	12.71	14.19	14.23	14.19	14.19	14.15	14.13
	Volumen del recipiente [m ³]	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938
RESULTADOS	Peso Unitario (kg/m³) Indiv.	1357.14	1369.94	1355.01	1512.79	1517.06	1512.79	1512.79	1508.53	1506.40
	Promedio	1361			1514			1509		

Enoc Calampa Ruiz
 SUPERVISOR DE CALIDAD
 DISAC - PACASMAYO

 Enoc Calampa Ruiz
 Supervisor de calidad

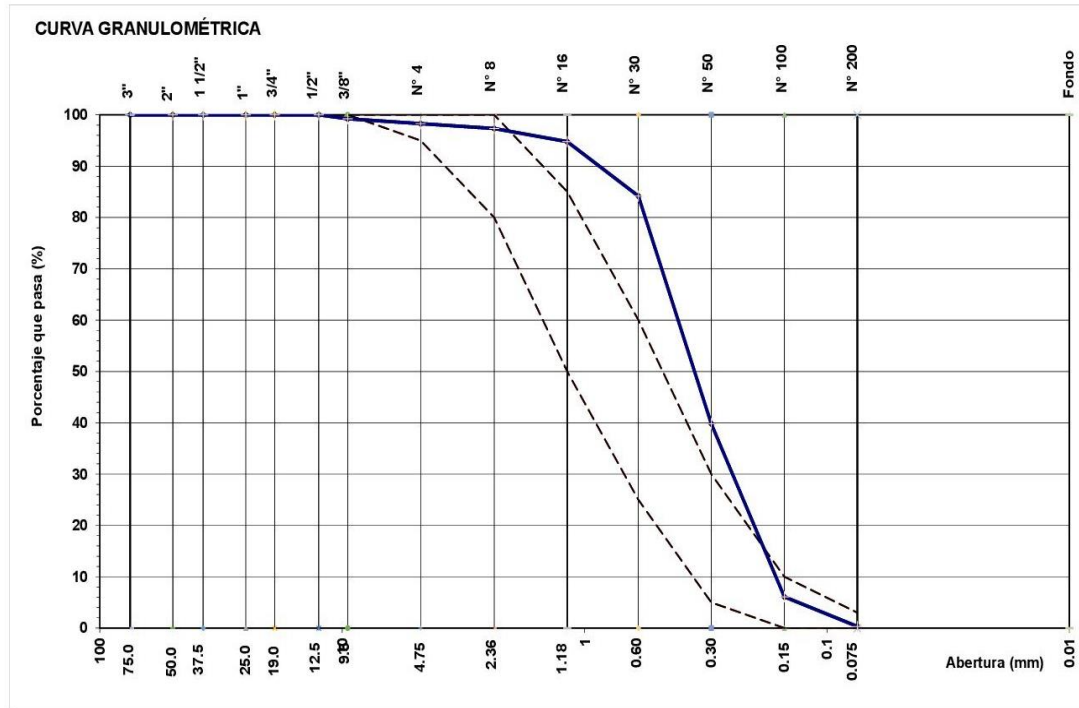
Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

9.3. Ensayos de agregado fino

 Gestión de Calidad	Formato ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS	Código: D-CC-F-11 Versión: 04 / 03 Enero 2020 Página: 1/5
	(NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)	

Planta :	Tarapoto	Fecha :	29-Ago-22	Imprimir	Si
Ubicación :	Carretera a Yurimaguas Km 2.5 - Banda de Shilcayo	Hecho por :	E. Calampa R.		
Proyecto :	Demanda local	Responsable :	E. Calampa R.		

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Retenido (%)	% Ret.Acum. (%)	% Que Pasa (%)	ASTM C33		Datos de la muestra		
						Agregado Fino				
						Mínimo	Máximo			
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Identificación:	X-F(0/9.5)-Z-CUM(G)-V	
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Descripción:	Agr. Fino Zarandeado	
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Procedencia:	Cantera Rio Cumbaza	
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100		Acopio en Planta	
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Masa seca original:	935.0 g	
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Masa total:	935.0 g	
3/8"	9.500	7.0	0.7	0.7	99.3	100	100	Diferencia (Máx 0.3%)	0.0 %	
N° 4	4.750	9.0	1.0	1.7	98.3	95	100	Características Físicas		
N° 8	2.360	9.0	1.0	2.7	97.3	80	100	Tamaño Máx. Nominal:	A. Fino	
N° 16	1.180	24.0	2.6	5.2	94.8	50	85	Mat. < Malla 200:	%	
N° 30	0.600	99.0	10.6	15.8	84.2	25	60	Contenido de Humedad:	%	
N° 50	0.300	415.0	44.4	60.2	39.8	5	30	3/8" > % Ret > N° 4	%	
N° 100	0.150	315.0	33.7	93.9	6.1	0	10	Observaciones		
N° 200	0.075	54.0	5.8	99.7	0.3	0	3			
Fondo	-	3.0	0.3	100.0	0.0					
Módulo Finura						1.80	3.45	2.15		



Nota.- Verificar el cumplimiento solo para los tamices que involucra el huso granulométrico



E. Calampa R.
Supervisor de Calidad

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA



	DINOSELVA IQUITOS S.A.C. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	
	ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)	

Planta: TARAPOTO	Fecha: 14-Mar-22
Ubicación: Carretera Yurimaguas Km 2.5 - Sector Veni	Técnico: E. Calampa R.
Proyecto: Atención de la demanda Local	Responsable: E. Calampa R.

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

MUESTRA	Identificación de la Muestra: Descripción de la muestra: Procedencia / cantera: Proceso:	XI-F(Z)/CUM ARENA ZARANDEADA RIO CUMBAZA								
		Suelto			Compactado			Percusion		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
ENSAYO										
Peso de material + recipiente [kg]		18.67	18.72	18.55	21.02	21.07	21.03	21.11	21.13	21.03
Peso Recipiente [kg]		5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48
Peso de neto del material [kg]		13.19	13.24	13.07	15.54	15.59	15.55	15.63	15.65	15.55
Volumen del recipiente [m ³]		0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938	0.00938
RESULTADOS	Peso Unitario (kg/m³) Indiv.	1406.18	1411.51	1393.39	1656.72	1662.05	1657.78	1666.31	1668.44	1657.78
	Promedio	1404			1659			1664		

Enoc Calampa Ruiz
 SUPERVISOR DE CALIDAD
 DISAC - PACASMAYO

Enoc Calampa Ruiz
 Supervisor de calidad

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

9.4. peso específico y absorción de agregados finos y gruesos

	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	 D-CC-F-57 Versión 02
	ENSAYOS DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN AGREGADOS	

Planta:	Pre-Mezclado Tarapoto	Fecha:	17-Mar-22
Ubicación:	Carretera a Yurimaguas km 2.5 - sector Venezia - Banda de Shilcayo	Técnico:	E. Calampa R.
Proyecto:	Atención del la demanda local	Responsable:	E. Calampa R.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO (Norma de ensayo: NTP 400.022)					
MUESTRA					
Identificación de la Muestra:		X-F(0/9.5)-Z-CUM(G)-V			
Descripción de la muestra:		Agregado Fino			
Procedencia (cantera):		Rio Cumbaza			
ENSAYO		E1	E2	E1	E2
A	Peso material SSS (Al aire) [g]	532.1	528.6		
B	Peso frasco con agua [g]	1432.6	1428.9		
C	Peso frasco con agua + (A) [g]	1964.7	1957.5		
D	Peso del frasco con agua y material [g]	1762.2	1757.5		
E	Vol de masa + vol de vacío = [C-D] [cm ³]	202.5	200.0		
F	Peso de material seco al horno [g]	525.8	523.1		
RESULTADOS		R1	R2	R1	R2
Individual	PE (Base seca)	2.60 g/cm ³	2.62 g/cm ³		
	PE (SSS)	2.63 g/cm ³	2.64 g/cm ³		
	% de absorción	1.2 %	1.1 %		
promedio	PE (Base seca)	2.61 g/cm³			
	PE (SSS)	2.64 g/cm³			
	% de absorción	1.1 %			

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO (Norma de ensayo: NTP 400.021)					
MUESTRA					
Identificación de la Muestra:		X-H57-T-HUA(G)-V		X-H67-T-HUA(G)-V	
Descripción de la muestra:		Agregado Grueso - Huso 57		Agregado Grueso - Huso 67	
Procedencia (cantera):		Rio Huallaga		Rio Huallaga	
ENSAYO		E1	E2	E1	E2
A	Peso material SSS (Al aire) [g]	4236.0	4096.0	4498.3	4316.7
B	Peso material SSS + canastilla (Sumergido) [g]	3504.2	3412	3647.2	3529.3
C	Peso de canastilla (Sumergido) [g]	849.3	850.3	848.5	849.2
D	Peso material SSS (Sumergido) = [B-C] [g]	2654.9	2561.7	2798.7	2680.1
E	Vol. de masa + vol de vacíos = [A-D] [cm ³]	1581.1	1534.3	1699.6	1636.6
F	Peso del material seco en horno [g]	4210.0	4075.4	4474.5	4288.4
RESULTADOS		R1	R2	R1	R2
Individual	PE (Base seca)	2.66 g/cm ³	2.66 g/cm ³	2.63 g/cm ³	2.62 g/cm ³
	PE (SSS)	2.68 g/cm ³	2.67 g/cm ³	2.65 g/cm ³	2.64 g/cm ³
	% de absorción	0.6 %	0.5 %	0.5 %	0.7 %
promedio	PE (Base seca)	2.66 g/cm³		2.63 g/cm³	
	PE (SSS)	2.67 g/cm³		2.64 g/cm³	
	% de absorción	0.6 %		0.6 %	



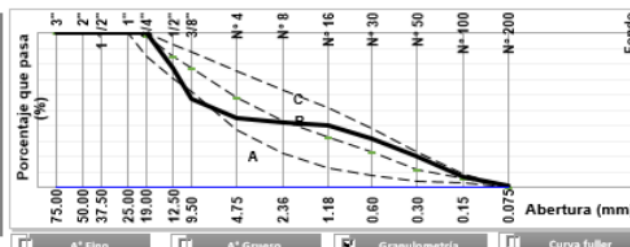
E. Calampa R.
 Supervisor de Control de Calidad

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA

9.5. Diseño de mezclas

Cementos Pacasmayo y Subsidiarias		DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO				Código: D-CC-F-148 Versión 01 Fecha : 15 Junio 2020 Página: 1/1	
Gestión de Calidad e I+D		C210-I-H67-F600				Base	Diseño
Planta de producción:		5202 Concreto Tarapoto		Uso / aplicación: Específico / Pavimentos y losas		CVD:	
Laboratorio:		5202-TAR		N° Diseño: 1		Código SAP:	
Tipo de Concreto:		Concreto de alta resistencia		Resistencia promedio objetivo (f'cr)		244 kg/cm ²	
Resistencia especificada (Cilindros):		f'c	kg/cm ²	MPa	Desviación Estándar:	25 kg/cm ²	
			210	21.0	(Base estadística - ACI 318)		
Resistencia a la flexión (vigas):		f't			Relación a/mc		Calculada 0.62
Edad del f'c:		días	28		Requerida		0.32
Tipo de cemento:		Tipo	I		a/mc efectiva		0.32
Huso granul. TMN (AG):		Tamaño	67 19 mm		Base datos:		ACI 211I
Consistencia (slump / slump flow)		mm	600 Slump flow		Consumo de agua por m ³		
Viscosidad T50				Calculada		230 L	
Exposición:		Ambiente			Requerida		196 L
Relación a/mc máxima		a/mc			Consumo real sin aditivos		196 L
Aire incorporado		%			Reducción. Agua por efecto de aditivos		
Destino:			Radio local		Calculada		11.8%
Tipo de colocación:			Bombeado		Establecida		0.0%
Contenido de finos < 0.15 mm		kg/m ³			Agua efectiva (de diseño)		196 L
Otras especificaciones				Determinado		Requerido	Diseño
Descripción en Mpa				750		750	750
Descripción del concreto adicional		No		%		2.0%	2.0%
				Ok		1.00	1.00
				PUCF (Slump especificado)		2249	2289
							2289

3. Composición de mezcla								
Materiales	D	Peso Seco (kg/m ³)	Vol. Abs. (m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Batch Prueba	Dosif. en campo	CVD
						28 L	Volumen C:A	
I-RIO		613	0.196	613	613	17.16	1.00	42.5
Agua		196	0.196	173	140	3.92	0.34	9.7
X-F(0/9.5)-Z-CUM	AF2	644	0.248	652	691	19.36	1.08	45.6
X-H67-T-HUA	AG 3	796	0.303	808	802	22.46	1.31	54.0
Plastificante tipo F	%	2.00%	12.26	12.26	12.26	0.343	Determinar in situ	0.8
Acelerante Tipo C	%	5.00%	30.65	30.65	30.65	0.858		2.1
Total		2293	1.00	2289	2289	64.1		154.8



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA



Cementos Pacasmayo y Subsidiarias		DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO						Código: D-CC-F-148 Versión 01 Fecha : 15 Junio 2020 Página: 1/1	
Gestión de Calidad e I+D		C210-I-H67-F600						Base	Diseño
Planta de producción:	5202 Concreto Tarapoto		Uso / aplicación:			Específico / Pavimentos y losas		CVD:	
Laboratorio:	5202-TAR		N° Diseño:			1		Código SAP:	
Tipo de Concreto:	Concreto de alta resistencia		Resistencia promedio objetivo (f'cr)			244 kgf/cm ²		> Lim gradación: DIN 1045 3/4	
Resistencia especificada (Cilindros):	f'c	kgf/cm ²	MPa	Desviación Estándar:			25 kgf/cm ²		
		210	210	(Base estadística - ACI 318)			Incidencias		
Resistencia a la flexión (vigas):	f't			Relación a/mc			Calculada 0.62		
Edad del f'c:	días	28		Requerida 0.30			Agregado Fino 45%		
Tipo de cemento:	Tipo	I		a/mc efectiva 0.30			Agregado Grueso 55%		
Huso granul. TMN (AG):	Tamaño	67 19 mm		Base datos: ACI 211.1			¿Usara agregado especial? No		
Consistencia (slump /slump flow)	mm	600 Slump flow					Incidencia individual de agregados		
Viscosidad T50				Consumo de agua por m ³			Mf Global (Mfg)		
Exposición:	Ambiente			Calculada 230 L			Arena 04.75-R-V AF1 0%		
Relación a/mc máxima	a/mc			Requerida 196 L			X-F(0/3.5)-Z-CUM AF2 100%		
Aire incorporado	%			Consumo real sin aditivos 196 L			X-H67-T-HUA AG1		
Destino:		Radio local		Reducción. Agua por efecto de aditivos			X-H67-T-HUA AG2 0%		
Tipo de colocación:		Bombeado		Calculada 11.8%			X-H67-T-HUA AG3 100%		
Contenido de finos <0.15 mm	kgf/m ³			Establecida 0.0%			Conforme		
Otras especificaciones				Agua efectiva (de diseño)			Límites de control		
				Determinado 196 L			Factor de grosor 73.0		
				Requerido 750			Factor de trabajabilidad 60.7		
				Diseño 750			Factor mortero 44.1		
				%			Factor pasta 40.7		
				2.0%			Agua / finos 0.23		
				1.00			Cont. Finos < 0.30 mm 938		
				2291			Cont. Finos < 0.15 mm 759		
				2290			Coeficiente de uniformidad 55.13		
							Coeficiente de curvatura 0.18		
Descripción en Mpa		No							
Descripción del concreto adicional									

3. Composición de mezcla

Materiales	D	Peso Seco (kgf/m ³)	Vol. Abs. (m ³)	Peso SSS (kgf/m ³)	Peso Húmedo (kgf/m ³)	Batch Prueba 28 L	Dosif. en campo		CVD
							Volumen C:A	Masa x bolsa cem	
I-RIO		653	0.209	653	653	18.28	1.00	42.5	
Agua		196	0.196	172	140	3.91	0.32	9.1	
X-F(0/3.5)-Z-CUM	AF2	626	0.241	634	672	18.82	0.98	41.6	
X-H67-T-HUA	AG3	774	0.294	786	780	21.84	1.19	49.3	
Plastificante tipo F	%	2.00%	13.06	13.06	13.06	0.366	Determinar in situ	0.8	
Acelerante Tipo C	%	5.00%	32.65	32.65	32.65	0.914		2.1	
Total		2296	1.00	2290	2290	64.1		145.5	

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA



9.6. Ensayos de rotura de probetas con relación de agua cemento

0.32



DINOSELVA IQUITOS S.A.C.
 Gestión de la Calidad



INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SGC-REG-03-G0018
 Versión 01

Zonal: Tarapoto Asociado:
 Planta: Tarapoto (Fija) Cliente:
 Ubicación: Carretera a Yurimaguas Km 2.5, Sector Venecia - Ta Obra : PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL F'C=210 KG/CM2 PARA LA OPTIMIZACION DE PUESTA EN SERVICIO DE UN PAVIMENTO RIGIDO"
 Fecha: 23 de Setiembre de 2022

C210-LH67-F600

Conforme a la NTP 339.114 / ASTM C94

Línea de Producto :	Concreto por resistencia	Relación a/mc:	0.32
Resistencia Especificada :	210 kg/cm ²	Agregados:	Piedra Chancada Huso 67; Cantera Río Huallaga
Tipo de Suministro :	Bombeado		Arena Natural Zarandeada; Cantera Río Cumbaza
Asentamiento:	F600	No Requerimiento:	
Tipo de Cemento :	I		

N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad						Eval. Conformidad (% f'c)		Estructura
						12 Horas						Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p	≥ f'c-35			
1	001-L	23-09-22	-	600	-	163	149	156	166		74%			
2														
3														
4														
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad						Eval. Conformidad (% f'c)		Estructura
						18 Horas						Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p	≥ f'c-35			
1	002-L	23-09-22	-	600	-	184	180	142	169		80%			
2														
3														
4														

NOTA:
 * Prensa ELE, Modelo: ACCUTEK 350, MODELO: 36-0735/06, N° de serie: 130800021, Panel digital ADR ELE INTERNATIONAL, Certificado de calibración: LP-AM2432-2020
 * Los ensayos ejecutados a edades menores a 28 días son utilizados como control para evaluar el desarrollo de la resistencia.
 * Para la evaluación de la conformidad de la resistencia se usa el criterio de la NTP 339.114 y Reglamento ACI 318

CRITERIO DE ACEPTACIÓN PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO
 El nivel de resistencia se considera satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes:
 a.- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (Xp 3p) es igual o superior a f'c
 b.- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que f'c por más de 3.5 Mpa (35 kg/cm²), cuando f'c es 35 Mpa (350 kg/cm²) o menor; o por más de 0.10 f'c cuando f'c es mayor a 35 Mpa.

Ing. Victor R. Sanchez Mori
 SUPERVISOR DE PLANTA

Enoc Calampa Ruiz
 SUPERVISOR DE CALIDAD

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVAA



9.7. Ensayos de rotura de probetas con relación de agua cemento

0.30



DINOSELVA IQUITOS S.A.C.
 Gestión de la Calidad



SGC-REG-03-G0018
 Versión 01

INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Zonal: Tarapoto Asociado
 Planta: Tarapoto (Fija) Cliente:
 Ubicación: Carretera a a Yurimaguas Km 2.5, Sector Venecia - Ta Obra : PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL F'C=210 KG/CM2 PARA LA OPTIMIZACION DE PUESTA EN SERVICIO DE UN PAVIMENTO RIGIDO"
 Fecha: 24 de Setiembre de 2022

C210-I-H67-F600

Conforme a la NTP 339.114 / ASTM C94

Línea de Producto :	Concreto por resistencia	Relación a/mc:	0.30
Resistencia Especificada :	210 kg/cm ²	Agregados:	Piedra Chancada Huso 67: Cantera Río Huallaga Arena Natural Zarandeada: Cantera Río Cumbaza
Tipo de Suministro :	Bombeado	No Requerimiento:	
Asentamiento:	F600		
Tipo de Cemento :	I		

N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m ³)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% Fc)		Estructura
						12 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
1	001-L	24-09-22	-	600	-	230	217	234	≥f'c-35	≥f'c	108%	≥ 100%	
2													
3													
4													

N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m ³)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% Fc)		Estructura
						18 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
1	002-L	24-09-22	-	600	-	279	291	295	288		137%		
2													
3													
4													

NOTA:

- * Prensa ELE, Modelo: ACCUTEK 350, MODELO: 36-0735/06, N° de serie: 130800021, Panel digital ADR ELE INTERNATIONAL, Certificado de calibración: LP-AM2432-2020
- * Los ensayos ejecutados a edades menores a 28 días son utilizados como control para evaluar el desarrollo de la resistencia.
- * Para la evaluación de la conformidad de la resistencia se usa el criterio de la NTP 339.114 y Reglamento ACI 318

CRITERIO DE ACEPTACIÓN PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

El nivel de resistencia se considera satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes :

a.- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (Xp 3p) es igual o superior a f'c

b.- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que f'c por más de 3.5 Mpa (35 kg/cm²), cuando f'c es 35 Mpa (350 kg/cm²) o menor; o por más de 0.10 f'c cuando f'c es mayor a 35 MPa.

Ing. Victor R. Sanchez Mori
 SUPERVISOR DE PLANTA

Enoc Calampa Ruiz
 SUPERVISOR DE CALIDAD

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA



9.8. Ensayos de rotura de probetas con relación de agua cemento

0.28



DINOSELVA IQUITOS S.A.C.
 Gestión de la Calidad



SGC-REG-03-G0018
 Versión 01

INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Zonal: Tarapoto Asociad
 Planta: Tarapoto (Fija) Cliente:
 Ubicación: Carretera a aYurimaguas Km 2.5, Sector Venecia - Ta Obra : PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL F'C=210 KG/CM2 PARA LA OPTIMIZACION DE PUESTA EN SERVICIO DE UN PAVIMENTO RIGIDO"
 Fecha: 26 de Setiembre de 2022

C210-I-H67-F600

Conforme a la NTP 339.114 / ASTM C94

Línea de Producto :	Concreto por resistencia	Relación a/mc:	0.28
Resistencia Especificada :	210 kg/cm2	Agregados:	Piedra Chancada Huso 67: Cantera Río Huallaga
Tipo de Suministro :	Bombeado	No Requerimiento:	Arena Natural Zarandeada: Cantera Río Cumbaza
Asentamiento:	F600		
Tipo de Cemento :	I		

N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% f'c)		Estructura
						12 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
1	001-L	26-09-22	-	600	-	309	318	339	322		153%		
2													
3													
4													
N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% f'c)		Estructura
						18 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
1	002-L	26-09-22	-	600	-	382	359	387	376		179%		
2													
3													
4													

NOTA:
 * Prensa ELE, Modelo: ACCUTEK 350, MODELO: 36-0735/06, N° de serie: 130800021, Panel digital ADR ELE INTERNATIONAL, Certificado de calibración: LP-AM2432-2020
 * Los ensayos ejecutados a edades menores a 28 días son utilizados como control para evaluar el desarrollo de la resistencia.
 * Para la evaluación de la conformidad de la resistencia se usa el criterio de la NTP 339.114 y Reglamento ACI 318

CRITERIO DE ACEPTACIÓN PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO
 El nivel de resistencia se considera satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes :
 a.- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (Xp 3p) es igual o superior a f'c
 b.- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que f'c por más de 3.5 Mpa (35 kg/cm2), cuando f'c es 35 Mpa (350 kg/cm2) o menor, o por más de 0.10 f'c cuando f'c es mayor a 35 MPa.


Ing. Victor R. Sanchez Mori
 SUPERVISOR DE PLANTA

Enoc Calampa Ruiz
 SUPERVISOR DE CALIDAD


Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA



9.9. Replica de ensayos de rotura de probetas con relación de agua cemento 0.28



DINOSELVA IQUITOS S.A.C.
Gestión de la Calidad



SGC-REG-03-G0018
Versión 01

INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Zonal: Tarapoto Asociado: _____
 Planta: Tarapoto (Fija) Cliente: _____
 Ubicación: Carretera a aYurimaguas Km 2.5, Sector Venecia - Ta Obra : PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL F'C=210 KG/CM2 PARA LA OPTIMIZACION DE PUESTA EN SERVICIO DE UN PAVIMENTO RIGIDO"
 Fecha: 26 de Setiembre de 2022

C210-I-H67-F600

Conforme a la NTP 339.114 / ASTM C94

Linea de Producto :	Concreto por resistencia	Relación a/mc:	0.28
Resistencia Especificada :	210 kg/cm2	Agregados:	Piedra Chancada Huso 67; Cantera Río Huallaga
Tipo de Suministro :	Bombeado	No Requerimiento:	Arena Natural Zarandeada; Cantera Río Cumbaza
Asentamiento:	F600		
Tipo de Cemento :	I		

N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% Fc)		Estructura
						12 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
1	001-L	26-09-22	-	600	-	342	312	343	≥f'c-35	≥f'c	≥ 83%	≥ 100%	
2													
3													
4													

N° Orden	Código	Fecha de moldeo	Volumen (m3)	Flujo Asent (mm)	Temp. (°C)	Edad					Eval. Conformidad (% Fc)		Estructura
						18 Horas					Xp Ind.	Xp 3p	
						R1	R2	R3	Xp	Xp 3 p			
1	002-L	26-09-22	-	600	-	350	368	370	≥f'c-35	≥f'c	≥ 83%	≥ 100%	
2													
3													
4													

NOTA:

- * Prensa ELE, Modelo: ACCUTEK 350, MODELO: 36-0735/06, N° de serie: 130800021, Panel digital ADR ELE INTERNATIONAL, Certificado de calibración: LP-AM2432-2020
- * Los ensayos ejecutados a edades menores a 28 días son utilizados como control para evaluar el desarrollo de la resistencia.
- * Para la evaluación de la conformidad de la resistencia se usa el criterio de la NTP 339.114 y Reglamento ACI 318

CRITERIO DE ACEPTACIÓN PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

El nivel de resistencia se considera satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes:

- a.- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (Xp 3p) es igual o superior a f'c
- b.- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que f'c por más de 3.5 Mpa (35 kg/cm2), cuando f'c es 35 Mpa (350 kg/cm2) o menor, o por más de 0.10 f'c cuando f'c es mayor a 35 MPa.



Ing. Victor R. Sanchez Mori
SUPERVISOR DE PLANTA



Enoc Calampa Ruiz
SUPERVISOR DE CALIDAD

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA

9.10. Fotografías de resultados de roturas de probetas

- RESISTENCIA A COMPRESION CON RELACIÓN A/C 0.32 (1ER DISEÑO: 3 PROBETAS A 12 HORAS)



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA

- RESISTENCIA A COMPRESION CON RELACIÓN A/C 0.32 (1ER DISEÑO: 3 PROBETAS A 18 HORAS)





Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA

- RESISTENCIA A COMPRESION CON RELACIÓN A/C
0.30 (2DO DISEÑO: 3 PROBETAS A 12 HORAS)



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA

- RESISTENCIA A COMPRESION CON RELACIÓN A/C
0.30 (2DO DISEÑO: 3 PROBETAS A 18 HORAS)



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA

- RESISTENCIA A COMPRESION CON RELACIÓN A/C
0.28 (3ER DISEÑO: 3 PROBETAS A 12 HORAS)



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA

- RESISTENCIA A COMPRESION CON RELACIÓN A/C
0.28 (3ER DISEÑO: 3 PROBETAS A 18 HORAS)



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA

- RESISTENCIA A COMPRESION CON RELACIÓN A/C 0.28 (3ER DISEÑO (REPLICA): 3 PROBETAS A 12 HORAS)



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA

- RESISTENCIA A COMPRESION CON RELACIÓN A/C 0.28 (3ER DISEÑO (REPLICA): 3 PROBETAS A 18 HORAS)



Fuente: Laboratorio de Control de Calidad DINOSELVA

9.11. Fotografías de ensayos en laboratorio



Imagen muestra el desarrollo de los diseños a nivel industrial masivo para evaluar el comportamiento del diseño



Imagen muestra el ensayo de flujo de asentamiento del concreto



Imagen muestra el desarrollo de los diseños a nivel de laboratorio



Imagen muestra la evaluación de la temperatura del concreto



Imagen muestra la colocación del concreto simulando la estructura de un pavimento rígido



Imagen muestra el ensayo de flujo de asentamiento



Imagen muestra el curado inicial de los especímenes o probetas de concreto



Imagen muestra el desarrollo del ensayo de flujo de asentamiento



Imagen muestra el desarrollo de los diseños a nivel de laboratorio

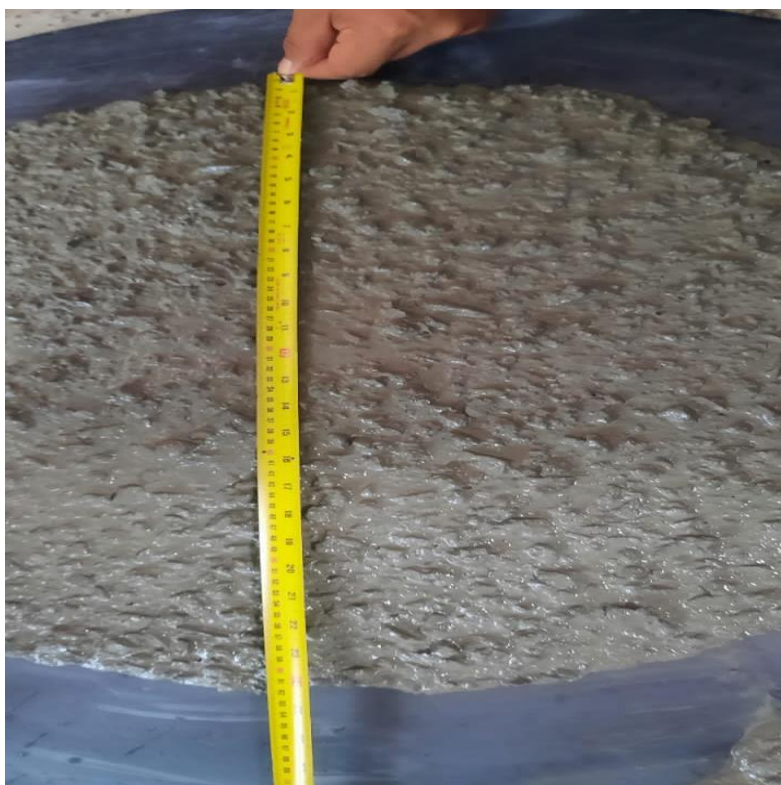


Imagen muestra la medición del flujo de asentamiento obtenido después del ensayo



Imagen muestra la fluidez del concreto desarrollado