

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMastrix® UW 450”**

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

**PRESENTADO POR:**

Bach. IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER

**ASESOR:**

Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO MIGUEL ANGEL

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

*Con infinito amor y gratitud a mis padres Amarildo y Carmen, por todo su apoyo incondicional, inmenso cariño y constante motivación. Por inculcarme valores, enseñanzas de vida y por demostrar en todo momento unión familiar.*

*A mi hermana por todas las alegrías y vivencias compartidas, por la unión fraternal y sus ánimos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi asesor el Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno, por su profesionalismo, su valioso tiempo y apoyo en cada instante de la realización de la presente investigación.*

*A mi familia por ser mi motivación y soporte, brindándome fuerzas para seguir adelante cada día.*

*A mis amigos, en especial Yoel Cubas Díaz Y Leiner Guerrero Gonzales por su oportuna ayuda para poder llevar a cabo esta investigación.*

# ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....	13
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN. ....	13
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. ....	13
1.5. ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. ....	13
1.6. OBJETIVOS. ....	14
1.6.1. OBJETIVO GENERAL. ....	14
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. ....	14
1.7. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO.....	14
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	16
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES. ....	17
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	18
2.2. BASES TEÓRICAS.....	18
2.2.1. CONCRETO. ....	18
2.2.2. CONCRETO VACIADO BAJO EL AGUA.....	31
2.2.3. METODOLOGÍA TREMIE.....	33
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	35
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>37</b>
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	37
3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN. ....	37
3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ORIGEN DE LOS AGREGADOS.....	37
3.2. TIEMPO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. ....	38
3.3. METODOLOGÍA .....	38
3.3.1. TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN. ....	38
3.3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	38
3.3.3. MUESTRA.....	38
3.3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	38
3.4. PROCEDIMIENTO .....	39
3.4.1. SELECCIÓN DE AGREGADOS.....	40
3.4.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS. ....	40
3.4.3. DISEÑO DE MEZCLA POR LA METODOLOGÍA DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS, CON CARACTERÍSTICAS PARA SER VACIADO EN EL AGUA.....	43

3.4.4.	ELABORACIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS. ....	45
3.4.5.	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO. ....	45
3.4.6.	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN. ....	45
3.4.7.	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO. ....	45
3.5.	TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. ....	46
3.5.1.	TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS ....	46
3.5.2.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. ....	46
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. ....</b>		<b>56</b>
4.1.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS. ....	56
4.2.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO ....	56
4.3.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN. ....	57
4.4.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL CONCRETO. ....	58
4.5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPÓTESIS. ....	58
4.6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LOS ANTECEDENTES TEÓRICOS. ....	59
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ....</b>		<b>60</b>
5.1.	CONCLUSIONES. ....	60
5.2.	RECOMENDACIONES. ....	61
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ....</b>		<b>62</b>
<b>ANEXOS. ....</b>		<b>65</b>
	ANEXO N° 1: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS ....	65
	ANEXO N° 2: DISEÑOS DE MEZCLA. ....	77
	ANEXO N° 3: RESULTADOS DE ENSAYOS DE PESO UNITARIO. ....	85
	ANEXO N° 4: RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ....	87
	ANEXO N° 5: RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL CONCRETO A LOS 28 DE CURADO. ....	93
	ANEXO N° 6: CONSTANCIA DE LABORATORIO. ....	95
	ANEXO N° 7: HOJA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO MS ....	96
	ANEXO N° 8: HOJA TÉCNICA DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix® UW 450. ....	97
	ANEXO N° 9: HOJA TÉCNICA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE Sikament® 290N ...	100
	ANEXO N° 10: PANEL FOTOGRÁFICO ....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Proporciones típicas de los componentes del concreto</i>	18
<i>Figura 2: Resistencia a la compresión del concreto para diferentes etapas y para distintos niveles de curado</i>	22
<i>Figura 3: Vaciado de concreto por la metodología tremie</i>	34
<i>Figura 4: Ubicación de laboratorio especializado - GUERSAN INGENIEROS SRL</i>	37
<i>Figura 5: Ubicación de la cantera Aguilar –Chilete</i>	38
<i>Figura 6: Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación</i>	39
<i>Figura 7: Peso unitario del concreto fresco para cada dosificación</i>	48
<i>Figura 8: Variación de la resistencia a la compresión promedio de los diferentes diseños a distintas edades de curado</i>	53
<i>Figura 9: Resistencia a la compresión promedio de los diferentes diseños a distintas edades de curado</i>	53
<i>Figura 10: Peso específico aparente promedio del concreto para los diferentes diseños</i>	54
<i>Figura 11: Variación del peso específico aparente promedio para los diferentes diseños</i>	55
<i>Figura 12: Curva de Distribución granulométrica del agregado fino – Ensayo N° 01</i>	65
<i>Figura 13: Curva de distribución granulométrica del agregado fino – Ensayo N° 02</i>	66
<i>Figura 14: Curva de distribución granulométrica del agregado fino – Ensayo N° 03</i>	67
<i>Figura 15: Curva de distribución granulométrica del agregado grueso – Ensayo N° 01</i>	71
<i>Figura 16: Curva de distribución granulométrica del agregado grueso – Ensayo N° 02</i>	72
<i>Figura 17: Curva de distribución granulométrica del agregado grueso – Ensayo N° 03</i>	73

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clases de mezclas según su asentamiento .....	20
Tabla 2: Componentes del cemento y su procedencia .....	25
Tabla 3: Porcentajes de los óxidos que componen el cemento .....	26
Tabla 4: Detalle de muestras .....	38
Tabla 5: Propiedades físicas y mecánicas de los agregados .....	46
Tabla 6: Dosificación de materiales por metro cúbico .....	47
Tabla 7: Peso unitario del concreto en estado fresco .....	47
Tabla 8: Resistencia a la compresión por diseño y a diferentes edades .....	48
Tabla 9: Estadística de la resistencia a la compresión del concreto patrón .....	49
Tabla 10: Estadística de la resistencia a la compresión del concreto con 260ml de aditivo por cada 100 kg de cemento .....	50
Tabla 11: Estadística de la resistencia a la compresión del concreto con 780ml de aditivo por cada 100 kg de cemento .....	51
Tabla 12: Estadística de la resistencia a la compresión del concreto con 1300ml de aditivo por cada 100 kg de cemento .....	52
Tabla 13: Peso específico aparente promedio del concreto para los diferentes diseños .....	54
Tabla 14: Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino – Ensayo N° 01.....	65
Tabla 15: Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino – Ensayo N° 02.....	66
Tabla 16: Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino – Ensayo N° 03.....	67
Tabla 17: Ensayo de peso específico y absorción para el agregado fino .....	68
Tabla 18: Peso específico del agua” .....	68
Tabla 19: Factor “F” del recipiente para agregado fino .....	68
Tabla 20: Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado fino .....	69
Tabla 21: Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado fino .....	69
Tabla 22: Ensayo de partículas < Tamiz N° 200 del agregado fino .....	69
Tabla 23: Ensayo de contenido de humedad (%) del agregado fino .....	70
Tabla 24: Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso – Ensayo N° 01.....	71
Tabla 25: Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso – Ensayo N° 02.....	72
Tabla 26: Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso – Ensayo N° 03.....	73
Tabla 27: Ensayo de peso específico y absorción para el agregado grueso .....	74
Tabla 28: Peso específico del agua .....	74
Tabla 29: Factor “F” del recipiente para agregado grueso .....	74
Tabla 30: Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado grueso .....	75
Tabla 31: Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado grueso .....	75
Tabla 32: Ensayo de partículas < Tamiz N° 200 del agregado grueso .....	75
Tabla 33: Ensayo de contenido de humedad (%) del agregado grueso .....	76
Tabla 34: Ensayo de abrasión del agregado grueso .....	76

<i>Tabla 35: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco para el diseño patrón</i>	85
<i>Tabla 36: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco para el diseño de 260 ml por cada 100 kg de cemento</i>	85
<i>Tabla 37: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco para el diseño de 780 ml por cada 100 kg de cemento</i>	86
<i>Tabla 38: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco para el diseño de 1300 ml por cada 100 kg de cemento</i>	86
<i>Tabla 39: Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del diseño patrón</i>	87
<i>Tabla 40: Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del diseño patrón</i>	87
<i>Tabla 41: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del diseño patrón</i>	88
<i>Tabla 42: Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del diseño con 260 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento</i>	88
<i>Tabla 43: Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del diseño con 260 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento</i>	89
<i>Tabla 44: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del diseño con 260 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento</i>	89
<i>Tabla 45: Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del diseño con 780 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento</i>	90
<i>Tabla 46: Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del diseño con 780 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento</i>	90
<i>Tabla 47: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del diseño con 780 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento</i>	91
<i>Tabla 48: Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del diseño con 1300 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento</i>	91
<i>Tabla 49: Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del diseño con 1300 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento</i>	92
<i>Tabla 50: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del diseño con 1300 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento</i>	92
<i>Tabla 51: Resultados del ensayo de peso específico del concreto patrón a los 28 días</i>	93
<i>Tabla 52: Resultados del ensayo de peso específico del concreto con una dosificación de 260 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento a los 28 días</i>	93
<i>Tabla 53: Resultados del ensayo de peso específico del concreto con una dosificación de 780 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento a los 28 días</i>	94
<i>Tabla 54: Resultados del ensayo de peso específico del concreto con una dosificación de 1300 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento a los 28 días</i>	94



## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografía 1: Extracción de agregado de la cantera Aguilar - Chilete</i> .....	102
<i>Fotografía 2: Análisis granulométrico del agregado fino</i> .....	102
<i>Fotografía 3: Análisis granulométrico del agregado grueso</i> .....	103
<i>Fotografía 4: Ensayo de peso específico del agregado fino</i> .....	103
<i>Fotografía 5: Ensayo de peso específico del agregado grueso</i> .....	104
<i>Fotografía 6: Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado fino</i> .....	104
<i>Fotografía 7: Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado grueso</i> .....	105
<i>Fotografía 8: Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado fino</i> .....	105
<i>Fotografía 9: Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado grueso</i> .....	106
<i>Fotografía 10: Ensayo de porcentaje de finos que pasan el tamiz N° 200</i> .....	106
<i>Fotografía 11: Ensayo de contenido de humedad de los agregados</i> .....	107
<i>Fotografía 12: Ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles del agregado grueso</i> ..	107
<i>Fotografía 13: Determinación del peso específico del aditivo MasterMatrix® UW450</i> .....	108
<i>Fotografía 14: Elaboración de la mezcla patrón</i> .....	108
<i>Fotografía 15: Ensayo de revenimiento del concreto patrón</i> .....	109
<i>Fotografía 16: Elaboración de probetas cilíndricas del concreto patrón</i> .....	109
<i>Fotografía 17: Aspecto de la mezcla de concreto antes de añadir el aditivo anti-deslave</i> ..	110
<i>Fotografía 18: Adición a la mezcla al añadir el aditivo anti-deslave</i> .....	110
<i>Fotografía 19: Reacción de la mezcla al añadir el aditivo anti-deslave</i> .....	111
<i>Fotografía 20: Adición de aditivo plastificante para recuperar la trabajabilidad</i> .....	111
<i>Fotografía 21: Ensayo de revenimiento del concreto anti-deslave</i> .....	112
<i>Fotografía 22: Colocación del concreto por el método tremie</i> .....	112
<i>Fotografía 23: Identificación y curado con cal de probetas cilíndricas</i> .....	113
<i>Fotografía 24: Ensayo de peso unitario del concreto fresco</i> .....	113
<i>Fotografía 25: Ensayo de resistencia a la compresión</i> .....	114
<i>Fotografía 26: Falla tipo V en la ruptura a compresión</i> .....	114
<i>Fotografía 27: Ensayo de peso unitario del concreto a los 28 días</i> .....	115

## RESUMEN

A causa de diversas razones como programación de obra, proceso constructivo, impacto ambiental, innovación tecnológica, construcción subacuática y concretos que son vaciados en contacto con agua; es necesario usar aditivos anti-deslave que eviten el lavado de las partículas finas (cemento) de la mezcla y de tal manera asegurar la resistencia del concreto. El objetivo de esta investigación es determinar la variación de la resistencia a compresión que tiene un concreto normal al añadirle aditivo anti-deslave MasterMatrix® UW 450 en cantidades de 260, 780 y 1300 ml por cada 100 kg de cemento para una resistencia específica de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Para lograr el objetivo se definieron las características físicas y mecánicas del agregado grueso y agregado fino, el diseño de mezcla se realizó por la metodología de combinación de agregados y se elaboraron mediante el método tremie 120 especímenes cilíndricos de concreto, a los cuales se evaluó la resistencia a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados obtenidos en laboratorio indican una disminución de la resistencia, para las dosificaciones de 260, 780 y 1300 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento indicaron, respectivamente, una variación de la resistencia a los 7 días de 7.96%, 9.38% y 19.52%, a los 14 días la variación fue de 16.38%, 21.39% y 33.64% y a los 28 días la variación fue de 20.14%, 43.38% y 45.90%. Por lo tanto, se concluyó que la resistencia disminuye mientras mayor sea la dosificación de aditivo anti-deslave, siendo mayor al 5% en todos los casos.

**Palabras Clave:** anti-deslave, concreto bajo el agua, tremie, agregados, resistencia a compresión.

## ABSTRACT

Due to various reasons such as work scheduling, construction process, environmental impact, technological innovation, underwater construction and concrete that are emptied in contact with water; It is necessary to use anti-washout additives that prevent the washing of fine particles (cement) from the mix and in such a way ensure the strength of the concrete. The objective of this investigation is to determine the variation in the compressive strength of normal concrete when adding anti-washout admixture MasterMatrix® UW 450 in quantities of 260, 780 and 1300 ml per 100 kg of cement for a specific resistance of 280 kg/cm<sup>2</sup>. To achieve the objective, the physical and mechanical characteristics of the coarse aggregate and fine aggregate were defined, the mix design was carried out by the aggregate combination methodology and 120 cylindrical concrete specimens, to which the resistance to 7, 14 and 28 days of curing. The results obtained in the laboratory indicate a decrease in resistance, for the dosages of 260, 780 and 1300 ml of anti-washout additive per 100 kg of cement, respectively, indicated a variation in resistance at 7 days of 7.96%, 9.38% and 19.52%, at 14 days the variation was 16.38%, 21.39% and 33.64% and at 28 days the variation was 20.14%, 43.38% and 45.90%. Therefore, it was concluded that the resistance decreases the higher the anti-washout additive dosage, being greater than 5% in all cases.

**Key Words:** anti-washout, underwater concrete, tremie, aggregates, compressive strength.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La construcción está evolucionando muy rápidamente en las últimas décadas y de la misma manera evolucionan las nuevas tecnologías para poder satisfacer las necesidades que se presentan en el proceso constructivo. Estas tecnologías han desarrollado aditivos que aportan nuevas propiedades y características al concreto que es el elemento más usado y resistente en la construcción.

Alrededor del mundo en países desarrollados los grandes proyectos están a la vanguardia de la tecnología en la construcción, es por eso que en estructuras como el puente Akashi Kakyo (Japón), el puente que conecta la Ciudad del Carmen y Campeche (México) y las reformas de la presa Braddock (Estados Unidos) se ha usado tecnología anti deslave en el concreto ya que dichas estructuras están en contacto con el agua. (DÍAZ, 2015)

Los nuevos aditivos que se han desarrollado para solucionar la problemática de vaciar en agua originan que el concreto en estado fresco adquiera propiedades tixotrópicas que no permiten una disgregación significativa de los materiales. Esta nueva propiedad que se puede dar a los concretos es de mucha utilidad en los proyectos hidráulicos en los que es necesario vaciar grandes cantidades de concreto dentro del agua donde los costos del encofrado y el aislamiento del agua para poder colocar el concreto pueden alcanzar porcentajes muy elevados del costo del proyecto. Las cimentaciones de edificaciones también se ven en la necesidad de recurrir a un concreto con estas características cuando el vaciado de su estructura está por debajo de niveles freáticos y se ven asediados continuamente por la inundación de sus excavaciones dificultando excesivamente la colocación del concreto. (MACEDO & MIRANDA, 2017)

Esta nueva propiedad anti-deslave es muy necesaria para satisfacer algunas necesidades y sortear dificultades en obra, pero la gran interrogante es: ¿Cuánto varía la resistencia a compresión de un concreto al incorporarle estos aditivos anti-deslave? Esa es la pregunta que se procura responder con esta investigación; analizar la resistencia a compresión de un concreto con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  adicionando el aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450 en diferentes porcentajes para darle propiedades tixotrópicas al concreto fresco.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Cuál es la variación en la resistencia a compresión del concreto de  $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$  al emplear en la mezcla el cemento Portland tipo MS y diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMatrix® UW 450?

## **1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.**

La resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  usando cemento portland tipo MS y diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMatrix UW 450 varía más del 5% comparado con los especímenes patrón.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

El desarrollo de la presente investigación se justificó porque la adición del aditivo MasterMatrix® UW 450 al concreto fresco le brinda la propiedad anti-deslave que hace posible la colocación del concreto directamente sobre el agua, permitiendo disminuir el tiempo e inversión durante el proceso constructivo de estructuras que estén en contacto inmediato con el agua ya sea porque la cimentación se encuentra por debajo del nivel freático o porque son estructuras de obras hidráulicas que se realizan en el medio acuoso.

Se justificó también por ser una innovación en las características de un concreto al cual se ha investigado muy poco en el Perú, siendo de suma importancia la introducción de nuevas tecnologías para mantenernos en la vanguardia constructiva; este estudio contribuyó a evaluar la resistencia a compresión de un concreto usando los aditivos anti-deslave.

Finalmente se tiene una justificación medio-ambiental ya que al emplear este aditivo disminuye el lavado de finos (cemento) en el agua, siendo ecológicamente sustentable al disminuir la alteración del agua por acción del cemento.

## **1.5. ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

La presente investigación es de tipo experimental con un enfoque cuantitativo que consistió en evaluar la resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con cemento Portland tipo MS, agregados de una cantera de río y el aditivo MasterMatrix® UW 450 en distintos porcentajes, 260, 780 y 1300 ml cada 100 kg de cemento.

Para esto se elaboró testigos de concreto, previo diseño de mezcla, los cuales se evaluaron a diferentes edades de curado 7, 14 y 28 días.

El diseño incluyó:

- El cemento que se utilizó es el Cemento Portland tipo MS de la marca Pacasmayo acorde a la NTP 334.082.
- Los agregados grueso y fino que se utilizaron fueron de procedencia de una cantera de río, se consideró que el agregado grueso con un TMN de 1/2".
- Se adicionó aditivo plastificante Sikament® 290N para aportar trabajabilidad a la mezcla.
- La relación agua cemento se escogió por durabilidad para una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup>.
- El diseño de la mezcla se realizó con el método del módulo de fineza de la combinación de agregados.
- La colocación del concreto se realizó utilizando el método tremie.

## **1.6. OBJETIVOS.**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Determinar la variación de la resistencia a compresión de un concreto  $f^c=280\text{Kg/cm}^2$  para ser vaciado dentro del agua usando cemento Portland tipo MS con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450.

### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Determinar el peso unitario del concreto en estado fresco, utilizando cemento Portland tipo MS y aditivo MasterMastrix® UW 450 al 260, 780 y 1300 ml cada 100 kg de cemento.
- Determinar el peso específico aparente del concreto a los 28 días de curado, utilizando cemento Portland tipo MS y aditivo MasterMastrix® UW 450 al 260, 780y 1300 ml cada 100 kg de cemento.

## **1.7. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO.**

### **- Capítulo I: Introducción.**

En este capítulo se encuentra el planteamiento del problema, la formulación del problema, la hipótesis de la investigación, justificación de la investigación, los alcances, la delimitación de la investigación y finalmente los objetivos de la misma.

- **Capítulo II: Marco Teórico.**

En este capítulo se presenta los antecedentes teóricos de investigaciones similares tanto en el ámbito local, nacional e internacional. Posteriormente se presenta las bases y fundamentos teóricos que servirán para el desarrollo correcto de la presente investigación.

- **Capítulo III: Materiales y Métodos.**

En este capítulo se señala la ubicación geográfica y tiempo en que se realizó la investigación, además se describen los procedimientos realizados obtener los resultados en esta investigación. Para finalizar se presentan los resultados obtenidos, en concordancia con los objetivos.

- **Capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados.**

En este capítulo se analiza los resultados obtenidos, describiéndolos, explicándolos y comparándolos.

- **Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.**

La investigación finaliza con este capítulo, aquí se presentan las conclusiones en concordancia con los objetivos planteados en el Capítulo I y a los resultados obtenidos, así mismo se brindan recomendaciones para posteriores ampliaciones de la presente investigación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

**Sonebi M., Tamimi A., Bartos P. (2000)** En su investigación “*Application of factorial models to predict the effect of anti-washout admixture, superplasticizer and cement on slump, flow time and washout resistance of underwater concrete*” realizada en Scotland, Reino Unido. Consideran los parámetros a investigar a la dosis de cemento, las concentraciones de aditivo anti-lavado y súper plastificante. Diseñaron un concreto cuya relación agua/cemento fue de 0.43 y las cantidades de aditivo anti-lavado y súper plastificante variaron entre 0.02% –0.13% y 0.4% –1.8%, en masa de cemento, respectivamente.

Los resultados de las pruebas indicaron que el revenimiento está muy afectado, en orden de importancia, por la dosis de cemento y la dosis de súper plastificante, luego por la concentración de aditivo anti-lavado. La pérdida de masa por lavado se ve influida, en orden de importancia, por la concentración de aditivo anti-lavado, la dosis de cemento, la concentración de súper plastificante y la interacción entre las dosis de cemento y el aditivo anti-lavado.

**Sonebi M., Khayat K., Bartos P. (1999)** en su investigación “*Assessment of washout resistance of underwater concrete: a comparison between CRD C61 and new MC-1 tests*” realizada en Scotland, Reino Unido los autores en esta tesis comparan dos métodos para medir el lavado de un concreto vaciado dentro del agua con aditivo anti-deslave y superplastificante, el primer método es la prueba de inmersión (CRD C61), utilizada en América del Norte, y el segundo es la prueba de pulverización (MC-1), perfeccionada en la Universidad de Paisley.

En general, se encontró que la nueva prueba de rociado era una prueba más severa que mostró mejores resultados de lavado que la prueba de inmersión. La investigación buscó establecer una relación entre ambas pruebas.



### 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.

**Macedo E. y Miranda J. (2016)** en su investigación *“Diseño De Concreto Anti-deslave, Para Vaciados En Zonas Con Presencia De Nivel Freático Alto Con Uso De Aditivos, En La Ciudad De Arequipa”* los autores buscan disminuir las consecuencias provocadas por la exposición del concreto en su estado fresco directamente con el agua.

A fin de lograr esto usaron aditivos que proporcionan mayor cohesividad a la mezcla, partieron por hacer diseños de mezcla patrón por dos métodos diferentes de diseño, el del ACI 211 y el método de máxima compactación a resistencias de 175 kg/cm<sup>2</sup>, 210 kg/cm<sup>2</sup> y a 280 kg/cm<sup>2</sup>, luego añadieron aditivos en tres proporciones diferentes los aditivos fueron un súper plastificante y un anti-deslave, cuyos efectos en el concreto difieren.

El vaciado fue realizado por el método tremie, midieron la resistencia al lavado del concreto fresco bajo agua, con lo cual pudieron hacer una comparación de las diferentes dosificaciones. Comprobaron que luego de la aplicación de los aditivos, el concreto obtuvo resistencias superiores al concreto patrón; además de disminuir la cantidad de material lavado de la mezcla de tal forma que disminuya la posibilidad de degradación del concreto.

**Díaz J. y Soberón J. (2019)** en su investigación *“Concreto Antideslave con Incorporación de Aditivos para Vaciado en Estructuras Bajo Nivel Freático Alto - Distrito de Jaén”* realizado en la ciudad de Jaén los autores recurrieron a la adición de microsílíce para aportar cohesión y viscosidad a la mezcla y de un superplastificante para otorgar la propiedad auto-compactante al concreto, la colocación del concreto la hicieron con la metodología tremie. (DÍAZ & SOBERÓN, 2019)

Trabajaron con una relación agua cemento de 0.45 y tres porcentajes distintos de microsílíce: 6%, 10% y 14% en peso cemento concluyendo que a mayor adición de microsílíce el concreto tiene un mejor desempeño bajo el agua con una mínima pérdida de finos y la resistencia incrementa proporcionalmente a la adición de microsílíce.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.

Gómez R. (2017) en su investigación “Resistencia a compresión axial de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de aditivo anti-deslave” realizado en la ciudad de Cajamarca. En su investigación elaboró un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para el cual usó cemento Portland Tipo I y agregados de la cantera “La Victoria” además de un aditivo anti-deslave en dosificaciones del 8%, 10% y 12% del peso del cemento.

Gómez concluye que el porcentaje de aditivo que dio mejores resultados es el de 10% en peso del cemento, pero ninguno de los 3 casos que prueba con diferentes porcentajes de aditivo anti-deslave logra igualar o superar la resistencia de sus especímenes patrón.

## 2.2. BASES TEÓRICAS.

### 2.2.1. CONCRETO.

Es un material que está constituido por una mezcla en ciertas proporciones de material aglomerante (agua y cemento), agregados y en ciertos casos aditivos, que según sea el caso pueden denotar una estructura seca, plástica o fluida para posteriormente endurecer y adquirir propiedades aislantes y resistentes. La conjugación de los componentes en distintas proporciones hace al concreto un material con un comportamiento peculiar y original ya que sus propiedades físicas y mecánicas cambian según varíen las proporciones. (PASQUEL, 1998)

El concreto es un material que está formado por cemento Portland, agua, agregado grueso, agregado fino y aire que se mezcla en proporciones adecuadas para obtener características prefijadas, especialmente la resistencia. (ABANTO, 2009)

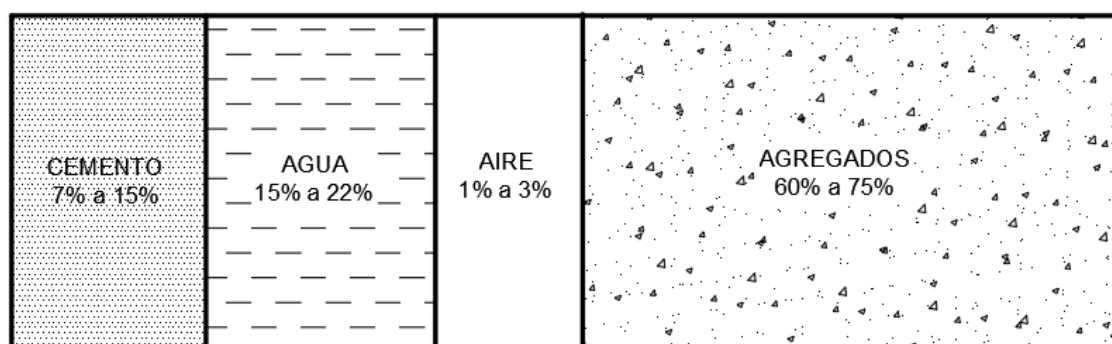


Figura 1: Proporciones típicas de los componentes del concreto

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú - PASQUEL E. 1998

### **2.2.1.1. CONCRETO FRESCO.**

#### **a) TRABAJABILIDAD O MANEJABILIDAD.**

La trabajabilidad está definida como la dificultad para mezclar, transportar, colocar y compactar el concreto; está influenciada principalmente por el porcentaje de finos, la cantidad de agua y la armonía entre gruesos y finos. El método más usado para medir la trabajabilidad del concreto es el “Slump” o asentamiento, pero debemos tener en cuenta que este ensayo es más una prueba de la uniformidad de la mezcla que de la trabajabilidad ya que podemos obtener concretos de igual “Slump” pero de trabajabilidad diferente. (PASQUEL, 1998)

Se define también a la trabajabilidad como la cantidad de trabajo interno útil obligatorio para llegar a una compactación total o densidad máxima; es importante que el concreto obtenga una densidad máxima ya que la presencia de vacíos en el concreto es muy adverso para la resistencia. El trabajo interno útil es el trabajo que se necesita para vencer la fricción entre partículas y del concreto con los encofrados o moldes. (NEVILLE & BROOKS, 1998)

#### **b) SEGREGACIÓN.**

Es la separación de los elementos de una mezcla homogénea, en el caso del concreto es la separación del agregado grueso de la pasta (cemento, agua y agregado fino) de manera que la mezcla ya no es uniforme. Puede darse por la diferencia entre pesos específicos de los componentes, mala gradación de los agregados o por un uso indebido del vibrador de concreto. (NEVILLE & BROOKS, 1998)

La diferencia de densidades ocasiona que las partículas con mayor peso descendan, por lo general la diferencia entre el mortero y el agregado grueso es solo del 20% para agregados normales y bien gradados. La viscosidad en un mortero es indispensable tenerlo en cuenta para controlar la segregación de los componentes del concreto, ya que una mezcla con menor viscosidad tiene mayor riesgo de separación de sus componentes. (PASQUEL, 1998)

#### **c) EXUDACIÓN O SANGRADO.**

Se define como la subida de parte del agua de mezcla ocasionado por la sedimentación de los componentes sólidos del concreto, puede ser producido por una inadecuada dosificación de mezcla, exceso de agua, utilización de aditivos o por temperatura. (ABANTO, 2009)

También es conocida como ganancia de agua, puede expresarse cuantitativamente como la reducción de altura por unidad de altura del concreto, la exudación termina cuando el concreto se ha endurecido; las consecuencias de la exudación son que la parte superior del concreto quede demasiado húmeda, que quede una mezcla porosa propiciando la permeabilidad del concreto. La exudación no es necesariamente dañina ya que al evaporarse el agua deja un concreto con una relación agua/cemento más baja lo que otorga mayor resistencia. (NEVILLE & BROOKS, 1998)

La exudación es una condición normal del concreto, lo que se debe evitar es el secado polvoreando cemento sobre el agua exudada ya que se origina una capa de pasta muy delgada que queda aislada del concreto inferior y como efecto se producirá el agrietamiento de la misma en el patrón panal de abeja. (PASQUEL, 1998)

**d) CONSISTENCIA O FLUIDEZ.**

Es a particularidad del concreto en estado fresco que está relacionada directamente con el contenido de agua en la mezcla. El método de ensayo está dado por el Slump o revenimiento para realizarlo se emplea el cono de Abrams, que consiste en un ensayo sencillo que se puede aplicar en obra o laboratorio. Según la consistencia del concreto se clasifica en tres tipos. (ABANTO, 2009)

*Tabla 1: Clases de mezclas según su asentamiento*

*Fuente: Tecnología del Concreto - ABANTO F. 2009*

<b>CONSISTENCIA</b>	<b>SLUMP</b>	<b>TRABAJABILIDAD</b>	<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>
Seca	0 – 2''	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3'' – 4''	Trabajable	Vibración ligera, chuseado
Fluida	> a 5''	Muy trabajable	Chuseado

**e) HOMOGENEIDAD.**

La homogeneidad es una característica del concreto en estado fresco en la que todas las partículas que componen la mezcla están homogéneamente distribuidas en cualquier parte de la mezcla de un mismo concreto. La homogeneidad es dependiente

del tipo y tiempo de mezclado así como del transporte y de la compactación. (RIVVA, HARMAN, PASQUEL, BADOINO, & ROMERO, 1997)

**f) COMPASIDAD.**

Es el atributo del concreto en la cual en un determinado espacio fijo deba caber la mayor cantidad de agregados y pasta para poder obtener un concreto más denso con mayor resistencia y mayor impermeabilidad, en consecuencia que sea muy estable cuando este endurecido. (RIVVA, HARMAN, PASQUEL, BADOINO, & ROMERO, 1997)

**g) PESO UNITARIO.**

También denominado densidad del concreto, es la relación del volumen de solidos por una unidad cúbica. Se expresa en kilogramos por metro cúbico. (RIVVA E. , 2004)

**2.2.1.2. CONCRETO ENDURECIDO.**

**a) CURADO.**

Según la norma ASTM C 31/C 31M – 03, después de elaboradas las probetas cilíndricas deben almacenarse hasta por un periodo de 48 horas (curado inicial) manteniendo un rango de temperatura entre los 16 y 27 °C y en un ambiente húmedo para prevenir pérdidas de humedad. Pasado el curado inicial y el desencofrado el concreto debe curarse manteniendo el contacto directo con agua saturada con cal y a una temperatura controlada de  $23 \pm 2$  °C. (ASTM C 31)

Es la hidratación a la reacción química del cemento y agua. Consiste en conservar una humedad y temperatura satisfactoria en el concreto para que pueda obtener las características óptimas de resistencia y durabilidad que solo se obtienen con un eficiente curado. (RIVVA, HARMAN, PASQUEL, BADOINO, & ROMERO, 1997)

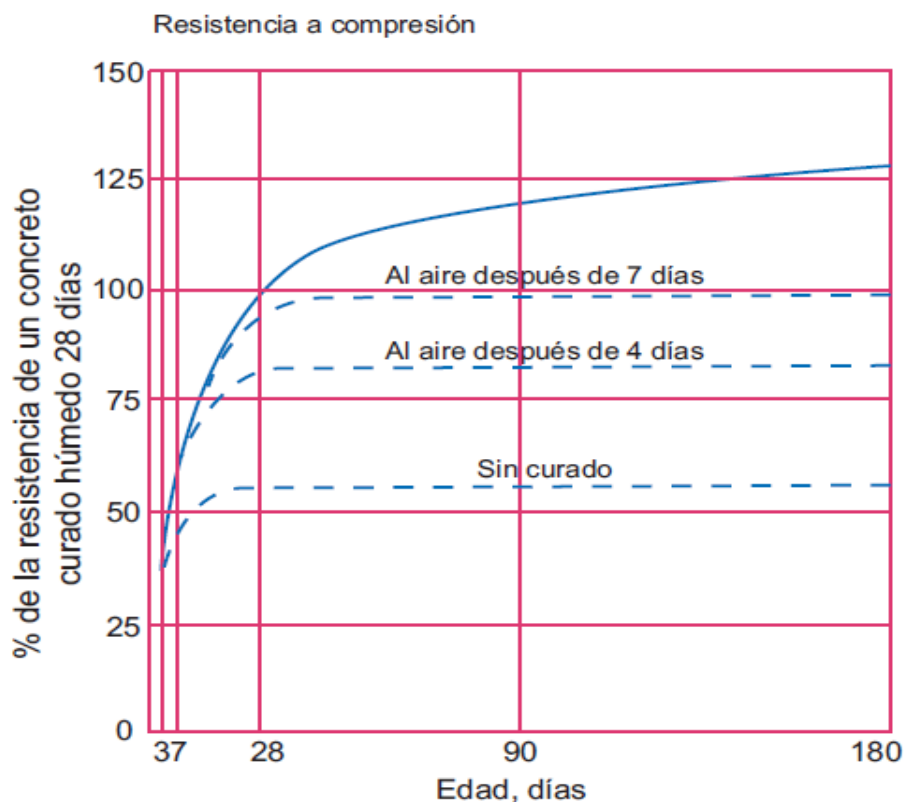


Figura 2: Resistencia a la compresión del concreto para diferentes etapas y para distintos niveles de curado

Fuente: Sika, 2014

## b) RESISTENCIA.

En el concreto la resistencia es considerada como la propiedad más importante y preciada porque nos suele dar una perspectiva general de la condición del concreto porque está relacionada de forma directa con la estructura de la pasta del cemento. (NEVILLE & BROOKS, 1998)

En 1919 Duff Abrams descubrió que la variable que más incidía en la resistencia a compresión del concreto era la relación agua/cemento muy por encima de la compacidad, calidad de agregados, entre otro. La resistencia va aumentando a medida que pasa el tiempo y depende de la calidad de curado. (RIVVA, HARMAN, PASQUEL, BADOINO, & ROMERO, 1997)

### - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Conforme a la NTP 339.034 la metodología del ensayo de resistencia a la compresión simple, radica en aplicar una carga axial a una probeta cilíndrica

de concreto manteniendo una velocidad de carga en un rango dado hasta que ocurre la falla. La resistencia a compresión máxima es calculada con la división de la carga máxima entre el área de contacto de la probeta. (NTP 339.034, 2008)

### **2.2.1.3. ETAPAS DE ELABORACIÓN DEL CONCRETO.**

#### **a) DOSIFICACIÓN.**

Se precisa mayor cuidado en que la pasta cubra totalmente los agregados, de trabajabilidad a la mezcla y además de que llene los vacíos existentes entre las partículas. La dosificación debe ser la adecuada para que se logre llenar todos los espacios entre el encofrado, los refuerzos y elementos embebidos. (RIVVA E. , 2004)

La mayor parte del agua que se añade en la mezcla es para dar trabajabilidad a la misma, siendo su valor usual al rededor del 28% en peso del material cementante, este es otros factores a tener en cuenta porque los concretos con mayor cantidad de agua a la necesaria tendrán mayor cantidad de poros una vez endurecido el concreto. (RIVVA E. , 2004)

#### **b) MEZCLADO.**

El mezclado del concreto consiste en el batido o rotación de la mezcla hasta conseguir que todas las partículas estén totalmente cubiertas con la pasta de cemento y que todos los componentes de la mezcla queden distribuidos de manera uniforme. (NEVILLE & BROOKS, 1998)

El mezclado de los componentes del concreto se realiza hasta que estos queden uniformemente distribuidos, la mezcladora debe descargarse completamente antes de volver a cargar. Una vez finalizado el mezclado debe realizarse una prueba de revenimiento o Slump para comprobar que tenga la consistencia requerida. Finalmente se tomaran muestras de probetas cilíndricas para comprobar la resistencia a compresión. (TORRES, 2014)

Según la ASTM C 94M el tiempo de mezclado mínimo es de 90 segundos una vez que todos los materiales se encuentren en el interior de la mezcladora.

#### **c) TRANSPORTE.**

La elección del método de transporte de la mezcladora a la obra dependerá de consideraciones económicas y de la cantidad de mezcla a transportar. Hay muchas

posibilidades desde carretillas hasta camiones especiales, sea cual sea el método es muy importante que la mezcla se mantenga cohesiva y no se segregue. (NEVILLE & BROOKS, 1998)

**d) COLOCACIÓN.**

El concreto debe ser ubicado lo más cerca de su emplazamiento final evitando la segregación y su compactación completa, el lugar de vaciado se debe encontrar protegido del clima. La colocación de la mezcla de concreto se hará de forma continua y conservando la fluidez de la misma para que esta pueda entrar sin problemas en los espacios del refuerzo de acero; no se debe colocar en capas mayores a 50 cm o sobre concreto ya endurecido que pueda originar juntas frías y no se debe exceder alturas de caída para el concreto de 1,5 m. (TORRES, 2014)

**e) COMPACTACIÓN.**

Se realiza para reducir los vacíos que se tiene en la mezcla recién colocada para así aumentar la densidad del concreto, generalmente se hace hasta reducir el contenido de aire hasta llegar al porcentaje de aire ocluido que no se puede drenar normalmente. Debido a la fricción entre las partículas que conforman al concreto, este presenta resistencia a la deformación la cual se puede reducir a cero añadiendo una aceleración (vibrado) para que el concreto pueda deformarse con facilidad. (RIVVA, HARMAN, PASQUEL, BADOINO, & ROMERO, 1997)

El proceso de consolidación del concreto mediante vibrador consta de dos partes. En primer lugar las ondas licuifican el concreto de tal manera que otorga mayor fluidez a la mezcla y seguidamente las ondas permiten la ascensión del aire atrapado en la mezcla hacia la superficie. Realizar un correcto procedimiento de vibración evitara la formación de cangrejas cuando el concreto esté endurecido, previniendo futuras reparaciones. (TORRES, 2014)

**f) CURADO.**

Se debe mantener húmedo al concreto endurecido para reponer el agua que pierde, de preferencia se debe hidratar con agua potable, de no haber se puede usar agua de otras fuentes siempre y cuando tenga características similares al agua potable. Existen diferentes métodos de curado como las arrocetas, curado con yute o con aditivos químicos curadores. Un concreto sin curado o con curado deficiente puede



disminuir hasta un 40% su resistencia respecto a un concreto con curado adecuado. (TORRES, 2014)

#### 2.2.1.4. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO.

El concreto es un material compuesto por cemento, agua, agregados y en algunos casos aditivos.

##### a) CEMENTO.

El cemento es un material hidráulico, es decir que se endurece con el agua y a la vez esta no afecta sus características una vez endurecido.

#### CEMENTO PORTLAND.

Es un material aglomerante hidrófilo que es el resultado de calcinar rocas calizas, areniscas y arcillas; que luego de un proceso de trituración mediante molinos se obtiene un polvo muy fino que cuando es hidratado endurece, adquiriendo características de adherencia y resistencia. (PASQUEL, 1998)

#### Composición del Cemento Portland.

El cemento portland está compuesto por químicos y los materiales de los que proceden son los siguientes:

*Tabla 2: Componentes del cemento y su procedencia*

*Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú - PASQUEL E. 1998*

	<b>Componente Químico</b>	<b>Procedencia Usual</b>
95%	Óxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Óxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	Rocas Areniscas
	Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Óxido Ferroso (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas, Mineral de hierro, Pirita
5%	Óxidos de Magnesio y Sodio	Minerales Varios
	Potasio, Titanio, Azufre	
	Fósforo y Manganeso	

Los porcentajes típicos de los óxidos antes mencionados que componen el cemento son:

Tabla 3: Porcentajes de los óxidos que componen el cemento

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú - PASQUEL E. 1998

Óxido Componente	Porcentaje
CaO	61% - 67%
SiO <sub>2</sub>	20% - 27%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4% - 7%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2% - 4%
SO <sub>3</sub>	1% - 3%
MgO	1% - 5%
K <sub>2</sub> O y Na <sub>2</sub> O	0.25% - 1.5%

### **Tipos de Cemento Portland**

Según la (NTP 334.009, 2016), los tipos de cementos portland son:

- **Tipo I:** Para uso general que no requiera propiedades particulares de algún otro tipo. (NTP 334.009, 2016)
- **Tipo II:** Para uso general, y especialmente cuando se necesita resistencia moderada a sulfatos y también un calor de hidratación moderado. (NTP 334.009, 2016)
- **Tipo III:** Utilizado para grandes resistencias a una edad temprana, en concretos que tienen un elevado calor de hidratación. De uso en climas fríos. (NTP 334.009, 2016)
- **Tipo IV:** Empleado cuando es necesario tener bajo calor de hidratación en concretos masivos. (NTP 334.009, 2016)
- **Tipo V:** Usado en lugares muy agresivos para concretos con alta resistencia a los sulfatos. (NTP 334.009, 2016)

También existen cementos con adiciones de otros materiales que le dan propiedades nuevas, estos son:

- **Tipo IS:** Cemento especial con contenido entre 25% y 75% de escoria. (NTP 334.009, 2016)

- **Tipo ISM:** Cemento con añadido menor al 25% de escoria. (NTP 334.009, 2016)
- **Tipo IP:** Cemento puzolánico entre un 15% y 40% del peso total. (NTP 334.009, 2016)
- **Tipo IPM:** Cemento puzolánico como máximo un 15% del peso total. (NTP 334.009, 2016)

Estos cementos pueden ir acompañados de distintos sufijos como del aire incorporado (Sufijo A), resistencia moderada a los sulfatos (sufijo M), o de moderado calor de hidratación (sufijo H).

#### **b) AGREGADOS.**

Se denomina agregados a las partículas inertes que generalmente no tienen reacción con el cemento o el agua, estas partículas son conglomeradas por la pasta de cemento con la finalidad de formar una estructura resistente. (PASQUEL, 1998)

##### **- AGREGADO FINO.**

Viene a ser la arena o piedra natural triturada de manera fina, de pequeñas dimensiones menores al tamiz 9.5 mm (3/8"). La desintegración de las rocas produce arena que es arrastrada por corrientes eólicas o fluviales a depósitos naturales. Para que un agregado fino pueda usarse en la elaboración de concreto debe cumplir con los siguientes estándares. (ABANTO, 2009)

- El agregado fino debe ser arena natural con partículas limpias que tengan de preferencia un perfil angular, deben ser duras, compactas y resistente.
- El agregado fino estará libre de componentes perjudiciales como polvo, partículas alcalinas, sales, materia orgánica y otros.
- Deberá cumplir con la normativa vigente referente a granulometría.
- Es recomendable que los componentes dañinos no sean mayores a los porcentajes establecidos en las normativas vigentes.

##### **- AGREGADO GRUESO.**

Son los denominados "canto rodado", son partículas pequeñas provenientes de la desintegración de rocas, son encontrados comúnmente en canteras y lechos de ríos. Generalmente la grava presenta pesos específicos entre 1600 y 1700 kg/m<sup>3</sup>. (ABANTO, 2009)

También existe la piedra chancada que viene a ser agregado grueso obtenido de la trituración mecánica artificial de piedras limpias, duras y resistentes. Generalmente el peso específico de la piedra chancada se encuentra en un rango de 1450 a 1500 kg/m<sup>3</sup>. (ABANTO, 2009)

Para poder usar el agregado grueso en una mezcla de concreto es necesario que cumpla los siguientes estándares. (ABANTO, 2009)

- El agregado grueso tendrá que estar compuesto de partículas limpias, duras, resistentes, compactas y preferentemente de perfil angular o semi - angular con textura rugosa. (ABANTO, 2009)
- Debe estar libre de partículas dañinas como polvo, materia orgánica, limo, sales y otros. (ABANTO, 2009)
- Es recomendable que las sustancias dañinas no excedan los porcentajes que se especifican en las normas. (ABANTO, 2009)

#### **c) AGUA.**

Es la sustancia líquida usada en la elaboración, amasado, curado del concreto; cuya finalidad en la mezcla es hidratar al cemento, aportar fluidez y trabajabilidad al concreto y crear en la estructura del concreto los vacíos necesarios para que los productos de la hidratación tengan el espacio para desarrollarse.

Según, la norma (NTP 339.088, 2006) el agua debe estar dentro de los límites siguientes:

- La materia orgánica no deberá exceder los 3 ppm, expresada en oxígeno consumido.
- Los residuos sólidos serán menores a 5000 ppm.
- El pH puede variar entre 5,5 y 8.
- Los sulfatos (SO<sub>4</sub>) serán menor de 600 ppm.
- Los cloruros serán menor de 1000 ppm.
- La alcalinidad del agua será mayor de 1000ppm. (NTP 339.088, 2006)

#### **d) ADITIVOS.**

Se define a los aditivos como el material que no es agua, cemento o agregados pero que conforman la mezcla de concreto y que según sea el tipo aporta nuevas

características a la mezcla de concreto en estado fresco o endurecido. Los aditivos son añadidos a la mezcla inmediatamente, antes o durante el proceso de mezclado. (ASTM C 125, 2020)

## - **CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS**

### **Según la ASTM C 494**

- **TIPO A** - Plastificante: es el aditivo cuya función es reducir el agua de mezclado para lograr una consistencia determinada en el concreto. (ASTM C 125, 2020)
- **TIPO B** - Retardador: retarda el tiempo de fraguado del concreto. (ASTM C 125, 2020)
- **TIPO C** - Acelerante: acelera el fraguado y la ganancia de resistencia a edades tempranas en el concreto. (ASTM C 125, 2020)
- **TIPO D** - Plastificante Retardador: tiene dos efectos, el de acción primaria es reducir la cantidad de agua de mezcla en el concreto y el de acción secundaria es retardar el fraguado del concreto. (ASTM C 125, 2020)
- **TIPO E** - Plastificante Acelerante: posee dos efectos, el de acción primaria reduce la cantidad de agua de mezclado y el de acción secundaria es acelerar el fraguado y la resistencia a edades tempranas en el concreto. (ASTM C 125, 2020)
- **TIPO F** – Superplastificante: reduce el agua de mezclado en más del 12% para una determinada consistencia. (ASTM C 125, 2020)
- **TIPO G** – Superplastificante Retardador: reduce el agua de mezcla en más de un 12% y además retarda el fraguado del concreto. (ASTM C 125, 2020)
- **TIPO H** – Superplastificante Acelerante: reduce el agua de mezcla en más del 12%, y acelera tanto el fraguado como la resistencia del concreto a edades tempranas. (ASTM C 125, 2020)

### **Según los efectos de su empleo**

El ACI 212.3R-10 clasifica a los aditivos en los siguientes grupos:

- **ACELERANTES**, acortan el tiempo de fraguado e incrementan la resistencia inicial a la compresión. (ACI 212.3R – 10)

- **INCORPORADORES DE AIRE**, incrementan el contenido de aire en el concreto lo que le da un mejor desempeño en climas fríos y el proceso de congelamiento y deshielo. (ACI 212.3R – 10)
- **REDUCTORES DE AGUA Y REGULADORES DE FRAGUA**, reducen la cantidad de agua entrante en la mezcla y modifican las condiciones de la fragua. (ACI 212.3R – 10)
- **ADITIVOS MINERALES**, de procedencia cementante o puzolánico su finalidad es aportar trabajabilidad y fluidez y en algunos casos incrementar la resistencia final del concreto. (ACI 212.3R – 10)
- **GENERADORES DE GAS**, liberan burbujas de gas en la mezcla para controlar la exudación y el asentamiento. (ACI 212.3R – 10)
- **ADITIVOS PARA INYECCIONES**, su finalidad es retardar el fraguado en construcciones especiales donde se bombea el concreto grandes distancias. (ACI 212.3R – 10)
- **PRODUCTORES DE EXPANSIÓN**, reducen los efectos contrarios de la contracción cuando seca el concreto. (ACI 212.3R – 10)
- **LIGANTES**, su finalidad es incrementar las características ligantes a través de emulsiones de polímeros orgánicos. (ACI 212.3R – 10)
- **AYUDAS PARA BOMBEO**, su finalidad es facilitar el bombeo del concreto mediante el incremento de la viscosidad de la mezcla. (ACI 212.3R – 10)
- **COLORANTES**, producen en el concreto una coloración deseada sin cambiar las características de la mezcla. (ACI 212.3R – 10)
- **FLOCULANTES**, disminuyen el volumen de la exudación y aumentan la velocidad de la misma, también reducen la fluidez y aumentan la cohesión y rigidez inicial de la mezcla. (ACI 212.3R – 10)
- **FUNGICIDAS; INSECTICIDAS Y GERMICIDAS**, eliminan o controlan el crecimiento de bacterias y hongos en las estructuras. (ACI 212.3R – 10)
- **IMPERMEABILIZANTES**, su finalidad es contribuir al control de las filtraciones de agua a través de las grietas o poros en un concreto no saturado. (ACI 212.3R – 10)

- **REDUCTORES DE PERMEABILIDAD**, reducen la velocidad de del agua al pasar a través de un concreto saturado con una gradiente hidráulica externa. (ACI 212.3R – 10)
- **CONTROLADORES DE LA REACCIÓN ÁLCALI-AGREGADO**, su finalidad es controlar la reacción álcali – agregado. (ACI 212.3R – 10)
- **INHIBIDORES DE LA CORROSIÓN**, su finalidad es el control de la corrosión en los elementos metálicos embebidos en el concreto. (ACI 212.3R – 10)
- **SUPERPLASTIFICANTES**, son reductores de agua de mezclado de alto rango. Reducen el agua sin afectar las demás características del concreto. (ACI 212.3R – 10)

## **2.2.2. CONCRETO VACIADO BAJO EL AGUA.**

### **2.2.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

La colocación de concreto bajo el agua puede incluir elementos estructurales como pilares de puentes, diques y tomas de agua; y elementos no estructurales como ataguías, sellos de cajón. Otro uso ha sido el de agregar peso a las secciones de un túnel sumergido y para reparar estructuras subacuáticas. (ACI 304R – 00)

La técnica más usada actualmente para colocar el concreto debajo del agua es el tremie, pero también está aumentando el uso del bombeo directo aunque ambos métodos son muy parecidos. En ambos casos la técnica consiste en 3 pasos:

1. El concreto de la tubería estará separado del agua mediante un tapón que va en la boca de la tubería ya sea de tremie o de bomba.
2. Una vez que la tubería este llena de concreto, esta se elevara ligeramente para poder liberar el tapón y crear un sello de concreto.
3. Una vez establecido el sello se inyecta concreto fresco, el cual ya no estará en contacto directo con el agua por la acción del sello. (ACI 304R – 00)

### **2.2.2.2. MATERIALES**

Todos los materiales deben cumplir con su respectiva normativa para que aporten las características necesarias al concreto para ser vaciado dentro de agua.

- **CEMENTO**

Según el CRD-C 661-06 se debe usar un cemento tipo I o tipo II que cumpla con la norma ASTM C 150, cemento tipo GU que cumpla con la norma ASTM C 1157, o una combinación de dos o más cementos a partes iguales. (CRD-C 661-06)

- **AGREGADOS**

El tamaño máximo de los agregados utilizados en estructuras reforzadas será de 3/4" (19 mm). Se puede usar agregados más grandes de 1" (25 mm) dependiendo del espacio entre los refuerzos y la trabajabilidad del concreto. En estructuras no reforzadas el tamaño máximo debe ser de 1 1/2" (38 mm). (ACI 304R – 00)

- **ADITIVOS**

Se puede usar distintos aditivos que den nuevas características al concreto como incorporadores de aire, reductores de agua, retardantes, anti-deslave, entre otros. La adición de cualquiera de estos aditivos debe estar debidamente justificada. (ACI 304R – 00)

**2.2.2.3. PROPORCIONES DE LA MEZCLA**

En este concreto es muy común el uso de puzolanas porque mejoran la fluidez de la mezcla, estas puzolanas son aproximadamente el 15% en peso del cemento. Se recomienda además que la mezcla sea rica en cemento con 356 kg/m<sup>3</sup> o más; la relación agua cemento debe ser como máximo de 0.45. El contenido de agregado fino debe ser entre 45% y 55% del volumen total de agregados y el contenido de aire de hasta aproximadamente 5%. (ACI 304R – 00)

El Slump generalmente es de 6 a 9 pulgadas, en ocasiones se requerirán revenimientos mayores cuando los refuerzos impidan el paso o se necesite una flujo horizontal relativamente largo. (ACI 304R – 00)

**2.2.2.4. PRODUCCIÓN Y PRUEBAS DEL CONCRETO**

El muestreo debe realizarse lo más cerca posible a la tolva del tremie para garantizar que el concreto está llegando con las características adecuadas. Para que en todo momento la mezcla tenga la fluidez necesaria las pruebas de Slump y contenido de aire serán más frecuentes que en un concreto normal. (ACI 304R – 00)



Las muestras para pruebas de compresión deben estar disponibles para edades tempranas para determinar cuando el concreto ha ganado suficiente resistencia para proceder al desagüe de la estructura. (ACI 304R – 00)

La temperatura del concreto debe mantenerse lo más baja posible para mejorar la colocación y las cualidades estructurales; normalmente se especifican temperaturas máximas en el rango de 16 a 32 °C. Para evitar problemas con las bajas temperaturas se debe mantener un mínimo de 5° C. (ACI 304R – 00)

### **2.2.3. METODOLOGÍA TREMIE.**

#### **a) Pipas Tremie.**

El tremie debe fabricarse con tubo de acero de calibre pesado para que pueda soportar todas las tensiones y problemas de flotabilidad. La tubería tremie debe tener un diámetro lo suficientemente grande para garantizar que no se produzcan bloqueos, generalmente se usan diámetros de 8 a 12 pulgadas. Cuando se vacía concreto en profundidades muy grandes las pipas deben estar conectadas por juntas que permitan el retiro de las tuberías superiores mientras se va elevando. (ACI 304R – 00)

La tubería del tremie debe marcarse para poder determinar la distancia de la superficie del agua a la boca del tremie. Debe tener un embudo de proporciones adecuadas que facilite el colocado del concreto. Se debe proporcionar una plataforma estable para soportar el tremie durante la colocación. (ACI 304R – 00)

#### **b) Procedimientos de colocación.**

El espaciamiento entre tuberías debe ser del orden de una tubería cada 28 m<sup>2</sup> o de 4.5 m de distancia entre sus centros.

La tubería no se levanta hasta que esté completamente llena de concreto, el levantamiento inicial no debe superar las 6 pulgadas para poder iniciar el flujo y establecer el sello del concreto. La boca del tremie debe estar incrustada en el concreto de 1 a 1.5 m de profundidad, los movimientos verticales deben realizarse lenta y cuidadosamente para evitar la pérdida del sello. En caso de perderse el sellado en un tremie, la colocación de concreto debe pararse inmediatamente para luego reiniciar el proceso desde cero con un nuevo tapón. (ACI 304R – 00)

Los retrasos en la colocación de hasta 30 minutos pueden permitir el reinicio de la colocación sin ningún tipo de problemas, los retrasos que están entre los 30 minutos y

el tiempo de fraguado inicial deben tratarse con el reinicio de las actividades de la tubería tremie y los retrasos que superen el fraguado inicial deben tratarse como una junta de construcción. (ACI 304R – 00)

En caso de ocurrir un bloqueo en la tubería del tremie se debe elevar una altura de 6 pulgadas a 2 pies (15 a 60 cm) y luego bajarse intentando quitar el bloqueo, si el bloqueo no puede desalojarse fácilmente se procede a retirar el tremie, eliminar el concreto y reiniciar el proceso. (ACI 304R – 00)

Para evaluar la colocación del concreto bajo el agua se pueden usar las siguientes técnicas: extracción de muestras en lugares de dudosa calidad, inspección después del desagüe o inspección directa con buzos. (ACI 304R – 00)

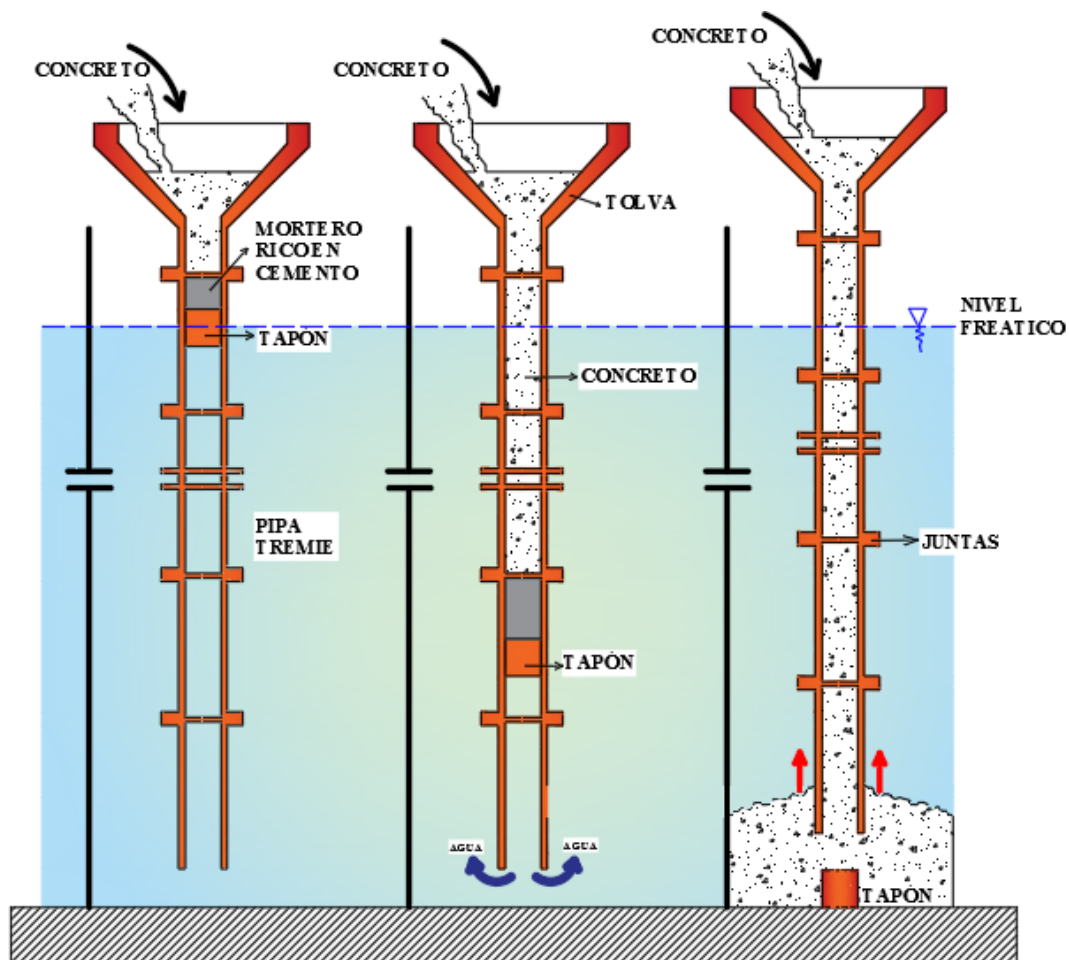


Figura 3: Vaciado de concreto por la metodología tremie

Fuente: Elaboración propia

## **ADITIVOS ANTI-DESLAVE.**

Con el avance tecnológico se han desarrollado aditivos para el colocado de concreto bajo el agua, estos aditivos anti-deslave dan la propiedad al concreto de ser más cohesivo y por lo tanto más resistente al lavado de finos (cementos, puzolanas). Estos aditivos fueron desarrollados para cuando el concreto está en contacto directo con un flujo de agua durante su colocación o luego de ella, cuando la sección no es suficientemente gruesa para poder usar el método tremie, cuando el lavado de finos puede causar un impacto ambiental. (ACI 304R – 00)

El CRD–C 661 – 06 desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de EE. UU. Ha desarrollado un método para evaluar la efectividad de estos aditivos, ya que al dar al concreto una naturaleza tixotrópica se debe tener cuidado al usar la metodología tremie cuando se necesite que el concreto fluya grandes distancias horizontales. (ACI 304R – 00)

Los usos para estos aditivos pueden ser la pavimentación subacuática, pilares de estructuras, reparación de presas, entre otros.

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

**ADITIVO ANTI-DESLAVE:** Aditivo que inhibe el efecto de lavado de partículas finas por parte del agua cuando está en contacto con el concreto. (CRD C661 – 06)

**AGREGADOS:** Material granular cuyas dimensiones están fijados por normativa, pueden ser de origen natural o artificial y que junto a un material cementante sirven para formar concreto hidráulico o mortero. (NTP 339.047)

**CEMENTO PORTLAND:** Cemento hidráulico producido por la pulverización de clinker Portland compuesto principalmente de silicatos de calcio hidráulico y sulfatos de calcio. (NTP 339.047)

**CONCRETO:** Mezcla de cemento Portland o hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua. (ACI 116R)

**CONCRETO ANTI-DESLAVE:** Concreto que usa aditivos especiales destinados a controlar la viscosidad con la finalidad de evitar el lavado de finos. (CEMEX, 2016)

**PESO UNITARIO:** llamado también densidad, es la relación de la masa por unidad de volumen de un material. (NTP 339.047)

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** Máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial o ruptura inducida por cargas externas. (ACI 116R)

**TREMIE:** Metodología de colocación de concreto que utiliza una tubería por la cual se coloca el concreto por debajo del nivel del agua. (ACI 334R)

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

##### 3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación, propiedades físicas y mecánicas de los agregados y rotura de probetas, se realizó en las instalaciones especializadas de la empresa “GUERSAN INGENIEROS SRL” con oficinas a la fecha en el Jr. Diego Ferre N° 321 cuyas coordenadas UTM son 775852 E, 9206953 N zona 17 de acuerdo al DATUM WGS84.



*Figura 4: Ubicación de laboratorio especializado - GUERSAN INGENIEROS SRL*

*Fuente: Google Earth*

##### 3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ORIGEN DE LOS AGREGADOS.

Los agregados que se utilizaron en la presente investigación proceden del cauce del río Jequetepeque, específicamente de la cantera Aguilar ubicada en el distrito de Chilete, provincia de Contumazá, región Cajamarca, cuyas coordenadas UTM son: 741328 E, 9200879 N zona 17 según el DATUM WGS84.



Figura 5: Ubicación de la cantera Aguilar – Chilete

Fuente: Google Earth

### 3.2. TIEMPO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación se realizó en el periodo comprendido entre los meses de setiembre y diciembre del 2019.

### 3.3. METODOLOGÍA

#### 3.3.1. TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

- **Tipo:** Aplicada
- **Nivel:** Correlacional
- **Diseño:** Experimental
- **Método:** Cuantitativo

#### 3.3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO.

La población de estudio fueron un total de 120 especímenes cilíndricos de concreto.

#### 3.3.3. MUESTRA.

Tabla 4: Detalle de muestras

Especímenes.	Cantidad por Edad		
	7 días	14 días	28 días
Concreto patrón	10	10	10
Concreto con 260 ml de aditivo cada 100kg de cemento	10	10	10
Concreto con 780 ml de aditivo cada 100kg de cemento	10	10	10
Concreto con 1300 ml de aditivo cada 100kg de cemento	10	10	10

#### 3.3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS.

La unidad de análisis es la probeta cilíndrica de concreto con aditivo anti-deslave.

### 3.4. PROCEDIMIENTO

El procedimiento de trabajo para la presente investigación se presente en el siguiente diagrama de flujo.

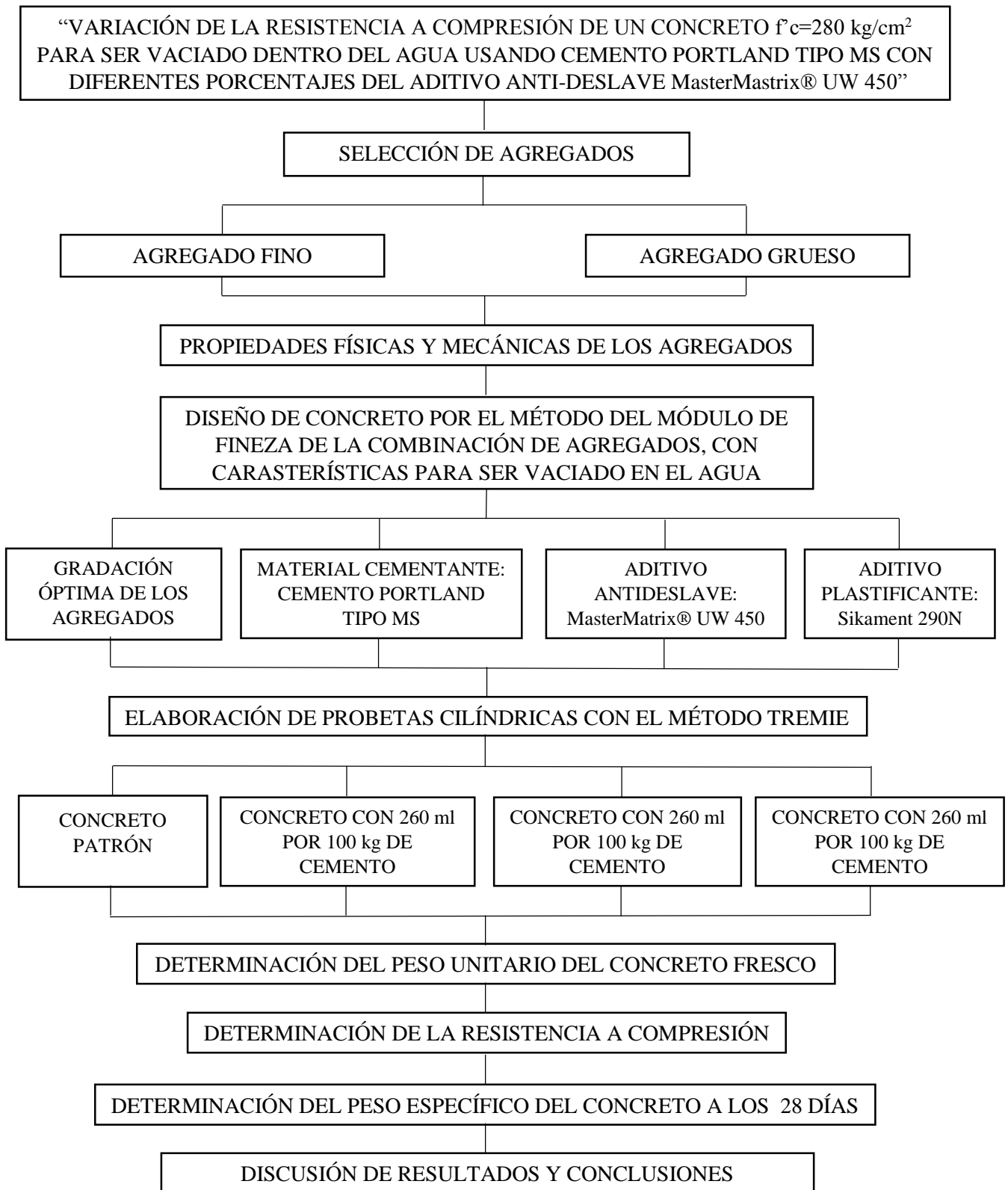


Figura 6: Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación

### **3.4.1. SELECCIÓN DE AGREGADOS.**

#### **3.4.1.1. AGREGADO FINO.**

De acuerdo a las normas NTP 400.037-2014 y ASTM C33 el agregado fino es aquel que pasa el tamiz 3/8" (9.51 mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (75µm). Puede provenir tanto de desintegración natural o artificial.

#### **3.4.1.2. AGREGADO GRUESO.**

Según las normas NTP 400.037-2014 y ASTM C33 el agregado grueso es el conjunto de partículas provenientes de desintegración natural o artificial que son retenidas en el tamiz N° 4 (4.76mm).

### **3.4.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS.**

Cada una de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados se realizaron de acuerdo a la normativa ASTM y NTP en donde se describen los. Los resultados de estos ensayos se presentan en el ANEXO N° 1

#### **3.4.2.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.**

Conforme a la normativa ASTM C 136 y la NTP 400.012 – 13 se realizaron los procedimientos del análisis granulométrico de agregados obteniendo:

##### **- Módulo de Finura**

Es la suma de los porcentajes retenidos acumulados obtenidos del ensayo de análisis granulométrico dividido entre 100. La sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados corresponde a las mallas 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100

#### **3.4.2.2. TAMAÑO MÁXIMO (TM) Y TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN)**

De acuerdo a la NTP 400.037 – 14 el Tamaño Máximo (TM) es el último tamiz por donde pasa el 100% del agregado, es decir, no retiene ningún material. Y Tamaño Máximo Nominal (TMN) es el primer tamiz de la serie utilizada que retiene material del 5% al 10%.

#### **3.4.2.3. MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N° 200**

Los procedimientos fueron seguidos conforme a la norma ASTM C117 y NTP 400.018 – 13 con los cuales hallaremos el porcentaje de partículas finas que pasan la malla N° 200.



En la NTP 400.037 – 14 se señala que el porcentaje de finos que pasan el tamiz N° 200 para agregado grueso y agregado fino no debe superar el 1% y el 5% respectivamente.

$$A = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

A: *Porcentaje que pasa la malla N° 200*

P1: *Peso seco de la muestra inicial (g)*

P2: *Peso seco de la muestra lavada (g)*

#### **3.4.2.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.**

De acuerdo a las normas ASTM C128 y la NTP 400.022 – 13 para el agregado fino y la ASTM C127 y la NTP 400.021 – 13 para el agregado grueso se siguieron los procedimientos descritos en dichas normativas.

##### **PARA EL AGREGADO FINO.**

Peso Específico de Masa :

$$Pe = \frac{W}{V - Va} \quad (2)$$

Peso Específico de Masa Saturada con Superficie Seca :

$$Pe_{sss} = \frac{500}{V - Va} \quad (3)$$

Peso Específico Aparente :

$$Pe_a = \frac{W}{(V - Va) - (500 - W)} \quad (4)$$

Absorción :

$$Abs (\%) = \frac{500 - W}{W} \quad (5)$$

Donde:

W: *Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)*

V: *Volumen de la fiola (cm<sup>3</sup>)*

Va: *Volumen del agua añadida a la fiola (cm<sup>3</sup>)*

### PARA EL AGREGADO GRUESO.

Peso Específico de Masa :

$$Pe = \frac{A}{B - C} \times 100 \quad (6)$$

Peso Específico de Masa Saturada con Superficie Seca :

$$Pe_{sss} = \frac{B}{B - C} \times 100 \quad (7)$$

Peso Específico Aparente :

$$Pe_a = \frac{A}{A - C} \times 100 \quad (8)$$

Absorción:

$$Abs (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100 \quad (9)$$

Donde:

A: *Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)*

B: *Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (cm<sup>3</sup>)*

C: *Peso en el agua de la muestra saturada (cm<sup>3</sup>)*

#### 3.4.2.5. PESO UNITARIO.

Según las normas ASTM C29 y la NTP 400.017 – 11 se siguieron los procedimientos escritos en ellas para poder hallar el Peso Unitario Suelto Seco y Peso Unitario Seco Compactado, donde:

Peso Específico del Agua:

$$Pe = \frac{A - B}{C} \quad (10)$$

Factor del Recipiente:

$$f = \frac{Pe}{W - M} \quad (11)$$

Peso Unitario:

$$PU = (G - M) \times f \quad (12)$$

Donde:

A: *Peso de la fiola con agua (g)*

B: *Peso de la fiola vacía (g)*

C: *Volumen de la fiola (cm<sup>3</sup>)*

*Pe: Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>)*  
*W: Peso del recipiente lleno de agua (g)*  
*M: Peso del recipiente vacío (g)*  
*f: Factor del recipiente (1/m<sup>3</sup>)*  
*G: Peso del recipiente con agregado (g)*

#### **3.4.2.6. CONTENIDO DE HUMEDAD.**

En concordancia con la norma ASTM C556 y la NTP 339.185 – 13 es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula.

$$w (\%) = \frac{M - S}{M} \times 100 \quad (13)$$

Donde:

*w: Contenido de humedad (%)*  
*M: Masa de la muestra húmeda (g)*  
*S: Masa de la muestra seca (g)*

#### **3.4.2.7. RESISTENCIA AL DESGASTE O ABRASIÓN DE AGREGADOS.**

De acuerdo a las normas ASTM C131 y la NTP 400.019 – 14 para determinar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{P_0 - P_f}{P_0} \times 100 \quad (14)$$

Donde:

*P<sub>0</sub>: Peso Inicial de la muestra seca al horno (g)*  
*P<sub>f</sub>: Peso retenido en la malla N° 12 lavado y secado al horno (g)*

#### **3.4.3. DISEÑO DE MEZCLA POR LA METODOLOGÍA DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS, CON CARACTERÍSTICAS PARA SER VACIADO EN EL AGUA.**

El método del módulo de fineza de la combinación de agregados es un método de diseño de mezclas de concreto en el cual los contenidos de agregado grueso y fino varían para las diferentes resistencias en función de la relación agua/cemento y del contenido total de agua. (RIVVA, 2014)

Este método tiene como consideración fundamental que el módulo de finura del agregado grueso o fino es un índice de su superficie específica y a medida que este aumenta también lo hace la demanda de pasta, así como que si se mantiene constante la pasta y se aumenta la finura del agregado, disminuye la resistencia por adherencia. (RIVVA, 2014)

El módulo de finura de la combinación de agregados se puede calcular mediante tablas, conociendo el contenido total de cemento por metro cúbico y el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Con este módulo de finura de la combinación de agregados ya es posible calcular el porcentaje de agregado fino del volumen absoluto de agregados mediante la siguiente fórmula.

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100 \quad (15)$$

Donde:

$r_f$ : *Porcentaje de agregado fino*

$m_g$ : *Módulo de finura del agregado grueso*

$m$ : *Módulo de finura de la combinación de agregados*

$m_f$ : *Módulo de finura del agregado fino*

#### **a) GRADACIÓN ÓPTIMA DE LOS AGREGADOS**

Según el CRD C661 – 06 el agregado grueso debe cumplir con el huso N° 67 de la norma ASTM C33.

El agregado fino debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM C33 y debe ser el 45 – 55 % del volumen total de los agregados.

#### **b) MATERIAL CEMENTANTE**

El CRD C661 – 06 nos indica que el contenido de cemento debe ser rico, alrededor de 400 kg/m<sup>3</sup> de concreto. El cemento a usar es el tipo MS es un cemento modificado para resistir a ataques moderados de sulfatos y alta resistencia a cloruros lo que lo hace ideal para concretos que estarán en contacto con el agua.

#### **c) ADITIVO ANTIDESLAVE**

El aditivo anti-deslave MasterMatrix® UW 450 es un aditivo líquido en base a celulosa que tiene una acción tixotrópica con el concreto, es decir, permite su endurecimiento después de su colocación bajo el agua. Este aditivo impide la penetración del agua del exterior al concreto en estado fresco, otorgándole una

mayor resistencia al lavado de finos y a la exudación. El aditivo MasterMatrix® UW450 según su hoja técnica cumple con la norma del cuerpo de ingenieros de EE. UU. CRD C661 – 06.

**d) ADITIVO PLASTIFICANTE**

Según el ACI 304R – 00 para la colocación de concreto bajo el agua se necesita que el concreto tenga revenimientos entre seis y nueve pulgadas para facilitar el flujo. El aditivo anti-deslave tiene como efecto reducir el Slump, por lo que es necesario el uso de aditivos reductores de agua o plastificantes para poder lograr el revenimiento deseado.

**3.4.4. ELABORACIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS.**

Conforme a las normas ASTM C192 y NTP 339.183 las cuales describen los procedimientos para la elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto. Los moldes cilíndricos usados son del tamaño convencional: 6” de diámetro y 12” de altura.

Se tiene en cuenta que para la colocación del concreto en los moldes se usa la metodología tremie descrita en el capítulo ACI 304R-00.

**3.4.5. DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO.**

De acuerdo a las normas ASTM C138 y la NTP 339.046 se siguió el procedimiento descrito para poder encontrar el peso unitario del concreto en estado fresco.

Se realiza de manera muy similar a la metodología para encontrar el peso unitario del agregado grueso. Se tiene en cuenta que el colocado de concreto será por la metodología tremie.

**3.4.6. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN.**

La resistencia a compresión de las probetas cilíndricas elaboradas se realizó de acuerdo a las normas ASTM C39 y la NTP 339.034 – 2008.

**3.4.7. DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO.**

La determinación del peso específico del concreto se obtuvo de la misma forma que el agregado grueso, siguiendo los lineamientos de las normas ASTM C127 y la NTP 400.021 – 13.

La selección de muestras se hizo aleatoriamente de las probetas ensayadas a compresión a los 28 días según el diseño de las mismas.

### 3.5. TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

#### 3.5.1. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El tratamiento y análisis de datos para los agregados fino y grueso se realizaron mediante tablas y gráficos con tres ensayos para cada una de las características físicas, considerando como valor final el promedio de los tres ensayos.

El tratamiento y análisis de los datos de la resistencia a compresión tanto del diseño patrón como de las tres dosificaciones se realizó mediante tablas y gráficos, para los 4 diseños se ensayó 10 probetas cilíndricas a los 7, 14 y 28 días, considerando como resultado el promedio de las 10 resistencias para la comprobación de la hipótesis.

Para el peso unitario se hizo el tratamiento mediante tablas y gráficos, para obtener los datos se realizó un ensayo para cada tanda, obteniendo 6 ensayos por cada diseño de los cuales se considera como resultado final el promedio de los mismos.

#### 3.5.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

##### 3.5.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS.

La tabla N° 5 muestra las propiedades físicas y mecánicas de los agregados grueso y fino, cuyo procedimiento se detalla en el ANEXO N° 1

*Tabla 5: Propiedades físicas y mecánicas de los agregados*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Tamaño Máximo Nominal	--		1/2"
Módulo de Finura	--	3.090	6.765
Peso Específico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	2.629	2.619
Peso Específico SSS	g/cm <sup>3</sup>	2.661	2.648
Peso Específico Aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.715	2.696
Absorción	(%)	1.21	1.09
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m <sup>3</sup>	1641	1427
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m <sup>3</sup>	1833	1561
Contenido de Humedad	(%)	4.02	0.31
Partículas < Tamiz N° 200	(%)	3.43	0.42
Abrasión	(%)		28.21

### 3.5.2.2. DISEÑOS DE MEZCLA

La tabla N° 6 muestra la dosificación de materiales tanto para el concreto patrón como para la dosificación de aditivo anti-deslave MasterMatrix® UW450 en sus tres dosificaciones. Los procedimientos para obtener estos resultados se presentan en el ANEXO N° 2.

Tabla 6: Dosificación de materiales por metro cúbico

DISEÑO	CANTIDAD PARA 1 m <sup>3</sup>					
	CEMENTO (kg)	AGUA (lt)	A. FINO (kg)	A. GRUESO (kg)	MasterMatrix® UW 450 (kg)	SikaMent 290N (kg)
Concreto patrón	426.87	232.40	916.83	681.02	--	--
Concreto con 260 ml de MM UW450 por 100 kg de cemento	426.87	232.39	913.14	678.28	1.33	1.58
Concreto con 780 ml de MM UW450 por 100 kg de cemento	426.87	232.38	909.77	675.77	4.00	1.58
Concreto con 1300 ml de MM UW450 por 100 kg de cemento	426.87	232.38	906.39	673.26	6.66	1.58

### 3.5.2.3. RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

En la tabla N° 7 y la figura N° 7 se presentan los resultados del ensayo de peso unitario del concreto fresco según el diseño respectivo, cuyo procedimiento se detalla en el ANEXO N° 3

Tabla 7: Peso unitario del concreto en estado fresco

DISEÑO	P. U. (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto patrón	2311.14
Concreto con 260 ml de MM UW450 por 100 kg de cemento	2281.75
Concreto con 780 ml de MM UW450 por 100 kg de cemento	2250.89
Concreto con 1300 ml de MM UW450 por 100 kg de cemento	2242.81

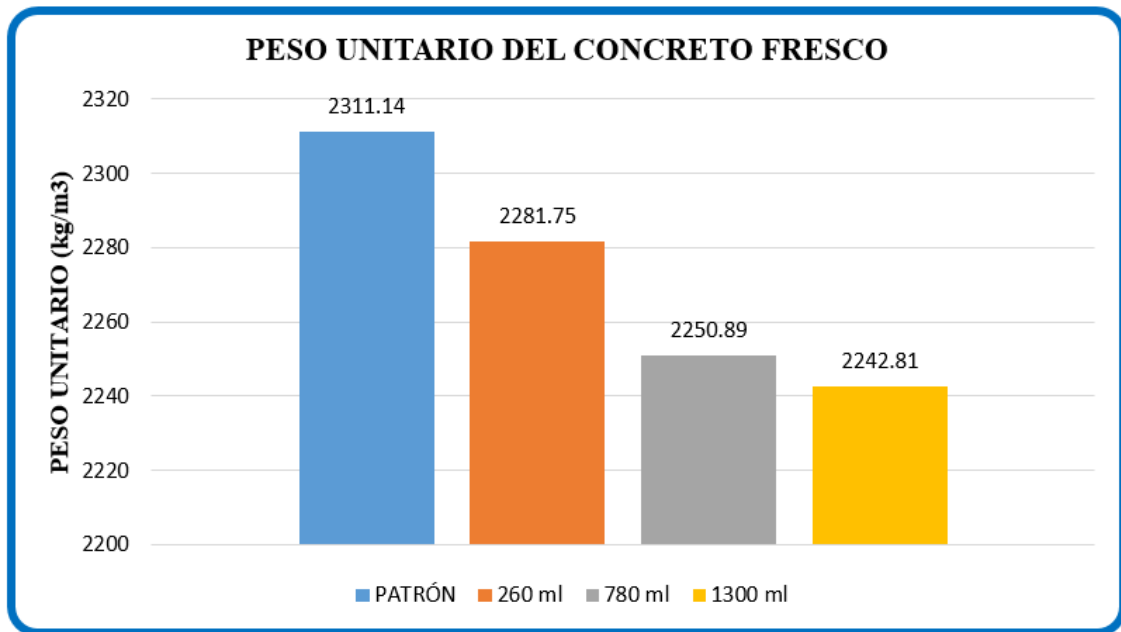


Figura 7: Peso unitario del concreto fresco para cada dosificación

### 3.5.2.4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Los resultados de los ensayos de resistencia a compresión se muestran en la tabla N° 8 y las figuras N° 8 y N° 9. Se ensayaron 120 probetas cilíndricas a los 7, 14 y 28 días correspondiendo 30 probetas por diseño.

La resistencia para cada probeta se detalla en el ANEXO N° 4

Tabla 8: Resistencia a la compresión por diseño y a diferentes edades

DISEÑO	7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Obtenido (%)	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Obtenido (%)	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Obtenido (%)
Concreto Patrón	218.87	78.17%	285.93	102.12%	372.33	132.97%
Concreto con 260 ml de MM por 100 kg de cemento	196.58	70.21%	240.06	85.74%	315.92	112.83%
Concreto con 780 ml de MM por 100 kg de cemento	192.60	68.79%	226.03	80.73%	250.84	89.59%
Concreto con 13000 ml de MM por 100 kg de cemento	164.21	58.65%	191.74	68.48%	243.80	87.07%



Tabla 9: Estadística de la resistencia a la compresión del concreto patrón

RESULTADOS ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
DISEÑO : PATRÓN				f'c : 280 kg/cm <sup>2</sup>		
N° DE DÍAS	CÓDIGO	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO (%)	RANGO MUESTRAL	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
7 Días	M-1	216.03	77.16%	6.60	2.08	0.95%
	M-2	218.75	78.13%			
	M-3	220.89	78.89%			
	M-4	218.67	78.10%			
	M-5	220.94	78.91%			
	M-6	218.75	78.13%			
	M-7	222.64	79.51%			
	M-8	217.54	77.69%			
	M-9	217.95	77.84%			
	M-10	216.53	77.33%			
	<b>PROMEDIO</b>	<b>218.87</b>	<b>78.17%</b>			
14 Días	M-11	304.15	108.62%	33.87	11.03	3.86%
	M-12	301.37	107.63%			
	M-13	270.28	96.53%			
	M-14	289.10	103.25%			
	M-15	273.26	97.59%			
	M-16	285.62	102.01%			
	M-17	281.50	100.54%			
	M-18	279.26	99.74%			
	M-19	291.93	104.26%			
	M-20	282.78	100.99%			
	<b>PROMEDIO</b>	<b>285.93</b>	<b>102.12%</b>			
28 Días	M-21	346.27	123.67%	54.50	17.52	4.70%
	M-22	340.26	121.52%			
	M-23	367.50	131.25%			
	M-24	386.88	138.17%			
	M-25	394.77	140.99%			
	M-26	374.61	133.79%			
	M-27	386.46	138.02%			
	M-28	369.63	132.01%			
	M-29	374.68	133.81%			
	M-30	382.21	136.51%			
	<b>PROMEDIO</b>	<b>372.33</b>	<b>132.97%</b>			

Tabla 10: Estadística de la resistencia a la compresión del concreto con 260ml de aditivo por cada 100 kg de cemento

RESULTADOS ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
DISEÑO : 260 ml / 100 kg C.				f'c : 280 kg/cm <sup>2</sup>		
N° DE DÍAS	CÓDIGO	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO (%)	RANGO MUESTRAL	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
7 Días	M-1	198.80	71%	28.72	8.80	4.47%
	M-2	204.46	73%			
	M-3	203.72	73%			
	M-4	178.73	64%			
	M-5	187.82	67%			
	M-6	194.00	69%			
	M-7	191.99	69%			
	M-8	207.45	74%			
	M-9	202.66	72%			
	M-10	196.19	70%			
		<b>PROMEDIO</b>	<b>196.58</b>			
14 Días	M-11	243.23	86.87%	23.05	7.02	2.92%
	M-12	244.48	87.31%			
	M-13	250.63	89.51%			
	M-14	232.84	83.16%			
	M-15	243.20	86.86%			
	M-16	244.56	87.34%			
	M-17	227.58	81.28%			
	M-18	243.90	87.11%			
	M-19	234.96	83.92%			
	M-20	235.25	84.02%			
		<b>PROMEDIO</b>	<b>240.06</b>			
28 Días	M-21	326.20	116.50%	30.19	9.60	3.04%
	M-22	327.62	117.01%			
	M-23	308.88	110.31%			
	M-24	297.43	106.22%			
	M-25	307.28	109.74%			
	M-26	319.37	114.06%			
	M-27	323.18	115.42%			
	M-28	322.39	115.14%			
	M-29	312.58	111.64%			
	M-30	314.21	112.22%			
		<b>PROMEDIO</b>	<b>315.92</b>			

Tabla 11: Estadística de la resistencia a la compresión del concreto con 780ml de aditivo por cada 100 kg de cemento

RESULTADOS ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
DISEÑO : 780 ml / 100 kg C.				f'c : 280 kg/cm <sup>2</sup>		
N° DE DÍAS	CÓDIGO	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO (%)	RANGO MUESTRAL	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
7 Días	M-1	186.41	66.57%	14.74	5.52	2.87%
	M-2	192.86	68.88%			
	M-3	184.34	65.83%			
	M-4	196.64	70.23%			
	M-5	198.69	70.96%			
	M-6	191.73	68.48%			
	M-7	199.08	71.10%			
	M-8	190.86	68.16%			
	M-9	186.83	66.73%			
	M-10	198.56	70.91%			
		<b>PROMEDIO</b>	<b>192.60</b>			
14 Días	M-11	226.07	80.74%	18.95	5.35	2.37%
	M-12	217.05	77.52%			
	M-13	227.63	81.30%			
	M-14	236.00	84.29%			
	M-15	222.24	79.37%			
	M-16	227.61	81.29%			
	M-17	223.03	79.65%			
	M-18	228.56	81.63%			
	M-19	230.68	82.39%			
	M-20	221.43	79.08%			
		<b>PROMEDIO</b>	<b>226.03</b>			
28 Días	M-21	248.52	88.76%	46.77	11.82	4.71%
	M-22	252.58	90.21%			
	M-23	277.27	99.03%			
	M-24	252.04	90.01%			
	M-25	258.39	92.28%			
	M-26	251.26	89.74%			
	M-27	244.17	87.20%			
	M-28	245.91	87.82%			
	M-29	247.81	88.50%			
	M-30	230.50	82.32%			
		<b>PROMEDIO</b>	<b>250.84</b>			

Tabla 12: Estadística de la resistencia a la compresión del concreto con 1300ml de aditivo por cada 100 kg de cemento

RESULTADOS ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
DISEÑO : 1300 ml / 100 kg C.				f'c : 280 kg/cm <sup>2</sup>		
N° DE DÍAS	CÓDIGO	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO (%)	RANGO MUESTRAL	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
7 Días	M-1	162.80	58.14%	7.87	2.83	1.72%
	M-2	163.82	58.51%			
	M-3	160.24	57.23%			
	M-4	162.31	57.97%			
	M-5	166.40	59.43%			
	M-6	166.10	59.32%			
	M-7	167.70	59.89%			
	M-8	159.84	57.08%			
	M-9	166.98	59.63%			
	M-10	165.94	59.27%			
	<b>PROMEDIO</b>	<b>164.21</b>	<b>58.65%</b>			
14 Días	M-11	189.74	67.77%	19.40	7.29	3.80%
	M-12	202.39	72.28%			
	M-13	201.13	71.83%			
	M-14	185.95	66.41%			
	M-15	187.17	66.85%			
	M-16	197.31	70.47%			
	M-17	198.56	70.92%			
	M-18	182.98	65.35%			
	M-19	186.14	66.48%			
	M-20	186.00	66.43%			
	<b>PROMEDIO</b>	<b>191.74</b>	<b>68.48%</b>			
28 Días	M-21	234.65	83.80%	36.92	11.22	4.60%
	M-22	249.36	89.06%			
	M-23	237.46	84.81%			
	M-24	255.58	91.28%			
	M-25	263.92	94.26%			
	M-26	227.00	81.07%			
	M-27	245.70	87.75%			
	M-28	233.38	83.35%			
	M-29	241.34	86.19%			
	M-30	249.58	89.14%			
	<b>PROMEDIO</b>	<b>243.80</b>	<b>87.07%</b>			

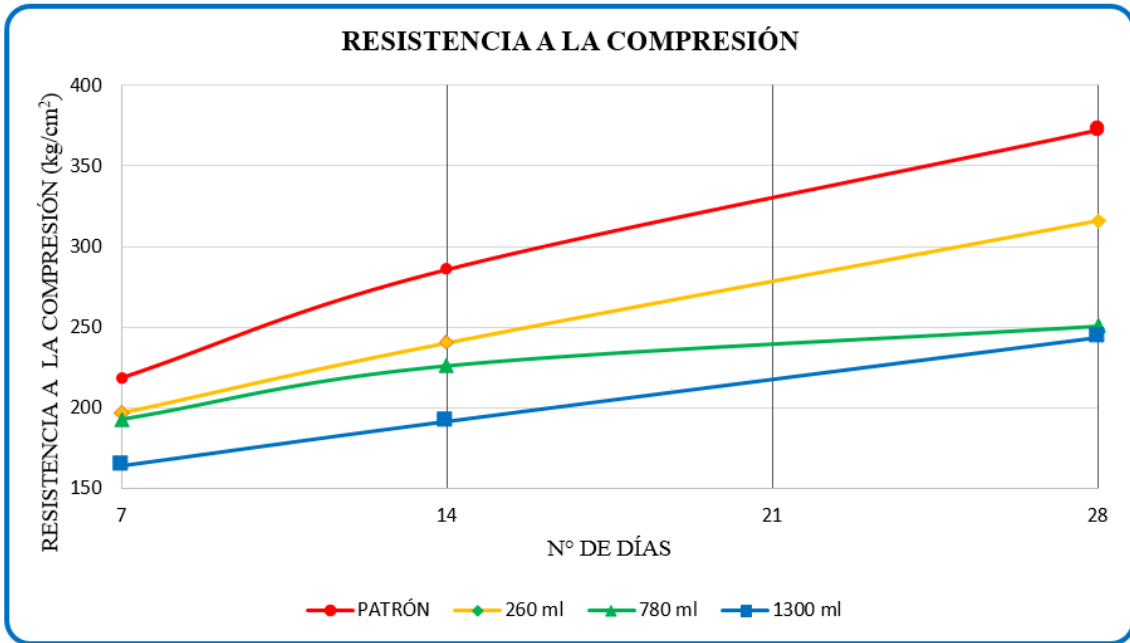


Figura 8: Variación de la resistencia a la compresión promedio de los diferentes diseños a distintas edades de curado

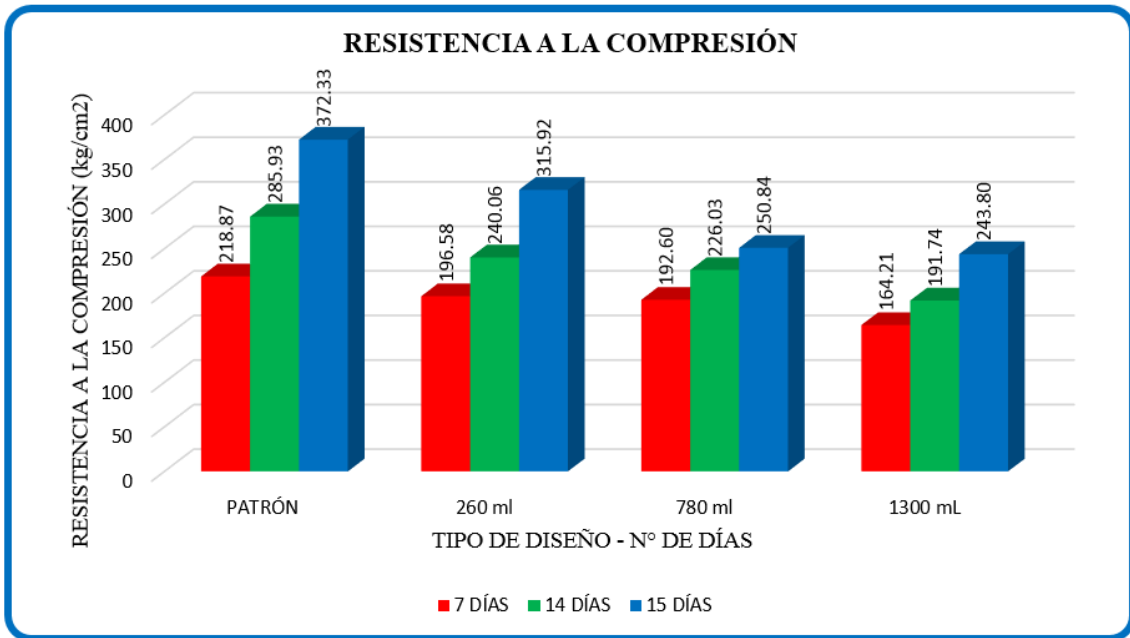


Figura 9: Resistencia a la compresión promedio de los diferentes diseños a distintas edades de curado

### 3.5.2.5. RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL CONCRETO.

La tabla N° 9 y las figuras N° 10 y N° 11 muestra los resultados del peso específico del concreto endurecido a los 28 días. Los cálculos y resultados se detallan en el ANEXO N° 5.

Tabla 13: *Peso específico aparente promedio del concreto para los diferentes diseños*

DISEÑO	P. E. A. (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto patrón	2574.32
Concreto con 260 ml de MM UW450 por 100 kg de cemento	2565.58
Concreto con 780 ml de MM UW450 por 100 kg de cemento	2555.65
Concreto con 1300 ml de MM UW450 por 100 kg de cemento	2520.41

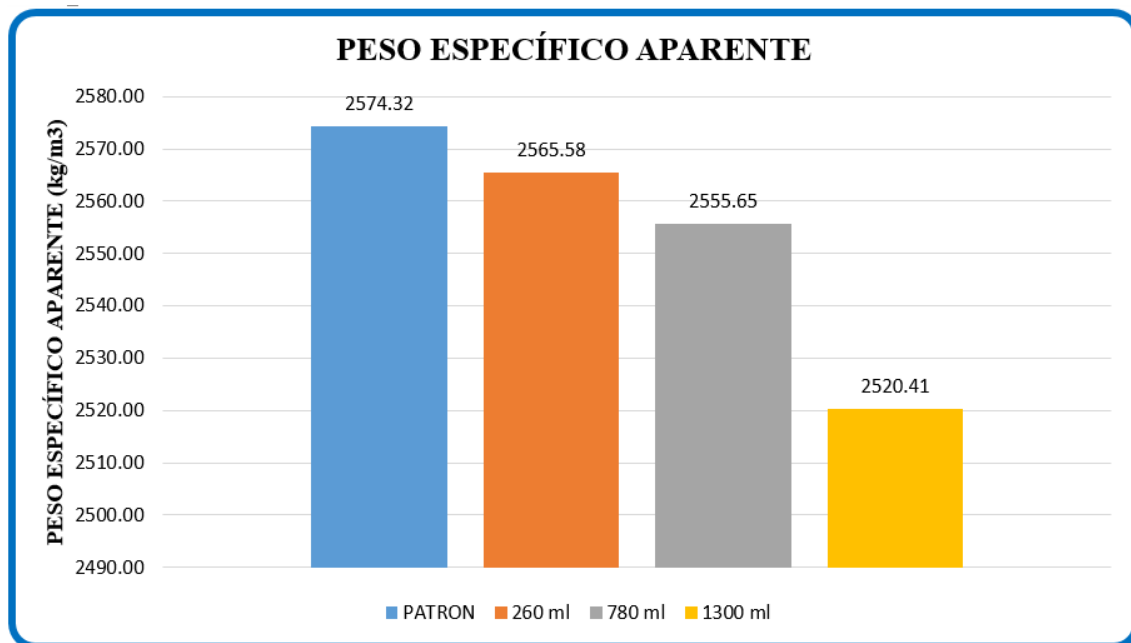
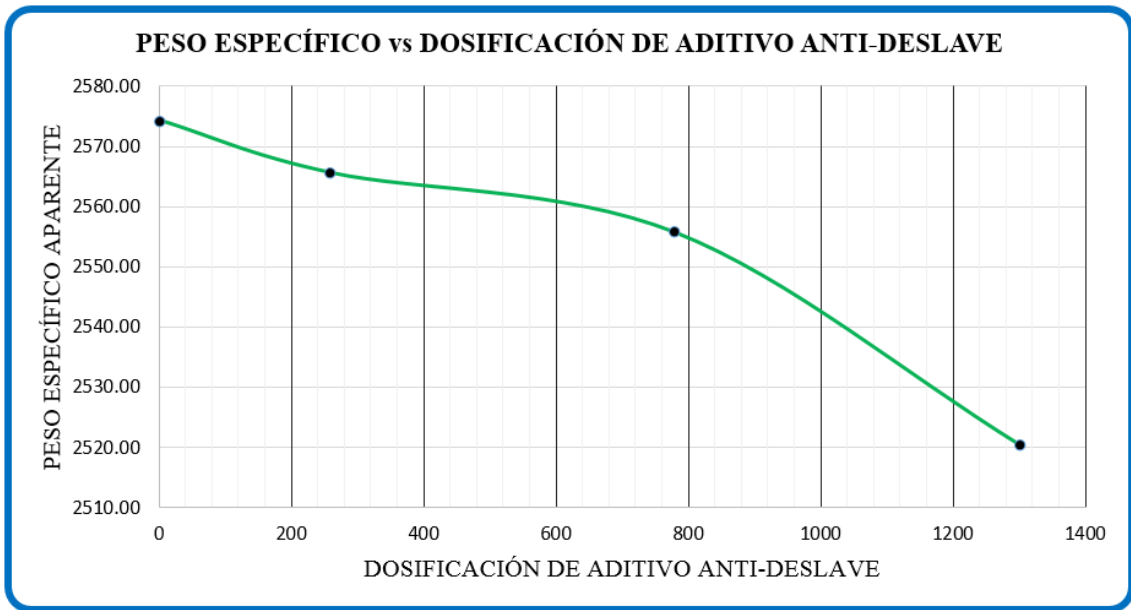


Figura 10: *Peso específico aparente promedio del concreto para los diferentes diseños*



*Figura 11: Variación del peso específico aparente promedio para los diferentes diseños*

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS.

En la Tabla 5 se muestran las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino y del agregado grueso, los valores obtenidos cumplen con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana (NTP).

El agregado fino tiene un módulo de finura de 3.090 y se encuentra en los límites establecidos (2.3 – 3.1), su gradación cumple con el uso granulométrico M, el porcentaje de finos que pasan la malla N° 200 es de 3.43 % que es menor al máximo admisible de 5%.

El agregado grueso presenta un tamaño máximo nominal de 1/2 pulgada y un módulo de finura de 6.765, posee una granulometría que cumple con el uso 67 de la normativa lo que también lo hace adecuado para concretos vaciados en el agua según el ACI 304R y el CRD C661, el porcentaje de finos que pasan el tamiz N° 200 es de 0.42% que es menor al máximo admisible de 1%, presenta un porcentaje de abrasión de 28.21 % que es menor al máximo de 50%.

#### 4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO

La Tabla 7 y la Figura 7 se muestran los resultados del ensayo de peso unitario del concreto fresco para el diseño patrón y los 3 diseños con aditivo anti-deslave. En el concreto patrón sin adición de ningún aditivo se obtuvo un valor de 2311.14 kg/m<sup>3</sup>, para los diseños de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento se obtuvo 2281.75 kg/m<sup>3</sup>, 2250.89 kg/m<sup>3</sup> y 2242.81 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

Se observa que el peso unitario va disminuyendo a medida que se incrementa el contenido de aditivo anti-deslave. Para el diseño con 260 ml de aditivo el peso unitario disminuye en 29.39 kg/m<sup>3</sup> (1.27%), para el diseño de 780 ml de aditivo anti-deslave varía en 51.25 kg/m<sup>3</sup> (2.61%) menos, finalmente para el diseño de 1300 ml disminuye en 68.33 kg/m<sup>3</sup> (2.96%) respecto al diseño patrón.



En todos los casos los valores no superan el valor de 2400 kg/m<sup>3</sup> para ser considerado concreto pesado ni están por debajo de 2200 kg/m<sup>3</sup> para que sea un concreto ligero, por lo que se le considera un concreto normal.

#### **4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN.**

La Tabla 8 y las Figuras 8 y 9 nos muestran la resistencia a compresión promedio de las probetas cilíndricas a diferentes edades de curado y para los distintos diseños, además la Tabla 8 nos muestra el porcentaje de resistencia obtenido con respecto a un  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>.

Se observa que el concreto patrón a los 7 días de curado presenta una resistencia de 218.87 kg/cm<sup>2</sup> (78.17%) siendo mayor que la de los otros diseños de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento que presentan 196.58 kg/cm<sup>2</sup> (70.21%), 192.60 kg/cm<sup>2</sup> (68.79%) y 164.21 kg/cm<sup>2</sup> (58.65%) respectivamente.

A los 14 días de curado el concreto patrón presenta una resistencia de 285 kg/cm<sup>2</sup> (102.12%) superando así el 100% del  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para los diseños de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento sólo se obtuvieron resistencias de 240.06 kg/cm<sup>2</sup> (85.74%), 226.03 kg/cm<sup>2</sup> (80.73%) y 191.74 kg/cm<sup>2</sup> (68.48%).

Los ensayos a compresión a los 28 días de curado para el concreto patrón y para el concreto con 260 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento superaron el 100% del  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> con las resistencias de 372.33 kg/cm<sup>2</sup> (132.97%) y 315.92 kg/cm<sup>2</sup> (112.83%) respectivamente, mientras que para los diseños de 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento sólo se obtuvieron resistencias de 250.84 kg/cm<sup>2</sup> (89.59%) y 243.80 kg/cm<sup>2</sup> (87.07%) respectivamente.

En las figuras 8 y 9 se observa que el diseño que obtuvo mayor crecimiento de la resistencia a través del tiempo de curado fue el concreto patrón, que alcanzó una resistencia de 372.33 kg/cm<sup>2</sup> (132.97%); la resistencia a los 7 días de los diseños de 260 ml y 780 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento fue muy parecida, 196.58 kg/cm<sup>2</sup> (70.21%) y 192.60 kg/cm<sup>2</sup> (68.79%) respectivamente, presentando una diferencia del 1.42%.

Sin embargo difieren a lo largo del tiempo ya que a los 28 días de curado el diseño de 260 ml de aditivo anti-deslave pudo superar el 100% de la resistencia con  $315.92 \text{ kg/cm}^2$  (112.83%), mientras que el diseño de 780 ml de aditivo anti-deslave solamente llegó al  $250.84 \text{ kg/cm}^2$  (89.59%); la resistencia a los 28 días de los diseños de 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave fueron de  $250.84 \text{ kg/cm}^2$  (89.59%) y  $243.80 \text{ kg/cm}^2$  (87.07 %) difiriendo sólo en un 1.89% a pesar de que su resistencia a los 7 días difería en 10.14%.

#### **4.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL CONCRETO.**

En la Tabla 13 y las Figuras 10 y 11 se presentan los resultados del peso específico aparente promedio para cada diseño, observándose que se presenta una disminución mientras mayor sea el contenido de aditivo anti-deslave.

El diseño patrón presenta un peso específico aparente de  $2574.32 \text{ kg/m}^3$ , a partir de ahí va decreciendo, para los diseños de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento presentan  $2565.58 \text{ kg/m}^3$ ,  $2555.65 \text{ kg/m}^3$ ,  $2520.41 \text{ kg/m}^3$  respectivamente.

Para el diseño con 260 ml de aditivo anti-deslave disminuye  $8.74 \text{ kg/m}^3$  (0.34%), para diseño de 780 ml de aditivo anti-deslave decrece en  $18.67 \text{ kg/m}^3$  (0.73%), finalmente para el diseño de 1300 ml de aditivo anti-deslave disminuye en  $53.21 \text{ kg/m}^3$  (2.07%) respecto del diseño patrón.

#### **4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPÓTESIS.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos a compresión de los especímenes de concreto se puede contrastar la hipótesis en su totalidad, ya que en todos los casos la variación de la resistencia es mayor al 5% respecto al concreto patrón, cabe resaltar que esta variación es negativa.

En los ensayos de compresión a los 7 días en los diseños de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento se obtuvieron variaciones del 7.96% ( $22.29 \text{ kg/cm}^2$ ), 9.38% ( $26.27 \text{ kg/cm}^2$ ) y 19.52% ( $54.66 \text{ kg/cm}^2$ ) respectivamente, en comparación al diseño patrón.

A los 14 días la resistencia en los diseños de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento se obtuvo variaciones del 16.38% ( $45.87 \text{ kg/cm}^2$ ),

21.39% (59.90 kg/cm<sup>2</sup>) y 33.64% (94.19 kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente, con respecto al diseño patrón.

Finalmente a los 28 días la resistencia para los diseños de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento tuvo variaciones del 20.14% (56.41 kg/cm<sup>2</sup>), 43.38% (121.49 kg/cm<sup>2</sup>) y 45.90% (128.53 kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente, con respecto al diseño patrón.

#### **4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LOS ANTECEDENTES TEÓRICOS.**

De acuerdo a los resultados obtenidos se concuerda con Macedo & Miranda (2017) y Gómez (2018) en que a mayor contenido de aditivo anti-deslave la resistencia disminuye en comparación con el concreto patrón.

Sin embargo se discrepa con Díaz, Soberón (2019) en que a mayor contenido de aditivos aumenta la resistencia, esto se debe a que emplean aditivos como microsílíce y plastificantes, en vez de un aditivo anti-deslave específico.

Además se concuerda con Sonebi, Bartos & Khayat (1999) en que la adición de aditivo anti-deslave hace que la viscosidad del concreto aumente y se haga necesario el uso de plastificantes para recuperar la trabajabilidad y fluidez.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES.

- Se concluye que la variación de la resistencia a compresión a los 7 días de los diseños con dosificación de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave respecto al diseño patrón fue de 22.29 kg/cm<sup>2</sup> (7.96%), 26.27 kg/cm<sup>2</sup> (9.38%) y 54.66 kg/cm<sup>2</sup> (19.52%).
- Se concluye que a los 14 días la variación de la resistencia a compresión de los diseños con dosificación de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave respecto al diseño patrón fue de 45.87 kg/cm<sup>2</sup> (16.38%), 59.90 kg/cm<sup>2</sup> (21.39%) y 94.19 kg/cm<sup>2</sup> (33.64%).
- Se concluye que la variación de la resistencia a compresión a los 28 días de los diseños con dosificación de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave respecto al diseño patrón fue de 56.41 kg/cm<sup>2</sup> (20.14%), 121.49 kg/cm<sup>2</sup> (43.38%) y 128.53 kg/cm<sup>2</sup> (45.90%).
- Se concluye que la menor variación de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días fue la del diseño con 260 ml de aditivo anti-deslave con un porcentaje del 20.14% (56.41 kg/cm<sup>2</sup>) y la mayor variación fue la del diseño con 1300 ml de aditivo anti-deslave con un 45.90% (128.53 kg/cm<sup>2</sup>).
- El resultado del ensayo de peso unitario del concreto fresco del diseño patrón fue de 2311.14 kg/m<sup>3</sup>, para los diseño de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento se obtuvo 2281.75 kg/m<sup>3</sup>, 2250.89 kg/m<sup>3</sup> y 2242.81 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Por lo que se concluye que a mayor concentración de aditivo anti-deslave menor será el valor del peso unitario, disminuyendo en 29.39 kg/m<sup>3</sup> (1.27%), 51.25 kg/m<sup>3</sup> (2.61%) 68.33 kg/m<sup>3</sup> (2.96%) respectivamente para cada dosificación.
- En el ensayo de peso específico aparente el concreto patrón presenta un valor de 2574.32 kg/m<sup>3</sup> mientras que los diseños de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo anti-deslave por cada 100 kg de cemento presentan 2565.58 kg/m<sup>3</sup>, 2555.65 kg/m<sup>3</sup>, 2520.41 kg/m<sup>3</sup> variando en 8.74 kg/m<sup>3</sup> (0.34%), 18.67 kg/m<sup>3</sup> (0.73%) y 53.21 kg/m<sup>3</sup> (2.07%) respectivamente, por lo que se concluye que a mayor dosificación de aditivo anti-deslave los pesos específicos disminuyen.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda para posteriores trabajos de investigación evaluar las propiedades mecánicas del concreto anti-deslave con revenimientos superiores a los 180 mm.
- Se recomienda investigar en futuros trabajos la cantidad de aire contenido en la mezcla con aditivos anti-deslave para determinar su influencia en las características del concreto.
- Se recomienda realizar investigaciones para determinar la pérdida de finos mediante la prueba de pulverización (MC-1), desarrollada por la Universidad de Paisley o la prueba del CRD C61-89A.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima: Editorial San marcos.
- CEMEX. (2016). *Concreto Bajo el Agua. Productos Cemex*, Editorial ACO.
- DÍAZ, J. (2015). ALTA INGENIERÍA PARA RETOS DE CONSTRUCCIÓN BAJO AGUA. *Construcción y Tecnología en Concreto*, 36.
- DIAZ, J., & SOBERÓN, J. (2019). Concreto Antideslave con Incorporación de Aditivos para Vaciado en Estructuras Bajo Nivel Freático Alto-Distrito De Jaén. Jaén. Universidad Nacional de Jaén. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional De Jaén, Jaén.
- GOMEZ, R. (2018). Resistencia a compresión axial de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de aditivo anti-deslave. (*Tesis de Grado*). Universidad Privada Del Norte, Cajamarca.
- MACEDO, E., & MIRANDA, J. (2017). Diseño De Concreto Antideslave, Para Vaciados En Zonas Con Presencia De Nivel Freatico Alto Con Usos De Aditivos, En la Ciudad De Arequipa. (*Tesis de grado*). Universidad Católica De Santa María, Arequipa.
- NEVILLE, A., & BROOKS, J. (1998). *Tecnología del concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto*. México: Editorial Trillas.
- NTP 339.088. (2006). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland, Requisitos*. Lima: INDECOPI.
- PASQUEL, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- RIVVA. (2014). *Concreto Diseño de Mezclas*. Lima: ICG.
- RIVVA, E. (2004). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima: II Congreso Internacional de la Construcción y Expocon.
- RIVVA, E., HARMAN, J., PASQUEL, E., BADOINO, D., & ROMERO, A. (1997). *Tecnología del concreto*. Perú: Capítulo Peruano ACI.
- SONEBI, M., BARTOS, P., & KHAYAT, K. (1999). *Assessment of washout resistance of underwater concrete: a comparison between CRD C61 and new MC-1 tests. Materials and structures*. <https://doi.org/10.1007/BF02479597>.
- SONEBI, M., TAMIMI, A., & BARTOS, P. (2000). *Application of factorial models to predict the effect of anti-washout admixture, superplasticizer and cement on slump, flow time and washout resistance of underwater concrete. Materials and Structures*. <https://doi.org/10.1007/BF02479702>.
- TORRES, J. (2014). *Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto*. Lima: CARTOLAN EDITORES SRL.

## **NORMAS**

- ACI Committee 304, (2000) *“Guide for Measuring, Mixing, Transporting and Placing Concrete”* (ACI 304R – 00). ACI
- ACI Committee 212, (2010) *“Report on Chemical Admixtures for Concrete”* (ACI 212.3R – 10). ACI
- ASTM C31, (2017) *“Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field”*
- ASTM C125, (2020) *“Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates”*
- ASTM C494, (2017) *“Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete”*
- CRD C661, (2006) *“Specification for Antiwashout Admixtures for Concrete”*
- NTP 334.009 (2013): CEMENTOS. *“Cemento Portland Requisitos”*. INDECOPI.
- NTP 334.082 (2016): CEMENTOS. *“Cemento Portland Especificaciones de la Performance”*. INDECOPI.
- NTP 339.034 (2015): CONCRETO. *“Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”*. INDECOPI.
- NTP 339.046 (2008): CONCRETO. *“Método de ensayo para determinar la densidad” (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)”*. INDECOPI.
- NTP 339.047 (2014): CONCRETO. *“Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados”*. INDECOPI.
- NTP 339.088 (2014): CONCRETO. *“Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos”*. INDECOPI.
- NTP 339.183 (2013): CONCRETO. *“Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio”*. INDECOPI.
- NTP 339.185 (2013): AGREGADOS. *“Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”*. INDECOPI.
- NTP 400.010 (2011): AGREGADOS. *“Extracción y preparación de muestras”*. INDECOPI.
- NTP 400.011 (2013): AGREGADOS. *“Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones”*. INDECOPI.
- NTP 400.012 (2013): AGREGADOS. *“Análisis granulométrico del agregado fino, agregado grueso y agregado global”*. INDECOPI.
- NTP 400.017 (2011): AGREGADOS. *“Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en el agregado”*. INDECOPI.

NTP 400.018 (2013): AGREGADOS. *“Método de ensayo normalizado para determinar materiales más fino que pasa por el tamiz normalizado  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado en agregados”*. INDECOPI.

NTP 400.019 (2014): AGREGADOS. *“Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles”*. INDECOPI.

NTP 400.021 (2013): AGREGADOS. *“Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso”*. INDECOPI.

NTP 400.022 (2013): AGREGADOS. *“Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”*. INDECOPI.



## ANEXOS

### ANEXO N° 1: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

#### A. AGREGADO FINO

#### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla 14: Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino – Ensayo N° 01

ASTM C136 / NTP 400.012

Peso Seco Inicial =			1500.00 g		
Tamiz		Peso Retenido Parcial (g)	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura				
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	132.00	8.80	8.80	91.20
N° 8	3.36	205.00	13.67	22.47	77.53
N° 16	1.18	267.00	17.80	40.27	59.73
N° 30	0.60	287.00	19.13	59.40	40.60
N° 50	0.30	368.00	24.53	83.93	16.07
N° 100	0.15	152.00	10.13	94.07	5.93
N° 200	0.075	72.00	4.80	98.87	1.13
Cazoleta	--	17.00	1.13	100.00	0.00
Total		1500.00			
<b>MÓDULO DE FINURA</b>			<b>3.089</b>		

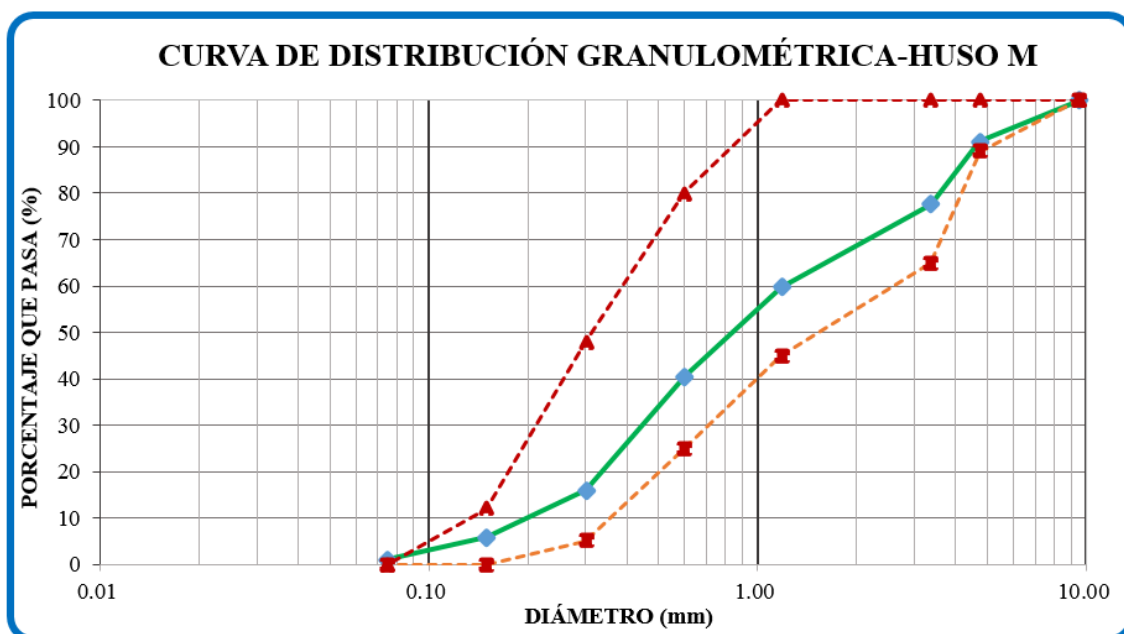


Figura 12: “Curva de Distribución granulométrica del agregado fino – Ensayo N° 01

Tabla 15: Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino – Ensayo N° 02

ASTM C136 / NTP 400.012

Peso Seco Inicial =			1500.00 g		
Tamiz		Peso Retenido Parcial (g)	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura				
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	131.00	8.73	8.73	91.27
N° 8	3.36	194	12.93	21.67	78.33
N° 16	1.18	284.00	18.93	40.60	59.40
N° 30	0.60	317.00	21.13	61.73	38.27
N° 50	0.30	330.00	22.00	83.73	16.27
N° 100	0.15	151.00	10.07	93.80	6.20
N° 200	0.075	78.00	5.20	99.00	1.00
Cazoleta	--	15.00	1.00	100.00	0.00
Total		1500.00			
<b>MÓDULO DE FINURA</b>			<b>3.103</b>		

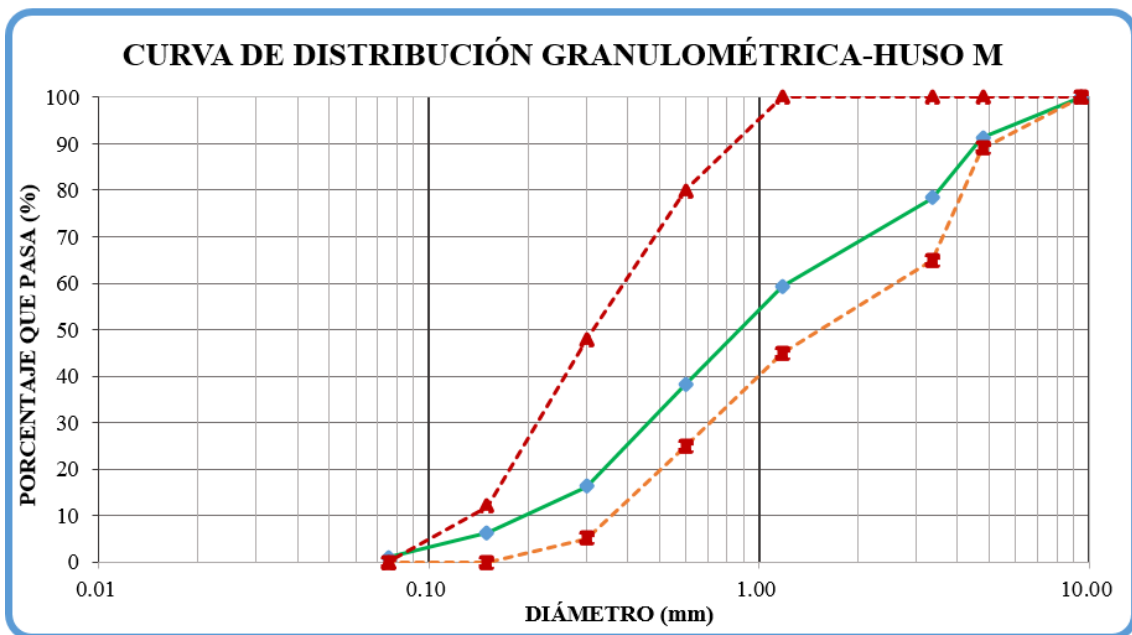


Figura 13: “Curva de distribución granulométrica del agregado fino – Ensayo N° 02

Tabla 16: Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino – Ensayo N° 03

ASTM C136 / NTP 400.012

Peso Seco Inicial =			1500.00 g		
Tamiz		Peso Retenido Parcial (g)	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura				
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	125.00	8.33	8.33	91.67
N° 8	3.36	196.00	13.07	21.40	78.60
N° 16	1.18	267.00	17.80	39.20	60.80
N° 30	0.60	327.00	21.80	61.00	39.00
N° 50	0.30	343.00	22.87	83.87	16.13
N° 100	0.15	152.00	10.13	94.00	6.00
N° 200	0.075	74.00	4.93	98.93	1.07
Cazoleta	--	16.00	1.07	100.00	0.00
Total		1500.00			
<b>MÓDULO DE FINURA</b>			<b>3.078</b>		

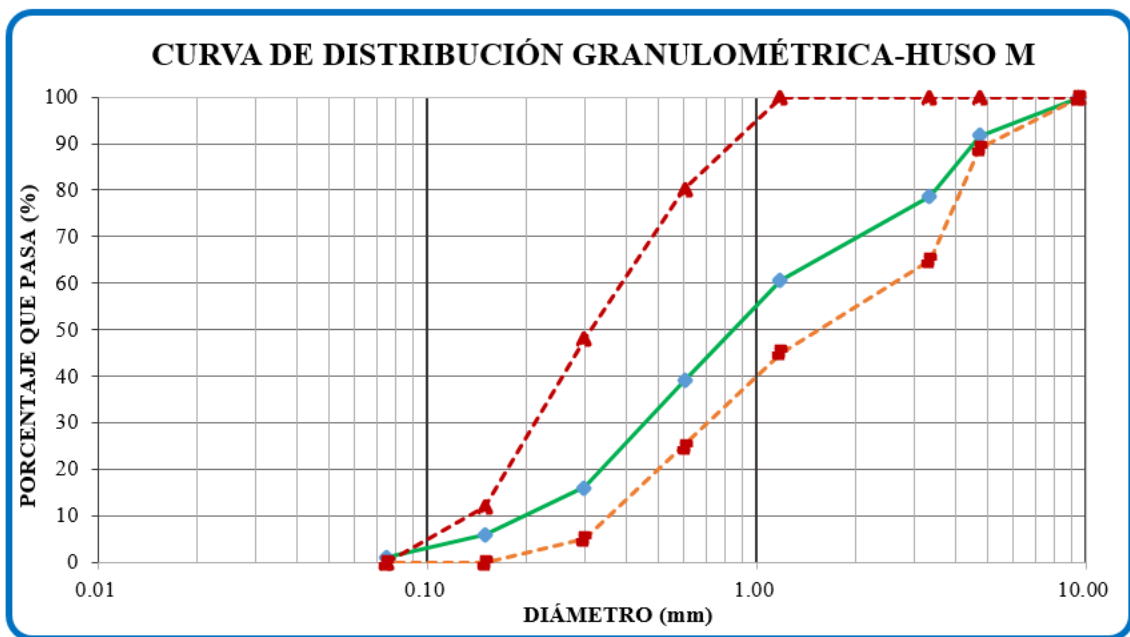


Figura 14: Curva de distribución granulométrica del agregado fino – Ensayo N° 03

<b>MÓDULO DE FINURA PROMEDIO =</b>	<b>3.090</b>
------------------------------------	--------------

## 2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

Tabla 17: Ensayo de peso específico y absorción para el agregado fino

ASTM C128 / NTP 400.022

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso de Fiola (g)	163.00	163.00	163.00	
Peso de la fiola + Agua Hasta el Menisco (g)	661.31	661.30	661.29	
Peso de la Fiola + Agua + Muestra (g)	975.10	975.15	974.95	
Peso de la Muestra Superficialmente Seca (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la Muestra Secada al Horno (g)	494.00	494.10	493.90	
Volumen de Agua Añadida al Frasco (g)	312.10	312.20	312.00	
<b>Peso Específico de Masa (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.629</b>	<b>2.630</b>	<b>2.626</b>	<b>2.629</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.661</b>	<b>2.662</b>	<b>2.659</b>	<b>2.661</b>
<b>Peso Específico Aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.716</b>	<b>2.716</b>	<b>2.714</b>	<b>2.715</b>
<b>Absorción (%)</b>	<b>1.21</b>	<b>1.19</b>	<b>1.24</b>	<b>1.21</b>

## 3. PESO UNITARIO

### 3.1. PESO ESPECÍFICO DEL AGUA

Tabla 18: Peso específico del agua

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso de la Fiola (g)	163.00	163.00	163.00	
Peso de la Fiola + Agua (g)	661.31	661.30	661.26	
Volumen de la Fiola (cm <sup>3</sup> )	500.00	500.00	500.00	
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	0.99662	0.99660	0.99658	0.99660
<b>Peso Específico (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>996.62</b>	<b>996.60</b>	<b>996.58</b>	<b>996.60</b>

### 3.2. FACTOR “F” DEL RECIPIENTE

Tabla 19: Factor “F” del recipiente para agregado fino

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso del Molde (g)	3875.00	3875.00	3875.00	
Peso del Molde + Agua (g)	6846.00	6848.00	6845.00	
Peso de Agua (kg)	2.9710	2.9730	2.9700	
<b>Factor “F” (1/m<sup>3</sup>)</b>	<b>335.443</b>	<b>335.217</b>	<b>335.556</b>	<b>335.405</b>

### 3.3. PESO UNITARIO SECO SUELTO

Tabla 20: Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado fino

ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso del Recipiente (g)	3875.00	3875.00	3875.00	
Peso de Muestra Suelta + Recipiente (g)	8764.00	8770.00	8773.00	
Peso de la Muestra Suelta (g)	4889.00	4895.00	4898.00	
Factor "F"	335.405	335.405	335.405	
Peso Unitario Seco Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1.640	1.642	1.643	1.641
<b>Peso Unitario Seco Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1640.00</b>	<b>1642.00</b>	<b>1643.00</b>	<b>1641.00</b>

### 3.4. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO

Tabla 21: Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado fino

ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso del Recipiente (g)	3875.00	3875.00	3875.00	
Peso de Muestra Compact. + Recipiente (g)	9325.00	9350.00	9342.00	
Peso de la Muestra Compactada (g)	5450.00	5475.00	5467.00	
Factor "F"	335.405	335.405	335.405	
Peso Unitario Seco Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.828	1.836	1.834	1.833
<b>Peso Unitario Seco Compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1828.00</b>	<b>1836.00</b>	<b>1834.00</b>	<b>1833.00</b>

## 4. MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200

Tabla 22: Ensayo de partículas < Tamiz N° 200 del agregado fino

ASTM C117 / NTP 400.018

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso de la Muestra original (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la Muestra Lavada (g)	482.00	484.00	482.50	
Peso del Material < Tamiz N° 200 (g)	18.00	16.00	17.50	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	<b>3.60 %</b>	<b>3.20 %</b>	<b>3.50 %</b>	<b>3.43</b>

## 5. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

Tabla 23: Ensayo de contenido de humedad (%) del agregado fino

ASTM C556 / NTP 339.185

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso del Recipiente (g)	54.10	58.00	56.90	
Peso del Recipiente + Muestra Húmeda (g)	1102.00	812.00	893.00	
Peso del Recipiente + Muestra Seca (g)	1061.00	783.00	861.00	
Peso del Agua (g)	41.00	29.00	32.00	
Peso muestra seca (g)	1006.90	725.00	804.10	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>4.07</b>	<b>4.00</b>	<b>3.98</b>	<b>4.02</b>

**B. AGREGADO GRUESO**  
**1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Tabla 24: Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso – Ensayo N° 01

ASTM C136 / NTP 400.012

Tamiz			Peso Retenido Parcial (g)	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura					
Peso Seco Inicial =			5000.00 g			
3/4"	19.05		0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70		2571.00	51.42	51.42	48.58
3/8"	9.53		1281.00	25.62	77.04	22.96
N° 4	4.75		1141.00	22.82	99.86	0.14
Cazoleta	--		7.00	0.14	100.00	0.00
Total			5000.00			
<b>MÓDULO DE FINURA</b>				<b>6.762</b>		

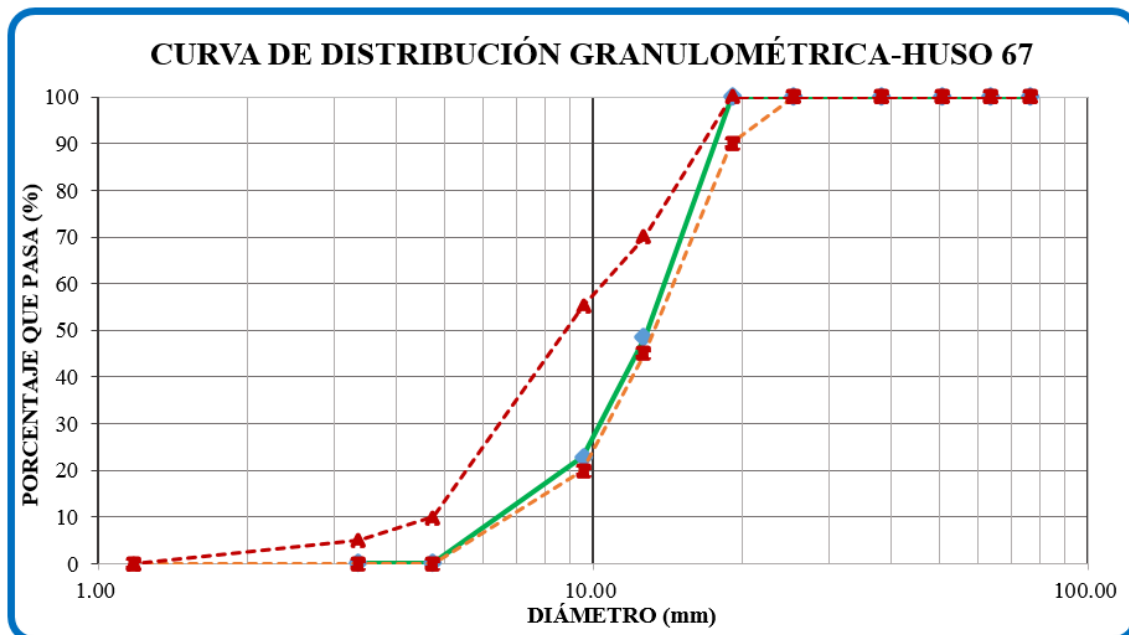


Figura 15: Curva de distribución granulométrica del agregado grueso – Ensayo N° 01

Tabla 25: Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso – Ensayo N° 02

ASTM C136 / NTP 400.012

Peso Seco Inicial =			5000.00 g		
Tamiz		Peso Retenido Parcial (g)	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura				
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	2513.00	50.26	50.26	49.79
3/8"	9.53	1337.00	26.74	77.00	23.00
N° 4	4.75	1142.00	22.84	99.84	0.16
Cazoleta	--	8.00	0.16	100.00	0.00
Total		5000.00			
<b>MÓDULO DE FINURA</b>			<b>6.760</b>		

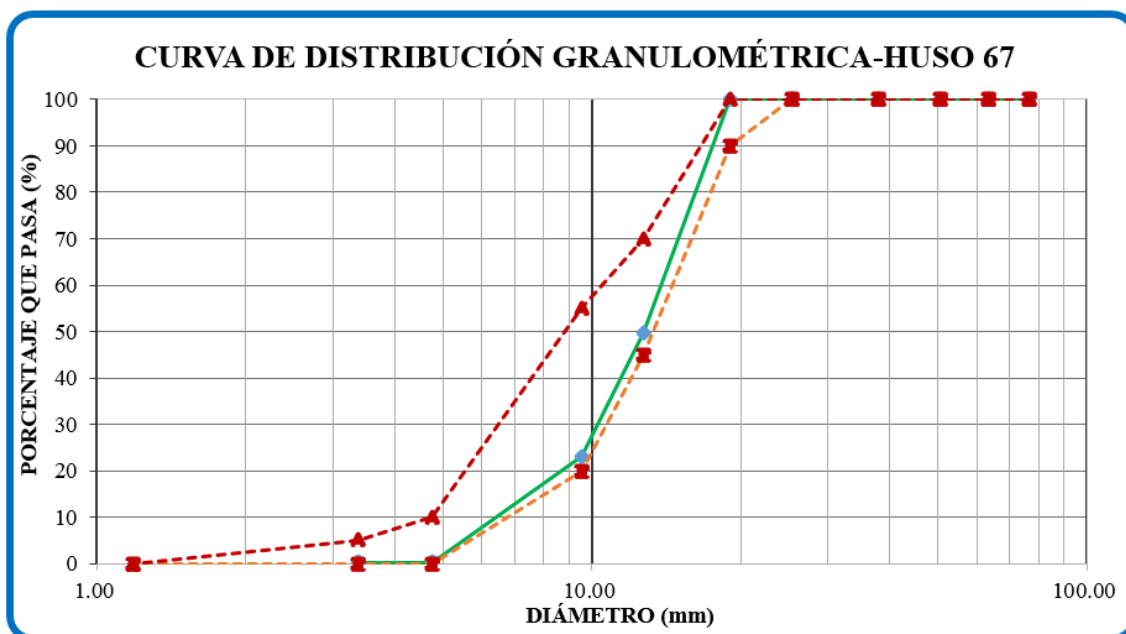


Figura 16: Curva de distribución granulométrica del agregado grueso – Ensayo N° 02



Tabla 26: Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso – Ensayo N° 03

ASTM C136 / NTP 400.012

Peso Seco Inicial =			5000.00 g		
Tamiz		Peso Retenido Parcial (g)	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura				
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	2555.00	51.10	51.10	48.90
3/8"	9.53	1331.00	26.62	77.72	22.28
N° 4	4.75	1109.00	22.16	99.90	0.10
Cazoleta	--	5.00	0.10	100.00	0.00
Total		5000.00			
<b>MÓDULO DE FINURA</b>			<b>6.771</b>		

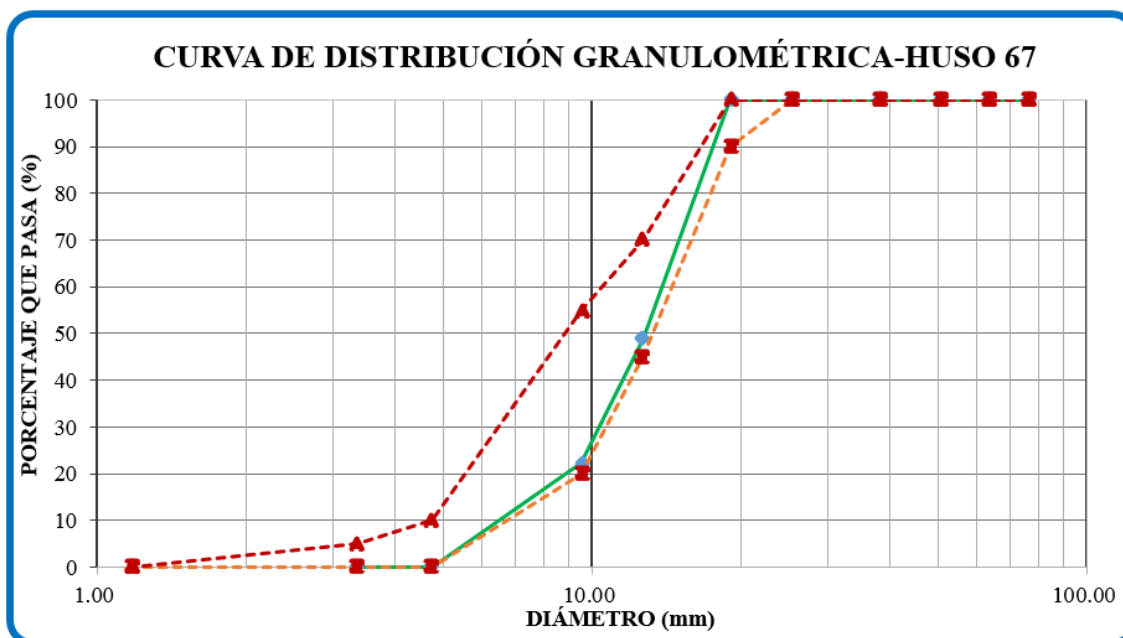


Figura 17: Curva de distribución granulométrica del agregado grueso – Ensayo N° 03

<b>MÓDULO DE FINURA PROMEDIO =</b>	<b>6.765</b>
------------------------------------	--------------

## 2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

Tabla 27: Ensayo de peso específico y absorción para el agregado grueso

ASTM C127 / NTP 400.021

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	2968.00	2967.00	2968.10	
Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1869.00	1865.00	1867.00	
<b>Peso Específico de Masa (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.624</b>	<b>2.614</b>	<b>2.620</b>	<b>2.619</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.653</b>	<b>2.643</b>	<b>2.648</b>	<b>2.648</b>
<b>Peso Específico Aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.701</b>	<b>2.692</b>	<b>2.696</b>	<b>2.696</b>
<b>Absorción (%)</b>	<b>1.08</b>	<b>1.11</b>	<b>1.07</b>	<b>1.09</b>

## 3. PESO UNITARIO

### 3.1. PESO ESPECÍFICO DEL AGUA

Tabla 28: Peso específico del agua

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso de la Fiola (g)	163.00	163.00	163.00	
Peso de la Fiola + Agua (g)	661.31	661.30	661.26	
Volumen de la Fiola (cm <sup>3</sup> )	500.00	500.00	500.00	
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	0.99662	0.99660	0.99658	0.99660
<b>Peso Específico (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>996.62</b>	<b>996.60</b>	<b>996.58</b>	<b>996.60</b>

### 3.2. FACTOR “F” DEL RECIPIENTE

Tabla 29: Factor “F” del recipiente para agregado grueso

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso del Molde (g)	4.193	4.193	4.193	
Peso del Molde + Agua (g)	13889.00	13894.00	13891.00	
Peso de Agua (kg)	9.6960	9.7010	9.6980	
<b>Factor “F” (1/m<sup>3</sup>)</b>	<b>102.785</b>	<b>102.732</b>	<b>102.763</b>	<b>102.760</b>

### 3.3. PESO UNITARIO SECO SUELTO

Tabla 30: Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado grueso

ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso del Recipiente (g)	4193.00	4193.00	4193.00	
Peso de Muestra Suelta + Recipiente (g)	18065.00	18091.00	18082.00	
Peso de la Muestra Suelta (g)	13872.00	13898.00	13889.00	
Factor "F"	102.760	102.760	102.760	
Peso Unitario Seco Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1.425	1.428	1.427	1.427
<b>Peso Unitario Seco Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1425.00</b>	<b>1428.00</b>	<b>1427.00</b>	<b>1427.00</b>

### 3.4. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO

Tabla 31: Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado grueso

ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso del Recipiente (g)	4193.00	4193.00	4193.00	
Peso de Muestra Compact. + Recipiente (g)	19381.00	19385.00	19375.00	
Peso de la Muestra Compactada (g)	15188.00	15192.00	15182.00	
Factor "F"	102.760	102.760	102.760	
Peso Unitario Seco Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.561	1.561	1.560	1.561
<b>Peso Unitario Seco Compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1561.00</b>	<b>1561.00</b>	<b>1560.00</b>	<b>1561.00</b>

## 4. MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200

Tabla 32: Ensayo de partículas < Tamiz N° 200 del agregado grueso

ASTM C117 / NTP 400.018

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso de la Muestra original (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la Muestra Lavada (g)	2987.00	2988.00	2987.00	
Peso del Material < Tamiz N° 200 (g)	13.00	12.00	13.00	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	<b>0.43</b>	<b>0.40</b>	<b>0.43</b>	<b>0.42 %</b>

## 5. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

Tabla 33: Ensayo de contenido de humedad (%) del agregado grueso .

ASTM C556 / NTP 339.185

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso del Recipiente (g)	61.80	59.80	60.20	
Peso del Recipiente + Muestra Húmeda (g)	2435.00	1985.00	1572.00	
Peso del Recipiente + Muestra Seca (g)	2428.00	1978.00	1568.00	
Peso del Agua (g)	7.00	7.00	4.00	
Peso muestra seca (g)	2366.20	1918.20	1507.80	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>0.30</b>	<b>0.36</b>	<b>0.27</b>	<b>0.31</b>

## 6. ABRASIÓN.

Tabla 34: Ensayo de abrasión del agregado grueso

ASTM C131 / NTP 400.019

GRADACIÓN – EQUIPO MECÁNICO	Nº DE ESFERAS	VELOC. (rev/min)	Nº DE REV.	TMN	PESO DE LA MUESTRA EN GRAMOS
B – Maquina De Los Ángeles	11	30 – 33	500	1/2"	500.00
<b>Nº DE ENSAYOS</b>			<b>1º</b>	<b>2º</b>	<b>3º</b>
Peso Inicial de la Muestra secada al Horno (g)			5000	5000	5000
Peso retenido en la malla Nº 12 Lavado y Secado al Horno (g)			3590	3591	3587
$\% \text{ Desgaste} = ((P_i - P_f) / P_i) \times 100$			28.20	28.18	28.26
<b>% de Desgaste Promedio</b>			<b>28.21</b>		

## ANEXO N° 2: DISEÑOS DE MEZCLA

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

**TESIS :** VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESOLVE MasterMatrix® UW 450

**TESISTA :** IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER

**DISEÑO:** PATRÓN

#### 1. MATERIAL CEMENTANTE

CEMENTO : PACASMAYO TIPO MS  
PESO ESPECÍFICO : 3.00 g/cm<sup>3</sup>

#### 2. CANTERA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO : Margarita - Chilete  
AGREGADO GRUESO : Aguilar - Baños del Inca

#### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL :	-	-	1/2 "	-
PESO ESPECÍFICO DE MASA :	2.629	g/cm <sup>3</sup>	2.619	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO SSS :	2.661	g/cm <sup>3</sup>	2.648	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO APARENTE :	2.715	g/cm <sup>3</sup>	2.696	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO :	1.641	g/cm <sup>3</sup>	1.427	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO :	1.833	g/cm <sup>3</sup>	1.561	g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	1.500	%	0.350	%
ABSORCIÓN (%) :	1.210	%	1.090	%
MODULO DE FINURA :	3.090	-	6.765	-
ABRASION (%) :		%	28.210	%
PARTÍCULAS < TAMIZ N° 200 :	3.430		0.420	

#### 4. ADITIVOS

1 MasterMatrix UW 450 - ml/100 kg cemento  
2 SikaMent 290N : - (%)

#### 5. RESISTENCIA

$f_c$  : 280 kg/cm<sup>2</sup>  
 $f_{cr}$  : 308 kg/cm<sup>2</sup>

#### 6. AGUA / CEMENTO

ASENTAMIENTO ("): 6 - 7  
AGUA DE MEZCLADO (lt/m<sup>3</sup>) 230  
AIRE TOTAL (%) : 2.5  
RELACIÓN A/C : 0.5388  
CEMENTO : 426.87 kg/m<sup>3</sup>  
10.04 Bolsas

#### 7. MÓDULO DE COMBINACIÓN

VACIOS : 40.40%  
VACIOS POR CORREGIR : 5.4%  
M<sub>c</sub> tabla 4.77  
M<sub>c</sub> CORREGIDO 4.67

#### 8. VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO : 0.142292 m<sup>3</sup>  
AGUA : 0.230000 m<sup>3</sup>  
AIRE : 0.025000 m<sup>3</sup>  
MM UW450 : 0 m<sup>3</sup>  
SikaMent 290N : 0 m<sup>3</sup>  
SUMA 0.397292 m<sup>3</sup>

#### 9. PORCENTAJE DE AGREGADOS

% A. FINO : 57.01%  
% A. GRUESO : 42.99%

#### 10. VOLUMEN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO SECO : 0.343585 m<sup>3</sup>  
AGREGADO GRUESO SECO : 0.259124 m<sup>3</sup>  
TOTAL : 0.602708 m<sup>3</sup>

#### 11. APORTE DE HUMEDAD DE AGREGADOS

A. FINO : 2.62  
A. GRUESO : -5.02  
TOTAL : -2.40

## **12. MATERIALES**

### **MATERIALES DE DISEÑO**

CEMENTO :	426.87	kg
AGUA DE DISEÑO :	230.00	lt
AGREGADO FINO SECO :	903.28	kg
AGREGADO GRUESO SECO :	678.64	kg
AIRE TOTAL :	2.5	%
MM UW450 :	0	
SikaMent 290N :	0	

### **MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

CEMENTO :	426.87	kg
AGUA EFECTIVA :	232.40	lt
A. FINO HÚMEDO :	916.83	kg
A. GRUESO HÚMEDO :	681.02	kg
AIRE TOTAL :	2.5	%
MM UW450 :	0	
SikaMent 290N :	0	

## **13. PROPORCIONAMIENTO**

### **PROPORCIÓN EN PESO**

CEMENTO :	1	
AGREGADO FINO :	2.15	
AGREGADO GRUESO :	1.60	
AGUA EFECTIVA :	23.14	lt/bolsa
MM UW450 :	0.00	kg/bolsa
SikaMent 290N :	0.00	kg/bolsa

### **PROPORCIÓN EN VOLUMEN**

CEMENTO :	1	
AGREGADO FINO :	1.94	
AGREGADO GRUESO :	1.67	
AGUA EFECTIVA :	23.14	lt/bolsa
MM UW450 :	0.00	kg/bolsa
SikaMent 290N :	0.00	kg/bolsa

## **14. MATERIALES HUMEDOS PARA UNA MEZCLA DE PRUEBA**

<b>Tanda de:</b>	<b>0.02 m3</b>	
CEMENTO :	8537.49	gr
AGUA EFECTIVA :	4648.05	gr
AGREGADO FINO :	18336.68	gr
AGREGADO GRUESO :	13620.40	gr
MM UW450 :	0.00	gr
SikaMent 290N :	0.00	gr

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

**TESIS :** VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix® UW 450

**TESISTA :** IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER

**DISEÑO:** 260 ml/100 kg DE CEMENTO

### 1. MATERIAL CEMENTANTE

CEMENTO : PACASMAYO TIPO MS  
PESO ESPECÍFICO : 3.00 g/cm<sup>3</sup>

### 2. CANTERA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO : Margarita - Chilete  
AGREGADO GRUESO : Aguilar - Baños del Inca

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL :	-	-	1/2 "	-
PESO ESPECÍFICO DE MASA :	2.629	g/cm <sup>3</sup>	2.619	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO SSS :	2.661	g/cm <sup>3</sup>	2.648	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO APARENTE :	2.715	g/cm <sup>3</sup>	2.696	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO :	1.641	g/cm <sup>3</sup>	1.427	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO :	1.833	g/cm <sup>3</sup>	1.561	g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	1.500	%	0.350	%
ABSORCIÓN (%) :	1.210	%	1.090	%
MODULO DE FINURA :	3.090	-	6.765	-
ABRASION (%) :		%	28.210	%
PARTÍCULAS < TAMIZ N° 200 :	3.430		0.420	

### 4. ADITIVOS

1 MasterMatrix UW 450: 0.312 (%)  
2 SikaMent 290N : 0.37 (%)

### 5. RESISTENCIA

$f'_c$  : 280 kg/cm<sup>2</sup>  
 $f'_{cr}$  : 308 kg/cm<sup>2</sup>

### 6. AGUA / CEMENTO

ASENTAMIENTO ("): 6 - 7  
AGUA DE MEZCLADO (lt/m<sup>3</sup>): 230  
AIRE TOTAL (%) : 2.5  
RELACIÓN A/C : 0.5388  
CEMENTO : 426.87 kg/m<sup>3</sup>  
10.04 Bolsas

### 7. MÓDULO DE COMBINACIÓN

VACIOS : 40.40%  
VACIOS POR CORREGIR : 5.4%  
M c tabla 4.77  
M c CORREGIDO 4.67

### 8. VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO : 0.142292 m<sup>3</sup>  
AGUA : 0.230000 m<sup>3</sup>  
AIRE : 0.025000 m<sup>3</sup>  
MM UW450 : 0.001110 m<sup>3</sup>  
SikaMent 290N : 0.0013162 m<sup>3</sup>  
**SUMA** 0.399717 m<sup>3</sup>

### 9. PORCENTAJE DE AGREGADOS

% A. FINO : 57.01%  
% A. GRUESO : 42.99%

### 10. VOLUMEN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO SECO : 0.342202 m<sup>3</sup>  
AGREGADO GRUESO SECO : 0.258081 m<sup>3</sup>  
TOTAL : 0.600283 m<sup>3</sup>

### 11. APOORTE DE HUMEDAD DE AGREGADOS

A. FINO : 2.61  
A. GRUESO : -5.00  
TOTAL : -2.39

## **12. MATERIALES**

### **MATERIALES DE DISEÑO**

CEMENTO :	426.87	kg
AGUA DE DISEÑO :	230.00	lt
AGREGADO FINO SECO :	899.65	kg
AGREGADO GRUESO SECO :	675.91	kg
AIRE TOTAL :	2.5	%
MM UW450 :	1.33	kg
SikaMent 290N :	1.58	kg

### **MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

CEMENTO :	426.87	kg
AGUA EFECTIVA :	232.39	lt
A. FINO HÚMEDO :	913.14	kg
A. GRUESO HÚMEDO :	678.28	kg
AIRE TOTAL :	2.5	%
MM UW450 :	1.33	kg
SikaMent 290N :	1.58	kg

## **13. PROPORCIONAMIENTO**

### **PROPORCIÓN EN PESO**

CEMENTO :	1	
AGREGADO FINO :	2.14	
AGREGADO GRUESO :	1.59	
AGUA EFECTIVA :	23.14	lt/bolsa
MM UW450 :	0.13	kg/bolsa
SikaMent 290N :	0.16	kg/bolsa

### **PROPORCIÓN EN VOLUMEN**

CEMENTO :	1	
AGREGADO FINO :	1.93	
AGREGADO GRUESO :	1.67	
AGUA EFECTIVA :	23.14	lt/bolsa
MM UW450 :	0.13	kg/bolsa
SikaMent 290N :	0.16	kg/bolsa

## **14. MATERIALES HUMEDOS PARA UNA MEZCLA DE PRUEBA**

<b>Tanda de:</b>	<b>0.02 m3</b>	
CEMENTO :	8537.49	gr
AGUA EFECTIVA :	4647.86	gr
AGREGADO FINO :	18262.87	gr
AGREGADO GRUESO :	13565.58	gr
MM UW450 :	26.64	gr
SikaMent 290N :	31.59	gr



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

**TESIS :** VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix® UW 450

**TESISTA :** IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER

**DISEÑO:** 780 ml/100 kg DE CEMENTO

### 1. MATERIAL CEMENTANTE

CEMENTO : PACASMAYO TIPO MS  
PESO ESPECÍFICO : 3.00 g/cm<sup>3</sup>

### 2. CANTERA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO : Margarita - Chilete  
AGREGADO GRUESO : Aguilar - Baños del Inca

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL :	-	-	1/2 "	-
PESO ESPECÍFICO DE MASA :	2.629	g/cm <sup>3</sup>	2.619	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO SSS :	2.661	g/cm <sup>3</sup>	2.648	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO APARENTE :	2.715	g/cm <sup>3</sup>	2.696	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO :	1.641	g/cm <sup>3</sup>	1.427	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO :	1.833	g/cm <sup>3</sup>	1.561	g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	1.500	%	0.350	%
ABSORCIÓN (%) :	1.210	%	1.090	%
MODULO DE FINURA :	3.090	-	6.765	-
ABRASION (%) :		%	28.210	%
PARTÍCULAS < TAMIZ N° 200 :	3.430		0.420	

### 4. ADITIVOS

1 MasterMatrix UW 450 0.936 (%)  
2 SikaMent 290N : 0.37 (%)

### 5. RESISTENCIA

$f'c$  : 280 kg/cm<sup>2</sup>  
 $f'cr$  : 308 kg/cm<sup>2</sup>

### 6. AGUA / CEMENTO

ASENTAMIENTO ("): 6 - 7  
AGUA DE MEZCLADO (lt/m<sup>3</sup>): 230  
AIRE TOTAL (%) : 2.5  
RELACIÓN A/C : 0.5388  
CEMENTO : 426.87 kg/m<sup>3</sup>  
10.04 Bolsas

### 7. MÓDULO DE COMBINACIÓN

VACIOS : 40.40%  
VACIOS POR CORREGIR : 5.4%  
M<sub>c</sub> tabla 4.77  
M<sub>c</sub> CORREGIDO 4.67

### 8. VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO : 0.142292 m<sup>3</sup>  
AGUA : 0.230000 m<sup>3</sup>  
AIRE : 0.025000 m<sup>3</sup>  
MM UW450 : 0.003329 m<sup>3</sup>  
SikaMent 290N : 0.0013162 m<sup>3</sup>  
**SUMA** 0.401937 m<sup>3</sup>

### 9. PORCENTAJE DE AGREGADOS

% A. FINO : 57.01%  
% A. GRUESO : 42.99%

### 10. VOLUMEN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO SECO : 0.340937 m<sup>3</sup>  
AGREGADO GRUESO SECO : 0.257126 m<sup>3</sup>  
TOTAL : 0.598063 m<sup>3</sup>

### 11. APOORTE DE HUMEDAD DE AGREGADOS

A. FINO : 2.60  
A. GRUESO : -4.98  
TOTAL : -2.38

## 12. MATERIALES

### **MATERIALES DE DISEÑO**

CEMENTO :	426.87	kg
AGUA DE DISEÑO :	230.00	lt
AGREGADO FINO SECO :	896.32	kg
AGREGADO GRUESO SECO :	673.41	kg
AIRE TOTAL :	2.5	%
MM UW450 :	4.00	kg
SikaMent 290N :	1.58	kg

### **MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

CEMENTO :	426.87	kg
AGUA EFECTIVA :	232.38	lt
A. FINO HÚMEDO :	909.77	kg
A. GRUESO HÚMEDO :	675.77	kg
AIRE TOTAL :	2.5	%
MM UW450 :	4.00	kg
SikaMent 290N :	1.58	kg

## 13. PROPORCIONAMIENTO

### **PROPORCIÓN EN PESO**

CEMENTO :	1	
AGREGADO FINO :	2.13	
AGREGADO GRUESO :	1.58	
AGUA EFECTIVA :	23.14	lt/bolsa
MM UW450 :	0.40	kg/bolsa
SikaMent 290N :	0.16	kg/bolsa

### **PROPORCIÓN EN VOLUMEN**

CEMENTO :	1	
AGREGADO FINO :	1.92	
AGREGADO GRUESO :	1.66	
AGUA EFECTIVA :	23.14	lt/bolsa
MM UW450 :	0.40	kg/bolsa
SikaMent 290N :	0.16	kg/bolsa

## **14. MATERIALES HUMEDOS PARA UNA MEZCLA DE PRUEBA**

<b>Tanda de:</b>	<b>0.02 m3</b>	
CEMENTO :	8537.49	gr
AGUA EFECTIVA :	4647.68	gr
AGREGADO FINO :	18195.34	gr
AGREGADO GRUESO :	13515.42	gr
MM UW450 :	79.91	gr
SikaMent 290N :	31.59	gr

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

**TESIS :** VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix® UW 450

**TESISTA :** IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER

**DISEÑO:** 1300 ml/100 kg DE CEMENTO

### 1. MATERIAL CEMENTANTE

CEMENTO : PACASMAYO TIPO MS  
PESO ESPECÍFICO : 3.00 g/cm<sup>3</sup>

### 2. CANTERA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO : Margarita - Chilete  
AGREGADO GRUESO : Aguilar - Baños del Inca

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL :	-	-	1/2 "	-
PESO ESPECÍFICO DE MASA :	2.629	g/cm <sup>3</sup>	2.619	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO SSS :	2.661	g/cm <sup>3</sup>	2.648	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO APARENTE :	2.715	g/cm <sup>3</sup>	2.696	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO :	1.641	g/cm <sup>3</sup>	1.427	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO :	1.833	g/cm <sup>3</sup>	1.561	g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	1.500	%	0.350	%
ABSORCIÓN (%) :	1.210	%	1.090	%
MODULO DE FINURA :	3.090	-	6.765	-
ABRASION (%) :		%	28.210	%
PARTÍCULAS < TAMIZ N° 200 :	3.430		0.420	

### 4. ADITIVOS

1 MasterMatrix UW 450 1.56 (%)  
2 SikaMent 290N : 0.37 (%)

### 5. RESISTENCIA

$f'c$  : 280 kg/cm<sup>2</sup>  
 $f'cr$  : 308 kg/cm<sup>2</sup>

### 6. AGUA/ CEMENTO

ASENTAMIENTO ("): 6 - 7  
AGUA DE MEZCLADO (lt/m<sup>3</sup>): 230  
AIRE TOTAL (%) : 2.5  
RELACIÓN A/C : 0.5388  
CEMENTO : 426.87 kg/m<sup>3</sup>  
10.04 Bolsas

### 7. MÓDULO DE COMBINACIÓN

VACIOS : 40.40%  
VACIOS POR CORREGIR : 5.4%  
M<sub>c</sub> tabla 4.77  
M<sub>c</sub> CORREGIDO 4.67

### 8. VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO : 0.142292 m<sup>3</sup>  
AGUA : 0.230000 m<sup>3</sup>  
AIRE : 0.025000 m<sup>3</sup>  
MM UW450 : 0.005549 m<sup>3</sup>  
SikaMent 290N : 0.0013162 m<sup>3</sup>  
SUMA 0.404157 m<sup>3</sup>

### 9. PORCENTAJE DE AGREGADOS

% A. FINO : 57.01%  
% A. GRUESO : 42.99%

### 10. VOLUMEN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO SECO : 0.339671 m<sup>3</sup>  
AGREGADO GRUESO SECO : 0.256172 m<sup>3</sup>  
TOTAL : 0.595843 m<sup>3</sup>

### 11. APOORTE DE HUMEDAD DE AGREGADOS

A. FINO : 2.59  
A. GRUESO : -4.96  
TOTAL : -2.38

## **12. MATERIALES**

### **MATERIALES DE DISEÑO**

CEMENTO :	426.87	kg
AGUA DE DISEÑO :	230.00	lt
AGREGADO FINO SECO :	893.00	kg
AGREGADO GRUESO SECO :	670.91	kg
AIRE TOTAL :	2.5	%
MM UW450 :	6.66	kg
SikaMent 290N :	1.58	kg

### **MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

CEMENTO :	426.87	kg
AGUA EFECTIVA :	232.38	lt
A. FINO HÚMEDO :	906.39	kg
A. GRUESO HÚMEDO :	673.26	kg
AIRE TOTAL :	2.5	%
MM UW450 :	6.66	kg
SikaMent 290N :	1.58	kg

## **13. PROPORCIONAMIENTO**

### **PROPORCIÓN EN PESO**

CEMENTO :	1	
AGREGADO FINO :	2.12	
AGREGADO GRUESO :	1.58	
AGUA EFECTIVA :	23.14	lt/bolsa
MM UW450 :	0.66	kg/bolsa
SikaMent 290N :	0.16	kg/bolsa

### **PROPORCIÓN EN VOLUMEN**

CEMENTO :	1	
AGREGADO FINO :	1.91	
AGREGADO GRUESO :	1.65	
AGUA EFECTIVA :	23.14	lt/bolsa
MM UW450 :	0.66	kg/bolsa
SikaMent 290N :	0.16	kg/bolsa

## **14. MATERIALES HUMEDOS PARA UNA MEZCLA DE PRUEBA**

<b>Tanda de:</b>	<b>0.02 m3</b>	
CEMENTO :	8537.49	gr
AGUA EFECTIVA :	4647.50	gr
AGREGADO FINO :	18127.81	gr
AGREGADO GRUESO :	13465.26	gr
MM UW450 :	133.18	gr
SikaMent 290N :	31.59	gr

### ANEXO N° 3: RESULTADOS DE ENSAYOS DE PESO UNITARIO.

Tabla 35: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco para el diseño patrón

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO					
<b>TESIS :</b>		VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450			
<b>TESISTA :</b>		IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER			
<b>DISEÑO :</b>		PATRÓN		<b>f'c :</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE (g)	PESO DEL RECIPIENTE + CONCRETO (g)	PESO DEL CONCRETO (g)	FACTOR "F"	P. U. CONCRETO FRESCO (kg/m <sup>3</sup> )
1	4229.00	26401.00	22172.00	104.248	2311.39
2	4229.00	26391.00	22162.00	104.248	2310.34
3	4229.00	26397.00	22168.00	104.248	2310.97
4	4229.00	26408.00	22179.00	104.248	2312.12
5	4229.00	26401.00	22172.00	104.248	2311.39
6	4229.00	26394.00	22165.00	104.248	2310.66
<b>PROMEDIO</b>					2311.14

Tabla 36: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco para el diseño de 260 ml por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO					
<b>TESIS :</b>		VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450			
<b>TESISTA :</b>		IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER			
<b>DISEÑO :</b>		260 ml/100 kg C.		<b>f'c :</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE (g)	PESO DEL RECIPIENTE + CONCRETO (g)	PESO DEL CONCRETO (g)	FACTOR "F"	P. U. CONCRETO FRESCO (kg/m <sup>3</sup> )
1	4229.00	26119.00	21890.00	104.248	2281.99
2	4229.00	26110.00	21881.00	104.248	2281.05
3	4229.00	26095.00	21866.00	104.248	2279.49
4	4229.00	26134.00	21905.00	104.248	2283.55
5	4229.00	26111.00	21882.00	104.248	2281.15
6	4229.00	26131.00	21902.00	104.248	2283.24
<b>PROMEDIO</b>					2281.75

Tabla 37: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco para el diseño de 780 ml por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO					
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450					
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDER					
<b>DISEÑO :</b> 780 ml/100 kg C.			<b>f'c :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>		
MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE (g)	PESO DEL RECIPIENTE + CONCRETO (g)	PESO DEL CONCRETO (g)	FACTOR "F"	P. U. CONCRETO FRESCO (kg/m <sup>3</sup> )
1	4229.00	25826.00	21597.00	104.248	2251.44
2	4229.00	25814.00	21585.00	104.248	2250.19
3	4229.00	25820.00	21591.00	104.248	2250.82
4	4229.00	25818.00	21589.00	104.248	2250.61
5	4229.00	25825.00	21596.00	104.248	2251.34
6	4229.00	25821.00	21592.00	104.248	2250.92
<b>PROMEDIO</b>					2250.89

Tabla 38: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco para el diseño de 1300 ml por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO					
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450					
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDER					
<b>DISEÑO :</b> 1300 ml/100 kg C.			<b>f'c :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>		
MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE (g)	PESO DEL RECIPIENTE + CONCRETO (g)	PESO DEL CONCRETO (g)	FACTOR "F"	P. U. CONCRETO FRESCO (kg/m <sup>3</sup> )
1	4229.00	25745.00	21516.00	104.248	2243.00
2	4229.00	25734.00	21505.00	104.248	2241.85
3	4229.00	25739.00	21510.00	104.248	2242.37
4	4229.00	25749.00	21520.00	104.248	2243.42
5	4229.00	25741.00	21512.00	104.248	2242.58
6	4229.00	25751.00	21522.00	104.248	2243.63
<b>PROMEDIO</b>					2242.81

## ANEXO N° 4: RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 39: Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del diseño patrón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450						
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER						
<b>DISEÑO :</b> PATRÓN		<b>EDAD:</b> 7 Días		<b>f'c :</b> 280 $\text{kg/cm}^2$		
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-1	15.20	181.46	39201.35	216.03	77.16%	5
M-2	15.28	183.37	40112.96	218.75	78.13%	5
M-3	15.24	182.41	40293.45	220.89	78.89%	5
M-4	15.29	183.61	40150.34	218.67	78.10%	5
M-5	15.23	182.18	40249.60	220.94	78.91%	5
M-6	15.14	180.03	39381.32	218.75	78.13%	5
M-7	15.14	180.03	40081.24	222.64	79.51%	5
M-8	15.15	180.27	39214.44	217.54	77.69%	5
M-9	15.07	178.37	38874.57	217.95	77.84%	5
M-10	15.20	181.46	39291.36	216.53	77.33%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>39685.06</b>	<b>218.87</b>	<b>78.17%</b>	

Tabla 40: Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del diseño patrón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450						
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER						
<b>DISEÑO :</b> PATRÓN		<b>EDAD:</b> 14 Días		<b>f'c :</b> 280 $\text{kg/cm}^2$		
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-11	15.12	179.55	54611.05	304.15	108.62%	5
M-12	15.21	181.70	54757.89	301.37	107.63%	5
M-13	15.18	180.98	48916.03	270.28	96.53%	5
M-14	15.17	180.74	52253.51	289.10	103.25%	5
M-15	15.24	182.41	49847.01	273.26	97.59%	5
M-16	15.11	179.32	51216.32	285.62	102.01%	5
M-17	15.18	180.98	50946.17	281.50	100.54%	5
M-18	15.15	180.27	50341.68	279.26	99.74%	5
M-19	15.11	179.32	52348.26	291.93	104.26%	5
M-20	15.21	181.70	51379.75	282.78	100.99%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>51661.77</b>	<b>285.93</b>	<b>102.12%</b>	

Tabla 41: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del diseño patrón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450						
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDE						
<b>DISEÑO :</b> PATRÓN <b>EDAD:</b> 28 Días <b>f'c :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>						
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-21	15.10	179.08	62008.98	346.27	123.67%	5
M-22	15.33	184.58	62804.34	340.26	121.52%	5
M-23	15.29	183.61	67478.65	367.50	131.25%	5
M-24	15.24	182.41	70573.44	386.88	138.17%	5
M-25	15.10	179.08	70694.09	394.77	140.99%	5
M-26	15.25	182.65	68423.15	374.61	133.79%	5
M-27	15.20	181.46	70126.34	386.46	138.02%	5
M-28	15.22	181.94	67249.76	369.63	132.01%	5
M-29	15.15	180.27	67542.12	374.68	133.81%	5
M-30	15.24	182.41	69721.56	382.21	136.51%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>67662.24</b>	<b>372.33</b>	<b>132.97%</b>	

Tabla 42: Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del diseño con 260 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450						
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDE						
<b>DISEÑO :</b> 260 ml/100 kg C. <b>EDAD:</b> 7 Días <b>f'c :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>						
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-1	15.14	180.03	35790.45	198.80	71.00%	5
M-2	15.14	180.03	36808.11	204.46	73.02%	5
M-3	15.22	181.94	37063.36	203.72	72.76%	5
M-4	14.97	176.01	31457.75	178.73	63.83%	5
M-5	15.18	180.98	33991.37	187.82	67.08%	5
M-6	15.22	181.94	35295.21	194.00	69.28%	5
M-7	15.23	182.18	34975.34	191.99	68.57%	5
M-8	15.12	179.55	37248.81	207.45	74.09%	5
M-9	15.18	180.98	36677.74	202.66	72.38%	5
M-10	15.21	181.70	35647.58	196.19	70.07%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>35495.57</b>	<b>196.58</b>	<b>70.21%</b>	



Tabla 43: Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del diseño con 260 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b>		VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450				
<b>TESISTA :</b>		IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDE				
<b>DISEÑO :</b>		260 ml/100 kg C.	<b>EDAD:</b>	14 Días	<b>f'c :</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-11	15.25	182.65	44427.31	243.23	86.87%	5
M-12	15.20	181.46	44363.07	244.48	87.31%	5
M-13	15.22	181.94	45598.94	250.63	89.51%	5
M-14	15.15	180.27	41973.91	232.84	83.16%	5
M-15	15.24	182.41	44363.07	243.20	86.86%	5
M-16	15.18	180.98	44261.54	244.56	87.34%	5
M-17	15.25	182.65	41568.34	227.58	81.28%	5
M-18	15.16	180.50	44024.36	243.90	87.11%	5
M-19	15.15	180.27	42356.21	234.96	83.92%	5
M-20	15.20	181.46	42687.99	235.25	84.02%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>43562.47</b>	<b>240.06</b>	<b>85.74%</b>	

Tabla 44: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del diseño con 260 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b>		VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450				
<b>TESISTA :</b>		IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDE				
<b>DISEÑO :</b>		260 ml/100 kg C.	<b>EDAD:</b>	28 Días	<b>f'c :</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-21	15.23	182.18	59426.08	326.20	116.50%	5
M-22	15.21	181.70	59528.05	327.62	117.01%	5
M-23	15.33	184.58	57011.43	308.88	110.31%	5
M-24	15.25	182.65	54326.56	297.43	106.22%	5
M-25	15.23	182.18	55979.69	307.28	109.74%	5
M-26	15.16	180.50	57648.21	319.37	114.06%	5
M-27	15.11	179.32	57951.23	323.18	115.42%	5
M-28	15.18	180.98	58346.81	322.39	115.14%	5
M-29	15.15	180.27	56348.56	312.58	111.64%	5
M-30	15.14	180.03	56566.12	314.21	112.22%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>57313.27</b>	<b>315.92</b>	<b>112.83%</b>	

Tabla 45. Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del diseño con 780 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450 <b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDE <b>DISEÑO :</b> 780 ml/100 kg C. <b>EDAD:</b> 7 Días <b>f'c :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>						
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-1	15.17	180.74	33691.91	186.41	66.57%	5
M-2	15.00	176.71	34081.43	192.86	68.88%	5
M-3	15.29	183.61	33846.90	184.34	65.83%	5
M-4	15.13	179.79	35354.02	196.64	70.23%	5
M-5	15.20	181.46	36054.55	198.69	70.96%	5
M-6	15.17	180.74	34654.21	191.73	68.48%	5
M-7	15.11	179.32	35698.25	199.08	71.10%	5
M-8	15.21	181.70	34678.54	190.86	68.16%	5
M-9	15.25	182.65	34126.11	186.83	66.73%	5
M-10	15.13	179.79	35698.98	198.56	70.91%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>34788.49</b>	<b>192.60</b>	<b>68.79%</b>	

Tabla 46: Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del diseño con 780 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450 <b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDE <b>DISEÑO :</b> 780 ml/100 kg C. <b>EDAD:</b> 14 Días <b>f'c :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>						
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-11	15.14	180.03	40698.27	226.07	80.74%	5
M-12	15.19	181.22	39333.91	217.05	77.52%	5
M-13	15.21	181.70	41359.03	227.63	81.30%	5
M-14	15.25	182.65	43106.10	236.00	84.29%	5
M-15	15.26	182.89	40646.26	222.24	79.37%	5
M-16	15.08	178.60	40652.24	227.61	81.29%	5
M-17	15.14	180.03	40152.21	223.03	79.65%	5
M-18	15.09	178.84	40876.52	228.56	81.63%	5
M-19	15.11	179.32	41365.27	230.68	82.39%	5
M-20	15.19	181.22	40127.99	221.43	79.08%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>40831.78</b>	<b>226.03</b>	<b>80.73%</b>	

Tabla 47: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del diseño con 780 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450						
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDER						
<b>DISEÑO :</b> 780 ml/100 kg C. <b>EDAD:</b> 28 Días <b>f'c :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>						
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-21	15.10	179.08	44503.79	248.52	88.76%	5
M-22	15.10	179.08	45230.83	252.58	90.21%	5
M-23	15.13	179.79	49851.09	277.27	99.03%	5
M-24	15.06	178.13	44895.35	252.04	90.01%	5
M-25	15.16	180.50	46640.06	258.39	92.28%	5
M-26	15.14	180.03	45234.24	251.26	89.74%	5
M-27	15.19	181.22	44248.12	244.17	87.20%	5
M-28	15.21	181.70	44681.11	245.91	87.82%	5
M-29	15.25	182.65	45263.37	247.81	88.50%	5
M-30	15.26	182.89	42156.71	230.50	82.32%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>45270.47</b>	<b>250.84</b>	<b>89.59%</b>	

Tabla 48: Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del diseño con 1300 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450						
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDER						
<b>DISEÑO :</b> 1300 ml/100 kg C. <b>EDAD:</b> 7 Días <b>f'c :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>						
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f'c OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f'c	TIPO DE FALLA
M-1	15.18	180.98	29463.21	162.80	58.14%	5
M-2	15.15	180.27	29531.53	163.82	58.51%	5
M-3	15.07	178.37	28581.17	160.24	57.23%	5
M-4	15.20	181.46	29453.01	162.31	57.97%	5
M-5	15.16	180.50	30035.26	166.40	59.43%	5
M-6	15.17	180.74	30021.52	166.10	59.32%	5
M-7	15.00	176.71	29635.44	167.70	59.89%	5
M-8	15.29	183.61	29348.22	159.84	57.08%	5
M-9	15.13	179.79	30021.08	166.98	59.63%	5
M-10	15.20	181.46	30111.85	165.94	59.27%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>29620.23</b>	<b>164.21</b>	<b>58.65%</b>	

Tabla 49: Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del diseño con 1300 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450						
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER						
<b>DISEÑO :</b> 1300 ml/100 kg C.		<b>EDAD:</b> 14 Días		<b>f<sub>c</sub> :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>		
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f <sub>c</sub> OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f <sub>c</sub>	TIPO DE FALLA
M-11	15.08	178.60	33889.08	189.74	67.77%	5
M-12	15.14	180.03	36435.55	202.39	72.28%	5
M-13	15.09	178.84	35969.55	201.13	71.83%	5
M-14	15.11	179.32	33344.19	185.95	66.41%	5
M-15	15.19	181.22	33919.71	187.17	66.85%	5
M-16	15.14	180.03	35521.47	197.31	70.47%	5
M-17	15.19	181.22	35983.44	198.56	70.92%	5
M-18	15.21	181.70	33247.59	182.98	65.35%	5
M-19	15.25	182.65	33999.17	186.14	66.48%	5
M-20	15.26	182.89	34017.95	186.00	66.43%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>34632.77</b>	<b>191.74</b>	<b>68.48%</b>	

Tabla 50: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del diseño con 1300 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
<b>TESIS :</b> VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450						
<b>TESISTA :</b> IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER						
<b>DISEÑO :</b> 1300 ml/100 kg C.		<b>EDAD:</b> 28 Días		<b>f<sub>c</sub> :</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>		
CÓDIGO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	f <sub>c</sub> OBTENIDO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f <sub>c</sub>	TIPO DE FALLA
M-21	14.97	176.01	41299.89	234.65	83.80%	5
M-22	15.12	179.55	44772.99	249.36	89.06%	5
M-23	15.18	180.98	42976.28	237.46	84.81%	5
M-24	15.14	180.03	46011.92	255.58	91.28%	5
M-25	15.15	180.27	47576.47	263.92	94.26%	5
M-26	15.23	182.18	41354.15	227.00	81.07%	5
M-27	15.21	181.70	44642.97	245.70	87.75%	5
M-28	15.33	184.58	43075.62	233.38	83.35%	5
M-29	15.25	182.65	44081.31	241.34	86.19%	5
M-30	15.23	182.18	45468.16	249.58	89.14%	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>44125.98</b>	<b>243.80</b>	<b>87.07%</b>	

## ANEXO N° 5: RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL CONCRETO A LOS 28 DE CURADO

Tabla 51: Resultados del ensayo de peso específico del concreto patrón a los 28 días

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS					
<b>TESIS :</b>	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450				
<b>TESISTA :</b>	IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER				
<b>DISEÑO :</b>	PATRÓN			<b>f<sub>c</sub> :</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio	
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	2890.00	2883.00	2887.00		
Peso en el aire de la muestra SSS (g)	3038.00	3030.00	3035.00		
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1768.00	1763.00	1765.00		
<b>Peso Específico de Masa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2275.59</b>	<b>2275.45</b>	<b>2273.23</b>	<b>2274.76</b>	
<b>Peso Específico de Masa SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2392.13</b>	<b>2391.48</b>	<b>2389.76</b>	<b>2391.12</b>	
<b>Peso Específico Aparente (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2575.76</b>	<b>2574.11</b>	<b>2573.08</b>	<b>2574.32</b>	
<b>Absorción (%)</b>	<b>5.12</b>	<b>5.10</b>	<b>5.13</b>	<b>5.12</b>	

Tabla 52: Resultados del ensayo de peso específico del concreto con una dosificación de 260 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento a los 28 días

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS					
<b>TESIS :</b>	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450				
<b>TESISTA :</b>	IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSSENDER				
<b>DISEÑO :</b>	260 ml/100 kg C.			<b>f<sub>c</sub> :</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio	
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	2987.00	2989.00	2983.00		
Peso en el aire de la muestra SSS (g)	3140.00	3142.00	3137.00		
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1822.00	1826.00	1819.00		
<b>Peso Específico de Masa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2266.31</b>	<b>2271.28</b>	<b>2263.28</b>	<b>2266.96</b>	
<b>Peso Específico de Masa SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2382.40</b>	<b>2387.54</b>	<b>2380.12</b>	<b>2383.35</b>	
<b>Peso Específico Aparente (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2563.95</b>	<b>2570.08</b>	<b>2562.71</b>	<b>2565.58</b>	
<b>Absorción (%)</b>	<b>5.12</b>	<b>5.12</b>	<b>5.16</b>	<b>5.13</b>	

Tabla 53: Resultados del ensayo de peso específico del concreto con una dosificación de 780 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento a los 28 días

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS					
<b>TESIS :</b>	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450				
<b>TESISTA :</b>	IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDER				
<b>DISEÑO :</b>	780 ml/100 kg C.			<b>f'c :</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio	
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	3045.00	3051.00	3043.00		
Peso en el aire de la muestra SSS (g)	3211.00	3217.00	3209.00		
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1853.00	1859.00	1851.00		
<b>Peso Específico de Masa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2242.27</b>	<b>2246.69</b>	<b>2240.80</b>	<b>2243.25</b>	
<b>Peso Específico de Masa SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2364.51</b>	<b>2368.92</b>	<b>2363.03</b>	<b>2365.49</b>	
<b>Peso Específico Aparente (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2554.53</b>	<b>2559.56</b>	<b>2552.85</b>	<b>2555.65</b>	
<b>Absorción (%)</b>	<b>5.45</b>	<b>5.44</b>	<b>5.46</b>	<b>5.45</b>	

Tabla 54: Resultados del ensayo de peso específico del concreto con una dosificación de 1300 ml de aditivo MasterMatrix® UW450 por cada 100 kg de cemento a los 28 días

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS					
<b>TESIS :</b>	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix UW® 450				
<b>TESISTA :</b>	IRIGOÍN IDROGO, HARLYN JHÓSENDER				
<b>DISEÑO :</b>	1300 ml/100 kg C.			<b>f'c :</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio	
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	3149.00	3145.00	3155.00		
Peso en el aire de la muestra SSS (g)	3329.00	3325.00	3335.00		
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1900.00	1894.00	1906.00		
<b>Peso Específico de Masa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2203.64</b>	<b>2197.76</b>	<b>2207.84</b>	<b>2203.08</b>	
<b>Peso Específico de Masa SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2329.60</b>	<b>2323.55</b>	<b>2333.80</b>	<b>2328.98</b>	
<b>Peso Específico Aparente (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2521.22</b>	<b>2513.99</b>	<b>2526.02</b>	<b>2520.41</b>	
<b>Absorción (%)</b>	<b>5.72</b>	<b>5.72</b>	<b>5.71</b>	<b>5.71</b>	

## ANEXO N° 6: CONSTANCIA DE LABORATORIO



**GUERSAN INGENIEROS S.R.L.**  
SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CEL. 939291809 – 976925133 RUC: 20602101488  
CORREO : guersaningenieros@gmail.com

El gerente general de la empresa GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Deja:

### **CONSTANCIA:**

Que el señor **HARLYN JHÓSSENDER IRIGOÍN IDROGO**, Bachiller de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, ha **realizado ensayos de laboratorio en agregados y concreto** para complementar su trabajo de investigación de tesis titulada: **“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> PARA SER VACIADO DENTRO DEL AGUA USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS CON DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMastrix® UW 450”**. Dichos ensayos se realizaron desde el 2 de setiembre al 15 de diciembre del 2019.

Los ensayos efectuados por el señor tesista fueron los siguientes

- Ensayos de propiedades físicas y mecánicas de agregado grueso y fino.
- Elaboración y ensayos a la compresión de 120 especímenes de concreto (probetas cilíndricas de 6"x12").
- Ensayos de peso unitario del concreto fresco y peso específico aparente de concreto endurecido.

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

Cajamarca 20 de diciembre del 2019

  
**GUERSAN INGENIEROS S.R.L.**  
.....  
**Leiner Guerrero Gonzales**  
GERENTE GENERAL

# ANEXO N° 7: HOJA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO MS



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
 Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
 Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
 Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
 Versión 03

**CEMENTO ANTISALITRE**    NUEVA FÓRMULA    **FORTIMAX3**  
**Cemento Portland Tipo MS (MH) ( R)**  
 Conforme a la NTP 334.082 / ASTM C1157  
 Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.082 / ASTM C1157
Contenido de Aire	%	<b>6</b>	NO ESPECIFICA
Expansión en Autoclave	%	<b>0.07</b>	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm2/g	<b>4210</b>	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	<b>3.8</b>	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	<b>3.00</b>	NO ESPECIFICA
<b>Resistencia Compresión :</b>			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm2)	<b>20.9 (213)</b>	Mínimo 11.0 (Mínimo 112)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm2)	<b>29.4 (300)</b>	Mínimo 18.0 (Mínimo 184)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm2)	<b>39.5 (403)</b>	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat :</b>			
Fraguado Inicial	min	<b>171</b>	Mínimo 45
Fraguado Final	min	<b>298</b>	Máximo 420
Expansión Barra de Mortero Edad 14 días	%	<b>0.007</b>	Máximo 0.020
Expansión por Sulfato Edad 6 meses	%	<b>0.024</b>	Máximo 0.10
Calor de Hidratación a 7 Días	Kcal/Kg	<b>70</b>	Máximo 70
<b>Opción R: Baja reactividad con agregados álcali-sílice reactivos :</b>			
Expansión a 14 días	%	<b>0.018</b>	Máximo 0.020
Expansión a 56 días	%	<b>0.040</b>	Máximo 0.060

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-17 al 31-08-17.  
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.  
 La expansión de la barra del mortero corresponde al mes de Julio 2017.  
 La expansión por sulfatos a 6 meses corresponde al mes de Febrero 2017.  
 El calor de hidratación corresponde al mes de Julio 2017.  
 Opción R (14 días) corresponde al mes de Junio 2017.  
 Opción R (56 días) corresponde al mes de Abril 2017.  
 (\*) Requisito opcional.

**Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas**  
**Superintendente de Control de Calidad**

Solicitado por : **Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.**

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.



# ANEXO N° 8: HOJA TÉCNICA DEL ADITIVO ANTI-DESLAVE MasterMatrix®

UW 450



We create chemistry

## MasterMatrix® UW 450

Antes Rheomac® UW 450

### Aditivo antideslave

#### Descripción

MasterMatrix UW 450 es un aditivo líquido antideslave patentado, listo para su uso a base de celulosa especialmente formulada para aplicaciones de hormigón bajo agua.

El hormigón que contiene el aditivo MasterMatrix UW 450 exhibe una resistencia superior al deslave de cemento y agregados finos, mientras que impide la penetración del agua exterior en el hormigón en estado plástico.

MasterMatrix UW 450 cumple con los requisitos de la norma del Cuerpo de Ingenieros de EEUU CRD-C 661-06, Especificación para aditivos antideslave para hormigón.

#### Usos recomendados

- Todo tipo de hormigón para aplicaciones bajo el agua donde las técnicas de colocación convencionales ocasionarían una alta pérdida de material por deslave
- Aplicaciones de mortero y relleno donde las mezclas son normalmente más fluidas y tienen un mayor potencial al deslave

#### Características

- Reducción del deslave del cemento y agregados finos.
- Menor segregación aún en mezclas de hormigón altamente fluidas, con una alta relación de agua respecto al material cementicio.
- Acción tixotrópica que permite el endurecimiento del hormigón después de su colocación.
- Reducción o eliminación de la exudación

#### Beneficios

- Propiedades superiores y predecibles del hormigón colocado en obra
- Reducción o eliminación de costos operacionales de drenaje
- Minimiza el impacto ambiental del cemento lavado en el agua
- Flexibilidad en los procedimientos de dosificación

#### Desempeño

##### Resistencia al deslave:

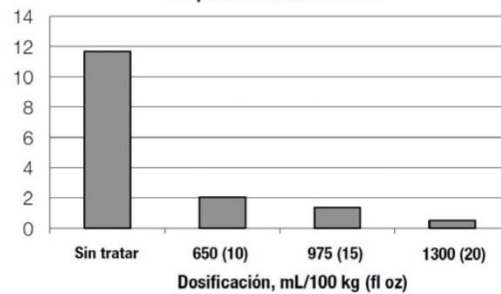
El deslave se determina por el Método de Cuerpo de Ingenieros CRD-C 61 "Método de prueba para la determinación de la resistencia de hormigón recién mezclado al deslave en agua". Los resultados de la prueba muestran que la adición de MasterMatrix UW 450 al hormigón reduce significativamente el deslave de

cemento y finos en comparación con el hormigón no tratado.

#### Datos de la mezcla de concreto (Concreto sin aire incluido)

Contenido de cemento	386kg/m <sup>3</sup> (650 lb/ yd <sup>3</sup> )
Relación agua-cemento	0.49
Revenimiento	100 ± 10 mm (4 ± 0.5 in)

#### Aditivo MasterMatrix UW 450 Respuesta a la dosificación



#### Asentamiento de cono:

El hormigón que ha sido diseñado para aplicaciones bajo el agua normalmente se dosifica con a un asentamiento de cono de 200 - 250 mm. Después de la adición de MasterMatrix UW 450, se observará una disminución en el asentamiento de cono. Puede ser necesario adicionar mayor cantidad de aditivo reductor de agua de alto rango para lograr el asentamiento de cono requerido. Las evaluaciones de asentamiento de cono para un período de 60 minutos muestran que MasterMatrix UW 450 no afecta en forma adversa la retención de asentamiento de cono del hormigón.

#### Contenido de aire:

Puede requerirse una dosificación ligeramente mayor del aditivo incluso de aire para lograr el contenido de aire deseado al usar MasterMatrix UW 450.

#### Tiempo de fraguado:

MasterMatrix UW 450 tiene poco o ningún efecto en el tiempo de fraguado del hormigón cuando se usa en los rangos de dosificación comunes de 260-780 mL/100 kg. Puede experimentarse un ligero retraso en el tiempo de



We create chemistry

## MasterMatrix® UW 450

Antes Rheomac® UW 450

### Aditivo antideslave

fraguado para dosificaciones superiores a 780 mL/100 kg.

#### Resistencia a la compresión:

Usando muestras de prueba que son coladas a nivel de la superficie, el hormigón que contiene MasterMatrix UW 450 puede tener una resistencia a compresión ligeramente menor al compararse con el hormigón sin tratar. Sin embargo, cuando se evalúa la resistencia usando muestras de prueba que son coladas bajo el agua, el hormigón que contiene MasterMatrix UW 450 logra una resistencia mayor ya que el deslave se minimiza. Además, la mayoría de las mezclas de hormigón para aplicaciones bajo el agua que se dosifican de conformidad con la norma ACI 304R "Guía para la medición, mezclado, transporte y colocación de hormigón", exceden la resistencia a compresión requerida para las aplicaciones bajo el agua. En caso necesario, puede usarse una relación menor agua-materiales cementicios para lograr los resultados deseados.

### Recomendaciones de uso

#### Dosificación:

Se recomienda usar el aditivo MasterMatrix UW 450 en un rango de dosificación de 260 a 1,300 mL/100 kg del material cementicio para la mayoría de las mezclas de hormigón. Debido a las variaciones en las condiciones de la obra, a los materiales del hormigón y/o a las aplicaciones, pueden requerirse rangos de dosificación diferentes a los recomendados.

#### Mezclado:

Para colocaciones de hormigón bajo el agua, la norma ACI 304R Capítulo 8, "Hormigón colocado bajo el agua" indica algunas relaciones básicas de la mezcla como:

- Un contenido mínimo de materiales cementicios de 356kg/m<sup>3</sup>
- Uso de puzolanas en aproximadamente un 15% por peso de materiales cementicios
- Una relación máxima de agua-materiales cementicios de 0.45
- Contenido de agregado fino de 45-55% por volumen del agregado total
- Se requiere un contenido de aire de hasta 5%
- Generalmente se requiere de un asentamiento de cono de 150-230 mm y ocasionalmente se puede requerir de un rango de asentamiento de cono ligeramente mayor

El aditivo MasterMatrix UW 450 debe adicionarse con un aditivo reductor de agua, tales como los aditivos de BASF de las líneas MasterPolyheed® o MasterPozzolith®. Para

lograr un hormigón con asentamiento de cono alto, utilice el aditivo MasterMatrix UW 450 junto con un aditivo reductor de agua de alto rango de la línea MasterGlenium®. Esta combinación producirá un hormigón fluido de alto desempeño que cuenta con una resistencia superior al deslave de cemento y finos. El aditivo MasterMatrix UW 450 deberá adicionarse una vez que todos los materiales del hormigón han sido dosificados y mezclados por completo, ya sea en la planta mezcladora o en la obra.

#### Colocación del hormigón:

El hormigón que contiene MasterMatrix UW 450 es bombeado con facilidad para todos los rangos típicos de asentamiento de cono que se utilizan para las aplicaciones de hormigón bajo el agua. Se recomienda que el hormigón que contiene MasterMatrix UW 450 se coloque por medio de bomba o tubo para colado bajo agua. La colocación de hormigón deberá ser continua y sin interrupción. Mantenga el punto de descarga del dispositivo de colocación sumergido en el hormigón fresco durante la colocación.

### Consideraciones

#### Compatibilidad:

**No use el aditivo MasterMatrix UW 450 con aditivos reductores de agua de alto rango en base a naftaleno. Puede darse comportamientos erráticos en el asentamiento de cono, en el bombeado y deslave.**

### Almacenamiento y manejo

#### Temperatura de almacenamiento:

MasterMatrix UW 450 debe almacenarse a temperaturas superiores a 7 °C para evitar dificultades en su distribución debido a espesamiento. No permita que MasterMatrix UW 450 se congele ya que no puede reconstituirse después de descongelarse.

#### Vida útil:

MasterMatrix UW 450 tiene una vida útil mínima de 12 meses. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor que la estipulada.

### Presentación

MasterMatrix UW 450 se suministra en tambores de 250 kilos.

### Manipulación y transporte

MasterMatrix UW 450 debe ser manipulado usando elementos de protección personal para productos químicos no peligrosos (lentes de seguridad y guantes).





We create chemistry

## MasterMatrix® UW 450

Antes Rheomac® UW 450

### Aditivo antideslave

Para mayor información consulte la Hoja de Seguridad del producto.

#### NOTA:

La presente ficha técnica sirve, al igual que todas las demás recomendaciones e información técnica, únicamente para la descripción de las características del producto, forma de empleo y sus aplicaciones.

Los datos e informaciones reproducidos, se basan en nuestros conocimientos técnicos obtenidos en la bibliografía, en ensayos de laboratorio y en la práctica. Los datos sobre consumo y dosificación que figuran en esta ficha técnica, se basan en nuestra propia experiencia, por lo que estos son susceptibles de variaciones debido a las diferentes condiciones de las obras. Los consumos y dosificaciones reales, deberán determinarse en la obra, mediante ensayos previos y son responsabilidad del cliente.

BASF Construction Chemicals Ltda. se reserva el derecho de modificar la composición de los productos, siempre y cuando éstos continúen cumpliendo las características descritas en la ficha técnica.

A fin de conservar la calidad de los productos y de asegurar su debido desempeño, se recomienda que los clientes sigan las guías que BASF entrega para la aplicación y almacenamiento de los productos. Sin perjuicio de lo anterior, BASF garantiza única y exclusivamente que los productos cumplen con la calidad establecida en la ficha técnica al momento de la entrega, pero el cliente es y será responsable de realizar el debido almacenamiento y asegurar la correcta aplicación de los mismos.

Otorgamos garantía en caso de defectos en la calidad de fabricación de nuestros productos, quedando excluidas las reclamaciones adicionales, siendo de nuestra responsabilidad tan solo la de reemplazar el producto defectuoso hasta por el valor de la mercancía suministrada.

Debe tenerse en cuenta las eventuales reservas correspondientes a patentes o derechos de terceros.

Edición: 05/01/2015

La presente ficha técnica pierde su validez con la aparición de una nueva edición.

BASF S.A.  
Avenida das Nações Unidas,  
14.171, Morumbi  
Sao Paulo – SP, Brasil  
Tel: +55 11 2718 5507  
[www.basf-cc.com.br](http://www.basf-cc.com.br)

BASF Construction Chemicals Ltda.  
Rio Palena 9665, Pudahuel  
Núcleo Empresarial ENEA  
Santiago de Chile, Chile  
Tel: +56 2 2799 4300  
[www.basf-cc.cl](http://www.basf-cc.cl)

BASF Construction Chemicals Perú S.A.  
Jr. Plácido Jiménez N° 630  
Lima, Perú  
Tel: +51 1 219 0630  
[www.basf-cc.com.pe](http://www.basf-cc.com.pe)

BASF Química Colombia S.A.  
Tel: +57 1 632 20 90  
[www.basf-cc.com.co](http://www.basf-cc.com.co)

BASF Venezolana S.A.  
Tel : + 58 212 9586711  
[www.basf-cc.com.ve](http://www.basf-cc.com.ve)

BASF Ecuatoriana S.A.  
Tel : + 593 2397 9500  
[www.basf-cc.com.ec](http://www.basf-cc.com.ec)

Para obtener más información, visítenos en [www.master-builders-solutions.basf.cl](http://www.master-builders-solutions.basf.cl)





## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# Sikament®-290 N

ADITIVO POLIFUNCIONAL PARA CONCRETO

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament®-290N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada. Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo. Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

### USOS

- Sikament®-290N está particularmente indicado para:
- Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretas con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.
  - En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.
  - Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.
  - Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.
- Reductor de agua.

### CERTIFICADOS / NORMAS

Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cilindro x 200 L</li><li>▪ Balde x 20 L</li><li>▪ Dispenser x 1000 L</li><li>▪ Granel x 1L</li></ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido pardo oscuro
<b>Vida Útil</b>	1 año
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.

Densidad 1.2 +/- 0.01

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

**Dosificación Recomendada**

- Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.
- Como superplastificante: del 0,7 % - 1,4 % del peso del cemento.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### Como Plastificante

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

### Como Superplastificante

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m3 de carga de la amasadora o camión concretero.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



## ANEXO N° 10: PANEL FOTOGRÁFICO



*Fotografía 1: Extracción de agregado de la cantera Aguilar – Chilete*



*Fotografía 2: Análisis granulométrico del agregado fino*



*Fotografía 3: Análisis granulométrico del agregado grueso*



*Fotografía 4: Ensayo de peso específico del agregado fino*



*Fotografía 5: Ensayo de peso específico del agregado grueso*



*Fotografía 6: Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado fino*





*Fotografía 7: Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado grueso*



*Fotografía 8: Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado fino*



*Fotografía 9: Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado grueso*



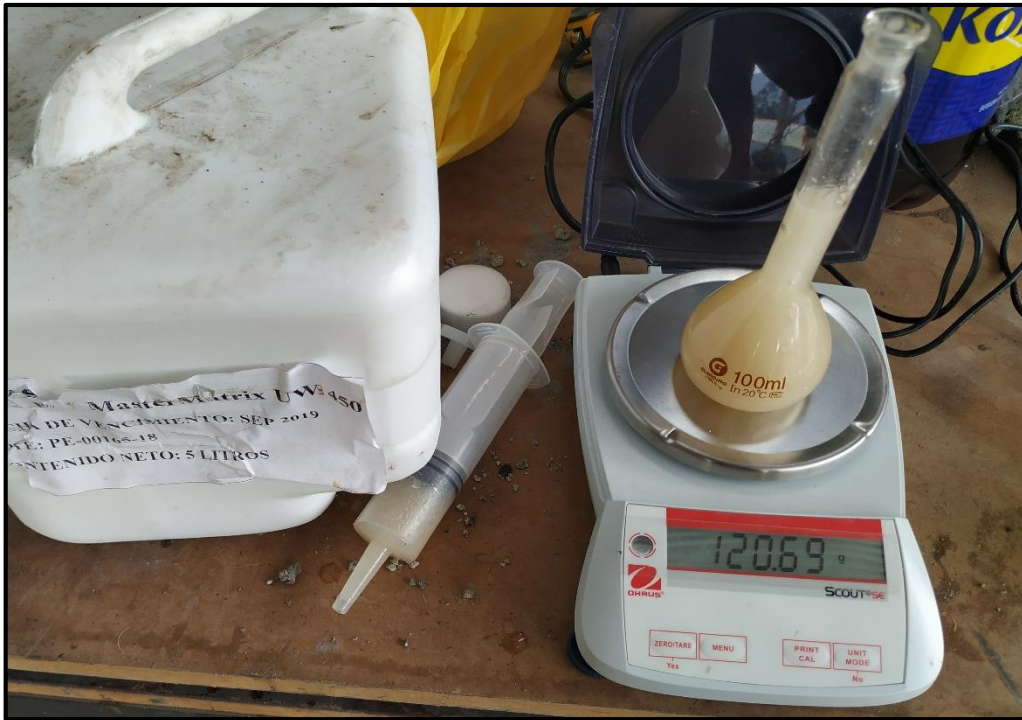
*Fotografía 10: Ensayo de porcentaje de finos que pasan el tamiz N° 200*



*Fotografía 11: Ensayo de contenido de humedad de los agregados*



*Fotografía 12: Ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles del agregado grueso*



*Fotografía 13: Determinación del peso específico del aditivo MasterMatrix® UW450*



*Fotografía 14: Elaboración de la mezcla patrón*



*Fotografía 15: Ensayo de revenimiento del concreto patrón*



*Fotografía 16: Elaboración de probetas cilíndricas del concreto patrón*



*Fotografía 17: Aspecto de la mezcla de concreto antes de añadir el aditivo anti-deslave*



*Fotografía 18: Adición a la mezcla al añadir el aditivo anti-deslave*



*Fotografía 19: Reacción de la mezcla al añadir el aditivo anti-deslave*



*Fotografía 20: Adición de aditivo plastificante para recuperar la trabajabilidad*



Fotografía 21: Ensayo de revenimiento del concreto anti-deslave



Fotografía 22: Colocación del concreto por el método tremie





Fotografía 23: Identificación y curado con cal de probetas cilíndricas



Fotografía 24: Ensayo de peso unitario del concreto fresco



Fotografía 25: Ensayo de resistencia a la compresión



Fotografía 26: Falla tipo V en la ruptura a compresión



*Fotografía 27: Ensayo de peso unitario del concreto a los 28 días*