



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**INFLUENCIA DEL TIEMPO TARDÍO EN LA COLOCACIÓN DEL
CONCRETO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL
CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, MOQUEGUA -SAMEGUA.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. OWER PIERRE LEONEL TURPO RIVERA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERU

2022



DEDICATORIA

A DIOS

Por haberme guiado y cuidado en el camino de la vida.

A mi madre Rosario.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Javier.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi hermano Afdel

Por el cariño que me tiene y por el apoyo que me otorgo en mis malos momentos.



AGRADECIMIENTO

El presente proyecto agradezco a Dios por ser mi guía, acompañarme y cuidarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Agradezco a mi director de tesis Dr. Samuel Huaquisto Cáceres quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.

Agradezco a los todos docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Nacional del Altiplano.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT 15

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 17

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... 17

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 18

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 19

1.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 20

1.6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 21

1.6.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 21

1.6.3. MÉTODO DE TRABAJO 21

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 24

2.2. MARCO TEÓRICO 28

2.2.1. CONCRETO 28

2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO..... 29

2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO 45



2.2.4. DISEÑO DE MEZCLAS	50
2.2.5. ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO	53
2.2.6. MEZCLADO DE CONCRETO	53
2.2.7. TIEMPO DE FRAGUADO	55
2.2.8. TIEMPO DE VACIADO DEL CONCRETO	55
CAPITULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.....	56
3.2. PERIODO Y DURACIÓN DEL ESTUDIO	56
3.3. MATERIALES	56
3.3.1. CANTERA.....	56
3.3.2. CEMENTO	58
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	59
3.5. ENSAYOS REALIZADOS EN EL AGREGADO FINO	61
3.5.1. GRANULOMETRÍA (NTP 400.012)	62
3.5.2. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.016)	64
3.5.3. PESO UNITARIO (NTP 400.017)	66
3.5.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.022)	69
3.6. ENSAYOS REALIZADOS EN EL AGREGADO GRUESO	71
3.6.1. GRANULOMETRÍA (NTP 400.012)	71
3.6.2. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.016)	74
3.6.3. PESO UNITARIO (NTP400.017)	75
3.6.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.021)	77
3.7. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	79
3.7.1. DISEÑO DE MEZCLA F'C 210 KG/CM2 – MÉTODO: MÓDULO DE FINEZA	80
3.7.2. ELABORACIÓN DEL CONCRETO	89



3.7.3. PROBETAS DE CONCRETO	90
3.8. ENSAYO REALIZADO EN CONCRETO FRESCO	91
3.8.1. ENSAYO DE REVENIMIENTO O ASENTAMIENTO EN EL CONO DE ABRAMS (ASTM – C143).....	91
3.9. ENSAYO REALIZADO EN CONCRETO ENDURECIDO	96
3.9.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	96
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. ANÁLISIS DE SUPUESTOS	108
4.2. ENSAYO REALIZADO EN CONCRETO FRESCO	110
4.2.1. ASENTAMIENTO DEL CONO DE ABRAMS.....	110
4.2.2. DENSIDAD DEL CONCRETO.....	119
4.3. ENSAYO REALIZADO EN CONCRETO ENDURECIDO	130
4.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	130
V. CONCLUSIONES	142
5.1. CONCLUSIÓN GENERAL	142
5.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	142
VI. RECOMENDACIONES.....	144
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145
ANEXOS.....	146

TEMA: Influencia del tiempo tardío de vaciado del concreto.

AREA: Construcciones.

LINEA DE INVESTIGACIÓN: Construcciones y Gerencia.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29 DE ABRIL DEL 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Proceso de asentamiento del concreto,	51
Figura 2:	Ubicación de la cantera Mama Rosa	58
Figura 3:	Elaboración de los testigos de concreto.....	61
Figura 4:	Curva granulométrica del agregado fino.	64
Figura 5:	Representación de compactación por capas.	68
Figura 6:	Curva granulométrica del agregado grueso.....	73
Figura 7:	Ensayo de asentamiento cono de Abrams.	92
Figura 8:	Ensayo de compresión del concreto.	98
Figura 9:	Asentamiento en el cono de Abrams	116
Figura 10:	Representación gráfica entre el TTVC y el asentamiento en el cono de Abrams.	119
Figura 11:	Densidad del concreto de 14 días.	124
Figura 12:	Densidad del concreto de 14 días.	126
Figura 13:	Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la densidad del concreto de 7 días de fraguado.	129
Figura 14:	Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la densidad del concreto de 14 días de fraguado.	129
Figura 15:	Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la densidad del concreto de 28 días de fraguado.	130
Figura 16:	Resistencia del concreto a los 7 días.	132
Figura 17:	Resistencia del concreto a los 14 días.	133
Figura 18:	Resistencia del concreto a los 28 días.	133
Figura 19:	Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la resistencia del concreto de 7 días de fraguado.	139



Figura 20: Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la resistencia del concreto de 14 días de fraguado.	140
Figura 21: Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la resistencia del concreto de 28 días de fraguado.	141
Figura 22: Agregados utilizados.	148
Figura 23: Almacenamiento del cemento.	149
Figura 24: Ubicación de la cantera Mama Rosa	150



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Cuadro de Operacionalización de variables.....	20
Tabla 2:	Factores de corrección para la resistencia en función de las dimensiones de los testigos.....	23
Tabla 3:	Características Técnicas del Cemento Puzolanico Yura IP.	31
Tabla 4:	Requisitos granulométricos para el agregado fino.....	34
Tabla 5:	Consistencia del concreto.	47
Tabla 6:	Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas y la resistencia a los 28 días.....	48
Tabla 7:	Valores límites del contenido mínimo de a/c.....	50
Tabla 8:	Coordenadas UTM de cantera Mama Rosa.	57
Tabla 9:	Cuadro de distribución de testigos de concreto.	60
Tabla 10:	Límites granulométricos del agregado fino.	62
Tabla 11:	Plantilla para la Granulometría del agregado fino.	63
Tabla 12:	Contenido de Humedad del agregado fino.....	65
Tabla 13:	Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado fino.	68
Tabla 14:	Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.	71
Tabla 15:	Granulometría del agregado grueso.	72
Tabla 16:	Límites granulométricos del agregado grueso NORMA ASTM C-131.	74
Tabla 17:	Humedad del Agregado Grueso.....	74
Tabla 18:	Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.	76
Tabla 19:	Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.	77
Tabla 20:	Peso específico y absorción de agregado grueso.	79
Tabla 21:	Cálculo de la resistencia promedio.	80
Tabla 22:	Volumen Unitario de agua.	82



Tabla 23: Contenido de aire.	83
Tabla 24: Relación agua cemento a/c.....	83
Tabla 25: Vólumenes Absolutos de pasta.	84
Tabla 26: Módulo de fineza de la combinación de los agregados.	85
Tabla 27: Cantidad de material por kg de cemento.....	88
Tabla 28: Cantidad de material por bolsa de cemento	88
Tabla 29: Tabla de control del asentamiento en el cono de Abrams.	93
Tabla 30: Tabla de control de la resistencia a la compresión.	98
Tabla 31: Cálculo de del factor de corrección para la relación de las resistencias teóricas.	104
Tabla 32: Tabla de resistencias proyectadas	105
Tabla 33: Prueba de normalidad de la resistencia de 28 días y de la resistencia proyectada a 28 días.....	106
Tabla 34: Prueba de ANOVA de un factor, para la homogenización de las resistencias.	107
Tabla 35: Sub grupos homogéneos de la prueba de ANOVA de un factor	107
Tabla 36: Resultados de prueba de Normalidad Shapiro-wilk.....	109
Tabla 37: Resultados de prueba de Correlacion de Pearson.	110
Tabla 38: Resultados del asentamiento en centímetros.....	110
Tabla 39: Promedio de asentamiento en el cono de Abrams.	115
Tabla 40: Promedio de asentamiento en el cono de Abrams, para 108 muestras.	115
Tabla 41: Diferencia del asentamiento del concreto.	117
Tabla 42: Resultados de densidad del concreto, para el concreto destinado a los 7 días.	120
Tabla 43: Promedio de densidad del concreto a los 7 días.	121
Tabla 44: Resultados de densidad del concreto a los 14 días.	123



Tabla 45: Promedio de densidad del concreto a los 14 días.	124
Tabla 46: Resultados de densidad del concreto a los 28 días.	125
Tabla 47: Promedio de densidad del concreto a los 28 días.	126
Tabla 48: Diferencia de la densidad del concreto.	127
Tabla 49: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades de fraguado.....	131
Tabla 50: Promedio de resultados de resistencia a la compresión.	132
Tabla 51: Diferencia de Resistencia a la compresión.	135
Tabla 52: Resistencias homogenizadas de proyecciones.	136
Tabla 53: Correlación de Pearson entre la resistencia y la densidad.	138
Tabla 54: Matriz de consistencia.....	146
Tabla 55: Matriz de operacionalización de variables 1.0.....	147
Tabla 56: Cuadro de operacionalización de variables 2.0.....	148
Tabla 57: Cronograma de actividades realizados a grandes rasgos.	151



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

TTVC: Tiempo tardío de vaciado del concreto.

TTVC-10: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 10 minutos de tardanza.

TTVC-20: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 20 minutos de tardanza.

TTVC-30: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 30 minutos de tardanza.

TTVC-40: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 40 minutos de tardanza.

TTVC-50: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 50 minutos de tardanza.

TTVC-60: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 60 minutos de tardanza.

TTVC-70: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 70 minutos de tardanza.

TTVC-80: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 80 minutos de tardanza.

TTVC-90: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 90 minutos de tardanza.

TTVC-100: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 100 minutos de tardanza.

TTVC-110: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 110 minutos de tardanza.

TTVC-120: Tiempo tardío de vaciado del concreto con 120 minutos de tardanza.

f_c: Resistencia a la compresión del concreto, kg/cm².

A^{°F}: Agregado fino.

A^{°G}: Agregado grueso

W%: Contenido de humedad

TM: Tamaño máximo del agregado.

TMN: Tamaño máximo nominal del agregado.

mf: Módulo de fineza del agregado fino.

mg: Módulo de fineza del agregado grueso.

a/c: Relación agua/cemento.



t_{fi}: Tiempo de inicio de fraguado

t_{ff}: Tiempo de final de fraguado

P.U.S.: Peso Unitario Suelto

P.U.C.: Peso Unitario Compactado

ACI: American Concrete Institute.

ASTM: American Society of Testing Materials.

NTP: Norma Técnica Peruana

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general evidenciar la influencia negativa del tiempo tardío de vaciado del concreto sobre las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², como su resistencia, consistencia y densidad, y como objetivos específicos: Determinar la reducción de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² el cual es vaciado inmediatamente, con el concreto $f'c=210$ kg/cm² el cual es vaciado en diferentes tiempos determinados. Los tiempos de vaciado fueron desde 10 minutos hasta 120 minutos con un intervalo ascendente de 10 minutos; se inició los ensayos necesarios a los agregados utilizados para la preparación del concreto con el diseño de mezcla siguiendo las especificaciones del método módulo de fineza para una resistencia a la compresión de $f'c=210$ kg/cm². Los resultados de los ensayos fueron procesados estadísticamente siguiendo las consideraciones de precisión establecidas en las normas correspondientes para cada ensayo, donde la resistencia del concreto disminuye a mayor tiempo tardío de vaciado del concreto (TTVC), desde 2.381% hasta 17.430%, con respecto al asentamiento, este disminuye desde 2.520% hasta 81.698% y con respecto a la densidad, este disminuye desde 0.061% hasta 6.318%. Se obtuvo resultados de la resistencia a la compresión del concreto con TTVC desde 10 minutos hasta 120 minutos, a diferentes tiempos de curado del concreto 7 días, 14 días y 28 días, con el fin de homogenizar la resistencia a la compresión del concreto, se realizó una proyección de la resistencia de los 7 y 14 días hacia los 28 días, utilizando factores de relación según la tabla 6, a estos resultados proyectados se le realizó un análisis estadístico de homogenización de varianzas con la resistencia de 28 días, para certificar que la proyección no tiene tanta diferencia con la realidad.

Palabras clave: Tiempo tardío de vaciado, Resistencia a la compresión, Asentamiento, Densidad..



ABSTRACT

The present research work has as a general objective to demonstrate the negative influence of late concrete pouring time on the physical properties of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, such as its resistance, consistency and density, and as specific objectives: Determine the reduction of concrete strength $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ poured immediately, with concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ poured at different specified times. Determine the reduction in the consistency of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ poured immediately, with concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ poured at different specified times. Determine the reduction in density of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ poured immediately, with concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ poured at different times determined. The emptying times ranged from 10 minutes to 120 minutes with an ascending interval of 10 minutes; The necessary tests were started on the aggregates used for the preparation of concrete with the mix design following the specifications of the fineness modulus method for a compressive strength of $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. The results of the tests were statistically processed following the precision considerations established in the corresponding standards for each test, where the strength of the concrete decreases the longer the late concrete pouring time (TTVC), from 2,381% to 17,430%, with respect to the settlement, this decreases from 2,520% to 81,698% and with respect to density, it decreases from 0.061% to 6,318%. Results were obtained on the compressive strength of concrete with TTVC from 10 minutes to 120 minutes, at different curing times of the concrete 7 days, 14 days and 28 days, in order to homogenize the compressive strength of the concrete, carried out a projection of resistance from 7 and 14 days to 28 days, using relationship factors according to table 6, these projected results were performed a statistical analysis of homogenization of variance with the resistance of 28 days, to certify that the projection is not so different from reality.

Keywords: Late pouring time, Compressive strength, Settlement, Density.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El concreto es el principal material más utilizado en las obras de construcción compuesto por cemento portland, agua, agregados (arena y grava o piedra triturada), por esta razón tomo de gran importancia la presente investigación, durante el proceso de preparación y vaciado del concreto, ocurren factores que ocasionan que el tiempo de vaciado se retarde a lo que llamamos **tiempo de vaciado tardío**, debido a una falla en los equipos de preparación del concreto, un accidente en el vaciado del concreto, una falla en los materiales de amoldamiento del concreto (encofrado).

Las condiciones de traslado y clima conllevan a que un concreto premezclado convencional puede empezar a fraguar en el mixer o en caso contrario llegará a obra con un slump por debajo de lo requerido, llevando esto a perder el concreto por no garantizar la calidad necesaria o ser rechazado por no cumplir con especificaciones técnicas solicitadas. (Sandy Cerón, 2019).

Todos estos factores incrementan el **tiempo de vaciado tardío**, esto hace que las propiedades físicas del concreto se alteren y no se obtenga la calidad deseada.

Por lo tanto, es de interés estudiar la influencia del tiempo de vaciado tardío en las propiedades físicas del concreto, evaluando su comportamiento frente a diferentes tiempos de vaciado del concreto en el departamento de Moquegua, distrito de Samegua, con el fin de cuantificar de vaciar el concreto en un tiempo tardío. El tiempo de vaciado del concreto es fundamental para preservar la calidad de las obras de construcción y cuando este mismo tiempo de vaciado se incrementa, surge la pregunta ¿Cuál es la



influencia del tiempo tardío de vaciado del concreto en las propiedades físicas del concreto?

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

- ¿Cuál es la influencia del tiempo tardío de vaciado del concreto en la resistencia a la compresión, consistencia y densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm²?

Problemas específicos

- ¿Cuál es la reducción de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² vaciado inmediatamente después de su mezclado, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados?
- ¿Cuál es la reducción de la consistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² vaciado inmediatamente después de su mezclado, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados?
- ¿Cuál es la reducción de la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² vaciado inmediatamente después de su mezclado, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Hipótesis general

- Un tiempo tardío de vaciado del concreto, reduce la resistencia a la compresión, consistencia y densidad del concreto del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Hipótesis específicas

- A mayor tiempo tardío de vaciado del concreto $f'c=210$ kg/cm², la resistencia a la compresión de este concreto disminuye.



- A mayor tiempo tardío de vaciado del concreto $f'c=210$ kg/cm², la consistencia de este concreto disminuye.
- A mayor tiempo tardío de vaciado del concreto $f'c=210$ kg/cm², la densidad de este concreto disminuye.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Es de particular interés estudiar la influencia del tiempo de vaciado del concreto en las propiedades físicas del concreto, bajo las condiciones ambientales que presenta la ciudad de Samegua en el departamento de Moquegua, con el fin de obtener resultados que permitan cuantificar la variación de la resistencia bajo tiempos variados de vaciado del concreto.

Las condiciones de traslado y clima conllevan a que un concreto premezclado convencional pueda empezar a fraguar en el mixer o en caso contrario llegará a obra con un slump por debajo de lo requerido, llevando esto a perder el concreto por no garantizar la calidad necesaria o ser rechazado por no cumplir con especificaciones técnicas solicitadas. (Sandy Cerón, 2019).

También, por motivos no previstos como la falla de los equipos o mal cálculo en la cuantificación de los materiales generando un déficit de agregados y de cemento durante el vaciado, en obras públicas el vaciado de elementos estructurales, es interrumpido lo que genera un tiempo tardío de vaciado del concreto, generando esta una variación en las propiedades físicas del mismo.

La presente investigación se desarrolla para obtener variaciones estandarizadas de las propiedades físicas, bajo las condiciones y características desarrolladas en esta investigación.



También nos permitirá conocer el tiempo máximo tardío de vaciado de concreto en el cual, para nuestra zona de estudio con sus condiciones climatológicas, no se deberá exceder por motivos que el TTVC influye negativamente de manera crítica las propiedades físicas del concreto.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

- Determinar la influencia del tiempo tardío de vaciado del concreto en la resistencia a la compresión, consistencia y densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Objetivos específicos

- Determinar la reducción de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² vaciado inmediatamente, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados.
- Determinar la reducción de la consistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² vaciado inmediatamente, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados.
- Determinar la reducción de la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² vaciado inmediatamente, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados.

Operacionalización de variables

La variable independiente en esta investigación es el: tiempo de vaciado del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Las variables dependientes en esta investigación es la resistencia a la compresión del concreto, consistencia y la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Tabla 1: Cuadro de Operacionalización de variables.

Variablen Independientes	Indicador	Técnica de recolección de datos	Instrumentos
Tiempo de vaciado del concreto	Tiempo real medido	Documentación y fichas de laboratorio.	Cronómetro, cuaderno de apuntes.

Variablen Independientes	Indicador	Técnica de recolección de datos	Instrumentos
Resistencia a la compresión del concreto	Valor de la resistencia	Medición y fichas de laboratorio.	Maquina de compresion uniaxial.
Consistencia del concreto	Asentamiento	Medición, observación y fichas de laboratorio.	Cono de Abrams.
Densidad del concreto	Peso por unidad de volúmen	Medición y fichas de laboratorio.	Balanza milimétrica de laboratorio.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO

En esta tabla se puede apreciar que tenemos 1 variable independiente y 3 variables dependientes, siendo las 3 variables dependientes las propiedades mecánicas del concreto (resistencia a la compresión, consistencia del concreto y densidad del concreto).

1.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realizó con el objetivo de determinar la influencia del tiempo tardío de vaciado del concreto sobre la calidad de las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Para este caso se utilizará un diseño experimental, ya que, naturalmente es necesario obtener datos bibliográficos de los cuales justifiquen los distintos aspectos de la investigación. Es con estos datos que será posible desarrollar distintas actividades como las cantidades de cada uno de los materiales necesarios para producir la mezcla del concreto, el cual, luego de una serie de experimentos, nos permitan determinar la resistencia, densidad y asentamiento del concreto.



“La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de escribir de qué modo o porque causa se produce una situación o acontecimiento particular” (Tamayo y Tamayo, 2004, pág. 47).

1.6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

“El tipo de investigación es cuantitativa pues utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con bases en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías”. (Hernández, 2006)

En esta investigación comprobaremos que el TTVC, disminuye la resistencia a la compresión, consistencia y densidad del concreto, también se desarrollara una predicción de resistencia a la compresión del concreto para cada TTVC, el cual comprobaremos de forma estadística si es aceptable dichas predicciones.

1.6.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

“El nivel es explicativo. Estos estudios van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales”. (Hernández, 2006)

1.6.3. MÉTODO DE TRABAJO

Se desarrollo el siguiente procedimiento para el desarrollo de esta investigación.

1.6.3.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se buscó y recopiló información bibliográfica relacionada con el tema de investigación antes y durante el desarrollo de la investigación.



1.6.3.2. OBTENCIÓN DE MATERIALES

Los agregados se compraron de una de las canteras más conocidas de la ciudad de Moquegua, la cantera MAMA-ROSA.

El cemento se compró de la ferretería SAN CRISTOBAL, siendo CEMENTO YURA PORTLAND TIPO IP.

El laboratorio para realizar los ensayos a los agregados, requeridos en el diseño de Módulo de Fineza, fue el laboratorio de suelos de la Municipalidad Distrital de Samegua, al cual se le solicitó el préstamo del ambiente mencionado.

1.6.3.3. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Se realizó el estudio de las propiedades físicas del agregado seleccionado, siendo los siguientes ensayos los realizados:

- Análisis granulométrico.
- Absorción.
- Peso específico.
- Contenido de humedad.
- Peso unitario suelto.
- Peso unitario compactado.

1.6.3.4. DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO

Se realizó el diseño de mezclas siguiendo la metodología propuesta por método de módulo de fineza para una resistencia a la compresión $f'c$ de 210 kg/cm². Para la cual se utilizó el cemento comprado YURA TIPO IP, los agregados seleccionados y el laboratorio prestado por la Municipalidad Distrital de Samegua.

1.6.3.5. REALIZACIÓN DE ENSAYOS

Se realizó los ensayos para concreto fresco y endurecido, los cuales fueron los siguientes:



Estado fresco: Cono de Abrams.

Estado endurecido: Resistencia a la compresión y densidad del concreto.

La muestra de estudio será de 108 especímenes, el cual se calculó, con la justificación de que deben ser 3 especímenes mínimo para cada condición de estudio, habiendo para el TTV del concreto 12 escenarios y los tiempos de ruptura son para 3 situaciones, multiplicándolos estos dos por el número de especímenes mínimo nos genera un mínimo de 108 especímenes necesarias para esta investigación.

NTP 339.183:2013

Usualmente tres o más especímenes deberán ser moldeados para cada edad y condiciones de prueba a menos que se especifique lo contrario.

Se realizarán los especímenes con moldes de 4"x8", dando una relación h/d de 2.

NORMA ASTM C39/C39M-20

Tabla 2: Factores de corrección para la resistencia en función de las dimensiones de los testigos.

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	6 meses	1 año	2 años	5 años
$f'c(t)/f'c28$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

Fuente: ASTM C39/C39M-20.

En esta tabla apreciamos los factores de corrección de los especímenes en función a los días de fraguado de los especímenes, es decir que, para un concreto de 7 días de fraguado, su resistencia esperada es el 67% de la resistencia de diseño, esto también se aplica para 14 días, 90 días, 6 meses, 1 año, 2 años y 5 años.

Eligiendo así un factor de corrección de 1 para la resistencia a la compresión de los testigos de concreto.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

(Marco Galarza, 2011)

Existen interrupciones no previstas en el proceso de colocación del concreto, lo que nos podría llevar también a la pérdida del mismo, ante esto lo que se busca es conocer hasta qué punto podríamos tolerar la pérdida del concreto.

(CRISTIAN MOLINA & JOSELYN SENCARA, “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, REUTILIZADO EN LA ETAPA DE FRAGUADO”, AREQUIPA 2018”). Con objetivo general: Evaluar la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de alta resistencia reutilizado en la etapa de fraguado, para las condiciones ambientales de la ciudad de Arequipa. Con objetivos específicos: determinar la resistencia a la compresión de un concreto reutilizado en la etapa de fraguado; determinar la resistencia a la flexión de un concreto reutilizado en la etapa de fraguado; establecer un registro de datos que nos permitan elegir cantidad de agua que se debe adicionar al concreto $f'c=420$ kg/cm² diseñado con agregados de la cantera “La poderosa”, a condiciones ambientales de la ciudad de Arequipa, después de iniciado su fraguado que le permita cumplir con su resistencia de diseño; solucionar el problema de pérdidas grandes de concreto como consecuencia de la paralización del proceso de vaciado, Para un concreto $f'c=420$ kg/cm², la resistencia a la compresión con el menor tiempo de fraguado que es 0.5 horas, se redujo hasta un 8% y para 2 horas, se obtuvo una disminución del 22%. Estos valores son comparados con un concreto patrón elaborado con un mismo diseño de mezcla y bajo las mismas condiciones de mezclado, colocación,



vibrado y curado. La reutilización de un concreto de alta resistencia $f'_c=420$ kg/cm² en proceso de fraguado, elaborados con agregados de la cantera “La Poderosa” y bajo las condiciones ambientales de la ciudad de Arequipa, es posible hasta un máximo de 2 horas, teniendo en cuenta que durante el tiempo del proceso de fraguado el concreto se encontraba en estado estacionario. La evolución de la resistencia a la compresión del concreto a edades tempranas con tiempos de fraguado de 0.5 y 1.0 horas son mayores que los concretos con tiempos de fraguado de 1.5, 2.0 horas; esto significa que el reemplado del concreto con tiempos de fraguado prolongados presentan resistencias menores. Experimentalmente pasadas las 3 horas del inicio de fraguado el concreto adquiere una consistencia “no trabajable” lo cual limita a realizar el análisis de sus propiedades hasta 3 horas.

(CERÓN VELÁSQUEZ, “VIABILIDAD TÉCNICA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO ESTABILIZADOR DE HIDRATACIÓN PARA VACIADO EN TIEMPO TARDÍO DEL CONCRETO $f'_c=210$ kg/cm² LIMA 2019”), con objetivo general: determinar la viabilidad técnica de la aplicación del aditivo estabilizador de hidratación para vaciado en tiempo tardío del concreto $f'_c=210$ kg/cm² LIMA 2019. Con objetivo específico: determinar los efectos que tiene la aplicación del Aditivo Estabilizador de Hidratación en la trabajabilidad del concreto $f'_c=210$ kg/cm² LIMA2019. En la metodología, se tomó 72 probetas, de las cuales 12 fueron diseñadas convencionalmente (diseño patrón), 12 diseñadas convencionalmente con uso de aditivo retardante, 12 diseñadas convencionalmente al 0.8%. Con las conclusiones: con un nivel de significancia del 5%, que al aplicar el aditivo estabilizador de hidratación en 0.2%, 0.4%, 0.6% y 0.8% influyen significativamente en el tiempo de fraguado inicial, en 40.2%, 67.7%, 103.3% y 138.8% respectivamente comparado con al tiempo de fraguado inicial del diseño del patrón (con retardante) y de 211.83%, 273.08%, 352.37% y 431.36%



respectivamente comparado con el diseño con aditivo. Finalmente, en un nivel de significancia del 5% donde se aplicó el 0.2%, 0.4%, 0.6% y 0.8% del aditivo EUCO ESTABILIZADOR respectivamente existe una diferencia significativa entre las medias de los asentamientos, esto es; hubo una mejora significativa y progresiva en la trabajabilidad del concreto premezclado con los aditivos en comparación con el convencional, de hecho, para el tiempo de 90 min el slump del diseño patrón es cero con respecto al 0.8% de AEH que es 8 pulgadas.

(APONTE CORREA, “INFLUENCIA DE UN ADITIVO RETARDANTE DE FRAGUA EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CONCRETO $f'c=250$ KG/CM² EN LA CIUDAD DE JAÉN”, 2017) con objetivo general: determinar la influencia del aditivo Z RETAR en el comportamiento físico y en la resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto con $f'c=250$ kg/cm². Con objetivos específicos: determinar la influencia del aditivo Z RETAR en el tiempo de fraguado del concreto. Con un problema que motivó al estudio: las condiciones de tiempo de traslado y clima conllevan a que un concreto pre mezclado convencional pueda empezar a fraguar en el mixer o en caso contrario llegará a obra con un slump por debajo de lo requerido, llevando esto a perder el concreto por no garantizar la calidad necesaria o ser rechazado por no cumplir con las especificaciones técnicas solicitadas”, con las conclusiones : Los tiempos de fraguado del concreto sin aditivo es para el fraguado inicial es de 3.00 horas, el fraguado final desde iniciando la realización del concreto es de 6.60 horas, mientras que para el concreto con aditivo Z RETAR es para el fraguado inicial de 4.10 horas y para el fraguado final desde iniciando la realización del concreto es de 8.30 horas. Lo cual tiene un aumento porcentual para el fraguado inicial con respecto al concreto patrón de 36.67%, concluyendo de esta manera en que la incorporación del aditivo Z RETAR en la mezcla aumenta el tiempo de fraguado inicial.



(CARRILLO NEGRETE, “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y DEL TIEMPO DE FRAGUADO EN LA RESISTENCIA ESTIMADA DEL HORMIGÓN MEDIANTE MADUREZ”, 2011) Con el objetivo principal de estudiar el efecto de la temperatura y del tiempo de fraguado en la estimación de resistencia de hormigones. Con un problema que motivó al estudio: El estudio del comportamiento a temprana edad es de vital importancia para los procesos constructivos en el hormigón. Tener un buen control de la compactación del hormigón, determinar el momento oportuno para realizar las juntas de construcción o los cortes en un pavimento, poder determinar no sólo un buen comportamiento a temprana edad, sino también la durabilidad a futuro, optimización del tiempo, costo y calidad de la construcción de una obra de hormigón. Con una metodología: Existen variados métodos para poder estimar la resistencia a compresión del hormigón en terreno. Además, el calor de hidratación y los factores que lo afectan juegan un rol fundamental en la temperatura que puede alcanzar un elemento de hormigón, y por lo tanto afectar la resistencia a temprana edad y a largo plazo. Es por esto que la presente investigación busca determinar el efecto de la temperatura en el hormigón y evaluar la predicción de resistencia mediante el método de madurez. Además, se evaluará la aplicabilidad del método de madurez a la estimación de tiempos de fraguado a diferentes temperaturas ambientales. Para ello se procedió a fabricar cilindros de hormigón y someterlos a ciclos térmicos que simularan la evolución de temperatura de un hormigón masivo en terreno, bajo diferentes temperaturas ambientales y condiciones de dosificación. Es decir, cada hormigón, de acuerdo a su dosificación (tipo y dosis de cemento principalmente) y condiciones ambientales (temperatura de colocación de la mezcla) quedó determinado por un ciclo térmico único a aplicar. Con la conclusión: Para cementos Portland Puzolánico Alta Resistencia a temprana edad el error es del orden de 15% de sobreestimación para temperaturas de



colocación de 10 °C y 40 °C, sin embargo, para temperaturas iniciales de 23 °C, se subestima la resistencia en un 10%. A temprana edad la función de SN tiene menos error que la de FHP sin embargo a largo plazo esta tendencia se revierte, siendo menos conservadora la función de SN. A temperaturas muy altas (entre 80 °C y 90 °C) el error bordea el 30% para largo plazo y es mayor que en otros rangos de temperatura.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. CONCRETO

Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, (2004) afirman que: El concreto es esencialmente una mezcla de dos ingredientes: agregados y pasta. La pasta, que está hecha de cemento y agua, adhiere los agregados, que suelen ser arena y grava (piedra triturada, piedra machacada, pedrejón), formando una masa de roca. Esto ocurre debido a la resistencia de la pasta como resultado de la reacción química del cemento con el agua. Se pueden adicionar a la pasta otros materiales similares al cemento (cementales) y aditivos minerales.

Gutiérrez (2003) menciona que: El concreto es el material compuesto por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente muestra una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente obtiene una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material perfecta para la construcción, de esta definición se entiende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes que manifiesta una conducta particular y original.



2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO

2.2.2.1. CEMENTO

Pasquel (1998) menciona que: El cemento es un aglomerante absorbente, resultante del calcinamiento de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de conseguir un polvo muy fino que en presencia de agua endurece obteniendo propiedades resistentes y adherentes.

El cemento Portland es un cemento hidráulico obtenido mediante la pulverización del Clinker compuesto fundamentalmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

$$\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$$

Clasificación del cemento Portland

Abanto (1997) afirma que: Los cementos Portland, se elaboran en cinco tipos cuyas propiedades se han regulado sobre la base de la especificación ASTM de Normas para el cemento Portland ASTM C-150.

TIPO I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

TIPO II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y a obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.

TIPO III: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y a obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.



TIPO IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V: Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas a aguas de mar.

Riva (2014) afirma que: En el Perú los más usados son los cementos tipo I, II y V. La Norma ASTM C 150 o NTP 339.009 incluye especificaciones para un cemento incorporado con aire, el cual no se fabrica ni se utiliza en el Perú.

PCA (2004) afirma que: Los cementos adicionales usan una combinación de cemento Portland o Clinker y yeso mezclados o molidos juntamente con puzolanas, escorias o ceniza volante. La ASTM C 595 establece cinco clases principales de cementos adicionales:

TIPO IS	Cemento Portland alto horno.
TIPO IP y TIPO P	Cemento Portland puzolánico.
TIPO I (PM)	Cemento Portland modificado con puzolana.
TIPO S	Cemento de escoria o siderúrgico.
TIPO I (SM)	Cemento Portland modificado con escoria.

Los cementos Portland puzolánico se designan como tipo IP o tipo P, el tipo IP se puede usar para la construcción en general y el tipo P se usa en construcciones que no requieran altas resistencias iniciales.

Tabla 3: Características Técnicas del Cemento Puzolanico Yura IP.

		Cemento Portland Puzolanico Yura Tipo IP	Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595
Requisitos Químicos	MgO (%)	1.99	6.00 Max
	SO ₃ (%)	1.75	4.00 Max
	Pérdida por Ignición (%)	2.14	5.00 Max
Requisitos Físicos	Peso Específico (g/cm ³)	2.85	-
	Expansión en Autoclave (%)	0	0.80 Max
	Fraguado Vicat Inicial (min.)	170	45 Min
	Fraguado Vicat Final (min.)	270	420 Max
	Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)	1 días	104
	3 días	199	133 Min
	7 días	247	204 Min
	28 días	342	255 Min
	60 días	397	-

Fuente: Página oficial del cemento yura y NTP 334.090.

En esta tabla apreciamos los requisitos físicos y químicos del cemento portland, los cuales son obtenidos de la norma NTP 334.090 y la ASTM C-595. y los valores que presenta el cemento portland Yura tipo IP, obtenidos de la ficha técnica de la página de cemento yura.

2.2.2.2. AGREGADOS

Rodríguez (2016) menciona que: Se define los agregados como los elementos inactivos del concreto que son mezclados por la pasta de cemento para generar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen



total, luego la calidad de estos tienen una importancia fundamental en el producto final, la denominación de inactivos es relativa, porque si bien no actúan directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, para generar el aglomerante o pasta de cemento, sus características intervienen notablemente en el producto resultante, siendo en algunos casos tan importantes como el cemento para el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductibilidad, durabilidad etc. Están continuados comúnmente por partículas minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y químicas tienen influencia en prácticamente todas las propiedades del concreto, la distribución volumétrica de las partículas tiene gran consecuencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente, así como una trabajabilidad correcta. Está científicamente demostrado que debe haber un ensamble casi total entre las partículas, de manera que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto esté unido por la pasta de cemento

Clasificación

Según Abanto (1997), los agregados naturales se clasifican en:

Agregado fino.

Agregado grueso.

Agregado fino

El agregado fino consistirá en arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas.

La Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado define como:
La que se genera a partir de la desintegración natural o artificial de las rocas, que



pasa al tamiz 9.5 mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.37 o ASTM C 33.

Requisitos

El agregado fino estará compuesto de partículas limpias, de un perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente; libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

Propiedades Físicas

a) Análisis granulométrico

La Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, define como: La comprensión de la composición granulométrica del agregado nos permite conocer la distribución de tamaños en función a sus volúmenes, pero representados en este ensayo en función a sus pesos retenidos en mallas, cuyas rendijas difieren sucesivamente en la mitad de la anterior.

Estas partículas deberán tener un comportamiento adecuado en la mezcla, y esto solo se obtendrá si sus volúmenes llegan a tener una buena compacidad entre ellas, conociendo que el agregado grueso contribuye con su resistencia y su volumen, y el agregado fino actúa como lubricante para la suspensión de los agregados gruesos en la mezcla, aportando en mejorar la consistencia y la trabajabilidad de la mezcla. Por lo que concluimos que una granulometría óptima origina en la mezcla una alta densidad, buena trabajabilidad y un mínimo contenido de cemento.

El análisis granulométrico es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños, el cual consiste en tamizar las partículas



por una serie de mallas de aberturas estandarizadas y pesar los materiales refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total. Con este ensayo se busca averiguar la distribución del agregado fino con relación a los diferentes diámetros de sus partículas. Los tamices estándar usados para determinar la gradación de los agregados finos son las N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100, están basadas de acuerdo con sus perforaciones cuadradas; la granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua. El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera. Las variaciones en la gradación pueden afectar seriamente la uniformidad del concreto de una mezcla a otra. Las arenas muy finas son con frecuencia costosas y las arenas muy gruesas pueden producir mezclas muy ásperas y poco manejables. La granulometría más conveniente para el agregado fino depende del tipo de trabajo, riqueza de la mezcla y tamaño máximo del agregado grueso. Se recomiendan para el agregado fino los siguientes límites:

Tabla 4: Requisitos granulométricos para el agregado fino.

Malla	Porcentaje que pasa
3/8" (9.50 mm)	100
N° 4 (4.75 mm)	95 a 100
N°8 (2.36 mm)	80 a 100
N° 16 (1.18 mm)	50 a 85
N° 30 (600 micrones)	25 a 60
N° 50 (300 micrones)	10 a 30
N°100 (150 micrones)	2 a 10

Fuente: NTP 400.037.

En esta tabla conocemos los porcentajes de la masa que debe pasar por una respectiva malla de un tamiz, para así concluir que es un agregado fino apto para la mezcla de concreto, es decir que nuestro agregado al ser tamizado por el tamiz N°4, debe pasar del 95 al 100% de la masa tamizada, si es menor, concluimos que no es un agregado fino apto para el diseño de mezcla.



b) Módulo de finura

NTP 400.012, ASTM C -136 afirma que: Es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material en función de su granulometría.

NTP 400.037 afirma que: Es la fineza del agregado que se obtiene de la suma total de los porcentajes retenidos acumulados de los diferentes tamices y estos se dividen entre 100 y se tiene un resultado de la fineza del material

Método de cálculo del módulo de finura

Se determina en base al análisis granulométrico del agregado fino. Su valor se obtiene mediante la suma de porcentajes acumulados de los agregados retenidos en los tamices estándar dividiendo por 100 tal como se indica:

$$MF_{af} = \frac{\sum \%Acumulados\ retenidos(N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

El uso del módulo de finura se ha restringido al agregado fino y según este módulo las arenas se clasifican en:

Arenas finas: Módulo de finura entre 0.5 – 1.5

Arenas medias: Módulo de finura entre 1.5 – 2.5

Arenas gruesas: Módulo de finura entre 2.5 - 3.5

El módulo de finura del agregado fino no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. el módulo de finura se mantendrá dentro de más o menos de 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto.



c) **Peso específico**

NTP 400.022, ASTM C -128 afirma que: El peso específico viene dado por la relación del peso seco de las partículas del agregado, al peso de un volumen igual de agua, se expresa en (gr/cm³).

Es un buen indicador de calidad de los agregados y se usa como medida de control y diseño en las mezclas de concreto.

1. **Peso específico de los sólidos**

Es la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material).

$$P. e. s = \frac{W_o}{(V - V_a)}$$

Donde:

P. e. s: Peso específico de sólidos.

W_o: Peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr).

V: Volumen del frasco (cm³).

V_a: Volumen añadido del agua (cm³, gr).

2. **Peso específico de sólidos saturados con superficie seca**

Es la relación que tiene el peso del agregado saturado superficialmente seco con el volumen del mismo.

$$P. e. SSS = \frac{W_{SSS}}{(V - V_a)}$$

Donde:



$P. e. SSS$: Peso específico de sólidos saturados con superficie seca.

W_{SSS} : Peso de la muestra saturada secada superficialmente (gr).

V : Volumen del frasco (cm³).

V_a : Peso o volumen del agua añadido (gr, cm³).

3. Peso específico aparente

Es la relación que tiene el peso de la masa de la muestra y el volumen impermeable de la misma.

$$P. e. a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (W_{SSS} - W_o)}$$

Donde:

$P. e. a$: Peso específico aparente.

W_o : Peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr).

V : Volumen del frasco (cm³).

V_a : Peso o volumen del agua añadido (gr, cm³).

W_{SSS} : Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr).

Sánchez de Guzmán (2001) menciona que: En el campo de la Tecnología del Concreto, la densidad que importa es la densidad aparente, debido a que indiscutiblemente con ella es que se determina la cantidad (en peso) de agregado necesaria para un volumen unitario de concreto, porque los poros interiores de las partículas de agregados van ocupar un volumen dentro de la masa de concreto y porque el agua que se aloja dentro de los poros saturables no hace parte del agua de mezclado; entendiéndose por agua de mezclado tanto al agua de hidratación del cemento como el agua libre que en combinación con el cemento genera la pasta



lubricante de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico. La densidad aparente del agregado depende de la constitución mineralógica de la roca madre y por lo tanto de su densidad, así como también de la cantidad de huecos o poros que contenga. Por lo general, el valor de esta densidad en los agregados pétreos oscila entre 2.30 g/cm³ y 2.8 g/cm³ según la roca de origen.

d) Contenido de Humedad

NTP 400.016- ASTM C- 566 afirma que: El contenido de humedad viene dado por la cantidad de agua que contiene el agregado en estado natural, se expresa en porcentaje (%).

El contenido de humedad es de importancia por cuanto influye en la relación a/c en el diseño de mezclas y esta a su vez establece la trabajabilidad y compactación de la mezcla.

Determinación del Contenido de humedad del agregado fino.

$$\% C.H. del agregado fino. = \frac{(Peso Húmedo - Peso Seco)}{Peso Seco} * 100$$

e) Peso Unitario suelto y compactado

NTP 400.017, ASTM C-29 afirma que: Se nombra también peso volumétrico del agregado, y no es más que el peso que alcanza un determinado volumen unitario de material normalmente expresado en kilos por metro cúbico. Este valor es necesario para clasificar el agregado en liviano, normal y pesado, al igual que calcular la cantidad de vacíos y para convertir cantidades en volumen y viceversa. Existen dos tipos de pesos unitarios:

- 1. Peso unitario suelto (P.U.S.):** El agregado es llenado en el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.



$$P.U.S. = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

2. **Peso unitario compactado (P.U.C):** El agregado es llenado en 3 capas y cada una de ellas es compactada con 25 golpes por una varilla estandarizada.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

f) Absorción

ASTM C-128 - NTP 400.022 afirma que: La Absorción se precisa como el incremento de peso de un árido poroso seco, hasta conseguir su condición de saturación con la superficie seca, a causa a la penetración de agua a sus poros permeables.

Si la humedad del agregado es inferior a la absorción, se deberá agregar más agua al concreto para compensar la que absorberán los agregados. Por el contrario, si la humedad supera a la absorción, habrá que disminuir la cantidad de agua que se pondrá a la mezcla ya que los agregados estarán aportando agua.

$$\% \text{Absorción} = \left(\frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} \right) * 100$$

Donde:

W_{SSS} : Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr).

W_s : Peso de la muestra secada al horno (gr).

A. Agregado grueso

La Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, define como agregado grueso al material retenido en el Tamiz NTP 4.75 mm (N°4) resultante de la disgregación natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o ASTM C33.



Propiedades físicas

a) Análisis granulométrico

Normas NTP 400.037, ASTM C -33

El mismo concepto que el agregado fino, con el empleo de tamices estándar correspondientes.

- Tamaño Máximo

Según la Norma NTP 400.037, el Tamaño Máximo se define como: Es el menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso.

- Tamaño Máximo Nominal

Según la Norma NTP 400.037, el Tamaño Máximo Nominal se define como: Es el menor tamiz en el que se obtiene el primer retenido.

Según la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, El Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- a) $1/5$ de la menor separación entre los lados del encofrado.
- b) $1/3$ de la altura de la losa, de ser el caso.
- c) $3/4$ del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o “cangrejas”.

b) Módulo de fineza

Normas NTP 400.012, ASTM C-136



Para el módulo de fineza del agregado grueso, se tomará el mismo concepto del agregado fino ya mencionado en el punto 2.2.2.2-A-b).

Abanto, (1997)

El módulo de fineza del agregado grueso, es menos usado que el de la arena, para su cálculo se usa el mismo criterio que para la arena, o sea se suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: 3", 11/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividida entre 100.

MFag

$$= \frac{\sum \% \text{Acumulados Retenidos (3", 11/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

Peso específico

Normas NTP 400.021, ASTM C -127

Es la relación entre el peso y el volumen del material sólido. Se determina con la siguiente expresión:

$$P. e. = \frac{W_{seco}}{W_{SSS} - W_{SSA}}$$

Donde:

P. e.: Peso específico de la muestra (gr/cm³).

W_{seco}: Peso de la muestra seca (gr).

W_{SSS}: Peso de la muestra saturada, superficialmente seca (gr).

W_{SSA}: Peso de la muestra saturada sumergida en agua (gr).

c) Peso unitario suelto y compactado



ASTM C-29 - NTP 400.017 afirma que: Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, el peso que logra un determinado volumen unitario. Se define como la masa de un volumen unitario de agregado, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas.

1. **Peso unitario suelto (P.U.S.):** El agregado es llenado en el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.

$$P.U.S. = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

2. **Peso unitario compactado (P.U.C.):** El agregado es llenado en 3 capas y cada una de ellas es compactada con 25 golpes por una varilla estandarizada.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

d) Contenido de humedad

NTP 339.185, ASTM C-566 menciona que: El contenido de humedad viene dado por la porción de agua que posee el agregado en estado natural, se expresa en porcentaje (%).

El contenido de humedad es de importancia por todo lo que influye en la relación a/c en el diseño de mezclas y esta a su vez establece la trabajabilidad y compactación de la mezcla.

Determinación del Contenido de humedad del agregado grueso.

Se determinará de la siguiente manera.

$$\%C.H. \text{ del Agregado. Grueso} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100$$

e) Absorción

(ASTM C-128) - (NTP 400.022)



La Absorción se define como el incremento de peso de un árido poroso seco, hasta lograr su condición de saturación con la superficie seca, debido a la penetración de agua a sus poros permeables.

Si la humedad del agregado es inferior a la absorción, se deberá agregar más agua al concreto para compensar la que absorberán los agregados. Por el contrario, si la humedad supera a la absorción, habrá que disminuir la cantidad de agua que se pondrá a la mezcla ya que los agregados estarán aportando agua.

$$\%Absorción = \left(\frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} \right) * 100$$

Donde:

W_{SSS} : Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr).

W_s : Peso de la muestra secada al horno (gr).

2.2.2.3. Agua

La Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable.

Se podrán utilizar aguas no potables sólo si:

- a) Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos.
- b) La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.
- c) Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de la resistencia de muestras



similares hechas con agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la NTP 334.051.

El agua se utiliza en la preparación del concreto, de dos formas diferentes, como ingrediente en la elaboración del concreto y como agente hidratante en el curado del mismo.

A) Agua de mezcla

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.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

ASTM C-1602

El de mezcla consiste en:

- Tanda de agua (agua pesada o medida por la planta suministradora).
- Hielo.
- Agua añadida por el operador del camión.
- Agua libre en los agregados.
- Agua introducida en la forma de añadidura cuando esta agua incrementa la relación agua-cemento de los materiales en más de 0.01.



El agua potable es por lo general segura, pero también la no potable puede ser adecuada para la elaboración de concreto. Como regla, cualquier agua con un PH de 6 a 8 que no sea salada es útil; el color oscuro o un cierto olor no indican necesariamente la presencia de sustancias deletéreas. Las aguas naturales ligeramente acidas son inofensivas, pero las que contengan ácido húmico u otros ácidos orgánicos pueden afectar negativamente el endurecimiento del concreto; estas aguas, así como las alcalinas, deben ser probadas previamente.

B) Agua para curado

El agua para curado del concreto es el requerido cuando el concreto ya está endurecido, que sirve como hidratante para alcanzar los niveles de resistencia de diseño.

En general, el agua que es adecuada para la mezcla también lo es para el curado, sin embargo, es esencial que esté libre de sustancias que ataquen al concreto endurecido.

2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO

2.2.3.1. PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO

a) Trabajabilidad

Es la dificultad que ofrece el concreto en su estado fresco para su preparación, transporte, vaciado y compactación.

Está depende principalmente de la cantidad de agua que tiene nuestra mezcla, aunque en muchos casos se usan aditivos para que nos ofrezca mejor trabajabilidad bajo diferentes condiciones.

La trabajabilidad por lo general se mide con el ensayo cono de Abrams, el cual nos da una representación numérica aproximada del asentamiento que tiene



esta propiedad del concreto, es necesario aclarar que es más un ensayo de uniformidad que de trabajabilidad, porque se pueden obtener concretos con asentamiento slump iguales, pero con trabajabilidades notablemente diferentes en las mismas condiciones de trabajo.

Desde el momento en que el cemento entra en contacto con el agua, hasta que el concreto empieza a fraguar, es hasta donde abarca la trabajabilidad del concreto.

Mehta & Monteiro (2006) El término fraguado tiene conexión con el tiempo de inicio de ganancia de propiedades resistentes y además con el tiempo en que la mezcla deja de ser trabajable.

El fraguado al ser un proceso gradual, no tiene una definición exacta. Por esto la normativa ASTM (2005) asocia esta propiedad a la resistencia a penetración del mortero extraído del concreto fresco y se determina así el inicio y el fin del fraguado cuando esta resistencia es de 3,5 y 27,6 MPa respectivamente.

En el proceso de fraguado se distinguen 3 etapas importantes:

- **Tiempo de inicio de fraguado (t_{fi}):** Según ASTM C 403-C 403M, esta etapa es hasta cuando el concreto obtiene una resistencia a la penetración de 3,5MPa.
- **Tiempo de final de fraguado (t_{ff}):** Según ASTM C 403-C 403M, esta etapa es hasta cuando el concreto obtiene una resistencia a la penetración de 27,6MPa.
- **Post fraguado:** Durante este período, la evolución de las propiedades mecánicas de la mezcla está íntimamente ligada al desarrollo del cuerpo poroso de la pasta de cemento endurecida, como resultado del proceso de hidratación del cemento. Además, durante el proceso de post fraguado, se producen otros

fenómenos como la retracción autógena (química) y la retracción de secado, que depende también de la estructura del medio poroso.

En el momento del fraguado, se tiene una porosidad inicial formada especialmente por capilares. Ésta se verá modificada durante el post fraguado por la formación de hidratos. La porosidad final de la pasta endurecida será, entonces, función de los hidratos formados durante el post fraguado y de las condiciones en las cuales se ha encontrado el hormigón (temperatura, confinamiento, etc.) y, también, del tipo, la reología y la porosidad de dichos hidratos.

b) Consistencia

Riva (2000) La consistencia es una cualidad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; comprendiéndose por ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación.

Tabla 5: Consistencia del concreto.

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera (chuseado)
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

Fuente: Flavio Abanto Castillo, "Tecnología del concreto", Pág. 49.

En la tabla 5, apreciamos el slump para cierto tipo de consistencia del concreto, trabajabilidad, y así también la compactación adecuada a la hora de vaciado.

2.2.3.2. PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO

a) Resistencia a la compresión



La resistencia a la compresión es definida como el máximo esfuerzo soportado por el testigo de concreto, sin romperse. Esta es determinada de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM C39.

Factores que afectan a la resistencia.

La resistencia del concreto, depende de la calidad de los agregados, calidad del agua, pero sobre todo de la pasta de cemento, por lo general esta relación es expresada por la relación agua cemento (A/C).

Pasquel (1998) “La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto”.

Desarrollo de la resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión del concreto se va desarrollando en la etapa de curado, obteniendo los mayores aumentos de resistencia en los primeros días de curado.

Se presenta esta tabla de resistencia del concreto a determinados días de curado.

Tabla 6: *Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas y la resistencia a los 28 días.*

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	6 meses	1 año	2 años	5 años
$f'c(t)/f'c28$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

Fuente: Harmsen & Mayorca, 1997.

En la tabla 6, apreciamos el cociente de resistencia a la compresión que debe llegar el concreto en diferentes tiempos de fraguado, considerando los 28 días como 1, es decir que, para un concreto de 7 días de fraguado, su resistencia



esperada es el 67% de la resistencia de diseño, esto también se aplica para 14 días, 90 días, 6 meses, 1 año, 2 años y 5 años.

Donde:

$f_c(t)$: Resistencia a la compresión en un determinado tiempo.

$f_c(28)$: Resistencia a la compresión a los 28 días.

Pruebas de resistencia a la compresión.

NTP 339.034:2008 (2013)

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta. El espécimen debe permanecer en el molde 20 +/- 4 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo a una temperatura no menos de 10 °C. El procedimiento estándar requiere que la probeta tenga 28 días de vida para ser ensayada, sin embargo, este periodo puede alterarse si se especifica, durante la prueba el cilindro es cargado a un ritmo uniforme de 2.45 Kg. /cm

b) Densidad del concreto

CIP – 36 CONCRETO ESTRUCTURAL DE PESO LIVIANO Y NORMAL
(2020)

Es la relación de la masa del hormigón y el volumen ocupado, para un concreto estructural normal, la densidad que este presenta esta dentro de un rango 2240 kg/m³ – 2400 kg/m³

2.2.4. DISEÑO DE MEZCLAS

El diseño de mezcla principalmente consiste en la combinación de cemento, agua, agregado grueso y fino. Así mismo contiene un pequeño volumen de aire atrapado y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de un aditivo, y la determinación de sus cantidades, para poder generar un balance entre calidad, durabilidad, resistencia y sea económicamente como sea posible.

Relación agua cemento

Rivva, (2017) menciona que: Este procedimiento es tan importante para la trabajabilidad del concreto ya que actúa ampliamente en la resistencia final de este, expresa que existe una conexión entre los pesos del agua que se utiliza en la mezcla, así como del cemento, La relación a/c según las normas vigentes para poder obtener una masa completa cementante se tiene en cuenta a 0.56 para la $f'c$: $210\text{kg}/\text{cm}^2$

Tabla 7: Valores límites del contenido mínimo de a/c

Párametro de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICIÓN												
		I	Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Máxima relación a/c	masa	0.65	-	-	-	-	-	-	0.50	0.50	0.45	0.55	0.50	0.50
	armado	0.65	0.60	0.55	0.50	0.50	0.45	0.50	0.50	0.50	0.45	0.55	0.50	0.50
	pretensado	0.60	0.60	0.55	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.45	0.45	0.55	0.50	0.50
Mínimo contenido de cemento	masa	200	-	-	-	-	-	-	275	300	325	275	300	275
	armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

Fuente: Flavio Abanto Castillo, "Tecnología del concreto", Pág. 49.

En la tabla 7, apreciamos la máxima relación agua cemento, para diferentes exposiciones de intemperismo, los cuales son:

I: Ninguno.

IIa: Corrosión de origen diferente de cloruros(interiores).

IIb: Corrosión de origen diferente de cloruros(exteriores).

IIIa: Corrosión por cloruros (Sobre el nivel del mar).

IIIb: Corrosión por cloruros (Sub marinas).

IIIc: Corrosión por cloruros (En contacto con el agua de mar y con su ambiente ejm. Puentes)

Asentamiento

Riva (2017) menciona que: Es la manejabilidad del concreto fresco que se debe poseer para poder combinar el concreto, para ser manejado, para que se pueda acarrear y que este se coloque sin perder su homogeneidad.

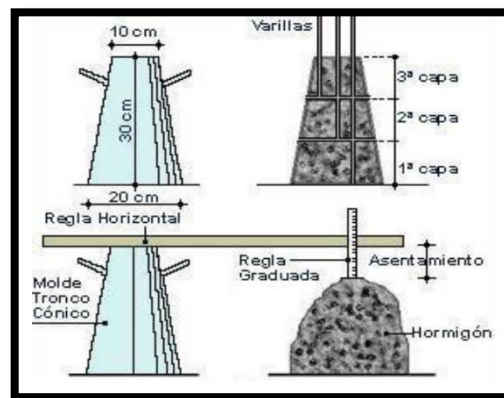


Figura 1: Proceso de asentamiento del concreto,

FUENTE: (Rivva,2017), (pág.76).

En esta figura, apreciamos las capas en las que se debe compactar para el ensayo de cono de Abrams, así como la forma de medir el asentamiento en dicho ensayo.

2.2.4.1. MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Rivva (2014) En el método del módulo de finura de la combinación de agregados, los contenidos de agregados fino y grueso varían para las diferentes resistencias, siendo esta variación función, principalmente, de la relación agua/cemento y del contenido total de agua, expresados a través del contenido de cemento de la mezcla.



Este método tiene como consideración fundamenta, además de lo ya expresado, la premisa de que el módulo de finura del agregado, fino o grueso, es un índice de superficie específica y que en la medida que se aumenta se incrementa la demanda de pasta, así como que si se mantiene constante la pasta y se incrementa la finura del agregado disminuye la resistencia por adherencia.

Se ha podido establecer una ecuación que relaciona el módulo de finura de los agregados fino y grueso, así como su participación porcentual en el volumen absoluto total de agregado.

Dicha ecuación es:

$$m = r_f \times m_f + r_g \times m_g$$

(Rivva, 2014) La proporción de agregado fino, de módulo de finura conocido, en relación al volumen absoluto total del agregado necesario para, de acuerdo a la riqueza de la mezcla, obtener un módulo de finura determinado en la combinación de agregados puede ser calculada, a partir de la siguiente ecuación.

$$r_f = \frac{(m_g - m)}{(m_g - m_f)} \times 100$$

Donde:

r_g : Porcentaje de agregado grueso en relación al vol. absoluto total de agregado.

r_f : Porcentaje de agregado fino en relación al vol. absoluto total de agregado.

m : Módulo de finura de la combinación de agregados.

m_f : Módulo de finura del agregado fino.

m_g : Módulo de finura del agregado grueso.



2.2.5. ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO

NTP 339.183-2013

Almacenar el cemento en un lugar seco, en recipientes a prueba de humedad, de preferencia hechos de metal.

Consideraciones para el buen almacenamiento del cemento

“El cemento debe almacenarse de forma tal que permita un fácil acceso para una apropiada inspección e identificación de cada cargamento, y en edificaciones, contenedores o empaques adecuados que protegerán al cemento de las condiciones climáticas como la humedad para minimizar el deterioro por almacenamiento”.

(NTP 334.009, 2013, pág. 20)

Duración del cemento.

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado, indicada en la bolsa, luego de esa fecha verifique la calidad del mismo.

(Cementos, 2014)

2.2.6. MEZCLADO DE CONCRETO

NTP 339.183, 2013

Mezclado a máquina

Previo al inicio de rotación de la mezcladora, añadir el agregado grueso, una parte del agua de mezcla y el aditivo en solución, cuando se requiera. Cuando se tenga que dispersar el aditivo en el agua de mezcla antes de su adición, poner a funcionar la mezcladora, luego adicionar el agregado fino, el cemento y agua con la mezcladora en funcionamiento. Si esto no es práctico para una mezcladora o un



ensayo en particular, estos componentes podrán ser añadidos cuando la mezcladora esté detenida luego de permitirle algunos giros después de la carga de agregado grueso y una parte del agua. Luego de que todos los ingredientes están en la mezcladora, mezclar el concreto durante 3 min seguido por 3min de reposo y luego 2 min finales de mezclado. Cubrir la parte abierta o superior de la mezcladora para prevenir la evaporación durante el período de reposo. Tomar todas las precauciones para compensar el mortero retenido por la mezcladora de tal manera que la tanda descargada esté correctamente proporcionada. Para eliminar la segregación, colocar el concreto mezclado en un recipiente limpio y húmedo y remezclar con lampa o cucharón hasta que se vea uniforme.

Mezclado a mano

Realizar la mezcla en un recipiente o tazón impermeable, limpio, humedecido y de metal, con una pala redondeada de albañil, usando el siguiente procedimiento, cuando los agregados hayan sido preparados.

Mezclar el cemento, aditivo en polvo, si se va a utilizar, y agregado fino sin adicionar agua hasta que ellos completamente mezclados.

Adicionar agregado grueso y mezclar, la tanda completa sin adicionar agua hasta que el agregado grueso esté uniformemente distribuido en la mezcla.

Adicionar agua y la solución de aditivo si se va a utilizar, y mezclar la masa hasta que el concreto presente una apariencia homogénea y tenga la consistencia deseada. Si se prolonga el mezclado debido a la adición de agua en incrementos mientras se va ajustando la consistencia, descartar la tanda y hacer una nueva en la cual el mezclado no sea interrumpido para hacer pruebas de consistencia.



2.2.7. TIEMPO DE FRAGUADO

El proceso de fraguado del concreto se inicia cuando el cemento y el agua entran en contacto y con ello se inicia una reacción química exotérmica que generan nuevos compuestos (productos de hidratación), los mismos que conllevan a un endurecimiento progresivo del concreto.

Una vez iniciado el proceso general de endurecimiento se presenta un estado en que la mezcla pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar; este estado corresponde al fraguado inicial de la mezcla. Pero las reacciones químicas aún continúan y a medida que se produce el endurecimiento normal de la mezcla, se presenta un nuevo estado en el cual el concreto se vuelve más consistente; este estado se denomina fraguado final.

GABALEC (2008) menciona que: El fraguado inicial revela el instante en el que la mezcla ha logrado tanta rigidez que no puede ser vibrado sin perjudicar su estructura interna y el fraguado final ocurre entre cuatro y ocho horas después de haber realizado la mezcla, y está definido por el progreso de la resistencia, que se genera con gran velocidad.

2.2.8. TIEMPO DE VACIADO DEL CONCRETO

Es el intervalo de tiempo en que el concreto termina de mezclarse, ya sea manualmente o con maquinaria, con el tiempo en que el concreto se vacía y se compacta ya sea de la forma de chuseo o con vibradora mecánica, colocándose en el encofrado o en el molde según corresponda.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

El presente proyecto se desarrolló en la ciudad de Moquegua, región de Moquegua, está ubicada en la costa Sur del Perú, en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes. Limita por el Norte con el departamento de Arequipa, por el Este con el departamento de Puno, por el Sur con el departamento de Tacna y por el Oeste con el océano Pacífico.

3.2. PERIODO Y DURACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se inició en el mes de marzo del año 2021, adquiriendo los materiales, solicitando el prestamo de ambiente de laboratorio para realizar la investigación y tuvo una duración de 6 meses.

3.3. MATERIALES

Los materiales utilizados en el desarrollo de la presente investigación son: cemento Rumi tipo IP, agregados de la cantera Mama Rosa y agua de la planta de tratamiento de Samegua alta.

3.3.1. CANTERA

Los agregados usados en este proyecto, fueron extraídos, procesados, comprados y trasladados de la cantera MAMA ROSA, se eligió esta cantera porque es la que abastece de los mejores agregados para obras civiles y más requeridos por las entidades públicas ejecutoras de dichas obras.



Procedencia del material utilizado

Tabla 8: Coordenadas UTM de cantera Mama Rosa.

COORDENADAS UTM: ZONA 19 South				
N°	NOMBRE	Norte	Este	Altura Geoidal
1	Mama Rosa	8101940.0000	303080.0000	1917.0000

Fuente: Google Earth.

En la tabla 8, apreciamos las coordenadas de la cantera de la cual se obtuvo los agregados para esta investigación.

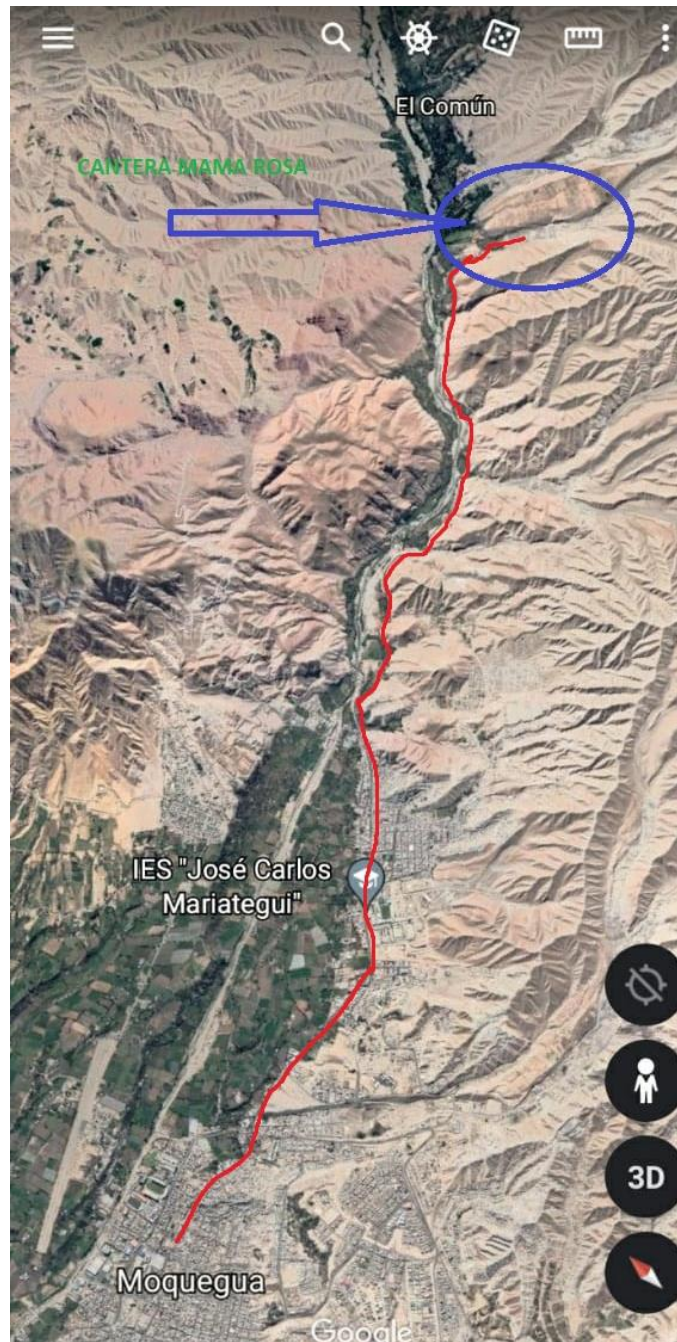


Figura 2: Ubicación de la cantera Mama Rosa

FUENTE: <http://www.google.com/maps/place/Moquegua,+Perú/>,

En esta figura, apreciamos el recorrido o camino que se debe hacer para llegar desde la ciudad de Moquegua hasta la cantera Mama Rosa.

3.3.2. CEMENTO

Para el proyecto de investigación ejecutado en esta tesis, se utilizó el Cemento Portland Tipo IP, marca Rumi con peso específico 2.82g/cm³.



3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

Población: Testigos de concreto elaborados con Cemento Portland Tipo IP.

Muestra: 108 testigos de concreto elaborados dos para someter al ensayo de resistencia a la compresión, distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 9: Cuadro de distribución de testigos de concreto.

TIEMPO DE VACIADO DE CONCRETO												
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Tiempo de vaciado (Minutos)	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28
Tiempo de rotura (Días)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Número de testigos	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Sub total	108											
Total	108											

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En tabla 9, apreciamos el número de testigos que se harán por cada tipo de circunstancia en estudio, siendo 3 testigos mínimo por cada uno, siendo en total 108 testigos.



Figura 3: Elaboración de los testigos de concreto.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos la realización del ensayo de cono de Abrams.

3.5. ENSAYOS REALIZADOS EN EL AGREGADO FINO

Se obtuvo el agregado ya procesado de la misma cantera, aun así, se procedió a separar los agregados fino y grueso con el tamiz N°4 (4.75mm). La separación se realizó de la siguiente manera:

- Primero se realizó el extendido del material, para realizar el secado de dicho material permitiendo así que las partículas del agregado fino no se adhieran al agregado grueso.

- Luego se realizó la separación de agregado fino y agregado grueso con el material (ya seco) con ayuda de la malla N°4.

3.5.1. GRANULOMETRÍA (NTP 400.012)

Normalmente la granulometría del agregado fino se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los tamices ASTM N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200.

Tabla 10: Límites granulométricos del agregado fino.

TAMAÑO DE TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA (en peso)	
	LÍMITES TOTALES	GRADACIÓN "C"
3/8" (9.5 mm)	100	100
N°4 (4.75 mm)	89 a 100	95 a 100
N°8 (2.36 mm)	65 a 100	80 a 100
N°16 (1.18 mm)	45 a 100	50 a 85
N°30 (0.60 mm)	25 a 100	25 a 60
N°50 (0.30 mm)	5 a 70	10 a 30
N°100 (0.15 mm)	0 a 12	2 a 10

Fuente: NTP 400.012.

En la tabla 10, apreciamos las cantidades en porcentaje del agregado fino que debería pasar por cada tamiz.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza de precisión.
- Recipientes.
- Brocha.
- Serie de tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS Y TOMA DE DATOS

- Se seleccionó una muestra por cuarteo con una masa mayor de 500 gr.
- El tamizado se hizo usando los tamices, N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200; colocados en orden decreciente según tamaño de abertura.

- Luego se procedió a colocar la muestra de agregado en la malla superior, y se imprimió movimientos a la muestra (adelante, atrás, izquierda, derecha, y circular), no se debe forzar con la mano el paso de una partícula.
- Se da por finalizada la operación del tamizado cuando en el transcurso de un minuto no pase más del 1% en peso del material sobre el tamiz.
- Se procedió a retirar cada tamiz con mucho cuidado y pesar el material retenido en cada una de ellas y anotar estos resultados.
- Luego se procedió a limpiar la serie de tamices utilizados para este ensayo.
- Para finalizar se procedió a realizar cálculos y determinar el módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 11: Plantilla para la Granulometría del agregado fino.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO									
(ASTM C-136) NTP 400.012									
TAMIZ	gr	%	%	%	Especificaciones	Muestra	Agregado Fino		
Pulg	mm	Peso Retenido	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE	ASTM C33	Procedencia	Cantera Mama Rosa	
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	100.00		Peso Total	672	gr
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	100.00	100.00		Peso Final	671.660	gr
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	100.00		Perdida	0.05	%
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00	100.00		Mod. Fineza	2.97	
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	100.00		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>OBSERVACIONES:</p> <p>El agregado ensayado cumple con las especificaciones técnicas de la NORMA ASTM C-131</p> <p>El material ensayado fue puesto en el Laboratorio por el solicitante,</p> </div>		
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00				
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	100.00				
3/8"	9.53	0.00	0.00	100.00	100.00	100			
Nº 4	4.76	0.00	0.00	100.00	100.00	95			
Nº 8	2.38	96.30	14.33	85.67	85.67	80			
Nº 16	1.19	186.74	27.79	57.88	57.88	50			
Nº 30	0.590	173.18	25.77	32.11	32.11	25			
Nº 50	0.279	113.78	16.93	15.18	15.18	10			
Nº 100	0.149	61.66	9.18	6.00	6.00	2			
Nº 200	0.074	25.00	3.72	2.28	2.28	0			
< Nº 200		15.00	2.23	0.05	0.05				

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 11, apreciamos los resultados de la granulometría del agregado fino, teniendo como resultado un módulo de fineza de 2.97, en la primera columna tenemos la abertura del tamiz utilizado, en la tercera columna tenemos la masa retenida en cada tamiz, en la cuarta columna tenemos el porcentaje retenido para cada tamiz en función a la masa total colocada para el ensayo, en la quinta columna tenemos el porcentaje retenido acumulado, en la sexta columna tenemos el porcentaje de masa que pasa el tamiz en función a la masa total dispuesta para el ensayo, en la séptima y

octava columna tenemos los límites de porcentaje de masa que debe pasar por dicho tamiz según la ASTM C33.

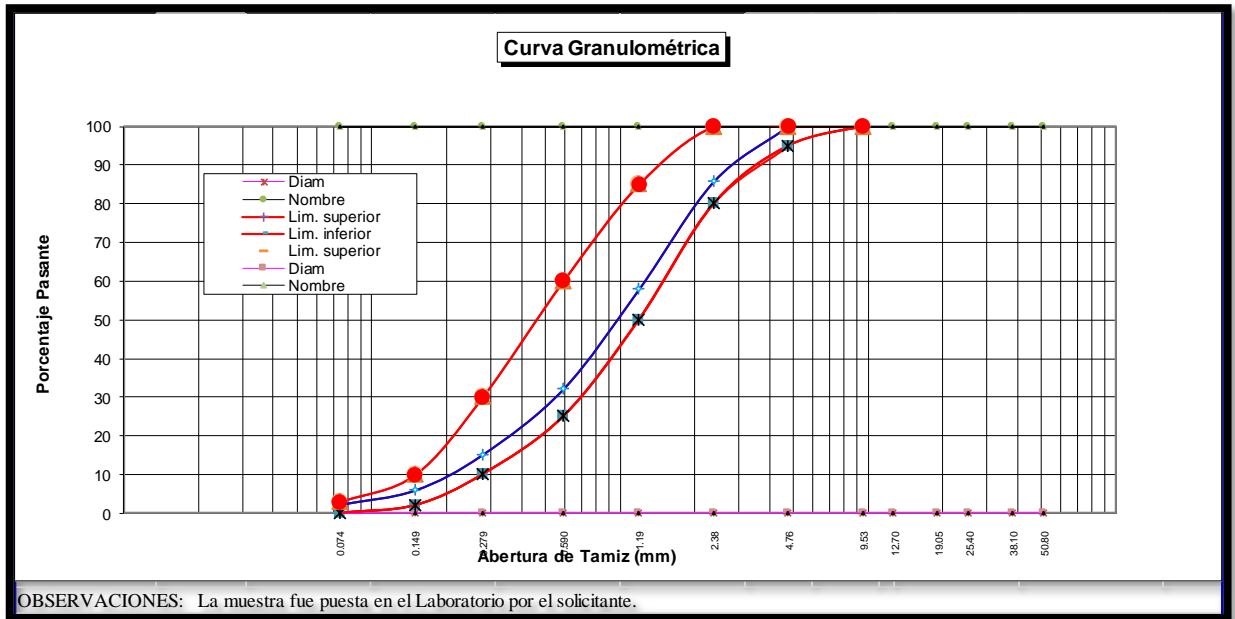


Figura 4: Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos gráficamente que la curva de la granulometría del agregado fino está dentro de los límites de la NTP 400.012, es decir la línea azul representa el porcentaje de masa que pasa cada tamiz, y las líneas rojas representan los límites de porcentaje que debe pasar por cada tamiz según NTP 400.012.

3.5.1.1. MÓDULO DE FINEZA (NTP 400.011)

Se utilizó la siguiente formula:

$$MF = \frac{\sum \% \text{Acum. Ret. } (3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Obteniendo como módulo de fineza del agregado fino un valor de 2.97.

3.5.2. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.016)

EQUIPO UTILIZADO

- Balanza con precisión a 0.1% del peso de la muestra ensayada.

- Taras.
- Horno las 24 horas a 110°C+/-5°C.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS Y TOMA DE DATOS

- Se realizó el cuarteo del material para tomar una muestra representativa, se colocó la muestra en envases previamente tarados.
- Se registró el peso de la tara más el material húmedo y se llevó al horno por 24 horas pasado este tiempo, y luego del enfriado, se procedió a pesar el material seco.
- Se tomó 3 muestras para sacar un promedio para que el ensayo sea más aproximado.
- Se realizaron los cálculos de acuerdo a la ecuación:

$$\text{Contenido de Humedad del Agr. Fino} = \left(\frac{\text{Peso Humedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \right) * 100$$

Tabla 12: Contenido de Humedad del agregado fino.

HUMEDAD NATURAL (ASTM C-566) - (NTP 400.016)	Muestra		Agregados	
	Procedencia		Cantera Mama Rosa	
Descripción	AGREGADO FINO			
Nº Recipiente	1	2	3	Parcial
Peso Recipiente	458.00	508.00	469.00	2.493
Peso Recipiente + Muestra húmeda	828.00	854.00	810.00	2.976
Peso Recipiente + Muestra seca	819.00	844.00	801.00	2.711
Humedad	2.727		(%)	

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 12, apreciamos los resultados del contenido de humedad del agregado fino, teniendo en los datos tomados el peso del recipiente, el peso de la muestra seca más el recipiente y el peso de la muestra húmeda más el recipiente, habiendo 3 ensayos realizados, obteniendo para cada ensayo una humedad natural el cual podemos notar en la última columna, de los cuales se utilizará el promedio de los 3 ensayos.



3.5.3. PESO UNITARIO (NTP 400.017)

Se procedió a determinar el peso unitario suelto y el peso unitario compactado, los cuales ambos son el peso de la muestra seca suelta o compactado por el inverso del volumen del recipiente.

Peso Unitario Suelto (P.U.S.):

$$P. U. S. = \frac{\text{Peso del material suelto (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

Peso Unitario Compactado (P.U.C.):

$$P. U. C. = \frac{\text{Peso del material compactado (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

✚ EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza de precisión.
- Molde para hacer el ensayo, con dimensiones o volumen conocidos.
- Barra Compactadora: Recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Brocha.
- Cuchara de albañil.
- Recipientes de alto volumen.

✚ PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y TOMA DE DATOS

✚ PESO UNITARIO SUELTO

- El recipiente de medida se llenó con una pala o cuchara de albañil hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2") por encima de la parte superior del recipiente se hizo sin causar ningún tipo



de movimiento para evitar el asentamiento. El agregado sobrante se elimina con una regla o la misma varilla.

- Cuando se llenó el molde, el agregado sobrante se elimina con una regla, luego se pesó el material. El volumen del molde cilíndrico ya lo debemos conocer, o por lo contrario lo calculamos de acuerdo al diámetro.

PESO UNITARIO COMPACTADO

- Se llenó la tercera parte del recipiente de medida y se niveló la superficie con la cuchara de albañil. Se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llenó la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se eliminó utilizando la barra compactadora como regla.
- Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.
- Se enrasó el molde y luego se procedió a pesarlo, para determinar la capacidad o volumen exacto de la olla se le llenará con agua y se le pesará.

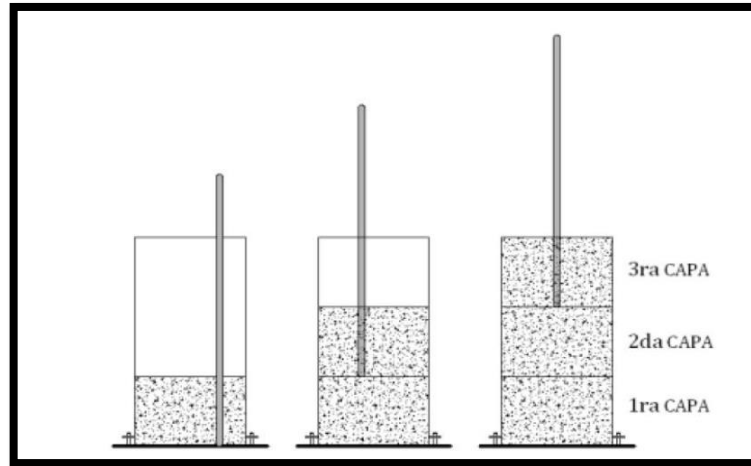


Figura 5: Representación de compactación por capas.

Fuente: A. Torre (2010), "Tecnología de los materiales".

En esta figura, apreciamos la forma de compactar que se debe utilizar, para la elaboración de los testigos de concreto.

Tabla 13: Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado fino.

PESO UNITARIO (ASTM C-29) - (NTP 400.017)	Muestra		Agregados	
	Procedencia	Cantera Mama Rosa		
Descripción	AGREGADO FINO			
Nº Recipiente	1	2	3	Parcial
Peso Molde	7624.00	7631.00	7619.00	1.485
Volumen Molde	2939.00	2939.00	2939.00	1.489
Peso Muestra + Molde	11989.00	12008.57	11994.97	1.489
Peso Unitario Suelto (gr/cm3)	1.488		(gr/cm3)	
Descripción	AGREGADO FINO			
Nº Recipiente	1	2	3	Parcial
Peso Molde	7624.00	7631.00	7619.00	1.671
Volumen Molde	2939.00	2939.00	2939.00	1.684
Peso Muestra + Molde	12535.67	12579.03	12551.46	1.678
Peso Unitario Compactado (gr/cm3)	1.678		(gr/cm3)	

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 13, apreciamos los pesos unitarios sueltos y compactados del agregado fino, habiéndose realizado 3 ensayos para cada uno, obteniéndose un peso unitario seco y compactado para cada uno, el cual se aprecia en la última columna y utilizando el promedio de los 3 para cada uno del ensayo.



3.5.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.022)

La Norma Técnica Peruana NTP 400.022,

EQUIPOS Y MATERIALES

- Cono de Absorción con su martillo.
- Balanza de precisión.
- Cucharones.
- Cocina eléctrica.
- Recipientes.
- Pipeta.
- Fiola.
- Horno.
- Muestra de agregado fino saturada por 24 horas.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y TOMA DE DATOS

- Se pesó una muestra aproximadamente de 3 kg, y se saturó durante 24 horas.
- Pasadas las 24 horas se escurrió el agua, se colocó y se esparció el material sobre una bandeja. Para que seque superficialmente al medio ambiente.
- Para comprobar si la muestra se encuentra en estado saturado y superficialmente seco S.S.S, se colocó en un molde troncónico metálico (cono de absorción). Se apisonó con 25 golpes el material, si al levantar el molde, la muestra queda exacta al molde, entonces falta secar superficialmente, si queda desmoronado parcialmente y de punta, significara que la muestra está S.S.S.
- Se pesó la fiola previamente.



- Se introdujo la muestra obtenida en estado saturada superficialmente seca (S.S.S) dentro de la fiola.
- Se llenó con agua la fiola que contiene la muestra hasta la medida marcada en la fiola, se agitó para eliminar vacíos.
- Se eliminó las burbujas de aire agitando la fiola y se dejó reposar por 15 - 20 minutos.
- Se colocó la fiola con la muestra sobre una cocina eléctrica, dentro de un depósito con agua para eliminar los vacíos (aire), se retiró luego de verificar que no exista aire dentro de la muestra cuando lo agitamos.
- Se dejó enfriar la fiola con la muestra dentro de ella a temperatura ambiente y luego se procedió a pesar.
- Se pesó la fiola más la muestra más el agua y previamente se pesó la fiola vacía.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico aparente S.S.S.} = \frac{S}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A + B - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} * 100$$

Donde:

A: Peso seco de la muestra.

B: Peso del frasco + agua.

C: Peso del frasco + agua + muestra.



S: Peso de la muestra saturada con superficie seca.

Tabla 14: Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (ASTM C-128) - (NTP 400.022)	Muestra	AGREGADO FINO
	Procedencia	Cantera Mama Rosa
Descripción		
Peso muestra húmeda (Sup. Seca)	402.00	gr.
Peso muestra seca	392.00	gr.
Peso muestra + matraz + H2O	908.00	gr.
Peso matraz + H2O	657.36	gr.
Peso específico	2.656	gr. / cm ³
Absorción	2.55	%

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 14, apreciamos los resultados del peso específico y absorción del agregado fino.

3.6. ENSAYOS REALIZADOS EN EL AGREGADO GRUESO

3.6.1. GRANULOMETRÍA (NTP 400.012)

- PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y TOMA DE DATOS

- Se tomó una muestra representativa por cuarteo la cantidad de 5 Kg.
- Se limpió los tamices y se verificó el orden de colocación de estas en orden decreciente.
- Se colocó varios recipientes cerca al lugar donde se hizo el ensayo, esto para colocar el material acumulado en cada tamiz.
- Se procedió a colocar la muestra de agregado en la malla superior, y se imprime movimientos a la muestra (adelante, atrás, izquierda, derecha y circular) no se debe forzar con la mano el paso de una partícula a través de los tamices.
- Cuando ya se encontró lleno de muestras los tamices, se colocó las muestras retenidas de cada tamiz en los recipientes.

- Se da por finalizada la operación de tamizado, cuando en el transcurso de un minuto no pasó más del 1% en peso del material sobre el tamiz.
- Se retiró malla por malla y se pesó el material retenido en cada una y se anotó los resultados.
- Después de culminar el tamizado del material se procedió a pesar cada retenido, para su cálculo respectivo.

Se observa en la siguiente figura, que la granulometría del agregado grueso está dentro de los límites establecidos por la norma NTP 400.012.

Tabla 15: Granulometría del agregado grueso.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
(ASTM C-131) NTP 400.012										
TAMIZ	gr	%	%	%	Especificaciones	Muestra	Agregado Grueso			
Pulg	mm	Peso Retenido	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE	ASTM C33	Procedencia	Cantera	Mama Rosa	
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Total	4560	gr	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Final	4550.200	gr	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00		Perdida	0.21	%	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Mod. Fineza	Ø Máx nominal		
1"	25.40	342.36	7.51	7.51	92.49	90	7.25	1Pulgada		
3/4"	19.05	1450.58	31.81	39.32	60.68	40				
1/2"	12.70	1531.95	33.60	72.91	27.09	10				
3/8"	9.53	624.31	13.69	86.61	13.39	0				
Nº 4	4.76	601.00	13.18	99.79	0.21	0				
Nº 8	2.38	0.00	0.00	99.79	0.21	0				
Nº 16	1.19	0.00	0.00	99.79	0.21					
Nº 30	0.590	0.00	0.00	99.79	0.21					
Nº 50	0.279	0.00	0.00	99.79	0.21					
Nº 100	0.149	0.00	0.00	99.79	0.21					
Nº 200	0.074	0.00	0.00	99.79	0.21					

OBSERVACIONES:
El agregado ensayado cumple con las especificaciones técnicas de la NORMA ASTM C-131 - NTP 400.012
El material ensayado fue puesto en el Laboratorio por el solicitante,

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En tabla 15, apreciamos los resultados de la granulometría del agregado grueso, teniendo como resultado un módulo de fineza de 7.25, en la primera columna tenemos la abertura del tamiz utilizado, en la tercera columna tenemos la masa retenida en cada tamiz, en la cuarta columna tenemos el porcentaje retenido para cada tamiz en función a la masa total colocada para el ensayo, en la quinta columna tenemos el porcentaje retenido acumulado, en la sexta columna tenemos el porcentaje de masa que pasa el tamiz en función a la masa total dispuesta para el ensayo, en la séptima y octava columna tenemos los límites de porcentaje de masa que debe pasar por dicho tamiz según la ASTM C33.

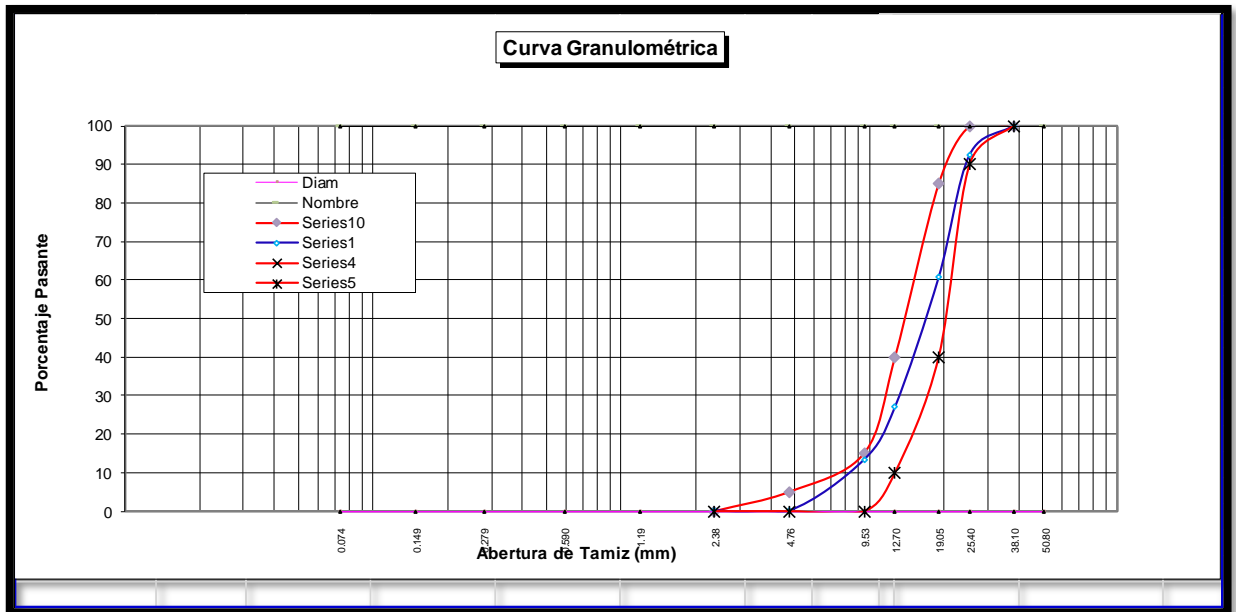


Figura 6: Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos gráficamente que la curva de la granulometría del agregado grueso está dentro de los límites de la NTP 400.012, es decir la línea azul representa el porcentaje de masa que pasa cada tamiz, y las líneas rojas representan los límites de porcentaje que debe pasar por cada tamiz según NTP 400.012.

3.6.1.1. TAMAÑO MÁXIMO (NTP 400.037)

De los resultados del análisis granulométrico del agregado grueso se tiene un Tamaño máximo de 1 1/2”.

3.6.1.2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (NTP 400.037)

De los resultados del análisis granulométrico del agregado grueso se tiene un Tamaño Máximo Nominal de 1”.

Tabla 16: Límites granulométricos del agregado grueso NORMA ASTM C-131.

Huso	Tamaño Máximo Nominal	Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso													
		Porcentaje que pasa por los Tamices Normalizados													
		100mm	90mm	75mm	63mm	50mm	37,5mm	25mm	19mm	12,5mm	9,5mm	4,75mm	2,36mm	1,18mm	4,75µm
		4 pulg	3 ½ pulg	3 pulg	2 ½ pulg	2 pulg	1 ½ pulg	1 pulg	¾ pulg	½ pulg	3/8 pulg	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 50
1	90mm a 37,5mm (3½ Pulg a 1½ Pulg)	100	90 a 100	0	25 a 60	0	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
2	63mm a 37,5mm (2½ Pulg a 1½ Pulg)	0	0	100	9 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
3	50mm a 25mm (2 Pulg a 1 Pulg)	0	0	0	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0
357	50mm a 4,75mm (2 Pulg a Nº4)	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0	0 a 5	0	0	0
4	37,5mm a 19mm (1½ Pulg a ¾Pulg)	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0
467	37,5mm a 4,75mm (1½ Pulg a Nº4)	0	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0 a 5	0	0	0
5	25mm a 12,5mm (1 Pulg a ½ Pulg)	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0	0	0
56	25mm a 9,5mm (1 Pulg a 3/8 Pulg)	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	0	0	0
57	25mm a 4,75mm (1 Pulg a Nº4)	0	0	0	0	0	100	95 a 100	0	25 a 60	0	0 a 10	0 a 5	0	0
6	19mm a 9,5mm (¾Pulg a 3/8 Pulg)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	0	0	0
67	19mm a 4,75mm (¾Pulg a Nº4)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	0	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0
7	12,5mm a 4,75mm (½ Pulg a Nº4)	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	0	0
8	9,5mm a 2,36mm (3/8 Pulg a Nº8)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	0
89	9,5mm a 1,18mm (3/8 Pulg a Nº16)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4,75mm a 1,18mm (Nº4 a Nº16)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma ASTM C33:2011.

En la tabla 16, apreciamos las cantidades en porcentaje del agregado grueso que debería pasar por cada tamiz, para así también tener claro nuestro tamaño máximo nominal.

3.6.2. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.016)

El procedimiento para el cálculo del contenido de humedad del agregado grueso, es similar a la del cálculo del agregado fino.

Tabla 17: Humedad del Agregado Grueso.

HUMEDAD NATURAL (ASTM C-566) - (NTP 400.016)	Muestra		Agregados	
	Procedencia		Cantera Mama Rosa	
	(%)			
Descripción	AGREGADO GRUESO			
Nº Recipiente	1	2	3	Parcial
Peso Recipiente	458.00	508.00	469.00	2.249
Peso Recipiente + Muestra húmeda	958.00	976.00	871.00	2.857
Peso Recipiente + Muestra seca	947.00	963.00	861.00	2.551
Humedad	2.553		(%)	

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.



En la tabla 17, apreciamos los resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso, habiendo realizado 3 veces el ensayo obteniéndose una humedad natural parcial para cada ensayo, el cual se aprecia en la última columna y utilizando el promedio de los resultados parciales para el diseño.

3.6.3. PESO UNITARIO (NTP400.017)

El procedimiento para el peso unitario suelto o compactado para el agregado grueso, es el mismo que se obtiene para el agregado fino, en donde:

PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.):

$$P.U.S. = \frac{\text{Peso del material suelto (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

$$P.U.C. = \frac{\text{Peso del material compactado (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

- EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza de precisión.
- Molde para hacer el ensayo, con dimensiones o volumen conocidos.
- Barra Compactadora: Recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Brocha.
- Cuchara de albañil.
- Recipientes de alto volumen.

- PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y TOMA DE DATOS

Para la determinación de peso unitario suelo y compactado se procederá del mismo modo que para el Agregado Fino.

- PESO UNITARIO SUELTO

- El recipiente de medida se llenó con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2") por encima de la parte superior del recipiente se hace sin causar ningún tipo de movimiento para evitar el asentamiento. El agregado sobrante se eliminó con una regla o la misma varilla.
- Cuando se llenó el molde, el agregado sobrante se eliminó con una regla.
- Luego se procedió a pesar el material.
- El volumen del molde cilíndrico se debió conocer, o por lo contrario lo calculamos de acuerdo al diámetro.

Tabla 18: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.

PESO UNITARIO (ASTM C-29) - (NTP 400.017)	Muestra		Agregados	
	Procedencia	Cantera Mama Rosa		
Descripción	AGREGADO GRUESO			
Nº Recipiente	1	2	3	Parcial
Peso Molde	7624.00	7631.00	7619.00	1.423
Volumen Molde	2939.00	2939.00	2939.00	1.424
Peso Muestra + Molde	11805.33	11817.49	11811.18	1.426
Peso Unitario Suelto (gr/cm3)	1.425		(gr/cm3)	

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 18, apreciamos los resultados del ensayo de peso unitario del agregado grueso, habiendo realizado 3 veces el ensayo y utilizando el promedio de los resultados para el diseño.

- PESO UNITARIO COMPACTADO

- Se llenó la tercera parte del recipiente de medida y se niveló la superficie con la mano. Se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llenó la medida hasta rebosar,

golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se eliminó utilizando la barra compactadora como regla.

Al compactar la primera capa, se procuró que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se empleó la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.

- Se enrasó el molde y luego se pesó.
- Para determinar la capacidad o volumen exacto de la olla se le llenó con agua y se le pesó. Obteniendo el peso de agua contenida se determinó el volumen.

Tabla 19: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.

PESO UNITARIO (ASTM C-29) - (NTP 400.017)	Muestra		Agregados	
	Procedencia	Cantera Mama Rosa		
Descripción	AGREGADO GRUESO			
Nº Recipiente	1	2	3	Parcial
Peso Molde	7624.00	7631.00	7619.00	1.573
Volumen Molde	2939.00	2939.00	2939.00	1.584
Peso Muestra + Molde	12245.67	12287.79	12254.13	1.577
Peso Unitario Compactado (gr/cm³)	1.578		(gr/cm ³)	

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 19, apreciamos los resultados del ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso, habiendo realizado 3 veces el ensayo y utilizando el promedio de los resultados para el diseño.

3.6.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.021)

- EQUIPOS Y MATERIALES

- Canastilla, se usó una canastilla elaborada de forma empírica por el laboratorio.
- Balanza calibrada.
- Franelas.



- Recipientes.
 - Agregado grueso.
- **PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y TOMA DE DATOS**
- Se lavó la muestra y eliminó todas las impurezas.
 - Se sumergió la muestra durante 24 horas previamente se retiró a aquellas que pasan la N° 4.
 - Luego se colocó el material dentro de la canastilla sumergida y pesar.
 - Se colocó el material ya pesado en un recipiente y se llevó al horno por 24 horas.
 - Se obtuvo el peso de la muestra seca al horno.
 - Al día siguiente se escurrió el agua y se esparció el material sobre una franela y con la misma se secó a fin de tenerlo en condición saturado superficialmente eco. Se pesó aproximadamente 2 kg de este material S.S.S. anotar el peso de esta.
 - Se calibró la balanza con la canastilla dentro del agua.

Hallando el peso específico aparente:

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C}$$

Hallando el peso específico aparente (S.S.S.):

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{B}{B - C}$$

Hallando el peso específico nominal:

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C}$$

Porcentaje de Absorción:



$$\% \text{ Absorción} = 100 * \frac{B - A}{A}$$

Donde:

A: peso de la muestra secada al horno.

B: peso de la muestra saturada superficialmente seca.

C: peso sumergido en agua de la muestra saturada superficialmente seca.

Tabla 20: Peso específico y absorción de agregado grueso.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (ASTM C-127) - (NTP 400.021)	Muestra	AGREGADO GRUESO
	Procedencia	Cantera Mama Rosa
Descripción		
Peso muestra sumergida	409.00	gr.
Peso muestra húmeda (Sup. Seca)	691.00	gr.
Peso muestra seca	684.00	gr.
Peso específico	2.450	gr. / cm ³
Absorción	1.02	%

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En tabla 20, apreciamos los resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

3.7. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

El diseño de mezclas se ha realizado por el método del Módulo de Fineza, buscando así obtener una mejor combinación de los agregados grueso y fino (en función de sus módulos de fineza).

La resistencia a la compresión de diseño que se planteó fue de 210 kg/cm² (a los 28 días), puesto que ésta es considerada como la resistencia mínima en elementos estructurales.

- MATERIALES

- Materiales Cementantes

Se trabajó con cemento portland tipo IP (ASTM C150), por ser este de uso general para obras sin especificaciones particulares, y la marca Rumi por ser esta comercial en la ciudad de Puno, se utilizó peso específico 2.82 gr/cm³.

- Agregados

Se utilizaron los agregados provenientes de la cantera Mama Rosa, el tamaño estándar del agregado grueso se ciñe a la gradación N° 57 (ASTM C 33).

- Agua

Se usó el agua potable de la Planta de Tratamiento de Samegua Alta, proveniente de la captación de Ollería.

En esta figura, apreciamos las 10 bolsas de cemento Tipo IP yura Portland que se va a utilizar en el laboratorio, para la fabricación de las briquetas.

3.7.1. DISEÑO DE MEZCLA F'C 210 KG/CM² – MÉTODO: MÓDULO DE FINEZA

El diseño de mezcla se formuló bajo el método módulo de fineza, para mayor detalle se presentará la secuencia.

a) Cálculo de la resistencia promedio

Por la razón que no se cuenta con registros anteriores de desviación estándar, para el cálculo de la resistencia promedio se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 21: Cálculo de la resistencia promedio.

f'c (kg/cm²)	f'cr (kg/cm²)
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

Fuente: Enrique Riva López, "Diseño de mezclas". Pág.57.



En la tabla 21, apreciamos el factor de resistencia que se aplica al diseño de mezcla, para mayor seguridad en la calidad de la resistencia del concreto, es decir que, para un concreto con diseño menor de 210, se añade a su diseño 70 kg/cm².

Por lo tanto, para una resistencia de diseño de 210 kg/cm², se considera el factor de 84 kg/cm², obteniendo una resistencia promedio de 294 kg/cm².

b) Tamaño máximo nominal del agregado

Según la NTP E-060 en el punto 3.3.2. El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Según la NTP E-060 en el punto 7.6.1, La distancia libre **mínima** entre barras paralelas de una capa debe ser db, pero no menor de 25 mm o 1”.

Según la NTP 400.037, el Tamaño Máximo Nominal se define como: Es el menor tamiz en el que se obtiene el primer retenido.

Por lo tanto, para dar conformidad a las 3 NTPs mencionadas anteriormente, sin tener limitaciones máximas en el espaciamiento entre varillas de acero y tomando en consideración los resultados del análisis granulométrico del agregado grueso, se tomará el TMN de la siguiente manera:

El tamaño máximo nominal del agregado grueso utilizado en la presente investigación es de 1”, siendo el tamaño máximo 1 ½”.

c) Selección del asentamiento

Se realizó el diseño de mezcla con una consistencia plástica con el fin de garantizar la trabajabilidad del concreto, teniéndose un revenimiento de 3" a 4".

d) Volumen unitario de agua

Para la determinación del volumen unitario de agua, se ha considerado la siguiente tabla establecida por el ACI 211:

Tabla 22: Volumen Unitario de agua.

ASENTAMIENTO	Agua, en Lt/m ³ , para los tamaños Máximos Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto Con aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Enrique Riva López, "Diseño de mezclas".

En la tabla 22, apreciamos la cantidad de agua teórica que utilizaremos en la mezcla, la cual depende del asentamiento que se quiere obtener en el concreto y si nuestro concreto tendrá aire o no compartido, en la segunda fila apreciamos el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Por lo tanto, para una mezcla de consistencia plástica (revenimiento de 3" a 4"), y de tamaño máximo nominal de 1", resultante de una iteración se tiene un volumen unitario de 193,1 l/m³.

e) Selección del contenido de aire

Puesto que no ha sido considerado la incorporación de aire en el diseño, se procede a obtener el porcentaje de aire atrapado, según la siguiente tabla:

Tabla 23: Contenido de aire.

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: Rivva, 2014.

En la tabla 23, apreciamos la selección de la cantidad del aire atrapado para nuestro diseño de mezcla, considerando el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Por lo tanto, para un tamaño máximo nominal de 1", se tiene 1.5% de aire atrapado en la mezcla.

f) Relación agua – cemento

Tabla 24: Relación agua cemento a/c.

f'cr (28 días)	Relación Agua - Cemento de diseño en peso.	
	Concretos Sin aire Incorporado	Concretos Con aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Rivva, 2014.

En la tabla 24, apreciamos la selección de la relación agua cemento, el cual se obtiene de la interpolación de los datos de nuestra resistencia del concreto considerando si es con aire o sin aire.

Entrando en la tabla, para una resistencia promedio correspondiente a **294 kg/cm²** en un concreto sin aire incorporado, se encuentra una relación agua-cemento por resistencia de **0.56**.

g) Factor cemento (FC)

$$FC = \frac{\text{Vol. unitario de agua}}{\text{Relación a/c}} = \frac{193.1 \text{ lt/m}^3}{0.56} = 344.821 \text{ kg/m}^3$$

h) Cálculo del volumen absoluto de pasta

Determinamos los volúmenes unitarios de los componentes de la pasta

$$\begin{aligned} \text{Vol. unitario de cemento} &= \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{P. e. del cemento}} = \frac{344.821 \text{ kg/m}^3}{2820 \text{ kg/m}^3} \\ &= 0.122 \end{aligned}$$

$$\text{Vol. unitario de agua} = \frac{\text{Vol. unit. agua}}{\text{P. e. del agua}} = \frac{193.1 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ lt/m}^3} = 0.193$$

$$\text{Vol. unitario de aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 1.5\% = 0.015$$

Tabla 25: Volúmenes Absolutos de pasta.

VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA	
Cemento	0.122
Agua	0.193
Aire	0.015
VOLUMEN ABSOLUTO	0.330

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 25, apreciamos la suma de volúmenes del cemento, agua y aire, el cual lo denominamos volumen absoluto.

i) Cálculo del volumen absoluto de agregado

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = \text{Vol. total} - \text{Vol. absoluto de la pasta}$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = 1 - 0.330 = 0.670$$

j) Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados

Una vez conocido el volumen absoluto de agregado en general, necesitamos obtener los volúmenes absolutos de los agregados grueso y fino respectivamente. Para ello es necesario determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados (m), en la siguiente tabla:

Tabla 26: Módulo de fineza de la combinación de los agregados.

TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO	Módulo de fineza de la combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos por metro cúbico indicados								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3/8"	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19	4.27	4.36	4.44	4.52
1/2"	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69	4.77	4.86	4.94	5.02
3/4"	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19	5.27	5.36	5.44	5.52
1"	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49	5.57	5.66	5.74	5.82
1 1/2"	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79	5.87	5.96	6.04	6.12
2"	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09	6.17	6.26	6.34	6.42
3"	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39	6.47	6.56	6.64	6.72

Fuente: Rivva, 2014.

En la tabla 26, apreciamos el *módulo* de fineza de la combinación de los agregados, el cual se obtiene interpolando los datos de la tabla 26, en la segunda fila se aprecia el número de bolsas de cemento que se necesitaran teóricamente para cada m³ de concreto, para este caso tenemos que necesitaremos 8.113 bl.

En la tabla encontramos valores de módulos de fineza de la combinación de agregados (m), que ofrecen las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas/m³, entonces para el presente diseño de mezcla:

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ \text{ de bolsas de cemento por m}^3 &= \frac{\text{Factor cemento}}{\text{Peso de la bolsa}} = \frac{344.821 \text{ kg/m}^3}{42.5 \text{ kg/bl}} \\ &= 8.113 \text{ bl/m}^3 \end{aligned}$$

Por lo tanto, interpolando se obtiene que para 8.113 bolsas/m³ de concreto el módulo de fineza de la combinación de agregados ($m = 5.419$).

k) Cálculo del valor Rf

Obtenido a partir de la siguiente expresión:



$$Rf = 100 * \frac{(mg - m)}{(mg - mf)} = 100 * \frac{(7.25 - 5.419)}{(5.419 - 2.97)} = 42.714\%$$

Donde:

Rf: Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto de agregado.

Rg: Porcentaje de agregado grueso en relación al volumen absoluto de agregado.

m: Módulo de fineza de la combinación de agregados.

mg: Módulo de fineza del agregado grueso.

mf: Módulo de fineza del agregado fino.

l) Determinación del porcentaje de incidencia del agregado grueso con respecto al agregado global

$$\% Rg = 1 - Rf = 1 - 0.427 = 0.572 = 57.286\%$$

m) Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado

Se procedió a obtener los volúmenes absolutos de agregado fino y grueso:

$$Vol. abs. del agregado fino = Rf * Vol. abs. del agregado$$

$$Vol. abs. del agregado fino = 0.427 * 0.670 = 0.286$$

$$Vol. abs. del agregado grueso = Rg * Vol. abs. del agregado$$

$$Vol. abs. del agregado grueso = 0.572 * 0.670 = 0.384$$

n) Cálculo de los pesos secos del agregado

$$Peso seco ag. fino = Vol. abs. de ag. fino * P. e. del ag. fino$$

$$Peso seco ag. fino = 0.286 * 2656 \frac{kg}{m^3} = 759.653 kg/m^3$$

$$Peso seco ag. grueso = Vol. abs. de ag. grueso * P. e. del ag. grueso$$



$$\text{Peso seco ag. grueso} = 0.384 * 2450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 939.957 \text{ kg/m}^3$$

o) Cantidad de material por m3 en peso

Cemento	: 344.821	Kg/m3
Agua de diseño	: 193.1	Lt/m3
Agregado fino	: 759.653	Kg/m3
Agregado grueso	: 939.957	Kg/m3
Peso de mezcla	: 2237.531	Kg/m3

p) Corrección por humedad del Agregado

$$\text{Aporte al Peso Seco Ag. fino} = \text{Peso Seco Ag. fino} * \left(1 + \frac{\text{Cont. Hum. agr. fino}}{100}\right)$$

$$\text{Aporte al Peso Seco Ag. grueso} = \text{Peso Seco Ag. grueso} * \left(1 + \frac{\text{Cont. Hum. agr. grueso}}{100}\right)$$

Aporte de humedad del:

Agregado fino	: 780.366	Kg/m3
Agregado grueso	: 963.950	Kg/m3

Agua efectiva:

Agua efectiva	: 177.392	Lt/m3
---------------	-----------	-------

q) Cantidad de material corregido por m3 de concreto

Cemento	: 344.821	Kg/m3
Agregado fino	: 780.366	Kg/m3
Agregado grueso	: 963.950	Kg/m3
Agua efectiva	: 177.392	Lt/m3

r) Proporción en peso de los materiales corregidos

Tabla 27: Cantidad de material por kg de cemento

Material	Masa de material	Masa de cemento	Material necesario por kg de cemento
Cemento	344.821 kg	344.821 kg	1.000 kg
Agregado fino	780.366 kg	344.821 kg	2.263 kg
Agregado grueso	963.950 kg	344.821 kg	2.796 kg
Agua efectiva	177.392 lt	344.821 kg	0.514 lt

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 27 encontramos que para 1kg de cemento, se necesitan 2.263kg y 2.796 kg de agregado fino y grueso respectivamente, así como 0.514 lt de agua potable.

s) Cantidad de material corregido por bolsa de cemento

Tabla 28: Cantidad de material por bolsa de cemento

Material	Masa de material por cada kg de cemento	Masa de bolsa de cemento	Material necesario por bolsa de cemento
Cemento	1.000 kg	42.500 kg	42.500 Kg/bls
Agregado fino	2.263 kg	42.500 kg	96.176 Kg/bls
Agregado grueso	2.796 kg	42.500 kg	118.83 Kg/bls
Agua efectiva	0.514 lt	42.500 kg	22.993 Lt/bls

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 28 encontramos que, para 1 bolsa de cemento, se necesitan 96.176 kg y 118.83 kg de agregado fino y grueso respectivamente, así como 22.993 lt de agua potable.

t) Cantidad de material por briquetas preparadas en 1 día

Se tomo una cantidad por cada 3 briquetas para preparar, siendo 9 briquetas las totales preparadas durante 1 día.

Cemento : 17.255 Kg/m³

Agregado fino : 39.050 Kg/m³

Agregado grueso : 48.236 Kg/m³



Agua efectiva : 8.877 Lt/m³

3.7.2. ELABORACIÓN DEL CONCRETO

Una vez obtenido el diseño de mezcla, se procedió a la elaboración de concreto y realizar los ensayos contemplados a fin de cumplir con los objetivos de la presente investigación, siendo el procedimiento consistente con la norma ASTM C31, y se describe a continuación:

- Se procedió a pesar cada uno de los materiales para la elaboración de concreto.
- Fueron preparados todos los moldes considerados para el vaciado de la tanda mezclada.
- Concluido el mezclado se procedió a verificar el asentamiento de la mezcla de concreto, para después proceder con el vaciado en los moldes necesarios.

- Instrumentos Utilizados

Para el mezclado de concreto y la preparación de los testigos, fueron necesarios los siguientes instrumentos:

- Balanza.
- Lampa o pala.
- Aceite.
- Lijas.
- Cuchara de albañil.
- Buggy para construcción.
- Moldes para vaciado de probetas cilíndricas – ASTM C31.
- Varilla apisonadora con punta redondeada de 5/8” de diámetro y 60 cm de longitud.



- Martillo de goma.

3.7.3. PROBETAS DE CONCRETO

Para los ensayos de compresión simple se utilizó probetas o briquetas de 6" x 12" (150 mm de diámetro x 300 mm de altura). Las probetas y la elaboración de especímenes de concreto cumplen la norma NTP 339.033.

- Se colocó los moldes de cilindros en una superficie nivelada.
- Se engrasó con aceite la pared y la base interior de los moldes cilíndricos.
- Se llenó el molde en tres capas iguales con la cuchara.
- Se compactó la capa apisonando, con una varilla de 5/8" en caso de los moldes de 6"x12", 25 veces uniformemente distribuidas en cada capa.
- Se enrasó la parte superior con la plancha de albañil para obtener una superficie lisa y nivelada.
- Se golpeó con el martillo de goma la parte externa de los moldes.
- Finalmente, se le marcó en la superficie la fecha, el tipo de concreto vaciado y el tiempo que tuvo de vaciado.
- Se prepararon 9 testigos por día.

3.7.3.1. CURADO DEL CONCRETO

Después de su fabricación, las probetas cilíndricas utilizadas para los ensayos de caracterización, se mantuvieron en sus respectivos moldes durante las primeras 24 horas.

Las muestras de concreto han sido extraídas de los moldes a 24 horas del vaciado, según la norma ASTM C 192 las muestras deben ser sumergidas en agua o en un ambiente con un 95% de humedad relativa y a una temperatura mínima de 23 ± 2 °C. Pero esta condición de la temperatura para efectos del presente trabajo, **no se**



ha cumplido, se ha tomado la decisión que el agua usada en el proceso de curado sea la misma que viene de la red pública. Siendo la temperatura ambiente en la localidad de Samegua desde los 16°C hasta 28°C en los días de la elaboración del proyecto.

3.8. ENSAYO REALIZADO EN CONCRETO FRESCO

3.8.1. ENSAYO DE REVENIMIENTO O ASENTAMIENTO EN EL CONO DE ABRAMS (ASTM – C143)

El presente ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM-C143. Para realizar esta prueba se utilizó un molde en forma de cono truncado de 30 cm de altura, con un diámetro inferior en su base de 20cm, y en la parte superior un diámetro de 10 cm. Para compactar el concreto se utilizó una barra de acero liso de 5/8” de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica. (Abanto, 1995)

- Descripción del proceso

- El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vertió una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisonó con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.
- Enseguida se colocó otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.
- La tercera capa se llenó en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. Lleno y enrasado el molde, se levantó lenta y cuidadosamente en dirección vertical.
- El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina Slump.

- Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos.



***Figura 7:** Ensayo de asentamiento cono de Abrams.*

***Fuente:** ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.*

En la figura 7, apreciamos el ensayo de cono de Abrams, midiendo así el asentamiento del concreto.

Tabla 29: Tabla de control del asentamiento en el cono de Abrams.

PROYECTO		"INFLUENCIA DEL TIEMPO TARDÍO EN LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, MOQUEGUA – SAMEGUA, 2021."								
Fecha de Preparación:		martes, 23 de Marzo de 2021								
Fecha de Rotura:		martes, 30 de Marzo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A
Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									
Fecha de Preparación:		miércoles, 24 de Marzo de 2021								
Fecha de Rotura:		miércoles, 7 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B
Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									
Fecha de Preparación:		lunes, 29 de Marzo de 2021								
Fecha de Rotura:		lunes, 26 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C	8C	9C
Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									
Fecha de Preparación:		martes, 30 de Marzo de 2021								
Fecha de Rotura:		martes, 6 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	50	60	80	50	60	80	50	60	80
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D



Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									

Fecha de Preparación:		martes, 6 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		martes, 20 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	50	60	80	50	60	80	50	60	80
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	9E
Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									

Fecha de Preparación:		miércoles, 7 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		miércoles, 14 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	40	70	100	40	70	100	40	70	100
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F
Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									

Fecha de Preparación:		jueves, 8 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		jueves, 22 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	40	70	100	40	70	100	40	70	100
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1G	2G	3G	4G	5G	6G	7G	8G	9G
Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									

Fecha de Preparación:		viernes, 9 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		viernes, 7 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	40	70	100	40	70	100	40	70	100
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H
Slump:	Centímetros									



Pronunciamento de aceptación del ensayo		Si/No								
Fecha de Preparación:		martes, 13 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		martes, 11 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	50	60	80	50	60	80	50	60	80
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1I	2I	3I	4I	5I	6I	7I	8I	9I
Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo		Si/No								
Fecha de Preparación:		miércoles, 14 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		miércoles, 12 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	90	110	120	90	110	120	90	110	120
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1J	2J	3J	4J	5J	6J	7J	8J	9J
Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo		Si/No								
Fecha de Preparación:		viernes, 16 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		viernes, 23 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	90	110	120	90	110	120	90	110	120
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1K	2K	3K	4K	5K	6K	7K	8K	9K
Slump:	Centímetros									
Pronunciamento de aceptación del ensayo		Si/No								
Fecha de Preparación:		sábado, 17 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		sábado, 1 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	90	110	120	90	110	120	90	110	120
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1L	2L	3L	4L	5L	6L	7L	8L	9L
Slump:	Centímetros									



Pronunciamiento de aceptación del ensayo	Si/No
--	-------

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 29, apreciamos un control del ensayo de revenimiento, colocando un código para cada briqueta, minutos de TTV, días de fraguado, fecha de preparación del concreto y fecha de rotura, añadiendo también un pronunciamento del ensayo en función al slump de diseño y al slump obtenido.

3.9. ENSAYO REALIZADO EN CONCRETO ENDURECIDO

3.9.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Los ensayos de resistencia a compresión se realizaron según la norma del ASTM C39 y la NTP 339.034. Se utilizaron probetas cilíndricas de 150 mm de diámetro y de 300 mm de altura. Se ensayaron 108 probetas a 7, 14 y 28 días; para probetas con tiempo de vaciado que duraron desde 10 hasta 120 minutos, con una variación ascendente de 10 minutos.

Según la NTP 339.183:2013. Para garantizar un adecuado curado de las briquetas mencionadas, se tomaron las siguientes consideraciones:

- Se procedió a proteger las briquetas frescas con plástico durante 1 día y a quitar el plástico al momento de su desmoldado.
- Se controló la temperatura de la zona donde se ejecutó el proyecto, con los datos de temperatura promedio del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) para la ciudad de Moquegua-Distrito de Samegua.
- Se mantuvo la briqueta dentro del molde $24h \pm 0.5h$, para proceder con su desmoldado y colocación de la briqueta en la poza de curado.



- La poza de curado, se situó en una zona cerrada, para evitar el contacto con el sol y así evitar el aumento de la temperatura y la evaporación de la misma.

La resistencia a la compresión de la probeta cilíndrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f'c = P * A$$

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

Donde:

f'c: Resistencia a la compresión del testigo ($\frac{Kg}{cm^2}$).

P: Carga de rotura (Kg).

A: Area del testigo en contacto con la presión (cm²).

∅: Diametro del testigo de concreto (cm).

- **Equipo utilizado**

- Máquina de prueba.
- Bloques de acero con caras duras. (Anillos con neopreno).



Figura 8: Ensayo de compresión del concreto.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la figura 8, apreciamos las rupturas de los testigos de concreto, especificando la tesis que se está realizando en la pizarra.

Tabla 30: Tabla de control de la resistencia a la compresión.

PROYECTO	"INFLUENCIA DEL TIEMPO TARDÍO EN LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM², MOQUEGUA – SAMEGUA, 2021."									
Fecha de Preparación:	martes, 23 de Marzo de 2021									
Fecha de Rotura:	martes, 30 de Marzo de 2021									
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A



Resistencia	Kg/cm2	
Pronunciamiento de aceptación del ensayo	Si/No	

Fecha de Preparación:	miércoles, 24 de Marzo de 2021
------------------------------	---------------------------------------

Fecha de Rotura:	miércoles, 7 de Abril de 2021
-------------------------	--------------------------------------

Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B

Resistencia	Kg/cm2	
Pronunciamiento de aceptación del ensayo	Si/No	

Fecha de Preparación:	lunes, 29 de Marzo de 2021
------------------------------	-----------------------------------

Fecha de Rotura:	lunes, 26 de Abril de 2021
-------------------------	-----------------------------------

Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C	8C	9C

Resistencia	Kg/cm2	
Pronunciamiento de aceptación del ensayo	Si/No	

Fecha de Preparación:	martes, 30 de Marzo de 2021
------------------------------	------------------------------------

Fecha de Rotura:	martes, 6 de Abril de 2021
-------------------------	-----------------------------------



Tiempo de vaciado:	Minutos	50	60	80	50	60	80	50	60	80
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D
Resistencia	Kg/cm2									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									
Fecha de Preparación:	martes, 6 de Abril de 2021									
Fecha de Rotura:	martes, 20 de Abril de 2021									
Tiempo de vaciado:	Minutos	50	60	80	50	60	80	50	60	80
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	9E
Resistencia	Kg/cm2									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									
Fecha de Preparación:	miércoles, 7 de Abril de 2021									
Fecha de Rotura:	miércoles, 14 de Abril de 2021									
Tiempo de vaciado:	Minutos	40	70	100	40	70	100	40	70	100
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F
Resistencia	Kg/cm2									
Pronunciamento de	Si/No									



aceptación del ensayo										
Fecha de Preparación:		jueves, 8 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		jueves, 22 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	40	70	100	40	70	100	40	70	100
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1G	2G	3G	4G	5G	6G	7G	8G	9G
Resistencia	Kg/cm2									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									
Fecha de Preparación:		viernes, 9 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		viernes, 7 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	40	70	100	40	70	100	40	70	100
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H
Resistencia	Kg/cm2									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									
Fecha de Preparación:		martes, 13 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		martes, 11 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	50	60	80	50	60	80	50	60	80



Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1I	2I	3I	4I	5I	6I	7I	8I	9I
Resistencia	Kg/cm2									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									

Fecha de Preparación:	miércoles, 14 de Abril de 2021									
Fecha de Rotura:	miércoles, 12 de Mayo de 2021									
Tiempo de vaciado:	Minutos	90	110	120	90	110	120	90	110	120
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1J	2J	3J	4J	5J	6J	7J	8J	9J
Resistencia	Kg/cm2									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									

Fecha de Preparación:	viernes, 16 de Abril de 2021									
Fecha de Rotura:	viernes, 23 de Abril de 2021									
Tiempo de vaciado:	Minutos	90	110	120	90	110	120	90	110	120
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1K	2K	3K	4K	5K	6K	7K	8K	9K
Resistencia	Kg/cm2									
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No									



Fecha de Preparación:		sábado, 17 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		sábado, 1 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	90	110	120	90	110	120	90	110	120
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1L	2L	3L	4L	5L	6L	7L	8L	9L
Resistencia	Kg/cm ²									
Pronunciamiento de aceptación del ensayo	Si/No									

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 30, apreciamos como se llevará a cabo el control de la resistencia a la compresión de los testigos, considerándose la fecha de vaciado, fecha de rotura, minutos de TTV, código de briqueta y días de fraguado, añadiendo también un pronunciamiento del ensayo en función de la resistencia de diseño y la resistencia alcanzada para cada briqueta.

Para singularidad de nuestra variable, hacemos la predicción de resistencia, de los testigos con fraguado 7 y 14 días utilizado la tabla 6, en el que indica una relación de 0.67 para un concreto de 7 días de fraguado y un factor de relación de 0.86 para un concreto de 14 días de fraguado. Pero estos factores de relación son teóricos, así que se hará un ajuste a dichos factores de relación tomando en consideración el TTVC, considerando primero si este ajuste tiene una distribución normal con un valor de significancia mayor al 5% y si tiene una correlación aceptable con el TTVC, para ello se hace la prueba de normalidad a los valores de la tabla 28

Tabla 31: Cálculo de del factor de corrección para la relación de las resistencias teóricas.

CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LA RELACIÓN DE LAS RESISTENCIAS EN FUNCION DEL TTVC						
RESISTENCIA OBTENIDA A LOS 7 DÍAS (1)	RESISTENCIA OBTENIDA A LOS 14 DÍAS (2)	RESISTENCIA OBTENIDA A LOS 28 DÍAS (3)	RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA DE 7 DÍAS Y 28 DÍAS (1/3)	RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA DE 14 DÍAS Y 28 DÍAS (2/3)	FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA RELACION DE RESISTENCIA EN FUNCION DEL TTVC (4)	FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA RELACION DE RESISTENCIA EN FUNCION DEL TTVC (5)
166.363	182.084	220.058	0.756	0.827	1.000	1.000
160.370	175.094	214.818	0.747	0.815	0.987	0.985
155.285	170.246	206.723	0.751	0.824	0.994	0.995
150.571	167.273	201.845	0.746	0.829	0.987	1.002
148.806	164.329	198.871	0.748	0.826	0.990	0.999
146.594	162.836	196.854	0.745	0.827	0.985	1.000
145.720	160.608	194.294	0.750	0.827	0.992	0.999
144.772	159.024	193.605	0.748	0.821	0.989	0.993
142.315	156.281	189.641	0.750	0.824	0.993	0.996
141.817	154.792	188.950	0.751	0.819	0.993	0.990
139.167	152.927	185.672	0.750	0.824	0.991	0.995
137.366	151.170	184.289	0.745	0.820	0.986	0.991

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 31, apreciamos los resultados obtenidos del valor de corrección para la relación de resistencia de diferentes días de fraguado, según la tabla 6, siendo

las columnas 4 y 5 el cociente de cada valor de la columna entre el primer valor de la misma columna.

Obtenidos los factores de reducción en función del TTVC, se procede a proyectar con las relaciones de la tabla 5 y los factores de reducción según la tabla 29.

Tabla 32: Tabla de resistencias proyectadas

CÁLCULO DE LAS RESISTENCIAS PROYECTADAS						
RESISTENCIA OBTENIDA A LOS 7 DÍAS (1)	RESISTENCIA OBTENIDA A LOS 14 DÍAS (2)	FACTOR DE CORRECCIÓN PARA PROYECCIÓN DE 7 DÍAS (3)	FACTOR DE CORRECCIÓN PARA PROYECCIÓN DE 14 DÍAS (4)	RESISTENCIA PROYECTADA DE 7 DÍAS A 28 DÍAS $(1/3)*0.67$	RESISTENCIA PROYECTADA DE 14 DÍAS A 28 DÍAS $(2/4)*0.86$	RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS
166.363	182.084	1.000	1.000	248.303	211.725	220.058
160.370	175.094	0.987	0.985	236.364	200.559	214.818
155.285	170.246	0.994	0.995	230.290	197.031	206.723
150.571	167.273	0.987	1.002	221.753	194.806	201.845
148.806	164.329	0.990	0.999	219.824	190.822	198.871
146.594	162.836	0.985	1.000	215.522	189.290	196.854
145.720	160.608	0.992	0.999	215.766	186.571	194.294
144.772	159.024	0.989	0.993	213.727	183.559	193.605
142.315	156.281	0.993	0.996	210.850	180.988	189.641
141.817	154.792	0.993	0.990	210.143	178.204	188.950
139.167	152.927	0.991	0.995	205.936	177.007	185.672
137.366	151.170	0.986	0.991	202.147	174.261	184.289

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 32, apreciamos las proyecciones de las resistencias de 7 y 14 días, estas se proyectaron con las relaciones de la tabla 6 y los factores de corrección que están en la columna (3) y (4), están en función del TTVC de la tabla 31, la resistencia proyectada de 7 días se obtiene del cociente de la resistencia a 7 días con el factor de la tabla 2 para 7 días de fraguado que es 0.67, lo mismo para la resistencia proyectada de 14 días a 28 días.

Para aceptar las resistencias proyectadas, se tienen que hacer el análisis estadístico de homogeneidad de varianza, para posteriormente hacer la correlación de Pearson, para ello antes se realizara la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para ellos se genera las siguientes hipótesis:

Prueba de Normalidad

H_0 = La muestra no tiene una distribución normal.

H_i = La muestra tiene una distribución normal.

Prueba de Homogenidad de varianza

H_0 = La muestra tiene datos homogéneos.

H_i = La muestra no tiene datos homogéneos.

Por último, se hace la prueba de correlación de Pearson, de las resistencias obtenidas con el TTVC.

Tabla 33: Prueba de normalidad de la resistencia de 28 días y de la resistencia proyectada a 28 días.

Pruebas de normalidad ^{c,d,e,f,g,h}				
TIEMPO		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	P
TTVC	Predicción de resistencia de los 7 días	0.967	12.0	0.876
	Predicción de resistencia de los 14 días	0.967	12.0	0.876
	Resistencia a los 28 días	0.967	12.0	0.876

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 33, apreciamos que los resultados de la resistencia a los 28 días y las proyecciones, de la prueba de normalidad.

El cual la columna de “gl” son los grados de libertad o el número de datos procesados estadísticamente, el “P”, es el P-VALOR, el cual nos indica si las muestras son normales o no.

En la prueba de normalidad, apreciamos:

$$P - \text{Valor Predicción de resistencia de los 7 días} > 0.005$$

$$P - \text{Valor Predicción de resistencia de los 14 días} > 0.005$$

$$P - \text{Valor Resistencia a los 28 días} > 0.005$$

Lo que nos indica, que los 3 grupos datos tienen una distribución normal.

Para aceptar la homogenización nuestros datos, sometemos nuestros grupos a la prueba de Homogenidad de varianza.

Tabla 34: Prueba de ANOVA de un factor, para la homogenización de las resistencias.

(I) ORIGEN	Sig.	95% de intervalo de confianza		
		Límite inferior	Límite superior	
PREDICCIÓN DE 7 DIAS	PREDICCIÓN DE 14 DIAS	0.000	20.710	44.949
	RESISTENCIA A LOS 28 DIAS	0.000	9.264	33.503
PREDICCIÓN DE 14 DIAS	PREDICCIÓN DE 7 DIAS	0.000	-44.949	-20.710
	RESISTENCIA A LOS 28 DIAS	0.060	-23.300	0.407
RESISTENCIA A LOS 28 DIAS	PREDICCIÓN DE 7 DIAS	0.000	-33.503	-9.264
	PREDICCIÓN DE 14 DIAS	0.060	-0.407	23.300

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 34, apreciamos que los resultados de la resistencia a los 28 días y las proyecciones, de la prueba de normalidad.

En la columna de “Sig”, nos indica la significancia que tiene cada grupo con la primera columna.

Tabla 35: Sub grupos homogéneos de la prueba de ANOVA de un factor

ORIGEN	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
PREDICCIÓN DE 14 DIAS	12.000	186.566	
RESISTENCIA A LOS 28 DIAS	12.000	198.012	
PREDICCIÓN DE 7 DIAS	11.000		219.396
Sig.		0.065	1.000

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 35, apreciamos los conjuntos de datos, que tienen una Homogenidad de varianza.

De la prueba de ANOVA de un factor, obtenemos que la resistencia proyectada de los 14 días, tiene semejanza con la resistencia de los 28 días, mientras que la resistencia proyectada de 7 días tiene una semejanza muy baja respecto a la resistencia de 28 días, en consecuencia, las conclusiones saldrán del grupo de resistencia de 28 días y de la proyección de 14 días.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE SUPUESTOS

Antes de analizar los datos, fue importante saber si los datos seguían una distribución normal, por lo tanto, se basó en la prueba de Shapiro-Wilk debido a que este es para muestras menores a 50 y nos indica que el valor de significancia debe ser mayor al 5%. (Herrera & Tomas, 2011). Esta prueba se realizó a fin de conocer si las variables de investigación tienen una distribución normal.

También se realizó la prueba de correlación de Pearson, para conocer el grado de asociación que tienen nuestras variables dependientes con la variable independiente.

En las pruebas de Shapiro-Wilk y correlación de Pearson, las hipótesis consideradas fueron:

Prueba de Normalidad

$H_0 =$ La muestra tiene distribución normal.

$H_i =$ La muestra no tiene una distribución normal.

Prueba de correlación de Pearson

Estadístico = 1; correlación perfecta

0.8 < Estadístico < 1; correlación muy alta

0.6 < Estadístico < 0.8; correlación alta

0.4 < Estadístico < 0.6; correlación moderada

0.2 < Estadístico < 0.4; correlación baja

$0.0 < \text{Estadístico} < 0.2$; correlación muy baja

$\text{Estadístico} = 0$; correlación nula

Tabla 36: Resultados de prueba de Normalidad Shapiro-wilk.

Pruebas de normalidad c,d,e,f,g,h				
TIEMPO		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	P
RESISTENCIA	7 días	0.932	12	0.402
	14 días	0.944	12	0.551
	28 días	0.931	12	0.389
ASENTAMIENTO O SLUMI	7 días	0.896	12	0.139
	14 días	0.905	12	0.183
	28 días	0.903	12	0.175
DENSIDAD	7 días	0.853	12	0.040
	14 días	0.849	12	0.035
	28 días	0.852	12	0.039

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 36, apreciamos el análisis estadístico, donde observamos que para a resistencia y el asentamiento el P-valor es superior a 0.05, y que para la densidad es inferior a 0.05, generando una distribución normal para los 2 primeros y una no normal para la última.

Para la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk podemos determinar para la resistencia, asentamiento y la densidad muestra un P-valor superior al nivel de significancia de 0.05 y aceptamos la hipótesis nula, donde decimos que los datos provienen de una distribución normal.

Tabla 37: Resultados de prueba de Correlacion de Pearson.

Prueba de correlación de Pearson				
VARIABLE	TIEMPO	Correlación de Pearson		
		Estadístico	gl	Sig. (bilateral)
RESISTENCIA	7 días	-0.956	12	1.20E-06
	14 días	-0.970	12	1.20E-06
	28 días	-0.963	12	4.90E-07
ENTAMIENTO O SLUJ	7 días	-0.980	12	2.66E-08
	14 días	-0.985	12	6.45E-09
	28 días	-0.985	12	6.77E-09
DENSIDAD	7 días	-0.955	12	1.37E-06
	14 días	-0.954	12	1.56E-06
	28 días	-0.940	12	5.43E-06

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 37, apreciamos el análisis estadístico de la prueba de Correlación de Pearson, el cual nos indica que la resistencia, asentamiento y densidad tienen una relación inversa muy alta con el tiempo tardío de vaciado del concreto.

Para la prueba de Correlacion de Pearson, podemos determinar una relación para la resistencia, asentamiento y densidad muy alta e inversa.

4.2. ENSAYO REALIZADO EN CONCRETO FRESCO

4.2.1. ASENTAMIENTO DEL CONO DE ABRAMS

Resultados son los que nos facilitó el laboratorio de la Municipalidad Distrital de Samegua.

Tabla 38: Resultados del asentamiento en centímetros.

PROYECTO		"INFLUENCIA DEL TIEMPO TARDÍO EN LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, MOQUEGUA – SAMEGUA, 2021."									
Fecha de Preparación:		martes, 23 de Marzo de 2021									
Fecha de Rotura:		martes, 30 de Marzo de 2021									
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	10	20	30	10	20	30	
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Código de probeta:	Código	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	



Slump:	Centímetros	8.3	8.2	8.0	8.4	8.1	7.9	8.6	8.3	8.0
Pronunciament o de aceptación del ensayo	Si/No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Fecha de Preparación:	miércoles, 24 de Marzo de 2021									
Fecha de Rotura:	miércoles, 7 de Abril de 2021									
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B
Slump:	Centímetros	8.3	8.1	7.9	8.3	8.2	8	8.4	8.2	7.9
Pronunciament o de aceptación del ensayo	Si/No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Fecha de Preparación:	lunes, 29 de Marzo de 2021									
Fecha de Rotura:	lunes, 26 de Abril de 2021									
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C	8C	9C
Slump:	Centímetros	8.4	8.1	8.0	8.3	8.1	7.9	8.4	8.2	8.0
Pronunciament o de aceptación del ensayo	Si/No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Fecha de Preparación:	martes, 30 de Marzo de 2021									
Fecha de Rotura:	martes, 6 de Abril de 2021									
Tiempo de vaciado:	Minutos	50	60	80	50	60	80	50	60	80
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D
Slump:	Centímetros	7	6.1	4.4	7.1	6.3	4.4	7.6	7.1	4.3
Pronunciament o de aceptación del ensayo	Si/No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No



Fecha de Preparación:		martes, 6 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		martes, 20 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	50	60	80	50	60	80	50	60	80
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	9E
Slump:	Centímetros	7.1	6.3	4.3	7.2	6.3	4.4	7	6.2	4.4
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No

Fecha de Preparación:		miércoles, 7 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		miércoles, 14 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	40	70	100	40	70	100	40	70	100
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código de probeta:	Código	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F
Slump:	Centímetros	7.6	5.3	2.7	7.5	5.4	2.8	7.6	5.3	2.6
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No

Fecha de Preparación:		jueves, 8 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		jueves, 22 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	40	70	100	40	70	100	40	70	100
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1G	2G	3G	4G	5G	6G	7G	8G	9G
Slump:	Centímetros	7.7	5.4	2.6	7.6	5.5	2.7	7.6	5.3	2.8
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No

Fecha de Preparación:		viernes, 9 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		viernes, 7 de Mayo de 2021								



Tiempo de vaciado:	Minutos	40	70	100	40	70	100	40	70	100
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H
Slump:	Centímetros	7.6	5.3	2.7	7.7	5.5	2.6	7.7	5.4	2.6
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No

Fecha de Preparación:		martes, 13 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		martes, 11 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	50	60	80	50	60	80	50	60	80
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1I	2I	3I	4I	5I	6I	7I	8I	9I
Slump:	Centímetros	7.1	6.2	4.4	7.1	6.3	4.5	7.2	6.1	4.5
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No

Fecha de Preparación:		miércoles, 14 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		miércoles, 12 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	90	110	120	90	110	120	90	110	120
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Código de probeta:	Código	1J	2J	3J	4J	5J	6J	7J	8J	9J
Slump:	Centímetros	3.5	2.1	1.5	3.4	2.1	1.6	3.5	2.2	1.7
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No	No	No	No	No	No	No	No	No	No

Fecha de Preparación:		viernes, 16 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		viernes, 23 de Abril de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	90	110	120	90	110	120	90	110	120
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Código de probeta:	Código	1K	2K	3K	4K	5K	6K	7K	8K	9K
Slump:	Centímetros	3.5	2.1	1.5	3.5	2.2	1.4	3.4	2	1.6
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Fecha de Preparación:		sábado, 17 de Abril de 2021								
Fecha de Rotura:		sábado, 1 de Mayo de 2021								
Tiempo de vaciado:	Minutos	90	110	120	90	110	120	90	110	120
Tiempo de ruptura:	Días previstos de fraguado	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Código de probeta:	Código	1L	2L	3L	4L	5L	6L	7L	8L	9L
Slump:	Centímetros	3.4	2.2	1.6	3.5	2.1	1.4	3.5	2.2	1.5
Pronunciamento de aceptación del ensayo	Si/No	No	No	No	No	No	No	No	No	No

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 38, apreciamos los resultados obtenidos del asentamiento del cono de Abrams, sin promediar, indicando las fechas que se hicieron los ensayos. Se añade un pronunciamiento, aceptando o rechazando los resultados del ensayo, en función al asentamiento de diseño el cual es de 3” a 4”, es decir que si el asentamiento está dentro de este rango se otorga un pronunciamiento de “si” al ensayo.

Los minutos en que se demoró en colocar el concreto después de su preparación, los días previstos de fraguados en función a una programación y un respectivo código en el cual el número indica el número de briqueta y la letra indica el grupo en el que se preparó esa briqueta.

A continuación, se presenta el cuadro de resumen de resultados de asentamiento de nuestras muestras, estas se agruparon en los tiempos de ruptura ya mencionados.

Tabla 39: Promedio de asentamiento en el cono de Abrams.

PROMEDIO DE ASENTAMIENTO EN EL ENSAYO CONO DE ABRAMS PARA 7 DÍAS													
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Tiempo de ruptura:	Días	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Slump:	centímetros	8.43	8.20	7.23	7.23	6.50	4.37	3.47	2.10	1.50	7.57	5.33	2.70
PROMEDIO DE ASENTAMIENTO EN EL ENSAYO CONO DE ABRAMS PARA 14 DÍAS													
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Tiempo de ruptura:	Días	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Slump:	centímetros	8.33	8.17	7.93	7.10	6.27	4.37	3.47	2.17	1.50	7.63	5.40	2.70
PROMEDIO DE ASENTAMIENTO EN EL ENSAYO CONO DE ABRAMS PARA 28 DÍAS													
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Tiempo de ruptura:	Días	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Slump:	centímetros	8.37	8.13	7.97	7.13	6.20	4.47	3.47	2.13	1.60	7.67	5.40	2.63

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 39, apreciamos los resultados promedios del asentamiento en el cono de Abrams, siendo separados por los concretos que se utilizaron para diferentes días de fraguado y los minutos que se demoró en colocar el concreto al molde después de su preparación.

A continuación, se presenta el cuadro de resumen de resultados de asentamiento para 108 muestras.

Tabla 40: Promedio de asentamiento en el cono de Abrams, para 108 muestras.

PROMEDIO DE ASENTAMIENTO EN EL ENSAYO CONO DE ABRAMS PARA 108 MUESTRAS													
Tiempo de vaciado:	Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Slump:	centímetros	8.38	8.17	7.71	7.16	6.32	4.40	3.47	2.13	1.53	7.62	5.38	2.68

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 40, apreciamos los resultados promedios finales del asentamiento en el cono de Abrams, para diferentes tiempos de vaciado del concreto, dándonos una reducción considerable.

De acuerdo a los resultados, se observa una reducción de la consistencia del concreto, también se puede apreciar que, a partir de los 40 minutos de tiempo tardío de vaciado, el asentamiento sale de los límites de 3"-4", el cual ya no garantiza una consistencia plástica y adecuada trabajabilidad.

A continuación, se muestra gráficamente la disminución del asentamiento según el tiempo tardío de vaciado.



Figura 9: Asentamiento en el cono de Abrams

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos los resultados del asentamiento en el cono de Abrams, para cada tiempo de vaciado del concreto.

Analizando los datos de la figura 9, es correcto decir que los resultados del asentamiento disminuyen considerablemente, conforme el tiempo tardío de vaciado aumenta.

Tabla 41: Diferencia del asentamiento del concreto.

DIFERENCIA ASENTAMIENTO DEL CONCRETO			
TTV (MINUTOS)	ASENTAMIENTO (CM)	ASENTAMIENTO (%)	DIFERENCIA EN ASENTAMIENTO (%)
10.00	8.378	100.000	0.000
20.00	8.167	97.480	2.520
30.00	7.956	94.960	5.040
40.00	7.622	90.981	9.019
50.00	7.100	84.748	15.252
60.00	6.233	74.403	25.597
70.00	5.378	64.191	35.809
80.00	4.400	52.520	47.480
90.00	3.467	41.379	58.621
100.00	2.678	31.963	68.037
110.00	2.189	26.127	73.873
120.00	1.533	18.302	81.698

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 41, apreciamos los resultados promedio del asentamiento en el cono de Abrams, la disminución de dicho asentamiento, para cada TTVC, también la representación del asentamiento en porcentaje siendo el de TTVC-10 el 100% y la diferencia de cada asentamiento con el TTVC-10 representado en porcentaje.

- **Conclusiones parciales**

- El concreto con tiempo tardío de vaciado de 10 minutos, tiene un asentamiento promedio de 8.38cm (3.30”).
- El concreto con tiempo tardío de vaciado de 120 minutos, tiene un asentamiento de 1.53cm (0.60”), presenta una disminución en el asentamiento de 81.698%, respecto al concreto con tiempo tardío de vaciado de 10 minutos.
- El concreto con tiempo tardío de vaciado hasta 40 minutos es aceptable por estar dentro del rango de 3”-4” su asentamiento, garantizando su consistencia y trabajabilidad.



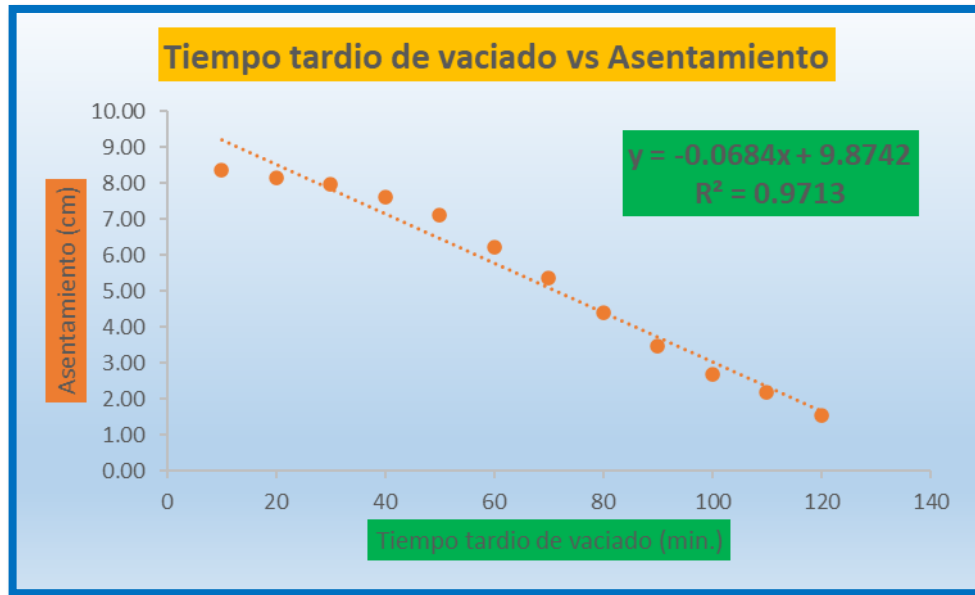
- El concreto con tiempo tardío de vaciado de 40 minutos, tiene un asentamiento de 7.62cm (3.00”), presenta una disminución en el asentamiento de 9.019%, respecto al concreto con tiempo tardío de vaciado de 10 minutos.

- **Discusión de resultados**

Por lo tanto, y según los resultados obtenidos y analizados en la presente investigación, el TTVC de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, disminuye considerablemente su asentamiento en el cono de Abrams (hasta un 81.698%, según el TTVC), presentando una condición seca y no trabajable, a partir del TTVC-80.

Según la tabla 34, para las condiciones de nuestro proyecto, se podría aceptar hasta un TTV-70, para poder cumplir con el asentamiento de diseño, siendo este asentamiento promedio superior a 2” el cual es el límite inferior de nuestro asentamiento o slump deseado, mas también se tendría que considerar la finalidad de uso del concreto, pues para cada uso, se necesita un Slump mínimo permisible, según especificaciones previas.

Conforme a los datos presentados, y el análisis de estos, se presenta a continuación la curva de correlación entre el tiempo tardío de vaciado y el asentamiento en el cono de Abrams.



***Figura 10:** Representación gráfica entre el TTVC y el asentamiento en el cono de Abrams.*

***Fuente:** ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.*

En esta figura, apreciamos una ecuación de la recta que tiende a formar el resultado del asentamiento en el cono de Abrams, también apreciamos que existen resultados que están por encima y por debajo de la línea tendencia, lo que nos indica un mayor y menor descenso del asentamiento en el cono de Abrams.

4.2.2. DENSIDAD DEL CONCRETO

- Densidad del concreto a los 7 días

Tabla 42: Resultados de densidad del concreto, para el concreto destinado a los 7 días.

N°	REGISTRO DE PROBETAS	CÓDIGO DE PROBETAS	DIAMETR	AREA	ALTURA	MASA	EDAD	DENSIDAD	PRONUNCIAMIENTO DE ACEPTACIÓN
			cm	cm ²	cm	gr	días		
Fecha de rotura: 26/04/2021									
1	TTV-10	1C	15.00	176.71	29.80	11919.46	28	2.263	Si
2	TTV-20	2C	14.90	174.37	29.70	11704.91	28	2.260	Si
3	TTV-30	3C	14.90	174.37	30.00	11813.17	28	2.258	Si
4	TTV-10	4C	14.90	174.37	29.80	11757.18	28	2.263	Si
5	TTV-20	5C	14.90	174.37	30.00	11823.34	28	2.260	Si
6	TTV-30	6C	14.90	174.37	29.90	11776.87	28	2.259	Si
7	TTV-10	7C	14.90	174.37	29.80	11764.85	28	2.264	Si
8	TTV-20	8C	14.90	174.37	29.70	11704.36	28	2.260	Si
9	TTV-30	9C	15.00	176.71	29.70	11844.73	28	2.257	Si
Fecha de rotura: 11/05/2021									
1	TTV-50	1I	15.00	176.71	29.80	11864.16	28	2.251	Si
2	TTV-60	2I	15.00	176.71	29.80	11855.63	28	2.248	Si
3	TTV-80	3I	14.90	174.37	30.00	11759.31	28	2.215	No
4	TTV-50	4I	14.90	174.37	29.90	11742.34	28	2.251	Si
5	TTV-60	5I	14.90	174.37	29.70	11659.64	28	2.247	Si
6	TTV-80	6I	14.90	174.37	30.00	11752.19	28	2.214	No
7	TTV-50	7I	14.90	174.37	30.00	11786.82	28	2.250	Si
8	TTV-60	8I	14.90	174.37	29.60	11611.32	28	2.248	Si
9	TTV-80	9I	14.90	174.37	29.90	11721.78	28	2.212	No
Fecha de rotura: 12/05/2021									
1	TTV-90	1J	15.00	176.71	30.00	11805.79	28	2.209	No
2	TTV-110	2J	15.00	176.71	29.90	11704.34	28	2.156	No
3	TTV-120	3J	14.90	174.37	29.90	11516.64	28	2.146	No
4	TTV-90	4J	14.90	174.37	29.80	11549.45	28	2.200	No
5	TTV-110	5J	14.90	174.37	29.90	11543.87	28	2.130	No
6	TTV-120	6J	14.90	174.37	29.70	11395.79	28	2.120	No
7	TTV-90	7J	14.90	174.37	30.00	11658.89	28	2.203	No
8	TTV-110	8J	14.90	174.37	29.70	11453.79	28	2.154	No
9	TTV-120	9J	14.90	174.37	29.90	11483.73	28	2.131	No
Fecha de rotura: 07/05/2021									
1	TTV-40	1H	15.00	176.71	29.80	11409.76	28	2.253	Si
2	TTV-70	2H	15.00	176.71	29.90	11389.78	28	2.227	No
3	TTV-110	3H	14.90	174.37	29.90	11187.64	28	2.167	No
4	TTV-40	4H	14.90	174.37	29.80	11267.94	28	2.252	Si
5	TTV-70	5H	14.90	174.37	30.00	11143.76	28	2.223	No
6	TTV-110	6H	14.90	174.37	29.70	10976.76	28	2.168	No
7	TTV-40	7H	14.90	174.37	30.00	11346.76	28	2.253	Si
8	TTV-70	8H	14.90	174.37	29.90	11231.15	28	2.229	No
9	TTV-110	9H	14.90	174.37	30.00	11145.78	28	2.169	No

Observaciones: TTV: Tiempo tardío de vaceado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 42, apreciamos los resultados de la densidad del concreto a diferentes tiempos de vaciado del concreto, habiendo un mínimo de 3 testigos por cada caso de instancia y una diferencia notable en las densidades, también apreciamos un código para identificación de briqueta y también un pronunciamiento de aceptación del ensayo, basados en CIP – 36 CONCRETO ESTRUCTURAL DE PESO LIVIANO Y NORMAL



(2020), el cual nos indica que la densidad del concreto normal oscila entre 2240 kg/m³ – 2400 kg/m³.

A continuación, se presenta el cuadro de resumen de resultados de la densidad de nuestras muestras a los 7 días.

Tabla 43: Promedio de densidad del concreto a los 7 días.

N°	REGISTRO DE PROBETAS	EDAD días	DENSIDAD	PRONUNCIAMIENTO DE ACEPTACIÓN
1	TTV-10	7	2.245	Si
2	TTV-20	7	2.243	Si
3	TTV-30	7	2.241	Si
4	TTV-40	7	2.238	No
5	TTV-50	7	2.235	No
6	TTV-60	7	2.233	No
7	TTV-70	7	2.201	No
8	TTV-80	7	2.185	No
9	TTV-90	7	2.173	No
10	TTV-100	7	2.151	No
11	TTV-110	7	2.135	No
12	TTV-120	7	2.125	No

Observaciones: TTV: Tiempo tardío de vaceado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 43, apreciamos los resultados promediados de la densidad del concreto a los 7 días de fraguado, con su pronunciamiento de aceptación del ensayo basado en CIP – 36 CONCRETO ESTRUCTURAL DE PESO LIVIANO Y NORMAL (2020).



***Figura 11:** Densidad del concreto de 7 días.*

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos los resultados promedios de la densidad, para cada tiempo de vaciado del concreto, para un concreto de 7 días de fraguado, en el cual apreciamos que hay un mayor descenso a partir de los 60 minutos de TTV del concreto.

- Densidad del concreto a los 14 días

Tabla 44: Resultados de densidad del concreto a los 14 días.

N°	REGISTRO DE PROBETAS	CÓDIGO DE PROBETAS	DIAMETRO	AREA	ALTURA	MASA	EDAD	DENSIDAD	PRONUNCIAMIENTO DE ACEPTACIÓN
			cm	cm ²	cm	gr	días		
Fecha de rotura: 07/04/2021									
1	TTV-10	1B	15.00	176.71	30.05	11983.46	14	2.257	Si
2	TTV-20	2B	15.00	176.71	29.70	11833.25	14	2.255	Si
3	TTV-30	3B	14.90	174.37	30.00	11796.19	14	2.255	Si
4	TTV-10	4B	14.90	174.37	29.80	11713.56	14	2.254	Si
5	TTV-20	5B	14.90	174.37	29.50	11609.34	14	2.257	Si
6	TTV-30	6B	14.90	174.37	30.00	11794.42	14	2.255	Si
7	TTV-10	7B	14.90	174.37	29.90	11771.76	14	2.258	Si
8	TTV-20	8B	14.90	174.37	29.80	11707.46	14	2.253	Si
9	TTV-30	9B	14.90	174.37	29.90	11744.18	14	2.253	Si
Fecha de rotura: 20/04/2021									
1	TTV-50	1E	15.00	176.71	29.90	11881.78	14	2.247	Si
2	TTV-60	2E	14.90	174.37	30.00	11755.13	14	2.244	Si
3	TTV-80	3E	14.90	174.37	29.90	11701.36	14	2.185	No
4	TTV-50	4E	14.90	174.37	29.80	11693.34	14	2.248	Si
5	TTV-60	5E	14.90	174.37	29.70	11643.25	14	2.245	Si
6	TTV-80	6E	14.90	174.37	30.00	11743.97	14	2.186	No
7	TTV-50	7E	14.90	174.37	30.00	11763.45	14	2.244	Si
8	TTV-60	8E	14.90	174.37	29.90	11701.16	14	2.240	No
9	TTV-80	9E	15.00	176.71	29.50	11676.76	14	2.187	No
Fecha de rotura: 01/05/2021									
1	TTV-90	1L	15.00	176.71	29.80	11538.98	14	2.173	No
2	TTV-110	2L	15.00	176.71	29.90	11543.76	14	2.132	No
3	TTV-120	3L	14.90	174.37	29.80	11291.64	14	2.120	No
4	TTV-90	4L	14.90	174.37	30.00	11532.34	14	2.178	No
5	TTV-110	5L	14.90	174.37	30.00	11435.73	14	2.132	No
6	TTV-120	6L	14.90	174.37	29.60	11243.79	14	2.120	No
7	TTV-90	7L	14.90	174.37	29.80	11423.46	14	2.174	No
8	TTV-110	8L	14.90	174.37	29.70	11324.34	14	2.123	No
9	TTV-120	9L	14.90	174.37	29.90	11336.79	14	2.101	No
Fecha de rotura: 22/04/2021									
1	TTV-40	1G	15.00	176.71	30.00	11346.79	14	2.249	Si
2	TTV-70	2G	15.00	176.71	29.90	11266.79	14	2.191	No
3	TTV-110	3G	14.90	174.37	29.90	11053.45	14	2.140	No
4	TTV-40	4G	14.90	174.37	29.80	11146.72	14	2.250	Si
5	TTV-70	5G	14.90	174.37	29.80	11078.64	14	2.205	No
6	TTV-110	6G	14.90	174.37	29.90	11051.34	14	2.145	No
7	TTV-40	7G	14.90	174.37	30.00	11186.76	14	2.249	Si
8	TTV-70	8G	14.90	174.37	30.00	11103.43	14	2.198	No
9	TTV-110	9G	14.90	174.37	29.80	10919.34	14	2.139	No

Observaciones: TTV: Tiempo tardío de vaciado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 44, apreciamos los resultados de la densidad del concreto a diferentes tiempos de vaciado del concreto, habiendo un mínimo de 3 testigos por cada caso de instancia y una diferencia notable en las densidades, también apreciamos un código para identificación de briqueta y también un pronunciamiento de aceptación del ensayo, basados en CIP – 36 CONCRETO ESTRUCTURAL DE PESO LIVIANO Y NORMAL (2020).

A continuación, se presenta el cuadro de resumen de resultados de la densidad de nuestras muestras a los 14 días.

Tabla 45: Promedio de densidad del concreto a los 14 días.

N°	REGISTRO DE PROBETAS	EDAD días	DENSIDAD	PRONUNCIAMIENTO DE ACEPTACIÓN
1	TTV-10	14	2.256	Si
2	TTV-20	14	2.255	Si
3	TTV-30	14	2.254	Si
4	TTV-40	14	2.249	Si
5	TTV-50	14	2.247	Si
6	TTV-60	14	2.243	Si
7	TTV-70	14	2.198	No
8	TTV-80	14	2.186	No
9	TTV-90	14	2.175	No
10	TTV-100	14	2.141	No
11	TTV-110	14	2.129	No
12	TTV-120	14	2.114	No

Observaciones: TTV: Tiempo tardío de vaciado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 45, apreciamos los resultados promediados de la densidad del concreto a los 14 días de fraguado.



Figura 11: Densidad del concreto de 14 días.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos los resultados promediados de la densidad, para cada tiempo de vaciado del concreto, para un concreto de 14 días de fraguado, en el cual apreciamos que hay un mayor descenso a partir de los 60 minutos de TTV del concreto.

- Densidad del concreto a los 28 días

Tabla 46: Resultados de densidad del concreto a los 28 días.

N°	REGISTRO DE PROBETAS	CÓDIGO DE PROBETAS	DIAMETRO	AREA	ALTURA	MASA	EDAD	DENSIDAD	PRONUNCIAMIENTO DE ACEPTACIÓN
			cm	cm ²	cm	gr	días		
Fecha de rotura: 26/04/2021									
1	TTV-10	1C	15.00	176.71	29.80	11919.46	28	2.263	Si
2	TTV-20	2C	14.90	174.37	29.70	11704.91	28	2.260	Si
3	TTV-30	3C	14.90	174.37	30.00	11813.17	28	2.258	Si
4	TTV-10	4C	14.90	174.37	29.80	11757.18	28	2.263	Si
5	TTV-20	5C	14.90	174.37	30.00	11823.34	28	2.260	Si
6	TTV-30	6C	14.90	174.37	29.90	11776.87	28	2.259	Si
7	TTV-10	7C	14.90	174.37	29.80	11764.85	28	2.264	Si
8	TTV-20	8C	14.90	174.37	29.70	11704.36	28	2.260	Si
9	TTV-30	9C	15.00	176.71	29.70	11844.73	28	2.257	Si
Fecha de rotura: 11/05/2021									
1	TTV-50	1I	15.00	176.71	29.80	11864.16	28	2.251	Si
2	TTV-60	2I	15.00	176.71	29.80	11855.63	28	2.248	Si
3	TTV-80	3I	14.90	174.37	30.00	11759.31	28	2.215	No
4	TTV-50	4I	14.90	174.37	29.90	11742.34	28	2.251	Si
5	TTV-60	5I	14.90	174.37	29.70	11659.64	28	2.247	Si
6	TTV-80	6I	14.90	174.37	30.00	11752.19	28	2.214	No
7	TTV-50	7I	14.90	174.37	30.00	11786.82	28	2.250	Si
8	TTV-60	8I	14.90	174.37	29.60	11611.32	28	2.248	Si
9	TTV-80	9I	14.90	174.37	29.90	11721.78	28	2.212	No
Fecha de rotura: 12/05/2021									
1	TTV-90	1J	15.00	176.71	30.00	11805.79	28	2.209	No
2	TTV-110	2J	15.00	176.71	29.90	11704.34	28	2.156	No
3	TTV-120	3J	14.90	174.37	29.90	11516.64	28	2.146	No
4	TTV-90	4J	14.90	174.37	29.80	11549.45	28	2.200	No
5	TTV-110	5J	14.90	174.37	29.90	11543.87	28	2.130	No
6	TTV-120	6J	14.90	174.37	29.70	11395.79	28	2.120	No
7	TTV-90	7J	14.90	174.37	30.00	11658.89	28	2.203	No
8	TTV-110	8J	14.90	174.37	29.70	11453.79	28	2.154	No
9	TTV-120	9J	14.90	174.37	29.90	11483.73	28	2.131	No
Fecha de rotura: 07/05/2021									
1	TTV-40	1H	15.00	176.71	29.80	11409.76	28	2.253	Si
2	TTV-70	2H	15.00	176.71	29.90	11389.78	28	2.227	No
3	TTV-110	3H	14.90	174.37	29.90	11187.64	28	2.167	No
4	TTV-40	4H	14.90	174.37	29.80	11267.94	28	2.252	Si
5	TTV-70	5H	14.90	174.37	30.00	11143.76	28	2.223	No
6	TTV-110	6H	14.90	174.37	29.70	10976.76	28	2.168	No
7	TTV-40	7H	14.90	174.37	30.00	11346.76	28	2.253	Si
8	TTV-70	8H	14.90	174.37	29.90	11231.15	28	2.229	No
9	TTV-110	9H	14.90	174.37	30.00	11145.78	28	2.169	No

Observaciones: TTV: Tiempo tardío de vaciado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 46, apreciamos los resultados de la densidad del concreto a diferentes tiempos de vaciado del concreto, habiendo un mínimo de 3 testigos por cada caso de instancia y una diferencia notable en las densidades, también apreciamos un código para identificación de briqueta y también un pronunciamiento de aceptación del ensayo, basados en CIP – 36 CONCRETO ESTRUCTURAL DE PESO LIVIANO Y NORMAL (2020).

Tabla 47: Promedio de densidad del concreto a los 28 días.

N°	REGISTRO DE PROBETAS	EDAD días	DENSIDAD	PRONUNCIAMIENTO DE ACEPTACIÓN
1	TTV-10	28	2.263	Si
2	TTV-20	28	2.260	Si
3	TTV-30	28	2.258	Si
4	TTV-40	28	2.253	Si
5	TTV-50	28	2.251	Si
6	TTV-60	28	2.248	Si
7	TTV-70	28	2.226	No
8	TTV-80	28	2.214	No
9	TTV-90	28	2.204	No
10	TTV-100	28	2.168	No
11	TTV-110	28	2.147	No
12	TTV-120	28	2.132	No

Observaciones: TTV: Tiempo tardío de vaceado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 47, apreciamos los resultados promediados de la densidad del concreto a los 28 días de fraguado.



Figura 12: Densidad del concreto de 14 días.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos los resultados promedios de la densidad, para cada tiempo de vaciado del concreto, para un concreto de 28 días de fraguado, en el cual apreciamos que hay un mayor descenso a partir de los 60 minutos de TTV del concreto.

Analizando los datos de la figura 14, 15 y 16, es correcto decir que los resultados de la densidad que se obtienen disminuyen conforme el TTVC aumenta, teniéndose que según la tabla 43:

Tabla 48: Diferencia de la densidad del concreto.

DIFERENCIA DE LA DENSIDAD DEL CONCRETO									
TTV (MINUTOS)	CONCRETO DE 7 DÍAS			CONCRETO DE 14 DÍAS			CONCRETO DE 28 DÍAS		
	DENSIDAD (GR/CM3)	DENSIDAD (%)	DIFERENCIA	DENSIDA D (KG/CM2)	DENSIDAD (%)	DIFERENCIA	DENSIDAD (KG/CM2)	DENSIDAD (%)	DIFERENCIA
			EN DENSIDAD (%)			EN DENSIDAD (%)			EN DENSIDAD (%)
10.00	2.245	100.000	0.000	2.256	100.000	0.000	2.263	100.000	0.000
20.00	2.243	99.901	0.099	2.255	99.939	0.061	2.260	99.855	0.145
30.00	2.241	99.849	0.151	2.254	99.903	0.097	2.258	99.760	0.240
40.00	2.238	99.675	0.325	2.249	99.691	0.309	2.253	99.532	0.468
50.00	2.235	99.560	0.440	2.247	99.570	0.430	2.251	99.444	0.556
60.00	2.233	99.487	0.513	2.243	99.417	0.583	2.248	99.302	0.698
70.00	2.201	98.037	1.963	2.198	97.421	2.579	2.226	98.353	1.647
80.00	2.185	97.326	2.674	2.186	96.879	3.121	2.214	97.803	2.197
90.00	2.173	96.813	3.187	2.175	96.412	3.588	2.204	97.375	2.625
100.00	2.151	95.820	4.180	2.141	94.906	5.094	2.168	95.789	4.211
110.00	2.135	95.111	4.889	2.129	94.360	5.640	2.147	94.844	5.156
120.00	2.125	94.641	5.359	2.114	93.682	6.318	2.132	94.195	5.805

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 48, apreciamos los resultados de la densidad del concreto, la disminución de dicha densidad, para cada TTVC, también la densidad en porcentaje utilizando la densidad del TTVC-10 como 100%, la diferencia de densidad de la densidad de TTVC-10 con los otros tiempos, todo esto para 7, 14 y 28 días de fraguado.

- **Conclusiones parciales**

- Para el concreto de 7 días de fraguado, con 0 minutos de TTVC, la densidad es de 2.245 gr/cm³ y éste disminuye 0.513% con respecto al concreto de 7 días de fraguado con 60 minutos de TTVC y 5.359% con respecto al concreto de 7 días fraguado con 120 minutos de TTVC, siendo éste 2.125 gr/cm³.
- Para el concreto de 14 días de fraguado, con 0 minutos de TTVC, la densidad es de 2.256 gr/cm³ y éste disminuye 0.583% con respecto al concreto de 14 días de fraguado con 60 minutos de TTVC y 6.318% con respecto al concreto de 14 días fraguado con 120 minutos de TTVC, siendo éste 2.114 gr/cm³.



- Para el concreto de 28 días de fraguado, con 0 minutos de TTVC, la densidad es de 2.256 gr/cm³ y éste disminuye 0.698% con respecto al concreto de 28 días de fraguado con 60 minutos de TTVC y 5.805% con respecto al concreto de 28 días fraguado con 120 minutos de TTVC, siendo éste 2.132 gr/cm³.

- **Discusión de resultados**

Por lo tanto, y según los resultados obtenidos y analizados en la presente investigación, el TTVC de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, disminuye considerablemente su densidad (desde un 0.513% hasta un 6.318%, según el TTVC).

Se ha encontrado un retardo en el fraguado, bajo desarrollo del calor de hidratación y densidades más bajas que las muestras de cemento fresco. (Aranda, Quispe, & La Jara, pág. 3)

En este estudio como en otros realizados sobre cemento endurecido, se confirma la existencia de una relación inversa entre la porosidad y la resistencia de estos materiales. Sin embargo, considerando que el concreto es un material compuesto, su resistencia no depende solamente de las propiedades de la matriz y de sus agregados sino también de la calidad de la interfase entre estos. (Kosmatka et al, 2004)

Conforme a los datos presentados, y el análisis de estos, se presenta a continuación la curva de correlación entre el tiempo tardío de vaciado y la densidad del concreto.

- Para el concreto con fraguado de 7 días.

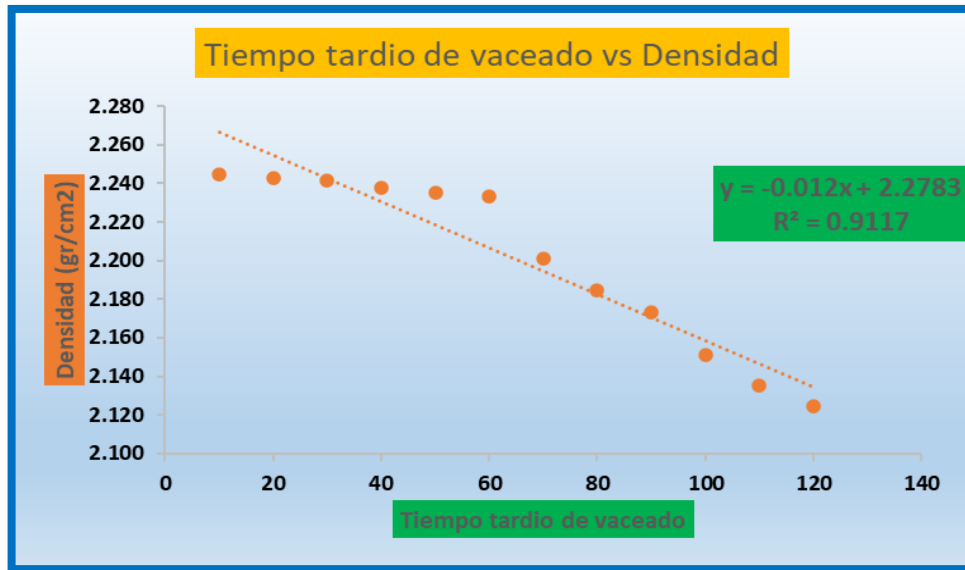


Figura 13: Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la densidad del concreto de 7 días de fraguado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos una ecuación de una línea tendencia que forman los resultados de la densidad del concreto con 7 días de fraguado, también apreciamos que existen resultados que están por encima y por debajo de la línea, lo que nos indica un mayor y menor descenso de la densidad.

- Para el concreto con fraguado de 14 días.

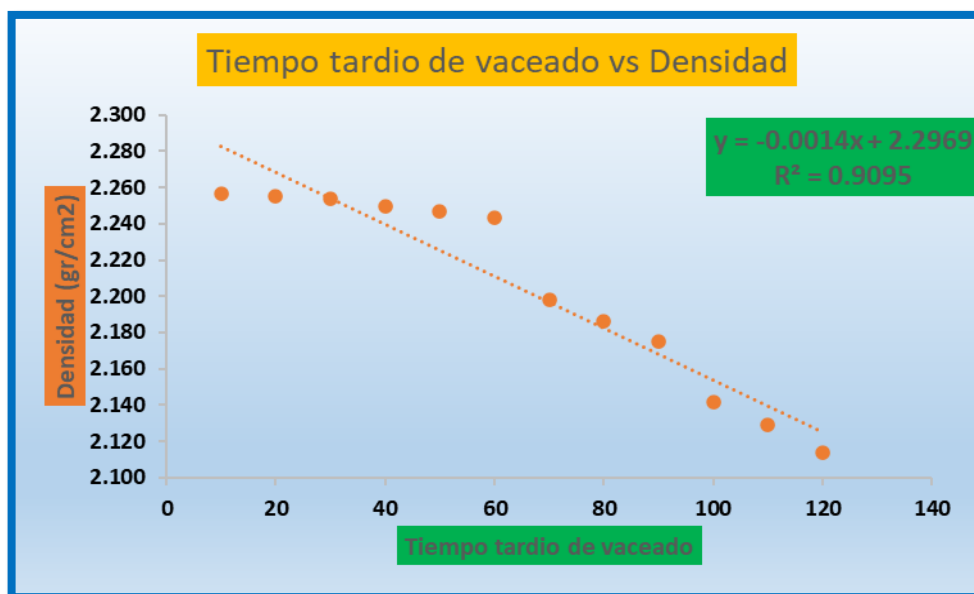


Figura 14: Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la densidad del concreto de 14 días de fraguado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos una ecuación de la línea tendencia que forman los resultados de la densidad del concreto con 14 días de fraguado, también apreciamos que existen resultados que están por encima y por debajo de la línea, lo que nos indica un mayor y menor descenso de la densidad.

- Para el concreto con fraguado de 28 días.

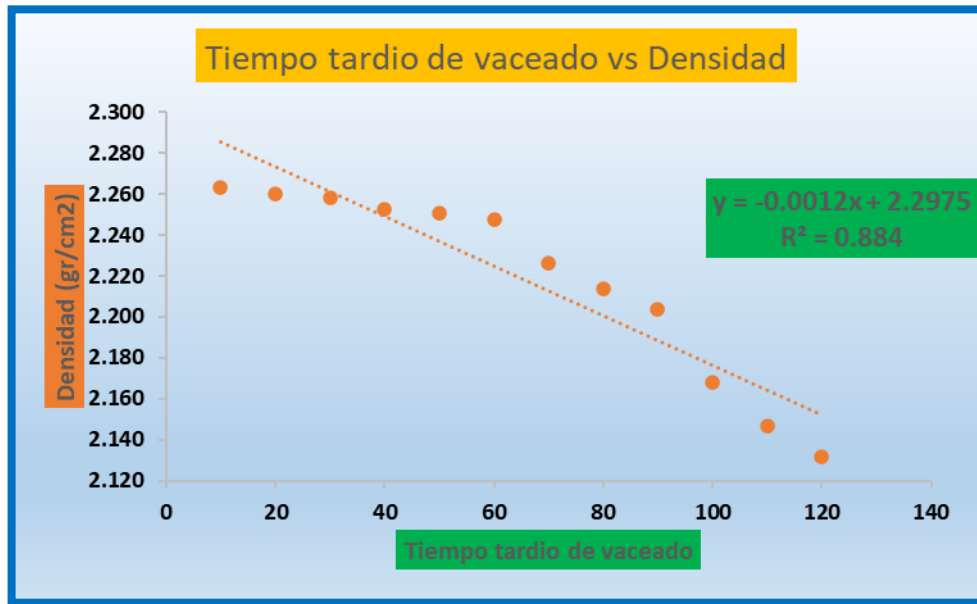


Figura 15: Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la densidad del concreto de 28 días de fraguado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos una ecuación de la línea tendencia que forman los resultados de la densidad del concreto con 28 días de fraguado, también apreciamos que existen resultados que están por encima y por debajo de la línea, lo que nos indica un mayor y menor descenso de la densidad.

4.3. ENSAYO REALIZADO EN CONCRETO ENDURECIDO

4.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Los datos de la resistencia a la compresión se presentan en la tabla 49.

Tabla 49: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades de fraguado.

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO						
CONCRETO DE 7 DÍAS			CONCRETO DE 14 DÍAS		CONCRETO DE 28 DÍAS	
TTV (MINUTOS)	CODIGO DE BRIQUETA	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	CODIGO DE BRIQUETA	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	CODIGO DE BRIQUETA	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)
10.00	1A	164.97	1B	181.27	1C	218.67
10.00	4A	165.94	4B	182.19	4C	219.62
10.00	7A	168.18	7B	182.79	7C	221.89
20.00	2A	159.08	2B	172.79	2C	213.73
20.00	5A	160.22	5B	176.35	5C	215.78
20.00	8A	161.81	8B	176.14	8C	214.94
30.00	3A	156.66	3B	170.97	3C	208.71
30.00	6A	154.00	6B	170.39	6C	207.18
30.00	9A	155.19	9B	169.38	9C	204.28
40.00	1F	149.43	1G	165.49	1H	200.49
40.00	4F	151.31	4G	168.82	4H	202.43
40.00	7F	150.97	7G	167.52	7H	202.62
50.00	1D	147.53	1E	163.36	1I	197.48
50.00	4D	148.42	4E	165.20	4I	199.73
50.00	7D	150.47	7E	164.43	7I	199.39
60.00	2D	145.22	2E	162.00	2I	195.46
60.00	5D	147.94	5E	163.37	5I	198.33
60.00	8D	146.62	8E	163.14	8I	196.77
70.00	2F	144.48	2G	159.46	2H	193.39
70.00	5F	146.96	5G	161.28	5H	195.25
70.00	8F	145.72	8G	161.09	8H	194.25
80.00	3D	145.47	3E	159.25	3I	193.68
80.00	6D	144.32	6E	159.14	6I	194.22
80.00	9D	144.52	9E	158.68	9I	192.92
90.00	1K	141.38	1L	155.50	1J	188.36
90.00	4K	143.14	4L	156.98	4J	190.49
90.00	7K	142.42	7L	156.36	7J	190.07
100.00	3F	141.90	3G	155.06	3H	189.15
100.00	6F	142.19	6G	154.51	6H	189.30
100.00	9F	141.36	9G	154.80	9H	188.41
110.00	2K	138.18	2L	151.75	2J	184.73
110.00	5K	139.70	5L	154.06	5J	186.79
110.00	8K	139.63	8L	152.97	8J	185.49
120.00	3K	137.86	3L	151.08	3J	184.75
120.00	6K	136.94	6L	151.56	6J	184.88
120.00	9K	137.31	9L	150.87	9J	183.24

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 49, apreciamos los resultados de la resistencia del concreto a la compresión, habiéndose realizado 3 testigos por cada TTVC, y 3 testigos por cada tiempo de fraguado, también sus códigos de briquetas, en las cuales el número en el código indica el número de briketa y la letra indica el grupo en el que se preparó la briketa.

A continuación, se presentan los resultados de resistencia del concreto resumidos.

Tabla 50: Promedio de resultados de resistencia a la compresión.

RESULTADOS PROMEDIOS DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESION			
TTV (MINUTOS)	CONCRETO DE 7 DÍAS	CONCRETO DE 14 DÍAS	CONCRETO DE 28 DÍAS
	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)
10.00	166.36	182.08	220.06
20.00	160.37	175.09	214.82
30.00	155.28	170.25	206.72
40.00	150.57	167.27	201.85
50.00	148.81	164.33	198.87
60.00	146.59	162.84	196.85
70.00	145.72	160.61	194.29
80.00	144.77	159.02	193.61
90.00	142.31	156.28	189.64
100.00	141.82	154.79	188.95
110.00	139.17	152.93	185.67
120.00	137.37	151.17	184.29

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 50, apreciamos los resultados promedios de la resistencia a la compresión del concreto, para cada TTVC y para 7, 14 y 28 días de fraguado.



Figura 16: Resistencia del concreto a los 7 días.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos visualmente la disminución de la resistencia a la compresión del concreto de 7 días de fraguado, mientras el TTVC aumenta.



Figura 17: Resistencia del concreto a los 14 días.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos visualmente la disminución de la resistencia a la compresión del concreto de 14 días de fraguado, mientras el TTVC aumenta.



Figura 18: Resistencia del concreto a los 28 días.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.



En esta figura, apreciamos visualmente la disminución de la resistencia a la compresión del concreto de 28 días de fraguado, mientras el TTVC aumenta.

Analizando los datos de la figura 17, 18 y 19, es correcto decir que los resultados de la resistencia a la compresión que se obtienen disminuyen conforme el TTVC aumenta, teniéndose que según la tabla 49:

Tabla 51: Diferencia de Resistencia a la compresión.

DIFERENCIA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION											
CONCRETO DE 7 DÍAS				CONCRETO DE 14 DÍAS				CONCRETO DE 28 DÍAS			
TTV (MINUTOS)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (%)	DIFERENCIA EN RESISTENCIA A LA COMPRESION (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (%)	DIFERENCIA EN RESISTENCIA A LA COMPRESION (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (%)	DIFERENCIA EN RESISTENCIA A LA COMPRESION (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (%)
	10.00	166.363	100.000	0.000	182.084	100.000	0.000	220.058	100.000	0.000	220.058
20.00	160.370	96.398	3.602	175.094	96.161	3.839	214.818	97.619	2.381	214.818	97.619
30.00	155.285	93.341	6.659	170.246	93.499	6.501	206.723	93.940	6.060	206.723	93.940
40.00	150.571	90.507	9.493	167.273	91.866	8.134	201.845	91.724	8.276	201.845	91.724
50.00	148.806	89.446	10.554	164.329	90.249	9.751	198.871	90.372	9.628	198.871	90.372
60.00	146.594	88.117	11.883	162.836	89.430	10.570	196.854	89.455	10.545	196.854	89.455
70.00	145.720	87.591	12.409	160.608	88.206	11.794	194.294	88.292	11.708	194.294	88.292
80.00	144.772	87.022	12.978	159.024	87.336	12.664	193.605	87.979	12.021	193.605	87.979
90.00	142.315	85.545	14.455	156.281	85.829	14.171	189.641	86.177	13.823	189.641	86.177
100.00	141.817	85.245	14.755	154.792	85.011	14.989	188.950	85.864	14.136	188.950	85.864
110.00	139.167	83.653	16.347	152.927	83.987	16.013	185.672	84.374	15.626	185.672	84.374
120.00	137.366	82.570	17.430	151.170	83.022	16.978	184.289	83.746	16.254	184.289	83.746

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 51, apreciamos los resultados de la resistencia del concreto a la compresión, la disminución de dicha resistencia, para cada TTVC.

Resistencia homogenizada en función a la resistencia proyectada de 7 y 14 días a 28 días de fraguado y resistencia de 28 días de fraguado.

Tabla 52: Resistencias homogenizadas de proyecciones.

TIEMPO TARDÍO DE VACIADO DEL CONCRETO (min)	RESISTENCIA PROYECTADA DE 14 DÍAS A 28 DÍAS (KG/CM2)	RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (KG/CM2)	RELACIÓN RESISTENCIA PROYECTADA DE 14 DÍAS A 28 DÍAS (%)	DIFERENCIA ENTRE LA PROYECCION DE RESISTENCIA Y LA RESISTENCIA A 28 DÍAS (%)
10	211.725	220.058	96.213	3.787
20	200.559	214.818	93.362	6.638
30	197.031	206.723	95.311	4.689
40	194.806	201.845	96.512	3.488
50	190.822	198.871	95.953	4.047
60	189.290	196.854	96.157	3.843
70	186.571	194.294	96.025	3.975
80	183.559	193.605	94.811	5.189
90	180.988	189.641	95.437	4.563
100	178.204	188.950	94.313	5.687
110	177.007	185.672	95.333	4.667
120	174.261	184.289	94.558	5.442

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 52, apreciamos las resistencias a la compresión de los días 7 y 14 proyectadas a los 28 días, corregidas con el factor de corrección en función del TTVC y a la resistencia de 28 días.

- **Conclusiones parciales**

- Para la proyección del concreto de 14 días a los 28 días, este presenta una reducción desde 3.488% hasta 6.638.
- Para el concreto de 7 días de fraguado, con 0 minutos de TTVC, la resistencia a la compresión es de 166.36 kg/cm² y éste disminuye 11.883% con respecto al concreto de 7 días de fraguado con 60 minutos de TTVC y 17.430% con respecto al concreto de 7 días fraguado con 120 minutos de TTVC, siendo éste 137.37 kg/cm².
- Para el concreto de 14 días de fraguado, con 0 minutos de TTVC, la resistencia a la compresión es de 182.08 kg/cm² y éste disminuye 10.570% con respecto

al concreto de 14 días de fraguado con 60 minutos de TTVC y 16.978% con respecto al concreto de 14 días fraguado con 120 minutos de TTVC, siendo éste 151.17 kg/cm².

- Para el concreto de 28 días de fraguado, con 0 minutos de TTVC, la resistencia a la compresión es de 220.06 kg/cm² y éste disminuye 10.545% con respecto al concreto de 28 días de fraguado con 60 minutos de TTVC y 16.254% con respecto al concreto de 28 días fraguado con 120 minutos de TTVC, siendo éste 184.29 kg/cm².

- **Discusión de resultados**

Por lo tanto, y según los resultados obtenidos y analizados en la presente investigación, el TTVC de $f_c = 210$ kg/cm², disminuye considerablemente su resistencia (desde un 10.545% hasta un 17.430%, según el TTVC), presentando una resistencia no aceptable para elementos estructurales.

En la tesis: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, REUTILIZADO EN LA ETAPA DE FRAGUADO”, realizado en la ciudad de Arequipa, se realizó un análisis a la resistencia a la compresión de un concreto $f_c = 420$ kg/cm², donde se llegó a las conclusiones que para un concreto de 28 días de curado, con un fraguado inicial de 30 minutos, la resistencia disminuye en un 8%; para un concreto de 28 días de curado, con un fraguado inicial de 60 minutos, la resistencia disminuye en un 12%, para un concreto de 28 días de curado, con un fraguado inicial de 90 minutos, la resistencia disminuye en un 15%, para un concreto de 28 días de curado, con un fraguado inicial de 30 minutos, la resistencia disminuye en un 18%.

Conociéndose todos los resultados se procede a realizar la correlación de la resistencia obtenida a diferentes días de fraguado vs la densidad del concreto. Para ello se la correlación de Pearson

Correlación de Pearson.

Tabla 53: Correlación de Pearson entre la resistencia y la densidad.

CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA RESISTENCIA VS LA DENSIDAD		DENSIDAD	RESISTENCIA DE 28 DIAS	RESISTENCIA DE 14 DÍAS PROYECTADA	TTVC
DENSIDAD	Correlación de Pearson	1	0.846	0.880	-0.952
RESISTENCIA DE 28 DIAS	Correlación de Pearson	0.846	1	0.985	-0.963
RESISTENCIA DE 14 DÍAS PROYECTADA	Correlación de Pearson	0.880	0.985	1	-0.974
TTVC	Correlación de Pearson	-0.952	-0.963	-0.974	1

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En la tabla 53, apreciamos que el coeficiente de la correlación de Pearson es superior a 0.80, lo que indica una correlación alta.

La tabla 53 nos indica, que mientras mayor sea la resistencia, mayor la densidad, también nos indica como se vio anteriormente, que mientras mayor sea el TTVC menor será la resistencia y la densidad

Conforme a los datos presentados, y el análisis de estos, se presenta a continuación la curva de correlación entre el tiempo tardío de vaciado y la resistencia a la compresión del concreto.

- Para el concreto con fraguado de 7 días.



Figura 19: Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la resistencia del concreto de 7 días de fraguado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos una ecuación de la recta que tiende a formar los resultados de resistencia a compresión del concreto con 7 días de fraguado, también apreciamos que existen resultados que están por encima y por debajo de la línea, lo que nos indica un mayor y menor descenso de la densidad.

- Para el concreto con fraguado de 14 días.



Figura 20: Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la resistencia del concreto de 14 días de fraguado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos una ecuación de la recta que tiende a formar los resultados de resistencia a compresión del concreto con 14 días de fraguado, también apreciamos que existen resultados que están por encima y por debajo de la línea, lo que nos indica un mayor y menor descenso de la densidad.

- Para el concreto con fraguado de 28 días.



Figura 21: Representación gráfica de la correlación entre el TTVC y la resistencia del concreto de 28 días de fraguado.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

En esta figura, apreciamos una ecuación de la recta que tiende a formar los resultados de resistencia a compresión del concreto con 28 días de fraguado, también apreciamos que existen resultados que están por encima y por debajo de la línea, lo que nos indica un mayor y menor descenso de la densidad.



V. CONCLUSIONES

5.1. CONCLUSIÓN GENERAL

El tiempo tardío de vaciado del concreto influye negativamente en la resistencia a la compresión del concreto, reduciendolo a una magnitud inferior de su diseño a partir de los 30 minutos de TTVC, también influye negativamente en la densidad del concreto, generandose una mayor reducción a partir de los 60 minutos de TTVC, por ultimo también influye negativamente en la consistencia del concreto en estado fresco, generandose una mayor reducción del asentamiento en el cono de Abrams a partir de los 40 minutos de TTVC.

5.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- Las diferencias en resistencia a la compresión del concreto se presentan en la tabla 51, habiendo una diferencia de 17.430% de resistencia a la compresión entre el concreto con 0 minutos de TTVC y el concreto de 120 minutos de TTVC, para el concreto de 7 días de fraguado.

Una diferencia de 16.978% de resistencia a la compresión entre el concreto con 0 minutos de TTVC y el concreto de 120 minutos de TTVC, para el concreto de 14 días de fraguado.

Una diferencia de 16.254% de resistencia a la compresión entre el concreto con 0 minutos de TTVC y el concreto de 120 minutos de TTVC, para el concreto de 28 días de fraguado.

Según la figura 20, 21 y 22, podemos notar que hay un mayor descenso que el promedio en la resistencia, en los TTVC de 10 a 30 minutos, y de 100 a 120 minutos.



La resistencia de 7 días de fraguado proyectada a 28 días, no tiene una homogeneidad de varianza con la resistencia de 28 días de fraguado, lo que indica que no es recomendable el uso de esta proyección.

La resistencia de 14 días de fraguado proyectada a 28 días, tiene una homogeneidad de varianza con la resistencia de 28 días de fraguado, lo que indica que, si es recomendable el uso de esta proyección, dándonos un factor de relación de 0.824 entre el concreto de 28 días de fraguado y el concreto de 14 días de fraguado.

- La variación de la consistencia del concreto se presenta en la tabla 41, habiendo una diferencia en el asentamiento del cono de Abrams de 81.698% del TTVC de 120 minutos, respecto a los 10 minutos de TTVC. Según la figura 10, podemos notar que hay un mayor descenso que el promedio en el asentamiento, en los TTVC de 80 a 120 minutos.
- Las diferencias en la densidad del concreto se presentan en la tabla 48, habiendo una diferencia de 5.359% de densidad entre el concreto con 0 minutos de TTVC y el concreto de 120 minutos de TTVC, para el concreto de 7 días de fraguado.

Una diferencia de 6.318% de resistencia a la compresión entre el concreto con 0 minutos de TTVC y el concreto de 120 minutos de TTVC, para el concreto de 14 días de fraguado.

Una diferencia de 5.805% de resistencia a la compresión entre el concreto con 0 minutos de TTVC y el concreto de 120 minutos de TTVC, para el concreto de 28 días de fraguado.



VI. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda tomar las precauciones necesarias para que el vaceado del concreto no sea interrumpido y el TTVC del concreto no supere los 30 minutos, posteriores a este tiempo podemos seguir utilizando el concreto en elementos no estructurales como son: cimentaciones corridas, sobre cimientos, falsos pisos, falsas zapatas, calzaduras y algunos muros.
- Si el TTVC del concreto supera los 30 minutos, se recomienda usar aditivos retardantes.
- Se recomienda realizar investigaciones similares siguiendo las siguientes consideraciones:
 - Realizar la investigación en otras ciudades y para diferentes condiciones climáticas.
 - Considerar el uso de aditivos retardantes, para observar posibles soluciones para las condiciones climáticas del lugar de la investigación.
 - Realizar el estudio con ensayos en condición de obra.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kohlhaas B. (1983). *Cement engineers hand book*, Berlin: Otto.
- Abanto Castillo, F. (1994). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- Pasquel, E. (1998). “*Tópicos de Tecnología del Concreto*”. Segunda Edición. Colegio de Ingenieros del Perú.
- ARI Queque, Ismael (2002). *Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento portland tipo I. (Tesis)* Universidad Nacional de Ingeniería.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación (tercera ed.)* (A. Martínez, Ed.) México: McGraw-Hill.
- Riva López, E. (2007). *Diseño de Mezclas*. Lima – Perú. -ICG.
- María Anabela, G. (2008). *Tiempo de fraguado del hormigón*. La Plata – Argentina.
- Reina Coardaza, J, C., Sánchez Blanco, M. J., & Solano Quintanilla, E.R. (2010). “*INFLUENCIA DE LA TASA DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA EN ESTADO FRESCOY ENDURECIDO*”. SAM SALVADOR.
- Herrera, R., & Tomas, F. (2011). *Seis sigmas. Métodos estadísticos y sus aplicaciones* Obtenido de www.eumed.net/libros/2011b/939.
- Molina, C. & Sencara, J. (2018). *Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de alta resistencia, reutilizado en la etapa de fraguado*. (Tesis) Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Cerón Velásquez, S. (2019). *Viabilidad técnica de la aplicación del aditivo estabilizador de hidratación para vaciado en tiempo tardío del concreto $f'c=210$ kg/cm²*. (Tesis) Universidad Privada del Norte, Lima.

ANEXOS

NOTAS

Tabla 54: Matriz de consistencia.

Matriz de consistencia			
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Problema general	Objetivo general	Hipótesis General	Variable independiente
¿Cuál es la influencia del tiempo tardío de vaciado del concreto en la resistencia a la compresión, consistencia y densidad del concreto $f_c=210$ kg/cm ² ?	Determinar la influencia del tiempo tardío de vaciado del concreto en la resistencia a la compresión, consistencia y densidad del concreto $f_c=210$ kg/cm ² .	Un tiempo tardío de vaciado del concreto, reduce la resistencia a la compresión, consistencia y densidad del concreto $f_c=210$ kg/cm ² .	Variable independiente: Tiempo de vaciado del concreto
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables dependientes
¿Cuál es la reducción de la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm ² vaciado inmediatamente después de su mezclado, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados?	Determinar la reducción de la resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm ² vaciado inmediatamente, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados.	A mayor tiempo tardío de vaciado del concreto $f_c=210$ kg/cm ² , la resistencia a la compresión de este concreto disminuye.	Variable dependiente: Resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm ² a la compresión.
¿Cuál es la reducción de la consistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm ² vaciado inmediatamente después de su mezclado, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados?	Determinar la reducción de la consistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm ² vaciado inmediatamente, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados.	A mayor tiempo tardío de vaciado del concreto $f_c=210$ kg/cm ² , la consistencia de este concreto disminuye.	Variable dependiente: Consistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm ²
¿Cuál es la reducción de la densidad del concreto $f_c=210$ kg/cm ² vaciado inmediatamente después de su mezclado, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados?	Determinar la reducción de la densidad del concreto $f_c=210$ kg/cm ² vaciado inmediatamente, con el concreto vaciado en diferentes tiempos determinados.	A mayor tiempo tardío de vaciado del concreto $f_c=210$ kg/cm ² , la densidad de este concreto disminuye.	Variable dependiente: Densidad del concreto

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

Tabla 55: Matriz de operacionalización de variables 1.0

INFLUENCIA DEL TIEMPO TARDÍO EN LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²			
CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLES	DEFINICIONES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
			TÉCNICAS/INSTRUMENTOS
			Técnicas/Instrumentos
Variable independiente			
Tiempo de vaciado del concreto	<p>Tiempo inmediatamente después de que la mezcla este lista para vaciado.</p>	<p>Control del tiempo contabilizado en minutos.</p>	<p>Variación del tiempo de vaciado del concreto, iniciando desde 10 minutos hasta 120 minutos, con una diferencia ascendente de 10 minutos.</p>
			Cronómetro, cuaderno de apuntes.
Variables dependientes	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm ² a la compresión.	<p>Es el máximo esfuerzo soportado por el testigo de concreto, sin romperse.</p>	<p>Relación entre la resistencia obtenida de los testigos en diferentes etapas de curado y la resistencia a los 28 días y a diferentes tiempos tardíos de fraguado.</p>	<p>Tiempo tardío de vaciado.</p>
			Variación del tiempo de vaciado del concreto, iniciando desde 10 minutos hasta 120 minutos, con una diferencia ascendente de 10 minutos.
			Cronómetro, cuaderno de apuntes.
Consistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm ²	<p>La consistencia es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma</p>	<p>Variación del asentamiento en el cono de Abrams, comparándolo con el asentamiento inicial que esta dentro del rango del asentamiento de diseño.</p>	<p>Días de fraguado</p>
			Diferentes días de fraguado del concreto, siendo estos 7, 14 y 28 días.
			Calendario, cuaderno de apuntes.
Densidad del concreto	<p>Es la cantidad de peso del material por una unidad de volumen.</p>	<p>Variación de la densidad, comparándolo con densidad inicial que esta dentro de un rango aceptable para un concreto bien compactado.</p>	<p>Tiempo tardío de vaciado.</p>
			Variación del tiempo de vaciado del concreto, iniciando desde 10 minutos hasta 120 minutos, con una diferencia ascendente de 10 minutos.
			Cronómetro, cuaderno de apuntes.
			Procesos experimentales, Como de Abrams, Cinta métrica, barra de acero, observaciones.
			Cronómetro, cuaderno de apuntes.
			Procesos experimentales, Balanza, vernier, cuaderno de apuntes.

Fuente:

ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

Tabla 56: Cuadro de operacionalización de variables 2.0

VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADOR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS
Tiempo de vaciado del concreto	Tiempo real medido	Documentación y fichas de laboratorio.	Cronómetro, cuaderno de apuntes.
VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADOR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS
Resistencia a la compresión del concreto	Valor de la resistencia	Medición y fichas de laboratorio.	Maquina de compresion uniaxial.
Consistencia del concreto	Asentamiento	Medición, observación y fichas de laboratorio.	Cono de Abrams.
Densidad del concreto	Peso por unidad de volúmen	Medición y fichas de laboratorio.	Balanza milimétrica de laboratorio.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.



Figura 22: Agregados utilizados.

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.



***Figura 23:** Almacenamiento del cemento.*

***Fuente:** ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.*

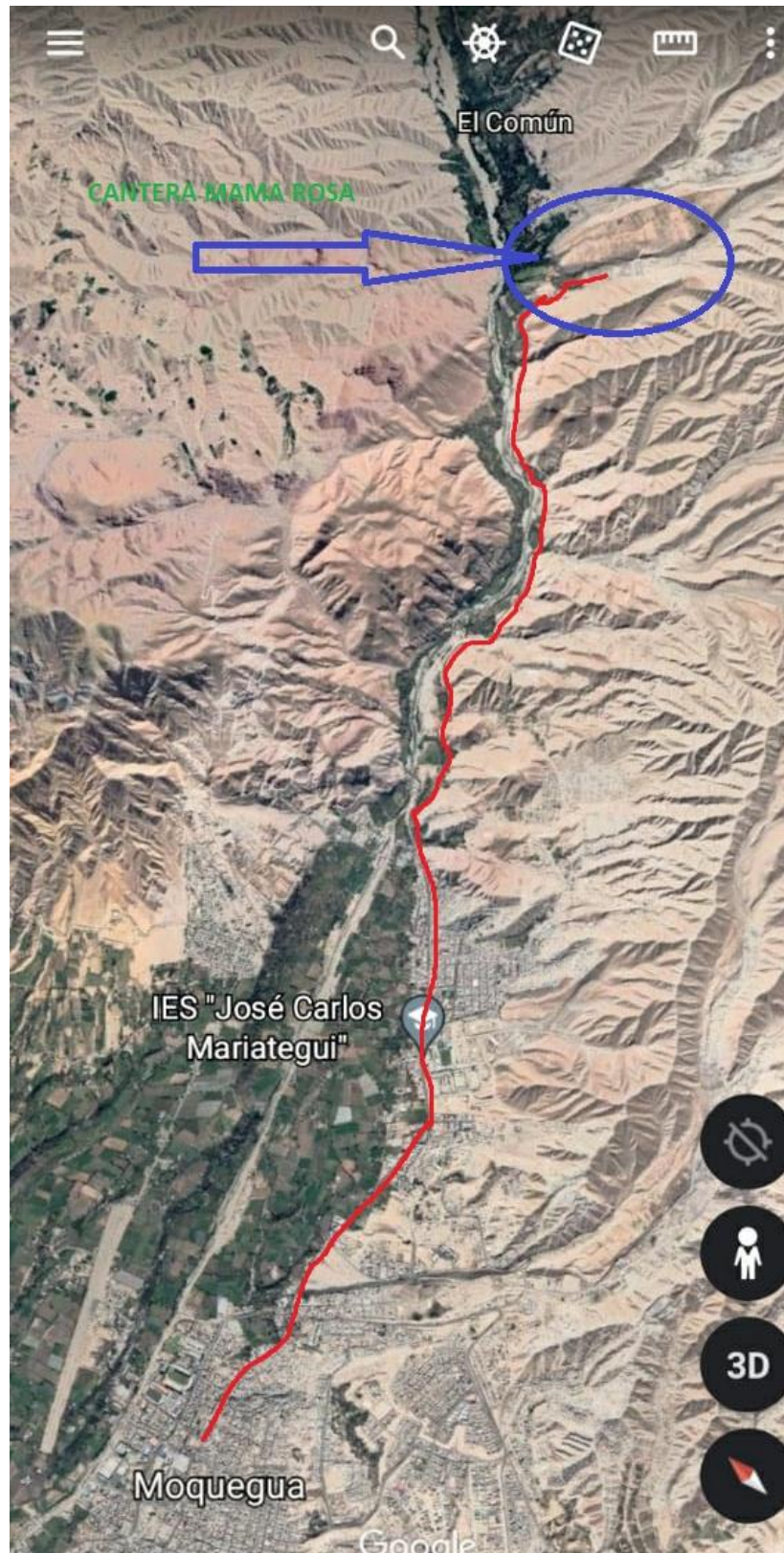


Figura 24: Ubicación de la cantera Mama Rosa

FUENTE: <http://www.google.com/maps/place/Moquegua,+Perú/>



Tabla 57: Cronograma de actividades realizados a grandes rasgos.

ACTIVIDAD	MES				
	1	2	3	4	5
SOLICITUD DE PRESTAMO DE CEMENTO	X				
ADQUISICION DE CEMENTO	X				
DESARROLLO DE LA TESIS PARTE EXPERIMENTAL		X	X		
DESARROLLO DE LA TESIS PARTE TEORICA					X
ESPERA DE RESULTADOS CERTIFICADOS				X	X

Fuente: ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.