

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL FRAGUADO DEL  
GROUT EN ZONAS DE CLIMAS FRIOS”**

**TESIS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

**INGENIERO CIVIL**

**TESISTA:**

Bach. CORREA FIDEL, Florence

**ASESOR:**

Mg. FERNÁNDEZ MANTILLA, Jenisse

**NUEVO CHIMBOTE- PERÚ**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**TÍTULO**

**“ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL FRAGUADO DEL  
GROUT EN ZONAS DE CLIMAS FRIOS”**

**Proyecto de Trabajo de Investigación para optar el Título de Ingeniero  
Civil**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

---

**Mg. Jenisse Fernández Mantilla**

**Asesor**

**NUEVO CHIMBOTE- PERÚ**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

**TÍTULO**

**“ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL FRAGUADO DEL  
GROUT EN ZONAS DE CLIMAS FRIOS”**

**Proyecto de Trabajo de Investigación para optar el Título de Ingeniero de Civil**

**REVISADO Y APROBADO POR EL JURADO EVALUADOR:**

---

**Ms. Abner León Bobadilla**

**Presidente**

---

**Mg. Jenisse Fernández Mantilla**

**Secretaria**

---

**Ms. Luz Álvarez Asto**

**Integrante**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2017**



## Dedicatoria

*Dedico a todas las personas luchadoras que nunca perdieron la esperanza y deseo de superación y en especial a aquellas personas que piensan que todos sus sueños están perdidos porque quizás la vida no les dio una oportunidad de crecimiento; ya que a través de esto, quisiera evidenciar que por más obstáculos y barreras que haya en la vida uno con decisión, voluntad, fuerza, honestidad, perseverancia y fe podrá superar cualquier obstáculo que impida el logro de nuestros sueños.*

*Florence*



## **Agradecimiento**

A dios por darme las fuerzas necesarias para salir adelante.

A mi familia, en especial a mi madre y mi hija que son el mayor motivo por el cual luchar en la vida.

A Junior D., por haberme brindado su apoyo incondicional y estar conmigo en los momentos más difíciles y buenos en mí vida.

A cada uno de mis profesores de la universidad y del colegio, pues me brindaron lo mejor de sí, muchos de ellos, brindándome sus sabios consejos y su apoyo incondicional para los momentos difíciles que me toco atravesar en mi vida personal y en mi época universitaria.

Agradezco humildemente todos los esfuerzos que realizaron en los momentos más difíciles y más felices a lo largo de mi carrera; la cual, constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir; con admiración, respeto y la promesa de seguir siempre adelante y sabiendo que no existirá una forma de agradecer toda una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo, hoy finalizo una etapa más en mi vida.

Por esto y más... ¡Gracias!



## **Presentación**

### **Señores miembros del jurado:**

En cumplimiento a lo dispuesto por el reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, ponemos a vuestra consideración el siguiente informe de investigación titulado:

### **“ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL FRAGUADO DEL GROUT EN ZONAS DE CLIMAS FRIOS”**

Con la finalidad de optar el Título de Ingeniero Civil.

Esperando que la presente cumpla con los criterios evaluativos y de esta manera obtenga su aprobación.

Nuevo Chimbote, Diciembre 2017



## Resumen

El presente tema tiene por finalidad proponer **alternativas de solución para el fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos**, el mismo que comprende la creación y selección de microclimas empleando reflectores, calefactores y geotextiles; las dos primeras alternativas permite modificar las temperaturas (aumentarlas) con la finalidad de evitar problemas de fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos y la última solo se trabaja manteniendo la temperatura generada por el propio calor de hidratación del grout cementicio; todo ello sin omitir los cuidados que se deben de dar durante el almacenamiento, elaboración, vaciado e inclusive el curado; Ya que es de suma importancia los cuidados que se deben tener en cuenta con este tipo de concreto especiales. Como sustento del estudio en mención se determinó los problemas de fraguado del grout en climas fríos, traducidos en resistencias muy por debajo de lo planificado, así como presencia de fisuras y finalmente dando como resultado en una mala calidad estructural y un deficiente campo de acción del material. En consiguiente, el tema será enfocado para cualquier clase de obra; ahora también debe entenderse que para que se realice las reacciones químicas y físicas respectivas en un clima frio, se debe llevar las temperaturas bajas al rango de temperatura que me permita que el producto (sikagrout 212) reaccione químicamente; de preferencia se recomienda que la temperatura del entorno (microclima) en el momento del vaciado se encuentre entre un rango 16° a 20°C, con el único propósito de lograr la resistencia a la compresión de diseño planificada , así como también garantizar la durabilidad, calidad y el acabado del mismo, en tal sentido las condiciones climáticas ( temperatura), juega un papel muy crucial en el proceso químico y físico del grout. Ahora, bajo qué condiciones se entiende que un concreto especial (grout cementicio) se está elaborando, transportando, almacenando, preparando,



colocando y curando en zonas cuyas temperaturas son inferiores a lo establecidos como condiciones normales; por ello es necesario indicar que si se adecua la temperatura se solucionara el problema del fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos; para ello es necesario mencionar las definiciones de climas fríos, para esto nos remitiremos al reglamento Nacional de edificaciones E060 Concreto Armado, Capitulo 5, articulo 5.12 Requisitos para clima Frio; lo cual considera como clima frio “a aquel en que, en cualquier momento del vaciado, la temperatura de ambiente pueda estar por debajo de 5°C”. En consiguiente, ACI306R-88 concreto en clima frio, define clima frio “como un periodo donde, por más de 3 días consecutivos las siguientes condiciones existan: 1) la temperatura promedio diaria del aire es menor de 40°F ( 5° C ) y 2) La temperatura del aire no es mayor de 50°F (10°C) en más de la mitad de un periodo de 24 hr”. Por consiguiente, se plantearán dos posibles escenarios que nos servirán como base de referencia para el desarrollo de esta tesis, siendo primero de ellos, la ciudad de Huaraz, cuyos datos estadísticos de temperaturas abarcar desde 2.3°C hasta 23.9°C registrados como temperatura máxima. y el otro escenario ubicado en la ciudad de Cerro de Pasco, cuando la temperatura se encuentra desde -5.9 °C hasta los 11.7°C registrado como temperatura máxima, En ambos casos se consideró presencia de lluvias, haciendo el escenario más desfavorable para el grout. Sin perjuicio de lo anterior, en cada una de las ciudades, se construyó 3 microclimas con diferentes características; en el interior de los microclimas se construyó pedestales de concreto, así mismo se realizó la preparación, colocación, fraguado y curado de grout cementicio; la finalidad de la construcción del microclima es mantener la temperatura del grout de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto desde el momento en que se almacena el producto, durante el proceso de preparación como en el vaciado y curado del grout. Por último, de la mezcla de grout utilizada en los pedestales, se extrajo especímenes para la realización del ensayo





de resistencia a la compresión. Posteriormente los resultados obtenidos mediante los métodos de modificación de temperaturas (microclimas) fueron procesados y brindaron como resultado que el microclima MC1, cuya fuente alimentación de calor es a través de los reflectores, para ambos escenarios tiene un mejor comportamiento y es más eficiente a comparación de los otros dos microclimas propuestos; todo ello es una prueba de que la construcción de microclimas son alternativas eficientes que permiten mantener la temperatura necesaria para que el grout pueda reaccionar químicamente y de esta manera llegar a la resistencia planificada y garantizar el producto final en su calidad estructural, durabilidad, resistencia y acabado en condiciones especiales de temperaturas.



### **Abstract**

The purpose of this issue is to propose alternative solutions for the setting of cement grout in cold climates, which includes the creation and selection of microclimates using reflectors, heaters and geotextiles; The first two alternatives allow to modify the temperatures (increase them) in order to avoid problems of cement grout setting in cold climate zones and the last one only works keeping the temperature generated by the hydration heat of the cement grout; all this without omitting the care that must be given during storage, processing, emptying and even curing; Since it is of utmost importance the care that must be taken into account with this type of special concrete. As a support of the study in question, the problems of grout setting in cold climates were determined, translated into resistances well below the planned, as well as the presence of cracks and finally resulting in a poor structural quality and a poor field of action of the material. Consequently, the subject will be focused for any kind of work; now it must also be understood that for the respective chemical and physical reactions to take place in a cold climate, low temperatures must be brought to the temperature range that allows the product (sikagrout 212) to react chemically; preferably it is recommended that the temperature of the environment (microclimate) at the time of emptying is between a range of 16 ° to 20 ° C, with the sole purpose of achieving the compressive strength of planned design, as well as ensuring durability , quality and the finish of it, in this sense the climatic conditions (temperature), plays a very crucial role in the chemical and physical process of grout. Now, under what conditions it is understood that a special concrete (cement grout) is being elaborated, transporting, storing, preparing, placing and curing in areas whose temperatures are lower than what is established as normal conditions; for this reason it is necessary to indicate that if the temperature is adjusted, the problem of the



cement grout setting in cold climate zones will be solved; For this it is necessary to mention the definitions of cold climates, for this we will refer to the National Regulation of buildings E060 Armed Concrete, Chapter 5, article 5.12 Requirements for cold climate; which considers as cold climate "the one in which, at any moment of the emptying, the ambient temperature can be below 5 ° C". Consequently, ACI306R-88 concrete in cold climate, defines cold climate "as a period where, for more than 3 consecutive days, the following conditions exist: 1) the average daily air temperature is less than 40 ° F (5 ° C) and 2) The air temperature is not higher than 50 ° F (10 ° C) ) in more than half of a 24 hr period. " Therefore, two possible scenarios will be proposed that will serve as a reference base for the development of this thesis, being first of them, the city of Huaraz, whose statistical data of temperatures range from 2.3 ° C to 23.9 ° C recorded as maximum temperature . and the other scenario located in the city of Cerro de Pasco, when the temperature is from -5.9 ° C to 11.7 ° C registered as maximum temperature. In both cases it was considered the presence of rain, making the scenario more unfavorable for the grout . Notwithstanding the foregoing, in each of the cities, 3 microclimates with different characteristics were built; In the interior of the microclimates concrete pedestals were built, as well as the preparation, placement, setting and curing of cement grout; The purpose of the construction of the microclimate is to maintain the temperature of the grout according to the technical specifications of the product from the moment in which the product is stored, during the preparation process as in the emptying and curing of the grout. Lastly, from the grout mixture used in the pedestals, specimens were extracted for the performance of the compression resistance test. Subsequently, the results obtained by means of temperature modification methods (microclimates) were processed and resulted in the microclimate MC1, whose source of heat supply is through the reflectors, for both scenarios has a better performance and is



more efficient compared of the other two proposed microclimates; all this is proof that the construction of microclimates are efficient alternatives that allow maintaining the necessary temperature so that the grout can react chemically and in this way reach the planned resistance and guarantee the final product in its structural quality, durability, resistance and finished in special conditions of temperatures.



## Índice de Contenido

<b>Dedicatoria .....</b>	<b>i</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>ii</b>
<b>Presentación .....</b>	<b>iii</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>iv</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de Contenido.....</b>	<b>x</b>
<b>Índice de Ilustraciones.....</b>	<b>xvi</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>xxii</b>
<b>Capítulo 1.....</b>	<b>1</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>3</b>
<b>Aspectos Generales .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Aspectos Informativos.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. Título.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2. Tipo de investigación. ....</b>	<b>3</b>
2.1.2.1. Según objeto de estudio .....	3
2.1.2.2. Según tiempo en que se ejecutan: .....	3
2.1.2.3. Según la naturaleza de información que se recoge para resolver el problema: .....	3
2.1.2.4. Según la extensión del estudio: .....	3
<b>2.1.3. Ubicación. ....</b>	<b>3</b>



---

2.1.3.1. Localidad 1. ....	3
2.1.3.2. Localidad 2. ....	3
<b>2.2. Plan del proyecto de trabajo de investigación .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1. Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.2. Planteamiento del problema. ....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.3. Justificación del problema. ....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.4. Importancia.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.5. Objetivos.....</b>	<b>8</b>
2.2.5.1 Objetivo General.....	8
2.2.5.2 Objetivos Específicos. ....	8
<b>2.2.6. Hipótesis.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.7. Variables.....</b>	<b>9</b>
2.2.7.1 Variable dependiente. ....	9
2.2.7.2 Variable independiente. ....	9
<b>2.2.8. Diseño de estudio.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. Estrategia de trabajo .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1. Métodos de estudio. ....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.2. Población muestral .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.3. Técnicas e instrumentación de recolección de datos. ....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.4. Técnicas de procesamiento de datos, interpretación y análisis de resultados.....</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo 3.....</b>	<b>12</b>



---

<b>Marco teórico .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Definición de clima frio .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Referencia a la norma .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3. Características generales del clima a nivel mundial .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4. Características generales del clima en el Perú.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.1. Tipos de clima en el Perú. ....</b>	<b>21</b>
<b>3.4.2. Condiciones climáticas en Huaraz. ....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.3. Condiciones climáticas en Cerro de Pasco. ....</b>	<b>25</b>
<b>3.5. Construcción en el Perú en zonas de climas fríos.....</b>	<b>25</b>
<b>3.6. Grout.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.1. Definición.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.2. Tipos.....</b>	<b>28</b>
<b>3.7. Grout cementicio .....</b>	<b>29</b>
<b>3.7.1. Definición.....</b>	<b>29</b>
<b>3.7.2. Requisitos básicos del grout cementicio.....</b>	<b>29</b>
<b>3.7.3. Campos de aplicación. ....</b>	<b>30</b>
<b>3.7.4. Características y ventajas. ....</b>	<b>31</b>
<b>3.7.5. Almacenamiento de los materiales. ....</b>	<b>32</b>
<b>3.7.6. Preparación de la mezcla. ....</b>	<b>33</b>
<b>3.7.7. Transporte de la mezcla. ....</b>	<b>36</b>
<b>3.7.8. Colocación de la mezcla.....</b>	<b>36</b>
<b>3.7.8.1. Protección y cuidado antes de la colocación. ....</b>	<b>36</b>



---

3.7.8.2. Cerramientos utilizados como alternativas de protección en climas fríos.....	43
3.7.8.3. Sistemas de generación de calor (Uso de calentadores).....	45
3.7.8.4. Colocación en tiempo frío. ....	46
<b>3.7.9. Protección después de la colocación de la mezcla. ....</b>	<b>51</b>
<b>3.7.10. Curado. ....</b>	<b>52</b>
3.7.10.1 Generalidades. ....	52
3.7.10.2. Periodo de curado. ....	53
3.7.10.3. Método de curado. ....	54
3.7.10.4. Protecciones y precauciones durante el periodo de curado. ....	56
<b>3.7.11. Encofrado y desencofrado.....</b>	<b>56</b>
3.7.11.1. Encofrado.....	56
3.7.11.2. Desencofrado. ....	57
<b>3.7.12. Resistencia de diseño. ....</b>	<b>58</b>
<b>3.7.13. Control de calidad.....</b>	<b>58</b>
<b>3.8. Problemas en el fraguado del grout en temperaturas bajas.....</b>	<b>60</b>
<b>3.8.1. Aspectos generales (Fisuración). ....</b>	<b>60</b>
<b>Capítulo 4.....</b>	<b>68</b>
<b>4. Microclimas .....</b>	<b>68</b>
4.1. Definición .....	68
4.2. Materiales, equipos y herramientas .....	68
4.2.1. Materiales. ....	68





---

<b>4.2.2. Herramientas y Equipos.....</b>	<b>71</b>
<b>4.3. Microclimas como alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de climas fríos.....</b>	<b>76</b>
<b>4.3.1. Microclima 1 (MC1-Reflector) .....</b>	<b>76</b>
<b>4.3.2. Microclima 2 (MC2-Calefactor) .....</b>	<b>80</b>
<b>4.3.3. Microclima 3 (MC3-Geotextil) .....</b>	<b>85</b>
<b>Capítulo 5.....</b>	<b>89</b>
<b>Resultado y Discusión.....</b>	<b>89</b>
<b>5.1 Resultado .....</b>	<b>89</b>
<b>5.1.1. Huaraz- Microclima “MC1- Reflector” .....</b>	<b>90</b>
<b>5.1.2. Huaraz- Microclima “MC2- Calefactor” .....</b>	<b>91</b>
<b>5.1.3. Huaraz- Microclima “MC3- Geotextil” .....</b>	<b>92</b>
<b>5.1.4. Huaraz- Sin microclima “MC0- Sin Microclima” .....</b>	<b>93</b>
<b>5.1.5. Cerro de Pasco- Microclima “MC1- Reflector” .....</b>	<b>95</b>
<b>5.1.6. Cerro de Pasco-Microclima “MC2- Calefactor” .....</b>	<b>96</b>
<b>5.1.7. Cerro de Pasco- Microclima “MC3- Geotextil” .....</b>	<b>97</b>
<b>5.1.8. Cerro de Pasco- Sin microclima “MC0- Sin Microclima” .....</b>	<b>98</b>
<b>5.2. Discusión.....</b>	<b>99</b>
<b>Capítulo 6.....</b>	<b>104</b>
<b>Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>104</b>
<b>6.1. Conclusiones.....</b>	<b>104</b>
<b>6.2. Recomendaciones.....</b>	<b>105</b>



---

<b>Capítulo 7.....</b>	<b>106</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>106</b>
<b>Capítulo 8.....</b>	<b>108</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>108</b>
<b>8.1. Panel fotográfico.....</b>	<b>108</b>
<b>8.2. Ensayos de laboratorio.....</b>	<b>115</b>
<b>8.3. Ficha técnica del sikagrout 212 .....</b>	<b>130</b>
<b>8.4. Observaciones Sikagrout 212 VS ASTM C-1107 .....</b>	<b>133</b>
<b>8.5. Certificados de calibración de equipos .....</b>	<b>134</b>



## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Clasificación climática mundial según Köppen (Köppen Climate Classification) .....	13
Ilustración 2 Las ocho regiones Naturales del Perú ( tesis del geógrafo peruano Javier Pulgar Vidal) .....	20
Ilustración 3 Distribución temporal de la temperaturas y precipitación ( SENAMHI). .....	24
Ilustración 4 Distribución temporal de las temperaturas y precipitación (SENAMHI) .....	25
Ilustración 5 Grouting para anclaje y nivelación de estructuras metálicas (Revista Sika al día, edición 10). .....	28
Ilustración 6 Grouting en placas (Revista Sika al día, edición 10) .....	30
Ilustración 7 Mezcla de grout cementicio (Obra) .....	36
Ilustración 8 Protección del viento y del sol (Procedimeinto Tecnico de Obra, Sikagrout 212).....	37
Ilustración 9 Método de preparación de la superficie: Por proyección (Obra) .....	39
Ilustración 10 Método de preparación de la superficie: Por impacto (Obra).....	40
Ilustración 11 Método de preparación de la superficie: Por impacto (Obra).....	40
Ilustración 12 Protección del acero (Obra) .....	41
Ilustración 13 Limpieza del sustrato (Obra).....	41
Ilustración 14 Cerramiento - Obra .....	44
Ilustración 15 Groueteado (Revista Sika al día.) .....	48



---

Ilustración 16	Groueteado-aplicación (Revista Sika al Día).....	48
Ilustración 17	Groueteado-aplicación (Revista Sika al Dia ).....	48
Ilustración 18	Groueteado-aplicación (Obra) .....	49
Ilustración 19	Anclaje y nivelación de estructura de hormigón mediante gROUT cementicio. (Revista Sika al dia).....	49
Ilustración 20	Grouting-Terminación de la superficie (Obra) .....	50
Ilustración 21	Grouting-Terminación de la superficie (Obra) .....	51
Ilustración 22	Microclima (obra) .....	52
Ilustración 23	Registro visual de lesiones en el gROUT (Obra).....	64
Ilustración 24	Registro visual de lesiones en el gROUT (obra).....	65
Ilustración 25	Registro visual de lesiones en el gROUT (Obra). .....	66
Ilustración 26	Registro visual de lesiones en el gROUT (obra).....	66
Ilustración 27	Material expuesto, no almacenado correctamente (obra) .....	67
Ilustración 28	Material expuesto, no almacenado correctamente (obra) .....	67
Ilustración 29	SikagROUT 212 .....	68
Ilustración 30	Encofrado (procedimiento constructivo del tesista).....	69
Ilustración 31	Carpa de lona (procedimiento constructivo del tesista).....	69
Ilustración 32	Trapo industrial.....	70
Ilustración 33	Geotextil (Procedimiento constructivo del tesista).....	70
Ilustración 34	Taladro de bajas revoluciones (Procedimiento constructivo del tesista) .....	71
Ilustración 35	Moldes de material no absorbente de 5cm x 5cm (Procedimiento constructivo del tesista).....	71
Ilustración 36	Reflectores de 500 W (procedimiento constructivo del tesista). .....	72
Ilustración 37	Calefactor (procedimiento constructivo del tesista).....	72



---

Ilustración 38 Baldes, batea (procedimiento constructivo del tesista).....	73
Ilustración 39 Jarra (procedimiento constructivo del tesista). .....	73
Ilustración 40 Termómetro digital con bulbo (procedimiento constructivo del tesista). .....	74
Ilustración 41 Calentador de pecera (procedimiento constructivo del tesista). .....	74
Ilustración 42 Termómetro laser (procedimiento constructivo del tesista).....	75
Ilustración 43 Hervidor (procedimiento constructivo del tesista).....	75
Ilustración 44 Dimensiones de las carpas de lona (procedimiento constructivo del tesista). .....	76
Ilustración 45 Microclima MC1-Reflectores (procedimiento constructivo del tesista). .....	76
Ilustración 46 Detalle del pedestal de concreto (procedimiento constructivo del tesista). .....	77
Ilustración 47 Proceso de batido de la mezcla (procedimiento constructivo del tesista). .....	78
Ilustración 48 Temperatura de la mezcla (procedimiento constructivo del tesista). 78	
Ilustración 49 Curado de probetas de grout cementicio (procedimiento constructivo del tesista).....	79
Ilustración 50 Vista en planta y elevación de la carpa de lona (MC2-Calefactor). Procedimiento constructivo del tesista.....	80
Ilustración 51 Microclimas (Cerro de Pasco). Procedimiento constructivo del tesista. .....	80
Ilustración 52 Microclimas-Calefactor (Procedimiento constructivo del tesista)....	81
Ilustración 53 Microclimas (MC2)- Control de temperatura. (Procedimiento constructivo del tesista).....	81



---

Ilustración 54	Detalle del pedestal de concreto (MC2-Calefactor).	
	Procedimiento constructivo del tesista.....	82
Ilustración 55	Proceso de mezclado (MC2-Calefactor). Procedimiento constructivo del tesista.....	83
Ilustración 56	Curado de muestras de grout cementicio (MC2-Calefactor)- Control de temperatura. (Procedimiento constructivo del tesista).....	84
Ilustración 57	Detalle del microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista).....	85
Ilustración 58	Microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista). .....	85
Ilustración 59	Detalle del pedestal del Microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista).....	86
Ilustración 60	Carpa de lona del microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista).....	86
Ilustración 61	Curado de probetas del microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista).....	88
Ilustración 62	Carpas de lona (Microclimas en Huaraz).....	89
Ilustración 63	Comparativo de los resultados del microclima (MC1-Reflector) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz .....	90
Ilustración 64	Comparativo de los resultados del microclima (MC2-Calefactor) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz .....	91
Ilustración 65	Comparativo de los resultados del microclima (MC3-Geotextil) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz .....	92



---

Ilustración 66 Comparativo de los resultados de la muestra en la que no se realizó microclimas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz .....	93
Ilustración 67 Carpas de lona ( Microclimas en Cerro de Pasco).....	94
Ilustración 68 Comparativo de los resultados del microclima (MC1-Reflector) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco .....	95
Ilustración 69 Comparativo de los resultados del microclima (MC2-Calefactor) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco .....	96
Ilustración 70 Comparativo de los resultados del microclima (MC3-Geotextil) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco.....	97
Ilustración 71 Comparativo de los resultados de la muestra en la que no se realizó microclimas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Cerro de Pasco.....	98
Ilustración 72 Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestras obtenidas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz.....	99
Ilustración 73 Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestra MC0-Sin microclima VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz.....	100
Ilustración 74 Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestras obtenidas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco.....	101
Ilustración 75 Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestra MC2-Calefactor VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz.....	102



---

Ilustración 76 Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestra MC0-Sin microclima VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz.....	103
Ilustración 77 Microclimas – Huaraz.....	108
Ilustración 78 Microclimas – Huaraz.....	108
Ilustración 79 Temperatura del microclima.....	109
Ilustración 80 Temperatra Externa- Huaraz.....	109
Ilustración 81 Encofrado del Microclima Huaraz.....	110
Ilustración 82 Amado de la carpa de lona - Estructura de madera.....	110
Ilustración 83 Temperatura del microclima - Cerro de Pasco.....	111
Ilustración 84 Temperatura externa - Cerro de Pasco.....	111
Ilustración 85 Temperatura interna del microclima.....	112
Ilustración 86 Colocación del grout cementicio- Cerro de Pasco.....	112
Ilustración 87 Microclima MC03- Geotextil.....	113
Ilustración 88 Microclima MC02- Calefactor (Cerro de Pasco).....	113
Ilustración 89 Ensayos de resistencia a la compresión.....	114





## Índice de tablas

Tabla 1 Población muestral.....	10
Tabla 2 Clasificación climática en grupos según Köppen .....	14
Tabla 3 Clasificación climática en subgrupos según Köppen.....	15
Tabla 4 Abreviaturas para describir el régimen térmico según Köppen.....	15
Tabla 5 Tipos de clima según Köppen.....	16
Tabla 6 Temperaturas de los elementos que intervienen en la etapa de grouteado ...	47
Tabla 7.....	58
Tabla 8 Dimensiones de los moldes.....	58
Tabla 9 Tolerancias permisibles de acuerdo a cada edad de ensayo de laboratorio ..	60
Tabla 10 Comparativo de los resultados del microclima (MC1-Reflector) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz .....	90
Tabla 11 Comparativo de los resultados del microclima (MC2-Calefactor) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz .....	91
Tabla 12 Comparativo de los resultados del microclima (MC3-Geotextil) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz .....	92
Tabla 13 Comparativo de los resultados de la muestra en la que no se realizó microclimas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz .....	93
Tabla 14 Comparativo de los resultados del microclima (MC1-Reflector) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco .....	95
Tabla 15 Comparativo de los resultados del microclima (MC2-Calefactor) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco .....	96



---

Tabla 16 Comparativo de los resultados del microclima (MC3-Geotextil) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco..	97
Tabla 17 Comparativo de los resultados de la muestra en la que no se realizó microclimas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Cerro de Pasco.....	98
Tabla 18 Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestras obtenidas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz. .....	99
Tabla 19 Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestras obtenidas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco. ....	101
Tabla 20 Sikagrout 212 VS ASTM C -1107.....	133



## **Capítulo 1**

### **Introducción**

El presente proyecto, se centra principalmente en proponer alternativas de solución para el fraguado del grout cementicio bajo condiciones extremas, vale decir en climas fríos.

La importancia de este proyecto es demostrar que ejerciendo un control en las temperaturas a través de la creación de micro climas se puede mantener las temperaturas requeridas para el buen desarrollo de los procesos químicos y físicos del grout cementicio.

La investigación realizada se divide en ocho capítulos, los mismos que se describen brevemente a continuación:

En el primer capítulo, se realiza una introducción a la tesis, para lo cual se dará una breve presentación al proyecto y a sus antecedentes.

Luego, en el segundo capítulo se describirán los aspectos generales del proyecto, básicamente los aspectos informativos, el plan de trabajo de investigación y finalmente la estrategia de trabajo.

En el tercer capítulo, se desarrolla el marco teórico concerniente a la definición de clima frío, características generales de clima frío en el Perú, definición y conceptos generales de grout cementicio, construcción en el Perú en zonas de climas fríos, definición de micro climas y referencia a la norma. Luego, en el cuarto capítulo, se presenta la descripción completa de los tres microclimas empleados tanto en Huaraz como en Cerro de Pasco.

En el quinto capítulo, se realizó una breve comparación de los resultados obtenidos de los tres microclimas propuestos para el fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos, los mismos que fueron realizados en las dos



áreas de estudio (Huaraz y Cerro de Pasco), para ello se tomaron muestras, se documentó y se comprobó mediante ensayos, la resistencia a la compresión del grout cementicio; así mismo, se compara las ventajas y desventajas entre los micro climas propuestos. Luego, en el sexto capítulo se brindarán las respectivas conclusiones y recomendaciones obtenidas del trabajo de investigación.

En el séptimo capítulo, se presentarán las referencias bibliográficas usadas en el desarrollo del proyecto; y por último, en el octavo capítulo se plasmaran los anexos, los mismos que presentaran los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión obtenidos en las dos áreas de estudios; por consiguiente, se visualizaran fotos del proceso constructivo de los distintos micro climas usados en ambos escenarios.



## Capítulo 2

### Aspectos Generales

#### 2.1. Aspectos Informativos

##### 2.1.1. Título.

“Alternativas de solución para el Fraguado del Grout en zonas de climas fríos”

##### 2.1.2. Tipo de investigación.

*2.1.2.1. Según objeto de estudio:* Aplicativa

*2.1.2.2. Según tiempo en que se ejecutan:* Diacrónica

*2.1.2.3. Según la naturaleza de información que se recoge para resolver el problema:* Cuantitativa.

*2.1.2.4. Según la extensión del estudio:* Investigación de campo.

##### 2.1.3. Ubicación.

a) Localidades donde está ubicado El Proyecto:

###### *2.1.3.1. Localidad 1.*

Distrito: Independencia

Provincia: Huaraz

Departamento: Ancash

###### *2.1.3.2. Localidad 2.*

Distrito: Chaupimarca

Provincia: Pasco

Departamento: Pasco



## 2.2. Plan del proyecto de trabajo de investigación

### 2.2.1. Antecedentes.

**Association, N. R. M. C. (1998).** CIP 27 - Vaciados (Colados) en clima frio. *Nrmca*, 1–2., señala lo siguiente: “Una baja de temperatura del concreto tiene un efecto mayor en el ritmo de hidratación del cemento, lo que da como resultado un tiempo de fraguado y una tasa de ganancia de resistencia más lenta. Una regla práctica es que una caída de temperatura del concreto de 20°F (10°C) aproximadamente duplicara el tiempo de fraguado...”

Así mismo, **Association, N. R. M. C. (1998).** CIP 27 - Vaciados (Colados) en clima frio. *Nrmca*, 1–2., señala lo siguiente: “El concreto está saturado de agua y debe estar protegido de los ciclos de congelamiento y deshielo hasta que se alcance una resistencia a la compresión mínima de 3500 libras por pulgada cuadrada...”

**American Concrete Institute. (2017).** 306R-10 Guide to Cold Weather Concreting. Brinda consideraciones a tener en cuenta para hormigonado en tiempo frio.

**Association, N. R. M. C.(2000).** CIP 9 – Baja resistencia en los cilindros de pruebas de concreto. *Nrmca*, 1–2, señala lo siguiente: “Algunos de los factores más significativos son las superficies terminadas inapropiadamente, un curado inicial por encima de los 80°F (27°C); probetas congeladas; estancia de días extra...”

Todas estas publicaciones, investigaciones y normas tienen un objetivo en común el cual se centra principalmente en solucionar el problema de fraguado del concreto en zonas donde las temperaturas son bajas; todo ello permite justificar la toma de precauciones especiales cuando se almacena, prepara, coloca, se da el acabado, se cura y se protege el concreto contra los efectos del clima frio. Partiendo de que las condiciones pueden cambiar rápidamente en los meses invernales (heladas), las buenas practicas del concreto y el planteamiento apropiado son aspectos críticos en la construcción, la cual no escapa a



la realidad de nuestro país, Ya que el Perú al ser un país con contraste de relieve y poseer distintos climas , hacen que el control de la temperatura durante los procesos de construcción sea un tema primordiales en el desarrollo de grandes proyectos de infraestructura industrial y minera las cuales en su mayoría se ubican en los andes peruanos.

De lo mencionado anteriormente y teniendo en cuenta que el grout cementicio al ser una mezcla de material cementante y agua con o sin agregados, dosificada para obtener una consistencia que permita su colocación sin que se produzca la segregación de los constituyentes. El clima frío puede llegar a causar problemas en el almacenamiento, mezclado, vaciado, y curado, teniendo un efecto adverso a los resultados esperados no solo en la resistencia de diseño, en la calidad estructural, en el acabado sino también en la vida de servicio de las estructuras.

### **2.2.2. Planteamiento del problema.**

El fraguado del grout en zonas de climas fríos es un problema que afecta a la resistencia, durabilidad, acabado y la calidad de la estructura ya que cuando la temperatura ambiental está por debajo de los valores críticos requeridos, el grout empieza a reaccionar químicamente de manera anormal, disminuyendo la actividad o la reacción química necesarias para su adecuado proceso de endurecimiento trayendo como impactos no solo en bajas resistencias y calidad final de la estructura sino también en costos considerables y puesta en servicio de los elementos estructurales en donde han sido aplicados, y ello se hace evidente cuando se logra obtener resultados no deseados en el producto final; hechos por los cuales nos induce a tener muy en cuenta que es necesario tener especial cuidado con la temperatura tanto en su almacenamiento, como en la preparación, la colocación y el curado de los mismos; por lo que es indispensable proponer alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de climas frío a



través de la creación de microclimas que permitan eliminar los efectos de una baja temperatura sobre la fragua del grout y el agua de amasado inclusive antes, durante y después de la preparación, colocación y curado del grout cementicio.

Ante esta realidad, se plantea la siguiente interrogante:

¿Si se adecua la temperatura en zonas de climas fríos se soluciona el problema del fraguado del grout cementicio?

### **2.2.3. Justificación del problema.**

El fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos es un problema que aqueja básicamente a las propiedades que esta posee; traduciéndose en bajas resistencia a la compresión muy por debajo de lo planificado, fisuramientos de la estructura y una inadecuada calidad final del elemento grouteado; El grout cementicio es muy utilizado en el sector minero por la adquisición de altas resistencias a temprana edad y la rápida puesta en servicio de la estructura grouteada; aunque existen diversas formas de uso; en el sector minero se usa básicamente como puente de adherencia entre una fundación de concreto y una estructura metálica y/o equipos mecánicos. Teniendo como consideración que el Perú al ser el segundo productor de plata y cobre a nivel mundial. Asimismo, es uno de los primeros productores de oro, zinc, estaño, plomo y molibdeno en América Latina. La Cordillera de los Andes es la columna vertebral de Perú y la principal fuente de depósitos minerales del mundo. El Perú tiene un importante potencial geológico. Es el tercer país en el mundo en reservas de oro, plata, cobre y zinc (US Geological Survey - USGS \_gures). El número y área de proyectos de prospección minera se incrementa cada año, es por ello que la Bolsa de Valores de Lima (BVL) ha creado un segmento de Riesgo de Capital o de Cartera de Proyectos donde cotizan alrededor de 12 mineras junior y 39 empresas de la gran minería peruana. Además, los insumos y servicios que la industria





minera necesita tienen amplia disponibilidad en el mercado local, haciendo del Perú un lugar privilegiado para la minería en América del Sur.

En la actualidad, en el Perú existen diversos proyectos mineros en construcción, y como principal material utilizado en la construcción minera es el cemento y grout.

El uso del Grout es necesario, a diferencia del cemento, debido a las propiedades de trabajabilidad que posee, además de desarrollar alta resistencia al endurecer; es por esto que es ideal para ser colocado bajo estructuras (Anclaje de pernos, trabajos de nivelación) y maquinarias (Nivelación de equipos, máquinas de fuerte vibración e impactos), siendo indispensable su uso en el sector industrial y minero; por lo tanto investigar el tema propuesto es imprescindible para el desarrollo del sector.

Según el ACI-306R ("Cold Weather Concreting") se considera clima frío si la temperatura ambiental media por más de 3 días consecutivos es menor de 5°C. En el caso de las normas Peruanas y otras sudamericanas consideran clima frío a aquel en que, en cualquier época del año la temperatura ambiente puede estar por debajo de 5 °C. Es en las zonas pertenecientes a la sierra del país las que presentan estas condiciones.

Es evidente que las bajas temperaturas, propias de las zonas con climas fríos, dificultan el proceso de almacenamiento, mezclado, vaciado, fraguado y curado del Grout cementicio, afectando sus propiedades de manera considerable y trayendo como consecuencia resultados no deseados en calidad estructural, resistencia, durabilidad, acabado y de esta manera reduciendo considerablemente la vida útil de la estructura... Por lo que es necesario tener en cuenta los problemas que se generan al emplear dicho material a bajas temperaturas, propios de las zonas de con climas fríos. Es por ello que se propone el uso de Microclimas como alternativas de solución para su fraguado.



#### **2.2.4. Importancia.**

Proponer alternativas de solución al fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos es muy importante, puesto que me permite minimizar o mitigar el impacto de las bajas temperaturas no solo sobre el proceso de fraguado del grout cementicio si no durante el proceso de almacenamiento, preparación, colocación, así como el curado de grout cementicio, ya que ello permitirá crear y a la vez mantener la temperatura adecuada para el desarrollo de los procesos requeridos; puesto que, al no tener en cuenta la temperatura de trabajabilidad del producto, hito muy importante en el proceso, traerá como consecuencia la pérdida de propiedades químicas las cuales se evidencian en una problemática traducida a resultados no deseados como resistencias de diseño obtenidas muy por debajo de lo planificado, poca durabilidad de las estructuras, malos acabados y sobre todo una mala calidad estructural.

#### **2.2.5. Objetivos.**

##### ***2.2.5.1 Objetivo General.***

Proponer alternativas de solución para el fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos.

##### ***2.2.5.2 Objetivos Específicos.***

- ✓ Seleccionar el uso de microclimas empleando reflectores, calefactores y geo textiles.
- ✓ Determina los problemas del fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos.
- ✓ Comparar los resultados obtenidos mediante los métodos de modificación de temperaturas (microclimas).



### **2.2.6. Hipótesis.**

“Si se adecua la temperatura en climas fríos, se solucionará el problema del fraguado del grout cementicio”.

### **2.2.7. Variables.**

#### ***2.2.7.1 Variable dependiente.***

Fraguado del grout.

#### ***2.2.7.2 Variable independiente.***

Climas fríos

### **2.2.8. Diseño de estudio.**

Investigación Cuantitativa

## **2.3. Estrategia de trabajo**

### **2.3.1. Métodos de estudio.**

Este estudio se llevará a cabo en los departamentos de Pasco y Ancash. En cada una de las ciudades se realizó la construcción de 3 microclimas con diferentes características; en el interior de los microclimas se construyó pedestales de concreto con sus respectivas lechadas de grout cementicio; así mismo, se realizó la preparación, colocación, fraguado y curado de los mismos; la finalidad de la construcción del microclima (tema de estudio) es mantener la temperatura del grout de acuerdo las normas y reglamentos de vaciados en zonas de climas fríos; no solo desde el momento en que se almacena el producto, durante el proceso de preparación, sino también en el vaciado y curado del grout cementicio en condiciones extremas.

La temperatura es un factor muy importante para el desarrollo de los procesos químicos del grout, por lo que ha sido controlada y llevada en cada microclima propuesto. Por último, de la mezcla de grout utilizada en los pedestales, se extrajo especímenes para su respectivo ensayo de resistencia a la compresión.



El proceso de curado de las muestras de grout se realizó según condiciones y capacidad de servicio del laboratorio. Los ensayos de laboratorio se realizaron conforme a lo establecido en las Normas Técnicas Peruanas vigentes, a las normas Internacionales ASTM y ACI. Posteriormente, los resultados obtenidos fueron procesados y se pudo verificar que las construcciones de microclimas son alternativas las cuales permiten mantener la temperatura necesaria para que el grout cementicio pueda reaccionar químicamente de manera eficiente y de esta manera llegar a la resistencia planificada y garantizar la calidad del producto; sin embargo, es necesario tener en cuenta que dentro de cada microclima y dependiendo del volumen del concreto es necesario tener una fuente que genere calor de tal manera que me permita llegar a la temperatura recomendada.

### 2.3.2. Población muestral

Debido a que fue una iniciativa de simulación de construcción de obra; el estudio se realizó con la construcción de tres microclimas realizadas en la ciudad de Huaraz y Cerro de Pasco, para cada microclima propuesto se obtuvieron dos muestras para sus distintas edades de rupturas (ensayos de resistencia a la compresión), las cuales se describen a continuación:

Tabla 1  
*Población muestral*

Ítem	Descripción	Huaraz			Cerro de Pasco			Total
		MC1	MC2	MC3	MC1	MC2	MC3	
1	Día 1	2	2	2	2	2	2	12
2	Día 7	2	2	2	2	2	2	12
3	Día 28	2	2	2	2	2	2	12
Total								36

*Población muestral de acuerdo al vaciado del grout cementicio (Procedimiento constructivo del testista)*



---

### **2.3.3. Técnicas e instrumentación de recolección de datos.**

En el presente proyecto de trabajo, se hará uso de instrumentos adecuados de recolección de datos tales como protocolos normados de resistencia a la compresión según normas: NTP 334.051, método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50mm; así como ASTM C109/C109M-02 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in or (50 mm) Cube Specimens).

### **2.3.4. Técnicas de procesamiento de datos, interpretación y análisis de resultados.**

Para el procesamiento de datos, interpretación y análisis de resultados se realizó a través de cuadros comparativos de cada uno de los microclimas usados, básicamente de los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión por cada microclima propuesto y según tiempo de vaciado. Posterior a ello se concluyó con la propuesta de la alternativa de solución más eficiente al fraguado del grout cementico en zonas de climas fríos.



## **Capítulo 3**

### **Marco teórico**

#### **3.1. Definición de clima frio**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, E060- Concreto Armado, Sección 5.12. Requisitos para clima frio; define clima frío a lo siguiente: “A aquel en que, en cualquier momento del vaciado, la temperatura ambiente pueda estar por debajo de 5° C”.

Según la norma ACI 306.1-90, Cold Weather Concreting, sección 1.2 Definiciones indica lo siguiente: “Un periodo en el que durante más de tres días consecutivos la temperatura exterior media diaria cae por debajo de 40 °F (5°C). La temperatura media diaria es el promedio de la temperatura más alta y la más baja durante el período desde la medianoche hasta la media noche. Cuando las temperaturas por encima de 50 F (10°C) se producen durante más de la mitad de cualquier duración de 24 horas, el plazo no se considerará como tiempo frío”.

#### **3.2. Referencia a la norma**

Debido a la falta de información referente al tema expuesto, es importante indicar que las norma ACI306-88, ASTM C 1107-99, procedimientos estándar de colocación de grout cementicio en obra, experiencias documentadas de proyectos realizados, así como las especificaciones técnicas del producto, son las bases principales como fundamento para el desarrollo del presente tema; es importante considerar los estudios realizados y todo lo considerado en la normativa ACI306-88 ya que se recopilan estudios desarrollados en base a la confrontación del concreto al clima frío que bien puede ser adaptado para tener en cuenta sobre las condiciones de grouteado.

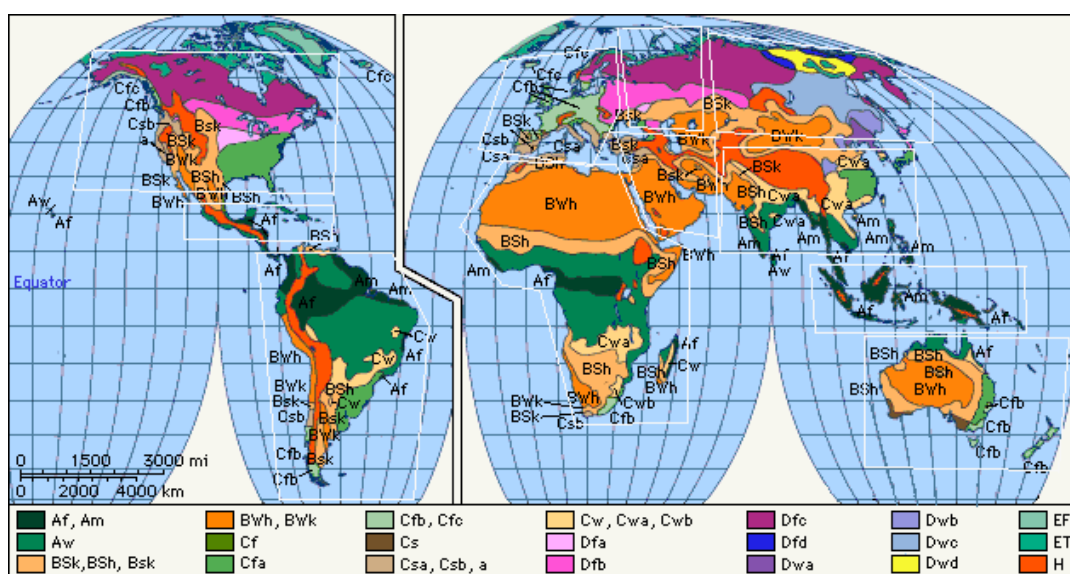
Los principales objetivos de estas normas, estudios y publicaciones, son las de evitar los daños al grout cementicio; ocasionados por el congelamiento en las etapas tempranas;

problemas por el grado de saturación del grout recién colocado, el cual disminuye conforme el grout desarrolla la resistencia temprana y en donde, el agua de mezclado se combina con el cemento (material utilizado en la preparación del grout cementicio) durante la hidratación. En dichas condiciones, el grado de saturación cae a un nivel crítico donde un no solo un ciclo de baja temperatura le causaría daño, si no las lluvias propias de la zona; en consecuencia, se debe asegurar que el grout desarrolle la resistencia requerida para poder retirar los encofrados, así como también logre desarrollar las propiedades que este posee.

Además, se debe mantener las condiciones de curado que protejan el desarrollo normal de la resistencia sin usar calor excesivo y sin ocasionar una saturación crítica del grout cementicio, la finalidad es mantener una temperatura constante de tal manera que me permita garantizar las condiciones que requiere el grout cementicio para la realización de su proceso químico lo cual permita llega a la resistencia de diseño proyectada, y garantizar su calidad final.

### 3.3. Características generales del clima a nivel mundial

La clasificación climática mundial según Köppen describe lo siguiente:



*Ilustración 1*  
*Clasificación climática mundial según köppen (Köppen Climate Classification)*



“Esta es la clasificación climática más conocida y de mayor aplicación por los geógrafos. Su punto de partida consiste en que la vegetación natural constituye un indicador del clima, y algunas de sus categorías se apoyan en los límites climáticos de ciertas formas de vegetales. Los climas son definidos por los valores medios anuales y mensuales de temperatura y precipitación. Con estos criterios quedan definidos cinco grandes grupos, reconocidos por las letras mayúsculas:

Tabla 2  
*Clasificación climática en grupos según Köppen*

A	Clima tropical lluvioso. Todos los meses la temperatura media es superior a 18°C. No existe estación invernal y las lluvias son abundantes.
B	Climas secos. La evaporación es superior a la precipitación. No hay excedente hídrico.
C	Climas templados y húmedos. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la media del mes más cálido supera los 10°C
D	Climas templados de invierno frío. La temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido está por encima de 10°C
E	Climas polares. No tienen estación cálida y el promedio mensual de las temperaturas es siempre inferior a 10°C. Cuando el mes más cálido oscila entre 0 y 10°C de temperatura media Köppen diferencia el grupo ET (Clima de tundra) y en el caso de que ningún mes supere los 0°C de temperatura media el grupo EF (Clima de hielo permanente)

Datos obtenidos de la clasificación climática de Köppen

El tipo B designa los climas en los cuales el factor determinante de la vegetación es la sequedad (más que las bajas temperaturas). La aridez no es un asunto sólo de precipitaciones, sino que está definida por la relación entre las precipitaciones que





penetran en el suelo en el que las plantas crecen y la evaporación que hace que se pierda esa humedad.

Mientras que la evaporación es difícil de evaluar y no es una medida convencional en las estaciones meteorológicas, Köppen se vio forzado a sustituir la fórmula que identifica aridez en términos de índice de temperatura-precipitaciones. Los climas secos se subdividen su vez en áridos(BW) y semiáridos (BS), y cada uno puede diferenciarse aún más añadiéndole un tercer código, h para cálido y k para frío.

Los otros cuatro grandes tipos climáticos, tienen como factor determinante a la temperatura. Los climas del tipo E (los más fríos) son convencionalmente separados en tundra (ET) e Glacial (EF).

A su vez divide a los grupos anteriores en subgrupos más específicos mediante letras minúsculas, teniendo en cuenta la distribución estacional de las precipitaciones:

Tabla 3  
*Clasificación climática en subgrupos según Köppen*

f	Lluvioso todo el año, ausencia de periodo seco
s	Estación seca en verano
w	Estación seca en invierno
m	Precipitación de tipo monzónico

Datos obtenidos de la clasificación climática de Köppen

Para describir mejor el régimen térmico se usa una tercera letra

Tabla 4  
*Abreviaturas para describir el régimen térmico según Köppen*

a	Temperatura media del mes más cálido superior a 22°C
b	Temperatura media del mes más cálido inferior a 22°, pero con temperaturas medias de al menos cuatro meses superiores a 10°C
c	Menos de cuatro meses con temperatura media superior a 10°C
d	El mes más frío está por debajo de -38°C



h Temperatura media anual superior a 18°C

k Temperatura media anual inferior a 18°C

Datos obtenidos de la clasificación climática de Köppen

Quedan definidos entonces los siguientes tipos de Clima

Tabla 5  
*Tipos de clima según Köppen*

Fórmula de Köppen	Definición
Af	Ecuatorial: Se da en las zonas de calmas ecuatoriales, entre 5° S y 10° N. La temperatura todos los meses está entre 20 y 27°C. La amplitud térmica anual es inferior a los 3°. La humedad relativa es muy alta. Más de 2000 mm anuales, con un máximo en los equinoccios y un mínimo en los solsticios.
Aw	Tropical: Se da entre la zona ecuatorial y los desiertos cálidos (entre 10 y 25° de latitud Norte y Sur). Estación seca invernal que aumenta a medida que nos alejamos del Ecuador. Precipitación mínima superior a 100 mm.
Am	Monzónico: Se da en el sudeste asiático. Clima más húmedo del planeta, aunque tiene estación seca invernal. Contraste estacional muy fuerte. Verano cálido y húmedo e invierno seco. Precipitación mínima entre 60 y 100 mm.
BSh	Estepas Cálidas (semiárido): En los límites de los grandes desiertos cálidos. Sus precipitaciones son escasas e irregulares, en forma de chaparrones. Las temperaturas son elevadas durante todo el año. Gran amplitud térmica diaria.



---

BSk	<p>Estepas frías (semiáridos): En el interior de los continentes más grandes. Sus precipitaciones son muy escasas e irregulares, en forma de chaparrones. Las temperaturas similares a las continentales. Inviernos fríos y fuerte amplitud térmica anual.</p>
BWh	<p><b>Desiertos cálidos (árido):</b> Desiertos sobre áreas interiores entre los 15° y los 35° de latitud. Aridez extrema. Precipitaciones escasas e irregulares, sequedad extrema del aire. Humedad relativa muy baja. Excepto en Europa, se presentan en todos los continentes.</p>
BWk	<p><b>Desiertos fríos (árido):</b> Inviernos fríos y oscilación térmica anual muy elevada. Ligados a factores geográficos: continentalidad, abrigo orográfico, altitud. Son degradaciones del clima continental, mediterráneo o de vertientes a sotavento.</p>
Cf	<p><b>Clima oceánico (Templado húmedo):</b> Se extiende entre los 40 y 60° de latitud norte, en la zona de influencia de las borrascas ciclónicas. Carecen de estación seca propiamente dicha, aunque tienen un mínimo estival. Las estaciones vienen marcadas por las temperaturas. Hacia el interior de los continentes y hacia el N y el S, se modifica sensiblemente.</p>
Cw	<p><b>Clima Chino (Templado húmedo):</b> Clima subtropical de las fachadas orientales de los continentes en la zona templada. Clima de transición entre el tropical lluvioso y el templado continental. La influencia continental se manifiesta en las olas de frío invernales. Su verano es cálido y húmedo de tipo tropical, el invierno suave y lluvioso, de tipo mediterráneo.</p>

---



---

Cs	<p><b>Clima mediterráneo (Templado húmedo de verano seco):</b> Clima subtropical de la zona templada, entre los 30 y los 45° de latitud norte y sur. Caracterizado por una marcada sequía estival. Se encuentra en la zona de transición entre los climas húmedos y secos. La sequía estival está motivada por la permanencia del anticiclón subtropical.. Precipitación mínima de 30 mm.</p>
Df	<p><b>Continental húmedo:</b> Ocupa la mayor parte de la zona templada propiamente dicha. Climas muy contrastados. A un invierno muy frío y seco se opone un verano cálido y lluvioso. La oscilación térmica anual es muy elevada. En los bordes del clima continental las precipitaciones aunque no muy abundantes son regulares.</p>
Dw	<p><b>Continental suave:</b> A diferencia del anterior, tiene una estación seca en invierno.</p>
ET	<p><b>Tundra:</b> Zona de altas presiones polares entre el polo y la isoterma de los 10°C estivales. Frío intenso y constante, ningún mes supera los 10°C debido a la oblicuidad de los rayos solares. Precipitaciones escasas y disminuyendo a medida que nos acercamos a los polos. En forma de nieve la mayoría. Temperatura del mes más caliente superior a 0° C.</p>
EF	<p><b>Glacial:</b> Zona de altas presiones polares entre el polo y la isoterma de los 10°C estivales. Frío intenso y constante, ningún mes supera los 10°C debido a la oblicuidad de los rayos solares. Precipitaciones escasas y disminuyendo a medida que nos acercamos a los polos. En forma de nieve la mayoría. Temperatura del mes más caliente inferior a 0° C.</p>

---



---

**De alta montaña:** En las montañas la temperatura disminuye con la altitud, mientras que aumentan las precipitaciones, al menos hasta un cierto nivel altimétrico. La montaña, en este sentido, altera las características de la zona climática en la que se sitúa. Por este motivo, no se pueden establecer unos rasgos con validez universal que lo definan, aunque sus variedades climáticas son fácilmente reconocibles, como el clima alpino. Presenta unas temperaturas invernales negativas y unas estivales positivas, aunque la temperatura media anual se establece en torno a los 0 °C; la oscilación térmica es inferior a los 20° y las precipitaciones, más abundantes en verano que en invierno, superan los 1.000 mm anuales. Este clima de alta montaña es el que predomina en la cordillera andina

**H**

---

Datos obtenidos de la clasificación climática de Köppen

### 3.4. Características generales del clima en el Perú

El Perú, por su ubicación geográfica debería ser un país tropical, de clima cálido y lluvioso; sin embargo, es un país de variados climas subtropicales y tropicales debido a la existencia de dos factores determinantes que modifican completamente sus condiciones ecológicas. Estos son: la Cordillera de los Andes y las corrientes marinas de Humboldt y del Niño. De acuerdo a estos factores determinantes, el Perú posee casi todas las variantes climatológicas que se presentan en el mundo.

El clima de la Costa es templado y húmedo gracias a la fría corriente marina peruana. En la Sierra, el clima varía desde el templado hasta el frío glacial; en las planicies selváticas transandinas es cálido y húmedo, con abundantes lluvias. En términos generales, existen dos tipos de clima en la región Costa: entre las localidades de Lambayeque y Tacna, el subtropical, con temperatura media que fluctúa entre 18° y 21°C

y la excesiva humedad atmosférica que alcanza a 90 y 98 %, entre Tumbes y Piura es semi tropical, de elevada temperatura con una media anual de 24° C, lluvias periódicas de verano y abundante humedad.

El clima de la Sierra es variado; las temperaturas medias varían entre 6° y 16° C. Las cumbres nevadas sobre los 4,500 m.s.n.m. presentan un clima glacial y el altiplano soporta un clima frígido; las vertientes bajas tienen temperaturas moderadas y los valles profundos son cálidos.

Las precipitaciones pluviales, encima de los 3,800 m.s.n.m. son en forma de nieve y granizo; por debajo de esta altitud hasta los 2,500 m.s.n.m. es abundante, particularmente durante el verano (diciembre a abril).

El clima de la Amazonía es cálido y húmedo. Las precipitaciones pluviales son abundantes durante todo el año, pero son más acentuadas durante los primeros cuatro meses, período que influye con la creciente de los ríos.

La zona más lluviosa es la denominada Selva Baja. Las temperaturas medias anuales fluctúan entre los 16° y 35° C; registrándose las más bajas en la Selva Alta y las más altas en el Llano Amazónico.

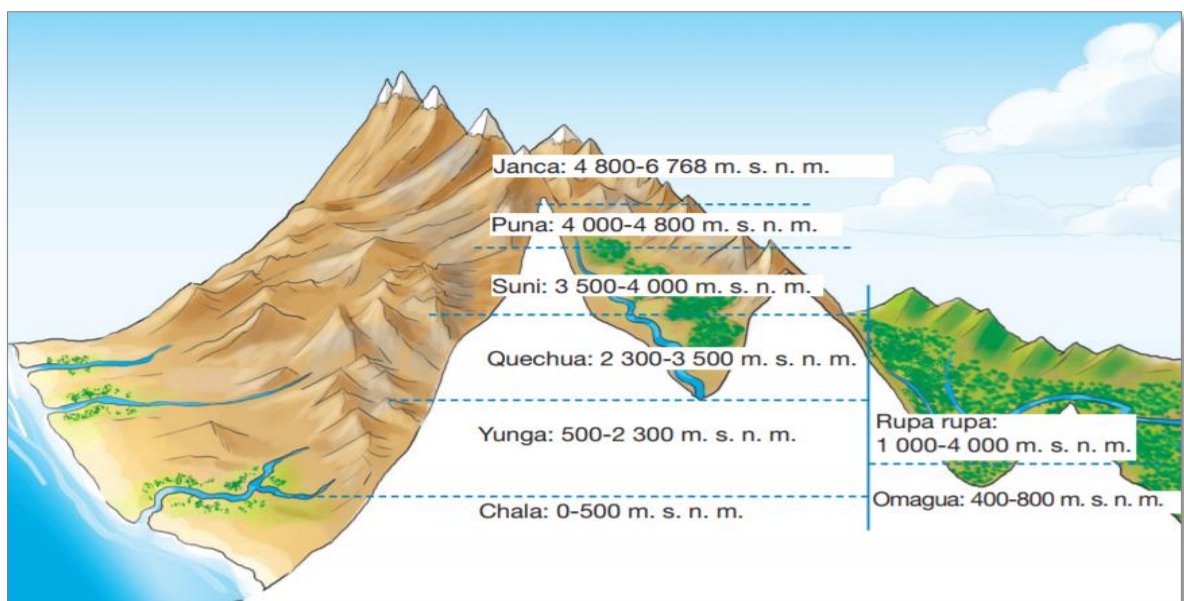


Ilustración 2  
Las ocho regiones Naturales del Perú ( tesis del geógrafo peruano Javier Pulgar Vidal)



Dichas diferencias de alturas sobre el nivel del mar, hace posible que las temperaturas varíen, dando origen a los gradientes térmicos, vale decir a la variación entre la menor y mayor temperatura registrada. Este gradiente térmico para una misma región puede variar dependiendo de la estación en la que se encuentre, es decir para el verano, otoño, invierno y primavera.

#### **3.4.1. Tipos de clima en el Perú.**

Según información obtenida por el INEI, En el Perú destacan principalmente los siguientes tipos de climas:

##### **a) Clima Semi-Cálido Muy Seco (Desértico-Arido-Sub Tropical)**

Este tipo de clima constituye uno de los eventos climáticos más notables del Perú, comprende casi toda la región de la costa, comprende Piura hasta Tacna y desde el litoral del Pacífico hasta el nivel aproximado de 2000 m., representa casi el 14% (180,000 km<sup>2</sup>) de la superficie total del país. Se distingue por ser su clima con precipitación promedio anual de 150 mm. y temperatura media anuales de 18° a 19° C, decreciendo en los niveles más elevados de la región.

##### **b) Clima cálido muy seco (Desértico o árido Tropical)**

Comprende el sector septentrional de la región costera, que incluye gran parte de los departamentos de Tumbes y Piura, entre el litoral marino y la costa aproximada de 1,000 m.s.n.m. Representa menos del 3% (35,000 km<sup>2</sup>) de la superficie territorial del país. Se caracterizan por ser muy seco, con mas precipitación media anual (alrededor de 200 mm.) y cálido, con una temperatura promedio anual de 24° C, sin cambio térmico invernal definido.

##### **c) Clima templado Sub-Humedo (De Estepa y Valles Interandinos Bajos)**

Este clima es propio de la región de la sierra, correspondiendo a los valles interandinos bajos e intermedios, situados entre los 1,000 y 3,000 m.s.n.m.



Las temperaturas sobrepasan los 20° C. y la precipitación anual se encuentra por debajo de los 500 mm., aunque en las partes mas elevadas, húmedas y orientales, puede alcanzar y sobrepasar los 1,200 mm.

**d) Clima frio o boreal (De los Valles Mesoandinos)**

Este tipo climático, predomina en segundo lugar. En la región de la sierra, extendiéndose entre los 3,000 y 4,000 m.s.n.m. Se caracteriza por sus precipitaciones anuales promedio de 700 mm. y sus temperaturas medias anuales de 12° C. Presenta veranos lluviosos e inviernos secos con fuertes heladas.

**e) Clima frígido (De Tundra)**

Este tipo de clima, conocido como clima de Puna, corresponden a los sectores altitudinales de la región andina comprendido entre los 4,000 y 5,000 m.s.n.m. Cubre alrededor de 13% del territorio peruano (170,000 km<sup>2</sup>). Se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 700 mm. anuales y temperaturas también promedio anuales de 6° C.

Comprende las colinas, mesetas y cumbres andinas. Los veranos son siempre lluviosos y nublosos; y los inviernos (Junio-Agosto), son rigurosos y secos.

**f) Clima de nieve (Gélido)**

Este clima corresponde al de nieve perpetua de muy alta montaña, con temperaturas medias durante todos los meses del año por debajo del punto de congelación (0° C).

Se distribuye en los sectores altitudinales que sobrepasan los 5,000 m.s.n.m. y que están representados mayormente por las grandes masas de nieve y hielo de las altas cumbres de los andes peruanos.

**g) Clima semi - cálido muy húmedo (Sub-Tropical muy Húmedo)**

Este tipo de clima predomina en la selva alta o contra fuertes orientales andinos boscosos.





Se caracteriza por ser muy húmedos, con precipitaciones por encima de los 2,000 mm. y con bolsones pluviales que sobre pasan los 5,000 mm. como en la zona de Quincenal.

Las temperaturas están por debajo de 22° C. en su mayor extensión. Temperaturas más elevadas se registran en los fondos de los valles y en la transición a la llanura amazónica.

#### **h) Clima cálido húmedo (Tropical Húmedo)**

Este clima corresponde a las llanuras amazónicas peruanas y se caracterizan por presentar precipitaciones promedio anuales de 2,000 mm. Y temperaturas de 25°C a más, sin cambio térmico invernal bien definido.

El área se encuentra bajo la influencia de este tipo climático y comprende alrededor de 43% (550,000 km<sup>2</sup>) de la superficie territorial del país.



### 3.4.2. Condiciones climáticas en Huaraz.

Huaraz presenta un clima templado de montaña tropical, soleado y seco durante el día y frío durante la noche, con temperaturas medias anuales entre 11- 17° C y máximas absolutas que sobrepasan los 21° C.

Las precipitaciones son superiores a 500 mm, pero menores a 1000 mm durante la temporada de lluvias que comprende de diciembre a marzo. La temporada seca denominada "verano andino" comprende desde abril hasta noviembre.

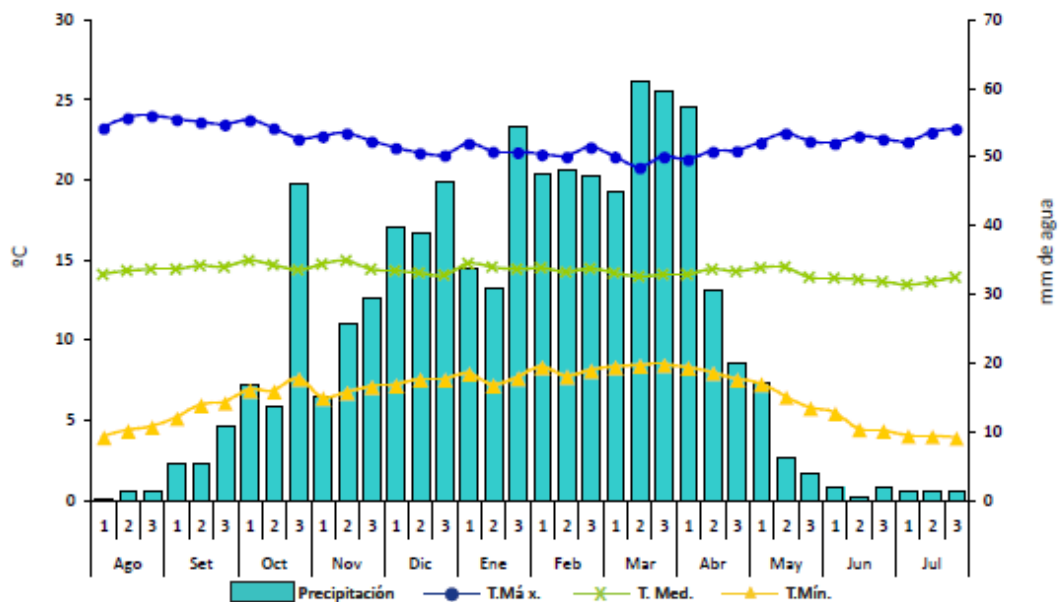


Ilustración 3  
Distribución temporal de la temperaturas y precipitación ( SENAMHI).

### 3.4.3. Condiciones climáticas en Cerro de Pasco.

El clima de Cerro de Pasco es frío, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima (periodo 1961-1980) es 12.4°C y -0.6°C, respectivamente. La precipitación media acumulada anual para el periodo 1961-1980 es 1182.7 mm.

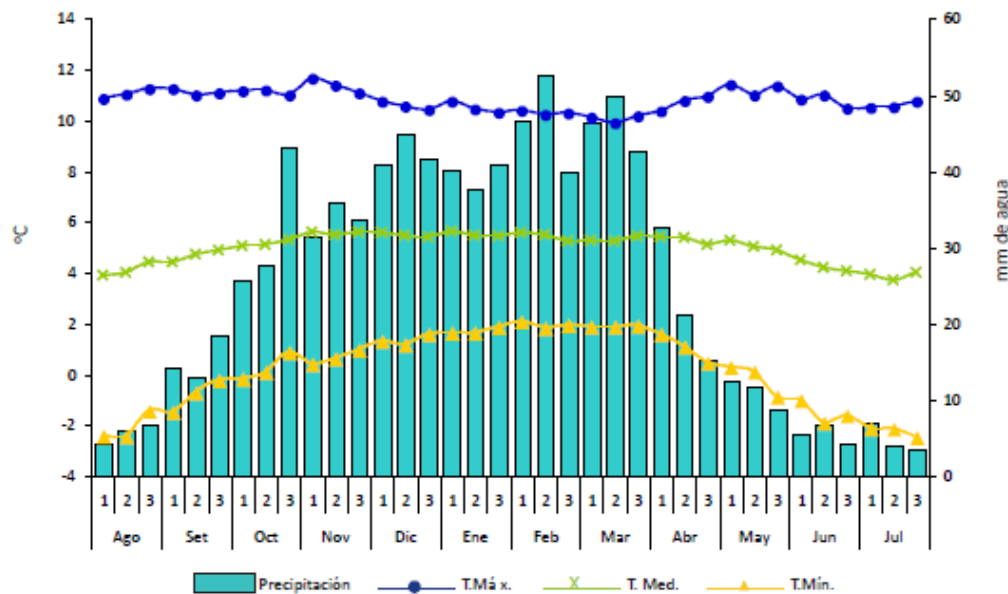


Ilustración 4  
Distribución temporal de las temperaturas y precipitación (SENAMHI)

### 3.5. Construcción en el Perú en zonas de climas fríos

El Perú al ser un país con contrastes de relieve y tener características de ser un territorio subtropical; tiene bien marcado sus tres grandes espacios geográficos: costa, sierra y selva. Teniendo altitudes que sobrepasan los 5000 m.s.n.m en los andes peruanos.

A lo largo de los años los pobladores de las zonas alto andinas cuyas necesidades básicas se centran principalmente en accesibilidad, vivienda, obras de saneamiento, obras de electrificación, alimentación, etc; Así mismo, considerando la ubicación de zonas mineras, principal fuente de ingresos del Perú, y al estar ubicados en zonas de difícil acceso como son los andes peruanos, con elevadas altitudes y bajas temperaturas y debido a la necesidad de accesibilidad así como la mejor calidad de vida para los habitantes; y



teniendo en cuenta las condiciones desfavorables que el propio clima de estas zonas poseen ya que generalmente presentan temperaturas bajas las mismas que limitan el buen desarrollo de cualquier material de construcción, ello hace que el presente proyecto sea un centro de atención.

Enfocándonos en las principales mezclas de construcción que generalmente se usa es zonas alto andinas, tales como la quincha, el adobe y el concreto; siendo este último el más usado en los últimos años, debido a las propiedades y ventajas que este presenta a comparación de las demás mezclas, pero a la vez teniendo una limitación de confort térmico.

La construcción en el Perú en las zonas alto andinas, cuyos climas son generalmente fríos; generalmente no se toman en cuenta los cuidados necesarios que se deben tener durante el almacenamiento, preparación, colocación y curado del concreto; así mismo, considerando que al no tener en cuenta ciertas recomendaciones, la consecuencia de ello son las bajas resistencias de diseño no proyectadas. cabe mencionar que los procesos constructivos en el área de minería (sector privado) son mas controlados y sus estándares de calidad son más elevados; por lo que si hacen usos de cuidados que se tienen que brindar a los materiales a ser usado en dichas condiciones; generalmente se aíslan vaciados y se considera una fuente de calor, para mantener la temperatura adecuada, para el buen desarrollo del proceso químico de los productos a ser empleados.



### 3.6. Grout

#### 3.6.1. Definición.

Según el ACI 116R, Cement and concrete terminology; define el grout como “una mezcla de material cementoso y agua, con o sin agregado, proporcionada para producir una consistencia vertible sin segregación de los constituyentes; también una mezcla de otra composición pero de consistencia similar.”.

**Según la publicación de sika al día 10- Grouting, indica lo siguiente:** “El grout es un material fluido, autonivelante o eventualmente de consistencia plástica que se utiliza para rellenar completamente espacios estrechos, principalmente como relleno entre un anclaje y la perforación, y entre una placa base de una máquina o estructura y la fundación sobre la que se apoya...”.

**Así mismo, en complemento a lo antes mencionado, en la misma publicación se indica lo siguiente:** “En general los grouts se emplean como productos pre dosificados, fabricados industrialmente. Los materiales utilizados para grouts son mezclas de aglomerantes cementicios o epóxicos, agregados finos, agua, aditivos químicos y adiciones minerales. En el mercado se puede encontrar ambos tipos de grouting: los grouts cementicios, que se presentan en forma de mezcla seca a la que se le agrega el agua en obra, y los grouts epóxicos, que se presentan en tres componentes: dos líquidos y uno en polvo...”

### 3.6.2. Tipos.

El grout lo puedes separar en dos tipos:

- Grout epóxicos
- Grout cementicios

De acuerdo al catálogo Sika al día 10-Grouting, indica lo siguiente: “La selección del material cementicio o epóxico para grouting, deben considerarse varios factores; normalmente se utiliza un grout epoxico, bajo grandes y pesadas maquinarias , con vibraciones donde las cargas dinámicas están presentes, en áreas con ataque químico o cuando hay necesidades de alta resistencia en pocas horas. En las otras aplicaciones, normalmente se usa grout basados en cemento...”.

Cabe mencionar que la selección cuidadosa del grout más apropiado para cada aplicación en particular es de mucha importancia.

Puesto que el costo del grout cementicio suele ser más barato a comparación de la aplicación del grout epóxico.

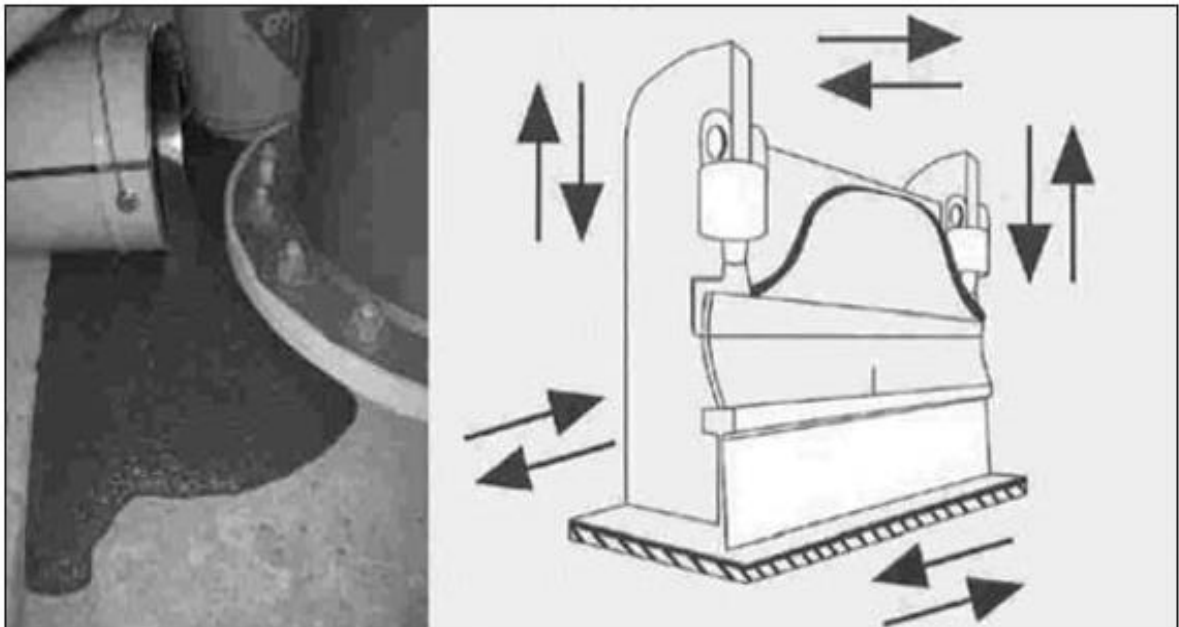


Ilustración 5  
Grouting para anclaje y nivelación de estructuras metálicas (Revista Sika al día, edición 10).



### 3.7. Grout cementicio

#### 3.7.1. Definición.

Según el ACI 116R, **Cement and concrete terminology**, define el grout como: “mezcla de material cementicio (cementante) y agua, con o sin agregados, dosificada para obtener una consistencia que permita su colocación sin que se produzca la segregación de los constituyentes...”.

El grout cementicio es un material que desarrolla un rápido endurecimiento, alta fluidez sin segregación o exudación y está exento de retracción una vez colocada in situ, por lo que se les utiliza en todo tipo de rellenos en general.

Así mismo, por ser una mezcla a base de aglomerante hidráulico (**cemento portland**), los grouts cementicios requieren conservar su humedad y una temperatura moderada del ambiente y las superficies de contacto, las que deben encontrarse limpias y húmedas para un correcto desarrollo del fraguado y las resistencias mecánicas.

#### 3.7.2. Requisitos básicos del grout cementicio.

Para cumplir su función el grout debe cumplir con los siguientes requisitos básicos de calidad:

- ✓ Buena fluidez, con la finalidad de facilitar la colocación y asegurar un llenado completo y una máxima área de contacto o superficie de apoyo.
- ✓ Trabajabilidad
- ✓ Durabilidad y seguridad.
- ✓ Libre de retracciones en perforaciones o bajo placas.
- ✓ Exudación y expansión controladas, la misma que asegura la adherencia y la transferencia de cargas.
- ✓ Baja inclusión de aire.

- ✓ Altas resistencias mecánicas (resistencia a cargas de compresión, impacto, tracción, torsión y cizalle).
- ✓ Rápido desarrollo de resistencias.
- ✓ Rápida puesta en servicio

### 3.7.3. Campos de aplicación.

El grout es fundamental en la puesta en marcha de una estructura, equipo y maquinaria ya que su principal función es hacer un puente entre el elemento productivo y su fundación, de esta manera produce el óptimo funcionamiento de todo el conjunto.

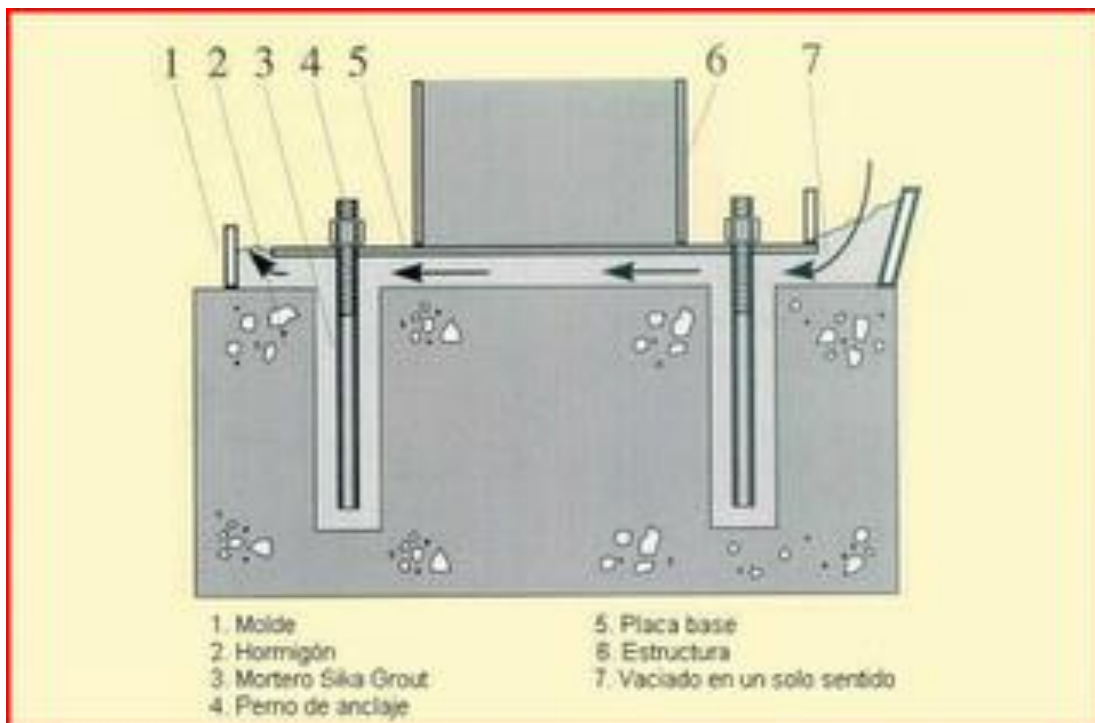


Ilustración 6  
*Grouting en placas (Revista Sika al día, edición 10)*

El uso del grout cementicio, está presente en los siguientes campos de aplicación:

- ✓ Se utiliza para el barrenado de los pilotes excavados fundidos en sitio.
- ✓ Para estructuras de hormigón postensado, para grouting de cables tensados en sus ductos y para efectuar inyecciones de mortero y mampostería.
- ✓ Para relleno bajo columnas de acero.





- ✓ Para Rellenos y anclajes en puentes, estructuras prefabricadas, dovelas y placas base.
- ✓ Para Bases de equipos y fijación, nivelación, relleno, inyecciones y anclajes para maquinaria pesada.
- ✓ Para placas de soporte.
- ✓ Para apoyo de estructuras.
- ✓ Para apoyo y fijación de rieles.
- ✓ Para junta en puentes y muelles.
- ✓ Para fijación de barandas.
- ✓ Para asiento de marcos metálicos.
- ✓ Para pasadas de ductos.
- ✓ Para anclaje de pernos, postes y señalizaciones.
- ✓ Para relleno de grietas y cavidades.
- ✓ Para reparación y reforzamiento de hormigón.

#### **3.7.4. Características y ventajas.**

El uso de esta tecnología significa una muy pequeña proporción del costo total de instalación de los equipos y estructuras, se justifica plenamente el uso del producto debido a las ventajas y características que este posee, las cuales los mencionamos a continuación:

- ✓ Rápida puesta en servicio
- ✓ Altas resistencias mecánicas.
- ✓ Alta capacidad de escurrimiento
- ✓ Exudación y expansión controladas, lo que asegura la adherencia y el traspaso de cargas
- ✓ Buena fluidez, trabajabilidad, durabilidad y seguridad.
- ✓ No contiene elementos metálicos ni cloruros, etc.



---

### **3.7.5. Almacenamiento de los materiales.**

El correcto almacenamiento del grout cementicio, juega un papel muy importante para el buen funcionamiento de este, ya que es un material cementante y al estar almacenado en un clima con bajas temperaturas, y en malas condiciones, este puede reaccionar químicamente y formar grumos, inclusive endurecerse alterando de una manera desfavorable las propiedades que el grout cementicio posee y que al estar en estas condiciones se considerara como un material no apto para ser usado; es por ello que se deben tener en cuenta, las siguientes recomendaciones:

Se debe almacenar el material premezclado, hecho en fabrica en un lugar protegido de la intemperie, ventilado y a temperatura adecuada, según indicaciones del fabricante. Además, éstos no deben quedar en contacto con el suelo.

La climatización de la zona en donde se almacenará el grout cementicio debe asegurar una temperatura constante por lo menos 48 horas antes de la utilización del producto, se sugiere que el área en donde se almacenará sea lo más cercano a la zona donde se efectuará el grouteado.

La temperatura debe estar entre 20 y 24 °C, estas temperaturas se pueden lograr colocando lámparas de alta potencia, calentadores y teniendo una doble protección cerradas tipo carpas lo suficientemente grandes que aseguren una climatización de la zona y la maniobrabilidad para poder hacer los trabajos.

Se debe de evitar el contacto con agua, pues el producto es alcalino y libera considerable cantidad de calor en contacto con pequeñas cantidades de agua.

El encargado de almacén debe verificar la duración del producto indicado por el fabricante.



Los sacos de producto serán utilizados según el orden de llegada a bodega, para así evitar el vencimiento de estos. Se deberá realizar una revisión periódica de la fecha de vencimientos de los sacos.

El grout cementicio (sacos premezclados) deben ser almacenados en sus envases originales, bien sellados y en recintos cubiertos, frescos y secos.

No almacenar grout cementicio a una temperatura menor a la que especifique el fabricante.

En cualquier caso, se dará cumplimiento a lo indicado por el fabricante en su Ficha Técnica.

#### **3.7.6. Preparación de la mezcla.**

La temperatura es un factor muy importante que interviene en un proceso de mezclado, es por ello que es necesario tomar control de modo que cuando se prepare el grout cementicio en un lugar donde exista una baja temperatura, este debe encontrarse dentro de los valores recomendados, a fin de evitar el congelamiento en etapas tempranas; así mismo, evitar que este pierda sus propiedades. Por consiguiente, es recomendable seguir las siguientes indicaciones:

- ✓ El orden y la proporción en que deben colocarse los elementos del grout cementicios hecho en obra se regirá por lo indicado por el fabricante.
- ✓ Al preparar el producto premezclado, se debe utilizar la mínima cantidad de agua posible que le asegure una buena colocación y no permita exudación ni segregación en el grout.
- ✓ Se debe evitar las fluctuaciones en la temperatura.
- ✓ Se debe calentar el agua de amasado, el mismo que se puede ajustar fácilmente a la temperatura deseada, mezclando agua caliente y fría; la temperatura del



---

agua debe estar entre 7°C y 32°C; sin embargo, se recomienda que este entre 10°C y 27°C.

- ✓ La temperatura del grout cementicio, debe estar entre 7°C y 32°C, sin embargo se recomienda que se encuentre entre 10°C a 27°C.
- ✓ Se debe tener en cuenta el volumen de grout cementicio a mezclarse; si se va ha mezclar grout cementicio en camiones de concreto premezclado, para obtener un mezclado de grout uniforme es preciso mezclar a una velocidad de 70 a 100 revoluciones en 5 minutos (se puede tomar como referencia la nomra ASTM C 94 Especificaciones Estándar para Concreto Premezclado). El procedimiento para el mezclado se realizará de la siguiente manera: a) El proceso de mezclado se efectuará lo más próximo al punto de colocación. b) Se deben tomar todas las medidas necesarias para minimizar la distancia entre el mezclador y el lugar de vaciado. c) Se agregará el 90% del Agua de Mezclado en el Tambor de Mezcla. luego se adicionará el 100% del Grout. d) Se agregará el 10% restante de agua en forma Gradual hasta encontrar la consistencia requerida cuidando de no segregar el Grout por exceso de agua. La demanda de agua dependerá de la eficiencia del mezclado, material, temperatura, y condiciones ambientales. e) Se agregará el Grout a la bomba (lubricada) para el bombeo a la estructura, en caso no se cuente con una se podrá trabajar con un balde concretero para el traslado del grout. f) No mezcle más Grout del que se pueda colocar dentro del tiempo de trabajabilidad del material (aprox. 30 min.)
- ✓ Si se va a mezclar con mezcladoras mecánica o taladro de bajas revoluciones, Se debe procurar que durante el mezclado no se presenten aglomeraciones del producto; así mismo, se debe considerar lo siguiente: Mezclar mecánicamente el



---

grout hasta obtener una consistencia homogénea, la cantidad de agua a agregar a la mezcla depende de la consistencia requerida del grout ( para el sikagrout 212 se considera de 3 lt a 3.3 lt por bolsa de 30kg). Agregue inicialmente al equipo de mezclado aproximadamente el 80% del agua de amasado luego agregue el Grout cementicio y por último el resto del agua. Mezclar durante el tiempo indicado en la ficha técnica del producto (según especificación técnica del sikagrout 212, el mezclado debe prolongarse durante 4 minutos).

- ✓ En rellenos bajo placas con espesores mayores de 5 cm, colocado en una sola capa, se debe agregar gravilla de 10 mm de tamaño máximo, en proporción de 1 bolsa de grout cementicio (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 del grout cementicio (SikaGrout®-212) por 0.50 partes de gravilla. (tener en consideración que la gravilla agregada es de acuerdo a indicación del fabricante del grout cementicio).
- ✓ Es necesario hacer mención que el grout al ser un material premezclado, comúnmente hecho en fabrica por lo que para la preparación y aplicación del grout se deben seguir todas las recomendaciones que proporciona el fabricante.



Ilustración 7  
*Mezcla de grout cementicio (Obra)*

### **3.7.7. Transporte de la mezcla.**

Es necesario planificar los procedimientos de mezclado de grout cementicio, con la finalidad de evitar grandes distancias de transporte, largas esperas en la colocación de tal manera que se reduzcan las pérdidas de calor y por ende se impida alterar las propiedades del grout cementicio.

### **3.7.8. Colocación de la mezcla.**

#### ***3.7.8.1. Protección y cuidado antes de la colocación.***

Es necesario considerar las condiciones ambientales al colocar el grout en zonas de climas fríos, por cuanto este varía su trabajabilidad y su tiempo de fraguado según temperatura.

Con temperaturas bajas el fraguado es más lento y se obtiene mayor tiempo para colocar el grout, y viceversa. Es indispensable tener en cuenta las siguientes consideraciones antes de su colocación:

- ✓ No se aplicará grout cementicio en presencia de lluvia o nieve.

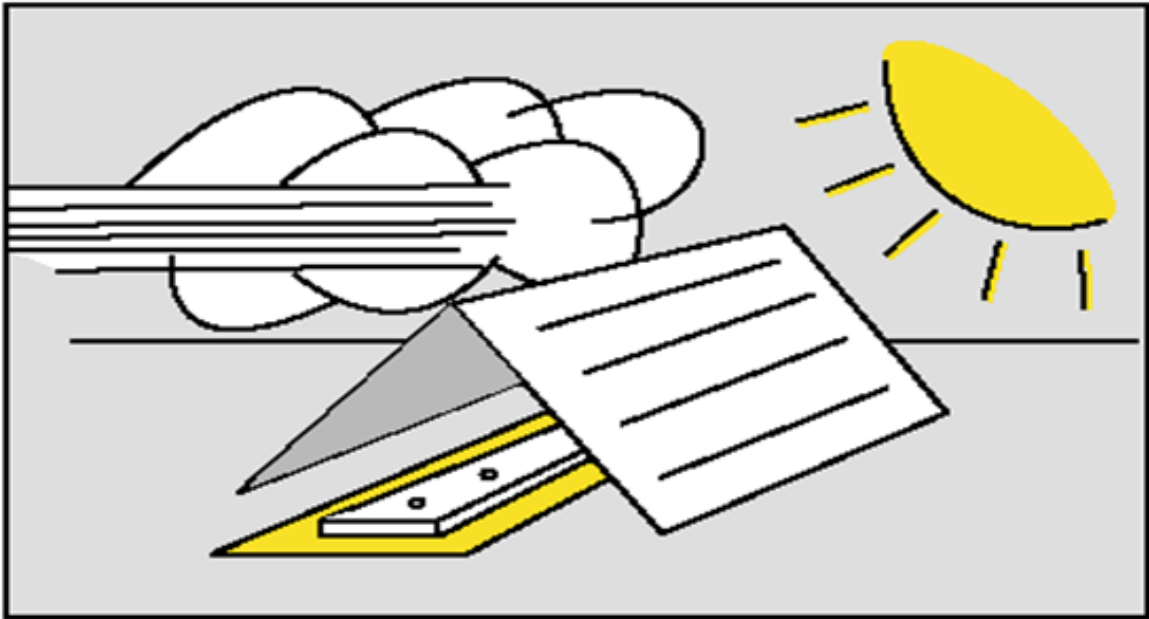


Ilustración 8

*Protección del viento y del sol (Procedimiento Técnico de Obra, Sikagrout 212)*

- ✓ Se debe verificar el correcto almacenamiento de los materiales: madera y tableros utilizados en los encofrados. Se debe verificar que los materiales, madera y tableros no presenten alabeos, descuadre, o se encuentren en mal estado puesto que perjudica la forma, acabado y estabilidad del elemento estructural.
- ✓ Se debe verificar que la superficie a groutear esté debidamente encofrada.
- ✓ Se debe proteger con sombra y aislar del clima externo y del viento la fundación, las placas, el encofrado y toda el área en donde se efectuará el grouteado por lo menos 24 horas antes y después; para ello es necesario el empleo de mantas de aislamiento, recintos con calefacción o lámparas, o algún equipo que me permita aplicar calor externo; todo ello con la finalidad de mantener la temperatura interna de preferencia no menor de 15°C.



- 
- ✓ Es necesario asegurarse que de todas las superficies que vayan a estar en contacto con el grout recién colocado, estén a una temperatura que no puede ocasionar un congelamiento prematuro, o prolongar severamente el fraguado.
  - ✓ La temperatura de estas superficies de contacto, incluye los materiales de la sub-base, fundaciones, placas base, encofrado, pernos de anclaje, etc tienen que estar entre 7°C hasta 32°C, aunque se prefiere que la temperatura se encuentre entre 10°C a 27°C.
  - ✓ Es necesario tener en cuenta que la climatización del área a través de calefactores, reflectores, etc., no deben estar direccionados directamente sobre ningún elemento y menos sobre el concreto.
  - ✓ Las superficies de acero y concreto deberán estar libres de aceite, polvo, oxido, grasa u otros contaminantes.
  - ✓ Se debe verificar topográficamente el alineamiento, nivelación y aplome de los elementos y/o equipos involucrados y apriete de los pernos de anclaje o cualquier otro inserto que quede embebido dentro del grout; éstos deben estar finalizados, aprobados y debidamente documentados según requerimiento de proyecto.
  - ✓ Todas las superficies deberán tratarse para retirar la lechada endurecida y exponer el concreto sano.
  - ✓ Antes de que la superficie de concreto sobre la cual se instalará el grout endurezca, hacer un pretratamiento a ésta mediante un raspado enérgico.
  - ✓ De no ser realizado de forma planificada el ítem anterior; se tiene que considerar que todas las superficies de concreto deben volverse rugosas; así mismo, debe de saturarse (inundarse) con agua limpia durante 24 horas antes de la colocación del Grout y el agua debe de ser removida inmediatamente



previo al grouting, de tal manera que el sustrato se encuentre saturado superficialmente seco, antes de aplicar el Grout o en su defecto usar un puente de adherencia.

- ✓ Si se utiliza aire comprimido para remover el agua, debe colocarse un filtro de aceite para no contaminar la superficie.
- ✓ Existen dos métodos de preparación de sustrato recomendado, el primero es por proyección y el segundo de impacto, siendo la segunda la más usada. Una de las formas más comunes en la preparación de la superficie de concreto previo a la colocación del grout es martillando con un cincel de punta en área con la finalidad de lograr una superficie con una rugosidad de 10 mm (3/8" in.).



Ilustración 9  
*Método de preparación de la superficie: Por proyección (Obra)*



Ilustración 10  
*Método de preparación de la superficie: Por impacto (Obra)*

Es necesario indicar que se debe tener cuidado al realizar la percusión del sustrato.



Ilustración 11  
*Método de preparación de la superficie: Por impacto (Obra)*

- ✓ Una vez que el sustrato se encuentre sano; se debe proteger el acero con cinta de papel; así mismo, se debe remover el polvo y material suelto, finalmente cepillar el sustrato y aspira el polvo remanente.



Ilustración 12  
*Protección del acero (Obra)*



Ilustración 13  
*Limpieza del sustrato (Obra)*



- 
- ✓ Se debe retirar todo el concreto débil.
  - ✓ El concreto en donde se acentuará el área de grout debe ser mayor a 28 días o en su defecto deberá estar de acuerdo a la resistencia mínima requerida antes de la colocación del grout cementicio.
  - ✓ No se debe colocar ninguna membrana de curado sobre las superficies a groutear.
  - ✓ El moldaje debe garantizar que el grout mantenga su forma al pasar de estado fresco a endurecido.
  - ✓ El moldaje a utilizar debe ser totalmente estanco y resistente a la presión hidráulica del grout.
  - ✓ Se recomienda el uso de un moldaje de madera puesto que es un material aislante; así mismo, este deberá ser usado con imprimación desmoldante adecuada para evitar la adherencia y la absorción de agua desde el grout, y al mismo tiempo debe facilitar un rápido y fácil desencofrado, con la posterior reutilización del encofrado. De usarse encofrado metálico, es necesario realizar un calentamiento con la finalidad de llevarlo a la temperatura requerida para la posterior aplicación del grout.
  - ✓ Se recomienda que el moldaje sobrepase aproximadamente 25 mm sobre el borde inferior de la placa base, dejando un espacio de mínimo 25mm entre el borde de la placa base y el borde del moldaje en dirección horizontal o según lo indicado en las especificaciones técnica del proyecto.
  - ✓ Según ficha técnica del sikagrout 212 indica que el espacio mínimo entre la placa base y la fundación debe ser de 3 cm o más según el ancho de la placa.



---

### ***3.7.8.2. Cerramientos utilizados como alternativas de protección en climas fríos.***

Los cerramientos es un medio de protección seguro para aislar un área de las temperaturas bajas o altas. La necesidad de un cerramiento depende de la naturaleza de la estructura y de las condiciones climáticas del proyecto. Su utilización generalmente se realizan con la finalidad de generar un microclima en zonas donde las temperaturas sean extremas, ya que estas deben bloquear el viento y el aire frío para así conservar el calor dentro del área para poder groutear. Los cerramientos pueden realizarse con maderas, paneles de construcción, lonas , laminas plásticas, etc.

Los cerramientos hechos de materiales flexibles son menos costosos y más fáciles de fabricar y retirar.

Los cerramientos fabricados con materiales rígidos son más eficientes para bloquear el viento y mantener las temperaturas del perímetro.

Así mismo, estos deben ser capaces de soportar las cargas de viento, granizo, lluvia, etc; y deben ser herméticos, tiene que contar con suficiente espacio entre la estructura en donde se realizara el grouteado y el cierre para que, así pueda circular el aire tibio, además el techo del cierre debe tener un suficiente espacio, con la finalidad, que los trabajadores puedan trabajar de manera eficiente y cómoda.

Para la realización de un microclima es necesario considerar la adición de un equipo que genere vapor, aire caliente, etc; tales como calentadores, reflectores, dragones , etc.

Con la finalidad de llegar a la temperatura recomendada para el grouteado. Es necesario indicar que el calentamiento mediante el vapor proporciona un medio de curado ideal, a su vez ofrece condiciones de trabajo menos que ideales y puede ocasionar problemas de congelamiento en los alrededores de perímetro del recinto.

Se debe tener en consideración que el uso de calefactores y reflectores deben colocarse de modo que no ocasionen áreas de sobrecalentamiento o sequen la superficie del hormigón así como acelere el proceso de fraguado por evaporación del agua del grout.



Ilustración 14  
*Cerramiento - Obra*

Los materiales y equipos usados para la construcción de microclimas previos a la etapa de colocación del grout deben utilizarse desde la etapa de almacenamiento de los materiales, y con mayor notoriedad antes, durante y después del grouteado; para que de esta manera genere las condiciones necesarias para el adecuado cuidado y desarrollo de resistencias del grout cementicio.

Es recomendable mantener una temperatura constante en el microclima antes, durante y después del grouteado. Así mismo, al hacer uso de equipos es indispensable tomar estrictas medidas de seguridad para prevenir incendios. El fuego puede destruir los recintos protectores, así como dañar el grout.



---

### **3.7.8.3. Sistemas de generación de calor (Uso de calentadores).**

Para la realización de microclimas es indispensable tener controlada la temperatura y para llegar a la temperatura requerida es necesario el uso de equipos que emitan o funcionen como fuente de calor (calentadores) de tal forma que permita elevar la temperatura hasta el nivel requerido tanto en el lugar en donde se realizara el almacenamiento de los materiales, así como antes, durante y después del grouteado; y esto se puede lograr mediante el uso de calefactores, reflectores, dragones de aire, etc.

Existen dos tipos de calentadores que son usados en trabajos ubicados en zonas de climas fríos: los de fuego directo y los de fuego indirecto. Los calentadores de fuego indirecto poseen un intercambiador de calor en la caldera y expulsan los gases producidos hacia fuera. Dichos calentadores descargan solamente aire limpio y calientan dentro del área encerrada. Su uso se recomienda cuando el grout, es colocado en áreas encerradas y calentadas. Su sistema reduce el riesgo de carbonatación de la superficie.

Los calentadores de fuego directo calienten el aire aspirado conforme este pasa por el área donde se ubica la fuente de calor. Es necesario tomar en consideración que el aire calentado contiene monóxido de carbono así como dióxido de carbono. Si se utiliza calentadores de fuego directo en una área encerrada y sin ventilación, hay que tener en cuenta que pueden generar altos niveles de monóxido de carbono que amenacen la seguridad de los trabajadores y de dióxido de carbono que dañen el grout, por ende es necesario considerar áreas de ventilación.



#### **3.7.8.4. Colocación en tiempo frío.**

Para la colocación del grout cementicio se debe considerar diversos factores que pueden afectar la calidad del grout colocado y estos son: Las dimensiones del elemento, la temperatura mínima del ambiente de trabajo, cantidad de superficie expuesta al medio ambiente, la temperatura a la que puede llegar el grout por la hidratación del cemento, etc; es por ello que es necesario tener un planteamiento apropiado debido a que son aspectos críticos para el desarrollo de la resistencia.

Para la colocación de grout cementicio en condiciones extremas, vale decir en climas fríos, es necesario tener las siguientes consideraciones:

- ✓ Plan de protección del clima para mantener el ambiente de trabajo y el concreto a una temperatura suficiente (de preferencia 20°C y con un mínimo de temperatura de 15°C durante las primeras 24 horas como mínimo) para la colocación y acabado (Carpa, manta de aislamiento y fuentes generadoras de calor tales como calefactores, reflectores, dragones, etc).
- ✓ El mortero no deberá colocarse cuando existan vibraciones provenientes de equipos cercanos operando, transmitidas a la fundación del equipo donde se va a colocar el mortero de nivelación.
- ✓ Durante el tiempo frío es conveniente que el grouting se realice temprano en la mañana para tomar ventaja de la elevación de temperatura durante el día y ayudar a prevenir el congelamiento. Se recomienda iniciar en grouteado entre las 8.00 a.m. a 9.00 A.M., en forma tal que siempre al inicio, la temperatura ambiente, esté absolutamente en ascenso, con la finalidad de que la reacción o fraguado, empiece en el periodo de mayor calor del día.
- ✓ Para seguir el procedimiento estándar de colocación de Grout las temperaturas de la fundación, placas, agua de mezcla y del Grout deben ser:





Tabla 6  
Temperaturas de los elementos que intervienen en la etapa de grouteado

Elemento	Mínima	Preferible	Máxima
Fundaciones, placas, encofrados.	7°C	10°C a 27°C	32°C
Agua de mezcla	7°C	10°C a 27°C	32°C
Grout a la temperatura de mezclado y colocación.	7°C	10°C a 27°C	32°C

Datos obtenidos por información del tesista.

- ✓ Cuando se trabaja en zonas de climas fríos, se debe tener especial cuidado de que la temperatura de la fundación, encofrado, placa y Grout no baje de 7 °C (45 °F) hasta después del fraguado final; y que el Grout se proteja del congelamiento 0 °C (32 °F) hasta que haya alcanzado una resistencia a compresión de 300 kg/cm<sup>2</sup> la cual se obtiene después de las 24 horas de grouteado aproximadamente.
- ✓ Se recomienda que el grout mezclado, previa colocación debe estar entre 20°C y 27°C.
- ✓ La colocación puede efectuarse mediante carretillas, recipientes, tubos o bombeado, vaciando el grout en forma continua y rápida por un lado de la placa (sector único de llenado), hasta que escurra hacia el lado opuesto, asegurando el llenado completo de todos los espacios bajo las placas y un íntimo contacto con todas las superficies.
- ✓ Es necesario tener en cuenta que las condiciones para el grouteado varían de acuerdo a la estructura o equipo a groutear.

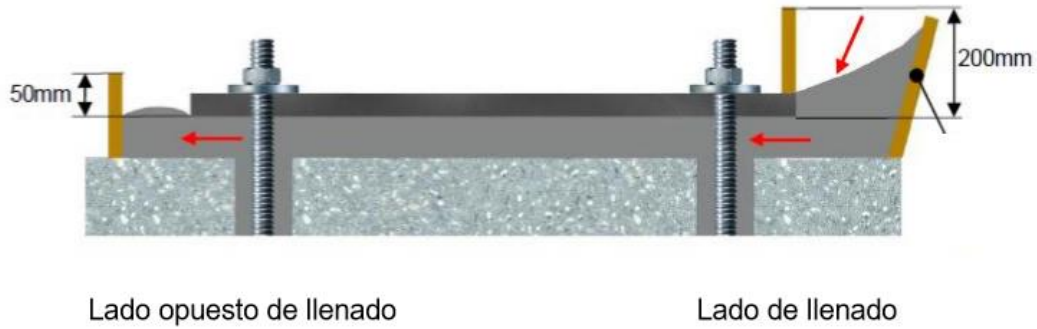


Ilustración 15  
 Groutado (Revista Sika al día.)

✓ El grout debe atravesar la menor distancia posible.

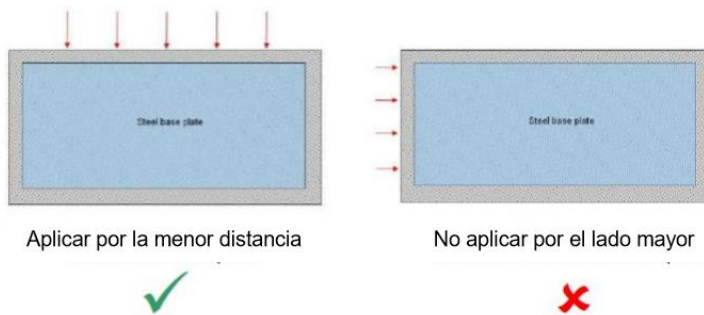


Ilustración 16  
 Groutado-aplicación (Revista Sika al Día)

✓ El grout debe ser vertido utilizando la pendiente.

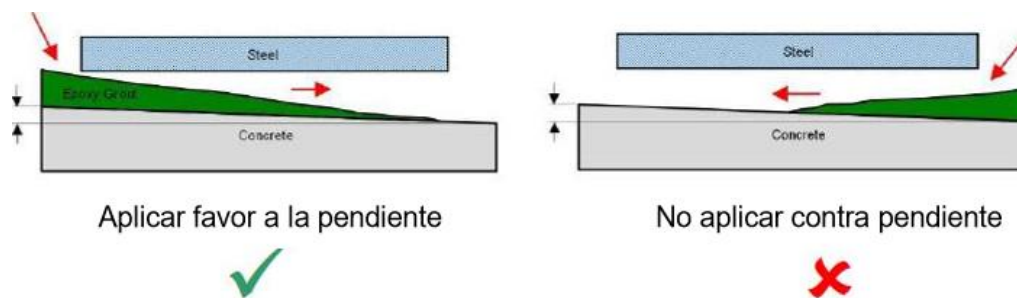


Ilustración 17  
 Groutado-aplicación (Revista Sika al Día)

- ✓ No es recomendable el uso de vibradores, sin embargo, se puede utilizar cables de acero para ayudar al vaciado y eliminar el aire atrapado, esto debe realizarse con cuidado y siempre que esté autorizado.
- ✓ Es esencial aplicar el grout continuamente desde una perforación hasta que aflore en las perforaciones adyacentes, y luego continuar desde estas últimas.

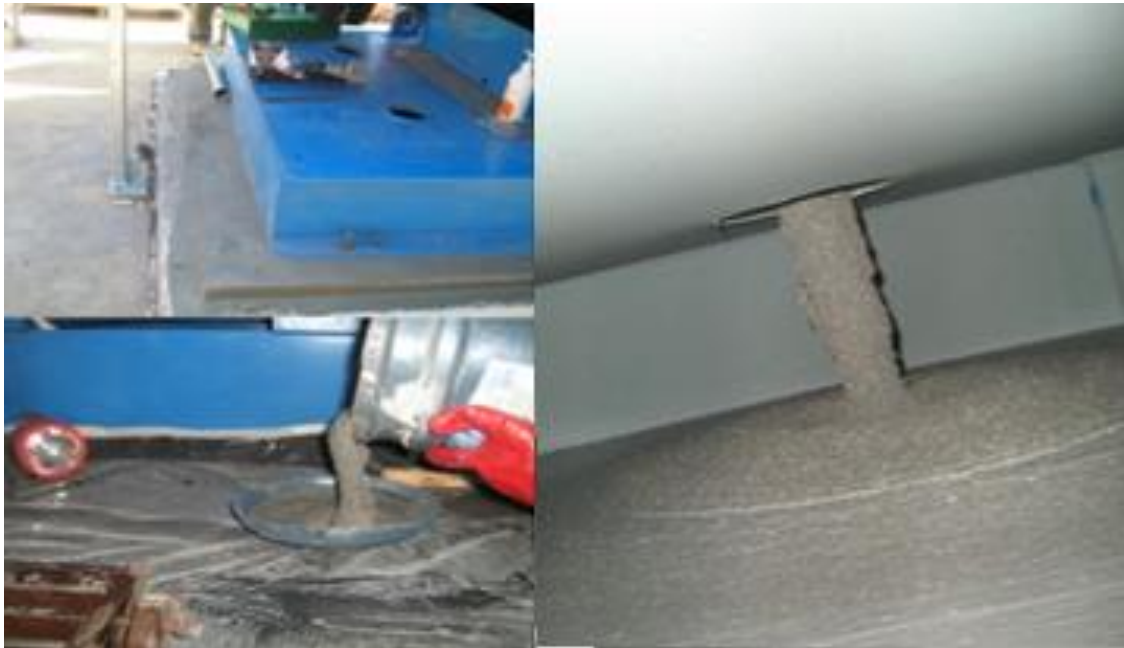
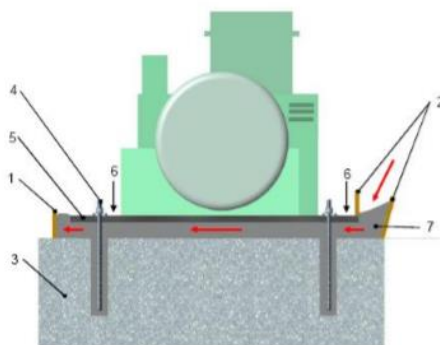


Ilustración 18  
Groutado-aplicación (Obra)

- ✓ El grout se debe vaciar hasta que alcance un nivel de a lo menos 6 mm sobre la superficie inferior de la placa base para asegurar un completo llenado del espacio bajo la placa.



1. Encofrado
2. Encofrado inclinado para verter el mortero (forma de embudo)
3. Soporte
4. Perno de anclaje
5. Placa base
6. Agujero para la evacuación / liberación del aire ocluido (si es necesario)
7. Grout cementicio

Ilustración 19  
Anclaje y nivelación de estructura de hormigón mediante grout cementicio. (Revista Sika al día)

- ✓ Para la terminación de la superficie, luego de un par de minutos de haber terminado la aplicación del grout donde aparecen burbujas de aire se puede eliminar pasando suavemente una brocha.



Ilustración 20

*Grouting-Terminación de la superficie (Obra)*

- ✓ No comenzar operaciones de acabado final, mientras se presente la exudación del grout.
- ✓ El exceso de grout que sobresalga, entre la línea de contacto de éste y de la fundación, deberá removerse y posteriormente se deberá dejar limpia esa zona.
- ✓ Inmediatamente después de la colocación corte la superficie con una llana (Como terminación, el grout que se extiende fuera de los límites de placa base, debe ser cortado preferentemente en un ángulo de 45 grados); así mismo, se debe cubrir el grout expuesto con trapos mojados manteniendo la humedad de la superficie por 3 días.



Ilustración 21  
*Grouting-Terminación de la superficie (Obra)*

### **3.7.9. Protección después de la colocación de la mezcla.**

Posterior a la etapa de colocación del grout cementicio, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Las protecciones necesarias para evitar el congelamiento temprano deben proporcionarse no solo antes si no después del grouteado. Debe verificarse y hacerse todos los arreglos referentes a cubrir, aislar, calentar o cuidar el grout cementicio recién colocado. Las protecciones deben ser adecuadas para lograr la temperatura recomendada. El microclima permanecerá preferentemente 3 días (periodo en el que el grout cementicio debe estar en etapa de curado) y mínimamente hasta que alcance su resistencia a la compresión de 300 kg/cm<sup>2</sup> la cual se obtiene después de las 24 horas de grouteado.

- ✓ Si se utiliza alguna fuente de calor, debe ubicarse de modo que el aire calentado pueda circular libremente tanto por arriba como por debajo de la estructura en donde se aplicara el grout.
- ✓ Al finalizar el periodo de protección, la estructura en donde se aplicó el grout cementicio debe enfriarse gradualmente, a fin de reducir las deformaciones inductoras de grietas entre el interior y exterior de la estructura.



Ilustración 22  
*Microclima (obra)*

### **3.7.10. Curado.**

#### **3.7.10.1 Generalidades.**

El curado es el proceso mediante la cual se mantiene controlado el contenido de agua del concreto o del grout, especialmente durante el período de endurecimiento, con la finalidad, que la pasta de cemento se hidrate y el grout desarrolle las propiedades requeridas.



Durante el período de endurecimiento del grout, se debe mantener húmedo para evitar pérdida brusca del agua por evaporación.

Mientras mayor sea el período de curado, se obtendrán:

- ✓ Mayores resistencias mecánicas
- ✓ Mayores resistencias a agentes exteriores agresivos.
- ✓ Mayor impermeabilidad.
- ✓ Mayor durabilidad.
- ✓ Etc.

Es indispensable tener en cuenta que cuando se cura estructuras en zonas de climas fríos, durante el invierno, en donde las condiciones atmosféricas no provocaran un secado deseable; el grout cementicio vertido en las estructuras de concreto, en condiciones de saturación, resulta vulnerable al congelamiento y, por consiguiente, se debe considerar un ligero secado antes de exponerlo a temperaturas bajas.

#### **3.7.10.2. Periodo de curado.**

El periodo curado del grout cementicio, es una etapa muy importante para el desarrollo de la resistencia del mismo, es por ello que se debe tener las siguientes consideraciones:

- ✓ Después de la aplicación del grout cementicio, se deben mantener para el curado, las mismas condiciones de temperatura, que se tuvieron en la etapa de colocación, de tal manera que el agua no se congele ni sea tan baja que produzca un choque térmico en pleno proceso de fraguado.
- ✓ Debe iniciarse tan pronto como sea posible, antes que desaparezca el agua de exudación y cuando hay terminación superficial, apenas terminada ésta.
- ✓ Es necesario conservar la superficie del grout cementicio húmeda. Para ello se puede cubrir con yute húmedo por el tiempo mínimo de 03 días, Así mismo,



---

también se puede usar curadores; las formas de curar el grout debe ser de acuerdo a lo recomendado por del fabricante.

- ✓ Si se cura en un área libre; el curado debe ser controlado, de tal forma que se evite la pérdida rápida de humedad o en su defecto esta se congele; para ello, podemos emplear plásticos de color negro que durante las horas de sol absorberán calor, para conservarlo en horas de la noche.
- ✓ En el caso de la utilización del moldajes, estos deberán ser removidos una vez completado el proceso de curado del producto.
- ✓ En condiciones extremas de climas fríos es fundamental e indispensable tomar muestras de testigos adicionales de control en obra para curarlas bajo las mismas condiciones de la estructura vaciada y así verificar la eficiencia de los métodos de protección y curado.

### **3.7.10.3. Método de curado.**

Existen dos métodos de curado, el primero es un método que previenen la pérdida de humedad y el segundo es un método que proporciona humedad. Ambos métodos son aplicables, pero sí es necesario que se preste las condiciones para realizarlos, por ejemplo:

- ✓ Si utilizamos el primer método; este consiste en evitar la pérdida de humedad, dentro de éste método se puede considerar las membranas de curados, los mismos que han brindado óptimos resultados siempre y cuando han sido aplicados a la brevedad posible, con un espesor uniforme esto según las especificaciones técnicas del producto a usar; es indispensable tener en consideración todas las recomendaciones del fabricante del grout cementicio.
- ✓ Como un aspecto negativo de esta alternativa, se puede apreciar que, al aplicarlos sobre superficie que recibirán algún tratamiento (pintura, estuco, impermeabilización y otros.) deben ser removidas, ya que impiden la





---

adherencia. Y por último, sabemos que previenen la pérdida de humedad, pero no controlan la temperatura del grout ni agregan agua para una óptima hidratación.

- ✓ Continuando con el método de prevenir la pérdida de humedad, esta también, la aplicación de láminas impermeables como el polietileno, papel impermeable, etc.
- ✓ Las láminas de polietileno con burbujas que son similar a las mencionadas anteriormente, con la ventaja de ser aislantes térmicos lo que los hace, aún más recomendable que los anteriores.
- ✓ Si utilizamos el segundo método es recomendable utilizar el curado a vapor, éste debe darse por terminado aproximadamente 12 horas antes de retirar la calefacción de recinto donde se está realizando el proceso de curado y debe permitirse que el grout seque antes y durante el período de ajuste gradual a las condiciones del clima frío. Además, también se puede curar con agua a través de nebulizadores que funcionan en forma permanente, pero la temperatura del microclima debe encontrarse sobre los 10°C. Sin embargo, si se cura en zonas de climas fríos que estén por debajo de 0°C, el curado con agua es el método menos recomendable, dado que, en clima extremadamente frío, ocasiona problema de formación de hielo donde el agua se filtra de los cerramientos o donde existe un sellado deficiente, Asimismo incrementa la posibilidad de que el grout se congele en condiciones próximas a la saturación, una vez que se remueva la protección. Cuando el clima es extremadamente frío, siempre resulta necesario añadir humedad al aire calentado con el objetivo de mantener esta humedad.



#### **3.7.10.4. Protecciones y precauciones durante el periodo de curado.**

Para las protecciones y precauciones durante el periodo de curado es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ No suspender la acción de los medios de protección hasta tanto no se tenga la certeza que los valores de resistencia estén acordes con las necesidades de seguridad y durabilidad de la estructura y área grouteada.
- ✓ Se deben proteger las superficies y por lo tanto no debe sufrir cargas, impactos, vibraciones, tránsito de personas, vehículos, equipos o peso de materiales que pueda dañar al elemento gouteado.
- ✓ Si se anticipa un secado excesivo, el concreto puede curarse con agua cuando no se espera que haya congelamientos. De otro modo es preferible el uso de compuestos de curado o una cubierta impermeable. Durante periodos de clima frío cuando ocurren congelamientos, las temperaturas pico ocasionales por encima de los 10°C no resultan de importancia. Sin embargo cuando se producen temperaturas por encima de los 10°C por mas de la mitad de un periodo cualquiera de 24 horas por tres días consecutivo, el grout ya no debe tratarse como grout de clima frío y deben usarse las prácticas de curado normal.

#### **3.7.11. Encofrado y desencofrado.**

Para la realización del encofrado y desencofrado, es necesario considerar lo siguiente:

##### **3.7.11.1. Encofrado.**

Durante el clima frío, la protección que dan los moldajes, con excepción de los de aceros, es muy importante, por lo que es siempre ventajoso dejar los moldajes en su lugar durante el período mínimo de protección.

Cuando se utiliza encofrados aislantes junto con microclimas, es aconsejable vigilar la temperatura tanto del interior como de la superficie del grout cementicio por medio de



dispositivos de control, con el fin de asegurarse que el grout vaciado masivamente ( si fuese el caso), no se caliente más de lo necesario.

El moldaje a utilizar debe ser totalmente estanco, resistente a la presión hidráulica del grout, y perfectamente alineados a fin de evitar cualquier filtración del grout.

Los encofrados deben tratarse con desmoldante, cera, o cubiertos con polietileno para facilitar su remoción posterior, así como su reutilización.

Los encofrados de madera dan mejor resultado que los metálicos debido a que retienen mejor el calor, salvo que se forren con material aislante en la superficie exterior.

Los encofrados deberán ser a prueba de líquidos y no absorbentes.

Es necesario tomar en consideración las recomendaciones que brinda el fabricante del grout cementicio, referente a los encofrados, ya que se debe considerar la altura del molde sobre la placa en el lado del vaciado, como mínimo recomiendan 3 cm pero esto varía según el ancho de la placa.

#### **3.7.11.2. Desencofrado.**

Sin embargo, un plan económico casi siempre indica retirar los moldajes en etapas tempranas. En tales casos, los moldajes pueden quitarse lo más temprano posible siempre y cuando esto no represente en daños para el grout ya sea, en su resistencia, terminación o calidad.

Al finalizar el periodo de protección, el grout debe enfriarse gradualmente a fin de reducir las distintas deformaciones inductoras de agrietamiento entre el interior y el exterior, de la estructura. Esto puede lograrse al reducir lentamente las fuentes de calor o al permitir que el aislamiento permanezca hasta que el grout haya alcanzado esencialmente el equilibrio con la temperatura del medio ambiente.



Deben registrarse y ser utilizados por el ingeniero los resultados de todas las pruebas, al igual forma los registros de las condiciones climáticas y cualquiera otra información pertinente, con objeto de tomar la decisión respecto a cuándo deben de removerse los encofrados; por lo general, estos se pueden remover tres días después del vaciado.

### 3.7.12. Resistencia de diseño.

El grout cementicio generalmente es un producto premezclado, de resistencia temprana, la misma que se especifica en la ficha técnica del producto; si consideramos las especificaciones técnicas de sikagrout 212, indica lo siguiente:

Tabla 7

*Resistencia a la compresión según tiempo de vaciado*

Resistencia a la compresión según tiempo de vaciado		
24 Horas	7 días	28 días
300 kgf/cm <sup>2</sup>	500 kgf/cm <sup>2</sup>	750 kgf/cm <sup>2</sup>

Datos obtenidos según ficha técnica del sikagrout 212

### 3.7.13. Control de calidad.

El proceso de control de calidad del grout cementicio es muy importante, ya que me permitirá verifica la resistencia a la compresión, así como será un indicador que los microclimas propuestos son alternativa eficiente para garantizar el fraguado de grout en zonas de climas fríos, por ello es necesario considerar lo siguiente:

Los moldes deben estar limpios, aceitados y totalmente ajustados; estos deben poseer las siguientes características:

Tabla 8  
*Dimensiones de los moldes*



Parámetro	Moldes cúbicos de 50 mm
Distancia entre lados opuestos	$50.0 \pm 0.5$ mm
Altura	$50.0 \pm 0.25$ mm

De acuerdo  
a la norma ASTM  
109/C109M-13

- ✓ La temperatura del mortero deberá ser de  $23 \pm 2$  °C.
- ✓ Se preparan especímenes para las edades de 1 día, 7 días y 28 días u otras edades según se requieran.
- ✓ Para el ensayo de resistencia a la compresión debe hacerse un mínimo de 2 cubos por edad.
- ✓ Una vez terminada la operación de llenado, se curará los cubos (testigos) en campo durante el primer día, del mismo modo como el grout. Se transportará los cubos al laboratorio de prueba para su resistencia compresiva. Si las muestras son ensayadas a 24 horas retirarlas de los moldes y cubrirlos con un paño húmedo hasta el momento del ensayo. Evitar la evaporación manteniendo las probetas preferentemente entre  $16^{\circ}$  y  $27^{\circ}$ C.
- ✓ Los especímenes son retirados de sus moldes y que no serán ensayados a 24 h, se deberá llevarlos al baño de curado hasta su edad de ensayo. Mantener el agua del baño de curado limpia y cambiar cuando sea requerido. El agua de deberá conservarse a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C.
- ✓ Ensayar los especímenes después de retirarlos del baño de curado o estufa, los especímenes serán ensayados dentro de las tolerancias siguientes:



Tabla 9  
Tolerancias permisibles de acuerdo a cada edad de ensayo de laboratorio

<b>Edad</b>	<b>de</b>	<b>Tolerancia</b>
<b>Ensayo</b>		<b>Permisible</b>
24 h		$\pm \frac{1}{2}$ hora
3 d		$\pm 1$ hora
7 d		$\pm 3$ horas
28 d		$\pm 12$ horas

De acuerdo a la norma ASTM 109/C109M-13

Los resultados serán anotados, y firmados por el personal responsable del laboratorio, dichos datos serán documentados.

### **3.8. Problemas en el fraguado del grout en temperaturas bajas**

#### **3.8.1. Aspectos generales (Fisuración).**

La temperatura es un factor muy importante que interviene en el proceso de fraguado del grout cementicio, así como en el desarrollo de las resistencias tempranas, y otras características que este posee, más aún si su utilización se da en zonas de climas fríos, es por ello que las lesiones o problemas que se mencionarán serán principalmente las que tienen directa relación con las bajas temperaturas; las mismas que son indicadas a continuación:

Las buenas prácticas constructivas son esenciales para la obtención de grout cementicio resistentes al clima frío. En particular se debe evitar la adición de agua, solo debe usarse la cantidad recomendada por el fabricante, ya que si se usa la menor cantidad de agua, la resistencia que desarrolle son mayores a comparación si se usa la inversa; así mismo, es indispensable tener en cuenta que al ser un producto autonivelante (sikagrout 212) no es necesario vibrar para eliminar el aire, a menos que el proveedor lo sugiera.



La fisuración de un grout cementicio se produce cuando las tensiones solicitantes sobrepasan la resistencia del grout, ya que la resistencia a tracción del grout es más baja, comparativamente, que la resistencia a compresión o al corte, generalmente la fisuración deriva de las tensiones de tracción, las tensiones de tracción pueden tener dos orígenes básicos: las estructurales y las deformaciones por causa de la retracción hidráulica y térmica.

La fisuración resultante de la retracción hidráulica y térmica depende de factores externos que tienen un cierto nivel de manejo en la etapa de diseño o de construcción, lo cual permite establecer el campo de actuación de los distintos actores en relación con el riesgo de fisuración de las estructuras.

La fisuración resultante por la retracción hidráulica deriva de la deformación endógena que sufre todo grout durante el proceso de endurecimiento. Esta deformación, llamada retracción hidráulica, constituye una contracción si el ambiente en el cual se mantiene el grout cementicio no está saturado de humedad y una dilatación en el caso contrario, siendo esta segunda de mucho menor magnitud que la primera. Por consiguiente, para que esta deformación pueda generar tensiones de tracción, es necesario que la estructura esté en un ambiente seco. Pero, además, la estructura tiene que estar restringida para deformarse, pues si está libre no se tensiona.

Finalmente, la magnitud de las tensiones generadas queda determinada también por la magnitud de la contracción producida, que depende de dos componentes:

1.- De la pérdida de agua de amasado del grout cementicio por evaporación hacia la atmósfera.

Por su origen, esta componente de la contracción aumentará para una mayor dosis de agua del grout cementicio y para una menor humedad ambiente.



2.- Por la forma en que se origina, esta componente es mayor para una mayor dosis de cemento (principal componente del grout cementicio) y también para una menor humedad ambiente. Por efecto de la retracción hidráulica sería necesario controlar la humedad ambiente, existiendo además otros factores que aquí no se mencionaran.

El control de la humedad ambiente, en el sentido de evitar pérdida de humedad por parte del grout cementicio, sólo puede ser efectuado durante el período de curado del grout cementicio. Este período, por razones prácticas de construcción, es siempre limitado a valores que sean como mínimo de 3 días.

En consecuencia, este aspecto es de responsabilidad del constructor hasta el límite de período de curado especificado. Sobre este período, es responsabilidad del proyectista (con el asesoramiento del proveedor del grout) una definición de mayor duración que la habitualmente especificada.

Por la fisuración resultante de la retracción térmica de las estructuras en el hormigón existen dos causales de variación de su temperatura:

- 1.- Las variaciones de la temperatura ambiente.
- 2.- El calor generado por la hidratación de la pasta de cemento (principal componente del grout cementicio).

Ambos efectos tienen características comunes, que consisten en que ellas producen gradientes que varían desde el interior hacia las superficies del elemento y, además, que su evolución en el tiempo depende de las dimensiones de éste.

La primera puede generar una contracción o una dilatación según sea la evolución de la temperatura ambiente, y su magnitud depende de la variación que alcance la temperatura ambiente. En tanto, el calor de hidratación genera un aumento de temperatura en la parte central del elemento, generando una gradiente hacia las superficies externas del elemento. Este aumento de temperatura en el centro del elemento llega a un máximo,





que depende del tipo y de la dosis de cemento y, posteriormente, desciende, entonces se deduce que para controlar la fisurabilidad, sería necesario controlar los siguientes factores:

Por efecto de la retracción térmica

- a) Variaciones de la temperatura ambiente
- b) Tipo de cemento
- c) Dosis de cemento

### **Variaciones de la temperatura ambiente.**

En relación con este aspecto deben distinguirse dos situaciones:

La incidencia de la temperatura del día en el momento de la colocación del grout. Esta incide sólo superficialmente, por lo que tiene importancia sólo en los primeros días de vida de la obra.

La incidencia de las variaciones de la temperatura anual en el período de construcción. Esta tiene una incidencia general más acentuada, pues su influencia alcanza mayor profundidad en la estructura. Por su parte, el control de la temperatura a través de la elección de la época más favorable del año, no es factible de consideración desde un punto de vista práctico, pues significaría plazos y costos de construcción significativamente mayores.

Es indispensable considerar que si no se tienen los cuidados necesarios para la utilización del grout cementicio en zonas de climas fríos, esto puede traer como consecuencia resultados inesperados tales como : bajas resistencias tempranas de diseño, baja calidad estructural, durabilidad, mal acabado, etc.

A continuación se describirán algunos ejemplos de problemas en el grout cementicio cuando no se toman en cuenta los cuidados para su uso en zonas de climas fríos.

**Registro visual de la No Conformidad interna RNC-OCO-012**

**Ubicación:** Pedestales 1400-Ejes H.3.1 y 3.3.2, H.3.1 y 3.3.1, H.4.1 y 3.3.1, H.4.1 y 3.2.1, H.3.1 y 3.1.2, H.4.1 y 3.1.2, H.3.1 y 3.1.1

1.- No fraguo el grout cementicio dentro de las 12 horas debido a que no se dieron las condiciones ambientales adecuadas en temperatura (no funcionó la calefacción) y aislamiento del agua (hermeticidad), observando falta de consistencia superficial. Del mismo modo se debe acondicionar en el almacenamiento del Sikagrout 212, ya que se observa humedad en la bolsa.



Ilustración 23  
*Registro visual de lesiones en el grout (Obra)*

**Registro visual de la No Conformidad interna RNC-OCO-023**

**Ubicación:** Área 500 y 1400 – Grout cementicio

No se cumple con temperar continuamente el Grout cementicio vaciado durante las primeras 24 horas, donde su temperatura no debe bajar de 10°C. Del mismo modo no se cumple con mantener el agua de curado del Grout por encima de los 20°C. Tampoco se cumple con humedecer con trapo húmedo las superficies una vez fraguado, con la finalidad de evitar fisuras. No se está protegiendo los testigos del Grout observándose deterioro de estas siendo descartadas para su ensayo.



Ilustración 24  
*Registro visual de lesiones en el grout (obra)*

**Registro visual de la No Conformidad interna RNC-OCO-038**

**Ubicación:** Almacén de productos químicos

1.- Se detectó el mal almacenamiento del grout cementicio Sikagrout 212, el cual se encuentra expuesto al medio ambiente sin microclima.



Ilustración 25  
*Registro visual de lesiones en el grout (Obra).*



Ilustración 26  
*Registro visual de lesiones en el grout (obra)*

**Ubicación:** 1400-PU-011

2.- Se observó en la zona en mención material expuesto a la humedad y sin el microclima en funcionamiento.



Ilustración 27  
*Material expuesto, no almacenado correctamente (obra)*



Ilustración 28  
*Material expuesto, no almacenado correctamente (obra)*

## Capítulo 4

### 4. Microclimas

#### 4.1. Definición

Según diccionario de la lengua española define microclima como un:

“Clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra”.

Así mismo, también podemos denominar microclimas a un medio aislado de las temperaturas bajas o altas (en este caso temperatura baja). Generalmente se realizan con la finalidad de generar un ambiente propicio con condiciones que me permitan desarrollar el correcto funcionamiento de los materiales de construcción, tales como el grout cementicio para que de esta manera se pueda lograr los resultados deseados ya sea en resistencia, durabilidad, calidad estructural, acabado, etc.

#### 4.2. Materiales, equipos y herramientas

Para la realización de los microclimas propuestos como alternativas de solución al fraguado del grout cementicio en zonas de climas frios, se utilizaron los siguientes materiales y equipos.

##### 4.2.1. Materiales.

- ✓ Sika Grout 212



Ilustración 29  
SikagROUT 212

- ✓ Agua
- ✓ Petróleo
- ✓ Madera, triplay



Ilustración 30  
*Encofrado (procedimiento constructivo del tesista)*

- ✓ Carpa de lona impermeable



Ilustración 31  
*Carpa de lona (procedimiento constructivo del tesista)*

- ✓ Trapo industrial



Ilustración 32  
*Trapo industrial*

- ✓ Yute.
- ✓ Geotextil



Ilustración 33  
*Geotextil (Procedimiento constructivo del tesista)*

- ✓ Clavos
- ✓ Cíncel



#### 4.2.2. Herramientas y Equipos.

- Taladro de bajas revoluciones con terminal tipo mariposa



Ilustración 34  
*Taladro de bajas revoluciones (Procedimiento constructivo del tesista)*

- Moldes de material no absorbente de 5cm x 5cm



Ilustración 35  
*Moldes de material no absorbente de 5cm x 5cm (Procedimiento constructivo del tesista)*

- Reflectores de 500 W



Ilustración 36  
*Reflectores de 500 W (procedimiento constructivo del tesista).*

- Calefactor



Ilustración 37  
*Calefactor (procedimiento constructivo del tesista).*

- Baldes, batea



Ilustración 38  
*Baldes, batea (procedimiento constructivo del tesista).*

- Jarra



Ilustración 39  
*Jarra (procedimiento constructivo del tesista).*

- Cucharon
- Termómetro digital con bulbo



Ilustración 40  
*Termómetro digital con bulbo (procedimiento constructivo del tesista).*

- Calentador de pecera



Ilustración 41  
*Calentador de pecera (procedimiento constructivo del tesista).*

- **Termómetro laser**



Ilustración 42  
*Termómetro laser (procedimiento constructivo del tesista).*

- **Hervidor**



Ilustración 43  
*Hervidor (procedimiento constructivo del tesista).*

### 4.3. Microclimas como alternativas de solución para el fraguado del grout

#### en zonas de climas fríos

Para este estudio se realizaron los tres microclimas tanto en Huaraz como en Cerro de Pasco, cada uno de los cuales con las características que presentaremos a continuación:

#### 4.3.1. Microclima 1 (MC1-Reflector)

Está conformada por un cerramiento de lona (Poli cloruro de vinilo tipo PVC-S), impermeable, foto estabilizantes a radiación UV, ignifuga con las siguientes dimensiones:

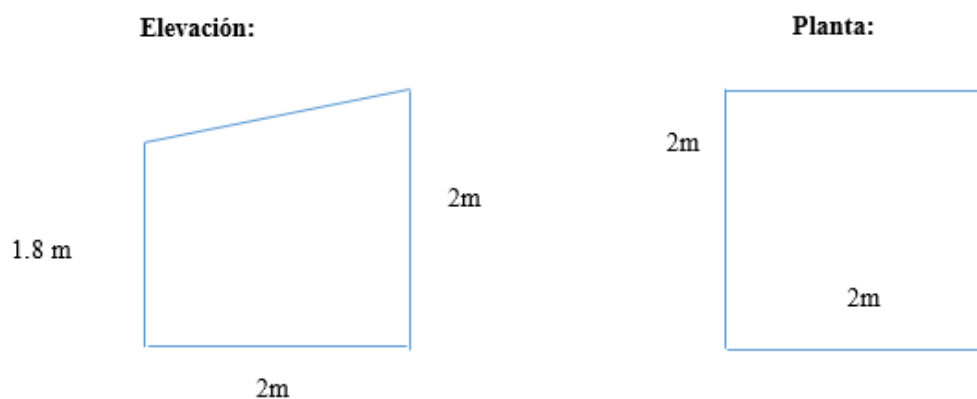


Ilustración 44

*Dimensiones de las carpas de lona (procedimiento constructivo del tesista).*

Como fuente de inyección calor se utilizó un reflector, con la finalidad de aclimatar el área con la temperatura deseada, en promedio 20°C.



Ilustración 45

*Microclima MC1-Reflectores (procedimiento constructivo del tesista).*

Así mismo, se construyó en su interior pedestales de concreto con las siguientes dimensiones:

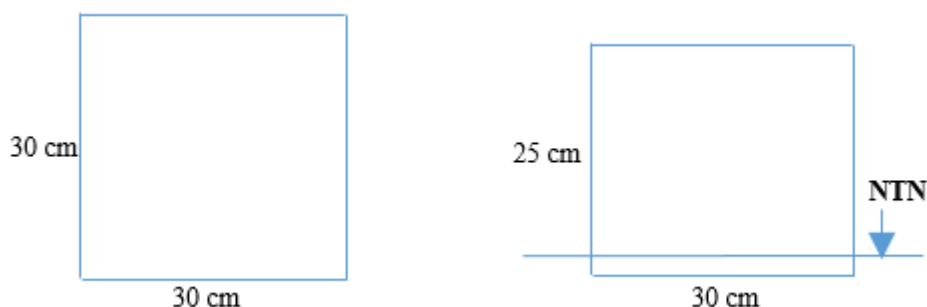


Ilustración 46

*Detalle del pedestal de concreto (procedimiento constructivo del tesista).*

Una vez desencofrado y curado el pedestal de concreto, y aclimatado el área a groutear, se procedió a realizar la preparación de la superficie con la finalidad de que esta se vuelva rugosa, el método de preparación del sustrato fue por impacto, martillando con un cincel de punta el área en donde se colocara el grout cementicio con una rugosidad aproximada de 10 mm. Posterior a ello se procedió a saturar con agua la superficie (24 horas antes del grouteado). Consecutivamente se procedió a la realización del encofrado del área en donde se verterá el grout cementicio. Tanto para el encofrado como para los testigos, previa a la colocación del sikagrout 212, se procedió a cubrirlo con desmoldante de tal manera que me permitió conseguir un mejor acabado y facilito el desencofrado. Cabe mencionar que se realizó la aclimatación del almacenamiento del sikagrout 212 (grout cementicio) por un periodo de 48 horas antes de su colocación. Se verifico que tanto el microclima, pedestal de concreto, encofrado, placas metálicas y pernos de anclaje así como el sikagrout 212, se encuentren dentro del rango de temperatura permitido, mencionados en el capítulo anterior. Para la etapa de preparación de la mezcla, se realizó in situ; el espesor de grout cementicio colocado fue de 5 cm; se realizó el respectivo pesaje de grout cementicio, así como la cantidad de agua a utilizar de acuerdo a la proporción brindada por el fabricante del producto de acuerdo a la cantidad usada; la

preparación se realizó con un taladro de bajas revoluciones, mezclando en una batea :primero adicionando el 80% de agua (Temperada a una temperatura aproximada de 27°C) luego el grout cementicio y por último el resto del agua; el tiempo de batido fue aproximadamente de 5 min.



Ilustración 47  
*Proceso de batido de la mezcla (procedimiento constructivo del tesista).*

Después de mezclar el sikagrout 212 con el agua, se procedió a verificar la temperatura de la mezcla.



Ilustración 48  
*Temperatura de la mezcla (procedimiento constructivo del tesista).*



Se procedió a la colocación del grout cementicio (sikagrout 212) desde un lado del pedestal, así como al llenado de los testigos, dos para cada edad (24 horas, 7 días y 28 días). No se realizó un vibrado, ya que este es un material autonivelante, y por las dimensiones y condiciones propias de la estructura no lo ameritaba. Después de 5 horas de vaciado el grout cementicio se procedió a curar el pedestal con agua hasta 3 días después del vaciado. Después de las 24 horas se trasladaron las muestras al laboratorio y se realizó las respectivas rupturas para la edad requerida. Las muestras con edades de 7 días y 28 días fueron colocadas en una batea con agua temperada aproximadamente 21°C); dentro de la batea se incorporó un calentador de pecera graduable, con la finalidad de mantener temperada el agua a una temperatura constante; Las muestras fueron ensayadas en un laboratorio particular, de acuerdo a las edades planificadas; los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión se encuentran debidamente documentados y se indican en los anexos adjunto.



Ilustración 49  
*Curado de probetas de grout cementicio (procedimiento constructivo del tesista).*

Es necesario tener en consideración que todas las recomendaciones descritas en el capítulo anterior fueron consideradas para el desarrollo de la investigación, por ello todo

lo que no se ha mencionado en este capítulo se sobrentenderá que esta descrito en el capítulo correspondiente.

#### 4.3.2. Microclima 2 (MC2-Calefactor)

Está conformada por un cerramiento de lona (Policloruro de vinilo tipo PVC-S), impermeable, fotoestabilizantes a radiación UV, ignifuga con las siguientes dimensiones:

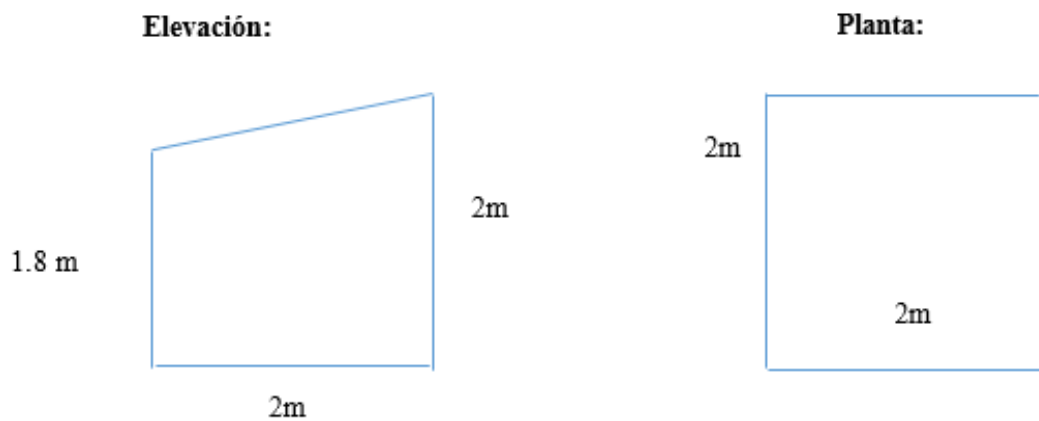


Ilustración 50

*Vista en planta y elevación de la carpa de lona (MC2-Calefactor). Procedimiento constructivo del tesista.*



Ilustración 51

*Microclimas (Cerro de Pasco). Procedimiento constructivo del tesista.*

Como fuente de inyección calor se utilizó un calefactor, con la finalidad de aclimatar el área con la temperatura deseada, en promedio 20°C.



Ilustración 52  
*Microclimas-Calefactor (Procedimiento constructivo del tesista).*



Ilustración 53  
*Microclimas (MC2)- Control de temperatura. (Procedimiento constructivo del tesista).*

Así mismo, se construyó en su interior pedestales de concreto con las siguientes dimensiones:

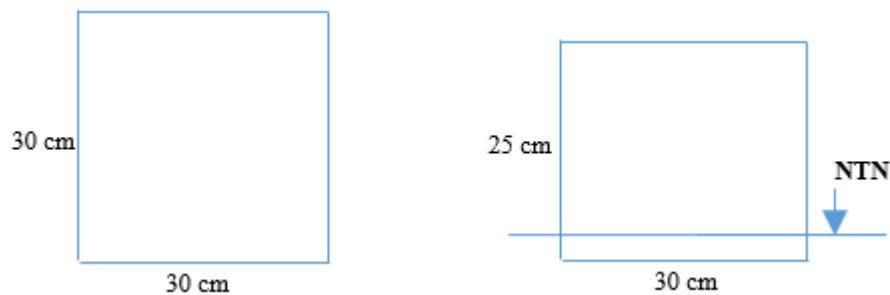


Ilustración 54  
Detalle del pedestal de concreto (MC2-Calefactor). Procedimiento constructivo del tesista.

Una vez desencofrado y curado el pedestal de concreto, y aclimatado el área a groutear, se procedió a realizar la preparación de la superficie con la finalidad de que esta se vuelva rugosa, el método de preparación del sustrato fue por impacto, martillando con un cincel de punta el área en donde se colocara el grout cementicio con una rugosidad aproximada de 10 mm.

Posterior a ello se procedió a saturar con agua la superficie (24 horas antes del grouteado). Consecutivamente se procedió a la realización del encofrado del área en donde se verterá el grout cementicio. Tanto para el encofrado como para los testigos, previa a la colocación del sikagROUT 212, se procedió a cubrirlo con desmoldante de tal manera que me permitió conseguir un mejor acabado y facilito el desencofrado. Cabe mencionar que se realizó la aclimatación del almacenamiento del sikagROUT 212 (grout cementicio) por un periodo de 48 horas antes de su colocación.

Se verifico que tanto el microclima, pedestal de concreto, encofrado, placas metálicas y pernos de anclaje así como el sikagROUT 212, se encuentren dentro del rango de temperatura permitido, mencionados en el capítulo anterior.

Para la etapa de preparación de la mezcla, se realizó in situ; el espesor de grout cementicio colocado fue de 5 cm; se realizó el respectivo pesaje de grout cementicio, así como la cantidad de agua a utilizar de acuerdo a la proporción brindada por el fabricante

del producto de acuerdo a la cantidad usada; la preparación se realizó con un taladro de bajas revoluciones, mezclando en una batea :primero adicionando el 80% de agua (Temperada a una temperatura aproximada de 27°C) luego el grout cementicio y por último el resto del agua; el tiempo de batido fue aproximadamente de 5 min.



Ilustración 55  
*Proceso de mezclado (MC2-Calefactor). Procedimiento constructivo del tesista.*

Después de mezclar el sikagROUT 212 con el agua, se procedió a verificar la temperatura de la mezcla. Se procedió a la colocación del grout cementicio (sikagROUT 212) desde un lado del pedestal, así como al llenado de los testigos, dos para cada edad (24 horas, 7 días y 28 días).

No se realizó un vibrado, ya que este es un material autonivelante, y por las dimensiones y condiciones propias de la estructura no lo ameritaba.

Después de 5 horas de vaciado el grout cementicio se procedió a curar el pedestal con agua hasta 3 días después del vaciado. Después de las 24 horas se trasladaron las muestras al laboratorio y se realizó las respectivas rupturas para la edad requerida.

Las muestras con edades de 7 días y 28 días fueron colocadas en una batea con agua temperada (aproximadamente 21°C); dentro de la batea se incorporó un calentador de

pecera graduable, con la finalidad de mantener temperada el agua a una temperatura constante; Las muestras fueron ensayadas en un laboratorio particular, de acuerdo a las edades planificadas; los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión se encuentran debidamente documentados y se indican en los anexos adjunto.



Ilustración 56

*Curado de muestras de grout cementicio (MC2-Calefactor)- Control de temperatura. (Procedimiento constructivo del tesista).*

Es necesario tener en consideración que todas las recomendaciones descritas en el capítulo anterior fueron consideradas para el desarrollo de la investigación, por ello todo lo que no se ha mencionado en este capítulo se sobrentenderá que esta descrito en el capítulo correspondiente.

### 4.3.3. Microclima 3 (MC3-Geotextil)

Está conformada por un cerramiento de lona (Policloruro de vinilo tipo PVC-S), impermeable, fotoestabilizantes a radiación UV, ignífuga con las siguientes dimensiones:

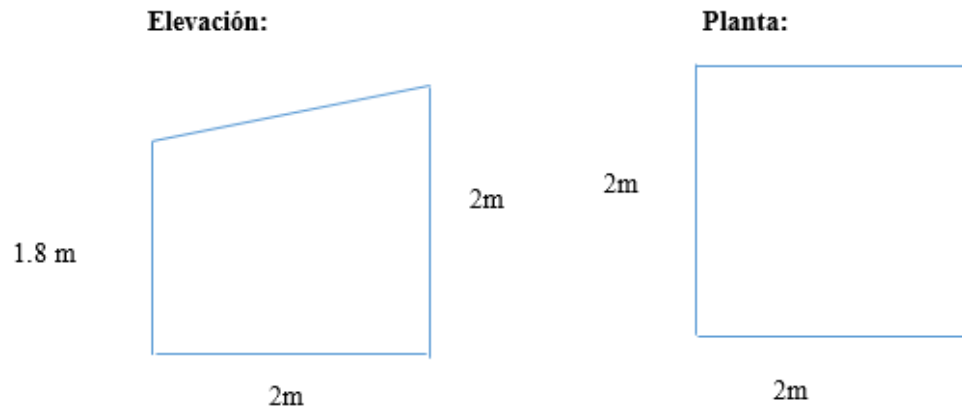


Ilustración 57

*Detalle del microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista).*

No se utilizaron fuentes de inyección de calor; se utilizó geo textil, con la finalidad de verificar si el grout con el calor de hidratación que este posee y con las ventajas que ofrece el geo textil, este sea capaz de mantenerse a la temperatura requerida según datos del fabricante.



Ilustración 58

*Microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista).*

Así mismo, se construyó en su interior pedestales de concreto con las siguientes dimensiones:

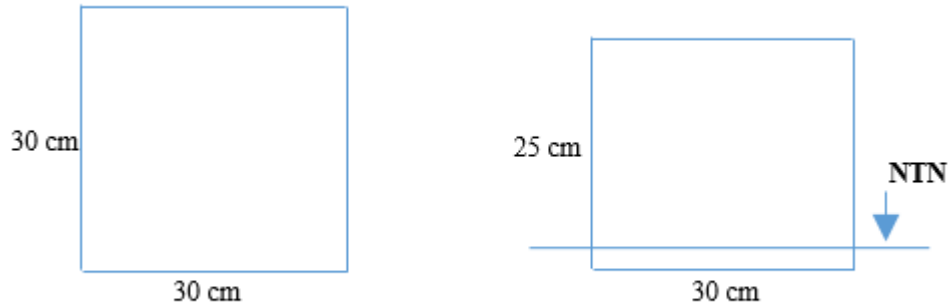


Ilustración 59  
Detalle del pedestal del Microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista).



Ilustración 60  
Carpa de lona del microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista).





Una vez desencofrado y curado el pedestal de concreto, y aclimatado el área a groutear, se procedió a realizar la preparación de la superficie con la finalidad de que esta se vuelva rugosa, el método de preparación del sustrato fue por impacto, martillando con un cincel de punta el área en donde se colocara el grout cementicio con una rugosidad aproximada de 10 mm. Posterior a ello se procedió a saturar con agua la superficie (24 horas antes del grouteado). Consecutivamente se procedió a la realización del encofrado del área en donde se verterá el grout cementicio. Tanto para el encofrado como para los testigos, previa a la colocación del sikagrout 212, se procedió a cubrirlo con desmoldante de tal manera que me permitió conseguir un mejor acabado y facilito el desencofrado. Cabe mencionar que se realizó la aclimatación del almacenamiento del sikagrout 212 (grout cementicio) por un periodo de 48 horas antes de su colocación. Se verifico que tanto el microclima, pedestal de concreto, encofrado, placas metálicas y pernos de anclaje así como el sikagrout 212, se encuentren dentro del rango de temperatura permitido, mencionados en el capítulo anterior. Para la etapa de preparación de la mezcla, se realizó in situ; el espesor de grout cementicio colocado fue de 5 cm; se realizó el respectivo pesaje de grout cementicio, así como la cantidad de agua a utilizar de acuerdo a la proporción brindada por el fabricante del producto de acuerdo a la cantidad usada; la preparación se realizó con un taladro de bajas revoluciones, mezclando en una batea :primero adicionando el 80% de agua (Temperada a una temperatura en promedio de 27°C) luego el grout cementicio y por último el resto del agua; el tiempo de batido fue aproximadamente de 5 min. Después de mezclar el sikagrout 212 con el agua, se procedió a verificar la temperatura de la mezcla.

Se procedió a la colocación del grout cementicio (sikagrout 212) desde un lado del pedestal, así como al llenado de los testigos, dos para cada edad (24 horas, 7 días y 28 días).

No se realizó un vibrado, ya que este es un material autonivelante, y por las dimensiones y condiciones propias de la estructura no lo ameritaba. Después de 5 horas de vaciado el grout cementicio se procedió a curar el pedestal con agua hasta 3 días después del vaciado. Después de las 24 horas se trasladaron las muestras al laboratorio y se realizó las respectivas rupturas para la edad requerida. Las muestras con edades de 7 días y 28 días fueron colocadas en una batea con agua temperada (aproximadamente 21°C); dentro de la batea se incorporó un calentador de pecera graduable, con la finalidad de mantener temperada el agua a una temperatura constante; Las muestras fueron ensayadas en un laboratorio particular, de acuerdo a las edades planificadas; los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión se encuentran debidamente documentados y se indican en los anexos adjunto.



Ilustración 61  
*Curado de probetas del microclima MC3-Geotextil. (Procedimiento constructivo del tesista).*

Es necesario tener en consideración que todas las recomendaciones descritas en el capítulo anterior fueron consideradas para el desarrollo de la investigación, por ello todo lo que no se ha mencionado en este capítulo se sobrentenderá que esta descrito en el capítulo correspondiente.

## Capítulo 5

### Resultado y Discusión

#### 5.1 Resultado

Para seleccionar el uso de microclimas empleando reflectores, calefactores y geotextiles; se consideró la siguiente información: El día 8 de marzo del 2016, en la ciudad de **Huaraz**, se realizó el grouteado en tres microclimas con diferentes fuentes generadoras de calor, en cada uno de los cuales se extrajeron 6 muestras para ensayos de laboratorio (dos muestras para cada día de ruptura: día 1, día 7, día 28), con la finalidad comparar los resultados obtenidos mediante los métodos de modificación de temperaturas (microclimas propuestos) y verificar si este es una alternativa eficiente para que el grout pueda lograr fraguar en zonas de climas fríos, según diseño proyectado especificado en la ficha técnica del producto.



Ilustración 62  
*Carpas de lona (Microclimas en Huaraz)*

La temperatura máxima del día fue de 22°C, en cada una de estas muestras se utilizó la mínima cantidad de agua recomendada en la especificación técnica del sikagROUT 212, con la finalidad de disminuir los riesgos de congelación y menor exudación que debe



tener el agua de amasado. Los resultados obtenidos de las alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de climas fríos propuestas, son las que se describen a continuación:

### 5.1.1. Huaraz- Microclima “MC1- Reflector”

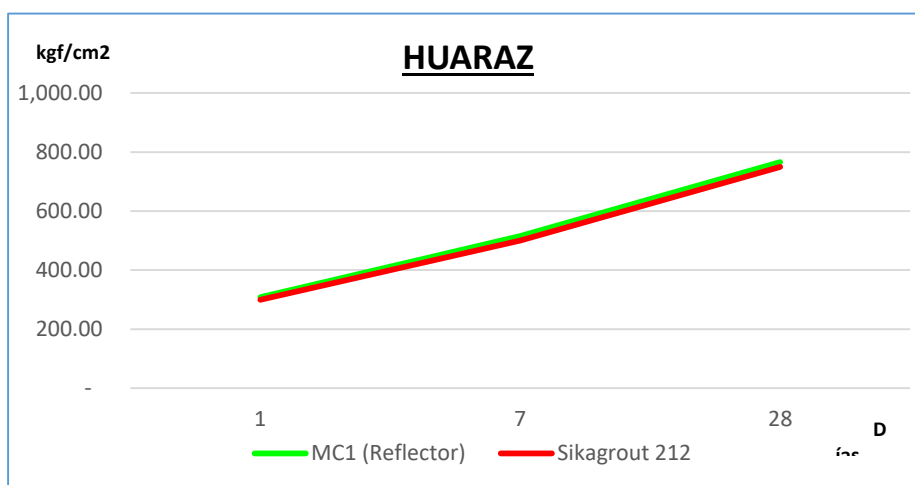
A este microclima se le denominó “MC1- Reflector”, cuya fuente principal de calor fueron reflectores de 500 W; Se realizó el grouteado con una mezcla de sikagrout 212 y agua. Utilizando 11.5 kg de sikagrout 212 y 1.15 lt. de agua.

La muestra fue elaborada a las 8:00 a.m.; la temperatura ambiente, fue aproximadamente de 16°C. y a continuación se muestran los resultados de los ensayos a la compresión realizados en un laboratorio, así como las resistencias de diseño indicadas en la ficha técnica del sikagrout 212.

*Tabla 10  
Comparativo de los resultados del microclima (MC1-Reflector) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz*

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	Sikagrout 212	300	500	750
2	MC1-Reflector	308.39	515.00	765.67

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el tesista.



*Ilustración 63  
Comparativo de los resultados del microclima (MC1-Reflector) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz*



### 5.1.2. Huaraz- Microclima “MC2- Calefactor”

A este microclima se le denomino “**MC2- Calefactor**”, cuya fuente principal de calor fue el calefactor; Se realizó el grouteado con una mezcla de sikagrout 212 y agua. Utilizando 11.5 kg de sikagrout 212 y 1.15 lt. de agua.

La muestra fue elaborada a las 8:20 a.m.; la temperatura ambiente, fue aproximadamente de 16 °C. y a continuación se muestran los resultados de los ensayos a la compresión realizados en un laboratorio, así como las resistencias de diseño indicadas en la ficha técnica del sikagrout 212.

Tabla 11  
*Comparativo de los resultados del microclima (MC2-Calefactor) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz*

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	Sikagrout 212	300	500	750
2	MC2-Calefactor	308.59	510.51	768.52

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el tesista.

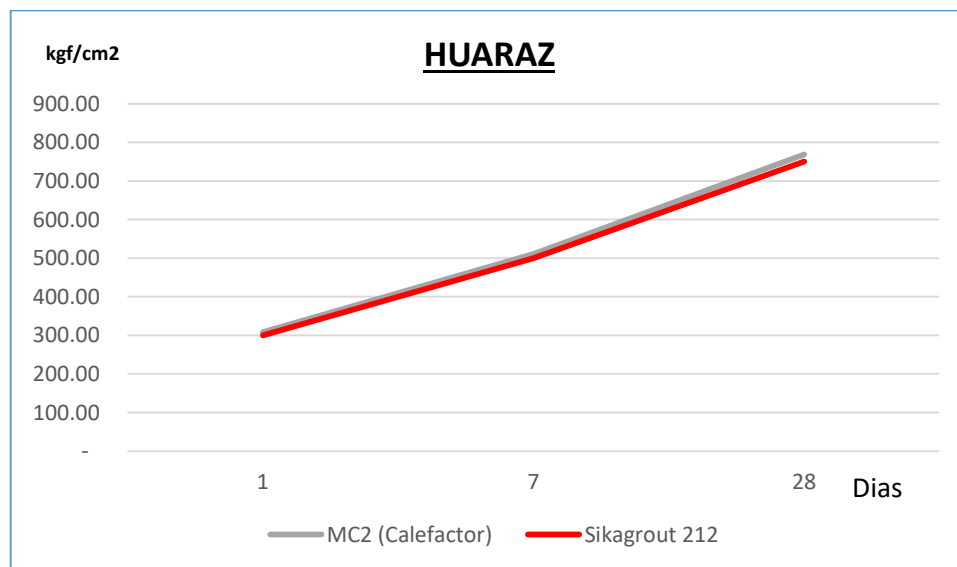


Ilustración 64  
*Comparativo de los resultados del microclima (MC2-Calefactor) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz*



### 5.1.3. Huaraz- Microclima “MC3- Geotextil”

A este microclima se le denominó “MC3- Geotextil”, No se utilizó fuente de calor, sin embargo, se usó geotextil con la finalidad de abrigar y permitir que el área de groutado mantenga su calor; Se realizó el groutado con una mezcla de sikagROUT 212 y agua. Utilizando 11.5 kg de sikagROUT 212 y 1.15 lt. de agua.

La muestra fue elaborada a las 8:40 a.m.; la temperatura ambiente, fue aproximadamente de 16°C. y a continuación se muestran los resultados de los ensayos de la compresión realizados en un laboratorio, así como las resistencias de diseño indicadas en la ficha técnica del sikagROUT 212.

Tabla 12  
*Comparativo de los resultados del microclima (MC3-Geotextil) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagROUT 212 - Huaraz*

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	SikagROUT 212	300	500	750
2	MC3-Geotextil	292.27	492.77	740.38

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el testista.

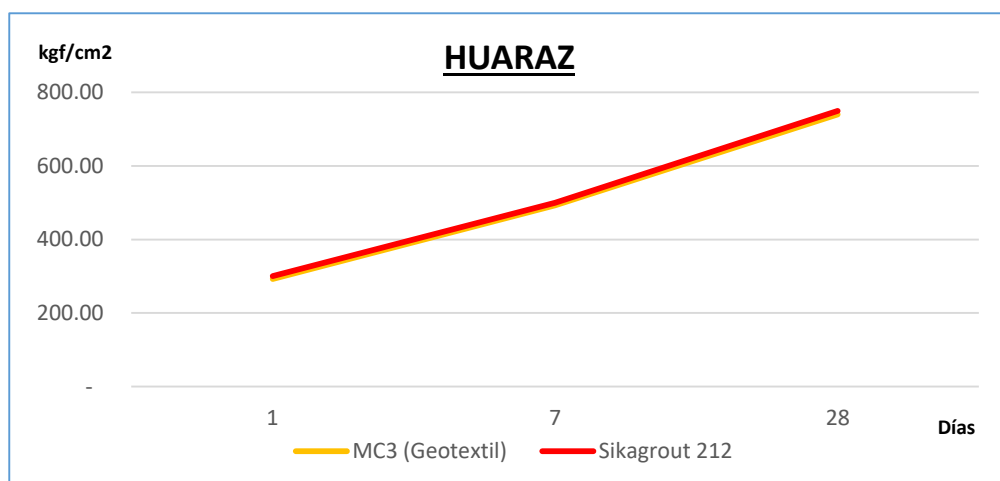


Ilustración 65  
*Comparativo de los resultados del microclima (MC3-Geotextil) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagROUT 212 - Huaraz*



Con la finalidad de determina los problemas del fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos, se realizaron vaciados con las temperaturas y las características propias del ambiente; los resultados se muestran a continuación:

#### 5.1.4. Huaraz- Sin microclima “MC0- Sin Microclima”

A esta muestra se le denomino “MC0- Sin Microclima”, No se utilizó fuente de calor, mucho menos se aisló un área; esta prueba se realizó en condiciones normales y al aire libre; Se realizó el grouteado con una mezcla de sikagrout 212 y agua. Utilizando 11.5 kg de sikagrout 212 y 1.15 lt. de agua. La muestra fue elaborada a las 9:00 a.m.; la temperatura ambiente, fue aproximadamente de 17°C. y a continuación se muestran los resultados de los ensayos a la compresión realizados en un laboratorio, así como las resistencias de diseño indicadas en la ficha técnica del sikagrout 212.

Tabla 13  
Comparativo de los resultados de la muestra en la que no se realizó microclimas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	Sikagrout 212	300	500	750
2	MC0- Sin Microclima	58.74	97.29	113.81

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el tesista.

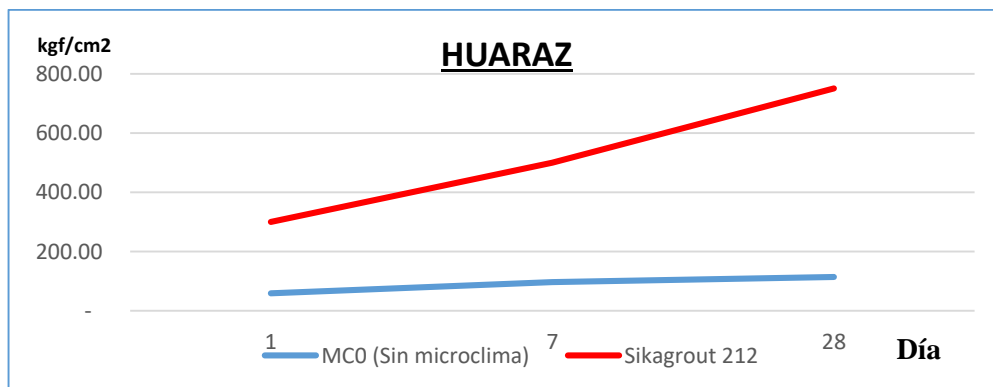


Ilustración 66  
Comparativo de los resultados de la muestra en la que no se realizó microclimas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz

Para seleccionar el uso de microclimas empleando reflectores, calefactores y geotextiles; se consideró la siguiente información: El día 25 de setiembre del 2016, en la ciudad de **Cerro de Pasco**, se realizó el grouteado en tres microclimas con diferentes fuentes generadoras de calor, en cada uno de los cuales se extrajeron 6 muestras para ensayos de laboratorio (dos muestras para cada día de ruptura: día 1, día 7, día 28), con la finalidad comparar los resultados obtenidos mediante los métodos de modificación de temperaturas (microclimas propuestos) y verificar si este es una alternativa eficiente para que el grout pueda lograr fraguar en zonas de climas fríos, según diseño proyectado especificado en la ficha técnica del producto.



Ilustración 67  
*Carpas de lona ( Microclimas en Cerro de Pasco)*

La temperatura máxima del día fue 10°C, en cada una de estas muestras se utilizó la mínima cantidad de agua recomendada en la especificación técnica del sikagrout 212, con la finalidad de disminuir los riesgos de Congelación y menor exudación que debe tener el agua de amasado. Los resultados obtenidos de las alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de climas fríos propuestas, son las que se describen a continuación:





### 5.1.5. Cerro de Pasco- Microclima “MC1- Reflector”

A este microclima se le denominó “MC1- Reflector”, cuya fuente principal de calor fueron reflectores de 500 W; Se realizó el grouteado con una mezcla de sikagrout 212 y agua. Utilizando 11.5 kg de sikagrout 212 y 1.15 lt. de agua.

La muestra fue elaborada a las 9:00 a.m.; la temperatura ambiente, era de 6°C. y a continuación se muestran los resultados de los ensayos a la compresión realizados en un laboratorio, así como las resistencias de diseño indicadas en la ficha técnica del sikagrout 212.

Tabla 14  
Comparativo de los resultados del microclima (MC1-Reflector) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	Sikagrout 212	300	500	750
2	MC1-Reflector	249.70	611.61	795.56

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el testista.

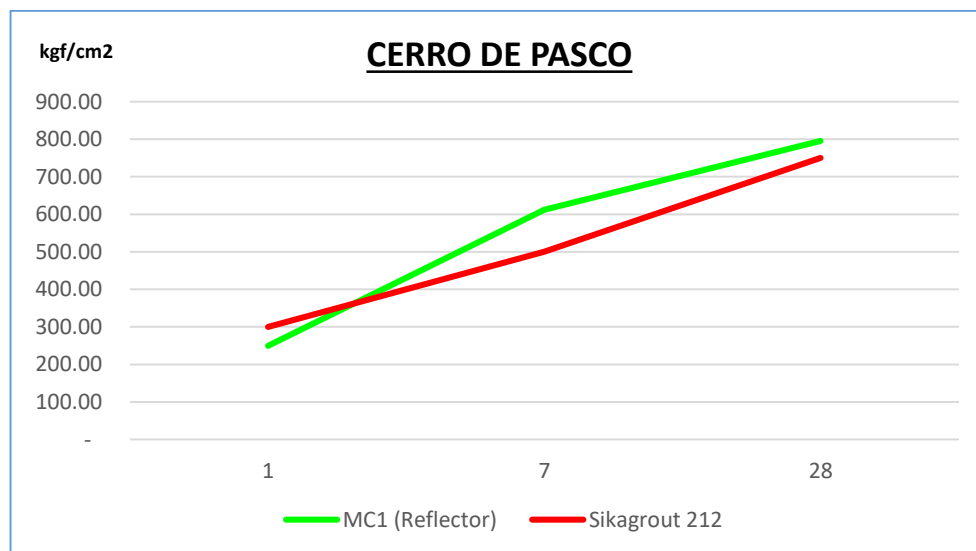


Ilustración 68  
Comparativo de los resultados del microclima (MC1-Reflector) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco



### 5.1.6. Cerro de Pasco-Microclima “MC2- Calefactor”

A este microclima se le denominó “MC2- Calefactor”, cuya fuente principal de calor fue el calefactor; Se realizó el grouteado con una mezcla de sikagrout 212 y agua. Utilizando 11.5 kg de sikagrout 212 y 1.15 lt. de agua.

La muestra fue elaborada a las 9:20 a.m.; la temperatura ambiente, fue de 6°C. y a continuación se muestran los resultados de los ensayos a la compresión realizados en un laboratorio, así como las resistencias de diseño indicadas en la ficha técnica del sikagrout 212.

Tabla 15

*Comparativo de los resultados del microclima (MC2-Calefactor) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco*

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	Sikagrout 212	300	500	750
2	MC2-Calefactor	159.92	403.94	501.92

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el tesista.

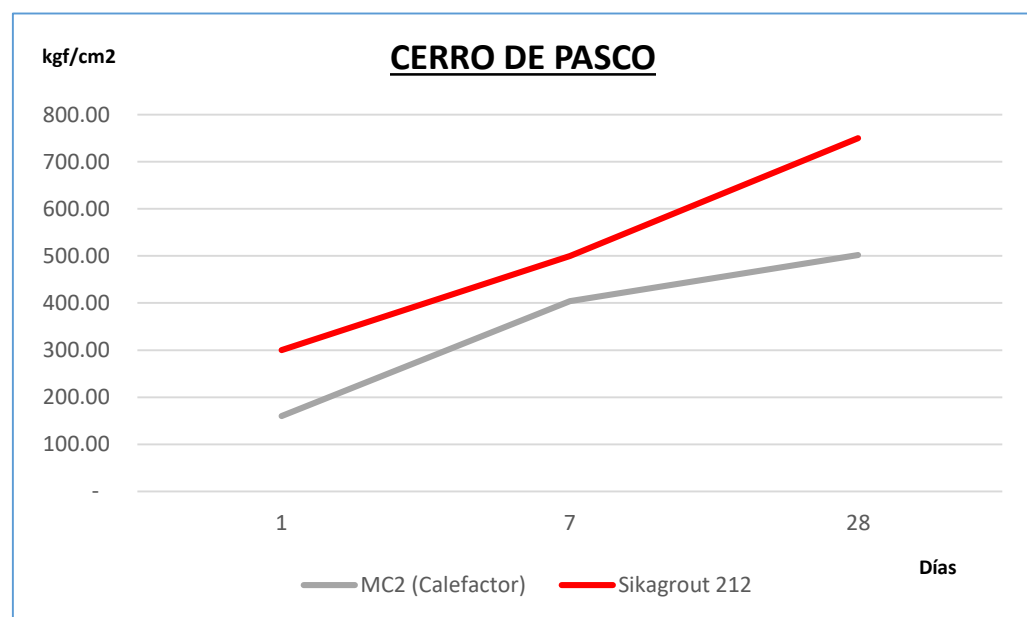


Ilustración 69

*Comparativo de los resultados del microclima (MC2-Calefactor) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco*



### 5.1.7. Cerro de Pasco- Microclima “MC3- Geotextil”

A este microclima se le denominó “MC3- Geotextil”, No se utilizó fuente de calor, sin embargo, se usó geotextil con la finalidad de abrigar y permitir que el área de grouteado mantenga su calor; Se realizó el grouteado con una mezcla de sikagrout 212 y agua. Utilizando 11.5 kg de sikagrout 212 y 1.15 lt. de agua.

La muestra fue elaborada a las 9:40 a.m.; la temperatura ambiente, fue de 6°C. y a continuación se muestran los resultados de los ensayos a la compresión realizados en un laboratorio, así como las resistencias de diseño indicadas en la ficha técnica del sikagrout 212.

Tabla 16  
*Comparativo de los resultados del microclima (MC3-Geotextil) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco.*

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	Sikagrout 212	300	500	750
2	MC3-Geotextil	74.87	221.16	326.52

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el testista.

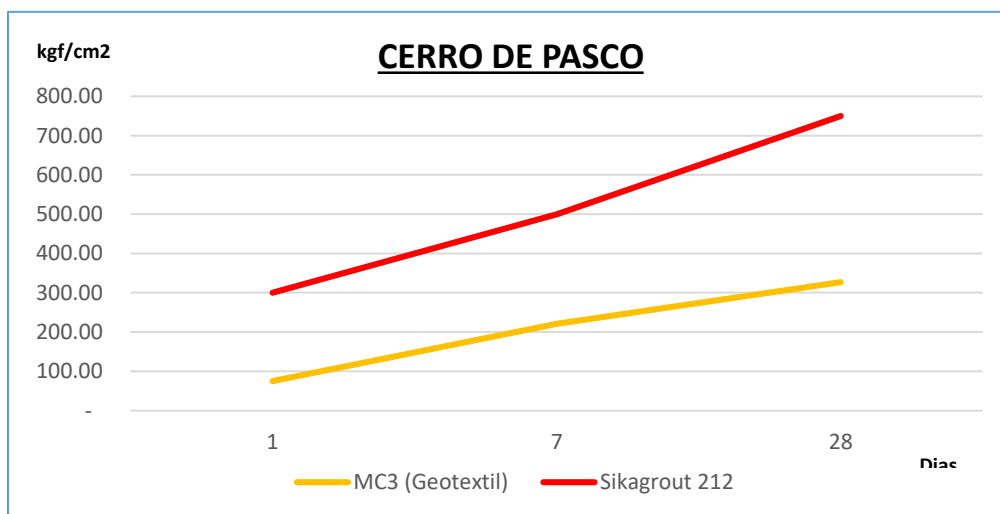


Ilustración 70  
*Comparativo de los resultados del microclima (MC3-Geotextil) VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco.*



Con la finalidad de determina los problemas del fraguado del grout cementicio en zonas de climas fríos, se realizaron vaciados con las temperaturas y las características propias del ambiente; los resultados se muestran a continuación:

### 5.1.8. Cerro de Pasco- Sin microclima “MC0- Sin Microclima”

A esta muestra se le denomino “MC0- Sin Microclima”, No se utilizó fuente de calor, mucho menos se aisló un área; esta prueba se realizó en condiciones normales y al aire libre; Se realizó el grouteado con una mezcla de sikagrout 212 y agua. Utilizando 11.5 kg de sikagrout 212 y 1.15 lt. de agua. La muestra fue elaborada a las 10:00 a.m.; la temperatura ambiente, fue de 6°C. y a continuación se muestran los resultados de los ensayos a la compresión realizados en un laboratorio, así como las resistencias de diseño indicadas en la ficha técnica del sikagrout 212.

Tabla 17  
Comparativo de los resultados de la muestra en la que no se realizó microclimas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Cerro de Pasco.

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	Sikagrout 212	300	500	750
2	MC0- Sin Microclima	51.41	211.98	265.00

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el testista.

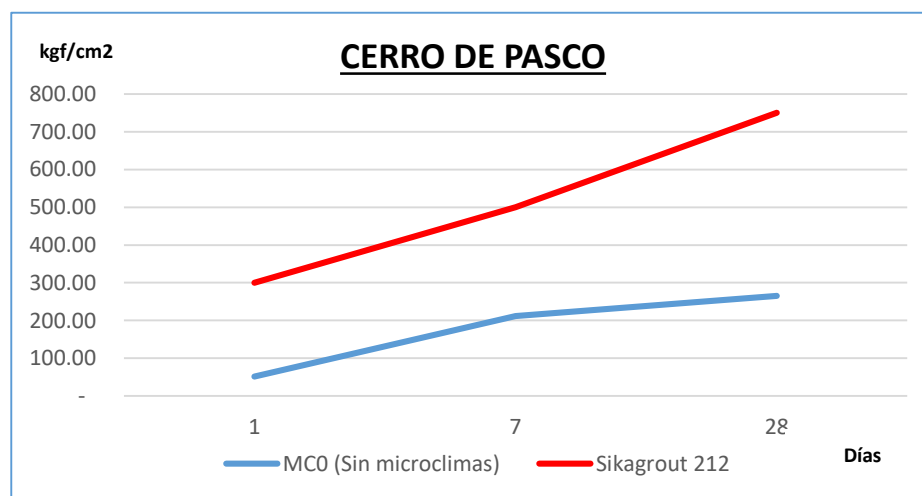


Ilustración 71  
Comparativo de los resultados de la muestra en la que no se realizó microclimas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Cerro de Pasco.



## 5.2. Discusión

Para la comparación y selección de la mejor alternativa de solución propuesta para el fraguado del grout en zonas de climas fríos es necesario tener en consideración los resultados obtenidos de laboratorio de acuerdo a la construcción de alternativas (microclimas) realizadas y ensayadas en la ciudad de **Huaraz**; dichos resultados se detallan a continuación:

Tabla 18

*Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestras obtenidas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz.*

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
1	Sikagrout 212	300.00	500.00	750.00
2	MC0-Sin microclima	58.74	97.29	113.81
3	MC1-Reflector	308.39	515.00	765.67
4	MC2-Calefactor	308.59	510.51	768.52
5	MC3-Geotextil	292.27	492.77	740.38

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el tesista.

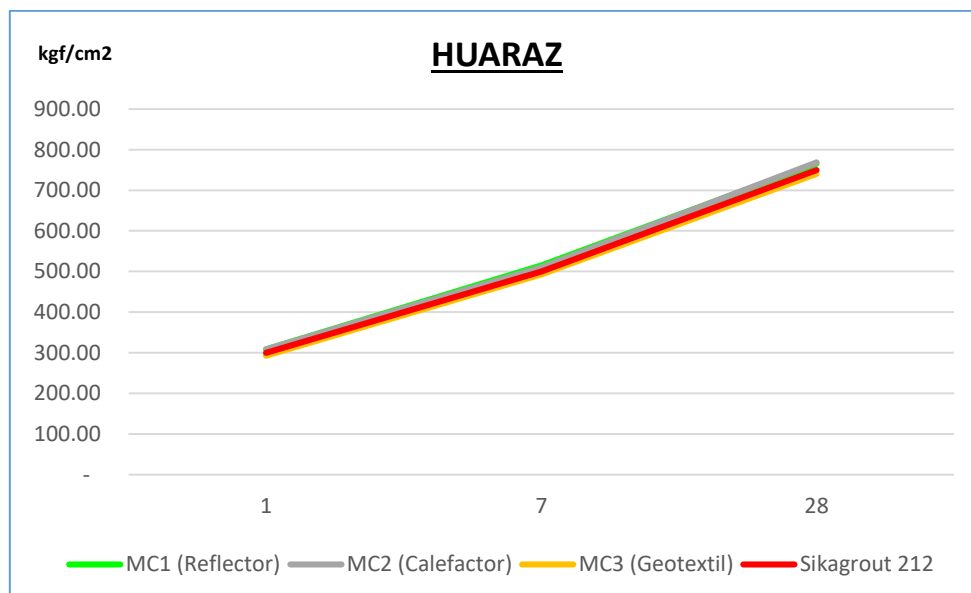


Ilustración 72

*Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestras obtenidas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz.*

Al Seleccionar el uso de microclimas empleando reflectores (MC1), calefactores (MC2) y geotextiles (MC3) y establecer una comparación de resistencia de diseño obtenida de los ensayos de laboratorio y la resistencia de diseño proyectada, indicada en la especificación técnica del sikagrout 212, se aprecia claramente que la resistencia a la compresión de la muestra en la que se ha realizado microclimas como son: MC1, MC2 Y MC3, han permitido lograr la resistencia de diseño proyectada según ficha técnica del producto; siendo la muestra MC1 Y MC2 con resultados más favorables.

Al establecer la comparación entre los resultados obtenidos de los ensayos de la resistencia a la compresión de muestra MC0 y las resistencias a la compresión proyectada de acuerdo a la ficha técnica del sikagrout 212, se puede observar que la muestra MC0 en la que no se ha considerado el uso de microclima no ha logrado la resistencia de diseño proyectada, debido a que este a sido realizadas a temperaturas de ambiente, sin ningún tipo de protección y cuidados por lo tanto, podemos concluir que, la utilización de alternativas de solución al fraguado del grout en zonas de climas frios son eficientes y permiten que el grout tenga las condiciones para que este pueda desarrollar el proceso químico que permita llegar a la resistencia de diseño proyectada.

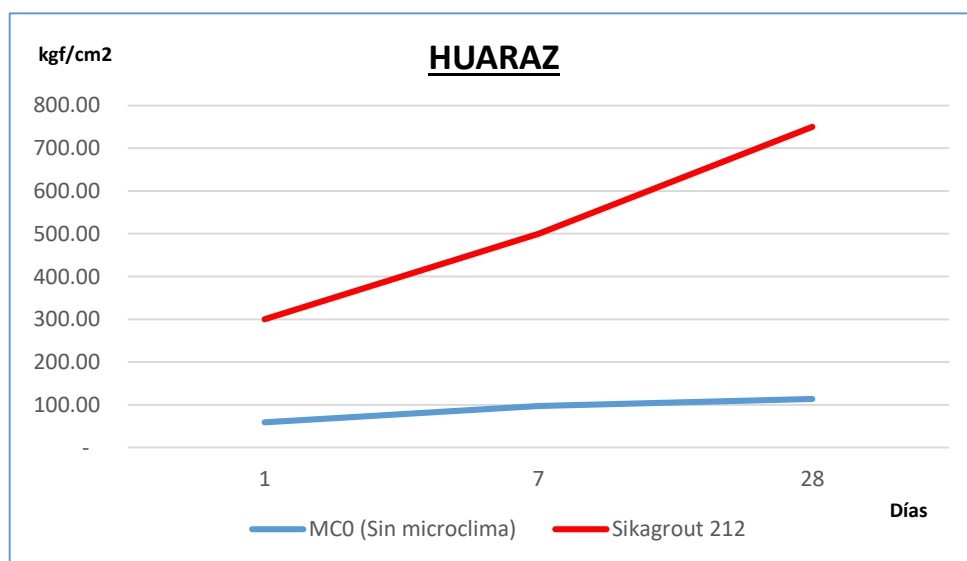


Ilustración 73

Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestra MC0-Sin microclima VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz.



Para la comparación y selección de la mejor alternativa de solución propuesta para el fraguado del grout en zonas de climas fríos es necesario tener en consideración los resultados obtenidos de laboratorio de acuerdo a la construcción de alternativas (microclimas) realizadas y ensayadas en la ciudad de **Cerro de Pasco**; dichos resultados se detallan a continuación:

Tabla 19  
*Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestras obtenidas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco.*

Item	Descripción	Día 1	Día 7	Día 28
1	Sikagrout 212	300	500	750
2	MC0-Sin microclima	51.41	211.98	265.00
3	MC1-Reflector	249.70	611.61	795.56
4	MC2-Calefactor	159.92	403.94	501.92
5	MC3-Geotextil	74.87	221.16	326.52

Datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del grout cementicio realizado por el testista.

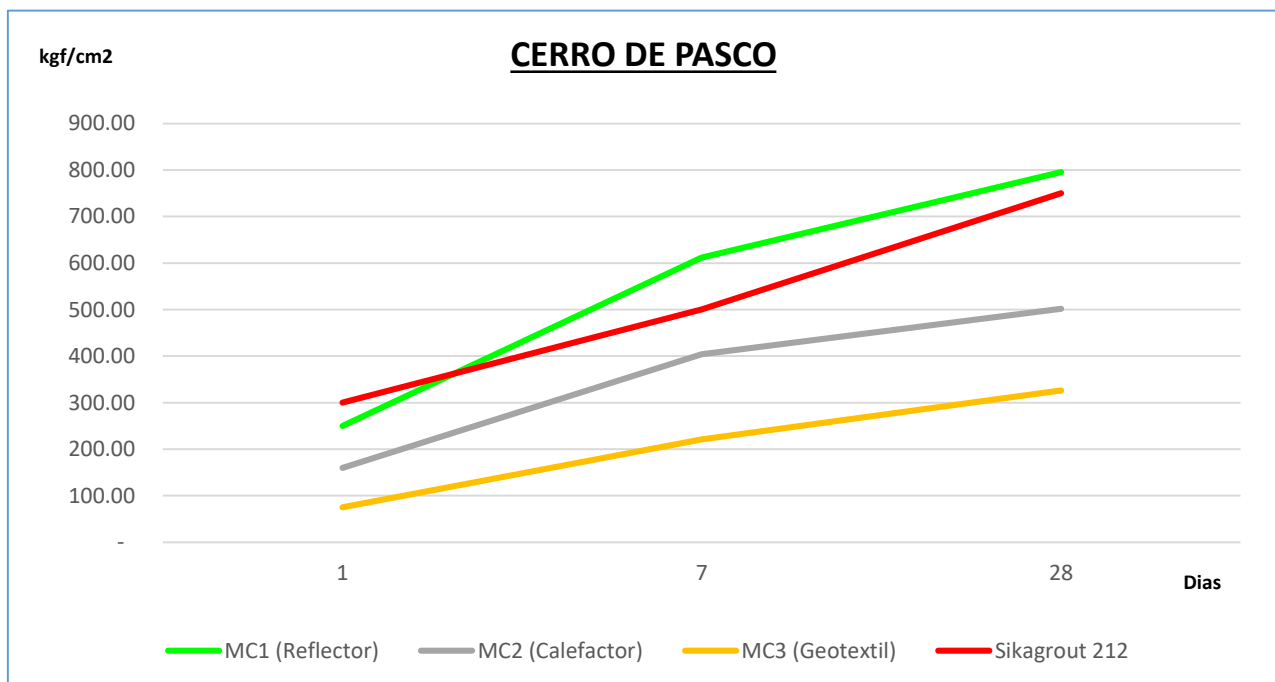


Ilustración 74  
*Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestras obtenidas VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 – Cerro de Pasco.*



Al Seleccionar el uso de microclimas empleando reflectores (MC1), calefactores (MC2) y geotextiles (MC3) y establecer una comparación de resistencia de diseño obtenida de los ensayos de laboratorio y la resistencia de diseño proyectada, indicada en la especificación técnica del sikagrout 212, se aprecia claramente que la resistencia a la compresión de la muestra en la que se ha realizado microclimas como son: MC1, MC2 Y MC3, no todos los microclimas propuestos han permitido lograr la resistencia de diseño proyectadas según ficha técnica del producto; siendo solo la muestra MC1 con resultados más favorables llegado a la resistencia de diseño planificada.

Para la muestra MC2, en donde la fuente principal que permite aclimatar la estructura grouteada a la temperatura deseada fue calefactor, sin embargo, debido a que las temperaturas a comparación de Huaraz fueron mucho más bajas, presumo que el calefactor aclimatava la temperatura de una manera deficiente ya que se pudo observar que existían puntos ciegos (bordes de la carpa de lona) en donde la temperatura era inferior a la leída cuando se tomaba la temperatura interna del microclima.

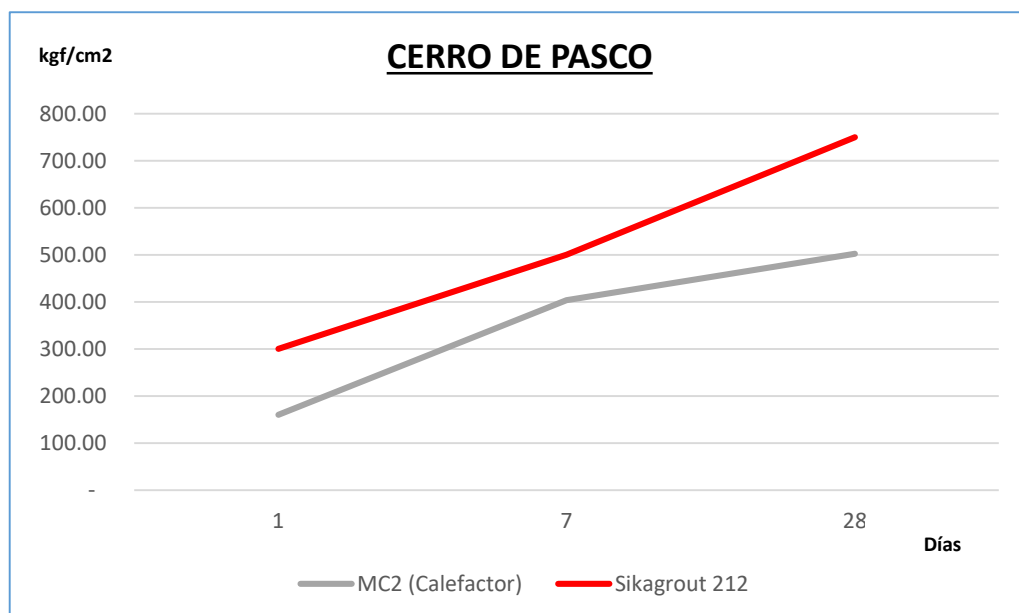


Ilustración 75

*Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestra MC2-Calefactor VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz.*



Al establecer la comparación entre los resultados obtenidos de los ensayos de la resistencia a la compresión de muestra MC0 y las resistencias a la compresión proyectada de acuerdo a la ficha técnica del sikagrout 212, se puede observar que la muestra MC0 en la que no se ha considerado el uso de microclima no ha logrado la resistencia de diseño proyectada, debido a que este a sido realizadas a temperaturas de ambiente, sin ningún tipo de protección y cuidados por lo tanto, podemos concluir que, la utilización de microclimas como alternativas de solución al fraguado del grout en zonas de climas fríos son eficientes y permiten que el grout tenga las condiciones para que este pueda desarrollar el proceso químico que permita llegar a la resistencia de diseño proyectada.

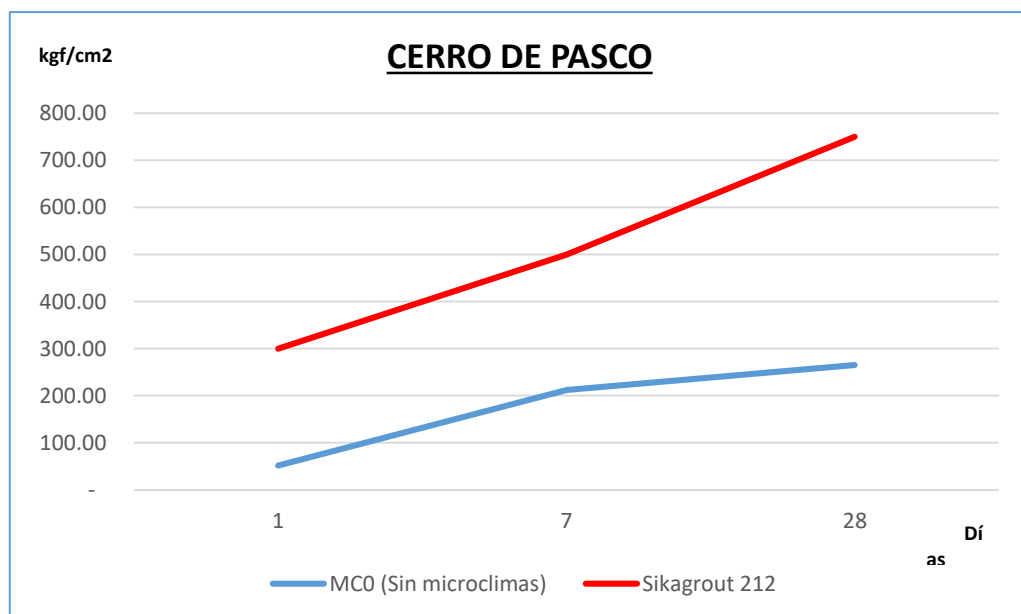


Ilustración 76

Comparativo de los resultados de resistencia a la compresión de la muestra MC0-Sin microclima VS Resistencia proyectada en la ficha técnica del sikagrout 212 - Huaraz.



## Capítulo 6

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 6.1. Conclusiones

- ✓ Los microclimas son alternativas eficientes que permiten proteger la estructura grouteada de los cambios de temperatura y es suficiente para enfrentar ciclos de hielo (granizo), lluvia, etc.
- ✓ Si no se adecua la temperatura en climas fríos, mediante la construcción de microclimas traerá como consecuencia baja resistencia a la compresión, poca trabajabilidad, durabilidad y pésima calidad estructural (Fisuras). Dichos resultados se muestran en la sección 5.1. Resultado.
- ✓ Se logró la selección del uso de microclimas empleando reflectores, calefactores y geotextiles; Así mismo, se logró solucionar el problema del fraguado del grout cementicio, siempre y cuando la temperatura del ambiente en el momento del vaciado no sea menor a 10°C (Huaraz); para temperaturas inferiores el microclima que uso como fuente de calor el reflector (MC1) se comportó de manera más eficiente a comparación de los otros microclimas propuestos.
- ✓ El microclima MC1- Reflectores, mostro una mejor eficiencia en ambas áreas de estudio, tuvo mejor comportamiento y permitió que el grout cementicio pueda lograr desarrollar la resistencia deseada y de esta manera garantizo la calidad final del elemento grouteado.



## **6.2. Recomendaciones**

- ✓ Se recomienda a la persona responsable del proyecto, que la temperatura del microclima en el momento del vaciado se encuentre entre un rango 16° a 20°C.
- ✓ Se recomienda a la persona responsable del proyecto, utilizar la mínima cantidad de agua recomendada por el fabricante.
- ✓ Se recomienda a la persona responsable del proyecto, tratar de igualar la temperatura de los materiales (grout cementicio y agua), porque puede quitar cantidad de energía o potencia al calor de hidratación, por lo tanto, se sugiere calentar el agua aproximadamente a unos  $27^{\circ}\text{C}\pm 5$ .
- ✓ Se recomienda a la persona responsable del proyecto, tener las precauciones en los elementos metálicos, es decir, encofrados metálicos, placas metálicas, pernos de anclaje, etc; así mismo, se recomienda verificar que estas tengan una temperatura aproximada o igual a la temperatura que tendrá el grout cementicio.
- ✓ Se recomienda al ingeniero responsable de obra, que una vez desencofrado es bueno seguir protegiendo la estructura grouteada por lo menos 3 días después del desencofrado para que no se vea afectado por las bajas temperaturas, granizos, lluvias, etc.
- ✓ Es importante tener en consideración que dependiendo de la temperatura del área de estudio y la cantidad de material de vaciado se puede considerar el uso de geotextil (MC3); sin embargo, para temperaturas menores a 10°C, y considerando que la estructura a groutear posee dimensiones pequeñas, no es recomendable su uso.



## Capítulo 7

### Referencias Bibliográficas

- American Concrete Institute. (2004). ACI 116R-00 Cement and Concrete Terminology  
Reported by ACI Committee 116.
- American Concrete Institute. (2017). 306R-10 Guide to Cold Weather Concreting.
- America BASF Construction Chemicals Latin. (2006). Vaciado de concreto en climas  
fríos. ® Marca registrada de BASF Aktiengesellscha. Retrieved from  
[http://www.concretonline.com/pdf/00hormigon/art\\_tec/basf04.pdf](http://www.concretonline.com/pdf/00hormigon/art_tec/basf04.pdf)
- Association, N. R. M. C. (1998). CIP 27 - Vaciados (Colados) en clima frio. *Nrmca*, 1–  
2. Retrieved from [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org)
- Association, N. R. M. C.(2000). CIP 9 – Baja resistencia en los cilindros de pruebas de  
concreto. *Nrmca*, 1–2. Retrieved from [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org)
- Association, N. R. M. C.(2005). CIP 22 - Grouts. *Nrmca*, 1-2. Retrieved from  
[www.nrmca.org](http://www.nrmca.org)
- International, A. (2014). ASTM C1107 / C1107M-14, Standard Specification for  
Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Nonshrink). West Conshohocken, PA.  
[https://doi.org/10.1520/C1107\\_C1107M-14](https://doi.org/10.1520/C1107_C1107M-14)
- International, A. (2016). ASTM C109 / C109M-16a, Standard Test Method for  
Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube  
Specimens). West Conshohocken, PA. Retrieved from [http://www.astm.org/cgi-  
bin/resolver.cgi?C109C109M-16a](http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?C109C109M-16a)
- MINAGRI, & MINAM. (2013). NORMALES DECADALES de temperaturas y  
precipitación y CALENDARIO de siembras y cosechas. Lima.



Ministerio de Vivienda, C. y S. (2009). DECRETO SUPREMO 01 0-2009 -VIVIENDA DEL 08 DE MAYO DEL 2009. *Reglamento Nacional de Edificaciones, E060 Concreto Armado*. Retrieved from [http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2009\\_E\\_060.pdf](http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf)

S.A., S. P. MANUAL TÉCNICO SikaGrout®-212 (2015).

## Capítulo 8

### Anexos

#### 8.1. Panel fotográfico



*Ilustración 77*  
*Microclimas – Huaraz*



*Ilustración 78*  
*Microclimas – Huaraz*



Ilustración 79  
Temperatura del microclima



Ilustración 80  
Temperatura Externa- Huaraz



*Ilustración 81*  
*Encofrado del Microclima Huaraz*



*Ilustración 82*  
*Amado de la carpa de lona - Estructura de madera*





*Ilustración 83*  
*Temperatura del microclima - Cerro de Pasco*



*Ilustración 84*  
*Temperatura externa - Cerro de Pasco*



*Ilustración 85*  
*Temperatura interna del microclima*



*Ilustración 86*  
*Colocación del grout cementicio- Cerro de Pasco*



*Ilustración 87*  
*Microclima MC03- Geotextil*



*Ilustración 88*  
*Microclima MC02- Calefactor (Cerro de Pasco)*



*Ilustración 89*  
*Ensayos de resistencia a la compresión*

## 8.2. Ensayos de laboratorio

**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

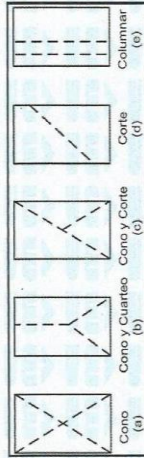
Solicitud N° R-054-2016

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)

ASTM C-109/C109-M

TESIS : Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de climas fríos

TESISTA : Florence Correa Fidel  
LUGAR : Huaraz - Ancash  
MATERIAL : SikagROUT 212



N°	DESCRIPCION	f'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		Edad Dias	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Alto (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kgf)	Tipo de Fractura	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	% fcd/fc
			Moldeo	Rotura									
01	MC1-A (reflector)	300.00	09/03/16	10/03/16	1	5.00	5.00	5.00	25.00	7852.50	(e)	314.10	104.70
02	MC1-A (reflector)	300.00	09/03/16	10/03/16	1	5.00	5.00	5.00	25.00	7566.90	(e)	302.68	100.89
03	MC2-A (calefactor)	300.00	09/03/16	10/03/16	1	5.00	5.00	5.00	25.00	7648.50	(e)	305.94	101.98
04	MC2-A (calefactor)	300.00	09/03/16	10/03/16	1	5.00	5.00	5.00	25.00	7781.10	(e)	311.24	103.75
05	MC3-A (geotextil)	300.00	09/03/16	10/03/16	1	5.00	5.00	5.00	25.00	7087.60	(e)	283.50	94.50
06	MC3-A (geotextil)	300.00	09/03/16	10/03/16	1	5.00	5.00	5.00	25.00	7526.10	(e)	301.04	100.35
07	MC1-B (reflector)	500.00	09/03/16	16/03/16	7	5.00	5.00	5.00	25.00	12982.10	(e)	519.28	103.86
08	MC1-B (reflector)	500.00	09/03/16	16/03/16	7	5.00	5.00	5.00	25.00	12767.90	(e)	510.72	102.14
09	MC2-B (calefactor)	500.00	09/03/16	16/03/16	7	5.00	5.00	5.00	25.00	12798.50	(e)	511.94	102.39
10	MC2-B (calefactor)	500.00	09/03/16	16/03/16	7	5.00	5.00	5.00	25.00	12727.10	(e)	509.08	101.82
11	MC3-B (geotextil)	500.00	09/03/16	16/03/16	7	5.00	5.00	5.00	25.00	12462.00	(e)	498.48	99.70
12	MC3-B (geotextil)	500.00	09/03/16	16/03/16	7	5.00	5.00	5.00	25.00	12176.40	(e)	487.06	97.41

Nota: Morteros muestreadas por el interesado

Información de la procedencia proporcionada por el solicitante

\* Ensayo realizado con Equipo de Compresión ELE International, Model 36-0650106, Serial 0804000000016

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
ING. Efraim Alejandro Milla Vergara  
INGENIERO CIVIL  
REG. SUP. Nº 45852

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 4236668  
Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM \*669956 Email: emvlabconstr@hotmail.com



**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

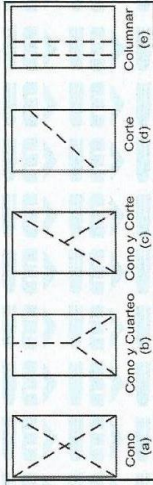
Solicitud N° R-054-2016

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS DE GROUT CEMENTICIO  
(USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)**

ASTM C109/C109-M

TESIS : Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de climas fríos

TESISTA : Florence Correa Fidel  
LUGAR : Huaraz - Ancash  
MATERIAL : SikagROUT 212



N°	DESCRIPCION	f <sub>c</sub> Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		Edad Dias	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Alto (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kgf)	Tipo de Fractura	Esfuerzo (Kgf/cm <sup>2</sup> )	% fcd/fc
			Moldeo	Rotura									
13	MC1-C (reflector)	750.00	09/03/16	06/04/16	28	5.00	5.00	5.00	25.00	19386.40	(e)	775.46	103.39
14	MC1-C (reflector)	750.00	09/03/16	06/04/16	28	5.00	5.00	5.00	25.00	18896.90	(e)	755.88	100.78
15	MC2-C (calefactor)	750.00	09/03/16	06/04/16	28	5.00	5.00	5.00	25.00	19151.80	(e)	766.07	102.14
16	MC2-C (calefactor)	750.00	09/03/16	06/04/16	28	5.00	5.00	5.00	25.00	19274.20	(e)	770.97	102.80
17	MC3-C (geotextil)	750.00	09/03/16	06/04/16	28	5.00	5.00	5.00	25.00	18723.50	(e)	748.94	99.86
18	MC3-C (geotextil)	750.00	09/03/16	06/04/16	28	5.00	5.00	5.00	25.00	18295.20	(e)	731.81	97.57

Nota: Morteros muestreadas por el interesado  
Información de la procedencia proporcionada por el solicitante

\* Ensayo realizado con Equipo de Compresión ELE International, Model 36-0650106, Serial 0804000000016



Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 4236668  
Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM \*669956 Email: emvlabynconst@hotmail.com

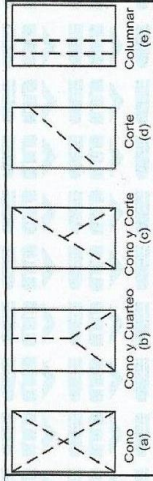


**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Solicitud N° R-124-2016

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS DE GROUT CEMENTICIO  
(USANDO ESPECÍMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)**

ASTM C109/C109-M



TESIS : Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de climas fríos

TESISTA : Florence Correa Fidel

LUGAR : Huaraz - Ancash

MATERIAL : SikagROUT 212

N°	DESCRIPCION	f <sub>c</sub> Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		Edad Días	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Alto (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kgf)	Tipo de Fractura	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>cd</sub> /f <sub>c</sub>
			Moldeo	Rotura									
01	MCO-A (sin microclimas)	300.00	21/10/16	22/10/16	1	5.00	5.00	5.00	25.00	1437.90	(e)	57.52	19.17
02	MCO-A (sin microclimas)	300.00	21/10/16	22/10/16	1	5.00	5.00	5.00	25.00	1499.10	(e)	59.96	19.99
03	MCO-B (sin microclimas)	300.00	21/10/16	28/10/16	7	5.00	5.00	5.00	25.00	2559.70	(e)	102.39	34.13
04	MCO-B (sin microclimas)	300.00	21/10/16	28/10/16	7	5.00	5.00	5.00	25.00	2304.70	(e)	92.19	30.73
05	MCO-C (sin microclimas)	300.00	21/10/16	18/11/16	28	5.00	5.00	5.00	25.00	2926.80	(e)	117.07	39.02
06	MCO-C (sin microclimas)	300.00	21/10/16	18/11/16	28	5.00	5.00	5.00	25.00	2763.70	(e)	110.55	36.85

Nota: Morteros muestreadas por el interesado  
Información de la procedencia proporcionada por el solicitante

\* Ensayo realizado con Equipo de Compresión ELE International, Model 36-0650106, Serial 0804000000016

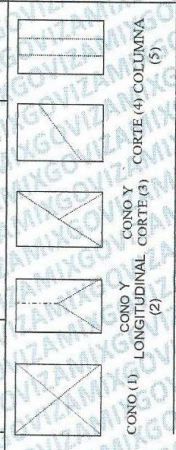


Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668  
Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM \*669956 Email: emvlabconst@hotmail.com



OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC		REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD		RESULTADOS	
<b>TESIS</b> Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima tríos		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)		PROMEDIO KG/CM <sup>2</sup>	
<b>MATERIAL</b> SIKAGRROUT 212	<b>FECHA VACIADO</b> 25/09/2016	<b>FECHA ENSAYO</b> 26/09/2016	<b>AREA (cm<sup>2</sup>)</b> 25.00	<b>KG/CM<sup>2</sup></b> 53.65	51.41
<b>TESISTA</b> FLORENCE CORREA FIDEL PASCO	<b>TIPO DE ROTURA</b> COLUMNA	<b>FECHA ENSAYO</b> 26/09/2016	<b>AREA (cm<sup>2</sup>)</b> 25.00	<b>KG/CM<sup>2</sup></b> 49.16	
ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	FECHA ENSAYO	RESULTADOS
1	MCO-A (SIN MICROCLIMA)	M0	COLUMNA	26/09/2016	13.15
2	MCO-A (SIN MICROCLIMA)	M0	COLUMNA	26/09/2016	12.05

**Ing. E. Santos Ballarta**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N.º 16684

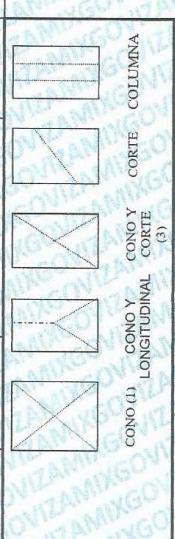


D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
 T: Cel.:963545656/963663556 - RPM: #955656/\*555508 - RPC: 980480151/980480141  
 W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM





REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)		REGISTRO N° G LC 004	
TESIS	MATERIAL	FECHA VACIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA
Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima frios	Silagrout 212	25/09/2016	MCO-A (SIN MICROCLIMA)	M0	COLUMNA
TESISTA	FLORENCE CORREA FIDEL	25/09/2016	MCO-A (SIN MICROCLIMA)	M0	COLUMNA
LUGAR	PASCO				
		RESULTADOS		PROMEDIO KG/CM2	
		Edad (días)	FECHA ENSAYO	KN	AREA (cm2)
		7	2/10/2016	53.78	25.00
		7	2/10/2016	50.13	25.00
		Edad (días)		KG/CM2	
		500		219.42	
		500		204.53	
					211.98

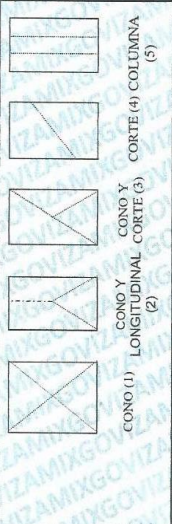


D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
T: Cel.:963545656/963663556 - RPM: #955656/555508 - RPC: 980480151/980480141  
W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM



OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC		REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD				
TESIS MATERIAL TESIS TA LUGAR		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)				
Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima frío SilagROUT 212 FLORENCE CORREA FIDEL PASCO		EDAD (días) Fc Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )		FECHA ENSAYO RESULTADOS		
ITEM	FECHA VAGIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	AREA (cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (KG/CM <sup>2</sup> )
1	25/09/2016	MCO - C (SIN MICROCLIMA)	M0	COLUMNA	25.00	270.18
2	25/09/2016	MCO - C (SIN MICROCLIMA)	M0	COLUMNA	25.00	259.81

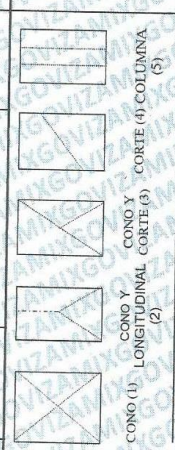
Betuara SANTIAGO SANTIAGO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.T.P. 10000



D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
 T: Cel.:963545656/963663556 - RPM: #955656/\*555508 - RPC: 980480151/980480141  
 W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM



OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC		REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD									
<b>TESIS</b> Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima fríos		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECÍMENES CUBICOS DE 2 PULG. Ø 50 MM)									
<b>MATERIAL</b> SikagROUT 212	FLORENCE CORREA FIDEL										
<b>TESISTA</b> PASCO	PASCO										
ITEM	FECHA VACIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	EDAD (día)	f.c Diámetro (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	RN	AREA (cm <sup>2</sup> )	KG/GM <sup>2</sup>	PROMEDIO KG/GM <sup>2</sup>
1	25/09/2016	MC1-A (REFLECTOR)	M1	COLUMNA	300	300	26/09/2016	65.91	25.00	268.91	249.70
2	25/09/2016	MC1-A (REFLECTOR)	M1	COLUMNA	300	300	26/09/2016	56.49	25.00	230.48	

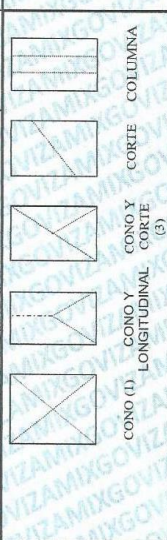


D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
 T: Cel.:963545656/963663556 - RPM: #955656/\*555508 - RPC: 980480151/980480141  
 W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM



REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)		RESULTADOS	
MATERIAL	FECHA VAGIADO	FECHA ENGAYO	AREA (cm <sup>2</sup> )	KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO (KG/CM <sup>2</sup> )
TESIS	Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima frios				
TESISTA	Silagrout 212				
LUGAR	FLORENCE CORREA FIDEL PASCO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	EDAD (días)	Edad (días)
1	MC1-B (REFLECTOR)	M1	COLUMNA	7	500
2	MC1-B (REFLECTOR)	M1	COLUMNA	7	500

**GOVIZAMIX**  
INGENIERIA EN CONCRETO SAC  
Reg. C.T.P. 109093





OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC		REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD									
OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)									
TESIS	Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima frios										
MATERIAL	SilkagROUT 212										
TESISTA	FLORENCE CORREA FIDEL										
LUGAR	PASCO										
ITEM	FECHA VACIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	EDAD (días)	Fc Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	KN	AREA (cm <sup>2</sup> )	KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO (KG/CM <sup>2</sup> )
1	25/09/2016	MC1-C (REFLECTOR)	M1	COLUMNA	28	750	23/10/2016	198.26	25.00	812.98	795.56
2	25/09/2016	MC1-C (REFLECTOR)	M1	COLUMNA	28	750	23/10/2016	180.72	25.00	778.14	

**OVIZAMIX**  
INGENIERÍA EN CONCRETO SAC  
Eduardo G. SANTOS BULLAR  
INGENIERO CIVIL  
Reg. - C.I.P. 10007

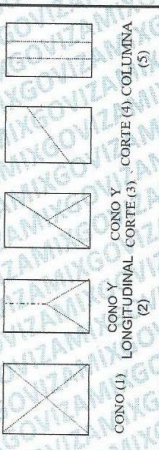


D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
T: Cel.: 963545656/963663556 - RPM: #955656\*/555508 - RPC: 980480151/980480141  
W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM



REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD		OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC									
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECÍMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)											
Tesis		Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima frios									
MATERIAL	SikagROUT 212										
TESISTA	FLORENCE CORREA FIDEL										
LUGAR	PASCO										
ITEM	FECHA VACIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	RESULTADOS						
					Edad (días)	No. de ensayos (Repeticiones)	Fecha ensayo	RNI	Área (cm <sup>2</sup> )	KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO KG/CM <sup>2</sup>
1	25/09/2016	MC2-A (CALEFACTOR)	M2	COLUMNA	1	300	26/09/2016	40.15	25.00	163.81	159.92
2	25/09/2016	MC2-A (CALEFACTOR)	M2	COLUMNA	1	300	26/09/2016	38.24	25.00	156.02	

Edificio de SAUTOS BALLARITA  
INGENIERÍA  
Reg. C.I.P. 49893

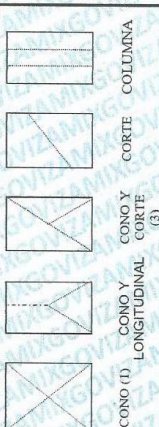


D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
T: Cel.:963545656/963663556 - RPM: #955656/\*555508 - RPC: 980480151/980480141  
W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM



OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC		REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD									
TESIS		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)									
MATERIAL		Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima fríos									
TESISTA		SilagROUT 212									
LUGAR		FLORENCE CORREA FIDEL PASCO									
ITEM	FECHA VACIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	EDAD (días) (kg/cm <sup>2</sup> )	Fe.Dibanco (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	FN	AREA (cm <sup>2</sup> )	KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO KG/CM <sup>2</sup>
1	25/09/2016	MC2-B (CALEFACTOR)	M2	COLUMNA	7	500	2/10/2016	102.24	25.00	417.14	403.84
2	25/09/2016	MC2-B (CALEFACTOR)	M2	COLUMNA	7	500	2/10/2016	95.77	25.00	390.74	

**OVIZAMIX**  
 INGENIERÍA EN CONCRETO SAC  
 Edificio "LOS ANJOS PALLAR"  
 C/ GERMÁN GONZÁLEZ  
 In Reg. C.T.B. N° 0001



D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
 T: Cel.:963545656/963663556 - RPM: #955656/\*555508 - RPC: 980480151/980480141  
 W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM



TESIS		REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD									
MATERIAL		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE GROUT CEMENTICIO									
TESISTA		(USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)									
LUGAR		PASCO									
FECHA VACIADO		Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima frios									
DESCRIPCIÓN		SilagROUT 212 FLORENCE CORREA FIDEL									
ITEM	FECHA VACIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	EDAD (día)	% Densidad (aprox)	FECHA ENSAYO	KN	AREA (cm2)	KSI (CM2)	PROMEDIO KG/CM2
1	25/09/2016	MC2-C (CALEFACTOR)	M2	COLUMNA	28	750	23/10/2016	122.55	25.00	500.00	501.92
2	25/09/2016	MC2-C (CALEFACTOR)	M2	COLUMNA	28	750	23/10/2016	123.49	25.00	503.84	

**GOVIZAMIX**  
INGENIERÍA EN CONCRETO SAC  
Edgardo G. SANTOS BALLARÍN  
DIRECCIÓN TÉCNICA  
Reg. C. P. 050611



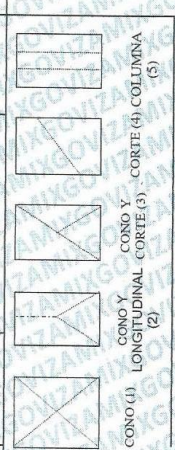
D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
T: Cel.:963545656/963663556 - RPM: #955656/\*555508 - RPC: 980480151/980480141  
W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM





OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC		REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD					RESULTADOS																				
TESIS MATERIAL TESISTA LUGAR		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECÍMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM) Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima fríos SIKAGRROUT 212 FLORENCE CORREA FIDEL PASCO					TIPO DE ROTURA COLUMNA COLUMNA			EDAD (días) 1 1			FECHA ENSAYO 26/09/2016 26/09/2016			Fc (kg/cm <sup>2</sup> ) 300 300			AREA (cm <sup>2</sup> ) 25.00 25.00			KG/CM <sup>2</sup> 71.40 78.34			PROMEDIO KG/CM <sup>2</sup> 74.87		
ITEM	FECHA VACIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	EDAD (días)	FECHA ENSAYO	Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	AREA (cm <sup>2</sup> )	KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO KG/CM <sup>2</sup>																	
1	25/09/2016	MCS-A (GEOTEXTIL)	M3	COLUMNA	1	26/09/2016	300	25.00	71.40	74.87																	
2	25/09/2016	MCS-A (GEOTEXTIL)	M3	COLUMNA	1	26/09/2016	300	25.00	78.34	74.87																	

  
 Eduardo C. SANTOS VILLART  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C. I. P. 49893

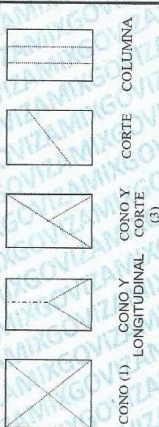


D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
 T: Cel.:963545656/963663556 - RPM: #955656/\*555508 - RPC: 980480151/980480141  
 W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM



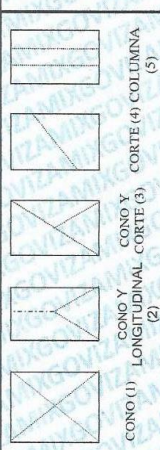
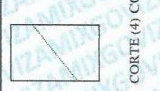
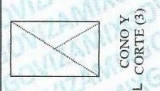
OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC		REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD				ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECIMENES CUBICOS DE 2 PULG. O 50 MM)						
OVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC		Alternativas de solución para el traguado del grout en zonas de clima frios				RESULTADOS						
MATERIAL	TESISTA	FECHA VAGIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	EDAD (días)	Cc Diámetro (kg/cm2)	FECHA ENSAYO	RI	AREA (cm2)	KG/CM2	
Silagrout 212	FLORENCE CORREA FIDEL	25/09/2016	MC3-B (GEOTEXTIL)	M3	COLUMNA	7	500	2/10/2016	56.00	25.00	228.48	
PASCO		25/09/2016	MC3-B (GEOTEXTIL)	M3	COLUMNA	7	500	2/10/2016	52.41	25.00	213.83	
											PROMEDIO KG/CM2	221.16

Edificio C-5 AMOS BATAJART  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. 100001



D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
 T: Cel.:963545656/963663556 - RPM: #955656/\*555508 - RPC: 980480151/980480141  
 W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM



REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD		ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE GROUT CEMENTICIO (USANDO ESPECIMENES CURICOS DE 2 PULG. O 50 MM)																					
<p>GOVIZAMIX INGENIERÍA EN CONCRETO SAC</p> <p>Alternativas de solución para el fraguado del grout en zonas de clima frios</p> <p>Silagrout 212 FLORENCE CORREA FIDEL PASCO</p>		<p><b>RESULTADOS</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>EDAD (días)</th> <th>f<sub>c</sub> Diseño (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th>FECHA ENSAYO</th> <th>KN</th> <th>AREA (cm<sup>2</sup>)</th> <th>KG/CM<sup>2</sup></th> <th>PROMEDIO KG/CM<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>28</td> <td>750</td> <td>23/10/2016</td> <td>80.31</td> <td>25.00</td> <td>327.66</td> <td rowspan="2">326.52</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>750</td> <td>23/10/2016</td> <td>79.75</td> <td>25.00</td> <td>325.38</td> </tr> </tbody> </table>		EDAD (días)	f <sub>c</sub> Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	KN	AREA (cm <sup>2</sup> )	KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO KG/CM <sup>2</sup>	28	750	23/10/2016	80.31	25.00	327.66	326.52	28	750	23/10/2016	79.75	25.00	325.38
EDAD (días)	f <sub>c</sub> Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	KN	AREA (cm <sup>2</sup> )	KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO KG/CM <sup>2</sup>																	
28	750	23/10/2016	80.31	25.00	327.66	326.52																	
28	750	23/10/2016	79.75	25.00	325.38																		
ITEM	FECHA VACIADO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TIPO DE ROTURA	 <p>CONO Y LONGITUDINAL CORTE (3) CONO Y CORTE (4) COLUMNA (5)</p>																		
1	25/09/2016	MC3-C (GEOTEXTIL)	M3	COLUMNA																			
2	25/09/2016	MC3-C (GEOTEXTIL)	M3	COLUMNA																			

**GOVIZAMIX**  
INGENIERÍA EN CONCRETO SAC  
Eduardo G. SANTOS BALLA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 10000



D: AV. CIRCUNVALACION ARENALES N°625 - PASCO  
T: Cel.:963545666/963663556 - RPM: #955656/555508 - RPC: 980480151/980480141  
W: WWW.GOVIZAMIXSAC.COM

### 8.3. Ficha técnica del sikagrout 212



## HOJA TÉCNICA 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.
- Alta capacidad de escurrimiento.
- 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.

### DATOS BÁSICOS

<b>FORMA</b>	<b>ASPECTO</b>
	Polvo
	<b>COLOR</b>
	Gris
	<b>PRESENTACIÓN</b>
	Bolsa de 30 Kg.

Hoja Técnica  
SikaGrout®-212  
21.01.15, Edición 14

<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> Debe ser almacenado en un lugar seco y fresco, en estas condiciones tiene una duración de 9 meses en su envase original cerrado.						
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<p><b>DENSIDAD</b> 1.89 kg/L (Seco) 2.34 kg/L ± 0.05 (Mezcla) Mezcla de cementos, áridos y aditivos</p> <p><b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b></p> <table border="1"> <tr> <td>24 horas</td> <td>7 días</td> <td>28 días</td> </tr> <tr> <td>300 kgf/cm<sup>2</sup></td> <td>500 kgf/cm<sup>2</sup></td> <td>750 kgf/cm<sup>2</sup></td> </tr> </table> <p><b>FLUIDEZ SEGÚN NORMA ASTM C-230 (26.6 °C , 52.2% HR)</b> &gt; 176%</p> <p><b>MESA FLOW</b> &gt; 28 cm</p> <p><b>NORMA</b> El SikaGrout®-212 cumple con la norma ASTM C-1107 calificando como Grout grado "A".</p> <p><b>USGBC VALORACIÓN LEED</b> SikaGrout®-212 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC &lt; 70 g/L (menos agua)</p>	24 horas	7 días	28 días	300 kgf/cm <sup>2</sup>	500 kgf/cm <sup>2</sup>	750 kgf/cm <sup>2</sup>
24 horas	7 días	28 días					
300 kgf/cm <sup>2</sup>	500 kgf/cm <sup>2</sup>	750 kgf/cm <sup>2</sup>					

## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> Por cada litro de relleno se requiere aproximadamente 2.13 kg. de Sikagrout®-212.
-------------------------------	---

<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<p><b>CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE</b></p> <p>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.</p> <p>Los metales deben estar exentos de óxidos, grasa, aceite, entre otros.</p> <p>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.</p> <p><b>PREPARACIÓN DEL PRODUCTO</b></p> <p>Sikagrout®-212 debe mezclarse con 3,0 -3,3 litros de agua por bolsa de 30 kg</p> <p>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.</p> <p>Se puede obtener una consistencia plástica o seca, agregando una cantidad de agua menor a la indicada.</p>
-----------------------------	--

---

#### METODO DE 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.

#### 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.

#### ESPEORES MAYORES

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.

---

### INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

#### PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

#### OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

#### 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).

**"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 13  
la misma que deberá ser destruida"**




#### 8.4. Observaciones SikagROUT 212 VS ASTM C-1107

Tabla 20  
SikagROUT 212 VS ASTM C -1107

Item	SIKAGROUT 212	ASTM C-1107
1	Es una mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos especiales de granulometría controlada, aditivos de avanzada tecnología, exentos de cloruros y componentes metálicos. Para su uso solo requiere la adición del agua	Los materiales usados es cemento hidráulico, agregado fino y otros ingredientes; para su uso solo requiere la adición de agua.
2	Se clasifica como un grout de grado A	De acuerdo con el mecanismo de control de volumen, el material después de ser mezclado con agua; se puede clasificar en: 3.1.1. Mezclas de Grado A Pre-Endurecimiento Volumen-Ajuste-El control del volumen de la lechada es causado por la expansión antes de que se produzca el endurecimiento. 3.1.2. Grade B Post-Endurecimiento Volume-Adjusting-Volume El control de la lechada es causado por la expansión después de endurecer la lechada. 3.1.3 Control de Volumen Combinado de Grado C El control de volumen de la lechada es causado por una combinación de ambos mecanismos.
3	Resistencia a la compresión : dia 1: 300 kgf/cm <sup>2</sup> ; dia 7 = 500 kgf/cm <sup>2</sup> ; dia 28= 750 kgf/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión mínimo: día 1: 6.9 MPA; día 7 = 24.1 MPA; dia 28= 34.5 MPA. Se determina la resistencia a la compresión de acuerdo con las partes aplicables del Método de prueba C 109 / C 109M.
4	Para bolsas de 30 kg: se recomiendo entre 3 lt a 3.3 lt	La cantidad mínima y máxima de agua es la recomendada por el fabricante.
5	Tiempo de mezclado: 4 min.	De acuerdo a lo indicado por el fabricante



## 8.5. Certificados de calibración de equipos



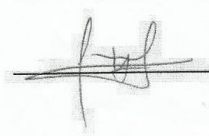
# Metrotest


E. I. R. L.  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-186-2015

Pág. 1 de 3

<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS		
<b>Rangos</b>	100 000	kgf	
<b>Dirección de carga</b>	Ascendente		
<b>FABRICANTE</b>	ELE INTERNATIONAL		
<b>Modelo</b>	36-0650106		
<b>Serie</b>	0804000016		
<b>Indicador Digital</b>	ADR / 1886-1-3060		
<b>Transdutor de Presión</b>	PA-21R / 12196		
<b>Ubicación</b>	Lab. Suelos, Concreto y Pavimento - Huaraz		
<b>Código Identificación</b>	NO INDICA		
<b>Norma utilizada</b>	ASTM E4; ISO 7500-1		
<b>Intervalo calibrado</b>	Escala (s)	100 000	kgf
	De 10 000 a 100 000 kgf	10% A 100%	
<b>Temperatura de prueba °C</b>	Inicial	25,1	Final 25,1
<b>Inspección general</b>	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
<b>Solicitante</b>	EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.		
<b>Dirección</b>	JR. PROLONGACION CARAZ NRO. 1019 BARR. CONO ALUVIÓNICO EST - ANCASH - HUARAZ		
<b>Ciudad</b>	HUARAZ		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	Tipo / Modelo	BOTELLA	
	Código	MF-02	
	Certif. de calibr.	INF-LE 122-15C PUCP	
<b>Unidades de medida</b>	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	2015/08/14		
<b>FECHA DE EMISION</b>	2015/08/19		
<b>FIRMAS AUTORIZADAS</b>	<p style="text-align: right;">Jefe de Metrologia Luiggi Asenjo G.</p> 		



Jr. Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Parques De Villa Sol - Los Olivos    www.metrotesteirf.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirf.com  
 Telf.: 528-7298    Telefax: 528-3324    Cels.: 993010192 / 962889991 / 997045343    N. 127\*8068    RPM: #068091  
**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL**





**Metrotest** E.I.R.L.  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CFM-186-2015**

Pág. 2 de 3

Método de calibración: **FUERZA INDICADA CONSTANTE**

**DATOS DE CALIBRACIÓN**

ESCALA: 981 kN Resolución: 0.05 kN Dirección de la carga: Ascendente  
100 000 kgf 0,005 kgf Factor de conversión: 0.00 98 kN/kgf

Indicación de la máquina (F.)	Indicaciones del patrón (series de mediciones)						
	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios		
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10 197	98.22	97.99	No aplica	97.07	No aplica
20	200.00	20 394	195.53	195.25	No aplica	195.03	No aplica
30	300.00	30 591	293.63	292.89	No aplica	292.81	No aplica
40	400.00	40 789	392.17	391.11	No aplica	390.93	No aplica
50	500.00	50 986	490.92	490.06	No aplica	489.69	No aplica
60	600.00	61 183	590.32	588.93	No aplica	588.56	No aplica
70	700.00	71 380	689.37	688.35	No aplica	687.88	No aplica
80	800.00	81 577	789.30	788.04	No aplica	787.45	No aplica
Indicación después de carga			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA: 980.67 kN Incertidumbre del patrón: ± 0.086 %

Indicación de la máquina (F.)	Cálculo de errores relativos						Resolución
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios			
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	100.00	10 197	2.29	1.18	No aplica	No aplica	0.05
20	200.00	20 394	2.42	0.25	No aplica	No aplica	0.02
30	300.00	30 591	2.35	0.28	No aplica	No aplica	0.02
40	400.00	40 789	2.20	0.32	No aplica	No aplica	0.01
50	500.00	50 986	1.99	0.25	No aplica	No aplica	0.01
60	600.00	61 183	1.82	0.30	No aplica	No aplica	0.01
70	700.00	71 380	1.67	0.22	No aplica	No aplica	0.01
80	800.00	81 577	1.49	0.23	No aplica	No aplica	0.01
Error de cero fo (%)			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Jefe de Metrología  
Luiggi Asenjo G.





**Metrotest** E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CFM-186-2015**

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

**MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS**

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA 100 000 kgf

Error de exactitud 2.42 %

Error de repetibilidad 1.18 %

Error de Reversibilidad No aplica

Error de cero 0

Error por accesorio: 0 %

Resolución 0.02 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 100 000 kgf Ascendente

**TRAZABILIDAD**

METROTEST EIRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Peru y la SNM INDECOPI.

**OBSERVACIONES .**

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4.Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

**FIRMAS AUTORIZADAS**



Jefe de Metrologia  
**Luiggi Asenjo G.**

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0215-P

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: AASTM C87, C91, C109, C141, C267, C31, C472, C593, C618, C1073, AASHTO T71, T106, EN 196-1.

PRODUCT DESCRIPTION: CUBE MOLD, 2 INCH, PLASTIC, 3 GANG

MODEL: LA-0215-P

SERIE: 154

DATA: 14/08/2015



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
email - sales@forneyonline.com

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0215-P

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: AASTM C87, C91, C109, C141, C267, C31, C472, C593, C618, C1073, AASHTO T71, T106, EN 196-1.

PRODUCT DESCRIPTION: CUBE MOLD, 2 INCH, PLASTIC, 3 GANG

MODEL: LA-0215-P

SERIE: 155

DATA: 14/08/2015



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
email - sales@forneyonline.com

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0215-P

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: AASTM C87, C91, C109, C141, C267, C31, C472, C593, C618, C1073, AASHTO T71, T106, EN 196-1.

PRODUCT DESCRIPTION: CUBE MOLD, 2 INCH, PLASTIC, 3 GANG

MODEL: LA-0215-P

SERIE: 159

DATA: 10/09/2015



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
email - sales@forneyonline.com

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0215-P

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: AASTM C87, C91, C109, C141, C267, C31, C472, C593, C618, C1073, AASHTO T71, T106, EN 196-1.

PRODUCT DESCRIPTION: CUBE MOLD, 2 INCH, PLASTIC, 3 GANG

MODEL: LA-0215-P

SERIE: 160

DATA: 10/09/2015



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
email - sales@forneyonline.com

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0215-P

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: AASTM C87, C91, C109, C141, C267, C31, C472, C593, C618, C1073, AASHTO T71, T106, EN 196-1.

PRODUCT DESCRIPTION: CUBE MOLD, 2 INCH, PLASTIC, 3 GANG

MODEL: LA-0215-P

SERIE: 161

DATA: 20/10/2015



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
email - sales@forneyonline.com

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

**PRODUCT MANUFACTURE:** FORNEY, LLC

**PRODUCT ITEM NUMBER:** LA-0215-P

**MANUFACTURING SPECIFICATIONS:** AASTM C87, C91, C109, C141, C267, C31, C472, C593, C618, CI073, AASHTO T71, T106, EN 196-1.

**PRODUCT DESCRIPTION:** CUBE MOLD, 2 INCH, PLASTIC, 3 GANG

**MODEL:** LA-0215-P

**SERIE:** 162

**DATA:** 20/10/2015



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
email - sales@forneyonline.com





**PyS**  
**EQUIPOS**

LABORATORIO DE METROLOGIA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-0221-2015**

Página 1 de 2

Solicitante : CORREA FIDEL FLORENCE  
Dirección : JR. LOS ALAMOS N° MZA K2 LT 03 CHIMBOTE  
Instrumento de Medición : TERMÓMETRO DE RADIACION INFRARROJA  
Fabricante : GILSON  
Modelo : MA-372  
Serie : 114  
Procedencia : USA  
Alcance máximo : -60°C a 500°C  
(-76°F a 932°F)  
División Mínima : 0.1° C  
Elemento Sensor : Infrarrojo  
Lugar de Calibración : Lab. Metrología de PyS EQUIPOS EIRL  
Fecha de Calibración : 2015-08-14  
Fecha de emisión : 2015-08-15

**Método de calibración empleado**

Comparación directa con termómetro patrón calibrado, comparación realizada en un medio isotérmico de temperatura controlada

**Observaciones**

Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO"

El resultado de cada una de las mediciones en el presente documento es un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

PyS EQUIPOS EIRL, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es el responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."





**PYS**

**EQUIPOS**

**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**TRAZABILIDAD**

Página 2 de 2

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de Patrones Nacionales de Temperatura del Servicio Nacional de Metrología SNM-INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

**PATRONES DE REFERENCIA**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SNM-INDECOPI	Termómetro de Indicación Digital	LT – 839- 2014

**RESULTADO DE MEDICION**

INDICACIÓN DE TERMÓMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (TCV) (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
30,3	30,2	-0.1	0.1
50,7	50,6	-0.1	0.1
101,5	101,4	-0.1	0.1

TCV = Temperatura Convencionalmente Verdadera

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1.104-en:2009 (JCGM 104:2009) “Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones”, la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tomen en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre estándar combinada (u) por el factor de cobertura (k).

Generalmente se expresa un factor  $k=2$  para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

*Julio Torre A.*

Revisado por:  
Julio Torre Arbieto  
Dpto. de Metrología

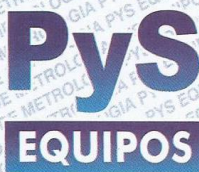


*Amed Castillo Espinoza*

Calibrado por:  
Amed Castillo Espinoza  
Técnico

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Tel.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)  
Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)

“PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.”



LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-0222-2015

Página 1 de 2

Solicitante : **CORREA FIDEL FLORENCE**

Dirección : **JR. LOS ALAMOS N° MZA K2 LT 03 CHIMBOTE**

Instrumento de Medición : **TERMÓMETRO DIGITAL**

Fabricante : **AMARELL**

Modelo : **No Indica**

Serie : **193**

Procedencia : **Alemania**

Alcance máximo : **-50°C a 200°C**  
(-58°F a 392°F)

División Mínima : **0.1° C**

Tipo de Indicación : **Digital**

Lugar de Calibración : **Lab. Metrología de PyS EQUIPOS EIRL**

Fecha de Calibración : **2015-08-14**

Fecha de emisión : **2015-08-15**

### Método de calibración empleado

Tomando como referencia el procedimiento de INDECOPI/SNM PC-017 "procedimiento para calibración de termómetros digitales" 1era edición, Noviembre 2007

### Observaciones

Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO"

El resultado de cada una de las mediciones en el presente documento es un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

PyS EQUIPOS EIRL, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es el responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)



"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."



# PyS EQUIPOS

## LABORATORIO DE METROLOGIA

### TRAZABILIDAD

Página 2 de 2

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de Patrones Nacionales de Temperatura del Servicio Nacional de Metrología SNM-INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

### PATRONES DE REFERENCIA

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SNM-INDECOPI	Termómetro de Indicación Digital	LT - 839- 2014

### RESULTADO DE MEDICION

INDICACIÓN DE TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	T.C.V. (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
50.0	0.4	50.4	0.1
100.0	1.5	101.5	0.1
200.0	4.0	204.0	0.1
300.0	5.0	305.0	0.1
400.0	8.0	408.0	0.1
450.0	9.0	459.0	0.1

TCV = Temperatura Convencionalmente Verdadera

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1.104-en:2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tomen en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre estándar combinada (u) por el factor de cobertura (k).

Generalmente se expresa un factor  $k=2$  para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Julio Torre A.

Revisado por:  
Julio Torre Arbieta  
Dpto. de Metrología



Amed Castillo Espinoza

Calibrado por:  
Amed Castillo Espinoza  
Técnico

Calle 4, Mz F1 Lt. 85 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 058 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

