

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para  
el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor: Bach. Beatriz LAURA LOPEZ**

**Asesor: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco - Perú - 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para  
el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Vicente César DÁVILA CORDOVA  
PRESIDENTE**

---

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA  
MIEMBRO**

---

**Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a todas las personas que tengan el deseo de superarse cada día a ellos mismos, que por más obstáculos que la vida les presente no dejan su ética de lado, sino que con honestidad trabajan mucho para cumplirlos y hacer de nuestro país un lugar mejor.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, primeramente, por haberme guardado cada día como la más amada niña de sus ojos. ¡Cuán grande es Dios!

A mi padre Luis, por haber sembrado con su ejemplo dos grandes valores en mi vida las cuales nunca dejaré de practicar; primero la ética y segundo el amor al estudio.

A mi hermosa madre Yolanda, a ella sobre todo le agradezco el haberme enseñado el verdadero camino, la verdad y la vida que es en Cristo Jesús mi salvador.

A mi hermana Olivia, quien me dio todos los recursos para poder estudiar la carrera profesional que hoy tengo, hoy puedo decirle que lo que soy es gracias a ella.

A mis pequeños Isabel y Esteban, porque su sola existencia llena mi ser de una inmensa alegría.

A mi amigo de vida Abraham, por siempre desear que seamos mejores que ayer, pues dos son mejor que uno.

A mi asesor, mis familiares, amigos y compañeros de trabajo, que no alcanzaría a mencionar en esta pequeña página, gracias por sus ánimos y su verdadero deseo de que pueda lograr alcanzar este objetivo y muchos más.

A todos ellos muchas gracias.

## RESUMEN

Al identificar los parámetros que influyen en la aparición de fisuras en cada proceso que comprende el procedimiento de vaciado a través de un grupo de control (GC) nos permitió evaluar los resultados para luego proceder a modificarlos y someterlos a prueba en un grupo experimental (GE) obteniendo con un mejor control de los parámetros modificados, resultados favorables, estableciendo procesos de vaciado con parámetros de control que satisface las necesidades para las características y propiedades especiales de esta clase de morteros. El mortero mencionado en la presente investigación es el SikaGrout 212, es un tipo de concreto que posee propiedades físicas y químicas tanto en su estado fresco y endurecido diferentes a los concretos convencionales, por ende el procedimiento de vaciado mencionado en el RNE E. 060 Concreto Armado, capítulo 5 “Calidad del concreto, mezclado y colocación” no satisfacen las necesidades de este tipo de mortero cementicio, adicionalmente la ficha técnica del producto no menciona recomendaciones para climas fríos.

La investigación se dio lugar en la ciudad de Cerro de Pasco por poseer las condiciones ambientales necesarias para la investigación registrando temperaturas ambientales mínimas según SENAMHI (2022) de hasta  $-7.2^{\circ}\text{C}$  entre los meses de mayo a setiembre. El trabajo de campo y recolección de datos se ha dividido en dos fases, en la primera se realizaron observaciones en un grupo de control (GC) identificando los parámetros que influyen en la aparición de fisuras en el procedimiento de vaciado a través de la observación y recolección de datos para proceder a evaluarlos, en la segunda fase luego de evaluado los datos y observaciones del grupo de control se modificó los parámetros considerados influyentes en la aparición de fisuras y fueron sometidos a prueba en un grupo experimental (GE) obteniendo resultados favorables eliminando las fisuras en el producto final.

**Palabras clave:** mortero autonivelante, climas fríos, fisuras.

## ABSTRACT

By identifying the parameters that influence the appearance of cracks in each process that comprises the casting procedure through a control group (GC), it allowed us to evaluate the results and then proceed to modify them and test them in an experimental group (GE) obtaining with a better control of the modified parameters, favorable results, establishing casting processes with control parameters that meet the needs for the characteristics and special properties of this class of mortars. The mortar mentioned in the present investigation is SikaGrout 212, it is a type of concrete that has different physical and chemical properties both in its fresh and hardened state than conventional concrete, therefore the casting procedure mentioned in RNE E. 060 Concrete Reinforcement, chapter 5 "Quality of concrete, mixing and placement" do not meet the needs of this type of cementitious mortar, additionally the technical data sheet of the product does not mention recommendations for cold climates.

The investigation took place in the city of Cerro de Pasco because it has the necessary environmental conditions for the investigation, registering minimum environmental temperatures according to SENAMHI (2022) of up to  $-7.2^{\circ}\text{C}$  between the months of May to September. The field work and data collection has been divided into two phases. In the first, observations were made in a control group (CG), identifying the parameters that influence the appearance of cracks in the casting procedure through observation and data collection to proceed to evaluate them, in the second phase after evaluating the data and observations of the control group, the parameters considered influential in the appearance of cracks were modified and they were tested in an experimental group (GE) obtaining favorable results eliminated cracks in the final product.

**Keywords:** self-leveling mortar, cold climates, fissures.

## INTRODUCCIÓN

Los grouts cementicios o morteros pre dosificados poseen propiedades físicas de autonivelantes y autocompactantes y propiedades mecánicas con altas resistencias a la compresión, son usados generalmente para instalar anclajes de pernos para maquinarias, para la nivelación de platinas y apoyos de aisladores sísmicos, columnas, vigas entre otros elementos estructurales según sea el proceso constructivo de obra. El uso de este tipo de morteros se debe a que posee características especiales que no se lograría con un concreto convencional, entre las principales se encuentran su grado de fluidez permitiendo su uso con consistencias fluidas y la obtención de altas resistencias a edades tempranas, desde las 24 horas de vaciado ( $300\text{kg/cm}^2$ ) hasta los 28 días de edad ( $750\text{ kg/cm}^2$ ), por su consistencia son capaces de autonivelarse sin necesidad de compactarlo mediante el uso de vibradoras u otros métodos y pueden alcanzar con gran exactitud un mismo nivel en cada punto de su superficie, este mortero se vacía sobre las superficies construidas de concreto endurecido para nivelarlos y colocar sobre ellos maquinarias o para rellenos bajo columnas de acero, anclajes de puentes, entre otros. Debido a un desconocimiento del proceso de vaciado para los morteros cementicios que generalmente son en capas de espesores máximos de 5cm sin la adición de material granular adicional y añadiendo a este desconocimiento el sometimiento a climas fríos extremos, se observa generalmente que el producto final presenta fisuramiento en su superficie, según su evaluación podrían en algunos casos ser solo estéticos en donde se debe realizar el resane de ellos mediante métodos y uso de productos según evaluación de especialistas estructurales pudiendo afectar con el tiempo su durabilidad si estos resanes no se encuentran bien ejecutados y en otros casos podrían ser fisuras que afecten su capacidad estructural llevándolos a demolerlos para ser reemplazados por otros.

## INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general:.....	4
1.3.2. Problemas específicos:.....	4
1.4. Formulación de objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general:.....	4
1.4.2. Objetivos específicos:.....	5
1.5. Justificación de la investigación .....	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	8
2.2. Bases teóricas - científicas .....	11
2.3. Definición de términos básicos .....	42
2.4. Formulación de Hipótesis.....	43
2.4.1. Hipótesis general: .....	43

2.4.2. Hipótesis específicos: .....	43
2.5. Identificación de variables.....	44
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	45

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de investigación .....	48
3.2. Nivel de investigación .....	48
3.3. Métodos de investigación .....	48
3.4. Diseño de investigación .....	49
3.5. Población y muestra .....	51
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	53
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	53
3.9. Tratamiento estadístico.....	54
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	54

### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	55
4.2. Presentación, analisis e interpretación de resultados.....	109
4.3. Prueba de hipotesis .....	115
4.4. Discusión de resultados.....	118

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de clasificación para concretos auto consolidables (ACI 237R - Self Consolidating Concrete).....	19
Tabla 2 Resistencia a la compresión de cubos de mortero. (Revisión de hojas técnicas de diferentes morteros pre dosificados) .....	
Tabla 3 Índice Visual de Estabilidad (ASTM C1611 “Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete”).....	22
Tabla 4 Resistencia del mortero Sika Grout 212 a diferentes edades. ....	24
Tabla 5 Datos temperatura ambiental de la Estación Cerro de Pasco - SENAMHI ..	31
Tabla 6 Encuesta para realizar la validación y confiabilidad.....	53
Tabla 7 Procesos a evaluar en el grupo de control y experimental.....	57
Tabla 8 Recolección de datos para el grupo de control N° 01 .....	65
Tabla 9 Recolección de datos para el grupo de control N° 02.....	69
Tabla 10 Datos para dosificación del SikaGrout 212 .....	70
Tabla 11 Dosificación de materiales necesarios.....	70
Tabla 12 Valores de grado de fluidez para diferentes cantidades de agua .....	77
Tabla 13 Cantidad de materiales por superficie de pedestal .....	78
Tabla 14 Registro de temperatura ambiente GC1 .....	93
Tabla 15 Registro de temperatura ambiente GC2 .....	94
Tabla 16 Registro de temperatura ambiente GE .....	108

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Inadecuado uso de concreto convencional debajo de placas de nivelación. .....	13
Figura N° 2 Contracción del concreto bajo placa de fijación.....	14
Figura N° 3 Usos de los Morteros Autonivelante.....	14
Figura N° 4 Diferentes usos de los Morteros Autonivelante .....	15
Figura N° 5 Característica Autonivelante del Mortero en estado fresco.....	16
Figura N° 6 Característica Autocompactante del Mortero en estado fresco.....	17
Figura N° 7 Ensayo de Flujo de Asentamiento en morteros autonivelantes. ....	18
Figura N° 8 Ensayo de Flujo de Asentamiento.....	19
Figura N° 9 Procedimiento de llenado A. ....	20
Figura N° 10 Procedimiento de llenado B. ....	20
Figura N° 11 Flujo de asentamiento de concreto Autocompactable. ....	21
Figura N° 12 Equipo para el ensayo de asentamiento de concreto autoconsolidable. .....	21
Figura N° 13 Imágenes comparativas de los valores de VSI.....	23
Figura N° 14 Mortero Pre Dosificado Sika Grout 212.....	23
Figura N° 15 Dosificación de los materiales.....	25
Figura N° 16 Preparación del lugar de colocación.....	26
Figura N° 17 Mezclado de Concreto. ....	26
Figura N° 18 Bloque de prueba del sistema para Morteros de Reparación por H. Baenziger.....	34
Figura N° 19 Contracción Plástica por Secado. ....	36
Figura N° 20 Típica Fisuración por Retracción Plástica (Price, 1982). ....	36
Figura N° 21 Mecanismo de fisuración por contracción plástica.....	37
Figura N° 22 Nidos de Fisuras .....	38
Figura N° 23 Fisuras por dilatación térmica.....	42

Figura N° 24 Fases del trabajo de campo .....	55
Figura N° 25 Encofrado, colocación de perfiles metálicos y vaciado de concreto en pedestales. ....	58
Figura N° 26 Detalle general de pedestales. ....	59
Figura N° 27 Construcción de pedestal terminado. ....	59
Figura N° 28 Verificación de la calidad de los materiales .....	60
Figura N° 29 Herramientas para dosificación. ....	70
Figura N° 30 Verificación de partículas sueltas en la superficie de vaciado .....	71
Figura N° 31 Limpieza de la superficie de vaciado.....	71
Figura N° 32 Encofrado del área a vaciar con mortero.....	72
Figura N° 33 Registro de temperaturas.....	73
Figura N° 34 Inspección visual de la mezcla. ....	74
Figura N° 35 Mezcla de mortero no homogénea.....	74
Figura N° 36 Inspección visual de las propiedades autocompactantes y autonivelantes.....	75
Figura N° 37 Mortero vaciado sin autocompactarse.....	76
Figura N° 38 Mortero vaciado sin autonivelarse.....	76
Figura N° 39 Ensayo de asentamiento para medir el grado de fluidez. ....	77
Figura N° 40 Instrumentos de transporte de mezcla de mortero .....	78
Figura N° 41 Colocación de la mezcla de mortero. ....	79
Figura N° 42 Película superficial de vaciado .....	80
Figura N° 43 Burbujas de aire atrapado en la superficie de la mezcla.....	80
Figura N° 44 Protección del vaciado .....	82
Figura N° 45 GC1 fisuras en el mortero en estado fresco. ....	83
Figura N° 46 GC1 fisuras en el mortero durante el fraguado.....	84
Figura N° 47 GC2 fisuras en el mortero en estado fresco.....	85
Figura N° 48 GC2 fisuras en el mortero durante el fraguado.....	85
Figura N° 49 GC1 y GC2 agujeros en el mortero en estado fresco. ....	86

Figura N° 50 GC1 y GC2 agujeros en el mortero en estado inicial de fraguado. ....	86
Figura N° 51 GC1 agujeros en el mortero durante el fraguado.....	87
Figura N° 52 GC2 agujeros en el mortero durante el fraguado.....	87
Figura N° 53 GC2 curador cristalizado.....	88
Figura N° 54 GC2 curador no adherido.....	88
Figura N° 55 GC1 incremento de las fisuras en cantidad y dimensión. ....	89
Figura N° 56 GC2 incremento de las fisuras en cantidad y dimensión. ....	89
Figura N° 57 GC1 descascaramiento de la superficie de concreto.....	89
Figura N° 58 GC1 y GC1 control de dimensiones de fisuras en su estado endurecido. .....	92
Figura N° 59 GC1 y GC2 control de dimensiones de fisuras a las 72 horas de terminado el proceso de vaciado. ....	92
Figura N° 60 Evolución de la temperatura ambiente GC1 .....	94
Figura N° 61 Evolución de la temperatura ambiente GC2.....	95
Figura N° 62 GE rugosidad de la superficie. ....	97
Figura N° 63 Superficie saturada 24 horas antes.....	97
Figura N° 64 GE saturación de la superficie.....	98
Figura N° 65 GE vertimiento de mortero a través de zaranda. ....	99
Figura N° 66 GE compactación de la superficie. ....	101
Figura N° 67 GE protección del vaciado. ....	103
Figura N° 68 GE registro de temperatura de mortero colocado.....	104
Figura N° 69 Identificación del fraguado inicial del mortero.....	104
Figura N° 70 colocación de agua no directa.....	105
Figura N° 71 Aplicación del curado sumergido.....	105
Figura N° 72 GE pliegue identificado en el fraguado inicial. ....	107
Figura N° 73 GE superficie acabada sin presencia de fisuras.....	107
Figura N° 74 Evolución de la temperatura ambiente GE .....	108

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

Uno de los principales problemas que se identifican en elementos de concreto vaciados en clima frío es la aparición de fisuras, la temprana aparición de ellos en su estado plástico o así como en su estado endurecido, es por ello que es importante comprender los parámetros que intervienen durante el proceso en el cual se desarrolla la aparición de una fisura para poder entender que lo causa e intervenir con las adecuadas soluciones para su reparación y lograr disminuir y eliminar la aparición de estos en los elementos vaciados durante el procesos de ejecución in situ.

Salamanca, R (2001, p41) menciona que en las últimas décadas se ha dado desarrollos importantes en la tecnología del concreto, pues los morteros han sido materiales que han permitido un avance en las técnicas de construcción gracias las altas resistencias que alcanzan además de su gran durabilidad si son trabajados bajo condiciones técnicas adecuadamente controladas.

En el Reglamento Nacional de Edificaciones [RNE] en su norma E. 060 Concreto Armado en el capítulo 5 nos menciona la correcta ejecución de cada proceso para

mantener la calidad del concreto desde el mezclado hasta su colocación, además de ello en el ítem 5.12 requisitos para clima fríos menciona adicionalmente precauciones a tomar para los vaciados en estas condiciones ambientales.

Salamanca, R (2001, p41) menciona que a los morteros se les podría considerar como una clase de concreto, compuesto solo por agregado fino, pero con componentes iguales que aquel, pero que posee características físicas y químicas diferentes, es por ello que se propone que se debería tener en cuenta parámetros de control diferentes que los que se tienen en concretos convencionales en cada proceso de construcción de la misma, primero para poder entender la naturaleza de la fisuración y segundo para disminuir y eliminar su aparición los cuales comúnmente aparecen en los vaciados de concretos en clima fríos, de aquí nace la importancia de analizar los parámetros que intervienen en la aparición de fisuras.

Baenziger, H. (1995) en su investigación estudia mediante el “bloque Baenziger” la evolución de fisuras en morteros a través del tiempo, demostrando que la fisuración y/o agrietamiento que presenta el producto final de vaciados de morteros pueden presentarse dentro de las 24 horas como pequeñas fisuras, pero su investigación nos indica que estas fisuras tienden a extenderse y aumentar inclusive a agrietarse después de algunos días, semanas y meses después; por ende el tratamiento para resanar fisuras generan procedimientos adicionales para asegurarnos que la estructura cumpla su función estructural y de durabilidad.

Por todo lo mencionado anteriormente, en la presente investigación se determinará los parámetros que influyen durante el procedimiento de construcción para vaciar morteros autonivelantes, autocompactantes de altas resistencias en climas fríos a fin de minimizar y eliminar la aparición de fisuras estudiando los diferentes parámetros que lo generan y aplicando conocimientos teóricos y prácticos.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Espacial**

La presente investigación se realizará en la ciudad de Pasco, provincia de Pasco, en el distrito de Yanacancha; lugar elegido por poseer condiciones climáticas necesarias para realizar el estudio propuesto.

### **1.2.2. Temporal**

El parámetro climático adecuado (temperatura ambiental) que es de gran influencia en las propiedades del concreto sobre todo en la problemática de aparición de fisuras, se dan entre los meses de marzo a octubre en el contexto espacial elegido, con temperaturas ambientales correspondientes a climas fríos con mínimos de hasta  $-7.2^{\circ}\text{C}$ , por ello que se ha conllevado a plantear la realización de la presente investigación cuando estos son más desfavorables para así tener mejores resultados, por ende las observaciones y análisis de campo se realizaran entre los meses de mayo a octubre del 2022.

### **1.2.3. Conceptual**

Esta investigación aborda el uso específico del mortero pre dosificado Sika Grout 212 debido a que es el más comercial y accesible en la zona de estudio.

El agua para mezclado con el mortero será agua potable.

La consistencia de vaciado será tipo plástico, considerando las cantidades de mezclado las proporciones indicadas en la hoja técnica del producto.

Las dimensiones de los pedestales de concreto sobre los cuales se realizará el vaciado del mortero para su posterior observación serán de una superficie  $1.20\text{m} \times 1.20\text{m}$ , considerándolo adecuado para realizar observaciones objetivas. El espesor elegido para los vaciados de las capas de mortero es de 2" (5cm), por considerar mejor el uso del mínimo espesor en cuanto a la observación de la aparición de fisuras en ellos.

## **1.3. Formulación del problema**

No se tiene determinado cuales son los parámetros por controlar durante el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras, lo que nos conlleva a preguntarnos lo siguiente:

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuáles son los parámetros que se tienen que determinar en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos para controlar la fisuración?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?

- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciado en la aparición de fisuras?

- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?

- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de colocación de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?

- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de protección y curado de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?

- ¿Cuál es la evolución de las fisuras en los morteros autonivelantes durante sus primeros días de vaciado?

- ¿Influye la temperatura ambiental de los climas fríos en la aparición de fisuras en los vaciados de morteros autonivelantes?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar los parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos para controlar la fisuración.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes que influyen en la aparición de fisuras.

- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciados de morteros autonivelantes que influyen en la aparición de fisuras.

- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.

- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de colocación de morteros autonivelantes vaciados en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.

- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de protección y curado de morteros autonivelantes vaciados en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.

- Evaluar la evolución de las fisuras en morteros autonivelantes durante los primeros días desde su aparición.

- Identificar y evaluar la influencia la temperatura ambiental de los climas fríos en la aparición de fisuras en morteros autonivelantes.

### **1.5. Justificación de la investigación**

#### **1.5.1. Justificación metodológica**

Con la adecuada identificación y evaluación de los parámetros que intervienen dentro de los procesos de vaciado y su influencia en la fisuración se logrará controlar la aparición de fisuras en el producto final.

#### **1.5.2. Justificación práctica**

Actualmente los morteros autonivelantes pre dosificados son más empleados en la industria de la construcción debido a sus propiedades y características autocompactantes y de altas resistencias distintas a los concretos convencionales.

Teniendo en cuenta los problemas estructurales y de durabilidad que genera la aparición de fisuras en elementos de concreto, los procesos adicionales en cuanto a costo y tiempo que llevaría evaluarlos para su posterior resane y al no tener determinado los parámetros que intervienen en el procedimiento de vaciado para este tipo de morteros que influyen en la aparición de fisuras, se hace necesario someter a estudio para poder mitigar el problema.

Al finalizar la investigación se obtendrá parámetros de control para el vaciado en climas fríos de morteros autonivelantes pre dosificados con características autocompactantes de altas resistencias los cuales se enfocarán en minimizar la cantidad y dimensiones y/o eliminar la aparición de fisura y su desarrollo, mejorando el procedimiento de vaciado en climas fríos y eliminando costos adicionales de reparación de fisuras, además de que nos permitirá tener un mayor conocimiento del comportamiento de este tipo de morteros bajo condiciones climáticas extremas que se presentan en el lugar de estudio.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Entre las limitaciones que se presentan en el desarrollo de la presente investigación tenemos:

- El ámbito de la investigación se realizará dentro de la ciudad de Cerro de Pasco en el distrito de Yanacancha, considerando las condiciones climáticas requeridas para la investigación “Climas Fríos”.
- Existe poca información bibliográfica a nivel local y nacional acerca de fisuras en morteros autonivelantes pre dosificados con características autocompactantes y de altas resistencias mecánicas.
- La información obtenida del producto (mortero autonivelante) y los procedimientos recomendados, se limitan a condiciones climáticas diferentes a las de la ciudad de Cerro de Pasco.
- Por recursos económicos, esta investigación está limitada a evaluar un (01) grupo de control y (01) grupo experimentales en donde se probarán las

hipótesis planteadas, para lo cual se vaciarán tres (3) pedestales de concreto previamente, donde se realizarán las observaciones durante el procedimiento de vaciado del mortero.

- Las capas de mortero autonivelantes se limitan a los 5 cm (2") de espesor, para vaciados de mayor espesor la ficha técnica del producto considera procesos adicionales que no se tomaron en cuenta para la presente investigación.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

La importancia de la reacción química de hidratación del cemento radica en que ésta genera calor, por ello el concreto recién colocado debe ser adecuadamente aislado para que retenga su calor y mantenga una favorable temperatura de curado, se debe evitar las diferencias de temperatura entre la superficie y la masa de concreto pues pueden producir fisuración cuando esta diferencia exceda los 20°C. Por ende, el aislamiento o las medidas de protección deben ser gradualmente eliminadas para evitar un choque térmico. Por ello las recomendaciones para el vaciado en clima frío como: el uso de incorporador de aire, las superficies en contacto con el concreto libres de hielo, nieve y a temperaturas por encima del punto de congelación, mantener el concreto a temperaturas recomendadas, el asentamiento práctico más bajo posible, protección al concreto de la congelación o secado. Para obtener un vaciado de concreto con éxito en clima frío se requiere el entendimiento de varios factores que afectan sus propiedades. Si en el estado plástico el concreto es sometido a ciclos de hielo y deshielo reduce su resistencia potencial en más de un 50% y su

durabilidad es afectada de forma adversa. La temperatura de los climas fríos tiene un efecto negativo en el ritmo de hidratación del cemento lo que resulta un tiempo prolongado de fraguado y una tasa de ganancia de resistencia más lento, una caída de temperatura del concreto de 10° C duplica el tiempo de fraguado. (National Ready Mixed Concrete Association [NRMCA], 1998, p. 1).

Salamanca (2001) menciona que a los morteros se les podría considerar como una clase de concreto, compuesto solo por agregado fino y con componentes iguales que aquel, pero que posee características físicas y químicas diferentes, es por ello que se debe tener en cuenta manejos diferentes que los que se tienen en concretos convencionales en cada proceso de construcción de la misma. (p. 41)

Baenziger (1995) en su investigación estudia mediante el “bloque Baenziger” la evolución de fisuras en morteros a través del tiempo; demostrando que la fisuración y/o agrietamiento que presenta el producto final de vaciados de morteros pueden presentarse dentro de las 24 horas como pequeñas fisuras inclusive solo estéticas, pero su investigación nos indica que estas fisuras tienden a extenderse y aumentar inclusive a agrietarse después de algunos días, semanas y meses después; por ende el tratamiento para resanar fisuras y grietas en este tipo de morteros de altas resistencias las cuales tienen características muy diferentes los concretos vaciado habitualmente tienen un procedimiento muy tedioso para asegurarnos que la estructura cumpla su función estructural y de durabilidad.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Medina y Quispe (2017) mencionan que, la exposición del concreto a condiciones climáticas en las que la temperatura es inferior al punto de congelación del agua, puede ser una fuente importante de deterioro prematuro de las estructuras expuestas, como por ejemplo puede causar fisuras o descascaramiento del mismo, también afecta en su fase de endurecimiento al no

llegar a su resistencia de diseño, a causa de los ciclos de congelamiento y deshielo. Donde estos daños causan pérdidas económicas debido a demoliciones (por no llegar a su resistencia), resanes, entre otros. Por ello menciona que es importante la protección del concreto ya que éste influye en su resistencia, además que llegaron a la conclusión mediante una prueba experimental que la protección con una lámina de polietileno (tecnopor) y con aserrín tiene un buen comportamiento térmico frente a los ciclos de congelamiento y deshielo y obtienen una mejor resistencia.

El fraguado en climas fríos es un problema que afecta a la resistencia, durabilidad, acabado y calidad de la estructura, por ello se debe tener en cuenta que es necesario tener cuidado con la temperatura ambiental desde el almacenamiento de éste producto así mismo en la preparación, la colocación y el curado del mismo, por lo que propone alternativas de solución para el fraguado en climas fríos a través de la generación de microclimas los cuales van a permitir eliminar los efectos de las bajas temperaturas ambientales sobre el fraguado del grout y del agua de amasado, antes, durante y después del procedimiento de vaciado del mismo. (Correa, 2017, p. 5).

La exposición del concreto a ciclos de congelamiento y deshielo es una prueba severa para el material lo que desencadenará un concreto de baja calidad, en estas condiciones el concreto se hace más poroso y débil. Para obtener estructuras de calidad en climas fríos en donde el concreto es expuesto a congelamiento se debe tener en cuenta consideraciones en el uso de materiales adecuados, diseños adecuados y especial atención a los procedimientos constructivos que deben ser bien planificados para las condiciones climáticas mencionadas. (Amacifuen, 2002, p. 14),

Quispe y Tintaya (2019) encuentran que, en la región de investigación, Puno, es muy notable la baja capacidad de la resistencia del concreto que se atribuye a factores como las bajas temperaturas, el congelamiento y el deshielo, las técnicas

de curado, entre otros. Y las consecuencias de estos factores son el fisuramiento, desprendimiento y la baja resistencia a la compresión. Mencionan que, según la investigación experimental desarrollada, las propuestas planteadas para el curado usando métodos no convencionales tiene un buen comportamiento térmico, las técnicas de curado fueron principalmente en aplicar alrededor de las probetas materiales como polietileno, polietileno más aserrín, polietileno más estiércol de ovino, concluyendo también que el método de curado sumergido que no se puede usar en climas fríos es el que mejor desarrolla la resistencia del concreto.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

En la obra de construcción del Hospital Regional Pasco en donde se generaron fisuras en vaciados de morteros, el equipo técnico de la empresa Sika identifica que los cambios climáticos en la ciudad de Cerro de Pasco son constantes pasando de 25°C durante el día a -5° C por la tarde y noche, también define que los morteros autonivelantes poseen altos contenidos cementicios y por ello el proceso de hidratación es mayor, y la consecuencia de un curado lento podrían generar fisuras en la superficie, por ultimo como recomendación para la obra en mención concluye en demoler los morteros vaciados identificados en obra y en otros sellar las fisuras con un epóxico como el Sikadur 52 mencionando las normas y procedimientos a seguir, adicionando que el curado inicial sea efectivo (Informe Técnico SIKA, 2015).

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Definición de los morteros autonivelantes de alta resistencia**

#### **2.2.1.1. Clasificación y limitación de la definición para mortero o grout según normas:**

Es muy importante mencionar que el mortero o grout (en inglés) usado para este proyecto de investigación difiere en definición y propiedades a los mencionados en el Reglamento Nacional de

Edificaciones E. 070 Albañilería Capítulo 3 Componentes de la Albañilería, donde se menciona las definiciones de mortero y grout como sigue:

- Artículo 6. Mortero, destinado a obras de albañilería (ítem 6.1.), este tipo de mortero se utiliza para generar adherencia entre unidades de albañilería.

- Artículo 7. Concreto Líquido o Grout (ítem 7.1), grout de mampostería para rellenar alveolos de las unidades de albañilería en la construcción de muros armados, es un material de baja resistencia controlada con  $f'c = 140$  kg/cm<sup>2</sup>.

Habiendo realizado estas aclaraciones sobre las definiciones nombradas presentadas líneas arriba, se realizará la investigación sobre los morteros o grouts definidos según el ACI 116R, además de ello el mortero en estudio tendrán las características de autonivelantes y autocompactantes de altas resistencias mecánicas (600 - 700 kg/cm<sup>2</sup>) pre dosificados desarrollados para fijación y nivelación de máquinas y estructuras y no el mortero o grout como componentes de la albañilería.

#### **2.2.1.2. Definición de mortero - grout**

Según el ACI 116R, Cement and Concrete Terminology; (2005, p.31) lo define como: **Mortero (Grout en inglés)**: Mezcla de material cementicio y agua, con o sin agregados, que al mezclarse produce una consistencia capaz de ser vertido sin generar segregación en la mezcla.

La necesidad de diferenciar un mortero de cemento portland con un mortero autonivelante es la contracción progresiva del primero y la ausencia de esta propiedad en el segundo generando en el primero, vacíos en los espacios que se estén llenando.



*Figura N° 1 Inadecuado uso de concreto convencional debajo de placas de nivelación.*

Hoja Técnica SIKA (2015, p.1), Los morteros autonivelantes pre dosificados y de altas resistencias más comerciales en nuestro país tal como lo es el producto Sika Grout 212 el cual será utilizado en la presente investigación los definen como una mezcla cementicia compuesta de áridos especiales de granulometría controlada, aditivos de avanzada tecnología, listo para su uso con la adición de agua.

J. Ambrosie y J. Pera (2001, p.1-2) en su publicación sobre propiedades del concreto autonivelante, nos menciona a dos agentes que poseen esta clase de morteros que justifican sus propiedades autonivelantes y de altas resistencias por la incorporación de aditivo químicos, como es el aditivo reductor de alto rango y un agente de viscosidad.

El aditivo reductor de alto rango se usa para asegurar la fluidez y reducir la relación agua/cemento; El agente de viscosidad a pesar de tener una mezcla muy fluida reduce la segregación.

### **2.2.2. Usos de los morteros autonivelantes**

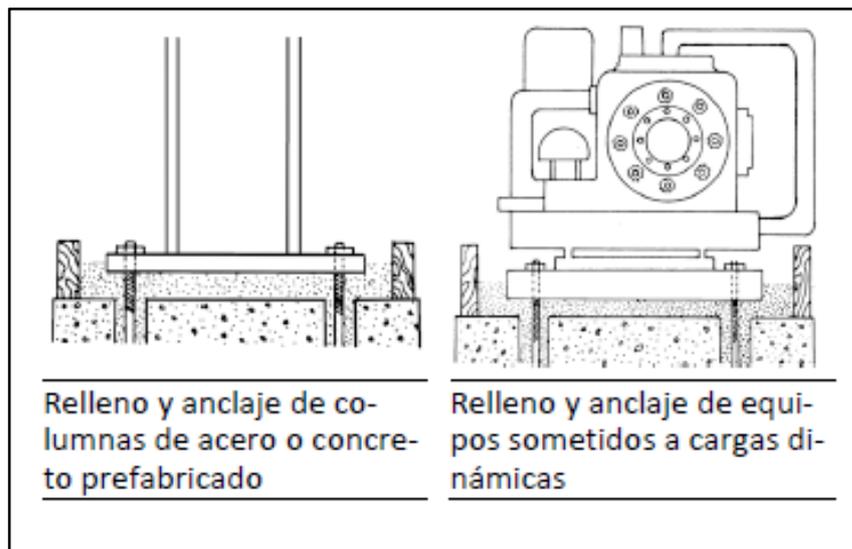
Los morteros autonivelantes, autocompactantes y de altas resistencias se utilizan generalmente para llenar espacios donde el concreto convencional no puede llegar, esto debido a su alta consistencia líquida, fluida o eventualmente

plástica versus la obtención de altas resistencias a la compresión a edades tempranas; sin segregación de sus componentes durante el flujo, sin contracción, sin retracción y con resistencia a altas temperaturas.

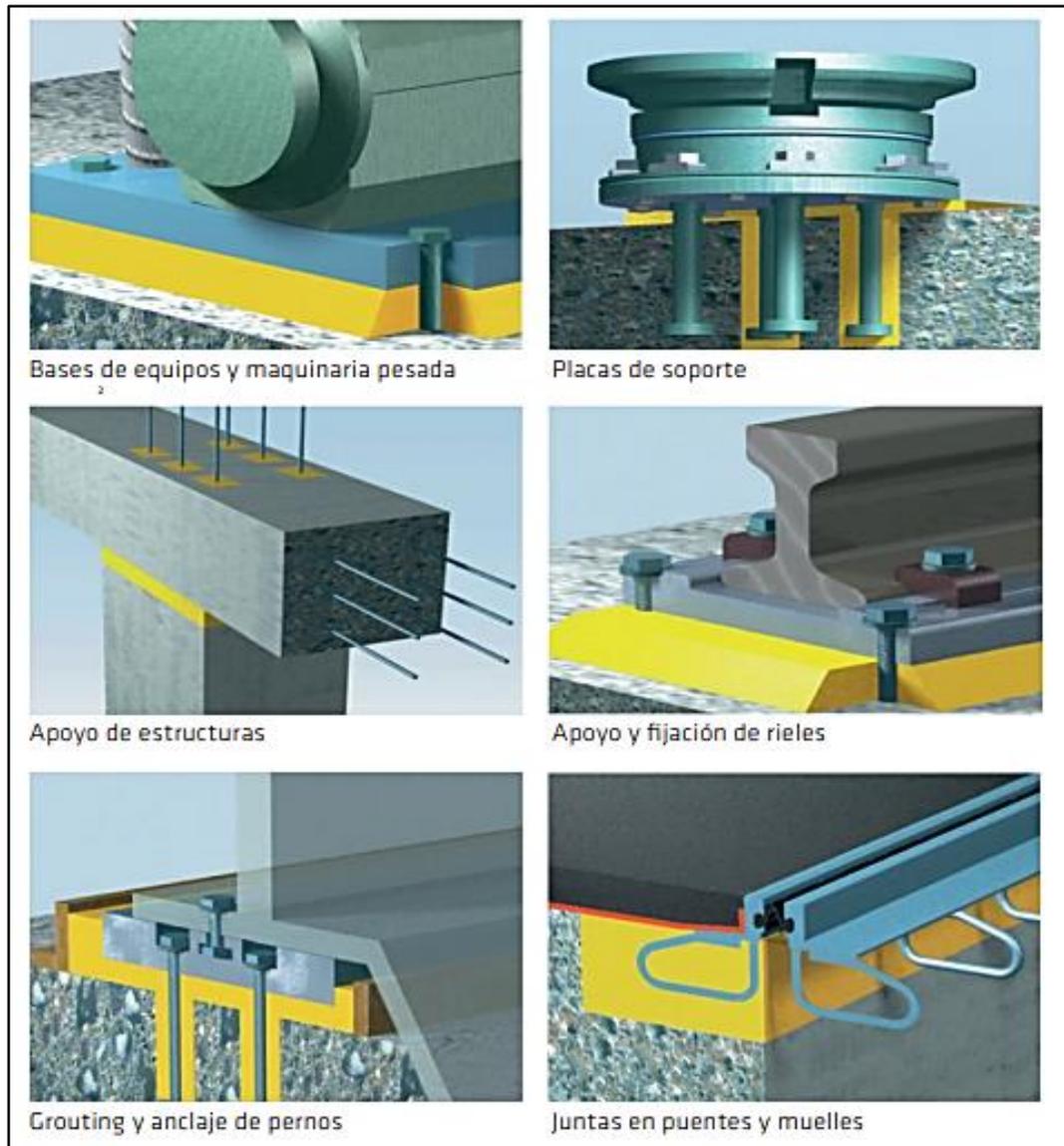


*Figura N° 2 Contracción del concreto bajo placa de fijación.*

Se utiliza como relleno de expansión controlada donde se requiera alta adherencia y resistencia, para fijación de equipos y maquinaria pesada, como relleno, apoyo y fijación bajo columnas de acero y rieles, como anclaje de pernos de placas de soporte, en juntas de puentes y muelles, y reparación y reforzamiento de concreto.



*Figura N° 3 Usos de los Morteros Autonivelante.*



*Figura N° 4 Diferentes usos de los Morteros Autonivelante*

### **2.2.3. Características de los morteros autonivelantes.**

J. Ambrosie y J. Pera (2001, p.1-2) en su publicación sobre propiedades del concreto autonivelante nos muestra dos características más relevantes del concreto autonivelante que a continuación los definimos:

#### **2.2.3.1. Autonivelante (CAN)**

SLC por sus siglas en inglés (Self Levelling Concrete), cuya característica principal es el de fluir por la superficie de vaciado por su propio peso y con acabado superficial horizontal con el mismo nivel en todos los puntos de su superficie.



*Figura N° 5 Característica Autonivelante del Mortero en estado fresco.*

### **2.2.3.2. Autocompactable (CAC)**

SCC por sus siglas en inglés (Self Compacting Concrete), cuya característica principal es que puede lograr su compactación sin la necesidad de vibración o cualquier otro método de compactación externo y durante el flujo se poseen alta resistencia a la segregación.



*Figura N° 6 Característica Autocompactante del Mortero en estado fresco.*

## **2.2.4. Propiedades de morteros autonivelantes de alta resistencia**

### **2.2.4.1. Consistencia**

La consistencia de los concretos autoconsolidables se mide por el grado de fluidez de asentamiento, corresponden menores asentamientos a las mezclas más secas y los mayores a las consistencias fluidas, definidos por factores como su granulometría y cantidad de agua de amasado.



*Figura N° 7 Ensayo de Flujo de Asentamiento en morteros autonivelantes.*

Para el caso de morteros con las características autonivelantes y autocompactantes, además de obtener alta resistencias se puede obtener alta fluidez por tiempos prolongados hasta de 30 a 40 minutos de acuerdo con la temperatura ambiente, es una propiedad muy satisfactoria porque se obtiene alta manejabilidad sin sacrificar la resistencia, además gracias a esta propiedad también este tipo de morteros poseen buena capacidad de escurrimiento sin segregarse.

Según el ACI 237R-25 Self-Consolidating Concrete (2007, p27), define la prueba de flujo de asentamiento como sigue: La prueba de asentamiento es un procedimiento común que se utiliza para determinar las características de flujo libre horizontal de SCC (Self Compacting Concrete) en la ausencia de obstrucciones. Fue desarrollado por primera vez en Japón para probar mezclas de concreto fluido para colocación bajo el agua.

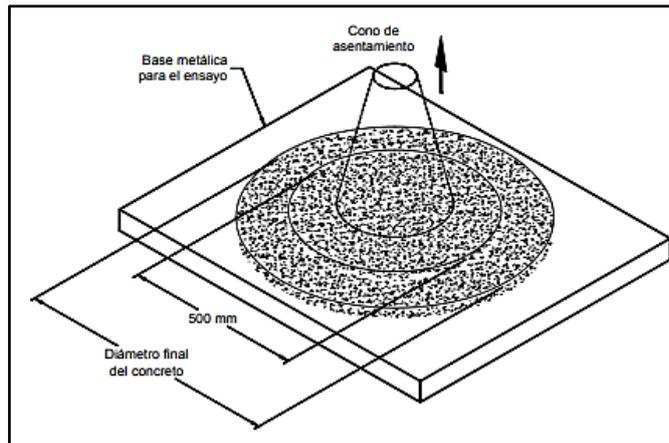


Figura N° 8 Ensayo de Flujo de Asentamiento.

El procedimiento para el medir el grado de asentamiento se basa en ASTM C 143 / C 143M, con una modificación para determinar la caída de los concretos convencionales.

El valor del grado de asentamiento nos permite conocer la capacidad del flujo lateral y de llenado de las mezclas autonivelantes y autocompactantes. Un rango común de asentamiento para Self-Consolidating Concrete es de 18 a 30 pulg. (450 a 760 mm). Este valor también se puede utilizar para evaluar la consistencia de la mezcla, y no debe diferir en más de 2 pulg. (50 mm) de carga a carga.

SLUMP FLOW		
Plástica	Semi Fluida	Fluida
< 22 in. ( < 550 mm)	22 in. a 26 in. (550 mm a 650 mm)	> 26 in. ( > 650 mm)

Tabla 1 Valores de clasificación para concretos auto consolidables (ACI 237R - Self Consolidating Concrete).

NTP 339.219 (2013, p3-5), nos muestra el método de ensayo para determinar la fluidez de asentamiento del concreto auto compactado y su capacidad de llenado, este método de ensayo puede ser usado en laboratorio y en obra:

Es importante que este ensayo se realice en una superficie nivelada y cuando no sea posible se puede usar una placa como base que debe

nivelarse que no sea absorbente. Se humedece la superficie de trabajo o de la placa de base con un trapo húmedo o con una esponja.

La muestra de concreto recién mezclado se coloca en el cono de Abrams humedecidas igualmente al procedimiento anterior, el llenado se puede realizar como normalmente se realiza el ensayo en concretos convencionales o también de manera invertida eso debido a que hay dos procedimientos de llenado denominados A y B como se muestran en las figuras N° 09 y 10, es importante que el llenado se haga sin interrupciones hasta rebalsar ligeramente del molde, este molde deberá ser con las dimensiones y características descrito en la NTP 339.035 método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto.



*Figura N° 9 Procedimiento de llenado A.*



*Figura N° 10 Procedimiento de llenado B.*

Luego del llenado se enrasa la mezcla a nivel del borde superior del molde y se limpia la placa base para que la mezcla fluya sin interrupciones.

El molde se levanta verticalmente con movimiento firme a una distancia promedio de 225 mm en un tiempo promedio de 3 s.

Desde el inicio de llenado de la mezcla al cono de Abrams hasta el movimiento ascendente de este para dejar fluir la mezcla, se recomienda que se realice en un tiempo de 2½ minutos sin interrupciones.



*Figura N° 11 Flujo de asentamiento de concreto Autocompactable.*

Cuando ha finalizado de fluir la mezcla, se procede a medir dos diámetros aproximadamente perpendiculares, si estos difieren en más de 50mm (2 pulgadas) se considera invalido el ensayo y se deberá repetir.



*Figura N° 12 Equipo para el ensayo de asentamiento de concreto autoconsolidable.*

**Cálculos:** El flujo de asentamiento será el promedio de los dos diámetros medidos y se calcula de la siguiente manera:

$$Fa = (d1 + d2) / 2$$

Fa = Flujo de asentamiento

d1 = Diámetro mayor del esparcimiento o extensión del concreto

d2 = Diámetro menor del esparcimiento o extensión del concreto

#### 2.2.4.2. Resistencia

Los morteros de altas resistencias se encuentran dentro del intervalo de 350 kg/cm<sup>2</sup> a 750 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión.

EDAD	f <sub>c</sub>
1 día	≥ 300 kg/cm <sup>2</sup>
7 días	≥ 546 kg/cm <sup>2</sup>
14 días	≥ 599 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	≥ 750 kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 2 Resistencia a la compresión de cubos de mortero. (Revisión de hojas técnicas de diferentes morteros pre dosificados)

#### 2.2.4.3. Estabilidad

Para determinar la estabilidad se procede a visualizar la masa de concreto que ha fluido en la placa base o superficie nivelada y compararlos cuantitativamente con los criterios de la tabla 4 para determinar los valores del índice visual de estabilidad (USI). Se recalca que el valor asignado no cuantifica una propiedad del concreto.

Valor VSI	Criterio
0 = Muy estable	No hay evidencia de segregación ni de exudación de agua.
1 = Estable	No hay evidencia de segregación y se observa una ligera exudación como brillo en la superficie de la masa de concreto.
2 = Inestable	Se nota un halo ligero ≤ 10mm (≤ 5 pulg) y algún agregado apilado dentro de la masa de concreto.
3= Muy inestable	Se nota una clara segregación, por un halo grande en el mortero > 10mm (>0.5 pulg) y/o un apilamiento grande de agregado en el centro de la masa de concreto.

Tabla 3 Índice Visual de Estabilidad (ASTM C1611 “Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete”).

El ACI 237R-25 Self-Consolidating Concrete (2007, p27), debido a que es un método de clasificación visual, puede ser subjetivo, entonces sobre estos valores de clasificación del 0 o 1 como una mezcla estable y adecuado para el uso previsto, los valores de 2 o 3 como una mezcla que tiene potencial a segregarse en el cual hay que tomar medidas para ajustar la elaboración de la mezcla para asegurar su estabilidad.



Figura N° 13 Imágenes comparativas de los valores de VSI.

## 2.2.5. Mortero pre dosificado

### 2.2.5.1. Descripción del Producto Sika Grout 212

Los morteros pre dosificados como es el caso del Sika Grout 212, son productos que, al añadir una cantidad recomendada de agua, según su ficha técnica, se encuentra listo para obtener mezclas fluidas. Una de sus características más sobresalientes y por el cual su uso se hace acertado en diferentes casos en donde no se puede usar concreto convencional es que no presentan retracción.



Figura N° 14 Mortero Pre Dosificado Sika Grout 212

### 2.2.5.2. Base Química

Los principales componentes de este mortero predosificado son el cemento, agregados especiales con granulometría, aditivos especiales.

### 2.2.5.3. Información Técnica respecto a la Resistencia a la Compresión

24 horas	7 días	28 días
300 kgf/cm <sup>2</sup>	500 kgf/cm <sup>2</sup>	750 kgf/cm <sup>2</sup>

Tabla 4 Resistencia del mortero Sika Grout 212 a diferentes edades.

### 2.2.5.4. Proporciones de Preparación:

Una bolsa de Sika Grout 212 debe mezclarse con 3.0 a 3.3 litros de agua por bolsa de 30 kg, eso puede variar dependiendo de las condiciones climáticas por ello se debe hacer los ensayos correspondientes para obtener la consistencia deseada.

## 2.2.6. Procedimiento para vaciado de concreto

### 2.2.6.1. Generalidades

Para el procedimiento en general de vaciado de concreto se estudiarán los procesos mencionados en Reglamento Nacional de Edificaciones, norma E.060 Concreto Armado.

### 2.2.6.2. Dosificación del Concreto

El Reglamento Nacional de Edificaciones [RNE] E.060 (2020, p28), nos menciona que la dosificación para obtener mezclas de concreto debe lograr la trabajabilidad que permita su colocación de manera fácil y que se cumplan con los requisitos de consistencia requerida.



*Figura N° 15 Dosificación de los materiales.*

### **2.2.6.3. Preparación del equipo y lugar de colocación del concreto**

Según el RNE E.060 (2020, p33), se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Los equipos y materiales a utilizar para la preparación y transporte del concreto deben estar limpios.
- El lugar donde se colocará el concreto deberá encontrarse libre de elementos extraños tales como escombros y de hielo de ser el caso en donde las temperaturas puedan generar la formación de éstas.
- Si en el lugar de vaciado se encontrara agua, debe ser retirada para que éste no se mezcle con el concreto colocado y pueda variar la relación agua/cemento del concreto diseñado.
- Si la superficie en donde se vaciará el concreto es concreto endurecido, esta superficie debe estar libre de restos de concreto deleznales.



*Figura N° 16 Preparación del lugar de colocación.*

#### **2.2.6.4. Mezclado del Concreto:**

Según el RNE E.060 (2020, p33), para ejecutar un proceso adecuado de mezclado y obtener las características solicitadas en las especificaciones técnicas se debe seguir las siguientes recomendaciones: Para alcanzar la resistencia a la compresión solicitada del diseño de mezclas la dosificación debe realizarse con equipos y herramientas que garanticen una adecuada obtención de las proporciones especificadas en el diseño de mezclas, para ello la mezcladora debe descargarse completamente sin dejar restos de mezcla anteriormente preparado.



*Figura N° 17 Mezclado de Concreto.*

#### **2.2.6.5. Transporte del Concreto:**

Según el RNE E.060 (2020, p33), el proceso y las recomendaciones necesarias para transportar el concreto al sitio final de colocación son:

Se debe transportar desde el lugar de mezclado hasta el lugar final de su colocación con métodos que no generen la segregación del concreto y se debe evitar que en el recorrido se presenten interrupciones que genere la demora de la colocación los cuales pueden generar pérdidas de plasticidad en el concreto y entre capas sucesivas de colocación.

#### **2.2.6.6. Colocación del Concreto:**

El RNE E.060 (2020, p34), en el proceso de colocación del concreto nos recomienda lo siguiente:

- El concreto se debe preparar lo más cerca a la ubicación final de modo que el recorrido del traslado tome el menor tiempo posible y se evite la segregación, al mismo tiempo para evitar que la capa del concreto colocado se endurezca parcialmente, si fuera así no se debe colocar concreto sobre la capa parcialmente endurecida.
- Se debe evitar la colocación del concreto que haya alcanzado el fraguado inicial y se necesite adicionar agua para volver a obtener la plasticidad y trabajabilidad solicitada.
- La compactación del concreto si este lo amerita, se deberá realizar con equipos y herramientas adecuadas.

#### **2.2.6.7. Protección y Curado:**

El RNE E.060 (2020, p34), para estos procesos nos da las siguientes recomendaciones para diferentes condiciones ambientales las cuales son:

- Si no se utilizan métodos de protección, no se deberá colocar el concreto durante lluvias, nevadas o granizadas, debido a que esto incrementaría el agua de mezclado o en otro caso podría dañar el acabado superficial.
- Para evitar dificultades como pérdida de asentamiento, fragua instantánea o junta frías, la temperatura del concreto no debe ser tan alta ni superar los 32° C durante el proceso de hidratación, si llegare a suceder se deberá proteger el concreto como también cuidar la temperatura del encofrado y demás que intervengan en la colocación.
- Para el proceso de curado, a menos que se realice por vía húmeda, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y permanentemente húmedo por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación y para concretos de alta resistencia los 3 primeros días.

La Asociación Colombiana de Productores de Concreto (ASOCRETO, 2022) menciona que el proceso de curado se debe iniciar cuando la mezcla de concreto se encuentre en su estado final de fraguado, las temperaturas de climas fríos retardan la hidratación y retardan los tiempos de fraguado esto afecta en la ganancia de resistencia del elemento vaciado.

#### **2.2.6.8. Métodos y materiales de protección y curado:**

La Asociación Colombiana de Productores de Concreto (ASOCRETO, 2022) recomienda para un buen curado la presencia de agua y una adecuada temperatura, por ello describe métodos de curado como la aplicación continua o frecuente de agua por medio de inmersión, inundación, rociado o cubiertas húmedas saturadas, también métodos de mantengan el gua de la mezcla sellando la superficie expuesta por ejemplo laminas impermeable de papel, aplicación de compuestos químicos que crean membranas impermeables, por último los métodos

que suministren calor a través de aplicación de vapor directo, serpentines de calentamiento en el concreto o formas calentadas eléctricamente.

## **2.2.7. Recomendaciones según ficha técnica para procedimiento de vaciado de mortero Sika Grout 212**

### **2.2.7.1. Condición de la Superficie:**

La superficie en donde se colocará el mortero debe encontrarse limpio, sin polvo ni partículas sueltas, sin presencia de grasa, pintura, entre otros.

Previamente la superficie de vaciado deberá ser saturado con agua especialmente cuando se usa el mortero con consistencia muy fluida, al momento de verter el mortero sobre la superficie de vaciado no deberá haber presencia de agua superficial.

### **2.2.7.2. Mezclado:**

Luego de seleccionar la dosificación adecuada para la consistencia requerida, se mezcla primero el material cementicio con un aproximado del 80% del agua en el equipo de mezclado y finalmente se agrega el resto de agua. Si se desea consistencia plástica o seca se podrá disminuir el agua.

Es recomendable mezclar durante 4 minutos con mezcladoras mecánicas o taladro de bajas revoluciones.

### **2.2.7.3. Aplicación:**

Se debe asegurar una colocación continua, por ello se debe cuantificar la cantidad de mortero necesario y preparar la cantidad suficiente.

### **2.2.7.4. Tratamiento de Curado**

Para el curado se utilizará membranas de curados, polietileno o revestimientos húmedos durante un mínimo de 3 días.

### 2.2.8. Definición de climas fríos

Podemos definir “Climas Fríos” según la NTE E.060 (2020, p35), como la temperatura ambiente que durante los procesos de vaciado se encuentre por debajo de 5° C.

La norma ACI 306.1-90, Cold Weather Concreting, nos indica que cuando por más de tres días consecutivos la temperatura ambiente media diaria cae por debajo de 5° C y si las temperaturas por encima de 10° C ocurren por más de 12 horas, entonces nos encontramos frente a zonas con “Climas Fríos”.

Amacifuen, R. (2002) respecto a los climas fríos nos menciona que en zonas de sierra a gran altura se presentan condiciones climatológicas extremas en donde ocurren cambios bruscos de temperatura que causan periodos de congelamiento y descongelamiento, los problemas más usuales por estos fenómenos ambientales son retraso en el fraguado inicial, fisuramiento, bajas resistencias y poca durabilidad.

A continuación se aprecia datos de la estación meteorológica ubicado en el ámbito de estudio, mostrándonos la evolución de la temperatura en los meses que se realizaron la investigación.

Estación: CERRO DE PASCO					
<b>Dpto.:</b>	Pasco	<b>Provincia:</b>	Pasco	<b>Distrito :</b>	Chaupimarca
<b>Latitud:</b>	10° 41' 36.15"	<b>Longitud:</b>	76° 15' 51.1"	<b>Altitud:</b>	4357 msnm.
<b>Tipo:</b>	CO-Meteorológica	<b>Código:</b>	110037	<b>Mes:</b>	Julio y Agosto
Año/mes/día	Temperatura (°C)		Año/mes/día	TEMPERATURA (°C)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
01/07/2022	13.4	-6.6	01/08/2022	13.5	-3.8
02/07/2022	12.2	-6.4	02/08/2022	12.5	1
03/07/2022	11	-5.8	03/08/2022	14	-1
04/07/2022	10	-5.6	04/08/2022	9.5	0.4
05/07/2022	12.5	-4.2	05/08/2022	10	0.2
06/07/2022	13.2	-2.4	06/08/2022	10.6	1
07/07/2022	13.6	-2	07/08/2022	12.5	1.6

08/07/2022	10.5	-1.2	08/08/2022	8.5	0.8
09/07/2022	10	-1.4	09/08/2022	10.5	1.4
10/07/2022	14	-0.6	10/08/2022	6	1.2
11/07/2022	13.6	-1	11/08/2022	11.5	0
12/07/2022	12.5	2	12/08/2022	12.5	-1.6
13/07/2022	13	1.6	13/08/2022	13.2	-1.2
14/07/2022	14.8	-0.3	14/08/2022	13	-0.8
15/07/2022	14.1	-1.6	15/08/2022	14.7	-2
16/07/2022	14.2	-4	16/08/2022	15	-2.8
17/07/2022	12.5	0.4	17/08/2022	15.2	-3.2
18/07/2022	9	1	18/08/2022	14.5	-6.8
19/07/2022	11.2	0.2	19/08/2022	9.6	0
20/07/2022	12.2	-6.2	20/08/2022	13.6	-0.2
21/07/2022	14	-4.4	21/08/2022	13	-2
22/07/2022	14.5	-3.2	22/08/2022	11.5	-1.6
23/07/2022	12.5	-2.8	23/08/2022	13.2	-2
24/07/2022	12	-2.6	24/08/2022	14	-6.8
25/07/2022	9	0.4	25/08/2022	13.8	-7
26/07/2022	8.8	1.8	26/08/2022	13	-5.2
27/07/2022	11	1.4	27/08/2022	12.7	-3.6
28/07/2022	12.5	-3.4	28/08/2022	11	-6
29/07/2022	13	-7.2	29/08/2022	10	-2.2
30/07/2022	14	-6.8	30/08/2022	10.5	1.4
31/07/2022	14.5	-4	31/08/2022	14	-0.6

*Tabla 5 Datos temperatura ambiental de la Estación Cerro de Pasco - SENAMHI*

### **2.2.9. Requisitos para vaciado de concreto en climas fríos**

Según el RNE E.060 (2020, p35) para la colocación de concreto en climas fríos sugiere tomar las precauciones siguientes:

- En el caso de presentarnos con temperatura ambiente por debajo de 5° C durante el proceso de vaciado, se deberá contar con equipamiento para calentar el agua y/o el agregado de ser el caso, así como elementos de protección, estos materiales y todo lo que se encuentre en contacto con la mezcla deberán estar libres hielo, nieve entre otros.
- Las protecciones usadas para concretos de alta resistencia deberán mantenerse por al menos 4 días.

- Es importante mantener la temperatura del concreto colocado en un ambiente con temperatura debajo de los 5° C por encima de los 10° C durante su curado. El proceso de mantener el concreto con la temperatura mencionada se realizará sin producir daños por concentración de calor.

Amacifuen, R (2002), también menciona que en climas fríos se hace necesario el uso de métodos para calentar los componentes, siendo más usual el calentamiento del agua sobre todo porque este método ayudaría a asegurar las condiciones mínimas para que se dé el proceso de hidratación.

La Asociación Colombiana de Productores de Concreto (ASOCRETO, 2022) respecto al fraguado en climas fríos nos menciona los siguiente: en mezclas de concreto por debajo de -10 °C el proceso de fraguado se detiene; entre -10 °C y 10 °C el proceso se activa, pero muy lentamente; y por encima de 10 °C y hasta 32 °C, el proceso se desarrolla sin inconvenientes.

## **2.2.10. Fisuras en el concreto**

### **2.2.10.1. Definición**

Toirac, J (2004, p75-78), nos explica que el concreto en el proceso de fraguado y endurecimiento se contrae o retrae y debido a esta disminución de volumen se generan las fisuras definiéndolos como roturas en la superficie de concreto como consecuencia de esfuerzos de tensión superiores a su capacidad resistente.

### **2.2.10.2. Importancia de su Identificación:**

American Concrete Institute 224.1R (1993, p2), nos menciona que en algunos casos las fisuras pueden ser estéticas afectando solo la apariencia sin generar daños estructurales, pero podría ponerse en riesgo la durabilidad aumentando la penetración de elementos externos y en otros casos, dependiendo de su evaluación, también podrían indicarnos problemas estructurales. La importancia de identificarlos y buscar soluciones se basa en el tipo de la estructura y entender la naturaleza de

la fisura, de esa manera podrán ser reparados correctamente asegurando la calidad.

Toirac, J (2004, p88), también nos mencionan que estas fisuras sea por cualquier causa que hayan aparecido no sean visibles hasta después de cierto tiempo por haber quedado cubiertos o porque no son observables sino hasta que crezcan debido a cargas que afecten el plano débil. Cuando las fisuras aparecen en el estado plástico no van a desaparecer al endurecerse al contrario suelen ancharse durante el endurecimiento del concreto.

### **2.2.10.3. Causas de las fisuras en el concreto**

Toirac, J (2004, p75), clasificó las causas que originan la fisuración en el concreto en dos grandes grupos, fisuras de carácter químico que se originan en el proceso de hidratación del material cementicio de la mezcla y las de origen físico que son las de mayor impacto y que implican por lo general procesos de expansión y/o contracción del concreto en sus diferentes procesos los cuales originan esfuerzos de compresión o tracción según sea el caso generando el inicio de la fisuración.

Toirac, J (2004, p76), a su vez nos indica que estas fisuras podrían ocurrir en cualquiera de los estados del concreto, en el estado fresco las fisuras aparecen antes de finalizar el fraguado y en el estado endurecido las fisuras aparecen cuando ha finalizado el fraguado es decir durante la etapa de endurecimiento del concreto.

Toirac, J (2004, p78), menciona que al haber entendido los dos conceptos anteriores, se procede a analizar las derivaciones que parten de esas clasificaciones para hacer una buena identificación de causas y soluciones, por ejemplo si se identifica que las fisuras han sido causadas por retracción se debe diferenciar si ha sido retracción hidráulica o

retracción térmica, así mismo observar si las fisuras se han iniciado antes del fraguado y la que ocurre después de este, con estas observaciones se podrá entender y explorar la naturaleza de las fisuras, explicando por ejemplo que la retracción puede generarse por la pérdida del agua en el concreto, sabiendo esto se pueden hacer mejoras en el procedimiento de vaciado del concreto.

### 2.2.11. Consecuencias de las fisuras en el concreto

Baenziger, H (1995). en su investigación estudia mediante el “bloque baenziger” la evolución de fisuras en morteros a través del tiempo; demostrando que la fisuración y/o agrietamiento que presenta el producto final de vaciados de morteros pueden presentarse dentro de las 24 horas como pequeñas fisuras inclusive solo estéticas, pero su investigación nos indica que estas fisuras tienden a extenderse y aumentar inclusive a agrietarse después de algunos días, semanas y meses después; por ende el tratamiento para resanar fisuras y grietas en este tipo de morteros de altas resistencias las cuales tienen características muy diferentes los concretos vaciado habitualmente tienen un procedimiento muy tedioso para asegurarnos que la estructura cumpla su función estructural y de durabilidad.

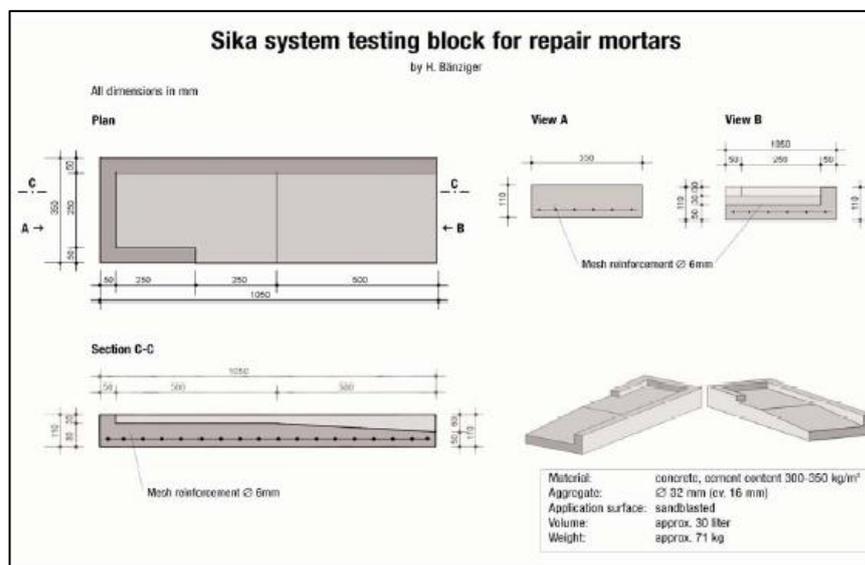


Figura N° 18 Bloque de prueba del sistema para Morteros de Reparación por H. Baenziger.

## **2.2.12. Fisuración del concreto en estado plástico y sus medidas de control**

### **2.2.12.1. Fisuración por contracción plástica durante el fraguado**

Toirac, J (2004, p76), indica que las causas por las cuales podría ocurrir este tipo de fisuras se deben principalmente a pérdida de agua por exceso de vibración y acabado de la superficie.

Aire, C (2011), en su publicación sobre fisuración por contracción plástica nos indica que este caso es uno de los problemas más frecuentes en los casos de fisuración, nos menciona que este sucede durante las primeras horas de vaciado cuando el concreto se encuentra todavía en estado plástico y generalmente cuando estos se han vaciado en condiciones ambientales extremas tales como velocidades de viento altos, exposiciones al sol, bajas humedades, entre otros, que generen la evaporación del agua.

El Comité ACI 224.1R (1993, p2), acerca de la fisuración por retracción plástica (Figura N°19) nos menciona que este sucede cuando una mezcla está sometido a pérdida de humedad bruscos donde se generan niveles de evaporación superficial altos sea en climas fríos o calurosos, relacionándose entonces por las temperaturas del ambiente y del concreto, la humedad relativa y la velocidad del viento en la superficie del concreto. La contracción acontece al evaporarse el agua superficial del concreto y no poder reemplazado de inmediato por el agua de exudación, se genera una restricción debajo de la capa superficial que se seca, el concreto superficial en proceso de rigidización es sometido a tensiones de tracción que generan fisuras de profundidad variable.

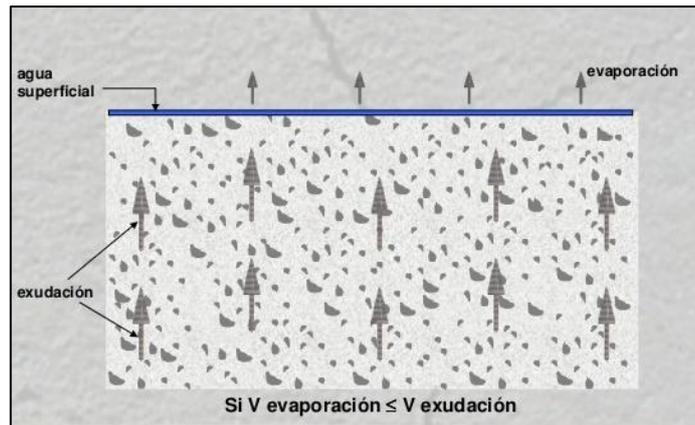


Figura N° 19 Contracción Plástica por Secado.

El Comité ACI 224.1R (1993, p2) también nos indica las características para poder identificarlas visualmente, estas fisuras formar un patrón poligonal o en paralelo, en general son anchas y su longitud y separación son variables llegando a medir en ocasiones más de un metro, es importante realizar una observación permanente debido a que las fisuras por retracción plástica suelen iniciar como fisuras superficiales hasta llegar a convertirse en fisuras con profundidad considerable abarcando en algunos casos toda la altura del elemento.

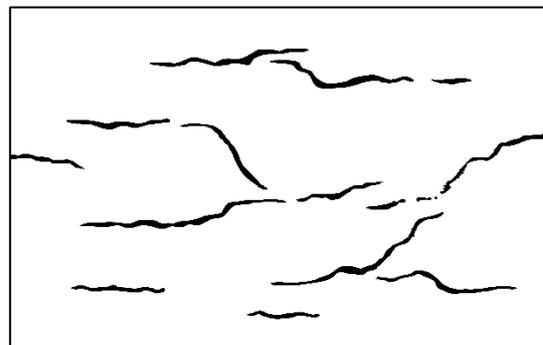


Figura N° 20 Típica Fisuración por Retracción Plástica (Price, 1982).

Toirac, J (2004, p80), indica que los principales elementos en la cual se dan las fisuras de retracción plástica son elementos horizontales como por ejemplo losas, pisos, entre otros, estas fisuras aparecen generalmente al inicio del fraguado y al pasar del tiempo generan fisuras con profundidades considerables. También comenta que este tipo de fisuras suelen darse en concretos vaciados en climas calientes, debido a la rápida evaporación del

agua en la superficie del concreto y la poca velocidad de exudación del agua desde el interior hasta la superficie.

Aire, C (2011), grafica el proceso del mecanismo de fisuración por contracción plástica, a continuación, se detalla:

1. Agua superficial al inicio del fraguado.
2. El agua superficial se evapora rápidamente antes de que llegue a la superficie el agua de exudación.
3. El agua superficial se evapora en su totalidad.
4. La superficie seca genera la contracción de ésta.
5. La superficie trata de resistir la contracción.
6. Aun en estado plástico se generan esfuerzos.
7. Como resultado se da la aparición de fisuras de contracción plástica.

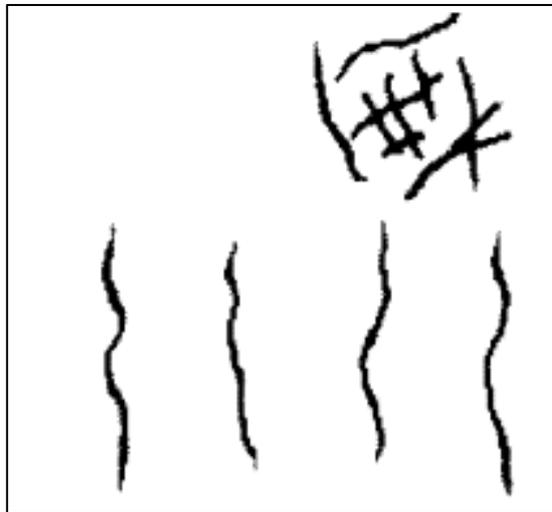


Figura N° 21 Mecanismo de fisuración por contracción plástica.

### 2.2.12.2. Fisuras por contracción plástica por mala compactación y acabado del concreto

Toirac, J (2004, p82) menciona que por incorrectos procedimientos durante la compactación y al darle el acabado final al concreto se forman en éste fisuras denominadas nidos, esto debido a que en esas zonas se ha concentrado pasta cementicia con ausencia de agregado grueso, por ende, esta pasta seca antes y se contrae antes que el resto de la pasta de concreto.

Las principales causas para que se generen este tipo de fisuras son, primero la durante la compactación del concreto la sobre vibración y segundo durante los acabados el excesivo aplanado con el uso de la llana, ocurre cuando la pasta de cemento y las partículas más finas de agregados suben hacia el agua superficial, esta mezcla fina se contrae más rápido y de manera diferente que el resto de concreto encontrándose así fuerzas de tensión que superen las resistencias generándose así las fisuras.



*Figura N° 22 Nidos de Fisuras*

#### **2.2.12.3. Características de las fisuras de contracción plástica**

De espesores de entre 20 a 40 mm pudiendo atravesar toda la masa, suelen aparecer entre la 1era y 10ma hora luego del vaciado, se generan cuando las condiciones climáticas generen una rápida evaporación del agua superficial, no suelen ser de carácter estructural por lo tanto son estéticas, las distribuciones de estas fisuras en la superficie son al azar no tienen un orden definido.

#### **2.2.12.4. Medidas de control para fisuras de contracción plástica**

American Concrete Institute 224.1R (1993, p2-3), nos menciona que para controlar las fisuras por contracción plástica se debe reducir el cambio de volumen que lo genera, para ello las medidas adecuadas es

evitar la pérdida rápida de la humedad superficial por los factores externos, nos recomiendan usar métodos como boquillas de niebla, láminas plásticas, rompe vientos, parasoles de manera de saturar el aire en contacto con la superficie, así como reducir la velocidad del viento o reducir la temperatura superficial. También se hace efectivo programar bien los vaciados considerando lo mencionado.

Toirac, J (2004, p83), nos indica que para contrarrestar la aparición de fisuras de este tipo se deberá usar un contenido bajo de agua hasta donde la trabajabilidad sea posible, se debe proteger al concreto de los efectos climatológicos adversos ya explicados, pantallas para reducir la velocidad del viento, tener cuidados en los procesos de colocación y al realizar los acabados de la superficie cuidando la segregación de la mezcla.

### **2.2.13. Fisuración del concreto en estado endurecido y sus medidas de control**

Toirac, J (2004, p88-90), nos menciona que cuando se ha llegado al fraguado final y el inicio de endurecimiento, el concreto fresco pasa de un estado fluido a un estado plástico adquiriendo con la hidratación las propiedades de un sólido rígido.

En los primeros días se presenta muy baja resistencia principalmente a tensión y por lo tanto es susceptible de agrietarse. En esta etapa, los cambios de volumen están definidos por incrementos o decrementos causados por dilataciones y contracciones debidos a la temperatura y la humedad.

Dentro de ella se encuentra la contracción por secado, las contracciones-dilataciones por temperatura, la contracción por carbonatación y la reacción expansiva álcalis-agregado.

#### **2.2.13.1. Fisuración por contracción por secado:**

Toirac, J (2004, p89), indica que después del fraguado, existe una reducción de agua en el concreto que se produce paulatinamente en

el tiempo, debido a la evaporación y el proceso de hidratación del cemento, generándose una contracción a medida que va endureciendo, denominándose contracción por secado a esta fase.

La contracción por secado constituye un cambio volumétrico muy importante y difícil de prevenir en el concreto, ya que dentro de este se generan poros y conductos capilares, que al estar saturados todos estos espacios están ocupados por agua contrarrestando la evaporación que se generaría si la condición fuera contraria. Si el endurecimiento del concreto se efectuara dentro del agua, este se expandiría en contraposición de la contracción.

American Concrete Institute 224.1R (1993, p3); menciona que la pasta cementicia del concreto puede contraerse hasta en 1% por la pérdida de humedad, provocando lo que se denomina retracción por secado; la restricción interna que producen los agregados al interior del concreto hacia esta contracción da como consecuencia la generación de fisuras, así como reduce el cambio volumétrico a 0.06% aproximadamente.

La fisuración es el resultado de la combinación de la retracción y restricción, proporcionada por otra parte de la estructura o subrasante, lo que desarrolla tensiones de tracción superiores a la que el concreto pueda resistir.

Wimsatt et al., 1987; menciona que es posible controlar la retracción por secado dentro del concreto aumentando la cantidad de agregado y reduciendo la cantidad de agua de la mezcla, también utilizando un cemento compensador de retracción o utilizando juntas de contracción.

#### **2.2.13.2. Medidas de control para reducir o eliminar las fisuras de contracción por secado:**

Toirac, J (2004, p93), nos menciona que, ya que las causas de generación de fisuras por contracción en estado plástico y en estado

endurecido son similares, las medidas de control tendrían similares tratamientos, además de ello nos da algunas recomendaciones como curados tempranos y eficientes en pisos y losas por ejemplo de manera de preservar la humedad, recomendándonos métodos como colocación de lonas, aplicación de curadores químicos, y en otros casos como por ejemplo pavimentos la adición de fibras sintéticas en la mezcla de concreto.

### **2.2.13.3. Fisuración por retracción térmica:**

Toirac, J (2004, p95-96), señala que los procesos de dilatación y contracción por las variaciones externas de la temperatura provocan fisuras cuando se restrinja el movimiento libre resultado de estos procesos.

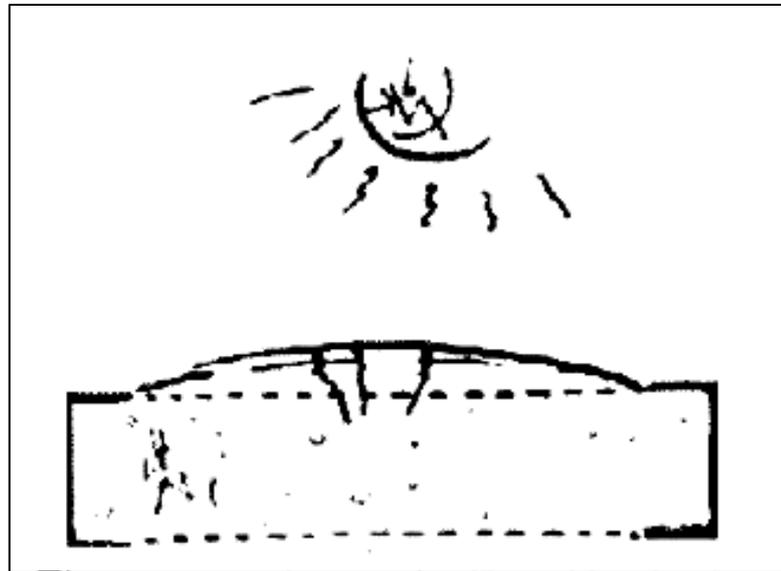
Ya que la resistencia a la compresión en el concreto es mucho mayor que la de tracción, las fisuras por dilatación térmica son menos frecuentes que las originadas por retracción.

El coeficiente de expansión térmica del concreto va a depender de las propiedades térmicas de los agregados, la pasta del cemento hidratada y de las proporciones en que estas intervengan.

Las variaciones de temperatura del concreto tienen orígenes internos, como resultado del calor de hidratación del cemento y externos, debido a circunstancias variables de temperaturas ambientales o diferentes condiciones de servicio a las que se encuentre sometido la estructura.

American Concrete Institute 224.1R (1993, p4); menciona que los diferenciales de temperatura en el concreto son provocados por la pérdida de calor de las diferentes velocidades de hidratación, así como la velocidad y cantidad de exposición de la temperatura ambiental exterior al concreto, que en ambos casos originan esfuerzos de tracción proporcionales al diferencial de temperatura, al coeficiente de expansión

térmica, módulo de elasticidad efectivo y grado de restricción. Las variaciones de temperatura generan deflexiones y rotaciones de los elementos estructurales, por lo que es necesario aliviar estos movimientos con la colocación de juntas.



*Figura N° 23 Fisuras por dilatación térmica*

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Autonivelante:** Permite dejar una superficie con un mismo nivel en todos los puntos de su superficie.

**Autocompactante:** El concreto o mortero es capaz de fluir y rellenar cualquier parte y rincón del encofrado a través del armado simplemente por la acción de su propio peso, sin la necesidad de cualquier otro método de compactación externo de vibrado y sin segregación.

**Calor de Hidratación:** Se define como la cantidad de calor en calorías por gramo de cemento deshidratado, después de una hidratación completa a una temperatura dada.

**Climas fríos:** El clima frío se define como un período donde la temperatura promedio diaria es menor que 5°C en más de 3 días sucesivos.

**Contracción o retracción:** La contracción es un cambio de volumen o “deformación” del concreto.

**Estabilidad:** Habilidad de la mezcla del concreto para resistir segregación de la pasta de los agregados.

**Exudación:** Este fenómeno llamado exudación conduce a la obtención de un hormigón en la zona superior de los elementos estructurales de mayor relación agua - cemento y, en consecuencia, mayor porosidad y menor resistencia.

**Fisuras:** Todas aquellas aberturas incontroladas que afectan solamente a la superficie del elemento o a su acabado superficial.

**Fraguado:** El fraguado inicia con la pérdida de viscosidad de la pasta, en el momento en que esta deja de ser deformable bajo cargas relativamente pequeñas y empieza el proceso de endurecimiento.

**Fraguado Inicial:** Cuando el concreto alcanza su la primera rigidización.

**Fraguado Final:** Cuando el concreto alcanza una rigidez significativa.

**Morteros predosificados:** Es un producto listo para su utilización, bastando sólo adicionarle agua para obtener una mezcla de alta resistencia y fluidez.

**NTP:** Las Normas Técnicas Peruanas son documentos que establecen las especificaciones de calidad de los productos, procesos y servicios.

**Segregación:** La segregación se define como la separación o distribución no homogénea de los componentes del hormigón.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La determinación de los parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos nos ayudará en el control de la fisuración.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes están relacionados con la consistencia y trabajabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras.

- Los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciado de morteros autonivelantes están relacionados con la absorción del agua

de amasado y la adherencia del mortero al concreto endurecido influyendo en la aparición de fisuras.

- Los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes están relacionados con la homogeneidad y estabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras.

- Los parámetros dentro del proceso de colocación para morteros autonivelantes vaciados en climas fríos están relacionados con la continuidad del vaciado y la compactación de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras.

- Los parámetros dentro del proceso de protección y curado están relacionados con los métodos de protección y curado en morteros autonivelantes vaciados en climas fríos influyendo en la aparición de fisuras.

- La evolución de las fisuras a partir de sus primeros días de identificación es negativa acrecentándose en su magnitud y cantidad.

- La temperatura ambiental característico de los climas fríos influye de manera negativa ocasionando la aparición de fisuras en morteros autonivelantes.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes.

### **2.5.2. Variable dependiente**

Fisuras en morteros autonivelantes.

### **2.5.3. Variables intervinientes**

Temperatura ambiental característicos de los climas fríos.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

<b>“Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022”</b>			
<b>Variable</b>	<b>Indicador / Sub Indicador</b>	<b>Medición</b>	<b>Valoración</b>
<p><b><u>Variable Independiente:</u></b> Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes.</p>	<i>Dosificación:</i>		
	- Consistencia	- Grado de fluidez (Pulg o mm).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plástica:     &lt; 22 in.     (&lt; 550 mm)</li> <li>- Semi Fluida:     22 in. a 26 in.     (550 mm a 650 mm)</li> <li>- Fluida:     &gt; 26 in.     (&gt; 650 mm)</li> </ul>
	<i>Preparación de la superficie:</i>		
	- Saturación de la superficie	- Inspección visual de la superficie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena: Con agua superficial.</li> <li>- Regular: Húmedo.</li> <li>- Malo: Seco.</li> </ul>
	- Adherencia del mortero	- Grado de Rugosidad de la Superficie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena: Muy rugoso.</li> <li>- Regular: Rugoso.</li> <li>- Malo: Liso</li> </ul>
	<i>Mezclado:</i>		
	- Homogeneidad de la mezcla.	- Inspección visual de la mezcla.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena: Sin presencia de grumos.</li> <li>- Regular: Presencia de grumos en baja cantidad y tamaño.</li> <li>- Malo: Presencia de grumos en alta cantidad y tamaño.</li> </ul>
- Estabilidad de la mezcla.	- Índice visual de estabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy estable: 0</li> <li>- Estable: 1</li> <li>- Inestable: 2</li> <li>- Muy Inestable: 3</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Temperatura del mortero.</i></li> <li>- <i>Temperatura del agua.</i></li> <li>- <i>Tiempo de mezclado.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Grados Celsius (°C)</i></li> <li>- <i>Grados Celsius (°C)</i></li> <li>- <i>Minutos (min.)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>----</li> <li>----</li> <li>----</li> </ul>
<i>Colocación:</i>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Continuidad del vaciado.</i></li> <li>- <i>Inspección visual de la superficie de mortero vaciado.</i></li> <li>- <i>Compactación superficial de la mezcla.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Tiempo de colocación (minutos).</i></li> <li>- <i>Cantidad de burbujas de aire atrapado.</i></li> <li>- <i>Tiempo de compactación (minutos)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>----</li> <li>----</li> <li>----</li> </ul>
<i>Protección y curado:</i>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Método de protección.</i></li> <li>- <i>Método de curado.</i></li> <li>- <i>Temperatura ambiente del microclima generado.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Observación del método de curado.</i></li> <li>- <i>Grados Celsius (°C)</i></li> <li>- <i>Grados Celsius (°C)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>----</li> <li>----</li> <li>----</li> </ul>
<p><b><u>Variable Dependiente:</u></b> <i>Fisuras en morteros autonivelantes.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Dimensiones de las fisuras</i></li> <li>- <i>Clasificación de fisuras</i></li> <li>- <i>Evolución de fisuras</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Espesor (mm)</i></li> <li>- <i>Longitud (mm)</i></li> <li>- <i>Inspección visual para la clasificación.</i></li> <li>- <i>Espesor (mm)</i></li> <li>- <i>Longitud (mm)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>----</li> <li>----</li> <li>----</li> </ul>

<p><b><u>Variable Interviniente:</u></b></p> <p><i>Temperatura ambiental característicos de los climas fríos.</i></p>	<p>- <i>Temperatura Ambiente.</i></p>	<p>- <i>Grados Celsius (°C)</i></p>	<p>-----</p>
---	---------------------------------------	-------------------------------------	--------------

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

De acuerdo con los tipos de datos analizados es un tipo de investigación cuantitativa, pues la forma para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, estableciendo una o varias hipótesis y diseñando un plan para someterlas a prueba (Borja, 2012, p.11), y con la evaluación de esos datos podremos determinar los parámetros que influyen en la aparición de fisuras y controlarlos.

#### **3.2. Nivel de investigación**

De acuerdo con el fin que se persigue es un tipo de investigación aplicada, debido a que se busca conocer para luego modificar y solucionar una realidad problemática (Borja, 2012, p.10), pues se pretende determinar los parámetros dentro del procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras y de esta manera controlarlos para minimizar y/o eliminar la aparición de fisuras en el elemento.

#### **3.3. Métodos de investigación**

Se usará la metodología experimental para la demostración de la hipótesis, con la manipulación deliberada de la variable independiente (causa), la cual producirá modificaciones en la variable dependiente (efecto) (Borja M, 2012, p.14). Al analizar los parámetros que intervienen en cada proceso que implica un procedimiento de vaciado de concreto en climas fríos se podrán controlar cuantitativa y cualitativamente y determinar los parámetros más relevante en cuanto a la aparición de fisuras, además se podrá mejorar los procesos de acuerdo a las necesidades que requiere el tipo de mortero en mención, determinando los parámetros óptimos nos permitirá controlar la aparición de fisuras en vaciados de este tipo de mortero en climas fríos tanto en su estado plástico como en su estado endurecido.

- “Crear las condiciones o adecuar las existentes permite esclarecer las propiedades y relaciones del objeto” (Espinoza y Toscano, 2015, p.47). Para esto se buscará determinar parámetros en cada proceso durante el procedimiento de vaciado de una capa de mortero autonivelante en climas fríos que influyan en la aparición de fisuras en el producto final.

- “Aislar el objeto y propiedades de estudio, de factores no esenciales, enmarca la esencia de la investigación” (Espinoza y Toscano, 2015, p.47). Para esto se considerará la evaluación de las fisuras que se presenten en cuanto a espesor, clasificación y evolución en un tiempo determinado dentro de los procesos que implica el procedimiento de vaciado.

- “Reproducir el objeto de estudio en condiciones controladas” (Espinoza y Toscano, 2015, p.47). El proceso experimental se realizará dentro de condiciones estándares establecidas en el reglamento nacional de edificaciones para vaciado de concreto en climas fríos y otras recomendaciones adicionales.

### **3.4. Diseño de investigación**

Para responder a las preguntas de la investigación y cumplir con los objetivos trazados se realizó un plan para obtener la información necesaria, para

ello la presente investigación será desarrollada como un experimento puro con post - prueba Únicamente, varios grupos y uno de control (Borja, 2012, p.28).

El diseño mencionando responde al siguiente esquema general:

$$G_1 \rightarrow X_1 \rightarrow O_1$$

$$G_2 \rightarrow X_2 \rightarrow O_2$$

$$G_3 \rightarrow X_3 \rightarrow O_3$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$G_n \rightarrow X_n \rightarrow O_n$$

Donde:

$G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$  : *Parámetros en el Grupo de control (GC).*

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  : *Niveles de manipulación de la Variable Independiente.*

*Variación de los parámetros en un grupo experimental (GE)*

$O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$  : *Evaluación de la Variable Dependiente.*

*Evaluación de las fisuras en las capas de mortero vaciados.*

La variación experimental y evaluación de las fisuras se realizarán en el vaciado de una capa de 2" de espesor de mortero autonivelante vaciado en clima frío evaluándolos en estado fresco y en estado endurecido.

Se evaluará experimentalmente en un grupo de control (GC) los parámetros que intervienen por cada proceso del procedimiento de vaciado para determinar su influencia en la aparición de fisuras en el vaciado del mortero.

De las observaciones realizadas en cada proceso del grupo de control (GC) se determinará el/los proceso(s) y los parámetros más influyentes en los cuales se da inicio la aparición de fisuras y su evolución.

Luego de identificar los procesos y parámetros más influyentes se realizará el control óptimo de ellos en el grupo experimental (GE) para lograr minimizar y/o eliminar la aparición de fisuras en el vaciado del mortero autonivelante en climas fríos.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población para la siguiente investigación será considerada como todas las capas nivelantes de hasta 5 cm de espesor (2") para diferentes usos, vaciados con morteros autonivelantes y autocompactantes de altas resistencias en climas fríos, en las cuales se podría evaluar y controlar la aparición de fisuras y grietas.

#### **3.5.2. Muestra**

Se evaluará primero los parámetros en el grupo de control (GC) considerando todas las recomendaciones para vaciados de concreto en climas fríos del reglamento nacional de edificaciones y a su vez las recomendaciones del fabricante encontradas en la ficha técnica del producto, para los cuales se han preparado con anticipación dos pedestales de concreto para recibir sobre ellas las mezclas de mortero semejando las condiciones de vaciado en obras para sus diferentes usos, en uno de ellos se planifica realizar el vaciado durante horas de la mañana y en el segundo en horas de la tarde de tal manera de identificar la influencia respecto a la variación de la temperatura ambiental en los diferentes horarios, en estas capas de mortero se harán las observaciones, la identificación y el análisis de la influencia de los parámetros que intervienen en cada proceso, culminando con la inspección y recolección de datos de las fisuras.

Luego del análisis se considerará el control de los parámetros determinantes y pondrán a prueba en un grupo experimental (GE) con el objetivo de controlar la aparición de fisuras en las capas de mortero, para lo cual se han preparado con anticipación un pedestal de concreto.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

Se utilizarán las técnicas descriptivas se transcriben como: "(...) sirven para recoger, registrar y elaborar datos e información (...), así como para conducir experimentos con observaciones y registro de las variaciones del

comportamiento, el control y cambio de las variables” (Rodríguez, 1986, citado por Valderrama, 2002, p.191), en el caso de la presente investigación se recogerán y registrarán datos para determinar los parámetros que intervienen en cada uno de los procesos que abarcan el procedimiento de vaciado de mortero, en fin de registrar el proceso el cual se presenta la aparición de fisuras, para luego evaluar y analizar las causas del fenómeno de esa manera minimizar o eliminar los efectos.

También se usará la técnica de la observación, cuyo instrumento de recolección de datos serán las fichas o formularios de observación. (Valderrama, 2002, p.194 y Hernández et. al., 2002, p.385).

Así mismo, la técnica de la experimentación, cuyo instrumento de recolección de datos será el material experimental.

Y, por último, la técnica de las pruebas estandarizadas propios de la disciplina, que tendrá instrumentos de medición específicos propios de la disciplina, así como Instrumentos de Mecánicos y Electrónicos de Medición (Valderrama, 2002, p.194 y Hernández et. al., 2002, p.385). Este último tendrá su base en las Normas Técnicas Peruanas, Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas ASTM.

### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos de medición para la recolección de datos en cada proceso que incluye el procedimiento de vaciado del mortero en estudio, tanto en estado fresco como en estado endurecido serán los siguientes:

- Jarras medidoras o probetas graduadas de 3lt. con aproximación de 100 ml., utilizado para medir la cantidad de agua.
- Cono de Abrams, varilla compactadora, placa base, flexómetro para la medición del flujo de asentamiento.
- Termómetros digitales, para medir y controlar la temperatura ambiente, temperatura del concreto y temperatura en el interior del vaciado con protección.
- Medidor de ancho de fisuras.

### 3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La validación de los instrumentos de investigación se realizó con el proceso de aplicación de encuesta a expertos en el área, para asegurar su confiabilidad.

VALIDEZ	PREGUNTAS	PUNTUACIÓN		OBSERVACIONES
		0	1	
Del contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?			
	2 ¿El instrumento persigue el fin de los objetivos específicos?			
	3 ¿El número de dimensión es adecuado?			
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?			
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?			
Del contenido	6 ¿El número de indicadores es adecuado?			
	7 No existe amigüedad en los indicadores			
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?			
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?			
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?			
	11 ¿Los indicadores son medibles?			
Del contenido	12 ¿Los intrumentos se comprenden con facilidad?			
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?			
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?			
	15 No es necesario considerar otros campos?			
TOTAL				

*Tabla 6 Encuesta para realizar la validación y confiabilidad.*

### 3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de los datos se seguirá las siguientes técnicas (Del Águila, 1996, citado por Valderrama, 2002, p.224):

- **La Revisión y consistenciación de la información:** La cual consiste en analizar y seleccionar toda la información para trasladarlos los datos a los instrumentos de trabajo o de investigación de campo.
- **Presentación de datos:** La cuál se puede realizar en forma escrita, tabular, como son los cuadros y tablas estadísticas; y mediante gráficos y diagramas.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

El tratamiento estadístico que se realizará a los datos será con la ayuda de la Estadística Descriptiva, para ello se organizarán los datos en tablas y cuadros estandarizados y se hará uso de Distribución de Frecuencias, Medidas de Tendencia Central y Medidas de Variabilidad para sus cálculos respectivos, finalmente los resultados se presentarán en Gráficos para una mejor interpretación de los mismos.

“Una Distribución de Frecuencias es un conjunto de puntuaciones ordenadas en sus respectivas categorías, las distribuciones de frecuencias pueden completarse agregando los porcentajes de casos en cada categoría, los porcentajes válidos (excluyendo los valores perdidos) y los porcentajes acumulados (porcentaje de lo que se va acumulando en cada categoría, desde la más baja hasta la más alta)” (Hernández, et. al., 2002, p.419 y 420).

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

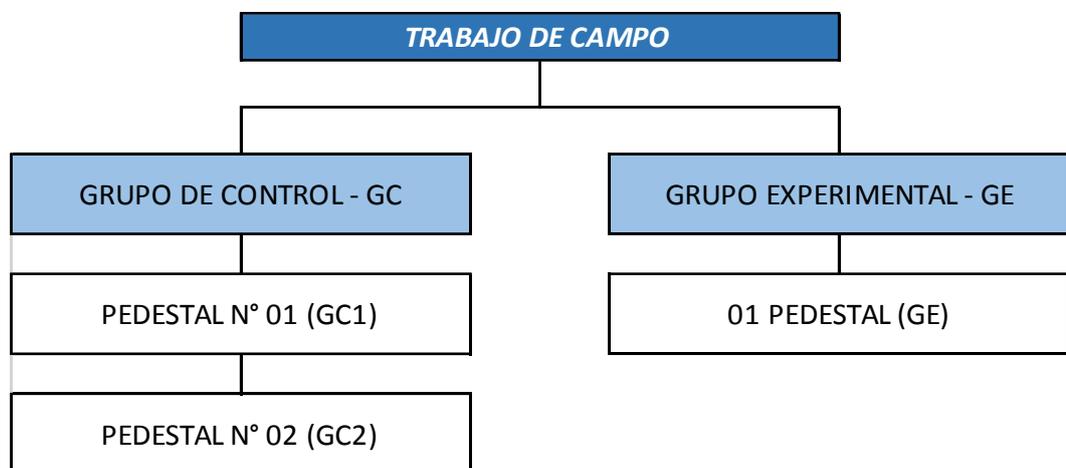
El trabajo de investigación se realizará respetando los códigos de ética de la UNDAC y los códigos éticos de CONCYTEC, teniendo en cuenta los valores y creencias de la originalidad y el estado de referencias en cuanto a las citas de otros autores respecto al tema.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo consta de dos fases, vaciado de mortero para un grupo de control (GC) y un grupo experimental (GE).



*Figura N° 24 Fases del trabajo de campo*

En el vaciado del grupo de control (GC) se planificó dividirlos en dos subgrupos de control para realizar las observaciones de la influencia de la variable interviniente (temperatura ambiente) en diferentes horarios de vaciado.

En el vaciado del grupo experimental (GE) se mantuvo una sola metodología de vaciado la cual se eligió del resultado más favorable del grupo de control respecto al horario de inicio de vaciado.

Para el grupo de control (GC1 y GC2) se construyó anticipadamente dos pedestales de concreto de dimensiones 1.20m x 1.20m generando la superficie sobre el cual se vació el mortero en estudio y se realizaron las observaciones correspondientes, el procedimiento de vaciado se ejecutó siguiendo las recomendaciones y los requisitos del RNE para vaciado de concreto en general, los requisitos adicionales de vaciado de concreto en climas fríos y las recomendaciones de la ficha técnica del mortero SikaGrout 212.

En ambas fases (GC y GE) la identificación y evaluación de la influencia de los parámetros que intervienen en la aparición de fisuras en el mortero se han agrupado para el mejor tratamiento de datos dentro de los cinco procesos que engloban el procedimiento total los cuales son dosificación, preparación para la colocación, mezclado, transporte y colocación, protección y curado.

<b>CONTROL DE PARÁMETROS - GRUPO DE CONTROL (GC)</b>			
(Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 - Capítulo 5)			
<b>PROCESOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>GC-1</b>	<b>GC-2</b>
	Dosificación	GC1-D	GC2-D
	Preparación para la colocación	GC1-PR	GC2-PR
	Mezclado	GC1- M	GC2- M
	Transporte y colocación	GC1-TC	GC2-TC
	Protección y curado	GC1-PC	GC2-PC
<b>EVALUACIÓN DE FISURAS</b>	Evaluación en cada proceso	GC1-EF	GC2-EF

<b>CONTROL DE PARÁMETROS - GRUPO DE EXPERIMENTAL (GE)</b>		
(Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 - Capítulo 5)		
<b>PROCESOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>GE</b>
	Dosificación	GE-D
	Preparación para la colocación	GE-PR

	Mezclado	GE- M
	Transporte y colocación	GE-TC
	Protección y curado	GE-PC
<b>EVALUACIÓN DE FISURAS</b>	Evaluación en cada proceso	GE-EF

*Tabla 7 Procesos a evaluar en el grupo de control y experimental.*

Para el grupo de control (GC1 y GC2) luego de vaciado el mortero, se evaluaron las fisuras desde el momento de su origen hasta los 3 días después de vaciados en donde el mortero alcanza su estado endurecido, en este proceso se identificó y evaluó los factores que las generan, se procedió a medirlos y clasificarlos y se pudo proponer alternativas de solución para cada parámetro de control identificando su influencia con los datos recolectados y con las teorías estudiadas. Esta alternativa de solución fue sometidas a prueba en el grupo experimental (GE).

Para el grupo de control (GC1 y GC2) se elaboraron dos fichas de control y observación que sintetizaron los parámetros de control recomendados según el Reglamento Nacional de Edificaciones norma E. 060 Capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación, ítem 5.12 Requisitos para Clima frío y Ficha técnica del producto Sika Grout 212, estas nos ayudaron a seguir un procedimiento ordenado y con las cuales se recolectaron los datos de campo y las observaciones, la primera es la ficha de procedimiento de vaciados para concreto y la segunda es la ficha de evaluación de fisuras.

Para el grupo experimental (GE) que es la segunda fase del trabajo de campo se ha planificó experimentar la alternativa de solución en base a los resultados obtenidos del grupo de control y los modelos teóricos estudiados, para lo cual se construyó previamente un pedestal de concreto de dimensiones 1.20m x 1.20m sobre el cual se vaciará el mortero cumpliendo de la misma manera que el grupo de control con todos los requisitos del reglamento nacional de edificaciones y la ficha técnica del producto, con la diferencia de implementar la alternativa de

solución para cada parámetro de control analizado implementando a su vez fichas de control para cada proceso incluyendo el control de los parámetros identificados.

#### 4.1.1. Contrucción de pedestales de concreto

Los tres pedestales de concreto que sirvieron como superficie en donde se vació el mortero en estudio, fueron vaciados con un mes de anticipación con un concreto de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> y se ha considerado a su vez embeber perfiles tubulares de acero con la finalidad de simular las condiciones reales de obra.



*Figura N° 25 Encofrado, colocación de perfiles metálicos y vaciado de concreto en pedestales.*

Las dimensiones del pedestal, la ubicación de los perfiles tubulares, el espesor del mortero a colocar para el estudio fue considerados de tal manera de obtener similitud con condiciones de obra, estos se detallan a continuación:

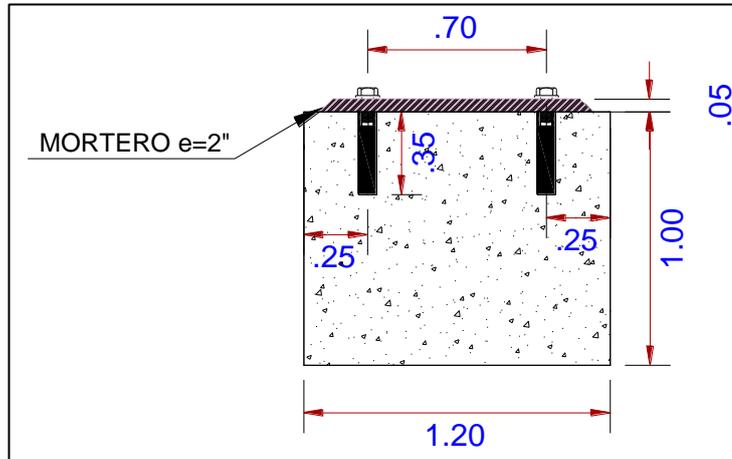


Figura N° 26 Detalle general de pedestales.



Figura N° 27 Construcción de pedestal terminado.

#### 4.1.2. Verificación de la calidad de los materiales

Como un proceso de apoyo al procedimiento de vaciado se tiene la verificación de la calidad de los materiales desde la adquisición hasta su manejo en obra, por ello se debe tener en cuenta el estado en el que se encuentra físicamente mediante la inspección visual entre otros, la cantidad necesaria sea la adecuada, tener un lugar adecuado para almacenarlos, que cuenten con certificados de calidad, que cuenten con estándares a nivel de seguridad anexando su hoja de seguridad.

En el caso del mortero SikaGrout 212 se ha verificado el lote y fecha fabricación del mismo el cual coincide con el certificado de calidad del producto, también se ha verificado las condiciones físicas asegurándonos que el empaque se encuentre sin ninguna manipulación que afecte a sus propiedades y su almacenamiento fue el adecuado asegurándonos que se encuentren bajo techo sin contacto con el suelo.

Para la membrana de curado Z aditivos se ha verificado el lote y la fecha de caducidad el cual coincide con el certificado de calidad del producto, de la misma manera con un almacenamiento adecuado.

Así mismo se verificó que el uso de agua sea potable, se encuentre limpio y no se encuentre con sustancias extrañas.



*Figura N° 28 Verificación de la calidad de los materiales*

#### 4.1.3. Recolección de datos en el grupo de control (GC)

Como se ha mencionado anteriormente el grupo de control se tienen dos pedestales de control GC1 y GC2, siendo nuestra variable interviniente la temperatura ambiente, se consideró diferenciar entre ambos grupos el horario de vaciado en fin de realizar mejores observaciones del comportamiento del mortero en cuanto a la variable mencionada. Se inició con el procedimiento de vaciado para el pedestal de control N°1 (GC1) a las 9:00 a.m. y para el pedestal de control N° 2 (GC2) a las 3:00 p.m.

<b>PROCEDIMIENTO DE VACIADO PARA CONCRETO</b>					
(Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E. 060 Capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación Requisitos para Clima frío y Ficha técnica del producto)					
<b>CÓDIGO:</b>		<b>CONSISTENCIA:</b>		<b>FECHA:</b>	
GC1		Plástica		19-07-2022	
<b>HORA DE INICIO:</b>					
09:00 am					
N°	CÓDIGO	PROCESOS	SEGÚN	DATOS	OBSERVACIONES
01	GC1-D	<b>DOSIFICACIÓN</b>			
	1.1	Se contó con las herramientas de medición que garantizaron la dosificación correcta de los materiales.	RNE- E.060	Cumple.	
	1.2	Se calculó con anticipación la cantidad de mortero en seco y agua necesarios para el volumen del pedestal a vaciar.	Hoja Técnica del fabricante.	Cantidad: - 4 bolsas de mortero (30 kg). - 13.2 lt de agua.  Grado de Fluidez: 400 mm	- Consistencia plástica: < 22 in. ó < 550 mm).  - No se logró la trabajabilidad característica respecto a autonivelación y autocompactación.  - No se logró la homogeneidad adecuada encontrándose grumos en la mezcla.

				Homogeneidad: Regular Estabilidad: V=0	- Muy estable, no hay evidencia de segregación ni de exudación de agua. - Se realizó corrección a la dosificación: 4 bolsas de mortero (30 kg). 14 lt de agua.
02	GC1-PR	<b>PREPARACION PARA LA COLOCACIÓN</b>			
	2.1	Equipo de mezclado y transporte se encuentra limpio	RNE- E.060	Cumple.	
	2.2	La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznales.	RNE- E.060 / Hoja Técnica del fabricante	Cumple.	
	2.3	El encofrado se encuentra de acuerdo con los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.	RNE- E.060	Cumple.	
	2.4	El agua libre fue retirada del lugar de colocación.	RNE- E.060	Cumple.	
03	GC1 - M	<b>MEZCLADO</b>			
	3.1	Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.	Hoja Técnica del fabricante	Cumple.	

3.2	El tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales, prolongándose al menos por 4 minutos.	RNE- E.060 / Hoja Técnica del fabricante	Tiempo total de mezclado: 8 min. - 4 minutos con el 80% de agua. - 4 minutos con el resto de agua dentro del tambor.	- El tiempo de mezclado recomendado fue insuficiente, usando minutos adicionales para obtener una mezcla con las características requeridas, con un total de 15 minutos de mezclado.
3.3	Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.	RNE- E.060	Cantidad: - 4 bolsas de mortero (30 kg). - 14 lt de agua. Grado de Fluidéz: 540 mm Homogeneidad: Bueno Estabilidad: V=0	- Consistencia plástica: < 22 in. ó < 550 mm) - Se logró la trabajabilidad característica respecto a autonivelación y autocompactación. - Homogeneidad bueno, presencia de una mínima cantidad de pequeños grumos en la mezcla. - Muy estable, no hay evidencia de segregación ni de exudación de agua.
3.4	Registro de la temperatura del agua para el mezclado.	RNE- E.060	12.7 °C	
3.5	Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.	RNE- E.060	15.6 °C	
3.6	Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.	RNE- E.060	5.4 °C	

	3.7	La mezcladora se descargó completamente antes de volverla a cargar.	RNE- E.060	Cumple.	
04	GC1 - TC	<b>TRANSPORTE Y COLOCACIÓN</b>			
	4.1	Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material.	RNE- E.060	Cumple.	- Para garantizar este parámetro, se colocó el equipo de mezclado cerca del pedestal a vaciar.
	4.2	El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.	RNE- E.060	Cumple.	- Se usó la cantidad de personal adecuado (03 personas) para garantizar el flujo continuo de vaciado, uno para el manejo de la mezcladora y dos para el transporte y colocación.
	4.3	El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.	RNE- E.060	El tiempo total de colocación fue de 3.5 minutos en total.	- Aproximadamente a los dos minutos de iniciado la colocación al borde de la superficie de vaciado se formó una película de vaciado. - Finalizada la colocación se observó en aproximadamente el 80% de la superficie burbujas de aire atrapado.
	4.4	No colocar concreto parcialmente endurecido o contaminado con materiales extraños.	RNE- E.060	Cumple.	- Al notar la presencia mínima de grumos pequeños se procedió a pasar la mezcla del trompo mezclador a los baldes de transporte por una malla de 1/8".

	4.5	No colocar concreto que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial.	RNE- E.060	Cumple.	
	4.6	El concreto fue compactado cuidadosamente.	RNE- E.060	No Aplica.	
	GC1-PC	<b>PROTECCIÓN Y CURADO</b>			
05	5.1	Una vez finalizada la colocación, el mortero debe cubrirse con una membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos.	Hoja Técnica del fabricante	Cumple.	- Se colocó la membrana de curado a las 0.5 hora de finalizada la colocación.
	5.2	El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.	RNE- E.060	Cumple.	- El mortero no se vació durante lluvias, nevadas o granizadas.
	5.3	El tiempo de protección no será menor de 4 días.	RNE- E.060	Cumple.	- La protección se realizó con plásticos durante cuatro días, este se colocó al identificar el fraguado inicial (3.5 horas de finalizada su colocación) con la finalidad de cuidar el acabado final de la superficie. - El agua de curado se mantuvo en un rango de 10 a 12 °C.
	5.4	El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.	RNE- E.060	Cumple.	- Se procedió a curar con agua para mantenerlo permanentemente húmedo a partir del inicio de fraguado que fue a las 3.5 horas de finalizado su colocación.

Tabla 8 Recolección de datos para el grupo de control N° 01

**PROCEDIMIENTO DE VACIADO PARA CONCRETO**

(Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E. 060 Capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación Requisitos para Clima frío y Ficha técnica del producto)

CÓDIGO:		CONSISTENCIA:		FECHA:		HORA DE INICIO:	
GC2		Plástica		27-07-2022		03:00 p.m.	
N°	CÓDIGO	PROCESOS	SEGÚN	DATOS	OBSERVACIONES		
01	<b>GC1-D</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>					
	1.1	Se contó con las herramientas de medición que garantizaron la dosificación correcta de los materiales.	RNE-E.060	Cumple.			
	1.2	Se calculó con anticipación la cantidad de mortero en seco y agua necesarios para el volumen del pedestal a vaciar.	Hoja Técnica del fabricante.	Cantidad: - 4 bolsas de mortero (30 kg). - 14 lt de agua.			
02	<b>GC1-PR</b>	<b>PREPARACION PARA LA COLOCACIÓN</b>					
	2.1	Equipo de mezclado y transporte se encuentra limpio	RNE-E.060	Cumple.			
	2.2	La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznales.	RNE-E.060 / Hoja Técnica del fabricante	Cumple.			
	2.3	El encofrado se encuentra de acuerdo con los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.	RNE-E.060	Cumple.			
	2.4	El agua libre fue retirada del lugar de colocación.	RNE-E.060	Cumple.			
03	<b>GC1 - M</b>	<b>MEZCLADO</b>					

3.1	Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.	Hoja Técnica del fabricante	Cumple.	
3.2	El tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales, prolongándose al menos por 4 minutos.	RNE-E.060 / Hoja Técnica del fabricante	<p>Tiempo total de mezclado: 8 min.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 minutos con el 80% de agua.</li> <li>- 4 minutos con el resto de agua dentro del tambor.</li> </ul>	- El tiempo de mezclado recomendado fue insuficiente, usando minutos adicionales para obtener una mezcla con las características requeridas, con un total de 15 minutos de mezclado.
3.3	Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.	RNE-E.060	<p>Cantidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 bolsas de mortero (30 kg).</li> <li>- 14 lt de agua.</li> </ul> <p>Grado de Fluidez: 540 mm</p> <p>Homogeneidad: Bueno</p> <p>Estabilidad: V=0</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consistencia plástica: &lt; 22 in. ó &lt; 550 mm)</li> <li>- Se logró la trabajabilidad característica respecto a autonivelación y autocompactación.</li> <li>- Homogeneidad bueno, presencia de una mínima cantidad de pequeños grumos en la mezcla.</li> <li>- Muy estable, no hay evidencia de segregación ni de exudación de agua.</li> </ul>
3.4	Registro de la temperatura del agua para el mezclado.	RNE-E.060	13.1 °C	

	3.5	Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.	RNE-E.060	15.7 °C	
	3.6	Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.	RNE-E.060	5.2 °C	
	3.7	La mezcladora se descargó completamente antes de volverla a cargar.	RNE-E.060	Cumple.	
	<b>GC1 - TC</b>	<b>TRANSPORTE Y COLOCACIÓN</b>			
<b>04</b>	4.1	Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material.	RNE-E.060	Cumple.	- Para garantizar este parámetro, se colocó el equipo de mezclado cerca del pedestal a vaciar.
	4.2	El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.	RNE-E.060	Cumple.	- Se usó la cantidad de personal adecuado (03 personas) para garantizar el flujo continuo de vaciado, uno para el manejo de la mezcladora y dos para el transporte y colocación.
	4.3	El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.	RNE-E.060	El tiempo total de colocación fue de 3.5 minutos en total.	- Finalizada la colocación se observó en aproximadamente el 80% de la superficie burbujas de aire atrapado.
	4.4	No colocar concreto parcialmente endurecido o contaminado con materiales extraños.	RNE-E.060	Cumple.	- Al notar la presencia mínima de grumos pequeños se procedió a pasar la mezcla del trompo mezclador a los baldes de transporte por una malla de 1/8".
	4.5	No colocar concreto que después de preparado se le adicione agua, ni que haya	RNE-E.060	Cumple.	

		sido mezclado después de su fraguado inicial.			
	4.6	El concreto fue compactado cuidadosamente.	RNE-E.060	No Aplica.	
05	<b>GC1-PC</b>	<b>PROTECCIÓN Y CURADO</b>			
	5.1	Una vez finalizada la colocación, el mortero debe cubrirse con una membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos.	Hoja Técnica del fabricante	Cumple.	- Se colocó la membrana de curado a las 0.5 hora de finalizada la colocación.
	5.2	El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.	RNE-E.060	Cumple.	- El mortero no se vació durante lluvias, nevadas o granizadas.
	5.3	El tiempo de protección no será menor de 4 días.	RNE-E.060	Cumple.	- La protección se realizó con plásticos durante cuatro días, este se colocó antes de la identificación de su fraguado inicial (4.5 horas de finalizada su colocación) debido a que éste se prolongó en comparación con el vaciado del grupo de control N° 01, cuidando que no tenga contacto con la superficie para cuidar el acabado final. - El agua de curado se mantuvo en un rango de 10 a 12 °C.
	5.4	El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.	RNE-E.060	Cumple.	- Se procedió a curar con agua para mantenerlo permanentemente húmedo a partir del inicio de fraguado que fue a las 7 horas de finalizado su colocación.

Tabla 9 Recolección de datos para el grupo de control N° 02

#### 4.1.4. Descripción de trabajo de campo para grupo de control

##### 4.1.4.1. Dosificación (GC):

Para la dosificación se revisó la ficha técnica del producto en donde indica las cantidades necesarias de agua y mortero, así mismo se calculó el volumen necesario de relleno según la superficie del pedestal y obtener las cantidades de materiales finales.

DATOS DE HOJA TECNICA SIKAGROUT - 212		
Bolsa	30	kg
Rendimiento	2.13	kg/lt
Cantidad de agua requerida por bolsa (consistencia plástica)	3 - 3.3	lt/bol

*Tabla 10 Datos para dosificación del SikaGrout 212*

DOSIFICACIÓN DE MATERIALES		
Volumen de relleno necesario (1.00mx1.00mx0.05m)	50	lt
Cantidad total de bolsas	4	bol
Cantidad total de agua	12 – 13.2	lt

*Tabla 11 Dosificación de materiales necesarios*

Así mismo se previeron las herramientas de medición necesarias para garantizar la dosificación, con el mortero no se tuvo mayor inconveniente pues la dosificación solicita que estas se utilicen en bolsas, para la cantidad de agua de mezclado se utilizó una jarra graduada.



*Figura N° 29 Herramientas para dosificación.*

#### 4.1.4.2. Preparación para la colocación (GC):

El equipo de mezclado a usar fue un trompo mezclador de 4 p3 con 0.75 hp de potencia, este se encontraba limpio y en buenas condiciones.

La superficie del pedestal en donde se vertería el mortero en estudio se encontraba limpio libre de partículas sueltas o deleznable las cuales se verificaron con el uso de un martillo, sin escombros, hielo o agua libre para los cuales se utilizó un soplete para poder retirar cualquier material suelto.



*Figura N° 30 Verificación de partículas sueltas en la superficie de vaciado*



*Figura N° 31 Limpieza de la superficie de vaciado*

El encofrado se realizó de acuerdo con los planos previstos considerando la similitud de condiciones de obra mostrado en la figura N° 31, este fue

recubierto con material desmoldante a su vez por ser un material altamente fluido se debe tener en cuenta el sellado alrededor del encofrado para este caso se utilizó yeso en todo el borde.



*Figura N° 32 Encofrado del área a vaciar con mortero*

#### **4.1.4.3. Mezclado (GC):**

Para el procedimiento de mezclado se siguieron primeramente las recomendaciones de la ficha técnica del producto considerando inicialmente el 80% del agua de amasado esto es 9.6 litros agregando luego la cantidad de mortero 4 bolsas y por último el resto de agua llegando al total de 12 litros cumpliendo de esa manera las cantidades halladas en el proceso de dosificación considerando la obtención de una consistencia plástica.

El tiempo de mezclado fue de 8 minutos, con 4 minutos de mezclado inicial con el 80% de agua y de 4 minutos adicionales luego que todos los materiales se vertieron dentro del tambor.

Durante este proceso se registró de la temperatura del agua, del mortero y la temperatura ambiental.



*Figura N° 33 Registro de temperaturas.*

Al realizar la inspección visual de la mezcla se pudo observar que no se logró obtener una mezcla homogénea identificándose dentro del tambor partes secas de mortero que no se integraron a la mezcla, por ello se añadió el resto de agua (1.2 lt) llegando a utilizar el máximo permitido que era de 13.2 lt total y a su vez se prolongó 5 minutos más de mezclado al finalizar se notó como observación que la cantidad de agua para obtener una consistencia plástica según la ficha técnica del producto era insuficiente para ello se procedió a realizar el ensayo de fluidez.



*Figura N° 34 Inspección visual de la mezcla.*

Al realizar el ensayo de fluidez se midió la consistencia de la mezcla a obteniendo un valor de 400 mm clasificándola como plástica.

Durante el ensayo de fluidez también se inspeccionó visualmente la estabilidad y homogeneidad de la mezcla.

Respecto a la estabilidad se obtuvo una mezcla muy estable pues no se notó segregación ni exudación de agua, respecto a la homogeneidad se encontraron grumos y se notó también que la mezcla no poseía buena trabajabilidad, no mostraba características autonivelantes y autocompactantes por ello se procedió a vaciarlo en el pedestal para realizar mejor las observaciones.



*Figura N° 35 Mezcla de mortero no homogénea.*

Para realizar las observaciones en la colocación del mortero en el pedestal se cuidó con cumplir todos los parámetros de control de los procesos de transporte y colocación, se vertió la mezcla desde el centro del pedestal esperando que por su propiedad de alta fluidez se esparciera por toda la superficie, pudiendo observar que este no presentaba la alta capacidad de fluidez que es característico de este tipo de morteros, en conclusión no presentaba la característica autonivelante pues se podía notar que la mezcla se acumulaba capa tras capa sin llegar a nivelarse por sí solo y por último no presentó características autocompactantes ya que no se logró rellenar el área de vaciado presenciando vacíos en alguna de las áreas y necesitando de medios externos a través de otras herramientas para poder esparcir la mezcla en toda el área.



*Figura N° 36 Inspección visual de las propiedades autocompactantes y autonivelantes.*



*Figura N° 37 Mortero vaciado sin autocompactarse.*



*Figura N° 38 Mortero vaciado sin autonivelarse.*

Debido a las observaciones mencionadas, se procedió a descartar la muestra y retirar el mortero del pedestal dejándolo limpio y cumpliendo con los parámetros del proceso de preparación de la superficie para poder realizar nuevas observaciones.

#### **4.1.4.4. Corrección de la Dosificación (GC):**

Debido a las observaciones en los procesos anteriores y el descarte de la mezcla de mortero, se procedió realizar una corrección en la dosificación precisamente en la cantidad de agua de amasado. Este proceso parte de los datos obtenidos, si se utilizó para una bolsa de

mortero de 30 kg la cantidad máxima de agua 3.3 lt y se obtuvo un grado de fluidez de 400 mm siendo la consistencia plástica, el objetivo será añadir la cantidad de agua necesaria para conseguir una consistencia plástica con grado de fluidez promedio de 540mm siendo este valor el máximo para la consistencia deseada.

Para ello se procedió a realizar tres ensayos ensayos, añadiendo en cada uno de ellos gradualmente 100 ml de agua partiendo de la cantidad de agua de 3.3 lt hasta obtener lo deseado y cuidando de cumplir todos los parámetros de control de todos los procesos anteriores. Los resultados se muestran a continuación.

N°	CANTIDAD TOTAL DE AGUA (1 bol)	GRADO DE FLUIDEZ
1	3.3 lt	440 mm
2	3.4 lt	490 mm
3	3.5 lt	540 mm

*Tabla 12 Valores de grado de fluidez para diferentes cantidades de agua*



*Figura N° 39 Ensayo de asentamiento para medir el grado de fluidez.*

Habiendo encontrado la dosificación que cumpla con los requisitos y características deseadas de mezcla de mortero se pasará a la preparación de la mezcla en cantidad necesaria para el vaciado en el pedestal y continuar con las observaciones en el grupo de control.

CORRECCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE MATERIALES		
Volumen de relleno necesario (1.00mx1.00mx0.05m)	50	lt
Cantidad total de bolsas	4	bol
Cantidad total de agua	14	lt

*Tabla 13 Cantidad de materiales por superficie de pedestal*

#### 4.1.4.5. Transporte y colocación (GC):

Para ambos grupos de control (GC1 y GC2), se realizaron el mezclado del mortero con la dosificación corregida y se cumplió en controlar todos los parámetros que intervienen en el proceso de mezclado detallados anteriormente obteniendo una mezcla estable, homogénea y con la consistencia requerida.

En el proceso de transporte se cuidó que los instrumentos de transporte no absorban el agua de amasado y generen la segregación de material, por ello se realizó con baldes de plástico limpios y en buen estado que aseguren la calidad y cantidad de la mezcla de mortero, además se cuidó la distancia que debió ser transportado la mezcla previniendo que el proceso de mezclado fuera cerca al pedestal a vaciar.



*Figura N° 40 Instrumentos de transporte de mezcla de mortero*

En el proceso de colocación se tuvo énfasis en proporcionar una adecuada continuidad de colocación del mortero, para ello se previó 01 cuadrilla de manejo de la mezcladora conformado por 01 persona y 01 cuadrilla de vaciado conformado por 02 personas.

La colocación de la mezcla para ambos grupos de control (GC1 y GC2) se realizaron desde el centro observando una mezcla homogénea y estable, cumpliendo su capacidad de autonivelarse y autocompactarse por sí misma en toda el área de vaciado.



*Figura N° 41 Colocación de la mezcla de mortero.*

Todo el proceso de colocación duró un total de 3.5 minutos debido al control de los parámetros recomendados en los procesos anteriores,

durante este periodo de tiempo se observó que antes de terminar el vaciado aproximadamente a 2 minutos del inicio del vaciado sobre una parte de la mezcla vaciada se formó una película de secado.



*Figura N° 42 Película superficial de vaciado*

A su vez inmediatamente luego de la finalizada la colocación se observó que en la superficie de la mezcla emergían burbujas de aire, al ser un tipo de concreto autocompactante no se procedió a usar medios externos para la eliminación de aire atrapado de la mezcla, este se dejó en reposo para seguir realizando las observaciones.



*Figura N° 43 Burbujas de aire atrapado en la superficie de la mezcla*

#### **4.1.4.6. Protección y curado (GC):**

Para cumplir con los parámetros intervinientes en el proceso de protección se planificó realizar los vaciados sin presencia de lluvia, nevadas o granizadas, de ser el caso se tenía el método para la protección durante el vaciado y a su vez se planteaba seguir las recomendaciones dadas en el proceso de preparación de la superficie antes mencionado manteniendo el área de vaciado limpio.

Para los pedestales del grupo de control (GC1 y GC2) en ambos casos para proteger los vaciados del medio externo se emplearon plásticos como habitualmente se usa para proteger los vaciados convencionales, los cuales se colocaron una vez la mezcla inicio el proceso de fraguado para no dañar el acabado de su superficie.

Para el primer grupo de control (GC1), cuyo procedimiento de vaciado inició a las 9:00 am se identificó el fraguado inicial de la mezcla después de las 3.5 horas de terminada la colocación aproximadamente y se colocó la protección debida cuidando siempre el contacto con la superficie del vaciado.

Para el segundo grupo de control (GC2) cuyo procedimiento de vaciado inició a las 3:00pm, se identificó el fraguado inicial de la mezcla después de las 7 horas de terminada la colocación aproximadamente y por ello se colocó la protección antes del fraguado inicial aproximadamente a las 4.5 horas, para asegurar su calidad cuidando siempre que la protección no haga contacto con la superficie del vaciado.



*Figura N° 44 Protección del vaciado*

Para cumplir con los parámetros intervinientes en el proceso de curado se planificó realizarlo con los métodos tradicionales, primero se vertió una capa de membrana de curado para ello se utilizó el curador Z aditivos usándolo cuando el mortero se encontraba en su estado plástico antes del fraguado inicial para evitar la evaporación del agua de amasado, a partir de la identificación del fraguado inicial del mortero el curado se realizó vertiendo agua en su superficie periódicamente para mantenerlo permanentemente húmedo por los cuatro primeros días.

Para el primer grupo de control (GC1), cuando el mortero se encontraba en su estado fresco a 0.5 horas de terminada la colocación del mortero se aplicó una capa de membrana de curado, cuando el mortero paso a su estado plástico se utilizó el curado con agua esto fue después de 3.5 horas de finalizado la colocación del mortero debido a que se identificó el inicio de fraguado observando que la pasta de mortero haya iniciado su primera rigidización todo ello con la finalidad de que el agua de curado no se mezcle con el agua de amasado, ello se verificó visualmente y mediante el tacto.

Para el segundo grupo de control (GC2), cuando el mortero se encontraba en su estado fresco a 0.5 horas de terminada la colocación del mortero se aplicó una capa de membrana de curado, el curado con agua inició después de 7 horas de finalizado la colocación del mortero, debido a que el mortero no alcanzaba el fraguado inicial al igual que el grupo de control N° 01.

#### **4.1.5. Evaluación de fisuras en el grupo de control (GC)**

Para el primer grupo de control (GC1), en su estado fresco, durante la primera observación realizada dentro de las primeras 3.5 horas después de su colocación, se observó la formación de los primeros indicios de fisuras observando sobre la superficie líneas de tipo lechoso haciendo notables por poseer un color más claro que el resto de la superficie.



*Figura N° 45 GC1 fisuras en el mortero en estado fresco.*

Entre las 3.5 y 7 horas en su estado plástico, se realizó la segunda observación, esto es cuando el mortero va a terminar su fraguado final antes que se inicie el proceso de endurecimiento, se observó que las líneas identificadas en la primera observación se pronunciaron aún más.



*Figura N° 46 GC1 fisuras en el mortero durante el fraguado.*

Para el segundo grupo de control (GC2), en su estado fresco, debido a su proceso lento de fraguado la primera observación se realizó dentro de las primeras 7 horas de vaciado en las cuales se observó también la formación de líneas de tipo lechoso.



*Figura N° 47 GC2 fisuras en el mortero en estado fresco.*

Entre las 7 y 10 horas, se realizó la segunda observación, cuando el mortero va a terminar su fraguado final antes que se inicie el proceso de endurecimiento, se observó que las fisuras identificadas en la primera observación se pronunciaron aún más.



*Figura N° 48 GC2 fisuras en el mortero durante el fraguado.*

Para ambos grupos de control (GC), en su estado fresco y durante su proceso de fraguado, también se pueden apreciar pequeños agujeros que se generaron a partir del remanente de burbujas de aire atrapado observados al final de la colocación del mortero.



*Figura N° 49 GC1 y GC2 agujeros en el mortero en estado fresco.*



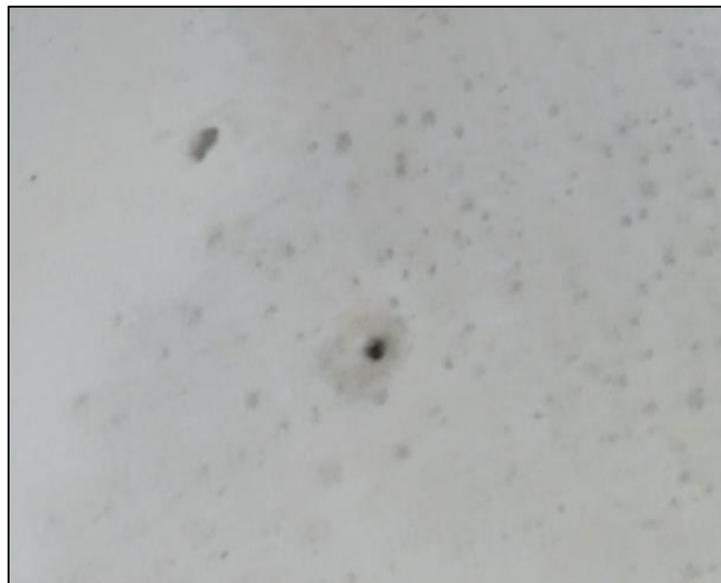
*Figura N° 50 GC1 y GC2 agujeros en el mortero en estado inicial de fraguado.*

Para el grupo de control N° 01, entre las 3.5 y 7 horas de finalizado su colocación, cuando el mortero va a terminar su fraguado final, se observó que de los pequeños agujeros identificados en la primera observación emergieron fisuras.

Para el grupo de control N° 02, entre las 7 y 10 horas de finalizado su colocación, cuando el mortero va a terminar su fraguado final se observó que los pequeños agujeros identificados en la primera observación se extendieron en tamaño.

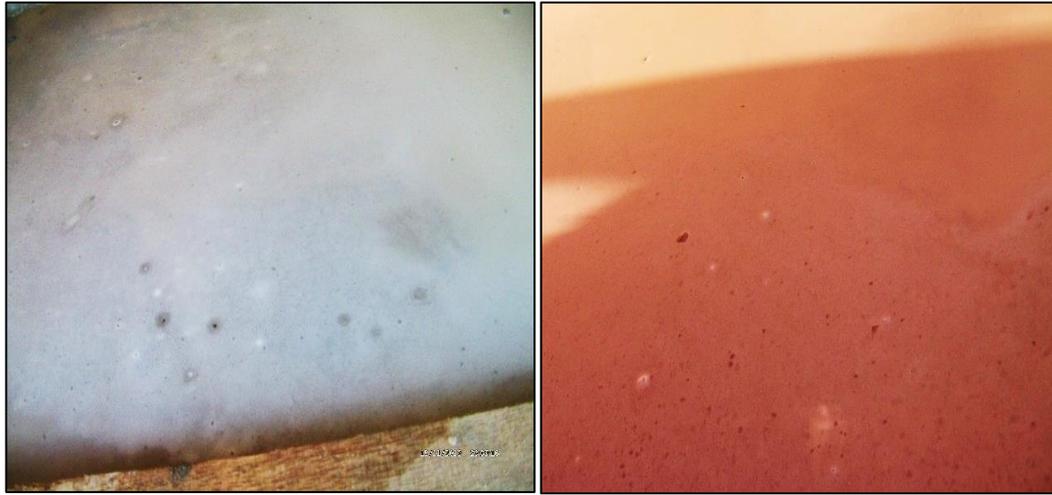


*Figura N° 51 GC1 agujeros en el mortero durante el fraguado.*



*Figura N° 52 GC2 agujeros en el mortero durante el fraguado.*

Adicionalmente para el grupo de control N° 02, entre las 7 y 10 horas de finalizado su colocación, cuando se realizó la segunda observación, se observó que la membrana de curado colocada inicialmente no se había adherido a la superficie del mortero formando la película impermeable, adicional a ello se apreció que el curador se cristalizó en pequeñas esferas y estas se introdujeron en el mortero formando agujeros adicionales a los ocasionados por el aire atrapado de la mezcla.

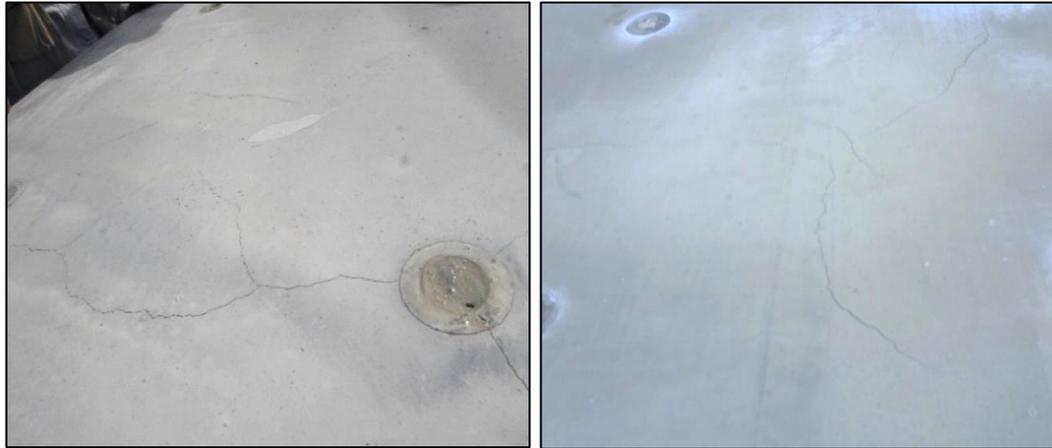


*Figura N° 53 GC2 curador cristalizado*



*Figura N° 54 GC2 curador no adherido*

Para ambos grupos de control (GC) luego de identificar el proceso de fisuración, se realizó una tercera observación luego de las primeras horas de su endurecimiento y a las 72 horas luego de finalizado el proceso de vaciado, ya en su estado endurecido en donde se observó el incremento de la fisuración en cantidad y dimensiones, para lo cual se procedió a realizar la inspección visual de las fisuras y su dimensionamiento.



*Figura N° 55 GC1 incremento de las fisuras en cantidad y dimensión.*



*Figura N° 56 GC2 incremento de las fisuras en cantidad y dimensión.*

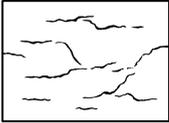
Adicionalmente en esta tercera observación en el grupo de control N° 02 (GC1) se observó el descascaramiento de la superficie del mortero.



*Figura N° 57 GC1 descascaramiento de la superficie de concreto.*

Para ambos grupos de control (GC) se procedió a realizar su inspección visual, la determinación de medidas y registro en las fichas de control con las cuales se realizaron su clasificación y medidas de control.

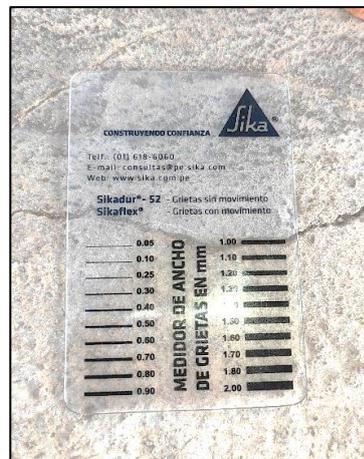
**EVALUACIÓN DE FISURAS - GRUPO DE CONTROL N° 01**

<b>CODIGO:</b> GC1	<b>OBJETIVO:</b> Evaluar y determinar el tipo de fisuras en el mortero autonivelante para identificar las posibles causas y determinar medidas de control.	
<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES EN CAMPO</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL</b>
Tipo de fisura	Por contracción plástica. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección de condiciones ambientales extremas durante las primeras horas.</li> <li>- Inmediata protección de los factores externos como velocidad de viento, exposición al sol y temperatura superficial.</li> <li>- Contenido bajo de agua de amasado, hasta donde la trabajabilidad lo permita</li> <li>- Curados tempranos.</li> <li>- Cuidar el exceso de compactación.</li> </ul>
Dimensiones de las fisuras	Espesor: 1.00 mm máximo. Longitudes: Entre un rango de 5 cm a 25 cm.	

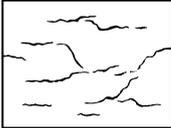
A 14 horas de terminado el proceso de vaciado.



A 72 horas de terminado el proceso de vaciado.



**EVALUACIÓN DE FISURAS - GRUPO DE CONTROL N° 02**

<b>CODIGO:</b> GC2	<b>OBJETIVO:</b> <i>Evaluar y determinar el tipo de fisuras en el mortero autonivelante para identificar las posibles causas y determinar medidas de control.</i>	
<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES EN CAMPO</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL</b>
Tipo de fisura	Por contracción plástica. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección de condiciones ambientales extremas durante las primeras horas.</li> <li>- Inmediata protección de los factores externos como velocidad de viento, exposición al sol y temperatura superficial.</li> </ul>
Dimensiones de las fisuras	Espesor: 1.30 mm máximo. Longitudes: Entre un rango de 5 cm a 30 cm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenido bajo de agua de amasado, hasta donde la trabajabilidad lo permita</li> <li>- Curados tempranos.</li> <li>- Cuidar el exceso de compactación.</li> </ul>

A 14 horas de terminado el proceso de vaciado.



A 72 horas de terminado el proceso de vaciado.



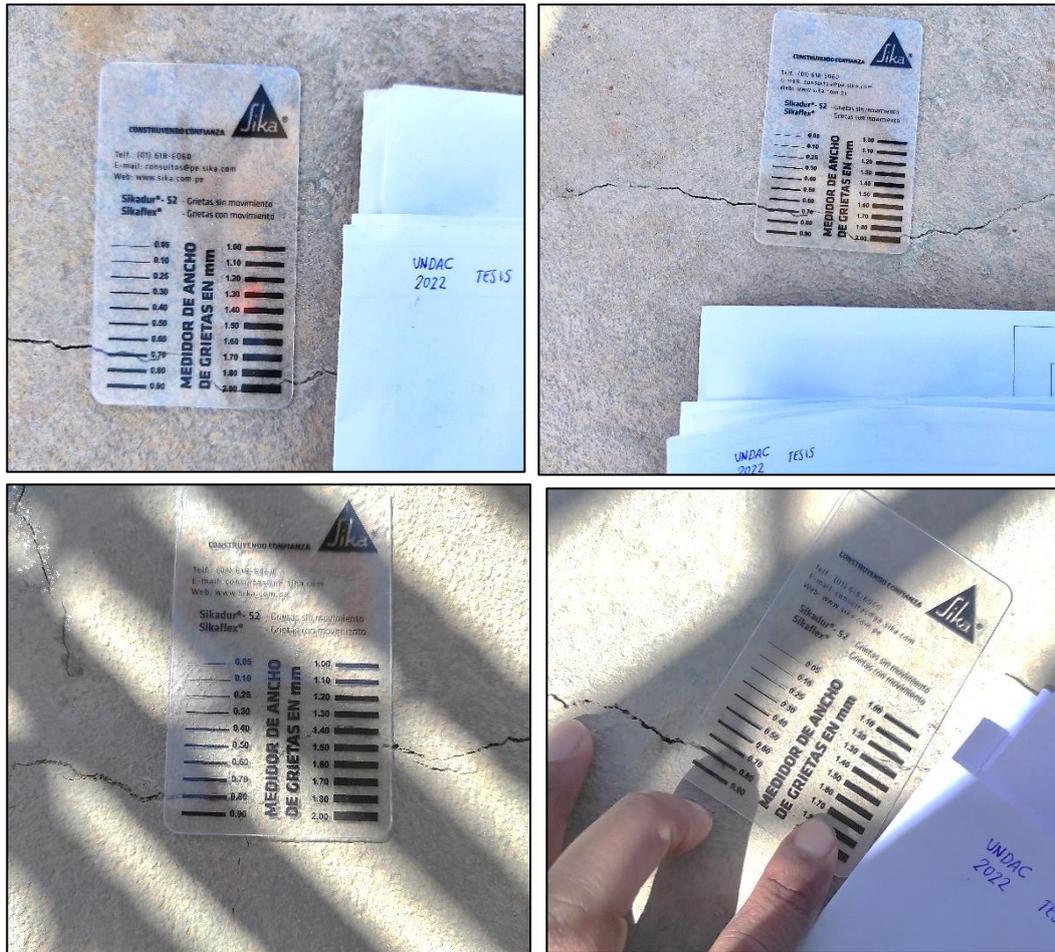


Figura N° 58 GC1 y GC1 control de dimensiones de fisuras en su estado endurecido.

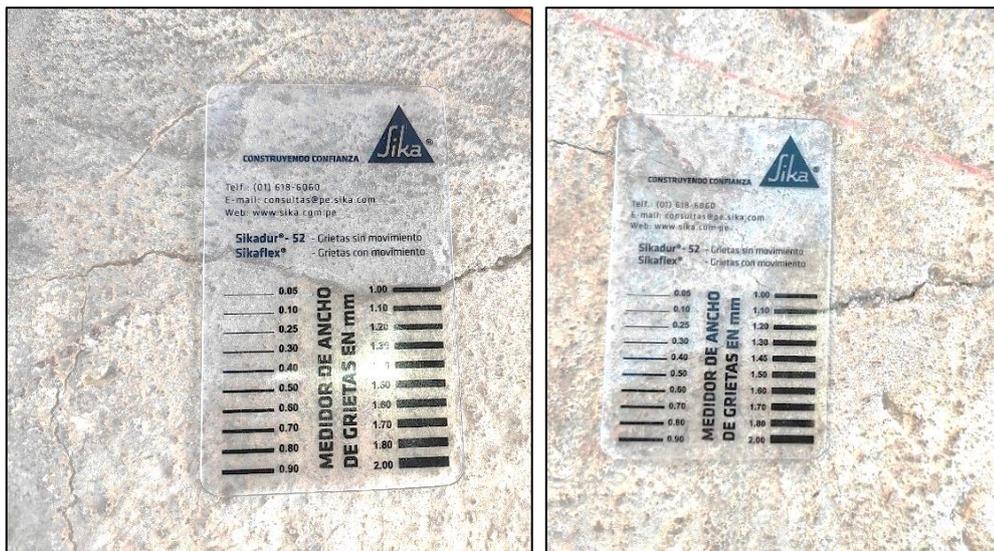


Figura N° 59 GC1 y GC2 control de dimensiones de fisuras a las 72 horas de terminado el proceso de vaciado.

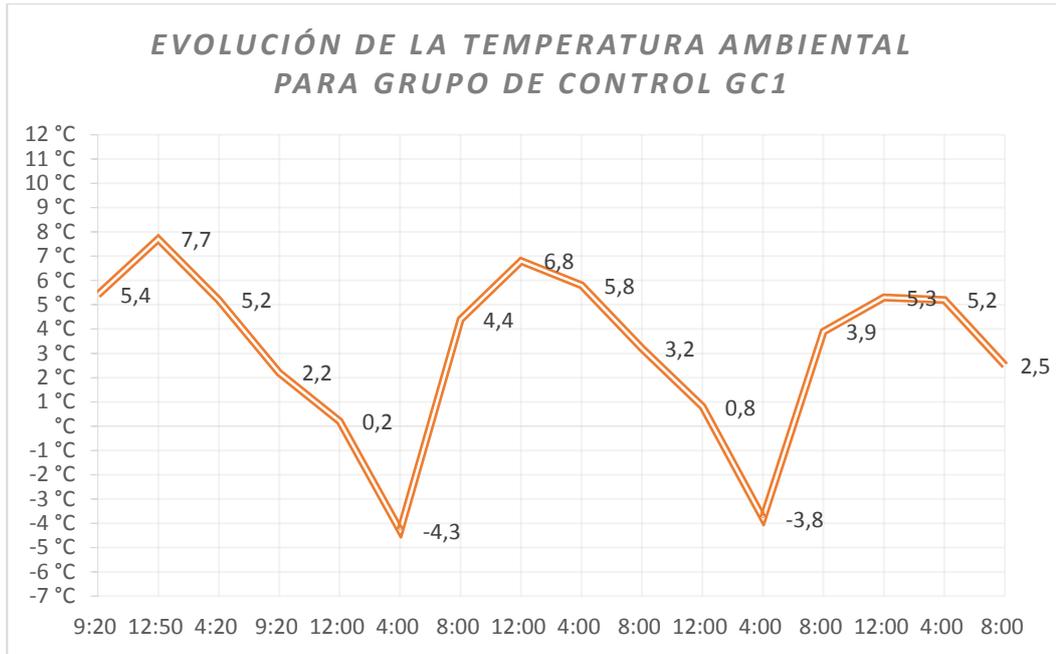
#### 4.1.6. Registro de temperatura ambiental en el grupo de control (GC)

Se presentan el registro del control de la temperatura ambiental en cada proceso desde el inicio de colocación de la mezcla hasta 3 días después de finalizada la colocación, identificando también las temperaturas ambientales en los procesos de fraguado y endurecimiento para el grupo de control (GC).

De las tablas mostradas se puede identificar que ambos grupos de control han sido sometidos a temperaturas características de climas fríos obteniendo durante los primeros tres días promedios menores a 5 °C.

REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTE GRUPO DE CONTROL N° 01			
Fecha	Etapas de evaluación / Datos recolectados	GC1	
		Hora	T (°C)
19/07/2022	Inicio de colocación (estado fresco)	09:20 a.m.	5.4
	Inicio de fraguado (estado plástico)	12:50 p.m.	7.7
	Fin de fraguado - Inicio de endurecimiento	04:20 p.m.	5.2
	Fin de endurecimiento	09:20 p.m.	2.2
20/07/2022	Control 1 de temperatura ambiente	12:00 a.m.	0.2
	Control 2 de temperatura ambiente	04:00 a.m.	-4.3
	Control 3 de temperatura ambiente	08:00 a.m.	4.4
	Control 4 de temperatura ambiente	12:00 p.m.	6.8
	Control 5 de temperatura ambiente	04:00 p.m.	5.8
	Control 6 de temperatura ambiente	08:00 p.m.	3.2
21/07/2022	Control 7 de temperatura ambiente	12:00 a.m.	0.8
	Control 8 de temperatura ambiente	04:00 a.m.	-3.8
	Control 9 de temperatura ambiente	08:00 a.m.	3.9
	Control 10 de temperatura ambiente	12:00 p.m.	5.3
	Control 11 de temperatura ambiente	04:00 p.m.	5.2
	Control 12 de temperatura ambiente	08:00 p.m.	2.5
PROMEDIO			3.2

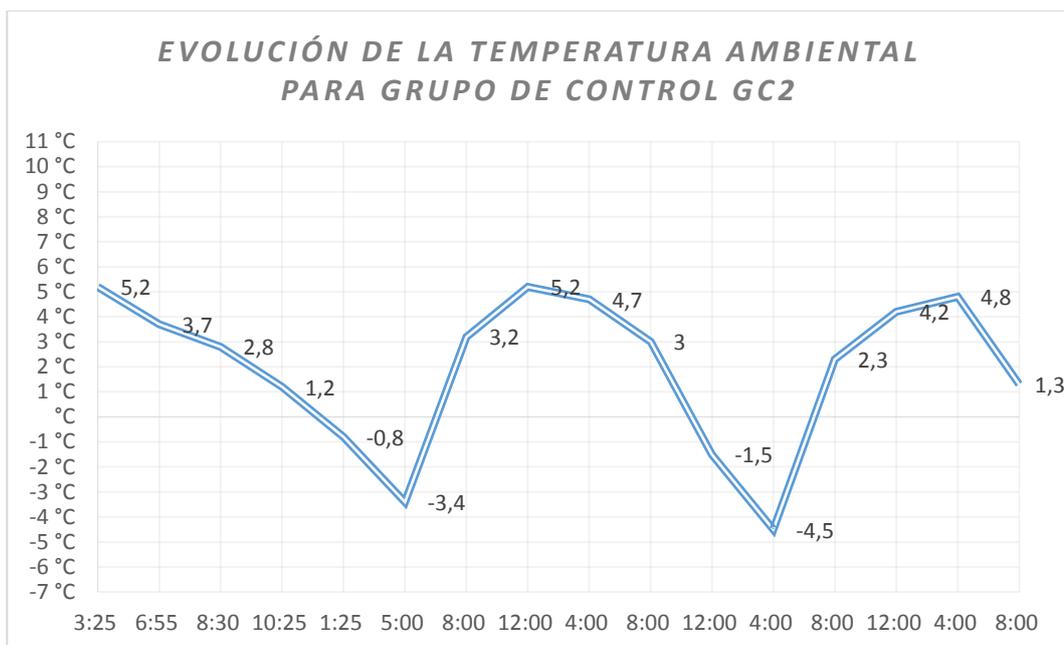
Tabla 14 Registro de temperatura ambiente GC1



*Figura N° 60 Evolución de la temperatura ambiente GC1*

REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTE GRUPO DE CONTROL N° 02			
Fecha	Etapas de evaluación / Datos recolectados	GC2	
		Hora	T (°C)
27/07/2022	Inicio de colocación (estado fresco)	03:25 p.m.	5.2
	Control 1 de temperatura ambiente	06:55 p.m.	3.7
	Control 2 de temperatura ambiente	08:30 p.m.	2.8
	Inicio de fraguado (estado plástico)	10:25 p.m.	1.2
28/07/2022	Fin de fraguado - Inicio de endurecimiento	01:25 a.m.	-0.8
	Fin de endurecimiento	05:00 a.m.	-3.4
	Control 1 de temperatura ambiente	08:00 a.m.	3.2
	Control 2 de temperatura ambiente	12:00 p.m.	5.2
	Control 3 de temperatura ambiente	04:00 p.m.	4.7
	Control 4 de temperatura ambiente	08:00 p.m.	3
29/07/2022	Control 5 de temperatura ambiente	12:00 a.m.	-1.5
	Control 6 de temperatura ambiente	04:00 a.m.	-4.5
	Control 7 de temperatura ambiente	08:00 a.m.	2.3
	Control 8 de temperatura ambiente	12:00 p.m.	4.2
	Control 9 de temperatura ambiente	04:00 p.m.	4.8
	Control 10 de temperatura ambiente	08:00 p.m.	1.3
	<b>PROMEDIO</b>		<b>2.0</b>

*Tabla 15 Registro de temperatura ambiente GC2*



*Figura N° 61 Evolución de la temperatura ambiente GC2*

#### **4.1.7. Recolección de datos y trabajo de campo para el grupo experimental**

Debido al análisis de datos del grupo de control N° 02 (GC2) se ha identificado que no es favorable iniciar con el procedimiento de vaciado de este tipo de morteros en horarios de la tarde específicamente después de las 3:00p.m. debido a la caída de temperatura no dándole oportunidad al mortero a realizar un adecuado proceso de fraguado. Por esta razón para este grupo experimental se planificó el inicio del procedimiento de vaciado a las 09:00 a.m.

##### **4.1.7.1. Dosificación (GE):**

Se cuidó en cumplir el control de los parámetros establecidos para este proceso como se hizo en el grupo de control, identificando la cantidad necesaria para asegurar la continuidad del vaciado, contando anticipadamente con las herramientas de medición para la correcta dosificación.

Se usó la misma que fue usada en el grupo de control, realizando los controles de calidad de consistencia y estabilidad de la mezcla.

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 01 - DOSIFICACIÓN			
<b>FECHA:</b> 24/08/2022	<b>OBJETIVO:</b> Determinar las proporciones adecuadas para conseguir la trabajabilidad y consistencia requerida, y el material necesario para asegurar la continuidad de vaciado.		
<b>HORA:</b> 09:00 a.m.			
<b>CODIGO:</b> GE-D			
CANTIDAD DE MATERIALES		DATOS	
Cantidad de agua por bolsa de mortero		3.5	Lt /bol
Rendimiento del mortero (01 bolsa de 30 kg)		14.08	Lt/bol
Volumen de mortero necesario (para superficie de vaciado 1.00m x 1.00m y 2" de espesor)		50	Lt
Cantidad total de mortero		4	bol
Cantidad total de agua		14	lt
Materiales y herramientas: Jarra medidora graduada, agua y mortero predosificado.			
ENSAYO DE FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO - NTP 339.219			
CÁLCULOS			
Diámetro mayor del esparcimiento.	D1	550	mm
Diámetro perpendicular a d1	D2	530	mm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	Fa	540	mm
<b>CONSISTENCIA</b>	Plástica		
Herramientas: Cono de Abrams, varilla, placa base, flexómetro.			
ÍNDICE VISUAL DE ESTABILIDAD - NTP 339.219			
CRITERIO DE EVALUACIÓN			VSI
	Muy estable, no hay evidencia de segregación ni de exudación de agua.		V = 0

#### 4.1.7.2. Preparación de la superficie (GE):

Se cuidó en cumplir el control de los parámetros establecidos para este proceso como se hizo en el grupo de control.

En este proceso se añadieron dos parámetros de control adicionales que a razón de las observaciones en el grupo de control han sido evaluados, estos son la saturación y rugosidad de la superficie.

Para obtener un buen grado de rugosidad, se procedió a escarificar la superficie del pedestal.



*Figura N° 62 GE rugosidad de la superficie.*

Para obtener una superficie saturada, mediante el método de arroceras se inundó la superficie cuidando que este permanezca inundado desde 24 horas antes del vaciado retirando la totalidad del agua una hora antes del inicio de colocación, además se colocó protección cubriéndolo con tecnopor y plásticos.



*Figura N° 63 Superficie saturada 24 horas antes*



Figura N° 64 GE saturación de la superficie.

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 02 - PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE		
<b>FECHA:</b> 24/08/2022	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para preparar la superficie de concreto endurecido que recibirá el mortero.	
<b>HORA:</b> 09:00 a.m.		
<b>CODIGO:</b> GE-PR		
PARÁMETROS	DATOS	OBSERVACIONES
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero debe tener la superficie rugosa.	Buena	- Para obtener una superficie muy rugosa, se escarificó la superficie del concreto endurecido para vaciado.
La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznable.	Cumple	- Se inspeccionó y eliminó con el uso de un martillo la presencia de elementos sueltos o mal adheridos. - Se usaron sopletes para obtener una superficie limpia.
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero debe ser saturado con agua 24 horas antes.	Buena	- Se mantuvo la superficie de concreto endurecido con permanente presencia de agua superficial. - Se colocó protección cubriéndolo con tecnopor y plásticos.
El agua libre fue retirada del lugar de colocación.	Cumple	
El encofrado se encuentra de acuerdo con los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.	Cumple	

#### 4.1.7.3. Mezclado (GE)

Se cuidó en cumplir el control de los parámetros establecidos para este proceso como se hizo en el grupo de control.

En este proceso se añadió un parámetro de control adicional que a razón de las observaciones en el grupo de control han sido evaluados por ello se usó una malla para identificar cualquier clase de grumos y obtener una mezcla homogénea.



Figura N° 65 GE vertimiento de mortero a través de zaranda.

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 03 - MEZCLADO		
<b>FECHA:</b> 24/08/2022	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para lograr una mezcla trabajable con características autonivelantes y autocompactantes.	
<b>HORA:</b> 09:00 a.m.		
<b>CODIGO:</b> GE-M		
PARÁMETROS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.	Cumple	

Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.	Grado de Fluidéz: 540 mm	- Consistencia requerida plástica. - Se logró la trabajabilidad característica respecto a autonivelación y autocompactación.
Tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales.	Tiempo de mezclado 15 minutos. Homogeneidad: Bueno Estabilidad: V=0	- Homogeneidad buena, presencia de una mínima cantidad de pequeños grumos en la mezcla. - Muy estable, no hay evidencia de segregación ni de exudación de agua.
Equipo de mezclado se descargó y limpió completamente antes de volver a cargarla.	Cumple	- Se debe dejar el equipo de mezclado limpio, al ser un mortero de altas resistencias iniciales cuando este haya endurecido malogrará las hélices del equipo de mezclado.
La mezcla se pasó del equipo mezclador a los instrumentos de transporte por una malla de 1/8".	Cumple	- Homogeneidad muy buena, sin presencia de grumos en la mezcla.
Registro de la temperatura del agua para el mezclado.	12.9 °C	
Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.	15.9 °C	
Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.	3.2 °C	

#### 4.1.7.4. Transporte y colocación (GE)

Se cuidó en cumplir el control de los parámetros establecidos para los procesos de transporte y colocación como se hizo en el grupo de control.

Para el proceso de colocación de la mezcla se añadió un parámetro de control adicional que a razón de las observaciones en el grupo de control ha sido considerado muy influyente en la aparición de fisuras tratándose del compactado de la mezcla para disminuir el aire atrapado.

Con un elemento de base preferiblemente plana mediante una acción similar a la compactación, pero de manera superficial se aplicó golpes ligeros, este procedimiento se realizó desde el inicio de la colocación hasta su término extendiéndose por un minuto adicional debido a la protección inmediata que debía recibir el mortero recién colocado.



Figura N° 66 GE compactación de la superficie.

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 04 – TRANSPORTE Y COLOCACIÓN		
<b>FECHA:</b> 24/08/2022	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado de transporte y colocación para asegurar la calidad de la mezcla.	
<b>HORA:</b> 09:00 a.m.		
<b>CODIGO:</b> GE-TC		
PARÁMETROS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material	Cumple	Para garantizar este parámetro, se colocó el equipo de mezclado cerca del pedestal a vaciar.

El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.	Cumple	Se usó la cantidad de personal adecuado (03 personas) para garantizar el flujo continuo de vaciado, uno para el manejo de la mezcladora y dos para el transporte y colocación.
El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.	Cumple	El tiempo total de colocación fue de 3.5 minutos en total.
Se realizó la compactación superficial de la mezcla.	Cumple	Con un elemento de base plana se dio golpes ligeros superficiales.
Inspección visual de la superficie del mortero vaciado.	Cumple	Se redujo la presencia de burbujas de aire de un 80% a un 5%.

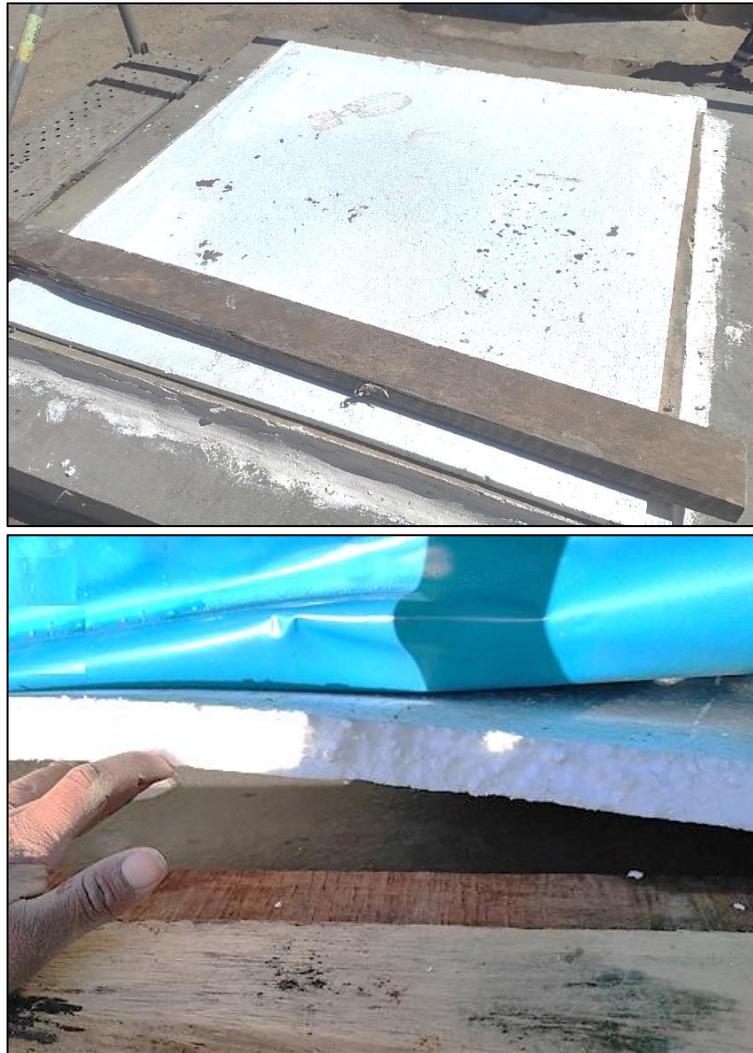
#### 4.1.7.5. Protección y curado (GE)

Se cuidó en cumplir el control de los parámetros establecidos para este proceso como se hizo en el grupo de control, pero a su vez se realizó dos cambios importantes respecto al método de protección y curado.

Respecto a los parámetros del proceso de protección de la mezcla colocada, como se observó en el grupo de control, este tipo de mezclas son muy sensibles a viento y sol quedando demostrado que a solo dos minutos de vertida la mezcla apareció una película de secado en la superficie del mortero, por ello se decidió proteger la mezcla inmediatamente después de su colocación, esto es al terminó de la compactación superficial.

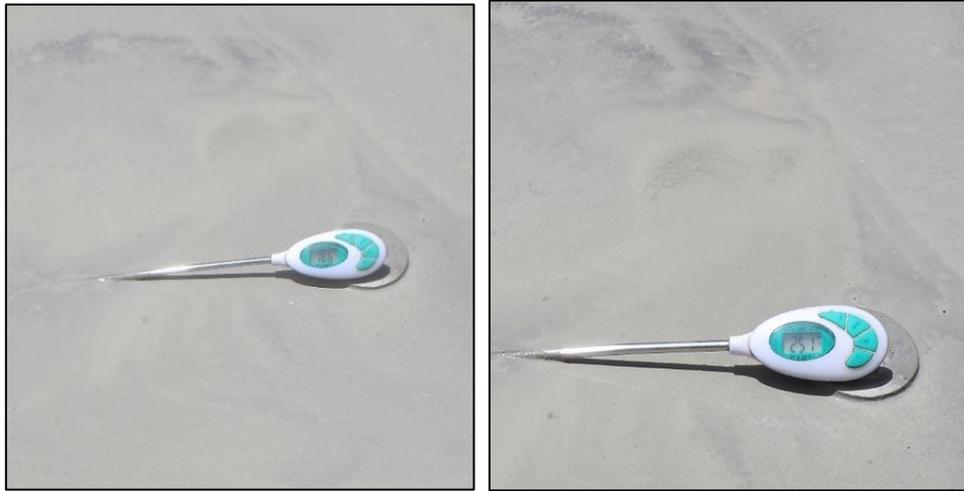
También se consideró que el tipo de protección utilizado para concretos convencionales (plásticos) no son suficientes para mantener el calor de hidratación en la mezcla por esta razón en el grupo de control aparecieron los primeros indicios de fisuras en el mortero en su estado plástico y específicamente en el grupo de control N° 02 fue muy desfavorable la

demora en alcanzar el fraguado inicial. Por estas razones se usaron sobre los vaciados una plancha de poliestireno expandido de alta densidad (tecnopor) de 2" de espesor y sobre ello se consideró seguir utilizando plásticos para cuidarlos de cualquier filtración de agua. Se cuidó a su vez que la protección no hiciera contacto con la superficie vaciada a fin de mantener un acabado óptimo.



*Figura N° 67 GE protección del vaciado.*

En el grupo experimental (GE) adicionalmente se tomaron datos de temperatura del mortero ya colocado en su estado fresco dentro del sistema de protección, se midió la temperatura del mortero a las 1 y 2 horas de finalizada su colocación, identificando el incremento de su temperatura en comparación al inicio de su colocación.



*Figura N° 68 GE registro de temperatura de mortero colocado*

Respecto a los parámetros del proceso de curado se planificó el uso de curado sumergido sin ver la necesidad de realizar un curado inicial con membranas de curado ya que la superficie de vaciado en el proceso de protección se aplicó inmediatamente luego de la colocación, para verter el agua del curado sumergido se evaluó el alcance del fraguado inicial de la mezcla evaluándolo táctilmente.

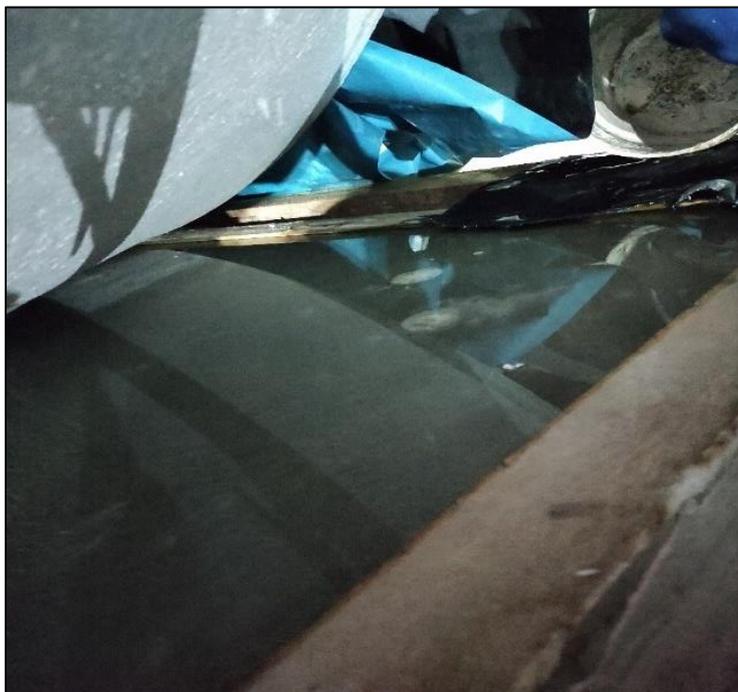


*Figura N° 69 Identificación del fraguado inicial del mortero.*

El fraguado inicial para el grupo experimental (GE) se alcanzó a las 1.5 horas de finalizado la colocación, en ese momento se vertió el agua de curado manteniendo una altura de 1cm.



*Figura N° 70 colocación de agua no directa*



*Figura N° 71 Aplicación del curado sumergido.*

<b>PARÁMETROS DE CONTROL EN EL            PROCESO N° 05 - PROTECCIÓN Y CURADO</b>		
<b>FECHA:</b> 24/08/2022	<b>OBJETIVO:</b> Determinar los métodos de protección y curado que garanticen una adecuada evolución del desarrollo de endurecimiento del mortero colocado.	
<b>HORA:</b> 09:00 a.m.		
<b>CODIGO:</b> GE-PC		
DATOS	CUMPLE	OBSERVACIONES
El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.	Cumple	El mortero no se vació durante lluvias, nevadas o granizadas.
Se colocó la protección inmediatamente luego de finalizado su compactación	Cumple	Se colocó una plancha de tecnopor de 2" de espesor luego de terminada la compactación.
Se aseguró que la protección no entre en contacto con la superficie de mortero vaciado.	Cumple	Se recomienda realizar el acabado de la altura del encofrado sobre 5cm a 10cm del nivel final de vaciado.
El tiempo de protección no será menor de 4 días.	Cumple	Para mayor seguridad se extendió el tiempo de protección durante 7 días.
Se utilizó el método de curado sumergido vertiéndolo a la identificación del inicio de fraguado.	Cumple	La identificación del inicio de fraguado fue a las 1.5 horas de finalizada la colocación.
El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.	Cumple	El registro de temperatura del mortero colocado fue de 18.6 °C y 25.1 °C a 1 y 2 horas respectivamente.

#### 4.1.8. Evaluación de fisuras en el grupo experimental (GE)

En el momento de realizar la inspección del fraguado inicial se observó un pliegue que se podría considerar una fisura casi invisible de dimensiones en longitud y espesor casi nulos.



*Figura N° 72 GE pliegue identificado en el fraguado inicial.*

La segunda observación se realizó en su estado endurecido a las 72 horas de terminado el proceso de colocación no encontrándose fisuras en el elemento.

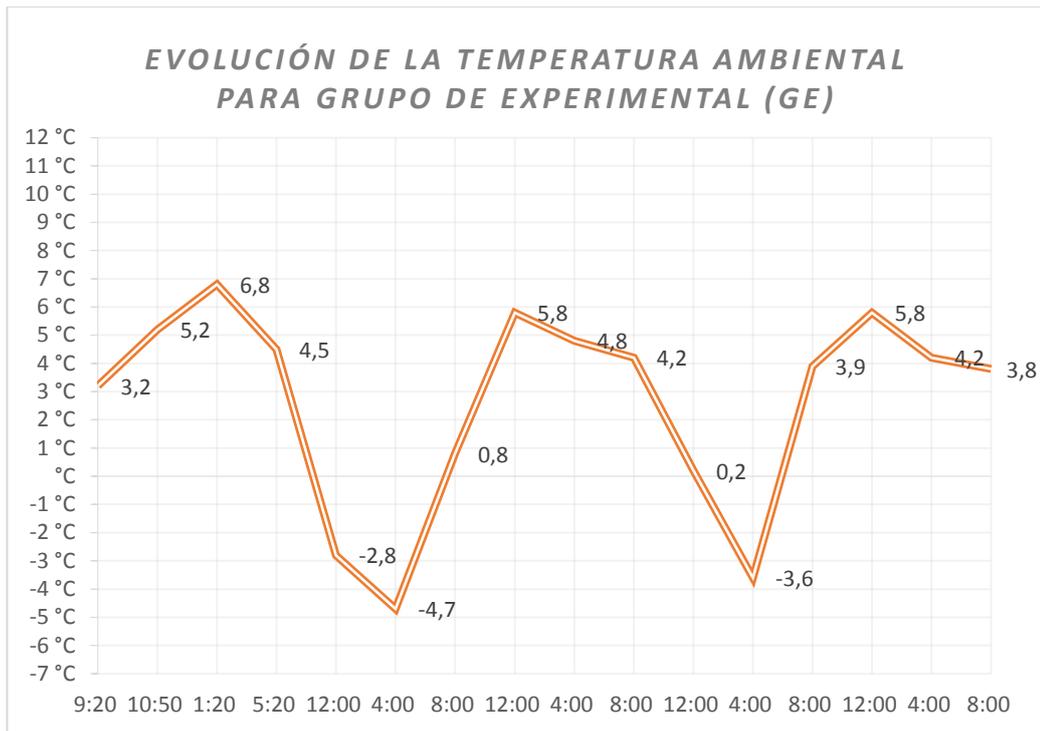


*Figura N° 73 GE superficie acabada sin presencia de fisuras.*

#### **4.1.9. Registro de temperatura ambiental en el grupo experimental (GE)**

Se presenta el registro del control de la temperatura ambiental para el grupo experimental (GE) en cada proceso desde el inicio de colocación de la mezcla hasta 3 días después de finalizada la colocación, identificando también las temperaturas ambientales en los procesos de fraguado y endurecimiento.

De la tabla mostrada se puede identificar que el grupo experimental ha sido sometido a temperaturas características de climas fríos obteniendo durante los primeros tres días promedios menores a 5 °C.



*Figura N° 74 Evolución de la temperatura ambiente GE*

REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTE GRUPO EXPERIMENTAL			
Fecha	Etapas de evaluación / Datos recolectados	GE	
		Hora	T (°C)
24/08/2022	Inicio de colocación (estado fresco)	09:20 a.m.	3.2
	Inicio de fraguado (estado plástico)	10:50 a.m.	5.2
	Fin de fraguado - Inicio de endurecimiento	01:20 p.m.	6.8
	Fin de endurecimiento	05:20 p.m.	4.5
25/08/2022	Control 1 de temperatura ambiente	12:00 a.m.	-2.8
	Control 2 de temperatura ambiente	04:00 a.m.	-4.7
	Control 3 de temperatura ambiente	08:00 a.m.	0.8
	Control 1 de temperatura ambiente	12:00 p.m.	5.8
	Control 2 de temperatura ambiente	04:00 p.m.	4.8
	Control 3 de temperatura ambiente	08:00 p.m.	4.2
26/08/2022	Control 1 de temperatura ambiente	12:00 a.m.	0.2
	Control 2 de temperatura ambiente	04:00 a.m.	-3.6
	Control 3 de temperatura ambiente	08:00 a.m.	3.9
	Control 1 de temperatura ambiente	12:00 p.m.	5.8
	Control 2 de temperatura ambiente	04:00 p.m.	4.2
	Control 3 de temperatura ambiente	08:00 p.m.	3.8
<b>PROMEDIO</b>			<b>2.6</b>

*Tabla 16 Registro de temperatura ambiente GE*

## **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

### **4.2.1. Proceso de Dosificación**

De la dosificación para el grupo de control (GC) se observa que con la cantidad recomendada en la ficha técnica del producto SikaGrout 212 de 3.3 lt. de agua por bolsa de mortero se obtuvo un grado de fluidez de 400mm de consistencia plástica, resultando poco trabajable al momento de la colocación en la superficie del pedestal sin proporcionar las características autonivelante y autocompactante propias del producto descartando la muestra y datos iniciales; por lo que se corrigió la dosificación utilizándose 3.5 lt. de agua por cada bolsa de mortero obteniendo un grado de fluidez de 540mm de consistencia plástica, usando la dosificación corregida para las pruebas en el grupo de control (GC) y experimental (GE).

### **4.2.2. Proceso de preparación de la superficie**

En ambos grupos de ensayo (GC y GE) se cumplieron con todas las recomendaciones indicadas en el reglamento nacional de edificaciones y ficha técnica del producto.

Adicionalmente luego de las observaciones en el grupo de control (GC), para el grupo experimental (GE) se tomó la previsión de obtener un grado de rugosidad bueno que ayudará a la adherencia del mortero al concreto y un grado de saturación bueno que ayudó a no absorber en lo posible el agua de amasado de la mezcla colocada.

### **4.2.3. Proceso de mezclado**

En ambos grupos de ensayo (GC y GE) se cumplieron con todas las recomendaciones indicadas en el reglamento nacional de edificaciones y ficha técnica del producto.

En el grupo de control durante el proceso de dosificación se encontró que el tiempo recomendado de mezclado es insuficiente para este producto, en la

práctica para obtener una mezcla homogénea para este tipo de mortero se usó un total de 15 minutos lo cual se usó para ambos grupos de ensayo (GC y GE). En ambos grupos de ensayo (GC y GE) con la cantidad corregida de materiales obtenidos en el proceso de dosificación se obtuvo un grado de fluidez de 540mm de consistencia plástica trabajable proporcionando las características autonivelante y autocompactante propias del producto, muy estable sin evidencia de segregación ni de exudación de agua y de homogeneidad buena con presencia de una mínima cantidad de pequeños grumos en la mezcla optándose por verter la mezcla a través de una malla y obtener una homogeneidad muy buena sin presencia de grumos.

En ambos grupos de ensayo (GC1, GC2 y GE) el registro de temperaturas de la mezcla de mortero se encontró dentro de los rangos establecidos en reglamento nacional de edificaciones obteniendo los valores de 15.6 °C, 15.7 °C y 15.9 °C respectivamente.

En ambos grupos de ensayo (GC1, GC2 y GE) los registros de temperaturas del agua para mezclado fueron de 12.7 °C, 13.1 °C y 12.9 °C respectivamente.

#### **4.2.4. Transporte y colocación**

En ambos grupos de ensayo (GC y GE) para el proceso de transporte se cumplieron con todas las recomendaciones indicadas en el reglamento nacional de edificaciones y ficha técnica del producto.

En ambos grupos de ensayo (GC y GE) el tiempo de colocación asegurando la continuidad del vaciado fue de 3.5 minutos.

En ambos grupos de ensayo (GC y GE) en la inspección visual de la mezcla se observó burbujas de aire atrapado acumulados principalmente en la zona central de la superficie vaciada ocupando un 80% del área total.

Adicionalmente en el grupo experimental (GE) con una acción similar al procedimiento de compactación se aplicó golpes leves en la superficie de la mezcla colocada para disminuir las burbujas de aire atrapado puesto que en el

grupo de control (GC) se observó que de éstas burbujas de aire atrapado emergían las primeras fisuras en estado plástico durante el proceso de fraguado acentuándose en su estado endurecido. El procedimiento de compactación se realizó desde el momento inicial de la colocación hasta un minuto después de finalizado sumando un total de 4.5 minutos disminuyendo las burbujas de aire atrapado a un 5% del área total.

En los grupos de control N° 01 y 02 (GC1 y GC2) los registros de la temperatura ambiental al momento de la colocación fueron de 5.4 °C y 5.2 °C respectivamente. En el grupo experimental (GE) el registro de la temperatura ambiental al momento de la colocación fue de 3.2 °C.

#### **4.2.5. Protección y curado**

Para los grupos de control (GC1 y GC2) el proceso de protección considerado fue el convencional, realizando el uso de plásticos colocados al inicio del fraguado de la mezcla de modo de no dañar el acabado de la superficie vaciada, para el grupo de control N° 01 el inicio de fraguado fue a las 3.5 horas de terminado el vaciado, para el grupo de control N° 02 el fraguado inicial no se desarrolló al igual que el grupo de control N° 01 para salvaguardar la superficie vaciada de las bajas temperaturas ambientales exteriores la protección se colocó a las 4.5 horas de terminado el vaciado cuidando no dañar la superficie de vaciado. Esta protección se mantuvo por los siguientes cuatro días de finalizado el proceso de vaciado.

Considerando las observaciones en el grupo de control (GC), para el grupo experimental (GE) el proceso de protección se realizó con planchas de polietileno de alta densidad de 2" de espesor controlando la temperatura de la mezcla colocada al interior para obtener un buen proceso de hidratación registrando resultados de temperaturas de mortero colocado de 18.6 °C y 25.1 °C a 1 y 2 horas de finalizado la colocación en su estado fresco, este sistema de protección se aseguró que la temperatura del mortero se desarrolle crecientemente sin la

intervención de las bajas temperaturas ambientales externas, adicionalmente se colocó plásticos para protegerlos de eventos externos como filtración de agua de lluvia, entre otros. Respecto al tiempo de colocación esta protección se colocó inmediatamente terminado el proceso de compactación sin extenderse a más de un minuto de terminada la colocación luego de la compactación. Esta protección se mantuvo por los siguientes cuatro días de finalizado el proceso de vaciado.

Para el grupo de control N° 01 (GC1) el proceso de curado se inició aplicando una membrana de curado a las 0.5 horas de finalizado la colocación en estado fresco. El fraguado inicial se identificó a las 3.5 horas de terminada la colocación por lo que se procedió a realizar el curado vertiendo agua periódicamente manteniendo la superficie constantemente húmeda por los tres primeros días.

Para el grupo de control N° 02 (GC2) el proceso de curado se inició aplicando una membrana de curado a las 0.5 horas de finalizado la colocación en estado fresco. El fraguado inicial se identificó a las 7 horas de terminada la colocación por lo que se procedió a realizar el curado vertiendo agua periódicamente manteniendo la superficie constantemente húmeda por los tres primeros días.

Para el grupo experimental (GE) el proceso de curado inició a las 1.5 horas de finalizado la colocación habiéndose identificado en este rango de tiempo el fraguado inicial, el curado se realizó a través de un curado sumergido durante tres días, esto es manteniendo inundado en un aproximado de 01 cm a más de altura de agua sobre la superficie vaciada.

La temperatura del agua de curado se mantuvo en todos los procesos dentro de un rango de 10 a 12 °C.

#### **4.2.6. Evaluación de fisuras:**

En el grupo de control N° 01 y N° 02 (GC1 y GC2) en la mezcla de mortero en su estado fresco (dentro de las 3.5 horas de terminada la colocación) se dieron los primeros indicios de aparición de fisuras observándolas como líneas de tipo lechoso con aspectos de color más claro que el resto de la superficie

adicionalmente se observó la continuidad de burbujas de aire atrapado en un 15% de la superficie total.

En el grupo de control N° 01 y N° 02 (GC1 y GC2) en la mezcla de mortero durante su proceso de fraguado se observó que los indicios de fisuras acontecidas en el estado fresco se materializaron siendo más notables y fácilmente identificables en la superficie, además de ello se identificó que las burbujas de aire atrapado en algunos casos se solidificaron formando una especie de capsula sobre la superficie y en otros casos formaron agujeros de los cuales en algunos casos emergían pequeñas fisuras.

En el grupo de control N° 01 y N° 02 (GC1 y GC2) en su estado endurecido a las 24 horas se identificaron fisuras en un número promedio de cinco (05) unidades con extensiones de cinco (05) cm a diez (10) cm en promedio, dentro de las 48 y 72 horas de finalizada su colocación las fisuras se incrementaron identificando visualmente el incremento no solo en cantidad y extensión sino también en espesor.

En el grupo de control N° 01 y N° 02 (GC1 y GC2) en el estado endurecido se evaluaron las fisuras a 24 horas de finalizada su colocación, tomando medidas de las más desfavorables obteniendo resultados de 5 cm a 10 cm de largo en promedio y de espesores de 0.70mm a 0.80mm.

En el grupo de control N° 01 y N° 02 (GC1 y GC2) en el estado endurecido se evaluaron las fisuras dentro de las 48 y 72 horas de finalizada su colocación, tomando medidas de las más desfavorables obteniendo resultados de 30cm de largo en promedio y de espesores de 1.00mm a 1.30mm.

En el grupo de control N° 02 durante su proceso de fraguado se identificó que la membrana de curado no se adhirió a la superficie vaciada siendo función el de formar una película impermeable, se identificó mediante el tacto que esta membrana se encontraba en la superficie de vaciado como una pasta blanca y en

algunas partes de la superficie esta pasta solidificada se sumergía en la mezcla de concreto.

En el grupo de control N° 02 en el estado endurecido se identificó descascaramiento de la superficie en su mayoría en los extremos de la superficie.

En el grupo experimental (GE) en su estado fresco (dentro de las 1.5 horas de terminada la colocación) no se notaron indicios de aparición de fisuras, respecto a las burbujas de aire estos desaparecieron en su totalidad.

En el grupo experimental (GE) durante su proceso de inicial de fraguado se observó un pliegue que se podría considerar una fisura casi invisible de dimensiones en longitud y espesor casi nulos, se debe mencionar que es en este preciso instante en donde se incorpora el curado sumergido.

En el grupo experimental (GE) desde la identificación de su fin de endurecimiento en 8 horas de terminada la colocación hasta las primeras 72 horas que se realizaron las observaciones detalladas y en adelante no se identificaron fisuras.

#### **4.2.7. Control de temperatura ambiente:**

En ambos grupos de ensayo (GC y GE) se controlaron los datos de temperatura ambiental en cada proceso relevante desde el inicio de colocación hasta 72 horas después, para el grupo de control N° 01 desde las 09:20 am del día 19 de julio del 2022 hasta las 08:00 pm del día 21 de julio del 2022, para el grupo de control N° 02 desde las 03:25 pm del día 27 de julio del 2022 hasta las 08:00 pm del día 29 de julio del 2022; durante este periodo de toma de datos se obtuvo para el grupo de control N° 01 (GC1) un promedio de 3.2 °C, para el grupo de control N° 02 (GC2) un promedio de 2.0 °C y para el grupo experimental (GE) un promedio de 2.6 °C, estando todos ellos sometidos a vaciados de climas fríos. Para los grupos de control N° 01 y N° 02 (GC1 y GC2) las temperaturas ambientes al inicio de vaciado fueron de 5.4 °C y 5.2 °C respectivamente. Para el grupo experimental (GE) la temperatura ambiente fue de 3.2 °C.

Para los grupos de control N° 01 y N° 02 (GC1 y GC2) las temperaturas ambientes al inicio de fraguado fueron de 7.7 °C y 3.7 °C respectivamente, identificando en el grupo de control N° 02 la disminución de temperatura ambiente respecto al inicio de colocación lo cual dificultó el alcance de su proceso de fraguado inicial a diferencia del grupo de control N° 01. Para el grupo experimental (GE) la temperatura ambiente fue de 5.2 °C identificando un incremento respecto a su temperatura al momento de su colocado.

Para los grupos de control N° 01 y N° 02 (GC1 y GC2) las temperaturas ambientes al inicio de endurecimiento fueron de 5.2 °C y 2.8 °C respectivamente, identificando nuevamente la disminución de temperatura ambiente en el grupo de control N° 02. Para el grupo experimental (GE) la temperatura ambiente fue de 6.8 °C.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

##### **4.3.1. Prueba de hipótesis general:**

Queda probado que la determinación de los parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos nos ayuda a controlar la fisuración, a través de la identificación de parámetros influyentes en la aparición de fisuras en el grupo de control (GC) y el posterior control de estos en el grupo experimental (GE) evaluados en las hipótesis específicas.

##### **4.3.2. Prueba de hipótesis específicas:**

Hipótesis específica N° 01 *“Los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes están relacionados con la consistencia y trabajabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras”.*

La importancia de definir el uso de una consistencia plástica en vaciados de climas fríos se debe a su influencia negativa debido a la temperatura ambiental baja requiriendo que la evolución del fraguado sea rápida a fin disminuir la probabilidad de la aparición de fisuras en la superficie vaciada.

El tipo de mortero vaciado tiene que poseer propiedades autonivelantes y autocompactantes por ello es importante tener el control del grado de fluidez para no generar juntas frías y por ende el fisuramiento.

Hipótesis específica N° 02 *“Los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciado de morteros autonivelantes están relacionados con la absorción del agua de amasado y la adherencia del mortero al concreto endurecido influyendo en la aparición de fisuras”.*

Como producto final es importante controlar la adherencia de elementos de concreto principalmente si estos se vacían en etapas diferentes, por ende, obtener un grado de rugosidad buena hará que la unión pedestal y mortero se comporte como un elemento monolítico y evitar la mal adherencia en las superficies de contacto y que estos emerjan como fisuras en la superficie.

Al ser el mortero ensayado un concreto especial de altas resistencias iniciales el proceso de hidratación requiere una adecuada cantidad de agua, saturando la superficie de vaciado se asegura la no absorción del agua de amasado vertido y se evita la fisuración por contracción plástica.

Hipótesis específica N° 03 *“Los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes están relacionados con la homogeneidad y estabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras”.*

Por ser el mortero ensayado un tipo de concreto especial autonivelante vaciado específicamente en capas menores de hasta 5cm, es importante obtener una mezcla homogénea buena sin ninguna clase de grumos ya que a partir de ellos considerando el espesor se generan fisuras en el elemento.

Hipótesis específica N° 04 *“Los parámetros dentro del proceso de colocación para morteros autonivelantes vaciados en climas fríos están relacionados con la continuidad del vaciado y la compactación de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras”.*

La continuidad de la mezcla para este tipo de morteros es esencial, demostrando en el proceso de colocación que a los pocos minutos de vaciado se empieza a formar películas de secado que al hacer contacto con mortero nuevo forman un tipo de juntas frías de donde emergen fisuras.

Este tipo de mortero es un tipo autocompactante, lo que quiere decir que no necesita medios externos de compactación, pero durante el proceso de colocación se identificó un gran número de burbujas de aire que emergen a la superficie, del grupo de control (GC) se identificó que las burbujas de aire al pasar del estado fresco al proceso fraguado y al estado endurecido respectivamente se generan orificios en la superficie y de ellos fisuras. En el grupo experimental (GE) se dio solución a esta patología obteniendo una superficie libre de agujeros y fisuras.

Hipótesis específica N° 05 *“Los parámetros dentro del proceso de protección y curado están relacionados con los métodos de protección y curado en morteros autonivelantes vaciados en climas fríos influyendo en la aparición de fisuras”*

Del grupo de control (GC) se identificó que este tipo de morteros son muy susceptibles al ambiente exterior (sol y viento) generando películas de secado a pocos minutos de la colocación de la mezcla y a la temperatura ambiental influyendo en el fraguado comprobándose esto en la toma de datos de hora versus temperatura ambiental en los grupos de control ((GC1 y GC2), por ello en el grupo experimental (GE) y la inmediata colocación de la protección evitó la intervención del medio exterior y la generación de los primeros indicios de fisuras en el estado fresco y el tipo de protección generó un microclima propio de las reacciones químicas del mortero protegiéndolo de la influencia negativa de la temperatura ambiental esto conllevó a una evolución adecuada del fraguado y endurecimiento de la mezcla.

Respecto al curado del grupo de control (GC) se identificó que luego de aplicado la membrana de curado, que para el grupo de control N° 02 fue insuficiente debido a la influencia de la temperatura ambiente, el agua de curado que se vertía

periódicamente no revertió el problema de fisuras identificadas inicialmente desde el estado fresco hasta el inicio de fraguado obteniendo una evolución negativa, por otro lado del grupo experimental (GE) al identificarse el primer indicio de fisuración al inicio de fraguado y al mantener inundado la superficie de vaciado se identificó que su evolución fue favorable no identificando ninguna fisura durante todo su proceso hasta su estado endurecido.

Hipótesis específica N° 06 *“La evolución de las fisuras a partir de sus primeros días de identificación es negativa acrecentándose en su magnitud y cantidad”.*

El tiempo determinado de evaluación de las fisuras fue desde terminada la colocación cuando el mortero se encontraba en estado fresco hasta 72 horas luego de su colocación ya en su estado endurecido, evaluándolo de manera visual desde su estado fresco hasta su estado final de fragua y realizando toma de mediciones cuando este se encontraba ya en estado endurecido, se identificó la evolución de las fisuras desde 0.70 mm hasta 1.30 mm, demostrando que la evolución de las fisuras a través del tiempo es negativa.

Hipótesis específica N° 07 *“La temperatura ambiental característico de los climas fríos influye de manera negativa ocasionando la aparición de fisuras en morteros autonivelantes”.*

Entre la comparación del grupo de control N° 01 y N° 02 se observó que la temperatura ambiental influye en la aparición de fisuras desde su estado fresco incrementándose en cantidad y dimensiones desde las primeras observaciones hasta su estado endurecido, además de ello se pudo comprobar mediante el grupo de control N° 02 que es más perjudicial si su desarrollo es decreciente a través del tiempo no solo la fisurando el elemento sino también produciendo el descascaramiento de la superficie.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Teniendo en consideración que no existe un procedimiento de vaciado definido para este tipo de morteros con características especiales y añadiendo a

ello las condiciones climáticas extremas a los cuales fueron sometidos se demostró que las recomendaciones y requisitos del reglamento nacional de edificaciones para vaciado de concreto en climas fríos y la falta de información en la ficha técnica no satisfacen las necesidades conllevando a su fisuración (grupo de control).

La evaluación de los parámetros que influyeron en la fisuración del grupo de control (GC), nos dio lugar a evaluarlos, modificarlos y controlarlos sometiéndolos a prueba en el grupo experimental (GE) obteniendo resultados satisfactorios durante el procedimiento y permitiendo controlar la fisuración en el producto final.

## CONCLUSIONES

- En esta tesis se identificó y evaluó los parámetros que intervienen en el proceso de dosificación para el vaciado de morteros autonivelantes encontrándose que los parámetros consistencia y trabajabilidad influyen en la aparición de fisuras, siendo necesario para climas fríos obtener una consistencia plástica a fin de que sea positivo durante su fraguado y obtener una adecuada trabajabilidad, para cumplir ambos parámetros a través de la experimentación se obtuvo una cantidad de 3.5 lt de agua por bolsa de mortero.

- En esta tesis se identificó y evaluó los parámetros que intervienen en el proceso de preparación de la superficie de vaciado para morteros autonivelantes encontrándose que los parámetros absorción del agua de amasado y adherencia del mortero al concreto endurecido influyen en la aparición de fisuras.

Se controló la absorción del agua de amasado de mezcla del mortero saturando la superficie de vaciado durante 24 horas realizando la inspección visual de modo de obtener una superficie correctamente saturada.

Se controló la adherencia del mortero obteniendo mediante medios mecánicos la escarificación de la superficie de vaciado hasta obtener un grado de rugosidad bueno.

- En esta tesis se identificó y evaluó los parámetros que intervienen en el proceso de mezclado para el vaciado de mortero autonivelantes encontrándose que los parámetros homogeneidad y estabilidad de la mezcla influyen en la aparición de fisuras.

Se controló la obtención de una mezcla homogénea buena esto quiere decir sin grumos pasando la mezcla del trompo a los baldes de transporte por una malla de 1/8".

Se controló la estabilidad de la mezcla realizando una inspección visual asegurándonos que la mezcla no tenga evidencias de segregación y exudación.

- En esta tesis se identificó y evaluó los parámetros que intervienen en el proceso de colocación para el vaciado de mortero autonivelantes encontrándose que los parámetros continuidad de vaciado y compactación superficial de la mezcla influyen en la aparición de fisuras.

Para asegurar la continuidad del vaciado se calculó la cantidad necesaria según el volumen requerido para obtener una capa nivelante de 2" sobre cada pedestal, así como también contar con todos los equipos y herramientas necesarias a fin de evitar la generación de juntas frías por discontinuidad de vaciado.

Para disminuir la cantidad de burbujas de aire atrapadas emergidas en la superficie de la mezcla se realizó una compactación a nivel de la superficie desde el inicio hasta un minuto después de finalizada la colocación.

- En esta tesis se identificó y evaluó los parámetros que intervienen en el proceso de protección y curado para el vaciado de mortero autonivelantes encontrándose que los parámetros método de protección y método de curado influyen en la aparición de fisuras.

Para asegurar la adecuada protección de la mezcla de los factores externos climatológicos se colocó una plancha de tecnopor de alta densidad de 2" cuidando que no tenga contacto con la superficie vaciada para asegurar el acabado esperado, este método de protección mantuvo la mezcla colocada sobre los 20 °C en su estado fresco, a su vez se identificó que este método de protección genera microclimas internos generados por la evolución del calor de hidratación propio del proceso de fraguado de la mezcla de 15 °C en promedio, así mismo para reforzar la protección ante eventos climatológicos como lluvias, granizos, entro otros, se colocó plástico.

Se utilizó el método de curado sumergido con agua desde el inicio de fraguado esto es a las 1.5 horas de finalizada la colocación hasta los tres primeros días, garantizando un resultado favorable ante la aparición de fisuras en el producto final, además de ayudarnos a mantener la superficie vaciada permanentemente húmeda

beneficioso para concretos de altas resistencias iniciales ayudando en desarrollo de su proceso de hidratación.

- En el grupo de control (GC) los primeros indicios de aparición de fisuras se dieron en su estado fresco antes de iniciar su proceso de fraguado, obteniendo valores iniciales dentro rango de 0.70 mm a 0.80 mm en las etapas de fraguado y valores finales dentro de un rango de 1.00 mm a 1.30 mm en su estado endurecido evaluado a edad de 3 días, demostrando que la evolución de las fisuras es negativa conforme transcurre el tiempo si no se interviene para mejorarlas, por ello se tomaron las previsiones dando énfasis en la mejora en los procesos de colocación, protección y curado.

En el grupo experimental (GE) no hubo indicios de aparición de fisuras en el estado plástico debido a la aplicación inmediata del método de protección, durante la observación para identificar su fraguado inicial y proceder a aplicar el método de curado se observó un pequeño pliegue en la superficie vaciada dando lugar a la inmediata intervención con el método de curado sumergido obteniendo un resultado positivo al momento de su evaluación en su estado endurecido sin obtener en el producto final ninguna fisura.

- La temperatura ambiental característico de la ciudad de Cerro de Pasco se considera como climas fríos obteniendo durante los días de ensayo temperaturas que van desde los  $-4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $7.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , demostrando en el grupo de control que influye negativamente en su desarrollo característico, las bajas temperaturas identificadas influyeron negativamente primero en el proceso de fraguado no contando con la temperatura necesaria para un desarrollo adecuado del calor de hidratación y segundo con la aparición de fisuras desde su estado fresco acrecentándose en su estado endurecido. Para generar una temperatura adecuada que dé a lugar un buen desarrollo en su proceso de hidratación con la colocación de la protección con características de aislamiento térmico generando un microclima limitando con ello la influencia negativa de la temperatura exterior al interior.

## RECOMENDACIONES

- En el proceso de dosificación se recomienda que luego de revisar la ficha técnica del producto para obtener las cantidades recomendadas de agua y mortero en seco se debe realizar ensayos de asentamiento con anticipación al día de vaciado y definir las cantidades necesarias para obtener la consistencia y grado de fluidez que le proporcione a la mezcla una adecuada trabajabilidad y características autonivelantes y autocompactantes propias del producto. Se recomienda definir cantidades que nos proporcionen el grado de fluidez más baja posible sin perjudicar su trabajabilidad con el objetivo de que el proceso de fraguado se desarrolle adecuadamente.
- En todo el periodo en que la superficie para la colocación se encuentre saturado se recomienda aplicar un método de protección que asegure que el agua de saturación no se encuentre debajo de su punto de congelación llegando a solidificarse lo cual conllevaría que la superficie de concreto endurecido también se encuentre con bajas temperaturas y al momento de colocación del mortero podría generarse un choque térmico entre la mezcla y la superficie de colocación.
- Antes del inicio del proceso de mezclado se recomienda inspeccionar la calidad de los materiales, contar con equipos de medición y herramientas de transporte en buenas condiciones.

Antes del inicio del proceso de mezclado se recomienda inspeccionar la superficie de colocación que se hayan cumplido todos los parámetros establecidos en el proceso.

En el proceso de mezclado se recomienda colocar en el equipo mezclador primero el 80% de agua de amasado con el mortero en seco y añadir gradualmente el resto, cumplir con el tiempo establecido de mezclado que asegure la obtención de una mezcla homogénea y tomar mediciones de la temperatura de la mezcla corroborando que se encuentre dentro del rango establecido.

Finalizado el proceso de mezclado se recomienda pasar la mezcla del equipo de mezclado a las herramientas de transporte por una malla de 1/8" a menos para

garantizar la homogeneidad de la mezcla; a sí mismo se recomienda realizar ensayos para determinar el grado de fluidez y estabilidad asegurándose que sean los requeridos y adecuados para proceder con la colocación; finalmente se recomienda dejar los equipo y herramientas de mezclado limpios y en buenas condiciones.

- Para el proceso de transporte se recomienda realizar el mezclado del mortero cerca al lugar de la superficie de colocación a fin de evitar segregación y pérdida de material. De contar con distancias lejanas entre el lugar de la colocación y mezclado antes de colocar la mezcla se recomienda realizar un segundo mezclado con duración menor a un minuto con mezcladoras manuales.

En el proceso de colocación para asegurar la continuidad del vaciado recomienda dimensionar las cuadrillas necesarias y cuantificar los materiales.

En el proceso de colocación se recomienda realizar una buena compactación superficial con el objetivo de disminuir la mayor cantidad posible de burbujas de aire atrapado.

- Se recomienda colocar la protección lo más inmediato posible sin extender a más de un minuto de finalizada la colocación. De no contar con el método de protección señalado en la presente investigación se recomienda uso de material con propiedades de aislamiento térmico que garanticen la generación de un microclima interno de 15° C como mínimo.

Se recomienda el uso de curado sumergido con agua en climas fríos solo si se asegura la obtención de temperaturas adecuadas dentro del microclima sobre los 15 °C, a sí mismo se recomienda la colocación del agua de curado inmediatamente de identificado el inicio de fraguado, finalmente no se recomienda verter el agua de curado directamente sobre la superficie del mortero ya que el impacto de la caída causaría el deterioro de la capa superficial por ello se recomienda verter el agua cuidadosamente o a través de un medio indirecto.

Se recomienda realizar el constante monitoreo de la temperatura en estado fresco del mortero colocado dentro del microclima. Se recomienda realizar el monitoreo de las temperaturas del agua de curado y del microclima.

- Se recomienda realizar observaciones permanentemente desde finalizado la colocación de la mezcla hasta su estado endurecido.
- Se recomienda no realizar vaciados de este tipo de morteros en climas fríos después de las tres de la tarde debido las disminuciones bruscas de la temperatura ambiente a partir de este horario.
- Se recomienda para climas fríos utilizar las fichas de control de parámetros para cada proceso planteadas en esta investigación y asegurar el cumplimiento de los parámetros descritos en ellos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRE, Carlos. Fisuras por contracción plástica del concreto. México [s.n.], 2011. Construcción y Tecnología en Concreto [en línea]. [Consulta: 29 de mayo del 2022]. Disponible en: <http://www.imcyc.com/revistacyt/dic11/arttecnologia.html>
- AMACIFUEN, Rodney. Curado y protección de concretos colocados en climas frios. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2002. 358 pp.
- AMBROSIE, J y PERA, J. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. Revista Construcción y Tecnología, Propiedades del concreto autonivelante [en línea], [49 pp.], 2001 [Consulta: 30 de mayo del 2022]. Disponible en: <http://www.revistacyt.com.mx/images/portada/2001/pdf/FEBRERO>.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Standard Specification Cold weather concreting ACI 306.1-90. Michigan, USA. 2002. 5 pp.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón ACI 224.1R-93. Michigan, USA. 1993. 24 pp.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Cement and Concrete Terminology ACI 116R. Michigan, USA. 2005. 73 pp.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Self Consolidating Concrete ACI 237R-07. Michigan, USA. 2007. 34 pp.
- ASOCIACION COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE CONCRETO. Protección y curado del concreto. Blog 360° en concreto. Colombia, 2002. [Consulta: 28 de mayo del 2022] Disponible en: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/proteccion-y-curado-del-concreto/#:~:text=El%20fraguado%20inicia%20con%20la,cemento%20va%20adquiriendo%20resistencia%20mec%C3%A1nica>.
- ASSOCIATION NRMCA. Vaciado (colados) en clima frio. [en línea]. EE.UU. [2], 1998. Disponible en: <https://www.nrmca.org>.

- BAENZIGER, Heinz. System testing block “Baenziger Block” for concrete repair mortars. [en línea]. Switzerland, [s.n], 2001 [Consulta: 7 de julio del 2022]. Disponible en: <https://slideplayer.com/slide/6354998/>
- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. Chiclayo, Perú: [s.n.], 2012 [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>.
- CORREA, Florence. Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de climas fríos. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, 2017. 173 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 339.219 (CONCRETO) Método de ensayo normalizado para determinar la fluidez de asentamiento del concreto auto compactado - 1da Edición. Lima, Perú, 2013. 17 pp.
- MEDINA, Leonel y QUISPE, Nico. Protección óptima en el proceso de curado y su influencia en la resistencia de los concretos expuestos a ciclos de congelamiento y dehielo. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, 2017. 192 pp.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, COSNTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Reglamento Nacional de Edificaciones - E.070 Albañilería. Lima, Perú 2022. 36 pp.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, COSNTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Reglamento Nacional de Edificaciones - E.060 Concreto Armado. Lima, Perú 2022. 49 pp.
- QUISPE, Jhonathan y TINTAYA, Jose. Análisis comparativo de técnicas de curados en concretos expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo en la región de Puno. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Juliaca, Perú: Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 174pp.

SALAMANCA, Rodrigo. La tecnología de los morteros [en línea]. Bogotá, Colombia: [s.n], 2001 [Consulta: 16 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101107>.

TOIRAC, José. Patología de la construcción. Grietas y fisuras en obras de hormigón. Origen y prevención [en línea]. Santo Domingo, República Dominicana [72-114], 2004 [Consulta: 25 de mayo del 2022]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87029104>.

## **ANEXOS**

**ANEXO A** : INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**ANEXO B** : PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD

**ANEXO C** : PANEL FOTOGRÁFICO

**ANEXO D** : FICHA TÉCNICA SIKA GROUT - 212

## **ANEXO A:**

### **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 01

<b>PROCEDIMIENTO DE VACIADO PARA CONCRETO</b>					
<i>(Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E. 060 Capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación Requisitos para Clima frío y Ficha técnica del producto)</i>					
<b>CÓDIGO:</b>		<b>CONSISTENCIA:</b>	<b>FECHA:</b>		<b>HORA DE INICIO:</b>
<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>PROCESOS</b>	<b>SEGÚN</b>	<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
		<b>DOSIFICACIÓN</b>			
<b>01</b>	1.1	<i>Se contó con las herramientas de medición que garantizaron la dosificación correcta de los materiales.</i>	<i>RNE – E.060</i>		
	1.2	<i>Se calculó con anticipación la cantidad de mortero en seco y agua necesarios para el volumen del pedestal a vaciar.</i>	<i>Hoja Técnica del fabricante.</i>		
		<b>PREPARACION PARA LA COLOCACIÓN</b>			
	2.1	<i>Equipo de mezclado y transporte se encuentra limpio</i>	<i>RNE – E.060</i>		
<b>02</b>	2.2	<i>La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznales.</i>	<i>RNE – E.060 / Hoja Técnica del fabricante</i>		
	2.3	<i>El encofrado se encuentra de acuerdo a los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.</i>	<i>RNE – E.060</i>		
	2.4	<i>El agua libre fue retirada del lugar de colocación.</i>	<i>RNE – E.060</i>		

03	<b>MEZCLADO</b>			
	3.1	<i>Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.</i>	<i>Hoja Técnica del fabricante</i>	
	3.2	<i>El tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales, prolongándose al menos por 4 minutos.</i>	<i>RNE – E.060 / Hoja Técnica del fabricante</i>	
	3.3	<i>Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.</i>	<i>RNE – E.060</i>	
	3.4	<i>Registro de la temperatura del agua para el mezclado.</i>	<i>RNE – E.060</i>	
	3.5	<i>Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.</i>	<i>RNE – E.060</i>	
	3.6	<i>Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.</i>	<i>RNE – E.060</i>	
	3.7	<i>La mezcladora se descargó completamente antes de volverla a cargar.</i>	<i>RNE – E.060</i>	
04	<b>TRANSPORTE Y COLOCACIÓN</b>			
	4.1	<i>Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material.</i>	<i>RNE – E.060</i>	

	4.2	<i>El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.</i>	<i>RNE – E.060</i>		
	4.3	<i>El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.</i>	<i>RNE – E.060</i>		
	4.4	<i>No colocar concreto parcialmente endurecido o contaminado con materiales extraños.</i>	<i>RNE – E.060</i>		
	4.5	<i>No colocar concreto que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial.</i>	<i>RNE – E. 060</i>		
	4.6	<i>El concreto fue compactado cuidadosamente.</i>	<i>RNE – E. 060</i>		
	<b>PROTECCIÓN Y CURADO</b>				
<b>05</b>	5.1	<i>Una vez finalizada la colocación, el mortero debe cubrirse con una membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos.</i>	<i>Hoja Técnica del fabricante</i>		
	5.2	<i>El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.</i>	<i>RNE – E. 060</i>		
	5.3	<i>El tiempo de protección no será menor de 4 días.</i>	<i>RNE – E. 060</i>		
	5.4	<i>El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.</i>	<i>RNE – E. 060</i>		

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 02

<b>EVALUACIÓN DE FISURAS</b>		
<b>CODIGO:</b>	<b>OBJETIVO:</b> <i>Evaluar y determinar el tipo de fisuras en el mortero autonivelante para identificar las posibles causas y determinar medidas de control.</i>	
<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES EN CAMPO</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL</b>
<i>Tipo de fisura</i>		
<i>Dimensiones de las fisuras</i>		
<i>Observaciones:</i>		

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 03

<b>PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 01 - DOSIFICACIÓN</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> <i>Determinar las proporciones adecuadas para conseguir la trabajabilidad y consistencia requerida, y el material necesario para asegurar la continuidad de vaciado.</i>	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
<b>CANTIDAD DE MATERIALES</b>		<b>DATOS</b>
<i>Cantidad de agua por bolsa de mortero</i>		<i>Lt /bol</i>
<i>Rendimiento del mortero</i>		<i>Lt/bol</i>
<i>Volumen de mortero necesario</i>		<i>Lt</i>
<i>Cantidad total de mortero</i>		<i>bol</i>
<i>Cantidad total de agua</i>		<i>Lt</i>
<i>Materiales y herramientas: Jarra medidora graduada, agua y mortero predosificado.</i>		

<b>ENSAYO DE FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO - NTP 339.219</b>			
<b>CÁLCULOS</b>			
Diámetro mayor del esparcimiento.	D1		mm
Diámetro perpendicular a d1	D2		mm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	Fa		mm
CONSISTENCIA			
Herramientas: Cono de Abrams, varilla, placa base, flexómetro.			
<b>ÍNDICE VISUAL DE ESTABILIDAD - NTP 339.219</b>			
<b>CRITERIO DE EVALUACIÓN</b>			<b>VSI</b>

#### **FICHA DE OBSERVACIÓN N° 04**

<b>PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 02 - PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para preparar la superficie de concreto endurecido que recibirá el mortero.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero debe tener la superficie rugosa.		
La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznales.		
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero		

debe ser saturado con agua 24 horas antes.		
El agua libre fue retirada del lugar de colocación.		
El encofrado se encuentra de acuerdo con los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.		

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 05

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 03 - MEZCLADO		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para lograr una mezcla trabajable con características autonivelantes y autocompactantes.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.		
Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.		
Tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales.		
Equipo de mezclado se descargó y limpió completamente antes de volver a cargarla.		
La mezcla se pasó del equipo mezclador a los instrumentos de transporte por una malla de 1/8".		

<i>Registro de la temperatura del agua para el mezclado.</i>		
<i>Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.</i>		
<i>Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.</i>		

### **FICHA DE OBSERVACIÓN N° 06**

<b>PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 04 – TRANSPORTE Y COLOCACIÓN</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> <i>Determinar el proceso adecuado de transporte y colocación para asegurar la calidad de la mezcla.</i>	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<i>Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material</i>		
<i>El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.</i>		
<i>El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.</i>		
<i>Se realizó la compactación superficial de la mezcla.</i>		
<i>Inspección visual de la superficie del mortero vaciado.</i>		

## FICHA DE OBSERVACIÓN N° 07

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 05 - PROTECCIÓN Y CURADO		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar los métodos de protección y curado que garanticen una adecuada evolución del desarrollo de endurecimiento del mortero colocado.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
DATOS	CUMPLE	OBSERVACIONES
<i>El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.</i>		
<i>Se colocó la protección inmediatamente luego de finalizado su compactación</i>		
<i>Se aseguró que la protección no entre en contacto con la superficie de mortero vaciado.</i>		
<i>El tiempo de protección no será menor de 4 días.</i>		
<i>Se utilizó el método de curado sumergido vertiéndolo a la identificación del inicio de fraguado.</i>		
<i>El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.</i>		

**ANEXO B:**  
PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN Y  
CONFIABILIDAD

## ANEXO - VALIDACIÓN POR EXPERTO N° 01

### PARTE A. DATOS DEL EXPERTO

- Apellidos y Nombres : VASQUEZ FAUSTINO Abraham Joel .
- Grado académico : INGENIERO .
- Título profesional : INGENIERO CIVIL .
- N° de registro CIP : 233287 .

### PARTE B. ASPECTOS A CONSIDERAR

#### **B.1. PUNTUACIÓN**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos. En las respuestas, por favor marque con una "X" la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

0. En desacuerdo

1. De acuerdo

#### **B.2. VALIDEZ**

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

#### **B.3. Especificaciones**

Se busca que las técnicas e instrumentos de recolección de datos presentan claridad, objetividad, consistencia, coherencia, pertinencia, suficiencia y relevancia necesaria para el nivel de investigación llevada a cabo.

### PARTE C. DATOS DEL PROYECTO

#### **C.1. TITULO**

Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022.

#### **C.2. TESISISTA**

Bach. Ing. Beatriz LAURA LOPEZ

  
 **ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 233287**

### C.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA - PROYECTO DE INVESTIGACIÓN					
“Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022”.					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuáles son los parámetros que se tienen que determinar en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos para controlar la fisuración?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar los parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos para controlar la fisuración.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La determinación de los parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos nos ayudará en el control de la fisuración.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes.</p>	Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de fluidez de asentamiento.</li> <li>- Consistencia.</li> </ul>
<p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b> - Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes que influyen en la aparición de fisuras.</p>	<p><b>Hipótesis Específicos:</b> - Los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes están relacionados con la consistencia y trabajabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras.</p>		Preparación de la superficie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saturación de la superficie.</li> <li>- Adherencia del mortero.</li> </ul>
<p>- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciado en la aparición de fisuras?</p>	<p>- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciados de morteros autonivelantes que influyen en la aparición de fisuras.</p>	<p>- Los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciado de morteros autonivelantes están relacionados con la absorción del agua de amasado y la adherencia del mortero al concreto endurecido influyendo en la aparición de fisuras.</p>		Mezclado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Homogeneidad de la mezcla.</li> <li>- Estabilidad de la mezcla.</li> <li>- Temperatura del mortero Y agua.</li> <li>- Tiempo de mezclado.</li> </ul>

- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?	- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.	- Los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes están relacionados con la homogeneidad y estabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisura.		Colocación	- Continuidad del vaciado. - Inspección visual de la superficie de mortero vaciado. - Compactación superficial de la mezcla.
- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de colocación de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?	- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de colocación de morteros autonivelantes vaciados en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.	- Los parámetros dentro del proceso de colocación para morteros autonivelantes vaciados en climas fríos están relacionados con la continuidad del vaciado y la compactación de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras.		Protección y curado	- Método de protección. - Método de curado. - Temperatura ambiente del microclima generado.
- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de protección y curado de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?	- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de protección y curado de morteros autonivelantes vaciados en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.	- Los parámetros dentro del proceso de protección y curado están relacionados con los métodos de protección y curado en morteros autonivelantes vaciados en climas fríos influyendo en la aparición de fisuras.	<b>Variable Dependiente:</b> Fisuras en morteros autonivelantes.	Control de fisuras	- Dimensiones de las fisuras. - Clasificación de fisuras. - Evolución de fisuras.
- ¿Cuál es la evolución de las fisuras en los morteros autonivelantes durante sus primeros días de vaciado?	- Evaluar la evolución de las fisuras en morteros autonivelantes durante los primeros días desde su aparición.	- La evolución de las fisuras a partir de sus primeros días de identificación es negativa acrecentándose en su magnitud y cantidad.	<b>Variable Interviniente:</b> Variables relacionadas con climas fríos.	Temperatura Ambiente	- Temperatura ambiente.



ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 233287

- ¿Influye la temperatura ambiental de los climas fríos en la aparición de fisuras en los vaciados de morteros autonivelantes?	- Identificar y evaluar la influencia la temperatura ambiental de los climas fríos en la aparición de fisuras en morteros autonivelantes.	- La temperatura ambiental característico de los climas fríos influye de manera negativa ocasionando la aparición de fisuras en morteros autonivelantes.			
--	---	--	--	--	--

#### C.4. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

"Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022" (Operacionalización de las Variables)			
VARIABLE	INDICADOR / SUB INDICADOR	MEDICIÓN	VALORACIÓN
<b><u>Variable Independiente:</u></b> Determinación de parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes.	Dosificación:		
	- Consistencia	- Grado de fluidez (Pulg o mm)	- Plástica: < 22 in. / (< 550 mm) - Semi Fluida: 22 in. a 26 in. (550 mm a 650 mm) - Fluida: > 26 in. / (> 650 mm)
	- Materiales	- Fecha de vencimiento de la bolsa de mortero predosificado. - Inspección visual de las características físicas de la bolsa de mortero predosificado. - Uso de agua potable	-----  -----  -----
	Preparación de la superficie:		
	- Saturación de la superficie	- Inspección visual de la superficie.	- Buena: Con agua superficial. - Regular: Húmedo. - Malo: Seco.

**ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 233287**

	- Adherencia del mortero	- Grado de Rugosidad de la Superficie.	- Buena: Muy rugoso - Regular: Rugoso - Malo: Liso
	Mezclado:		
	- Homogeneidad de la mezcla. - Estabilidad de la mezcla.	- Inspección visual de la mezcla. - Índice visual de estabilidad.	----- - Muy estable: 0 - Estable: 1 - Inestable: 2 - Muy Inestable: 3
	- Temperatura del mortero. - Temperatura del agua.	- Grados Celsius (°C) - Grados Celsius (°C)	----- -----
	Colocación:		
	- Continuidad del vaciado.	- Tiempo de colocación (minutos). - Medición del tiempo del inicio de fraguado desde el fin de la colocación. - Inspección visual de la superficie de mortero vaciado.	----- ----- -----
	Protección y curado:		
	- Método de protección. - Método de curado. - Temperatura ambiente del microclima generado.	- Observación del método de curado. - Grados Celsius (°C) - Grados Celsius (°C)	----- ----- -----
<b>Variable Dependiente:</b> Control de fisuras	- Dimensiones de las fisuras	- Espesor (mm) - Longitud (mm)	
	- Clasificación de fisuras	- Inspección visual para la clasificación.	
	- Evolución de fisuras	- Espesor (mm) - Longitud (mm)	
<b>Variable Interviniente:</b> Variables relacionadas al clima: Climas Fríos	Temperatura Ambiente.	- Grados Celsius (°C)	

**ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 233287**

## **PARTE D. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **D.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **D.1.1. Técnicas descriptivas**

Las técnicas descriptivas se transcriben como: "(...) sirven para recoger, registrar y elaborar datos e información (...), así como para conducir experimentos con observaciones y registro de las variaciones del comportamiento, el control y cambio de las variables" (Rodríguez, 1986, citado por Valderrama, 2002, p.191).

#### **D.1.2. Técnicas de observación**

También se usará la técnica de la observación, cuyo instrumento de recolección de datos serán las fichas o formularios de observación. (Valderrama, 2002, p.194 y Hernández et. al., 2002, p.385).

#### **D.1.3. Técnicas de experimentación**

Así mismo, la técnica de la experimentación, cuyo instrumento de recolección de datos será el material experimental.

#### **D.1.4. Técnicas de pruebas estandarizadas**

Y, por último, la técnica de las pruebas estandarizadas propios de la disciplina, que tendrá instrumentos de medición específicos propios de la disciplina, así como Instrumentos de Mecánicos y Electrónicos de Medición (Valderrama, 2002, p.194 y Hernández et. al., 2002, p.385). Este último tendrá su base en las Normas Técnicas Peruanas, Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas ASTM.

### **D.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **D.2.1. Instrumentos de medición**

Los instrumentos de medición para la recolección de datos en cada proceso que incluye el procedimiento de vaciado del mortero en estudio, tanto en estado fresco como en estado endurecido serán los siguientes:

- ✓ Jarras medidoras o probetas graduadas de 3lt. con aproximación de 100 ml. utilizado para medir la cantidad de agua.

  
 ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 233287

- ✓ Cono de Abrams, varilla compactadora, placa base, flexómetro para la medición del flujo de asentamiento.
- ✓ Termómetros digitales, para medir y controlar la temperatura ambiente, temperatura del concreto y temperatura en el interior del vaciado con protección.
- ✓ Medidor de ancho de fisuras.

#### **D.2.2. Instrumentos de recolección**

Los instrumentos de recolección de datos en cada proceso que incluye el procedimiento de vaciado del mortero en estudio son fichas de observación, las cuales serán los siguientes:

- ✓ Ficha de Observación N° 01 - Procedimiento de vaciado para concreto (Adecuado según el reglamento nacional de edificaciones e. 060 capítulo 5 calidad del concreto, mezclado y colocación requisitos para clima frío y ficha técnica del producto).
- ✓ Ficha de Observación N° 02 - Evaluación de fisuras.
- ✓ Ficha de Observación N° 03 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 01 dosificación.
- ✓ Ficha de Observación N° 04 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 02 preparación de la superficie.
- ✓ Ficha de Observación N° 05 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 03 mezclado.
- ✓ Ficha de Observación N° 06 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 04 transporte y colocación.
- ✓ Ficha de Observación N° 07 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 05 protección y curado.

  
 ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 233287

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 01**

**ROCEDIMIENTO DE VACIADO PARA CONCRETO**

(Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E. 060 Capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación Requisitos para Clima frio y Ficha técnica del producto)

<b>CODIGO:</b>		<b>CONSISTENCIA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>HORA DE INICIO:</b>
<b>COD.</b>	<b>PROCESOS</b>	<b>SEGÚN</b>	<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>DOSIFICACIÓN</b>				
1.1	Se contó con las herramientas de medición que garantizaron la dosificación correcta de los materiales.	RNE – E. 060		
1.2	Se calculó con anticipación la cantidad de mortero en seco y agua necesarios para el volumen del pedestal a vaciar.	Hoja Técnica del fabricante.		
<b>PREPARACION PARA LA COLOCACIÓN</b>				
2.1	Equipo de mezclado y transporte se encuentra limpio	RNE – E. 060		
2.2	La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznales.	RNE – E. 060 / Hoja Técnica del fabricante		
2.3	El encofrado se encuentra de acuerdo a los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.	RNE – E. 060		
2.4	El agua libre fue retirada del lugar de colocación.	RNE – E. 060		
<b>MEZCLADO</b>				

**ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 233287**

3.1	Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.	Hoja Técnica del fabricante		
3.2	El tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales, prolongándose al menos por 4 minutos.	RNE – E. 060 / Hoja Técnica del fabricante		
3.3	Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.	RNE – E. 060		
3.4	Registro de la temperatura del agua para el mezclado.	RNE – E. 060		
3.5	Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.	RNE – E. 060		
3.6	Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.	RNE – E. 060		
3.7	La mezcladora se descargó completamente antes de volverla a cargar.	RNE – E. 060		
<b>TRANSPORTE Y COLOCACIÓN</b>				
4.1	Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material.	RNE – E. 060		
4.2	El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.	RNE – E. 060		

**ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 233287**

4.3	El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.	RNE – E. 060		
4.4	No colocar concreto parcialmente endurecido o contaminado con materiales extraños.	RNE – E. 060		
4.5	No colocar concreto que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial.	RNE – E. 060		
4.6	El concreto fue compactado cuidadosamente.	RNE – E. 060		
<b>PROTECCIÓN Y CURADO</b>				
5.1	Una vez finalizada la colocación, el mortero debe cubrirse con una membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos.	Hoja Técnica del fabricante		
5.2	El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.	RNE – E. 060		
5.3	El tiempo de protección no será menor de 4 días.	RNE – E. 060		
5.4	El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.	RNE – E. 060		

**ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 233287**

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 02**

<b>EVALUACIÓN DE FISURAS</b>		
<b>CODIGO:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Evaluar y determinar el tipo de fisuras en el mortero autonivelante para identificar las posibles causas y determinar medidas de control.	
<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES EN CAMPO</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL</b>
Tipo de fisura		
Dimensiones de las fisuras		
Observaciones:		



**ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 233287

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 03**

<b>PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 01 - DOSIFICACIÓN</b>			
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar las proporciones adecuadas para conseguir la trabajabilidad y consistencia requerida, y el material necesario para asegurar la continuidad de vaciado.		
<b>HORA:</b>			
<b>CODIGO:</b>			
<b>CANTIDAD DE MATERIALES</b>		<b>DATOS</b>	
Cantidad de agua por bolsa de mortero			Lt /bol
Rendimiento del mortero			Lt/bol
Volumen de mortero necesario			Lt
Cantidad total de mortero			bol
Cantidad total de agua			lt
Materiales y herramientas: Jarra medidora graduada, agua y mortero predosificado.			
<b>ENSAYO DE FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO - NTP 339.219</b>			
<b>CÁLCULOS</b>			
Diámetro mayor del esparcimiento.	D1		mm
Diámetro perpendicular a d1	D2		mm

FLUJO DE ASENTAMIENTO	Fa		mm
CONSISTENCIA			
Herramientas: Cono de Abrams, varilla, placa base, flexómetro.			
<b>ÍNDICE VISUAL DE ESTABILIDAD - NTP 339.219</b>			
CRITERIO DE EVALUACIÓN			VSI

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 04**

<b>PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 02 - PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para preparar la superficie de concreto endurecido que recibirá el mortero.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	DATOS	OBSERVACIONES
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero debe tener la superficie rugosa.		
La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznales.		
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero debe ser saturado con agua 24 horas antes.		
El agua libre fue retirada del lugar de colocación.		
El encofrado se encuentra de acuerdo a los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.		  <b>ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>CIP N° 233287</b>

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 05**

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 03 - MEZCLADO		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para lograr una mezcla trabajable con características autonivelantes y autocompactantes.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.		
Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.		
Tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales.		
Equipo de mezclado se descargó y limpió completamente antes de volver a cargarla.		
La mezcla se pasó del equipo mezclador a los instrumentos de transporte por una malla de 1/8".		
Registro de la temperatura del agua para el mezclado.		
Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.		
Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.		

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 06**

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 04 – TRANSPORTE Y COLOCACIÓN		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado de transporte y colocación para asegurar la calidad de la mezcla.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material		
El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.		
El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.		

**ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 233287**

Se realizó la compactación superficial de la mezcla.		
Inspección visual de la superficie del mortero vaciado.		

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 07

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 05 - PROTECCIÓN Y CURADO		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar los métodos de protección y curado que garanticen una adecuada evolución del desarrollo de endurecimiento del mortero colocado.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
DATOS	CUMPLE	OBSERVACIONES
El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.		
Se colocó la protección inmediatamente luego de finalizado su compactación		
Se aseguró que la protección no entre en contacto con la superficie de mortero vaciado.		
El tiempo de protección no será menor de 4 días.		
Se utilizó el método de curado sumergido vertiéndolo a la identificación del inicio de fraguado.		
El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.		

### PARTE E. VALIDACIÓN

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI  NO

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

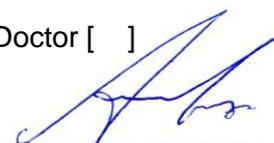
Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: VASQUEZ FAUSTINO Abraham Joel

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Ingeniero  Maestro  Doctor

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 233287

**ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 233287**

VALIDEZ	PREGUNTAS		PUNTUACIÓN		OBSERVACIONES
			0	1	
Del contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue el fin de los objetivos específicos?		X	
	3	¿El número de dimensión es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
Del contenido	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe amigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
Del contenido	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos?		X	
<b>TOTAL</b>				<b>15</b>	

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

**ABRAHAM JOEL VASQUEZ FAUSTINO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 233287**

Firma y Sello

## ANEXO - VALIDACIÓN POR EXPERTO N° 02

### PARTE A. DATOS DEL EXPERTO

- Apellidos y Nombres : ACOSTA CACERES Leiter Oswaldo.
- Grado académico : INGENIERO.
- Título profesional : INGENIERO CIVIL.
- N° de registro CIP : 67792.

### PARTE B. ASPECTOS A CONSIDERAR

#### **B.1. PUNTUACIÓN**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos. En las respuestas, por favor marque con una "X" la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

0. En desacuerdo

1. De acuerdo

#### **B.2. VALIDEZ**

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

#### **B.3. Especificaciones**

Se busca que las técnicas e instrumentos de recolección de datos presentan claridad, objetividad, consistencia, coherencia, pertinencia, suficiencia y relevancia necesaria para el nivel de investigación llevada a cabo.

### PARTE C. DATOS DEL PROYECTO

#### **C.1. TITULO**

Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022.

#### **C.2. TESISTA**

Bach. Ing. Beatriz LAURA LOPEZ

CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO  
Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
CIP. 67792

### C.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA - PROYECTO DE INVESTIGACIÓN					
“Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022”.					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuáles son los parámetros que se tienen que determinar en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos para controlar la fisuración?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar los parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos para controlar la fisuración.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La determinación de los parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos nos ayudará en el control de la fisuración.</p>		Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de fluidez de asentamiento.</li> <li>- Consistencia.</li> </ul>
<p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b> - Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes que influyen en la aparición de fisuras.</p>	<p><b>Hipótesis Específicos:</b> - Los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes están relacionados con la consistencia y trabajabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes.</p>	Preparación de la superficie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saturación de la superficie.</li> <li>- Adherencia del mortero.</li> </ul>
<p>- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciado en la aparición de fisuras?</p>	<p>- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciados de morteros autonivelantes que influyen en la aparición de fisuras.</p>	<p>- Los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciado de morteros autonivelantes están relacionados con la absorción del agua de amasado y la adherencia del mortero al concreto endurecido influyendo en la aparición de fisuras.</p>		Mezclado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Homogeneidad de la mezcla.</li> <li>- Estabilidad de la mezcla.</li> <li>- Temperatura del mortero Y agua.</li> <li>- Tiempo de mezclado.</li> </ul>

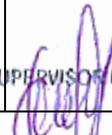
CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO

Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
CIP. 67792

- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?	- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.	- Los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes están relacionados con la homogeneidad y estabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisura.		Colocación	- Continuidad del vaciado. - Inspección visual de la superficie de mortero vaciado. - Compactación superficial de la mezcla.
- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de colocación de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?	- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de colocación de morteros autonivelantes vaciados en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.	- Los parámetros dentro del proceso de colocación para morteros autonivelantes vaciados en climas fríos están relacionados con la continuidad del vaciado y la compactación de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras.		Protección y curado	- Método de protección. - Método de curado. - Temperatura ambiente del microclima generado.
- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de protección y curado de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?	- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de protección y curado de morteros autonivelantes vaciados en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.	- Los parámetros dentro del proceso de protección y curado están relacionados con los métodos de protección y curado en morteros autonivelantes vaciados en climas fríos influyendo en la aparición de fisuras.	<b><u>Variable Dependiente:</u></b> Fisuras en morteros autonivelantes.	Control de fisuras	- Dimensiones de las fisuras. - Clasificación de fisuras. - Evolución de fisuras.
- ¿Cuál es la evolución de las fisuras en los morteros autonivelantes durante sus primeros días de vaciado?	- Evaluar la evolución de las fisuras en morteros autonivelantes durante los primeros días desde su aparición.	- La evolución de las fisuras a partir de sus primeros días de identificación es negativa acrecentándose en su magnitud y cantidad.	<b><u>Variable Interviniente:</u></b> Variables relacionadas con climas fríos.	Temperatura Ambiente	- Temperatura ambiente.

CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO

Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
CIP. 67792

- ¿Influye la temperatura ambiental de los climas fríos en la aparición de fisuras en los vaciados de morteros autonivelantes?	- Identificar y evaluar la influencia la temperatura ambiental de los climas fríos en la aparición de fisuras en morteros autonivelantes.	- La temperatura ambiental característico de los climas fríos influye de manera negativa ocasionando la aparición de fisuras en morteros autonivelantes.				 CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO
--	---	--	--	--	--	--

\*\*\*\*\*  
 Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
 JEFE DE SUPERVISIÓN  
 CIP: 67792

#### C.4. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

"Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022" (Operacionalización de las Variables)			
VARIABLE	INDICADOR / SUB INDICADOR	MEDICIÓN	VALORACIÓN
<b><u>Variable Independiente:</u></b> Determinación de parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes.	Dosificación:		
	- Consistencia	- Grado de fluidez (Pulg o mm)	- Plástica: < 22 in. / (< 550 mm) - Semi Fluida: 22 in. a 26 in. (550 mm a 650 mm) - Fluida: > 26 in. / (> 650 mm)
	- Materiales	- Fecha de vencimiento de la bolsa de mortero predosificado. - Inspección visual de las características físicas de la bolsa de mortero predosificado. - Uso de agua potable	-----  -----  -----
	Preparación de la superficie:		
	- Saturación de la superficie	- Inspección visual de la superficie.	- Buena: Con agua superficial. - Regular: Húmedo. - Malo: Seco.

	- Adherencia del mortero	- Grado de Rugosidad de la Superficie.	- Buena: Muy rugoso - Regular: Rugoso - Malo: Liso
	Mezclado:		
	- Homogeneidad de la mezcla. - Estabilidad de la mezcla.	- Inspección visual de la mezcla. - Índice visual de estabilidad.	----- - Muy estable: 0 - Estable: 1 - Inestable: 2 - Muy Inestable: 3
	- Temperatura del mortero. - Temperatura del agua.	- Grados Celsius (°C) - Grados Celsius (°C)	----- -----
	Colocación:		
	- Continuidad del vaciado.	- Tiempo de colocación (minutos). - Medición del tiempo del inicio de fraguado desde el fin de la colocación. - Inspección visual de la superficie de mortero vaciado.	----- ----- -----
	Protección y curado:		
	- Método de protección. - Método de curado. - Temperatura ambiente del microclima generado.	- Observación del método de curado. - Grados Celsius (°C) - Grados Celsius (°C)	----- ----- -----
<b><u>Variable Dependiente:</u></b> Control de fisuras	- Dimensiones de las fisuras	- Espesor (mm) - Longitud (mm)	
	- Clasificación de fisuras	- Inspección visual para la clasificación.	
	- Evolución de fisuras	- Espesor (mm) - Longitud (mm)	
<b><u>Variable Interviniente:</u></b> Variables relacionadas al clima: Climas Fríos	Temperatura Ambiente.	- Grados Celsius (°C)	

CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO

Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
CIP: 67792

## **PARTE D. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **D.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **D.1.1. Técnicas descriptivas**

Las técnicas descriptivas se transcriben como: "(...) sirven para recoger, registrar y elaborar datos e información (...), así como para conducir experimentos con observaciones y registro de las variaciones del comportamiento, el control y cambio de las variables" (Rodríguez, 1986, citado por Valderrama, 2002, p.191).

#### **D.1.2. Técnicas de observación**

También se usará la técnica de la observación, cuyo instrumento de recolección de datos serán las fichas o formularios de observación. (Valderrama, 2002, p.194 y Hernández et. al., 2002, p.385).

#### **D.1.3. Técnicas de experimentación**

Así mismo, la técnica de la experimentación, cuyo instrumento de recolección de datos será el material experimental.

#### **D.1.4. Técnicas de pruebas estandarizadas**

Y, por último, la técnica de las pruebas estandarizadas propios de la disciplina, que tendrá instrumentos de medición específicos propios de la disciplina, así como Instrumentos de Mecánicos y Electrónicos de Medición (Valderrama, 2002, p.194 y Hernández et. al., 2002, p.385). Este último tendrá su base en las Normas Técnicas Peruanas, Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas ASTM.

### **D.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **D.2.1. Instrumentos de medición**

Los instrumentos de medición para la recolección de datos en cada proceso que incluye el procedimiento de vaciado del mortero en estudio, tanto en estado fresco como en estado endurecido serán los siguientes:

- ✓ Jarras medidoras o probetas graduadas de 3lt. con aproximación de 100 ml., utilizado para medir la cantidad de agua.

CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO  
.....  
Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
CIP. 67792

- ✓ Cono de Abrams, varilla compactadora, placa base, flexómetro para la medición del flujo de asentamiento.
- ✓ Termómetros digitales, para medir y controlar la temperatura ambiente, temperatura del concreto y temperatura en el interior del vaciado con protección.
- ✓ Medidor de ancho de fisuras.

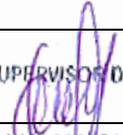
#### **D.2.2. Instrumentos de recolección**

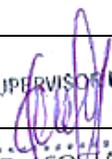
Los instrumentos de recolección de datos en cada proceso que incluye el procedimiento de vaciado del mortero en estudio son fichas de observación, las cuales serán los siguientes:

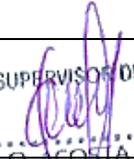
- ✓ Ficha de Observación N° 01 - Procedimiento de vaciado para concreto (Adecuado según el reglamento nacional de edificaciones e. 060 capítulo 5 calidad del concreto, mezclado y colocación requisitos para clima frío y ficha técnica del producto).
- ✓ Ficha de Observación N° 02 - Evaluación de fisuras.
- ✓ Ficha de Observación N° 03 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 01 dosificación.
- ✓ Ficha de Observación N° 04 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 02 preparación de la superficie.
- ✓ Ficha de Observación N° 05 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 03 mezclado.
- ✓ Ficha de Observación N° 06 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 04 transporte y colocación.
- ✓ Ficha de Observación N° 07 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 05 protección y curado.

CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO  
\*\*\*\*\*  
Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
CIP: 67792

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 01**

<p align="center"><b>ROCEDIMIENTO DE VACIADO PARA CONCRETO</b></p> <p align="center">(Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E. 060 Capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación Requisitos para Clima frío y Ficha técnica del producto)</p>							
CODIGO:		CONSISTENCIA:		FECHA:		HORA DE INICIO:	
COD.	PROCESOS			SEGÚN	DATOS	OBSERVACIONES	
<b>DOSIFICACIÓN</b>							
1.1	Se contó con las herramientas de medición que garantizaron la dosificación correcta de los materiales.			RNE – E. 060			
1.2	Se calculó con anticipación la cantidad de mortero en seco y agua necesarios para el volumen del pedestal a vaciar.			Hoja Técnica del fabricante.			
<b>PREPARACION PARA LA COLOCACIÓN</b>							
2.1	Equipo de mezclado y transporte se encuentra limpio			RNE – E. 060			
2.2	La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznales.			RNE – E. 060 / Hoja Técnica del fabricante			
2.3	El encofrado se encuentra de acuerdo a los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.			RNE – E. 060		<p align="center">CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO</p> 	
2.4	El agua libre fue retirada del lugar de colocación.			RNE – E. 060		<p align="center">*****                      Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES                      JEFE DE SUPERVISIÓN                      CIP. 67792</p>	
<b>MEZCLADO</b>							

3.1	Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.	Hoja Técnica del fabricante		
3.2	El tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales, prolongándose al menos por 4 minutos.	RNE – E. 060 / Hoja Técnica del fabricante		
3.3	Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.	RNE – E. 060		
3.4	Registro de la temperatura del agua para el mezclado.	RNE – E. 060		
3.5	Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.	RNE – E. 060		 CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO ***** Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES JEFE DE SUPERVISIÓN CIP. 67792
3.6	Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.	RNE – E. 060		
3.7	La mezcladora se descargó completamente antes de volverla a cargar.	RNE – E. 060		
<b>TRANSPORTE Y COLOCACIÓN</b>				
4.1	Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material.	RNE – E. 060		
4.2	El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.	RNE – E. 060		

	4.3	El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.	RNE – E. 060		
	4.4	No colocar concreto parcialmente endurecido o contaminado con materiales extraños.	RNE – E. 060		
	4.5	No colocar concreto que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial.	RNE – E. 060		
	4.6	El concreto fue compactado cuidadosamente.	RNE – E. 060		
	<b>PROTECCIÓN Y CURADO</b>				
	5.1	Una vez finalizada la colocación, el mortero debe cubrirse con una membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos.	Hoja Técnica del fabricante		
	5.2	El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.	RNE – E. 060		 CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO ***** Ing. LUIS O. ACOSTA CACERES JEFE DE SUPERVISIÓN CIP. 67792
	5.3	El tiempo de protección no será menor de 4 días.	RNE – E. 060		
	5.4	El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.	RNE – E. 060		

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 02**

<b>EVALUACIÓN DE FISURAS</b>		
<b>CODIGO:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Evaluar y determinar el tipo de fisuras en el mortero autonivelante para identificar las posibles causas y determinar medidas de control.	
<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES EN CAMPO</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL</b>
Tipo de fisura		
Dimensiones de las fisuras		
Observaciones:		

CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO

Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
CIP. 87792

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 03**

<b>PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 01 - DOSIFICACIÓN</b>			
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar las proporciones adecuadas para conseguir la trabajabilidad y consistencia requerida, y el material necesario para asegurar la continuidad de vaciado.		
<b>HORA:</b>			
<b>CODIGO:</b>			
<b>CANTIDAD DE MATERIALES</b>			<b>DATOS</b>
Cantidad de agua por bolsa de mortero			Lt /bol
Rendimiento del mortero			Lt/bol
Volumen de mortero necesario			Lt
Cantidad total de mortero			bol
Cantidad total de agua			lt
Materiales y herramientas: Jarra medidora graduada, agua y mortero predosificado.			
<b>ENSAYO DE FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO - NTP 339.219</b>			
<b>CÁLCULOS</b>			
Diámetro mayor del esparcimiento.	D1		mm
Diámetro perpendicular a d1	D2		mm
<b>FLUJO DE ASENTAMIENTO</b>	<b>Fa</b>		<b>mm</b>

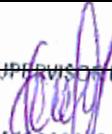
CONSISTENCIA	
Herramientas: Cono de Abrams, varilla, placa base, flexómetro.	
<b>ÍNDICE VISUAL DE ESTABILIDAD - NTP 339.219</b>	
CRITERIO DE EVALUACIÓN	VSI

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 04**

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 02 - PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para preparar la superficie de concreto endurecido que recibirá el mortero.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	DATOS	OBSERVACIONES
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero debe tener la superficie rugosa.		
La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznable.		
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero debe ser saturado con agua 24 horas antes.		
El agua libre fue retirada del lugar de colocación.		
El encofrado se encuentra de acuerdo a los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.		 CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES JEFE DE SUPERVISIÓN CIP. 67792

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 05

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 03 - MEZCLADO		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para lograr una mezcla trabajable con características autonivelantes y autocompactantes.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.		
Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.		
Tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales.		
Equipo de mezclado se descargó y limpió completamente antes de volver a cargarla.		
La mezcla se pasó del equipo mezclador a los instrumentos de transporte por una malla de 1/8".		
Registro de la temperatura del agua para el mezclado.		
Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.		
Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.		

  
 CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO  
 \*\*\*\*\*  
 Ing. LEYER O. ACOSTA CACERES  
 JEFE DE SUPERVISIÓN  
 CIP. 67792

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 06

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 04 – TRANSPORTE Y COLOCACIÓN		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado de transporte y colocación para asegurar la calidad de la mezcla.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material		
El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.		
El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.		

Se realizó la compactación superficial de la mezcla.		
Inspección visual de la superficie del mortero vaciado.		

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 07

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 05 - PROTECCIÓN Y CURADO		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar los métodos de protección y curado que garanticen una adecuada evolución del desarrollo de endurecimiento del mortero colocado.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
DATOS	CUMPLE	OBSERVACIONES
El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.		
Se colocó la protección inmediatamente luego de finalizado su compactación		
Se aseguró que la protección no entre en contacto con la superficie de mortero vaciado.		
El tiempo de protección no será menor de 4 días.		
Se utilizó el método de curado sumergido vertiéndolo a la identificación del inicio de fraguado.		
El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.		

### PARTE E. VALIDACIÓN

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI  NO

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

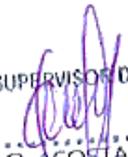
Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: ACOSTA CACERES Leiter O

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Ingeniero  Maestro  Doctor

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 67792

CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO  
  
 Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
 JEFE DE SUPERVISIÓN  
 CIP: 67792

VALIDEZ	PREGUNTAS	PUNTUACIÓN		OBSERVACIONES	
		0	1		
Del contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue el fin de los objetivos específicos?		X	
	3	¿El número de dimensión es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
Del contenido	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe amigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
Del contenido	12	¿Los intrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos?		X	
TOTAL			15		

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

  
 CONSORCIO SUPERVISOR DEL CENTRO  
 \*\*\*\*\*  
 Ing. LEITER O. ACOSTA CACERES  
 JEFE DE SUPERVISIÓN  
 CIP. 67792

Firma y Sello

## ANEXO - VALIDACIÓN POR EXPERTO N° 03

### PARTE A. DATOS DEL EXPERTO

- Apellidos y Nombres : MANCHEGO CENTTY Alexis Yampier.
- Grado académico : INGENIERO.
- Título profesional : INGENIERO CIVIL.
- N° de registro CIP : 177737.

### PARTE B. ASPECTOS A CONSIDERAR

#### **B.1. PUNTUACIÓN**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos. En las respuestas, por favor marque con una "X" la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

0. En desacuerdo

1. De acuerdo

#### **B.2. VALIDEZ**

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

#### **B.3. Especificaciones**

Se busca que las técnicas e instrumentos de recolección de datos presentan claridad, objetividad, consistencia, coherencia, pertinencia, suficiencia y relevancia necesaria para el nivel de investigación llevada a cabo.

### PARTE C. DATOS DEL PROYECTO

#### **C.1. TITULO**

Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022.

#### **C.2. TESISTA**

Bach. Ing. Beatriz LAURA LOPEZ

CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO

Ing Alexis Yampier Manchego Centty  
INGENIERO DE CALIDAD  
CIP N° 177737

### C.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA - PROYECTO DE INVESTIGACIÓN					
“Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022”.					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuáles son los parámetros que se tienen que determinar en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos para controlar la fisuración?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar los parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos para controlar la fisuración.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La determinación de los parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes en climas fríos nos ayudará en el control de la fisuración.</p>		Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de fluidez de asentamiento.</li> <li>- Consistencia.</li> </ul>
<p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b> - Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes que influyen en la aparición de fisuras.</p>	<p><b>Hipótesis Específicos:</b> - Los parámetros dentro del proceso de dosificación de morteros autonivelantes están relacionados con la consistencia y trabajabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes.</p>	Preparación de la superficie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saturación de la superficie.</li> <li>- Adherencia del mortero.</li> </ul>
<p>- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciado en la aparición de fisuras?</p>	<p>- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciados de morteros autonivelantes que influyen en la aparición de fisuras.</p>	<p>- Los parámetros dentro del proceso de preparación de la superficie para vaciado de morteros autonivelantes están relacionados con la absorción del agua de amasado y la adherencia del mortero al concreto endurecido influyendo en la aparición de fisuras.</p>		Mezclado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Homogeneidad de la mezcla.</li> <li>- Estabilidad de la mezcla.</li> <li>- Temperatura del mortero y agua.</li> <li>- Tiempo de mezclado.</li> </ul>
					<p>CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO</p> <p>Ing. Alexis Yambier Manchego Centy</p> <p>INGENIERO DE CALIDAD</p> <p>CIP N° 177737</p>

- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?	- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.	- Los parámetros dentro del proceso de mezclado de morteros autonivelantes están relacionados con la homogeneidad y estabilidad de la mezcla influyendo en la aparición de fisura.		Colocación	- Continuidad del vaciado. - Inspección visual de la superficie de mortero vaciado. - Compactación superficial de la mezcla.
- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de colocación de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?	- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de colocación de morteros autonivelantes vaciados en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.	- Los parámetros dentro del proceso de colocación para morteros autonivelantes vaciados en climas fríos están relacionados con la continuidad del vaciado y la compactación de la mezcla influyendo en la aparición de fisuras.		Protección y curado	- Método de protección. - Método de curado. - Temperatura ambiente del microclima generado.
- ¿Cuáles son y cómo influyen los parámetros dentro del proceso de protección y curado de morteros autonivelantes en la aparición de fisuras?	- Identificar y evaluar los parámetros dentro del proceso de protección y curado de morteros autonivelantes vaciados en climas fríos que influyen en la aparición de fisuras.	- Los parámetros dentro del proceso de protección y curado están relacionados con los métodos de protección y curado en morteros autonivelantes vaciados en climas fríos influyendo en la aparición de fisuras.	<b><u>Variable Dependiente:</u></b> Fisuras en morteros autonivelantes.	Control de fisuras	- Dimensiones de las fisuras. - Clasificación de fisuras. - Evolución de fisuras.
- ¿Cuál es la evolución de las fisuras en los morteros autonivelantes durante sus primeros días de vaciado?	- Evaluar la evolución de las fisuras en morteros autonivelantes durante los primeros días desde su aparición.	- La evolución de las fisuras a partir de sus primeros días de identificación es negativa acrecentándose en su magnitud y cantidad.	<b><u>Variable Interviniente:</u></b> Variables relacionadas con climas fríos.	Temperatura Ambiente	- Temperatura ambiente.

CONSORCIO HOSPITAL DEL INDIANO

Ing. Alexis Yampier Manchego Centty  
INGENIERO DE CALIDAD  
CIP. N° 177737

- ¿Influye la temperatura ambiental de los climas fríos en la aparición de fisuras en los vaciados de morteros autonivelantes?	- Identificar y evaluar la influencia la temperatura ambiental de los climas fríos en la aparición de fisuras en morteros autonivelantes.	- La temperatura ambiental característico de los climas fríos influye de manera negativa ocasionando la aparición de fisuras en morteros autonivelantes.			
--	---	--	--	--	--

#### C.4. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

"Determinación de parámetros en morteros autonivelantes para el control de fisuración en climas fríos, Pasco 2022" (Operacionalización de las Variables)			
VARIABLE	INDICADOR / SUB INDICADOR	MEDICIÓN	VALORACIÓN
<p><b>Variable Independiente:</b> Determinación de parámetros en el procedimiento de vaciado de morteros autonivelantes.</p>	Dosificación:		
	- Consistencia	- Grado de fluidez (Pulg o mm)	- Plástica: < 22 in. / (< 550 mm) - Semi Fluida: 22 in. a 26 in. (550 mm a 650 mm) - Fluida: > 26 in. / (> 650 mm)
	- Materiales	- Fecha de vencimiento de la bolsa de mortero predosificado. - Inspección visual de las características físicas de la bolsa de mortero predosificado. - Uso de agua potable	----- ----- -----
	Preparación de la superficie:		
	- Saturación de la superficie	- Inspección visual de la superficie.	- Buena: Con agua superficial. - Regular: Húmedo. - Malo: Seco.

CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO  
Ing Alexis Yampier Manchego Centty  
INGENIERO DE CALIDAD  
CIP N° 177737

	- Adherencia del mortero	- Grado de Rugosidad de la Superficie.	- Buena: Muy rugoso - Regular: Rugoso - Malo: Liso
	Mezclado:		
	- Homogeneidad de la mezcla. - Estabilidad de la mezcla.	- Inspección visual de la mezcla. - Índice visual de estabilidad.	----- - Muy estable: 0 - Estable: 1 - Inestable: 2 - Muy Inestable: 3
	- Temperatura del mortero. - Temperatura del agua.	- Grados Celsius (°C) - Grados Celsius (°C)	----- -----
	Colocación:		
	- Continuidad del vaciado.	- Tiempo de colocación (minutos). - Medición del tiempo del inicio de fraguado desde el fin de la colocación. - Inspección visual de la superficie de mortero vaciado.	----- ----- -----
	Protección y curado:		
	- Método de protección. - Método de curado. - Temperatura ambiente del microclima generado.	- Observación del método de curado. - Grados Celsius (°C) - Grados Celsius (°C)	----- ----- -----
<b><u>Variable Dependiente:</u></b> Control de fisuras	- Dimensiones de las fisuras	- Espesor (mm) - Longitud (mm)	
	- Clasificación de fisuras	- Inspección visual para la clasificación.	
	- Evolución de fisuras	- Espesor (mm) - Longitud (mm)	
<b><u>Variable Interviniente:</u></b> Variables relacionadas al clima: Climas Fríos	Temperatura Ambiente.	- Grados Celsius (°C)	 <p>CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO Ing Alexis Yampier Manchego Centty INGENIERO DE CALIDAD CIP N° 177737</p>

## **PARTE D. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **D.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **D.1.1. Técnicas descriptivas**

Las técnicas descriptivas se transcriben como: "(...) sirven para recoger, registrar y elaborar datos e información (...), así como para conducir experimentos con observaciones y registro de las variaciones del comportamiento, el control y cambio de las variables" (Rodríguez, 1986, citado por Valderrama, 2002, p.191).

#### **D.1.2. Técnicas de observación**

También se usará la técnica de la observación, cuyo instrumento de recolección de datos serán las fichas o formularios de observación. (Valderrama, 2002, p.194 y Hernández et. al., 2002, p.385).

#### **D.1.3. Técnicas de experimentación**

Así mismo, la técnica de la experimentación, cuyo instrumento de recolección de datos será el material experimental.

#### **D.1.4. Técnicas de pruebas estandarizadas**

Y, por último, la técnica de las pruebas estandarizadas propios de la disciplina, que tendrá instrumentos de medición específicos propios de la disciplina, así como Instrumentos de Mecánicos y Electrónicos de Medición (Valderrama, 2002, p.194 y Hernández et. al., 2002, p.385). Este último tendrá su base en las Normas Técnicas Peruanas, Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas ASTM.

### **D.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **D.2.1. Instrumentos de medición**

Los instrumentos de medición para la recolección de datos en cada proceso que incluye el procedimiento de vaciado del mortero en estudio, tanto en estado fresco como en estado endurecido serán los siguientes:

- ✓ Jarras medidoras o probetas graduadas de 3lt. con aproximación de 100 ml., utilizado para medir la cantidad de agua.

CONSORCIO HOSPITAL DE LA TIPLANO  
Ing Alexis Yampier Manchego Centty  
INGENIERO DE CALIDAD  
CIP N° 177737

- ✓ Cono de Abrams, varilla compactadora, placa base, flexómetro para la medición del flujo de asentamiento.
- ✓ Termómetros digitales, para medir y controlar la temperatura ambiente, temperatura del concreto y temperatura en el interior del vaciado con protección.
- ✓ Medidor de ancho de fisuras.

#### **D.2.2. Instrumentos de recolección**

Los instrumentos de recolección de datos en cada proceso que incluye el procedimiento de vaciado del mortero en estudio son fichas de observación, las cuales serán los siguientes:

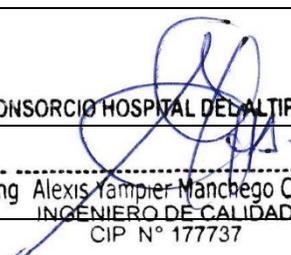
- ✓ Ficha de Observación N° 01 - Procedimiento de vaciado para concreto (Adecuado según el reglamento nacional de edificaciones e. 060 capítulo 5 calidad del concreto, mezclado y colocación requisitos para clima frío y ficha técnica del producto).
- ✓ Ficha de Observación N° 02 - Evaluación de fisuras.
- ✓ Ficha de Observación N° 03 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 01 dosificación.
- ✓ Ficha de Observación N° 04 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 02 preparación de la superficie.
- ✓ Ficha de Observación N° 05 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 03 mezclado.
- ✓ Ficha de Observación N° 06 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 04 transporte y colocación.
- ✓ Ficha de Observación N° 07 - Parámetros de control para vaciados de morteros autonivelantes para el proceso N° 05 protección y curado.

CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO



Ing Alexis Yampier Manchego Centty  
INGENIERO DE CALIDAD  
CIP N° 177737

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 01

<b>ROCEDIMIENTO DE VACIADO PARA CONCRETO</b>					
(Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E. 060 Capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación Requisitos para Clima frío y Ficha técnica del producto)					
<b>CODIGO:</b>		<b>CONSISTENCIA:</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>HORA DE INICIO:</b>					
	<b>COD.</b>	<b>PROCESOS</b>	<b>SEGÚN</b>	<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
		<b>DOSIFICACIÓN</b>			
	1.1	Se contó con las herramientas de medición que garantizaron la dosificación correcta de los materiales.	RNE – E. 060		
	1.2	Se calculó con anticipación la cantidad de mortero en seco y agua necesarios para el volumen del pedestal a vaciar.	Hoja Técnica del fabricante.		
		<b>PREPARACION PARA LA COLOCACIÓN</b>			
	2.1	Equipo de mezclado y transporte se encuentra limpio	RNE – E. 060		
	2.2	La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznable.	RNE – E. 060 / Hoja Técnica del fabricante		 <b>CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO</b>
	2.3	El encofrado se encuentra de acuerdo a los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.	RNE – E. 060		Ing. Alexis Yampier Manchego Centty <b>INGENIERO DE CALIDAD</b> CIP N° 177737
	2.4	El agua libre fue retirada del lugar de colocación.	RNE – E. 060		
		<b>MEZCLADO</b>			

3.1	Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.	Hoja Técnica del fabricante		
3.2	El tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales, prolongándose al menos por 4 minutos.	RNE – E. 060 / Hoja Técnica del fabricante		
3.3	Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.	RNE – E. 060		
3.4	Registro de la temperatura del agua para el mezclado.	RNE – E. 060		
3.5	Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.	RNE – E. 060		
3.6	Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.	RNE – E. 060		
3.7	La mezcladora se descargó completamente antes de volverla a cargar.	RNE – E. 060		
<b>TRANSPORTE Y COLOCACIÓN</b>				
4.1	Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material.	RNE – E. 060		
4.2	El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.	RNE – E. 060		

CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO

Ing. Alexis Yampier Manchego Centty  
INGENIERO DE CALIDAD  
CIP N° 177737

4.3	El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.	RNE – E. 060		
4.4	No colocar concreto parcialmente endurecido o contaminado con materiales extraños.	RNE – E. 060		
4.5	No colocar concreto que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial.	RNE – E. 060		
4.6	El concreto fue compactado cuidadosamente.	RNE – E. 060		
<b>PROTECCIÓN Y CURADO</b>				
5.1	Una vez finalizada la colocación, el mortero debe cubrirse con una membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos.	Hoja Técnica del fabricante		
5.2	El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.	RNE – E. 060		
5.3	El tiempo de protección no será menor de 4 días.	RNE – E. 060		
5.4	El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.	RNE – E. 060		

  
**CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO**  
 -----  
 Ing. Alexis Yampier Manchego Centty  
 INGENIERO DE CALIDAD  
 CIP N° 177737

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 02**

<b>EVALUACIÓN DE FISURAS</b>		
<b>CODIGO:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Evaluar y determinar el tipo de fisuras en el mortero autonivelante para identificar las posibles causas y determinar medidas de control.	
<b>DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES EN CAMPO</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL</b>
Tipo de fisura		
Dimensiones de las fisuras		
Observaciones:		

**FICHA DE OBSERVACIÓN N° 03**

<b>PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 01 - DOSIFICACIÓN</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar las proporciones adecuadas para conseguir la trabajabilidad y consistencia requerida, y el material necesario para asegurar la continuidad de vaciado.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
<b>CANTIDAD DE MATERIALES</b>		<b>DATOS</b>
Cantidad de agua por bolsa de mortero		Lt /bol
Rendimiento del mortero		Lt/bol
Volumen de mortero necesario		Lt
Cantidad total de mortero		bol
Cantidad total de agua		lt
Materiales y herramientas: Jarra medidora graduada, agua y mortero predosificado.		
<b>ENSAYO DE FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO - NTP 339.219</b>		
<b>CÁLCULOS</b>		
Diámetro mayor del esparcimiento.	D1	CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO

  
 Ing Alexis Yampier Manchego Centty  
 INGENIERO DE CALIDAD  
 CIP N° 177737

Diámetro perpendicular a d1	D2		m m
FLUJO DE ASENTAMIENTO	Fa		m m
CONSISTENCIA			
Herramientas: Cono de Abrams, varilla, placa base, flexómetro.			
<b>ÍNDICE VISUAL DE ESTABILIDAD - NTP 339.219</b>			
CRITERIO DE EVALUACIÓN			VSI

#### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 04

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 02 - PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para preparar la superficie de concreto endurecido que recibirá el mortero.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	DATOS	OBSERVACIONES
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero debe tener la superficie rugosa.		
La superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada, escombros, hielo u otros materiales perjudiciales o deleznable.		
El concreto endurecido que entrará en contacto con el mortero debe ser saturado con agua 24 horas antes.		
El agua libre fue retirada del lugar de colocación.		
El encofrado se encuentra de acuerdo a los planos y recubierto con algún desmoldante adecuado.		

CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO

  
 Ing. Alexis Yampier Manchego Centty  
 INGENIERO DE CALIDAD  
 CIP N° 177737

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 05

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 03 - MEZCLADO		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado para lograr una mezcla trabajable con características autonivelantes y autocompactantes.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Se agregó inicialmente el 80% del agua de amasado, luego se agregó el mortero Sikagrout-212 y por último el resto del agua.		
Se logró la trabajabilidad y consistencia requerida, sin segregación ni exudación excesiva.		
Tiempo de mezclado fue tal que se logró una distribución uniforme de los materiales.		
Equipo de mezclado se descargó y limpió completamente antes de volver a cargarla.		
La mezcla se pasó del equipo mezclador a los instrumentos de transporte por una malla de 1/8".		
Registro de la temperatura del agua para el mezclado.		
Registro de la temperatura del mortero en estado fresco luego del mezclado.		
Registro de la temperatura ambiente al momento del mezclado.		

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 06

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 04 – TRANSPORTE Y COLOCACIÓN		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar el proceso adecuado de transporte y colocación para asegurar la calidad de la mezcla.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
PARÁMETROS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Debe ser transportado empleando métodos que eviten segregación o pérdida de material		
El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento sin interrupciones, para evitar la pérdida de plasticidad entre capas sucesivas.		
El proceso de colocación fue de manera continua, hasta que se termine el llenado del elemento.		



**CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO**  
 Ing. Alexis Yampier Manchego Centty  
 INGENIERO DE CALIDAD  
 CIP N° 177737

Se realizó la compactación superficial de la mezcla.		
Inspección visual de la superficie del mortero vaciado.		

### FICHA DE OBSERVACIÓN N° 07

PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO N° 05 - PROTECCIÓN Y CURADO		
<b>FECHA:</b>	<b>OBJETIVO:</b> Determinar los métodos de protección y curado que garanticen una adecuada evolución del desarrollo de endurecimiento del mortero colocado.	
<b>HORA:</b>		
<b>CODIGO:</b>		
DATOS	CUMPLE	OBSERVACIONES
El concreto no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, a menos que se empleen métodos de protección.		
Se colocó la protección inmediatamente luego de finalizado su compactación		
Se aseguró que la protección no entre en contacto con la superficie de mortero vaciado.		
El tiempo de protección no será menor de 4 días.		
Se utilizó el método de curado sumergido vertiéndolo a la identificación del inicio de fraguado.		
El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de los 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días.		 CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO ----- Ing Alexis Yampier Manchego Centty INGENIERO DE CALIDAD CIP N° 177737

### PARTE E. VALIDACIÓN

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI [ X ] NO [ ]

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [ X ]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: MACHEGO CENTTY Alexis Yampier

Especialista:      Metodólogo [ ]      Temático [ X ]

Grado:      Ingeniero [ X ]      Maestro [ ]      Doctor [ ]

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 177737

VALIDEZ	PREGUNTAS	PUNTUACIÓN		OBSERVACIONES
		0	1	
Del contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue el fin de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿El número de dimensión es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
Del contenido	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe amigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
Del contenido	12 ¿Los intrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos?		X	
TOTAL			15	

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

CONSORCIO HOSPITAL DEL ALTIPLANO

Ing Alexis Yampier Manchego Centty  
INGENIERO DE CALIDAD  
CIP N° 177737

Firma y Sello

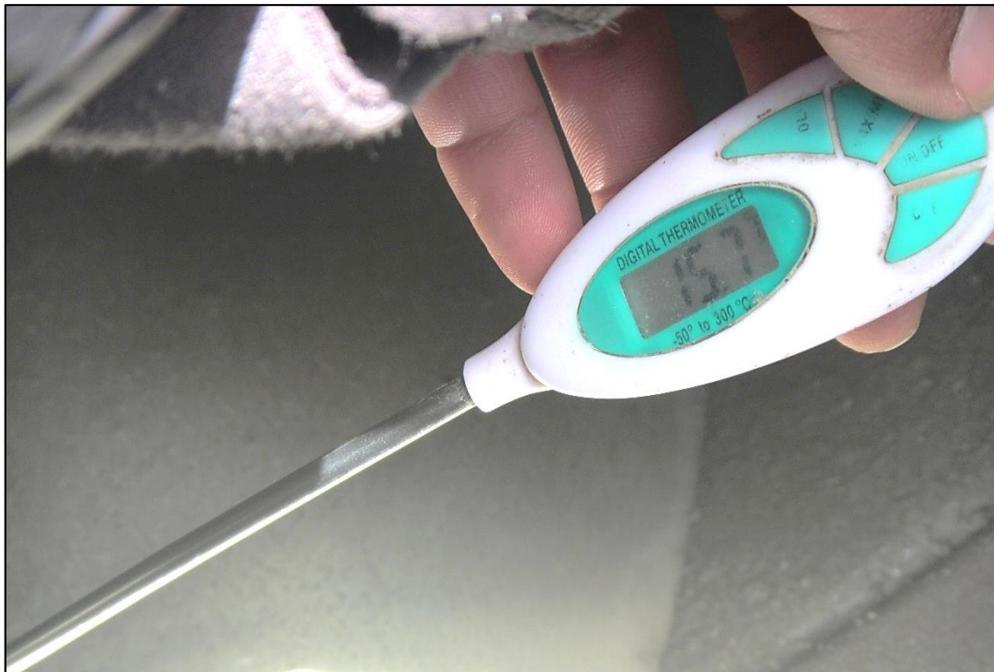
**ANEXO C:**

PANEL FOTOGRÁFICO

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Foto 1** - GC1 medición de la temperatura en el mortero.



**Foto 2** - GC2 medición de la temperatura en el mortero.



**Foto 3** – GE medición de la temperatura en el mortero colocado.



**Foto 4** – Medición de la temperatura ambiente.



**Foto 5 –** *Medición de la temperatura del agua.*



**Foto 6 –** *GC1 medición de la temperatura del agua de mezclado.*



**Foto 7 – CG1 Inspección visual para identificación del inicio de fraguado**



**Foto 8 – GC2 Inspección visual para identificación del inicio de fraguado**



**Foto 9** – GE verificación del fraguado inicial para la colocación del agua de curado



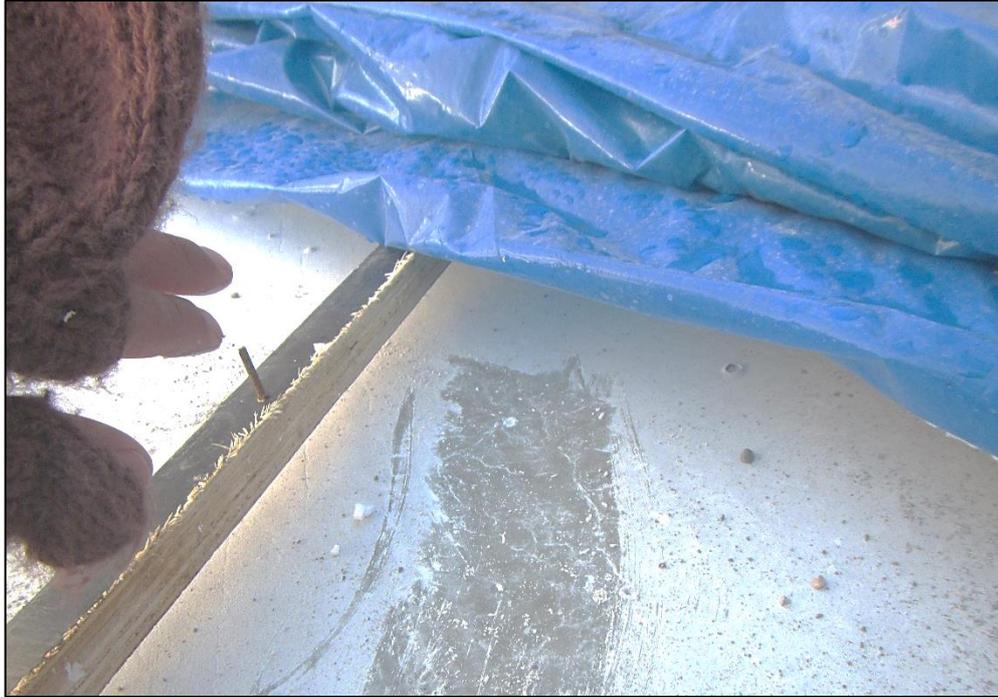
**Foto 10** – GE Vertido indirecto de agua de curado a través de un plástico.



**Foto 11** – GE método de protección y curado.



**Foto 12** – Registro de temperatura del agua de curado



**Foto 13** – GC2 identificación de la no adherencia de la membrana de cuadrado a la superficie vaciada en su estado endurecido.



**Foto 14** – GE retiro de agua de curado para evaluación de fisuras



**Foto 15 - GC identificación de las fisuras.**



**Foto 16 – GC identificación y medición de fisuras en el estado endurecido.**



**Foto 17** – GE presentación del producto cumpliendo las características autonivelantes



**Foto 18** - GE presentación del producto final sin presencia de fisuración

**ANEXO D:**

FICHA TÉCNICA SIKA GROUT - 212



# HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## SikaGrout®-212

MORTERO PREDOSIFICADO PARA ANCLAJES Y NIVELACIÓN DE MÁQUINAS Y ESTRUCTURAS

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikagrout®-212 es una mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos especiales de granulometría controlada, aditivos de avanzada tecnología, exentos de cloruros y componentes metálicos. Es un producto listo para su utilización, bastando sólo adicionarle agua para obtener una mezcla de alta resistencia y fluidez. No presenta retracción una vez aplicado en anclajes o bajo placas de asiento debido al efecto expansor que se produce en la mezcla. La expansión residual que se presenta es de aproximadamente 1%. Sikagrout®-212 se utiliza en aplicaciones en maquinarias y estructuras de alta exigencia en cuanto a resistencia mecánica y fluidez.

### USOS

- Fijación y nivelación de maquinaria pesada.
- Relleno bajo columnas de acero.
- Anclaje de pernos.
- Inyecciones de mortero.
- Rellenos y anclajes en puentes y estructuras prefabricadas.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Altas resistencias mecánicas.
- Resistencia a altas temperaturas según lo indicado en ACI 351.1R-12 "Report on Grouting between Foundation and Bases for Support of Equipment and Machinery"
- Alta capacidad de escurrimiento.
- Sin contracción.
- Exudación y expansión controladas, lo que asegura la adherencia y el traspaso de cargas.
- Material predosificado.
- Rápida puesta en servicio.
- No contiene elementos metálicos ni cloruros.

### CERTIFICADOS / NORMAS

El SikaGrout®-212 cumple con la norma ASTM C-1107 calificando como Grout grado "A".

#### USGBC VALORIZACIÓN LEED

SikaGrout®-212 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 70 g/L (menos agua)

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Cemento, rellenos seleccionados y agregados, aditivos especiales
Empaques	Bolsa de 30 Kg.
Apariencia / Color	Polvo gris
Vida Útil	9 meses

<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe de ser almacenado en su envase original cerrado en un lugar seco y fresco. En estas condiciones tiene una duración de 9 meses en su envase original cerrado.
<b>Densidad</b>	1.89 kg/L (Seco) 2.34 kg/L ± 0.05 (Mezcla) Mezcla de cementos, áridos y aditivos

## INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>24 horas</b>	<b>7 días</b>	<b>28 días</b>
	300 kgf/cm <sup>2</sup>	500 kgf/cm <sup>2</sup>	750 kgf/cm <sup>2</sup>

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

<b>Consumo</b>	Por cada litro de relleno se requiere aproximadamente 2.13 kg. de Sika-grout®-212.
<b>Espesor de Capa</b>	En caso de rellenos bajo placas, en espesores mayores de 5 cm se recomienda mezclar con gravilla de 10 mm de tamaño máximo en proporción de 1 bolsa de SikaGrout®-212 por 10 kg de gravilla. Para espesores mayores a 30 cm, puede utilizarse gravilla de tamaño máximo de 20 mm en proporción de 1 parte en peso de SikaGrout®-212 por 0.50 partes de gravilla (realizar ensayos previos).
<b>Flujo/Fluidez</b>	<b>SEGÚN NORMA ASTM C-230 (26.6°C, 52.2% HR)</b> > 176% <b>MESA FLOW</b> > 28 cm

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### CALIDAD DEL SUSTRATO PRE-TRATAMIENTO

El concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. El concreto debe saturarse con agua, sin que exista agua superficial en el momento de la aplicación. La condición de saturación es especialmente importante cuando se utiliza una consistencia muy fluida. Los metales deben estar exentos de óxidos, grasa, aceite, entre otros. Para vaciar SikaGrout®-212 deben confeccionarse moldes alrededor de la placa base. Los moldes deben ser absolutamente estables y no deben absorber agua de la mezcla. Los moldes deben quedar 5 a 10 cm separados de la placa para permitir el vaciado de SikaGrout®-212. La altura del molde sobre la placa en el lado del vaciado, debe ser de 3 cm o más, según el ancho de la placa.

### MEZCLADO

Sikagrout®-212 debe mezclarse con 3,0 -3,3 litros de agua por bolsa de 30 kg. Agregue inicialmente al equipo de mezclado aproximadamente el 80% del agua de amasado, luego agregue Sikagrout®-212 y por último el resto de agua. El mezclado debe prolongarse durante 4 minutos. Utilice mezcladoras mecánicas o taladro de bajas revoluciones para el mortero y el concreto. Se puede obtener una consistencia plástica o seca, agregando una cantidad de agua menor a la indicada.

### APLICACIÓN

Sikagrout®-212 se debe vaciar por un lado de la placa, hasta que escurra hacia el lado opuesto. Para ayudar al

vaciado se pueden utilizar cables de acero o vibradores de inmersión. La mezcla debe colocarse en forma continua, asegurándose de preparar la cantidad suficiente para cada aplicación.

### TRATAMIENTO DE CURADO

Una vez finalizada la colocación, el mortero Sikagrout®- 212 debe cubrirse con membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos durante un mínimo de 3 días.

### 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. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. 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).

