

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO TERMODINÁMICO DEL CONCRETO  
MASIVO DE 31 MPA – TIPO HS EN EL VACIADO DE ELEMENTOS  
ESTRUCTURALES DE DIFERENTE ESPESOR EN LA UNIDAD MINERA  
BOROO MISQUICHILCA**

**Para optar por el Título Profesional de  
INGENIERO CIVIL**

**Presentada por:**

**Autor: Bach. Luis Diego Cedrón Madalengoitia**

**Asesor: Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo**

**Cajamarca – Perú**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

### - FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** CEDRÓN MADALENGOITIA LUIS DIEGO  
**DNI:** 70494799  
**Escuela Profesional:** INGENIERÍA CIVIL
2. **Asesor:** ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO  
**Facultad:** INGENIERÍA
3. **Grado académico o título profesional**  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. **Tipo de Investigación:**  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. **Título de Trabajo de Investigación:** ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO TERMODINÁMICO DEL CONCRETO MASIVO DE 31 MPA – TIPO HS EN EL VACIADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE DIFERENTE ESPESOR EN LA UNIDAD MINERA BOROO MISQUICHILCA
6. **Fecha de evaluación:** 09 DE MAYO DEL 2025
7. **Software antiplagio:**       TURNITIN       URKUND (ORIGINAL) (\*)
8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 15%
9. **Código Documento:** 3117:457307196
10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: CAJAMARCA 10 DE MAYO DEL 2025

	 <p>Firmado digitalmente por: BAZAN DIAZ Laura Sofia FAU 20148258601 soft Motivo: En señal de conformidad Fecha: 10/05/2025 00:58:43-0500</p>
<p><b>FIRMA DEL ASESOR</b> Nombres y Apellidos <b>MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO</b> DNI: 26604620</p>	<p><b>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</b></p>



# Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

## FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



### ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO TERMODINÁMICO DEL CONCRETO MASIVO DE 31 MPA - TIPO HS EN EL VACIADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE DIFERENTE ESPESOR EN LA UNIDAD MINERA BORO MISQUICHILCA.*

ASESOR : *Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0220-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 20 de mayo de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **veintidós días del mes de mayo de 2025**, siendo las quince horas (3:00 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.  
Vocal : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.  
Secretario : Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO TERMODINÁMICO DEL CONCRETO MASIVO DE 31 MPA - TIPO HS EN EL VACIADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE DIFERENTE ESPESOR EN LA UNIDAD MINERA BORO MISQUICHILCA*, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil *LUIS DIEGO CEDRÓN MADALENGOITIA*, asesorado por el Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : ..... 07 ..... PTS.  
EVALUACIÓN PÚBLICA : ..... 17 ..... PTS.  
EVALUACIÓN FINAL : ..... 18 ..... PTS. *Dieciocho* (En letras)

En consecuencia, se lo declara *Aprobado* con el calificativo de *Dieciocho* acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *16:00* horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.  
Presidente

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.  
Vocal

Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.  
Secretario

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.  
Asesor

COPYRIGHT © 2024 by  
LUIS DIEGO CEDRÓN MADALENGOITIA  
Todos los derechos reservados

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y guía constante en cada paso de este camino. Gracias por las oportunidades, los aprendizajes y las bendiciones que me han permitido llegar hasta aquí.

A mis padres, por ser el pilar fundamental de mi vida. Gracias por su amor incondicional, su apoyo incansable y sus sacrificios, que siempre han sido mi mayor inspiración para alcanzar mis metas.

A mi asesor, por su paciencia, orientación y valiosos consejos a lo largo de este proyecto. Su compromiso y confianza en mi trabajo han sido esenciales para lograr este resultado.

## **DEDICATORIA**

A mis padres,

Por su amor, esfuerzo y fe inquebrantable en mí. Este logro es una muestra de todo lo que he aprendido de ustedes y lo dedico con todo mi corazón.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	viii
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>1.1 Planteamiento del problema</b> .....	13
<b>1.2 Formulación del problema</b> .....	14
<b>1.3 Hipótesis</b> .....	14
<b>1.4 Justificación de la investigación</b> .....	15
<b>1.5 Alcances o delimitación de la investigación</b> .....	15
<b>1.5.1 Documentación de calidad y normas técnicas:</b> .....	16
<b>1.6 Limitaciones</b> .....	17
<b>1.7 Objetivos</b> .....	17
<b>1.7.1 Objetivo General</b> .....	17
<b>1.7.2 Objetivos Específicos</b> .....	17
<b>1.8 Contenido de la investigación</b> .....	18

<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Antecedentes Teóricos .....</b>	<b>21</b>
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	21
2.1.2 Antecedentes Nacionales: .....	22
<b>2.2 Bases Teóricas .....</b>	<b>25</b>
2.2.1 Cemento Portland.....	25
2.2.2 Finura del cemento .....	29
2.2.3 Cemento Tipo HS .....	30
2.2.4 Agregados.....	31
2.2.5 Agua.....	32
2.2.6 Aditivos.....	33
2.2.7 Calor de hidratación del cemento .....	36
2.2.8 Concreto masivo .....	37
2.2.9 Comportamiento termodinámico del concreto masivo .....	39
2.2.10 Termocuplas.....	41
<b>2.3 Definición de términos.....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO III MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1 Ubicación Geográfica .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2 Época de la investigación .....</b>	<b>49</b>
<b>3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información .....</b>	<b>49</b>
3.3.1 Técnicas de recolección de información: .....	49
3.3.2 Materiales e instrumentos de recolección de información: .....	50

<b>3.4</b>	<b>Procedimiento.....</b>	<b>51</b>
<b>3.5</b>	<b>Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.....</b>	<b>52</b>
3.5.1	Tipo, nivel, diseño y método de investigación. ....	52
3.5.2	Población de estudio. ....	52
3.5.3	Muestra.....	53
3.5.4	Unidad de análisis.....	53
3.5.5	Vaciado de concreto masivo .....	53
3.5.6	Diseño de mezcla.....	55
3.5.7	Características de los materiales .....	55
3.5.8	Presentación de resultados.....	59
<b>CAPÍTULO III ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>		<b>81</b>
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>84</b>
5.1	Conclusiones .....	84
5.2	Recomendaciones .....	84
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>85</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>90</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2</b> Tipos de Cemento Portland .....	29
<b>Tabla 3</b> Requisitos granulométricos que deben ser satisfechos por el agregado fino ...	32
<b>Tabla 4</b> Tipos de Aditivos .....	33
<b>Tabla 5</b> Contenido total de aire para concreto resistente al congelamiento .....	35
<b>Tabla 6</b> Vaciados de elementos estructurales en condición de concreto masivo .....	53
<b>Tabla 7</b> Características físicas de agregado fino.....	56
<b>Tabla 8</b> Características físicas de agregado grueso .....	57
<b>Tabla 9</b> Características estructurales del concreto.....	57
<b>Tabla 10</b> Materiales de diseño por m <sup>3</sup> .....	58
<b>Tabla 11</b> Materiales corregidos por humedad por m <sup>3</sup> .....	58
<b>Tabla 12</b> Resultados de pruebas de compresión .....	58
<b>Tabla 13</b> Protocolos de control de calidad y de registro de datos de cada elemento.....	59
<b>Tabla 14</b> Resumen de temperaturas máximas por elemento .....	78
<b>Tabla 15</b> Resumen de temperaturas máximas promedio .....	79
<b>Tabla 16</b> Resumen de valores de R <sup>2</sup> .....	83
<b>Tabla 17</b> Aumento de temperatura cada 0.5 m de aumento en el espesor.....	83

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Estructura con concreto masivo en la presa Hoover .....	38
<b>Figura 3</b> Rangos de temperatura según tipo de termocupla .....	41
<b>Figura 4</b> Termocupla Tipo K.....	42
<b>Figura 5</b> Termocupla Tipo J .....	43
<b>Figura 6</b> Termocupla Tipo T .....	43
<b>Figura 7</b> Termocupla Tipo E .....	44
<b>Figura 8</b> Termocupla Tipo N.....	45
<b>Figura 9</b> Termocupla Tipo S .....	45
<b>Figura 10</b> Termocupla Tipo B .....	46
<b>Figura 11</b> Termocupla Tipo R.....	46
<b>Figura 12</b> Ubicación del lugar de investigación .....	49
<b>Figura 13</b> Gráfico de temperatura vs tiempo – Zapata de BallMill.....	60
<b>Figura 14</b> Gráfico de temperatura vs tiempo – Primera elevación de pedestal BallMill .....	61
<b>Figura 15</b> Gráfico de temperatura vs tiempo – Segunda elevación de pedestal BallMill .....	62
<b>Figura 16</b> Gráfico de temperatura vs tiempo – Tercera elevación de pedestal BallMill	63
<b>Figura 17</b> Gráfico de temperatura vs tiempo – Zapata de Scrubber.....	64
<b>Figura 18</b> Gráfico de temperatura vs tiempo – Primera elevación de pedestal de Scrubber .....	65
<b>Figura 19</b> Gráfico de temperatura vs tiempo – Segunda elevación de pedestal de Scrubber .....	66
<b>Figura 20</b> Gráfico de temperatura vs tiempo – Tercera elevación de pedestal de Scrubber .....	67

<b>Figura 21</b> Gráfico de temperatura vs tiempo – Cuarta elevación de pedestal de Scrubber .....	68
<b>Figura 22</b> Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-030 .....	69
<b>Figura 23</b> Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TNK-115.....	70
<b>Figura 24</b> Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TNK-116.....	71
<b>Figura 25</b> Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-120 .....	72
<b>Figura 26</b> Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-125 .....	73
<b>Figura 27</b> Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-130 .....	74
<b>Figura 28</b> Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-135 .....	75
<b>Figura 29</b> Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-145 .....	76
<b>Figura 30</b> Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-140 .....	77
<b>Figura 31</b> Gráfico de dispersión y líneas de tendencia.....	80
<b>Figura 32</b> Variación cíclica de temperatura debido al cambio de temperatura externa.	81

## RESUMEN

El concreto masivo genera una cantidad considerable de calor como resultado del proceso de hidratación del cemento, lo cual puede originar fisuras internas si no se controla adecuadamente. Esto ocurre cuando el diferencial de temperatura entre el interior y la superficie del concreto genera tensiones internas que comprometen la capacidad estructural, facilitando la corrosión del acero de refuerzo. La problemática se agrava con el aumento del espesor, ya que la disipación de calor se dificulta. Por ello se realizó esta investigación, ya que se requiere un control de las temperaturas internas mediante estudios termodinámicos para evitar estos problemas. El tipo de investigación fue aplicada de nivel correlacional y método experimental. Se analizó el comportamiento termodinámico del concreto masivo (31 MPa con cemento Tipo HS) en diferentes espesores, en la unidad minera Boro Misquichilca; midiendo temperaturas internas de los elementos estructurales mediante termocuplas, se procesaron los datos obtenidos para generar gráficas y tablas. Con ello se determinó la relación entre la temperatura interna y el espesor de los elementos. Los resultados revelaron una correlación moderada entre el espesor del elemento y la temperatura máxima alcanzada, aunque se evidenció una dispersión notable, lo cual sugiere la influencia de otros factores como la temperatura ambiental y temperatura del concreto fresco. No obstante, se observó un incremento promedio de 5 °C por cada 0.5 metros adicionales de espesor, lo que confirma la hipótesis inicial y permite concluir que existe una relación directa entre el espesor y la temperatura interna del concreto dentro del rango evaluado.

**Palabras clave:** Concreto masivo, calor de hidratación, temperatura, termocupla, espesor.

## ABSTRACT

Mass concrete generates a considerable amount of heat as a result of the cement hydration process, which can lead to internal cracking if not properly controlled. This occurs when the temperature differential between the concrete's interior and surface creates internal stresses that compromise structural capacity, facilitating reinforcing steel corrosion. The problem is exacerbated with increasing thickness, as heat dissipation becomes more difficult. This research was therefore conducted, as internal temperature control through thermodynamic studies is required to avoid these problems. The research type was applied, correlational level, and experimental method. The thermodynamic behavior of mass concrete (31 MPa with Type HS cement) at different thicknesses was analyzed at the Boroo Misquichilca mining unit; internal temperatures of structural elements were measured using thermocouples, and the obtained data were processed to generate graphs and tables. This allowed for the determination of the relationship between internal temperature and element thickness. The results revealed a moderate correlation between element thickness and the maximum temperature reached, although notable dispersion was evident, suggesting the influence of other factors such as ambient temperature and fresh concrete temperature. Nevertheless, an average increase of 5°C was observed for every 0.5 meters of additional thickness, which confirms the initial hypothesis and leads to the conclusion that there is a direct relationship between concrete thickness and internal temperature within the evaluated range.

**Keywords:** Mass concrete, heat of hydration, temperature, thermocouple, thickness.

# **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Planteamiento del problema**

En el sector de la construcción, existen dos aspectos críticos asociados al vaciado del concreto masivo: la aparición de fisuras por efectos térmicos y la posible formación de etringita diferida (DEF). Debido a que el calor generado durante la hidratación del cemento no se disipa uniformemente, el centro del concreto tiende a alcanzar temperaturas más altas que su superficie. Esta diferencia térmica genera dilataciones internas, mientras que la parte externa se enfría y se contrae, lo que da lugar a tensiones internas. Si estas tensiones de tracción superan la resistencia del material, se producen grietas conocidas como fisuras térmicas. En la mayoría de los casos, estas grietas representan un riesgo para la durabilidad, ya que permiten la penetración de agua y aire, acelerando la corrosión del acero embebido. En situaciones más severas, las tensiones térmicas pueden ser tan altas que también afectan la capacidad estructural del concreto masivo (Peña Torres, 2020).

La problemática asociada a los vaciados de concreto masivo surge por el calor generado durante la hidratación del material cementante, lo cual requiere ser controlado mediante medidas apropiadas para asegurar el cumplimiento de los requerimientos funcionales de los elementos estructurales. Estas acciones influyen directamente en el diseño, las características del concreto y el proceso constructivo de la estructura (Peña Torres, 2020).

Un elemento estructural delgado, como una losa de 15 cm de espesor, puede disipar eficientemente el calor generado por la hidratación del cemento. Sin embargo, al incrementarse el espesor y el tamaño del concreto, la cantidad de calor acumulado puede superar su capacidad de disipación. Esta acumulación térmica provoca un aumento en la

temperatura interna del concreto, generando un gradiente térmico entre su núcleo y la superficie. Esta diferencia de temperatura puede originar esfuerzos de tracción significativos (Peña Torres, 2020).

Si las condiciones ambientales reducen la temperatura exterior, el gradiente térmico se intensifica, lo que favorece la aparición de fisuras en las zonas expuestas. Además, durante la fase de enfriamiento del concreto, si este se encuentra limitado por cimentaciones u otros elementos estructurales adyacentes, se pueden inducir tensiones internas adicionales debido a la contracción térmica (Peña Torres, 2020)

El problema que motivó la investigación fue la carencia de investigaciones sobre el comportamiento térmico del concreto masivo en función del espesor del elemento estructural que lo compone; y la necesidad de comprender mejor los efectos de dichos fenómenos mediante investigaciones que estudien los parámetros que rigen el comportamiento termodinámico de los elementos estructurales y estudiarlos de manera que se pueda predecir y controlar por medio de distintas metodologías.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es el comportamiento termodinámico del concreto masivo de 31 MPA con cemento tipo HS en el vaciado de elementos estructurales de diferente espesor en la unidad minera Boroo Misquichilca?

## **1.3 Hipótesis**

El comportamiento termodinámico del concreto masivo de 31Mpa con cemento tipo HS indica un incremento de 5° en la temperatura interior en un elemento estructural cada 0.5 m de aumento del espesor del elemento estructural.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

- Aporta información nueva en la investigación del concreto masivo, el cual en el Perú aún no se cuenta con una normativa establecida referente los criterios de producción, colocado, control de fisuras, control y predicción de temperaturas en concreto masivo.
- La información obtenida servirá de base para continuar la investigación del comportamiento termodinámico del concreto masivo en función de la variación del parámetro dimensional u otros parámetros. De esta manera poder predecir mejor dicho comportamiento del concreto masivo en el sector de la construcción.
- Es una investigación novedosa ya que se enfocó en correlacionar directamente el espesor del elemento con las temperaturas alcanzadas.

#### **1.5 Alcances o delimitación de la investigación**

Esta investigación está dirigida a investigadores, docentes, estudiantes de ingeniería y afines, y demás personas interesadas en el estudio del concreto.

El estudio se basa en la variación de temperatura interna del concreto masivo dosificado en base a un diseño de mezcla usando cemento Tipo HS, aditivos incorporador de aire SikaAer y aditivo plastificante SikaMent, agregados fino y grueso, así como el agua que son extraídos de la zona, las propiedades físicas se encuentran definidas en la sección metodológica.

El diseño de mezcla fue realizado específicamente en base a las propiedades físico químicas de los materiales de la zona, por lo que los resultados puede que no sean aplicables en otros concretos.

Para realizar la medición de temperatura se utilizó termocuplas Tipo K, y termómetro digital para medir la temperatura ambiente.

### **1.5.1 Documentación de calidad y normas técnicas:**

Esta investigación se realizó de manera que se cumplan los estándares más altos de calidad. Para ello la realización de cada actividad se encuentra regido por el plan de calidad, procedimientos y Plan de puntos de inspección. En el caso de materiales e instrumentos se contó con certificados de calidad y certificados de calibración otorgados por los proveedores y entidades como el Intitulo Nacional de Calidad (INACAL) y la Universidad Nacional de Ingeniería.

La documentación de calidad se basa en normativas nacionales e internacionales.

- RNE Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Norma Técnica E-060. “Concreto Armado” – Hormigón reforzado
- ACI 306. Guía para el hormigonado en climas fríos.
- ACI 318. Requisitos del Código de Construcción para el hormigón estructural, American Concrete Institute.
- ASTM C150. Especificación estándar para el cemento Portland.
- ASTM C1064. “Método de prueba estándar para la temperatura del concreto de cemento portland recién mezclado”.
- ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos
- ISO 45001-2018. “Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo”.

## **1.6 Limitaciones**

La investigación únicamente estudió el comportamiento termodinámico de un concreto masivo por lo que no se estudia otras propiedades como la resistencia a la compresión o la durabilidad del concreto.

No se realizó medición de temperatura de los agregados, agua, o aditivos, previo al mezclado del concreto.

Existe una leve desviación en el cumplimiento de los husos granulométricos en los agregados, este desfase fue sustentado por el cumplimiento en la resistencia de diseño.

Se hizo uso de las normativas establecidas por la ASTM y ACI norteamericanas, sin embargo, hay limitación por la normativa e información sobre concreto masivo en el Perú. A nivel local no existe información e investigación en concreto masivo y a nivel nacional e internacional la información es limitada.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Determinar el comportamiento termodinámico del concreto masivo de 31 Mpa – Tipo HS en el vaciado de elementos estructurales de diferente espesor en la unidad minera Boroo Misquichilca.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- Realizar las mediciones de las temperaturas en distintos puntos de los elementos estructurales vaciados con concreto masivo

- Procesar los datos de los protocolos de calidad de registro de temperatura medidos en campo, generando tablas y graficas que permitan entender la información obtenida.
- Determinar la relación de la temperatura de los elementos estructurales en función a su espesor.

## **1.8 Contenido de la investigación**

### **Capítulo I: Introducción**

El primer capítulo ofrece una exposición detallada del problema central que motiva la investigación, junto con la formulación de la hipótesis correspondiente. Se incluye también la justificación del estudio, explicando los motivos que hacen relevante su desarrollo. Asimismo, se definen claramente los alcances y limitaciones que enmarcan el trabajo, estableciendo sus fronteras metodológicas. Se presentan los objetivos principales y específicos que guían la investigación. Finalmente, se proporciona un resumen del contenido de la tesis, ofreciendo una visión estructurada y general del enfoque adoptado.

### **Capítulo II: Marco Teórico**

El segundo capítulo expone los antecedentes teóricos vinculados con el tema de estudio. Se revisan investigaciones previas tanto internacionales como nacionales y locales que tratan problemáticas afines, lo que permite contextualizar ampliamente la investigación. Posteriormente, se desarrollan las bases teóricas esenciales que sirven de soporte conceptual al trabajo, facilitando la comprensión del fenómeno analizado. También se identifican y explican las variables implicadas en el estudio, definiendo los

elementos fundamentales que se examinan en relación con el concreto masivo y sus aspectos teóricos asociados.

### **Capítulo III: Materiales y Métodos**

El tercer capítulo aborda en detalle la metodología aplicada en el desarrollo del estudio. Se explican los procedimientos, herramientas y técnicas que fueron empleados a lo largo de la investigación. También se especifican la población a la que se dirigió el estudio y la muestra seleccionada. Asimismo, se describe el proceso de recolección de datos, incluyendo las acciones y métodos implementados para asegurar la validez y fiabilidad de la información obtenida. Finalmente, se presentan los métodos estadísticos utilizados para el análisis de los datos, como las pruebas de correlación, análisis de varianza y otros métodos pertinentes.

### **Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados**

En este capítulo se exponen de forma ordenada los resultados obtenidos a partir de los métodos aplicados para la recolección de datos. Se incluyen principalmente datos cuantitativos representados mediante estadísticas y gráficos. El propósito principal es mostrar los hallazgos de forma clara y objetiva, sustentados en la información recopilada. Además, se ofrece una interpretación de los resultados analizados, proporcionando una base sólida para la discusión posterior.

### **Capítulo V: Conclusiones y recomendación**

El capítulo final se dedica a sintetizar de forma clara y coherente los principales hallazgos y resultados expuestos a lo largo del trabajo. Se retoman los objetivos y la hipótesis formulados al inicio de la investigación. Asimismo, se identifican aspectos del

estudio que no pudieron ser abordados en profundidad, proponiéndolos como posibles líneas para investigaciones futuras. Finalmente, se plantean recomendaciones metodológicas que podrían aplicarse en trabajos posteriores para superar las limitaciones encontradas.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes Teóricos**

#### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

Camorlinga Álvarez (2020) en su tesis “MANEJO DE UN COLADO MASIVO EN CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS” de la ciudad Michoacan – México, se investigo acerca del colado del concreto masivo lo cual consiste en verter el concreto en capas y controlar la temperatura mediante distintas metodologías como el preenfriamiento de los materiales. El tesista concluye en su investigación que se debe procurar colocar el concreto a una temperatura menor a 10°. Se recomienda el uso de cemento Tipo II y MS para estos fines por su bajo calor de hidratación generado; Las puzolanas de tipo natural resultaron efectivas en la reducción de expansión del concreto y a su vez reducen el calor generado en el concreto.

Guadalupe Leon (2021) en su investigación titulada "ESTIMATION AND MITIGATION OF STRESSES IN MASS CONCRETE STRUCTURES CONTAINING GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG AND FLY ASH" traducida como "ESTIMACIÓN Y MITIGACIÓN DE TENSIONES EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO MASIVO QUE CONTIENEN ESCORIA DE ALTO HORNO GRANULADA Y CENIZAS VOLANTES", desarrolla una metodología para estimar y mitigar las tensiones térmicas en estructuras de concreto masivo que incorporan escoria de alto horno granulada y cenizas volantes como materiales cementicos suplementarios. Se analizan las propiedades mecánicas y térmicas de diversas mezclas de concreto, y estos datos se integran en un análisis de elementos finitos para predecir y reducir el riesgo de fisuración temprana debido a gradientes térmicos. Los resultados indican que la inclusión de estos materiales puede disminuir la generación de calor durante la hidratación del cemento, reduciendo así las tensiones térmicas internas. Las conclusiones destacan la

eficacia de utilizar escoria de alto horno y cenizas volantes para mejorar la durabilidad y estabilidad estructural del concreto masivo.

Dina M. Mansour & Ahmed M. Ebid (2024) presentan en su investigación "PREDICTING THERMAL BEHAVIOR OF MASS CONCRETE ELEMENTS USING 3D FINITE DIFFERENCE MODEL" traducida como "PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE ELEMENTOS DE CONCRETO MASIVO UTILIZANDO UN MODELO TRIDIMENSIONAL DE DIFERENCIAS FINITAS" un modelo tridimensional de diferencias finitas para predecir el comportamiento térmico de elementos de concreto masivo, específicamente en cimentaciones de puentes. Se recopilieron datos experimentales mediante la instalación de termopares en dos cabezales de pilotes, registrando temperaturas cada tres horas durante siete días después del vertido del concreto. Los resultados del modelo desarrollado mostraron una buena correlación con los datos experimentales, indicando que el modelo es capaz de predecir con precisión la evolución de la temperatura en el concreto masivo. Las conclusiones destacan que el modelo propuesto es una herramienta práctica y precisa para evaluar el comportamiento térmico en estructuras de concreto masivo, facilitando la toma de decisiones en el diseño y construcción para minimizar el riesgo de fisuración térmica.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales:**

Sobrevilla & Abanto (2021) en su investigación "COSTO – EFECTIVIDAD DE DOS COMBINACIONES DE MÉTODOS DE CONTROL DE GRADIENTE TÉRMICO EN ELEMENTOS DE CONCRETO MASIVO DE INFRAESTRUCTURA MINERA A MÁS DE 3000 M.S.N.M.", perteneciente a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima, tuvo como objetivo establecer la relación costo – efectividad de dos combinaciones de métodos de control de gradiente térmico en elementos de concreto

masivo de infraestructura minera; para así conocer la combinación que, con un menor costo sea más efectiva controlando el diferencial térmico. Tomando como población los elementos de infraestructura minera del proyecto Quellaveco, se aplicó un muestreo no probabilístico verificando que cumplieren con los criterios de exclusión, seleccionándose así cuatro cimentaciones, cuyos volúmenes oscilaban entre 900 a 1900 m y un Muro de Túnel de Recuperación de 221 m<sup>3</sup>. El procedimiento seguido tuvo como primer paso el estudio del comportamiento termodinámico teórico de los cinco elementos; luego de ello, se aplicó la Combinación 01 a tres elementos y la Combinación 02 a dos elementos, evaluando experimentalmente el comportamiento termodinámico que seguidamente fue comparado con el comportamiento teórico. De esta comparación, se estableció la efectividad de cada método en función a la cantidad de grados del gradiente térmico controlados y de forma paralela, se determinó los costos de implementación y operación de la combinación aplicada. Finalmente, conociendo los grados controlados y costos en cada elemento en función a la combinación aplicada, se compararon los ratios de costo – efectividad. Con la Combinación 01 se obtuvo, como ratio más competitiva el de 0.29, y con la Combinación 02, 0.57. Bajo estos resultados, se concluyó que la Combinación 01 ofrece mayor efectividad en el control de gradiente térmico a un costo menor; en comparación con la Combinación 02.

Meza Rojas (2021) en su investigación titulada “INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL VACIADO DE CONCRETO MASIVO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA”, de la ciudad de Pucallpa – Ucayali, se evalúa la influencia que tiene los cambios de temperatura de un clima cálido en el concreto fresco. Se calculó que la temperatura del concreto fresco aumenta un promedio de 3.72°C a la temperatura ambiente. En ese sentido la temperatura a influenciado en el concreto, ya que en la inspección visual mediante una hoja de evaluación; se encontró en campo que el 9 %

presentó una leve fisura por retracción plástica, en un 13 % una leve fisura por retracción por secado, en un 2 % un desgaste leve de la superficie y en un 76 % de concreto, no se presentó ningún tipo de problema. Para ello se determinó que, para calcular la temperatura máxima del vaciado del concreto, en un clima cálido con temperaturas variables; se emplee el método ACI 207.2R, cuyo método permite planificar el vaciado de concreto

Pérez Cadenillas (2019) en su tesis “DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA USO MASIVO” de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. El presente trabajo de diseño de mezcla de concreto para uso masivo cimienta sus bases en el control de la temperatura al interior de la mezcla mientras este alcanza su estado de madurez y/o resistencia de diseño. Para tal fin la investigación se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de diseño de mezcla de concreto establecidos por el Método del ACI además de los parámetros para considerar un concreto como masivo; control sistemático de la temperatura en el interior del concreto con dimensiones 10x10x10 cm, 20x20x20 cm, 30x30x30 cm, 40x40x40 cm y 50x50x50 cm, determinando la sección máxima que puede tener un elemento estructural, sin que en su interior, debido al proceso exotérmico genere efectos contrarios a la resistencia y durabilidad inicial de diseño, teniendo en cuenta las conclusiones llegadas por (Fitz Gibbon 1977 y Dintel y Ghosh 1978) es que la diferencia de temperaturas entre el interior y exterior del concreto no debe exceder en ningún momento de 20 °C. En este orden de ideas, con el presente trabajo de investigación se dejará precedentes para enmarcar los lineamientos básicos necesarios para que el ingeniero y/o constructor conozca de una forma sencilla y práctica la elaboración, manipulación de un concreto masivo.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Cemento Portland**

El cemento Portland es un material hidráulico formado principalmente por silicatos de calcio, los cuales, al reaccionar con el agua, se endurecen y adquieren características de resistencia mecánica. Este estándar clasifica los diferentes tipos de cemento Portland según sus propiedades y usos específicos, considerando factores como su resistencia a los sulfatos, la generación de calor durante la hidratación y su desarrollo de resistencia en edades tempranas. (ASTM International, 2022)

El cemento portland se clasifica de acuerdo a distintos criterios establecidos según las normas ASTM y NTP los cuales se detallan a continuación.

#### **2.2.1.1 Clasificación según ASTM C-150/C-150M: Especificación estándar para cemento Portland**

La American Society for Testing and Materials (ASTM) establece especificaciones para diferentes tipos de cemento en varias normas, entre las que destacan:

- Tipo I, que es de uso general y es apropiado para todos los usos cuando no son requeridas las propiedades especiales de los otros tipos de cemento (ASTM International, 2024).
- Tipo II, es usado donde no se requiere una excesiva protección contra ataques de sulfatos, es decir, donde los ataques por sulfatos no son muy severos. Es un cemento que genera menos calor de hidratación que el cemento Tipo I (ASTM International, 2024).
- Tipo III, este tipo de cemento de resistencias iniciales altas adquieren sus resistencias a una semana o menos de vaciado. Se usa cuando los

encontrados o formas tienen que ser retiradas lo antes posible para otro uso, o cuando la estructura debe ser puesta en servicio lo antes posible (ASTM International, 2024).

- Tipo IV, este cemento se usa donde el calor de hidratación debe ser reducido al mínimo. Desarrolla resistencias a más largo plazo que el Tipo I o normal (ASTM International, 2024).
- Tipo V, este tipo de cemento es usado solamente en concretos que van a estar expuestos a una severa acción de sulfatos. Se usa principalmente donde los suelos, o aguas en contacto con la estructura, tienen un alto contenido de sulfato. Este cemento adquiere resistencia más lentamente que Tipo I o normal (ASTM International, 2024).

#### **2.2.1.2 Clasificación según ASTM C595/C595M: Especificación estándar para cementos hidráulicos combinados:**

Esta norma incluye los siguientes tipos de cementos combinados

- Tipo IS: Cemento con escoria de alto horno. (ASTM International, 2024)
- Tipo IP: Cemento puzolánico. (ASTM International, 2024)
- Tipo IL: Cemento con caliza. (ASTM International, 2024)
- Tipo IT: Cemento ternario (combinación de dos o más materiales cementicios suplementarios). (ASTM International, 2024)

#### **2.2.1.3 Clasificación según ASTM C1157/C1157M: Especificación de desempeño para cemento hidráulico:**

Clasifica los cementos según su desempeño en:

- GU (Uso General): Aplicaciones generales (ASTM International, 2023).

- HE (Alta Resistencia Inicial): Cuando se requiere alta resistencia inicial. (ASTM International, 2023).
- MS (Moderada Resistencia a los Sulfatos): Moderada resistencia a los sulfatos (ASTM International, 2023).
- HS (Alta Resistencia a los Sulfatos): Alta resistencia a los sulfatos (ASTM International, 2023).
- MH (Calor Moderado de Hidratación): Moderado calor de hidratación (ASTM International, 2023).
- LH (Bajo Calor de Hidratación): Bajo calor de hidratación (ASTM International, 2023).

En Perú, las Normas Técnicas Peruanas establecen las especificaciones para los cementos, destacando:

#### **2.2.1.4 Clasificación según NTP 334.009:2020: Cementos Portland. Requisitos:**

Define los siguientes tipos de cemento Portland:

- Tipo I: Uso general en la construcción que no requiere propiedades especiales (INACAL, 2020).
- Tipo II: Uso general con moderada resistencia a los sulfatos (INACAL, 2020).
- Tipo III: Alta resistencia inicial (INACAL, 2020).
- Tipo IV: Bajo calor de hidratación (INACAL, 2020).
- Tipo V: Alta resistencia a los sulfatos (INACAL, 2020).

#### **2.2.1.5 Clasificación según NTP 334.090:2016: Cementos Portland adicionados. Requisitos:**

Establece los requisitos para cementos Portland adicionados, incluyendo:

- Tipo IP: Cemento Portland puzolánico (INACAL, 2016).
- Tipo IS: Cemento Portland con escoria (INACAL, 2016).
- Tipo IT: Cemento Portland ternario (con dos adiciones minerales) (INACAL, 2016).

#### **2.2.1.6 Clasificación según NTP 334.082:2020: Cementos Portland. Especificación de la performance:**

La norma clasifica los cementos hidráulicos en los siguientes tipos, basados en sus propiedades específicas:

- Tipo GU (Uso General): Adecuado para aplicaciones generales en construcción donde no se requieren propiedades especiales (INACAL, 2020).
- Tipo HE (Alta Resistencia Inicial): Diseñado para desarrollar resistencias mecánicas elevadas en las primeras edades del concreto (INACAL, 2020).
- Tipo MS (Moderada Resistencia a los Sulfatos): Ofrece una resistencia moderada al ataque de sulfatos, adecuado para estructuras expuestas a ambientes con presencia moderada de sulfatos (INACAL, 2020).
- Tipo HS (Alta Resistencia a los Sulfatos): Proporciona alta resistencia al ataque de sulfatos, ideal para construcciones en ambientes con alta concentración de sulfatos (INACAL, 2020).
- Tipo MH (Moderado Calor de Hidratación): Produce un calor de hidratación moderado, recomendado para estructuras masivas donde el control del calor es esencial para minimizar el riesgo de fisuración térmica (INACAL, 2020).

- Tipo LH (Bajo Calor de Hidratación): Genera un bajo calor de hidratación, indicado para proyectos que requieren un control estricto de la temperatura durante el proceso de fraguado y endurecimiento (INACAL, 2024).

**Tabla 1**

Tipos de Cemento Portland

<b>Cementos Hidráulicos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Denominación</b>
Cementos Portland	Tipo I	Cemento Portland de uso general
	Tipo II	Cemento Portland de uso general de moderada resistencia a los sulfatos
	Tipo III	Cemento Portland de alta resistencia inicial
	Tipo IV	Cemento Portland de bajo calor de hidratación
	Tipo V	Cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos
Cementos Portland adicionados (compuestos)	Tipo IS	Cemento Portland adicionado con escoria de alto horno
	Tipo IP	Cemento Portland adicionado puzolánico
	Tipo I (PM)	Cemento Portland adicionado con puzolánico modificado
	Tipo IL	Cemento Portland adicionado con caliza
	Tipo IT	Cemento Portland adicionado ternario
	Tipo ICo	Cemento Portland adicionado compuesto
	Tipo GU	Cemento hidráulico de uso general
Cementos hidráulicos especificado por desempeño	Tipo HE	Cemento hidráulico de alta resistencia inicial
	Tipo MS	Cemento hidráulico de moderada resistencia a los sulfatos
	Tipo HS	Cemento hidráulico de alta resistencia a los sulfatos
	Tipo MH	Cemento hidráulico de moderado calor de hidratación
	Tipo LH	Cemento hidráulico de bajo calor de hidratación

Fuente: Adaptado de ASTM C150, ASTM C595 y NTP 334.009 (ASTM International, 2024; INACAL, 2020)

### 2.2.2 Finura del cemento

La finura del cemento afecta más a la rapidez con que se da la hidratación, que a la cantidad de calor liberado, por lo que su efecto se manifiesta principalmente durante las edades tempranas. La mayor finura del cemento (partículas menores) aumenta la

velocidad o tasa de hidratación del cemento y, por lo tanto, acelera el desarrollo de la resistencia. La medida de la finura se refleja a la superficie específica y es la suma de la superficie, en centímetros cuadrados, de todas las partículas en un gramo de cemento considerando que las partículas se toman como esferas. Normalmente, la finura es determinada a través de métodos que son el Turbidímetro de Wagner y el Equipo de Permeabilidad al Aire Tipo Blaine.

La cantidad de calor depende de la finura del cemento porque la hidratación empieza en la superficie de las partículas de cemento. Esto representa el material disponible en contacto con el agua, ocasionando la hidratación.

Para las mismas condiciones, un cemento que tenga una fineza de 1 600 cm/gr alcanzará un valor del 70% del calor generado total a los 4 días, a diferencia de un cemento con una fineza de 3 000 cm/gr, que llega a alcanzar alrededor de un 95% (ACI 207.2R, 2007).

### **2.2.3 Cemento Tipo HS**

Cemento Anti – Salitre, de consideración HS que permite según su composición (25% de puzolana, 69% de Clinker y 6% de Yeso), una alta resistencia al ataque de sulfatos, resistencia a los cloruros, aumento de impermeabilidad, menor calor de hidratación y disminuye la reacción nociva álcali-agregado. Cuenta con ventajas y propiedades únicas para el uso en la industria, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas, edificios, obras de concreto estructural, obras hidráulicas y aquellas que estén expuestas a suelos húmedos salitrosos, al agua de mar y brisa marina. (INACAL, 2008)

A modo de ejemplo, el remplazo en el diseño de concreto de un Cemento Tipo I por un Cemento Tipo HS (en un elemento de un espesor de 1m) se traduce en una disminución de la temperatura máxima de 12°C aproximadamente. (Peña Torres, 2020)

#### **2.2.4 Agregados.**

Los agregados son componentes inertes del concreto que no reaccionan químicamente con el cemento y el agua. Constituyen una parte significativa de la mezcla, representando aproximadamente entre el 60 y 75 % de su volumen y del 70 al 85 % de su peso total. La elección adecuada de los agregados es crucial para definir las propiedades del concreto tanto en estado fresco como una vez endurecido. Es fundamental que estén bien distribuidos en toda la mezcla, asegurando que las partículas más grandes permitan el encaje de las más pequeñas, y que toda la estructura se mantenga unida por la pasta de cemento (Cadenillas, 2019).

Existen diferentes tipos de agregados: los Naturales, que se obtienen directamente de la naturaleza (como ríos o canteras) y solo requieren limpieza o clasificación antes de su uso; los Triturados, que provienen de la fragmentación de rocas hasta alcanzar el tamaño y la gradación necesarios; y los Parcialmente Triturados, que contienen partículas de tamaño natural junto con otras más grandes que deben ser procesadas mediante clasificación y trituración (Cadenillas, 2019).

El agregado fino debe cumplir con ciertas características de calidad: ser resistente, limpio, duro y no contener impurezas dañinas como polvo, limo, pizarra o materiales orgánicos. Específicamente, el contenido de arcilla o limo no debe superar el 5%, y el de materias orgánicas no más del 1.5%. El tamaño de sus partículas debe ser inferior a 1/4 de pulgada, y su distribución granulométrica debe ajustarse a los requisitos establecidos en la norma ASTM-C-33-99a, detallados en la tabla 1 (INACAL, 2021).

**Tabla 2**

Requisitos granulométricos que deben ser satisfechos por el agregado fino

<b>Tamiz estándar N° malla (mm)</b>	<b>% en peso del material que pasa</b>
3/8" (9.52)	100
#4 (4.75)	95 a 100
#8 (2.36)	80 a 100
#16 (1.18)	50 a 85
#30 (0.60)	25 a 60
#50 (0.30)	5 a 30
#100 (0.15)	0 a 10
Charola	

Fuente: Adaptado de ASTM C33, pág. 5.

El Agregado Grueso se refiere al material resultante de la fragmentación natural o mecánica de rocas que no pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4) pero tiene un diámetro inferior a 6" (150 mm). Este material debe adherirse a las especificaciones detalladas en la Norma ASTM C 33 y, similar al agregado fino, su contenido de arcillas y finos no debe rebasar el 5 %, ni el de materias orgánicas, carbón, etc., exceder el 1.5 % (INACAL, 2021).

### **2.2.5 Agua.**

Para la elaboración de concreto, el agua utilizada debe cumplir con estrictos criterios de pureza. Cadenillas (2019) señala que debe estar libre de cualquier material que pueda afectar negativamente las reacciones de hidratación del cemento, como aceites, ácidos, álcalis, sales y materia orgánica.

La Norma Técnica de Edificación E.060 "Concreto Armado" va más allá, permitiendo el uso de agua no potable si se prueba su adecuación. Los requisitos para esta adecuación incluyen que el agua esté limpia y no contenga sustancias dañinas para el concreto, el acero o elementos embebidos, en niveles perjudiciales. Un criterio

cuantitativo fundamental es que la resistencia de cubos de mortero hechos con esta agua debe ser, tanto a los 7 como a los 28 días, al menos el 90% de la resistencia de muestras de referencia hechas con agua potable, utilizando morteros idénticos para la comparación (MVCS, 2014).

### 2.2.6 Aditivos.

Los aditivos son componentes distintos al cemento, el agua y los agregados, que se incorporan a la mezcla de concreto justo antes o durante el proceso de mezclado. Su aplicación responde principalmente a tres objetivos: reducir los costos en la ejecución de obras de concreto, mejorar determinadas propiedades del concreto de manera más eficiente, y enfrentar condiciones imprevistas que puedan surgir durante el vaciado. Para clasificar y desarrollar los distintos tipos de aditivos, se toma como referencia la norma ASTM C494. (Cadenillas, 2019)

**Tabla 3**

Tipos de Aditivos

<b>Tipo (ASTM C 494)</b>	<b>Función</b>
A	Aditivo reductor de agua (Plastificante)
B	Aditivo retardante de fragua
C	Aditivo acelerante
D	A + B
E	A + C
F	Aditivo reductor de agua de alto rango (Súper-plastificante)
G	F + B

Fuente: Adaptado de ASTM C494, pág. 1.

## **Aditivo Plastificantes**

De acuerdo con la norma ASTM C494 – 01a, los aditivos reductores de agua, también conocidos como plastificantes, tienen como finalidad disminuir la cantidad de agua requerida en una mezcla para alcanzar un asentamiento determinado. Esto permite reducir la relación agua-cemento, disminuir el contenido de cemento o incrementar la fluidez del concreto sin modificar el contenido de agua. Estos aditivos deben cumplir con los criterios establecidos para los aditivos químicos tipo A. (Cadenillas, 2019)

La clasificación de los aditivos plastificantes según la norma ASTM C494/C494M incluye:

Tipo A: Reductores de agua convencionales.

Tipo F: Reductores de agua de alto rango, también llamados superplastificantes, los cuales permiten una disminución del contenido de agua igual o superior al 12%. (ASTM Internacional, 2019)

Estos aditivos suelen reducir el contenido de agua en un rango aproximado de 5% a 10%. En caso de añadir el plastificante sin disminuir proporcionalmente el agua, el resultado será una mezcla con mayor asentamiento. (Cadenillas, 2019)

La aplicación de plastificantes suele mejorar la resistencia del concreto, gracias a la reducción de la relación agua-cemento. En mezclas con cantidades constantes de cemento, aire y asentamiento, la resistencia a compresión a los 28 días puede incrementarse entre un 10% y un 25% cuando se utiliza un aditivo plastificante con una reducción adecuada de agua, en comparación con una mezcla sin aditivo. Sin embargo, estos aditivos también pueden aumentar la contracción por secado. (Cadenillas, 2019)

Un ejemplo de aditivo del tipo F es Sikament 290N, el cual permite una reducción significativa del contenido de agua, mejorando notablemente la fluidez de la mezcla sin necesidad de aumentar su volumen de agua. (ASTM Internacional, 2019)

### **Aditivo inclusor de aire.**

Los aditivos de incorporación de aire están diseñados para generar y mantener pequeñas burbujas de aire uniformemente distribuidas dentro del concreto. Estas burbujas ayudan a mejorar la resistencia del material frente a ciclos de congelamiento y deshielo, disminuyen su permeabilidad y mejoran su manejabilidad. (ASTM Internacional, 2016)

La norma ASTM C260/C260M establece los parámetros que deben cumplir estos aditivos para garantizar una adecuada distribución de burbujas de aire sin afectar negativamente otras propiedades del concreto. (ASTM Internacional, 2016)

El producto SikaAer es un ejemplo de aditivo que cumple con los requisitos de esta norma, asegurando una correcta incorporación de aire en la mezcla. (ASTM Internacional, 2016)

La cantidad de aire incorporado dependerá del nivel de protección buscado, y para ello la Norma Técnica E.060 de Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones en Perú establece el contenido mínimo de aire requerido en concretos expuestos a condiciones de congelamiento. (Cadenillas, 2019)

**Tabla 4**

Contenido total de aire para concreto resistente al congelamiento

<b>Tamaño máximo nominal del agregado (mm)</b>	<b>Contenido de aire (%) Exposición severa</b>	<b>Contenido de aire (%) Exposición moderada</b>
9.5	7.5	6
12.5	7	5.5
19	6	5
25	6	4.5
37.5	5.5	4.5
50	5	4
75	4.5	3.5

Fuente: Adaptado de la norma E-060 (MVCS, 2014)

### 2.2.7 Calor de hidratación del cemento

El calor de hidratación es el calor liberado durante las reacciones químicas entre el cemento y el agua, proceso fundamental en la formación del concreto. Estas reacciones son exotérmicas y generan un aumento de temperatura en la masa de concreto, especialmente significativo en elementos de gran volumen, como en el concreto masivo. (Dotti et al., 2022)

#### 2.2.7.1 Reacciones Químicas Generadoras de Calor

El cemento Portland está compuesto principalmente por cuatro minerales (Dotti et al., 2022):

- Silicato tricálcico ( $C_3S$ ): Reacciona rápidamente con el agua, produciendo silicato cálcico hidratado (C-S-H) y portlandita ( $Ca(OH)_2$ ), liberando una cantidad considerable de calor. (Dotti et al., 2022)
- Silicato dicálcico ( $C_2S$ ): Reacciona más lentamente que el  $C_3S$ , generando C-S-H y portlandita, con una menor liberación de calor. (Dotti et al., 2022)
- Aluminato tricálcico ( $C_3A$ ): Su hidratación es altamente exotérmica y rápida, formando etringita en presencia de yeso. (Dotti et al., 2022)

- Ferroatluminato tetracálcico (C<sub>4</sub>AF): Reacciona con el agua y el yeso, formando productos similares a los del C<sub>3</sub>A, pero con una liberación de calor menor. (Dotti et al., 2022)

Estas reacciones se pueden representar de manera simplificada como (Dotti et al., 2022):

- $C_3S + H_2O \rightarrow C-S-H + Ca(OH)_2 + \text{calor}$
- $C_2S + H_2O \rightarrow C-S-H + Ca(OH)_2 + \text{calor}$
- $C_3A + H_2O + \text{yeso} \rightarrow \text{etringita} + \text{calor}$
- $C_4AF + H_2O + \text{yeso} \rightarrow \text{productos hidratados} + \text{calor}$

El calor generado por estas reacciones es esencial para el desarrollo de la resistencia del concreto, pero en estructuras masivas puede provocar elevaciones de temperatura que, al disiparse, generan tensiones internas y posibles fisuras. (Dotti et al., 2022)

### **2.2.8 Concreto masivo**

A continuación, se define el concreto masivo según diferentes agencias y autores.

De acuerdo con el Comité ACI 116, se define como concreto masivo a aquel que, por su gran volumen o dimensiones considerables, requiere tomar en cuenta el calor producido por la hidratación del cemento, así como los cambios de volumen que este proceso conlleva. En estos casos, es fundamental aplicar estrategias preventivas para evitar la aparición de fisuras derivadas de estos efectos térmicos. (American Concrete Institute, 2000)

Otro documento del ACI también establece que el concreto se clasifica como masivo cuando sus dimensiones son lo suficientemente grandes como para que el calor de hidratación y los cambios volumétricos asociados influyan significativamente en su desempeño estructural. Por ello, se vuelve necesario adoptar medidas específicas que ayuden a controlar estos efectos y disminuir el riesgo de agrietamiento. (American Concrete Institute, 2005)

Por su parte, Gajda (2002) señala que se considera concreto masivo aquel cuyo espesor (la menor dimensión del elemento) supera los 3 pies (aproximadamente 0.91 metros). Sin embargo, también advierte que mezclas que contienen cemento tipo III o una cantidad de material cementante superior a 564 lb/yd<sup>3</sup> (equivalente a 334.6 kg/m<sup>3</sup>) deben considerarse masivas, debido a la elevada cantidad de calor que pueden generar durante su hidratación.

### **Figura 1**

Estructura con concreto masivo en la presa Hoover



Fuente: Se utilizó más de 3.3 millones de metros cúbicos de concreto, se construyó en bloques de 1.5m de altura para controlar la temperatura. Obtenido de 360 en Concreto, n.d.

### **2.2.9 Comportamiento termodinámico del concreto masivo**

El concreto genera calor como resultado del proceso de hidratación de los materiales cementantes, una reacción química responsable del desarrollo de la resistencia del material. Esta liberación de calor es más intensa durante los primeros días tras su colocación. En elementos delgados como los pavimentos rígidos, el calor se disipa con rapidez; sin embargo, en estructuras de mayor espesor, conocidas como concreto masivo, la acumulación de calor es más significativa, ya que no puede disiparse con la misma velocidad con la que se genera. Esto provoca un aumento progresivo de la temperatura interna. A medida que la temperatura del concreto se eleva, también se incrementa la velocidad de la reacción y, por ende, la generación de calor, creando un efecto de retroalimentación. Finalmente, este proceso disminuye cuando se agota la energía térmica contenida en los compuestos cementantes (Gajda, 2002).

El concreto masivo, al igual que otros tipos de concreto, está compuesto por cemento, agregados, agua y, en muchas ocasiones, aditivos o puzolanas. Es el cemento el principal responsable de la reacción exotérmica al mezclarse con agua (Peña Torres, 2020).

En el concreto masivo se presenta una situación particular. Mientras que en elementos con secciones delgadas el calor generado por la hidratación del cemento puede disiparse sin mayores inconvenientes, en componentes de gran volumen o espesor, la acumulación de calor puede superar la capacidad del material para liberarlo eficientemente. Este exceso de calor eleva considerablemente la temperatura en el interior del elemento, lo que genera gradientes térmicos entre el núcleo y las superficies externas. Esta diferencia de temperatura puede inducir tensiones internas, especialmente de tracción en la superficie, que pueden provocar la aparición de fisuras. (Peña Torres, 2020)

En el contexto peruano, se recurre al uso de cementos tipo IP, II, V, MS o HS, los cuales han sido formulados para cumplir con las propiedades químicas necesarias para enfrentar estas condiciones. (Peña Torres, 2020)

Una estrategia frecuente en obras que implican vaciados masivos es utilizar concreto a bajas temperaturas, ya que esto ralentiza la reacción de hidratación del cemento, reduciendo así la generación inicial de calor. No obstante, esta práctica también puede impactar en la resistencia temprana del concreto, debido al principio de madurez. Además, la finura del cemento influye en la rapidez con la que se libera calor: los cementos más finamente molidos tienden a liberar más calor en las etapas iniciales, en comparación con aquellos de molienda más gruesa, siempre que las demás características del material permanezcan constantes. (Peña Torres, 2020)

Otra medida para mitigar el incremento de temperatura en el concreto masivo consiste en el uso de aditivos plastificantes o reductores de agua. Estos aditivos permiten disminuir la cantidad de agua necesaria en la mezcla, lo que contribuye a reducir la generación de calor en los primeros días y, en consecuencia, ayuda a limitar el aumento de temperatura. (Peña Torres, 2020)

Podemos decir entonces que existen varios factores que influyen en la generación de calor interno los cuales son:

- Tipo de Cemento.
- La cantidad de cemento usado.
- Fineza del cemento
- Temperatura inicial de vaciado

### 2.2.10 Termocuplas

Una termocupla es un dispositivo utilizado para medir la temperatura basado en el principio de la unión térmica. Está compuesta por dos conductores hechos de metales distintos, fusionados en un punto. Cuando este punto de unión se somete a una variación térmica, se produce una tensión eléctrica cuya magnitud corresponde a dicha variación.. Este voltaje, conocido como fuerza electromotriz (FEM), puede ser medido y convertido en una lectura de temperatura mediante instrumentos calibrados. Se utilizan en procesos industriales, laboratorios, y sistemas de monitoreo en tiempo real para medir temperaturas en hornos, motores y otras áreas críticas. (Omega Engineering, n.d.)

Las termocuplas pueden medir temperaturas desde muy bajas (-200 °C) hasta extremadamente altas (más de 2000 °C), dependiendo del tipo de materiales utilizados. (Omega Engineering, n.d.)

**Figura 2**

Rangos de temperatura según tipo de termocupla

Calibración	Rango De Temperatura	Límites Estándar De Error	Límites Especiales De Error
Yo	0° a 750°C (32° a 1382°F)	Mayor de 2,2 °C o 0,75 %	Mayor de 1,1 °C o 0,4 %
K	-200° a 1250°C (-328° a 2282°F)	Mayor de 2,2 °C o 0,75 %	Mayor de 1,1 °C o 0,4 %
mi	-200° a 900°C (-328° a 1652°F)	Mayor de 1,7 °C o 0,5 %	Mayor de 1,0 °C o 0,4 %
yo	-250° a 350°C (-418° a 662°F)	Mayor de 1,0 °C o 0,75 %	Mayor de 0,5 °C o 0,4 %

Fuente: Obtenido de Omega Engineering, n.d.

#### 2.2.10.1 Principales tipos de termocuplas

##### Tipo K (Cromel-Alumel)

Alta durabilidad y resistencia a la oxidación, ideal para aplicaciones generales en entornos industriales como hornos y turbinas. Es el tipo más utilizado debido a su costo accesible y amplio rango de operación. Rango de temperatura: -200 °C a 1350 °C. (Zero Instrument, n.d.)

### **Figura 3**

Termocupla Tipo K



Nota: Obtenido de ElProCus, n.d.

### **Tipo J (Hierro-Constantán)**

Características: Recomendado para temperaturas medias y ambientes no corrosivos. Es más económico, pero su hierro positivo se oxida rápidamente a altas temperaturas. Rango de temperatura: -40 °C a 750 °C. (Zero Instrument, n.d.)

#### **Figura 4**

Termocupla Tipo J



Nota: Obtenido de EIProCus, n.d.

#### **Tipo T (Cobre-Constantán)**

Características: Muy preciso a bajas temperaturas, ideal para procesos criogénicos, monitoreo de almacenamiento en frío y aplicaciones médicas. Rango de temperatura:  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (Zero Instrument, n.d.)

#### **Figura 5**

Termocupla Tipo T



Nota: Obtenido de EIProCus, n.d.

### **Tipo E (Cromel-Constantán)**

Características: Alta sensibilidad y precisión en ambientes húmedos, ampliamente usado en laboratorios y aplicaciones científicas. Rango de temperatura: -200 °C a 900 °C. (Zero Instrument, n.d.)

### **Figura 6**

Termocupla Tipo E



Nota: Obtenido de ElProCus, n.d.

### **Tipo N (Nicrosil-Nisil)**

Características: Excelente estabilidad y resistencia a la oxidación en altas temperaturas, utilizado en la industria nuclear y aeroespacial. Rango de temperatura: -200 °C a 1300 °C. (Zero Instrument, n.d.)

### **Figura 7**

Termocupla Tipo N



Nota: Obtenido de ElProCus, n.d.

### **Tipos R, S y B (Platino-Rodio)**

Características: Alta precisión y estabilidad en aplicaciones de altas temperaturas, como procesos de refinación y farmacéuticos. Rango de temperatura: Hasta 1700 °C.  
(Zero Instrument, n.d.)

### **Figura 8**

Termocupla Tipo S



Nota: Obtenido de ElProCus, n.d.

**Figura 9**

Termocupla Tipo B



Nota: Obtenido de EIProCus, n.d.

**Figura 10**

Termocupla Tipo R



Nota: Obtenido de EIProCus, n.d.

### 2.3 Definición de términos

**31 MPA – TIPO HS:** Se refiere al concreto diseñado con resistencia de 31 MPA (320kg/m<sup>2</sup>) usando el tipo de cemento HS.

**Concreto masivo:** se define como cualquier volumen de concreto con dimensiones lo suficientemente grandes que requieren medidas específicas para manejar

la generación de calor durante la hidratación del cemento y los cambios volumétricos resultantes. (Torres, 2020)

**Temperatura del concreto:** Se define en la como la medición de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. (INACAL, 2013)

**Calor de hidratación:** Cantidad de energía que se produce en el fraguado del cemento mediante reacciones físico químicas (INACAL, 2022)

**Concreto Tipo HS:** Se refiere al concreto elaborado con cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos, designado como Tipo HS (INACAL, 2020)

**Dosificación:** Proporción en masa o volumen de los distintos materiales que componen una mezcla. (INACAL, 2022)

**Fraguado:** Condición alcanzada por una pasta, mortero o concreto de cemento cuando este ha perdido plasticidad. (INACAL, 2022)

**Estringita diferida:** refiere a la formación de etringita (mineral de sulfato) en el concreto endurecido, lo que puede provocar expansión y fisuración.

**RIL-CMOP-QC-PRO-XXXXX:** Nomenclatura correspondiente a procedimiento de control de calidad

**RIL-CMOP-QC-FOR-XXXXX:** Nomenclatura correspondiente a protocolo de control de calidad

**RIL-CMOP-QC-DIS-XXXXX:** Nomenclatura correspondiente a diseño de mezcla de concreto.

**RIL-CMOP-QC-PLN-XXXXX:** Nomenclatura correspondiente al plan de control de calidad.

**AX-RT--XXX:** Nomenclatura correspondiente al protocolo de registro de temperaturas.

**AX-CFO--XXX:** Nomenclatura correspondiente al protocolo de control de concreto fresco.

**Línea de tendencia polinómica:** Es una curva que se ajusta a un conjunto de datos para mostrar relaciones no lineales entre variables; utilizada cuando los datos presentan cambios de dirección que no pueden representarse con una línea recta.

## **CAPÍTULO III MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 Ubicación Geográfica**

La investigación se llevó a cabo en el proyecto “CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO” en la Minera Boroo Misquichilca Lagunas Norte, perteneciente al distrito de Quiruvilca, Provincia de Santiago de Chuco, de la Región La Libertad.

## Figura 11

Ubicación del lugar de investigación



Nota: Coordenadas UTM: 804179.00 Este, 9119079.00 Sur, Zona 17 M. Obtenido de Google Earth Pro

### 3.2 Época de la investigación

La tesis dio inicio en octubre del 2024, época en la cual se tomó los datos, se realizó el análisis y procesamiento de información mediante gráficos y tablas obteniéndose los resultados y conclusiones; finalizando la investigación en diciembre del 2024.

### 3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información

#### 3.3.1 Técnicas de recolección de información:

- Observación directa, como instrumento el protocolo de calidad (fichas de control)
- Monitoreo in situ mediante sensores embebidos (lector de termocuplas)
- Registro fotográfico

### 3.3.2 Materiales e instrumentos de recolección de información:

Los materiales e instrumentos se detallan según la etapa y/o actividad en la siguiente sección:

- Para la medición de las dimensiones de los elementos estructurales se usó herramientas como wincha, estación total.
- Planos de construcción contractuales
- La temperatura fue medida utilizando termómetro digital para la temperatura ambiente, y termocupla tipo K de 1m y 1.5m para la medición de la temperatura interna del concreto masivo.
- Se hizo uso de equipo como computadora digital con acceso a internet y paquete office, impresora entre otros materiales de oficina.

Para garantizar el buen estado de los materiales, la correcta dosificación de materiales, el mezclado vaciado de concreto, verificación del slump, temperatura, entre otras propiedades; se utilizó formatos de protocolos de calidad aprobados. Estos protocolos garantizaron el control riguroso de cada fase del proceso, desde la llegada a obra de los materiales, mezclado y vertido de concreto, hasta la verificación final de los registros obtenidos (Ver anexo 01), la notación alfanumérica de cada formato se encuentra detallado en el ítem de definición de términos en el capítulo II.

- Protocolo de registro de materiales: RIL-CMOP-QC-FOR-00002 (para asegurar la calidad, almacenamiento y preservación de los materiales; en el cual incluye el certificado de calidad de los materiales por el proveedor y la calibración de la INACAL en el caso de termocuplas junto a su orden de compra y guía de remisión para verificar su trazabilidad respectiva)

- Protocolo de concreto fresco en obra: RIL-CMOP-QC-FOR-00019 (para registrar los datos de temperatura del concreto y temperatura ambiente, volumen, contenido de aire, slump, tipo de cemento, entre otros)
- Liberación de estructuras: RIL-CMOP-QC-QCD-00002 (para garantizar la calidad en el encofrado, niveles de vaciado, la correcta incorporación de las termocuplas, entre otros aspectos técnicos a considerar al momento de realizar el vaciado)
- Reporte de temperaturas: RIL-CMOP-QC-FOR-00026 (Formato en el cual se registran la temperatura interna progresivamente por hora y día de cada termocupla instalada en el elemento estructural y la temperatura exterior)

Adicionalmente, las actividades se encuentran regidos por procedimientos aprobados y detallados en el plan de calidad respectivo del proyecto.

- Procedimiento de control de materiales: RIL-CMOP-QC-PRO-00003
- Procedimiento concreto pre mezclado: RIL-CMOP-QC-PRO-00010
- Procedimiento vaciado de concreto con mixer y bomba telescópica: RIL-CMOP-QC-PRO-00017
- Procedimiento de ensayos en concreto fresco: RIL-CMOP-QC-PRO-00011
- Curado y ensayo de probetas: RIL-CMOP-QC-PRO-00012
- Plan de control de calidad: RIL-CMOP-QC-PLN-00001

### 3.4 Procedimiento

Las actividades comenzaron con el vertido de concreto con un diseño de mezcla especificado en los elementos estructurales a estudiar, dichos elementos tuvieron previamente instalados termocuplas para la posterior medición de temperatura interna. En el momento del vaciado se empezó a registrar la temperatura interna y externa y se

continuó el registro progresivamente a cada hora todos los días hasta que la temperatura alcanzó su máximo y empezó a disminuir con el tiempo.

Se recopilaron los datos registrados los formatos de protocolos indicados con los cuales se realizó el análisis de datos correlacional, para determinar una relación entre el espesor de un elemento estructural y la temperatura interna; teniendo en cuenta la temperatura inicial del concreto, la temperatura ambiente y otros factores que puedan alterar dicha variable.

### **3.5 Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados**

#### **3.5.1 Tipo, nivel, diseño y método de investigación.**

Tipo: El tipo de investigación es aplicada ya que busca aplicar conocimientos teóricos sobre el comportamiento termodinámico del concreto masivo en un contexto específico (unidad minera Boroo Misquichilca), lo que tiene implicaciones prácticas en la ingeniería civil.

Nivel o Alcance: Correlacional ya que se busca establecer la relación o grado de asociación entre dos o más variables como el espesor de un elemento estructural con el incremento de temperatura interna del concreto masivo de dicho elemento.

Enfoque: Experimental ya que el estudio implica manipular la variable independiente (espesor del elemento estructural) para observar su efecto en la variable dependiente (temperatura interior). Esto se realizaría mediante la implementación de experimentos controlados.

#### **3.5.2 Población de estudio.**

La población de estudio será los elementos estructurales vaciados con concreto masivo de 31 Mpa con cemento Tipo HS de la unidad Minera Boroo Misquichilca.

### 3.5.3 Muestra.

Consistió en 18 elementos estructurales vaciados con concreto masivo de 31 Mpa con cemento Tipo HS en las estructuras denominadas BallMill (Molino de bolas), Scrubber, y otras zonas del proyecto CMOP en la unidad Minera Boroo Misquichilca

**Tabla 5**

Vaciados de elementos estructurales en condición de concreto masivo

<b>Estructura</b>	<b>Espesor (m)</b>
Zapata para BallMill	2,000
Primera capa de pedestal para BallMill	2,000
Segunda capa de pedestal para BallMill	2,395
Tercera capa de pedestal para BallMill	2,349
Zapata para Scrubber	2,500
Primera capa de pedestal para Scrubber	2,930
Segunda capa de pedestal para Scrubber	2,850
Tercera capa de pedestal para Scrubber	2,864
Cuarta capa de pedestal para Scrubber	2,348
Pedestal de Tanque TK-030	1,565
Pedestal de Tanque TNK-115	1,000
Pedestal de Tanque TNK-116	1,450
Pedestal de Tanque TK-120	1,700
Pedestal de Tanque TK-125	1,700
Pedestal de Tanque TK-130	1,700
Pedestal de Tanque TK-135	1,700
Pedestal de Tanque TK-145	1,700
Pedestal de Tanque TK-140	1,700

Nota: Los vaciados corresponden a cimentaciones superiores a 1 metro de espesor.

### 3.5.4 Unidad de análisis.

Temperatura interna del concreto masivo.

### 3.5.5 Vaciado de concreto masivo

La investigación inició con la ejecución de vaciados masivos en los elementos estructurales en los cuales se insertan las termocuplas para medir la temperatura interna.

En el proyecto CMOP en el cual se realizó la investigación hubo gran variedad de vaciados, sin embargo, no todos estos vaciados corresponden a las características de un concreto masivo mencionadas en el marco teórico. Por lo que el criterio usado para seleccionar los elementos estructurales fue clasificando únicamente como concreto masivo a aquellos elementos cuyo espesor sea superior a 0.9 metros. Estos elementos corresponden principalmente a cimentaciones los cuales se detallan en la tabla 06

Estructuras que se encuentran previamente dimensionados conforme a los planos constructivos. No obstante, para garantizar la precisión, se verifica nuevamente cada elemento utilizando una wincha para medir sus dimensiones y una estación total para comprobar los niveles. Estas mediciones se realizan siguiendo los protocolos de verificación topográfica, asegurando que los elementos cumplan con las especificaciones establecidas.

Antes del vaciado, se colocan las termocuplas en posiciones estratégicas dentro de los elementos estructurales, con el fin de registrar la temperatura interna del concreto durante el fraguado. Una vez finalizado el vaciado, se procede a realizar mediciones intermitentes de la temperatura interna a intervalos de una hora, tanto en el núcleo del concreto (utilizando las termocuplas) como en el ambiente exterior, con un termómetro digital. Estos registros se documentan de acuerdo con los protocolos de registro de temperatura aprobados por el cliente, asegurando una trazabilidad adecuada y la validez de los datos recolectados.

Este procedimiento se repite para cada elemento estructural vaciado, que presenta espesores diferentes, lo que permite estudiar el comportamiento térmico del concreto en función del cambio de espesor, facilitando el análisis comparativo entre ellos.

### **3.5.6 Diseño de mezcla**

De acuerdo al plan de calidad, procedimientos y siguiendo las normas técnicas se elaboraron en el proyecto 6 tipos de diseño de mezcla los cuales se componen de diferentes tipos de cemento y resistencia. Sin embargo, para los vaciados de concreto masivo, se determinó el uso de cemento Tipo HS, cuya resistencia de concreto fue 31Mpa (320 kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de aditivos SikaAer y Sikament 290N. (Diseño de mezcla aprobado: RIL-CMOP-QC-DIS-00001). En el cual se detalla las características de los materiales

Para el control de rotura de probetas se consideró a 3 días además de 7 y 14 para verificar su resistencia para el desencofrado

### **3.5.7 Características de los materiales**

Las características de los agregados, han sido realizadas en el laboratorio, siguiendo lo establecido en las normas y reglamentos correspondientes, indicados en cada uno de los tipos de ensayo

#### **3.5.7.1 Cemento**

El cemento a utilizar es un CEMENTO PÓRTLAND TIPO HS ANDINO MARCA UNACEM PERU S.A. ASTM C1157, cuyo peso específico es 3.00 gr/cm<sup>3</sup>

#### **3.5.7.2 Agua**

El agua a utilizar en la preparación de la mezcla de concreto cumple con lo estipulado en la Normas NTP 339.088, ASTM C94M-21 y ASTM C1602.

### 3.5.7.3 Aditivo

El aditivo Sikament 290N, es un aditivo plastificante y reductor de agua, tiene una densidad de 1.18 kg/lt, considerándose en el presente diseño de mezcla como un aditivo TIPO D, según norma según la norma ASTM C494M – 19.

El aditivo SikaAer, es un aditivo que adicionado al concreto genera microburbujas que se reparten uniformemente en toda la masa del concreto. Este aditivo cumple con la Norma ASTM C260.

### 3.5.7.4 Agregado Fino

El agregado fino es arena de río lavada, procedente de la cantera Adrivilca, la cual presenta las siguientes características físicas:

**Tabla 6**

Características físicas de agregado fino

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Peso Específico aparente	2.56 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto seco	1,549 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado	1,795 kg/m <sup>3</sup>
Humedad natural	5.11%
Absorción	2.30%
Módulo de finura	2.9
Material más fino tamiz N°200	1.75%

Nota: Diseño de mezcla aprobado por el cliente Minera Boroo Misquichilca

De acuerdo con lo establecido en las Normas Técnicas ASTM C33, el agregado fino, cumple con los requisitos para ser utilizado como agregado en la producción de concreto.

### 3.5.7.5 Agregado Grueso

El agregado grueso es piedra chancada, procedente de la cantera Adrivilca, la cual presenta las siguientes características físicas:

**Tabla 7**

Características físicas de agregado grueso

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Perfil	Angular y Sub Angular
Huso granulométrico	H. 5
Tamaño máximo nominal	1"
Peso específico aparente	2.59 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto seco	1,359 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado	1,528 kg/m <sup>3</sup>
Humedad natural	1.20%
Absorción	1.10%
Módulo de finura	7.6
Material más fino tamiz N°200	0.21%
Abrasión	28.00%

Nota: Diseño de mezcla aprobado por el cliente Minera Boro Misquichilca

De acuerdo con lo establecido en las Normas Técnicas ASTM C33, el agregado grueso, cumple con los requisitos para ser utilizado como agregado en la producción de concreto.

### 3.5.7.6 Diseño de mezcla $f'c = 31$ MPa (320 kg/cm<sup>2</sup>)

**Tabla 8**

Características estructurales del concreto

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Tipo de cemento	Tipo HS (ASTM C1157)
Huso granulométrico	H 56
Resistencia a compresión de diseño	$f'c = 31$ MPa
Asentamiento	6" - 8"
Temperatura de diseño	18 °C
Relación agua / cemento	0.4
Porcentaje de aire total	5.0% $\pm$ 1.0%

Nota: Diseño de mezcla aprobado por el cliente Minera Boro Misquichilca

## Cantidad de materiales por m3 de concreto

**Tabla 9**

Materiales de diseño por m3

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Cemento	450 kg
Agregado fino seco	784 kg
Agregado grueso seco	777 kg
Agua de diseño	180 L
Aditivo Sikament 290n	3.50 L
Aditivo SikaAer	0.410 L
Contenido de aire total	5.0% ± 1.0%

Nota: Diseño de mezcla aprobado por el cliente Minera Boroo Misquichilca

**Tabla 10**

Materiales corregidos por humedad por m3

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Cemento	450 kg
Agregado fino húmedo	824 kg
Agregado grueso húmedo	786 kg
Agua de mezcla	157 L
Aditivo Sikament 290n	3.50 L
Aditivo SikaAer	0.410 L
Contenido de aire total	5.0% ± 1.0%

Nota: Diseño de mezcla aprobado por el cliente Minera Boroo Misquichilca

**Tabla 11**

Resultados de pruebas de compresión

<b>Tipo de mezcla</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Carga de rotura (KN)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Resistencia máxima (MPa)</b>	<b>% obtenido</b>
f <sub>c</sub> =31 MPa	3	380.42	15.20	20.96	67.63%
	3	419.23	15.25	22.95	74.04%
	7	569.50	15.01	32.18	103.82%
	7	563.00	15.17	31.15	100.48%
	14	673.29	15.37	36.29	117.06%

Nota: Diseño de mezcla aprobado por el cliente Minera Boroo Misquichilca

### 3.5.8 Presentación de resultados

Se presenta un cuadro resumen que detalla el código del documento de control para cada elemento estructural, el registro de temperatura es el formato donde se recopila los datos de temperatura interna, cada uno de ellos se encuentra en el apartado de anexos. (Ver anexo 2)

**Tabla 12**

Protocolos de control de calidad y de registro de datos de cada elemento

<b>Estructura</b>	<b>Registro de temperatura</b>
Zapata para BallMill	A1-RT-001
Primera capa de pedestal para BallMill	A1-RT-002
Segunda capa para BallMill	A1-RT-004
Tercera capa de pedestal para BallMill	A1-RT-007
Zapata para Scrubber	A1-RT-003
Primera capa para Scrubber	A1-RT-005
Segunda capa para Scrubber	A1-RT-006
Tercera capa para Scrubber	A1-RT-008
Cuarta capa de pedestal para Scrubber	A1-RT-009
Pedestal de Tanque TK-030	A1-RT-010
Pedestal de Tanque TNK-115	A3-RT-004
Pedestal de Tanque TNK-116	A3-RT-005
Pedestal de Tanque TK-120	A2-RT-001
Pedestal de Tanque TK-125	A2-RT-002
Pedestal de Tanque TK-130	A2-RT-003
Pedestal de Tanque TK-135	A2-RT-004
Pedestal de Tanque TK-145	A2-RT-005
Pedestal de Tanque TK-140	A2-RT-006

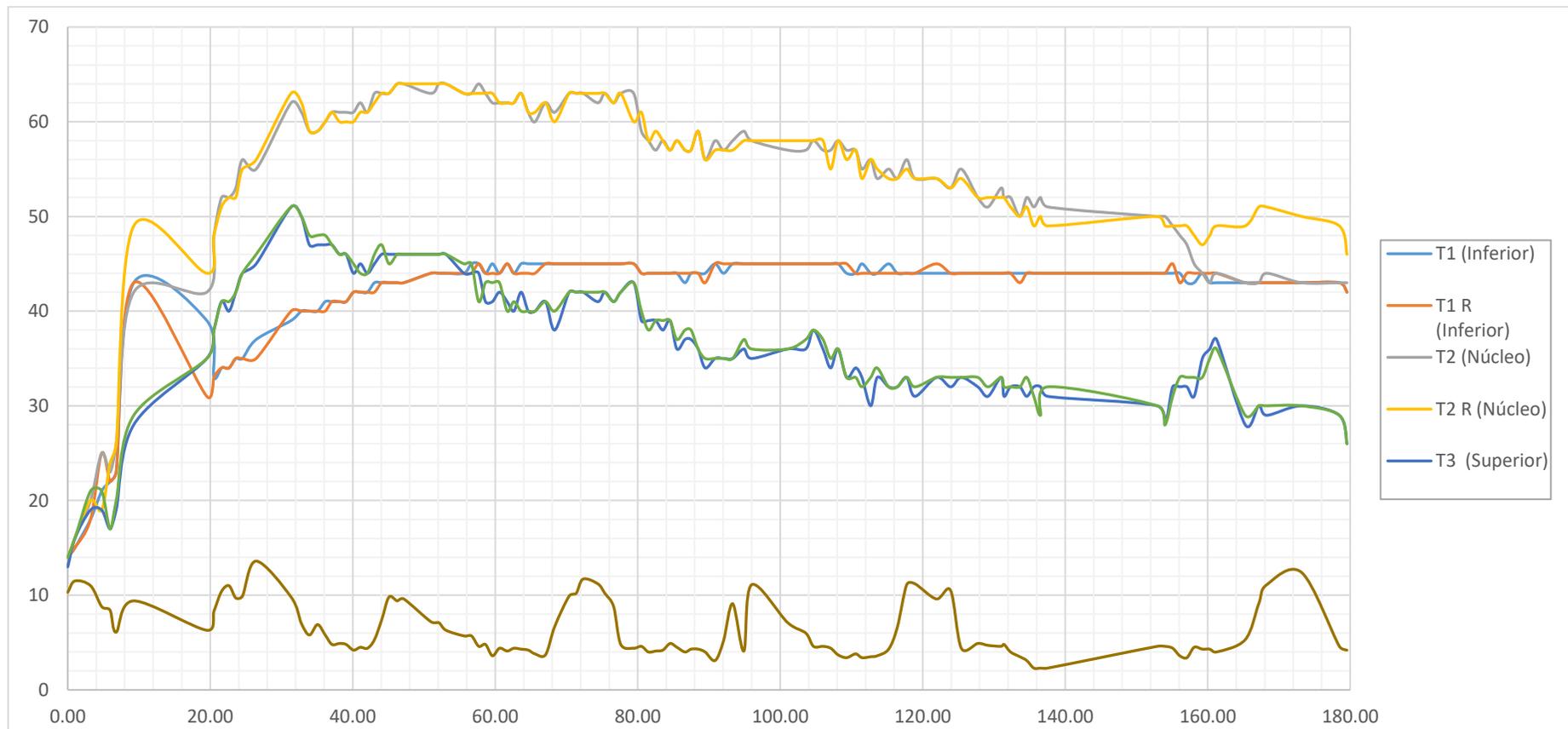
Nota: La codificación está regida de acuerdo al control de protocolos aplicado en el área de control de calidad del proyecto, al involucrar otros vaciados la numeración no es secuencial

Se graficaron los datos registrados de temperatura y posteriormente se obtuvo un valor máximo para la temperatura en el núcleo, parte superior y parte inferior del núcleo.

### 3.5.8.1 Resultados en forma gráfica de temperatura vs tiempo.

**Figura 12**

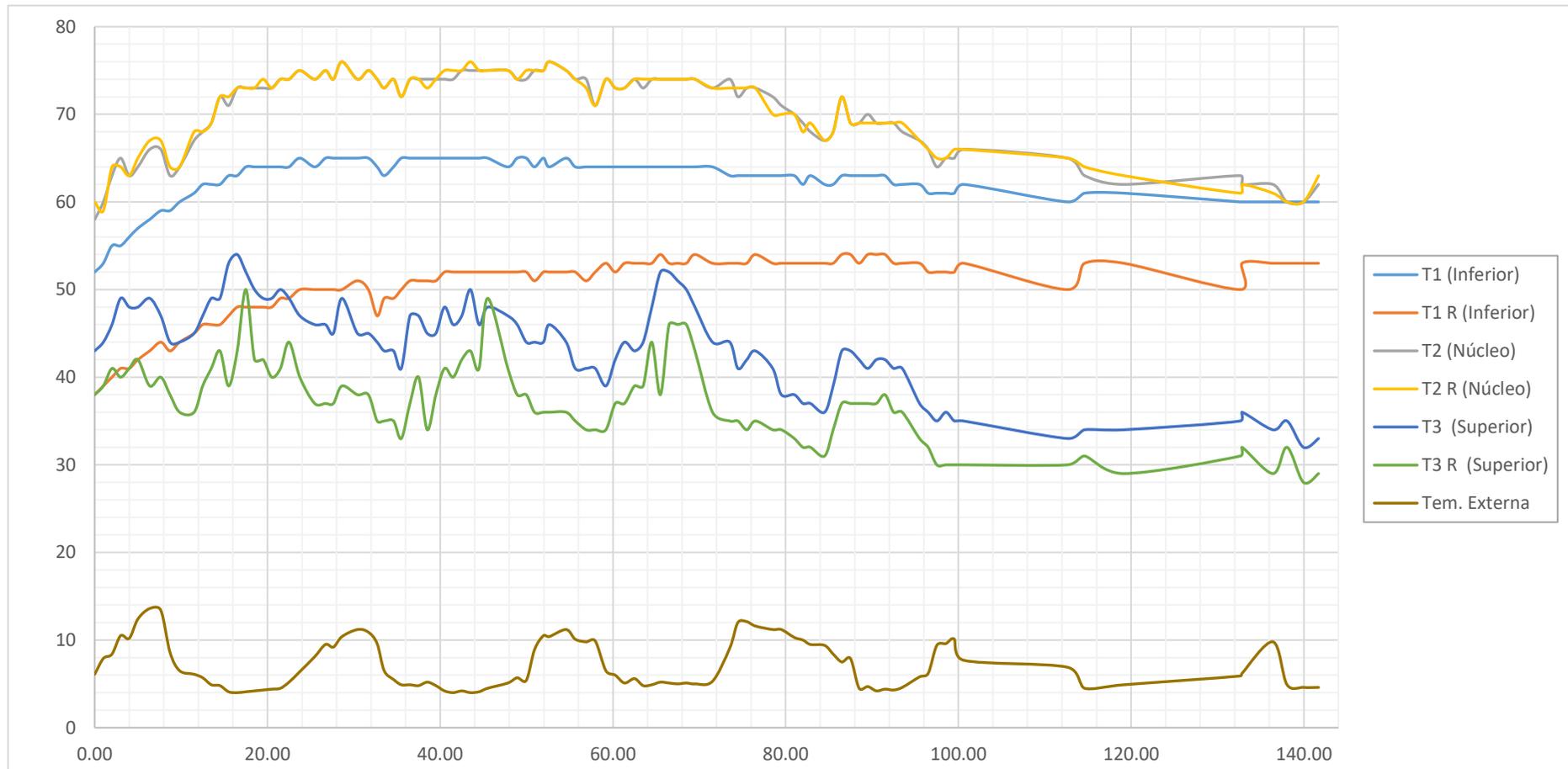
Gráfico de temperatura vs tiempo – Zapata de BallMill



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (C°) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 13**

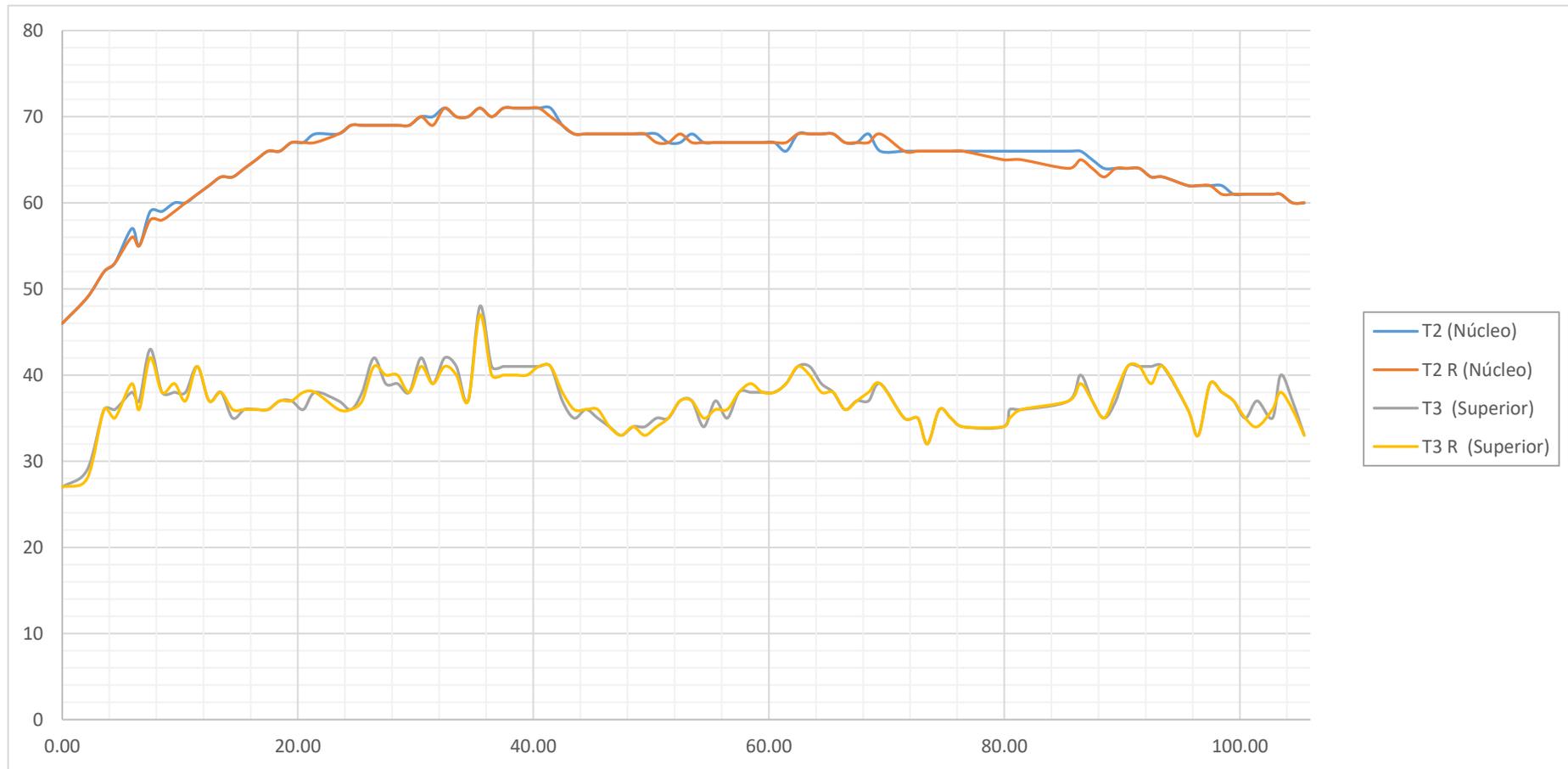
Gráfico de temperatura vs tiempo – Primera elevación de pedestal BallMill



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (C°) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 14**

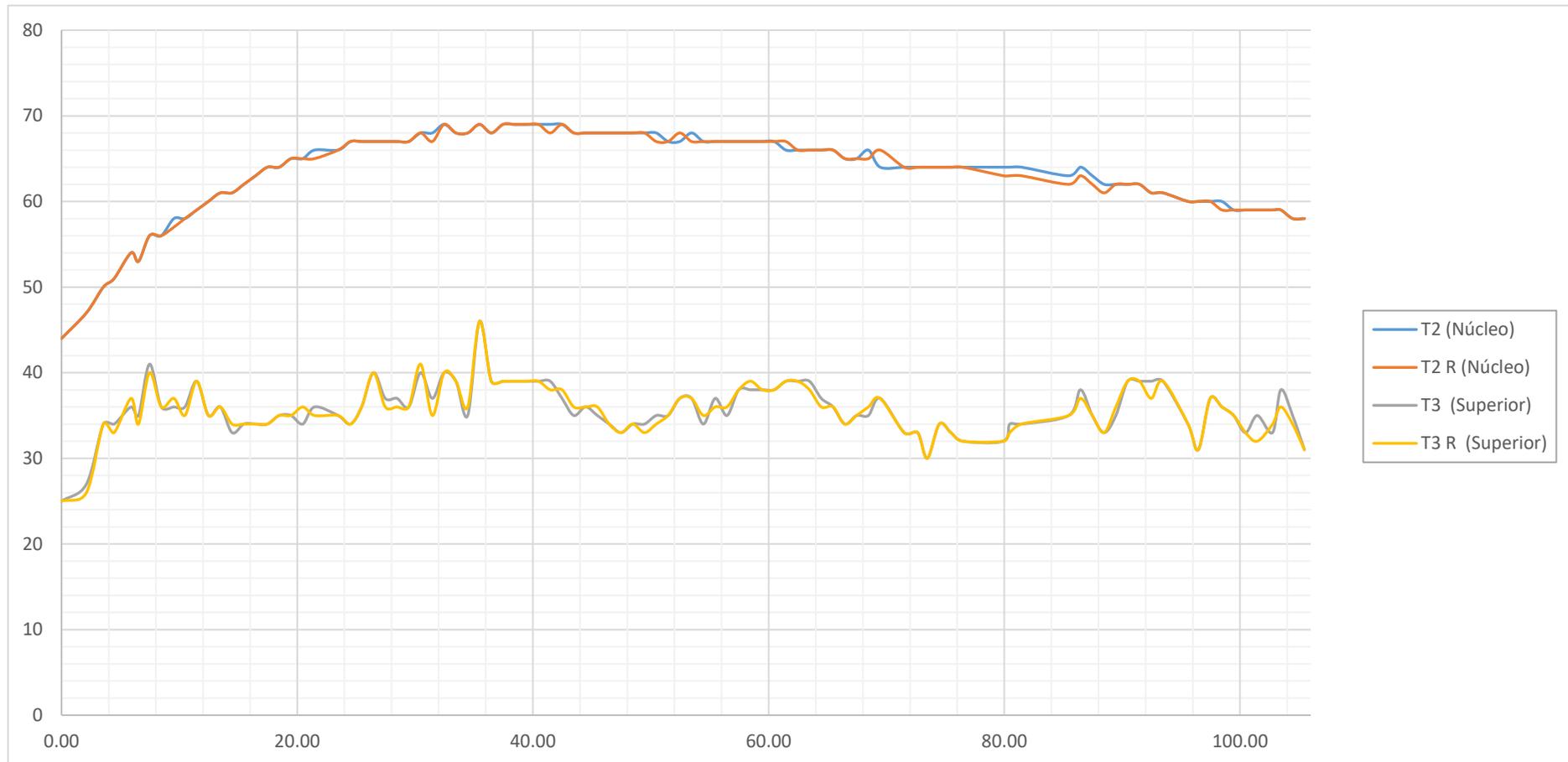
Gráfico de temperatura vs tiempo – Segunda elevación de pedestal BallMill



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (C°) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 15**

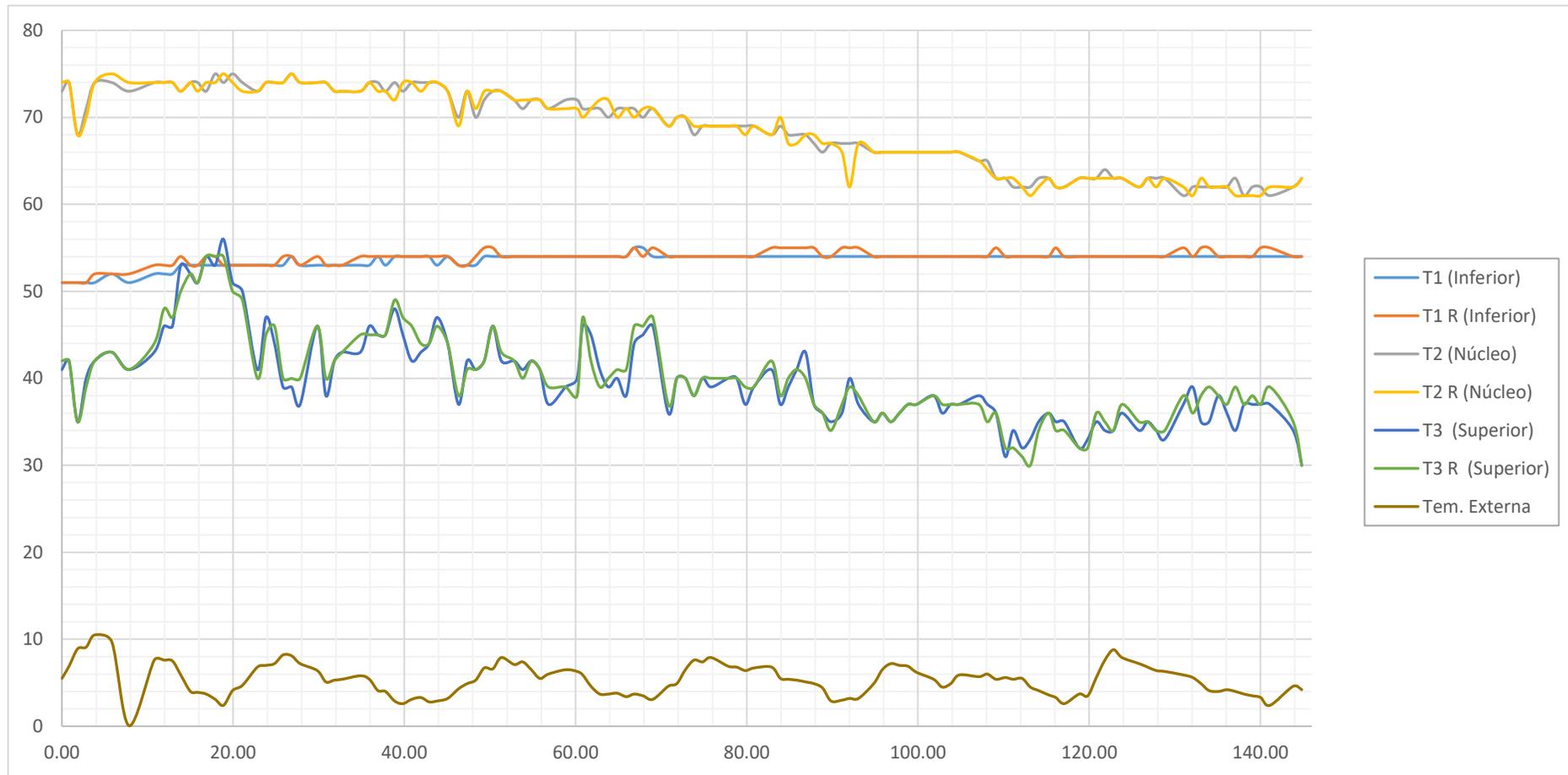
Gráfico de temperatura vs tiempo – Tercera elevación de pedestal BallMill



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (C°) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 16**

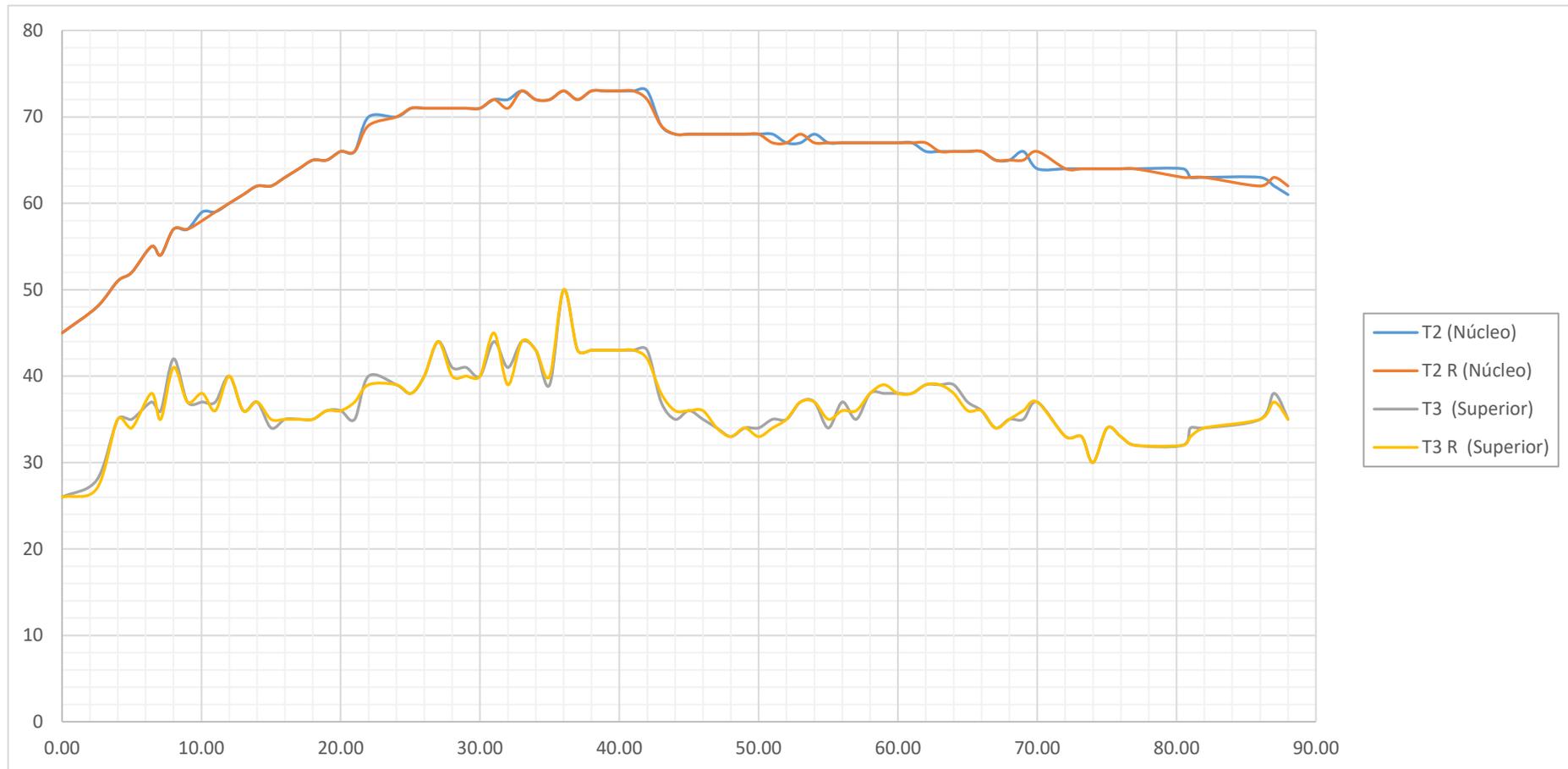
Gráfico de temperatura vs tiempo – Zapata de Scrubber



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 17**

Gráfico de temperatura vs tiempo – Primera elevación de pedestal de Scrubber



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 18**

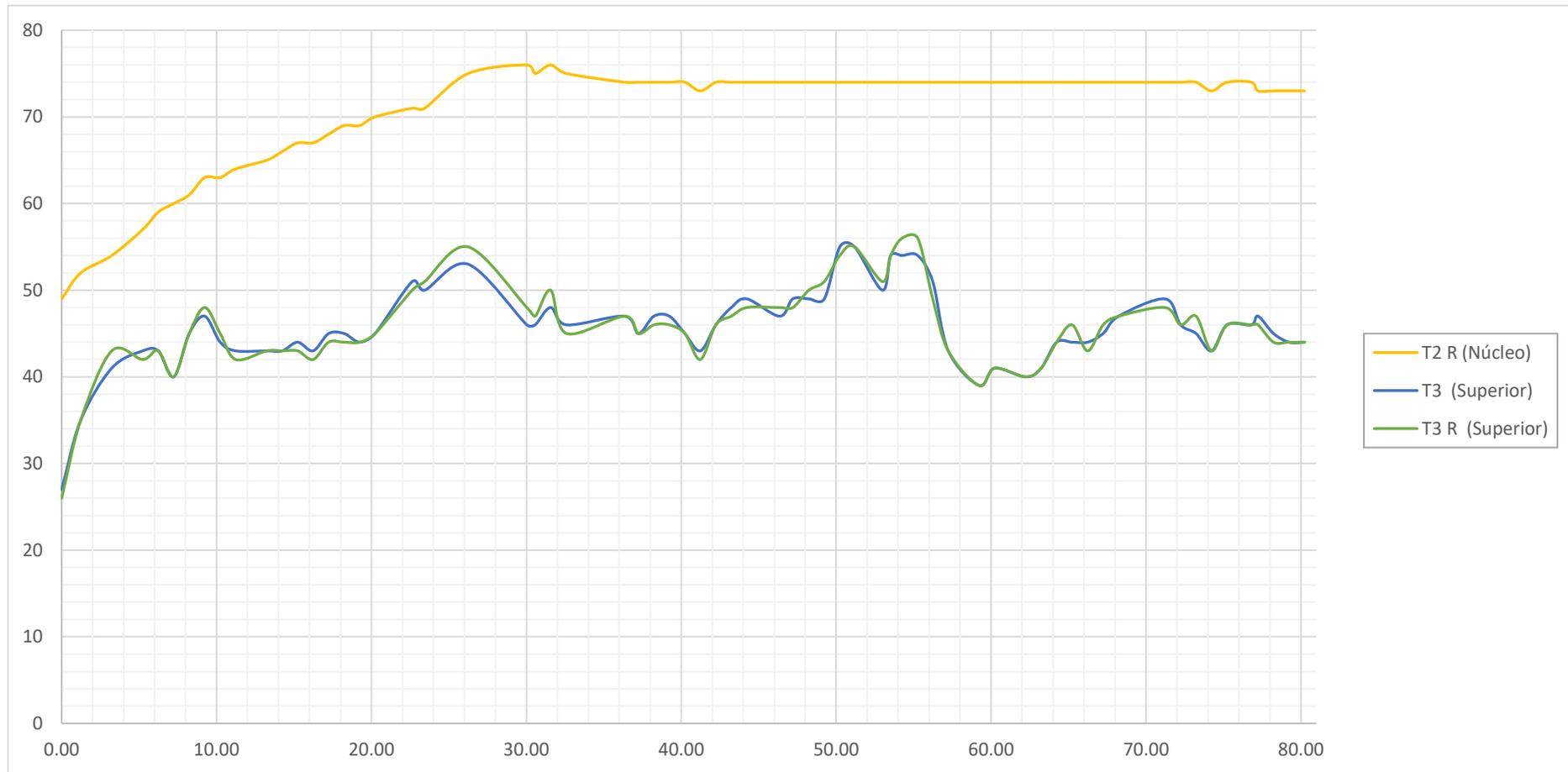
Gráfico de temperatura vs tiempo – Segunda elevación de pedestal de Scrubber



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 19**

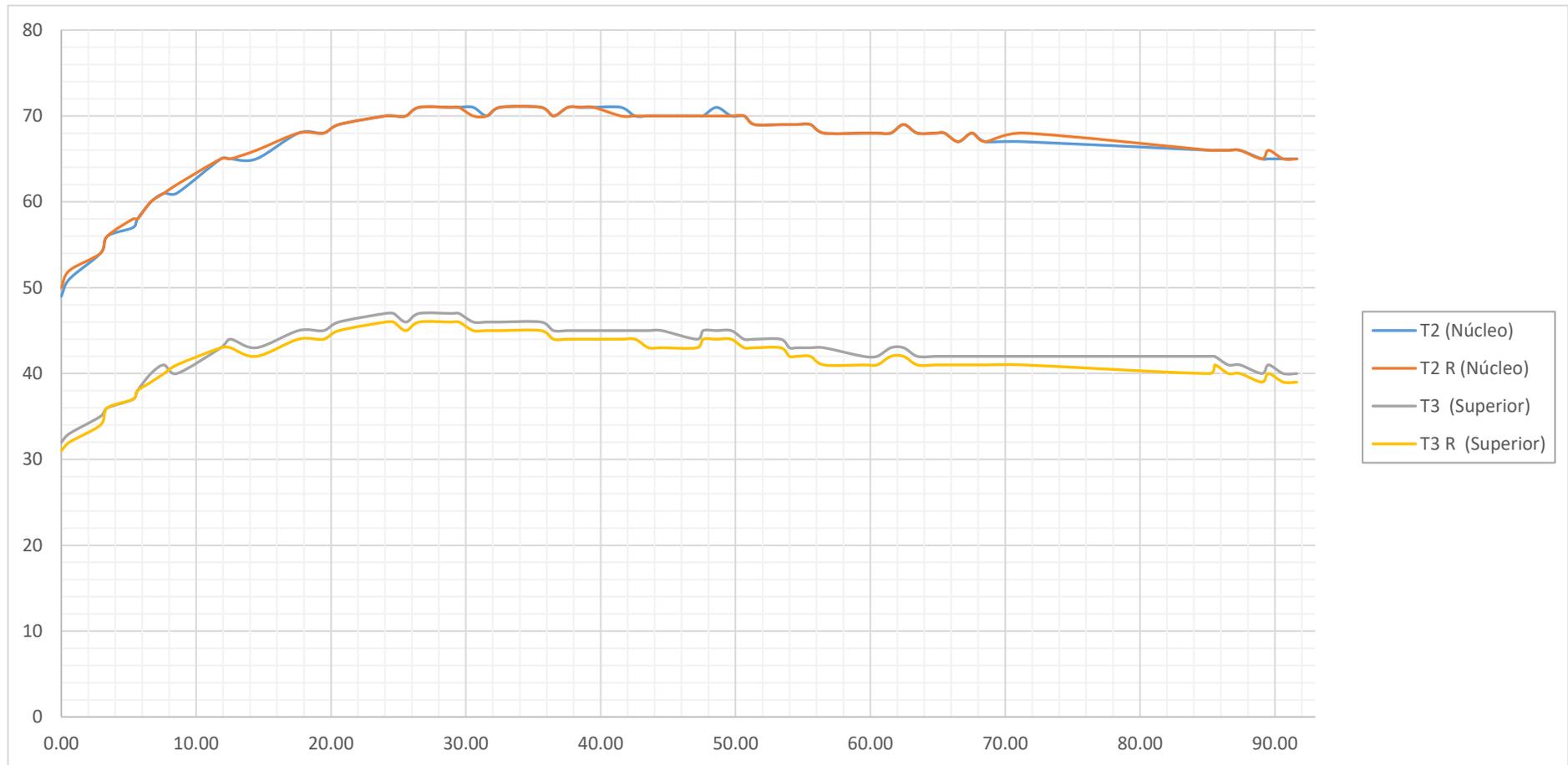
Gráfico de temperatura vs tiempo – Tercera elevación de pedestal de Scrubber



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 20**

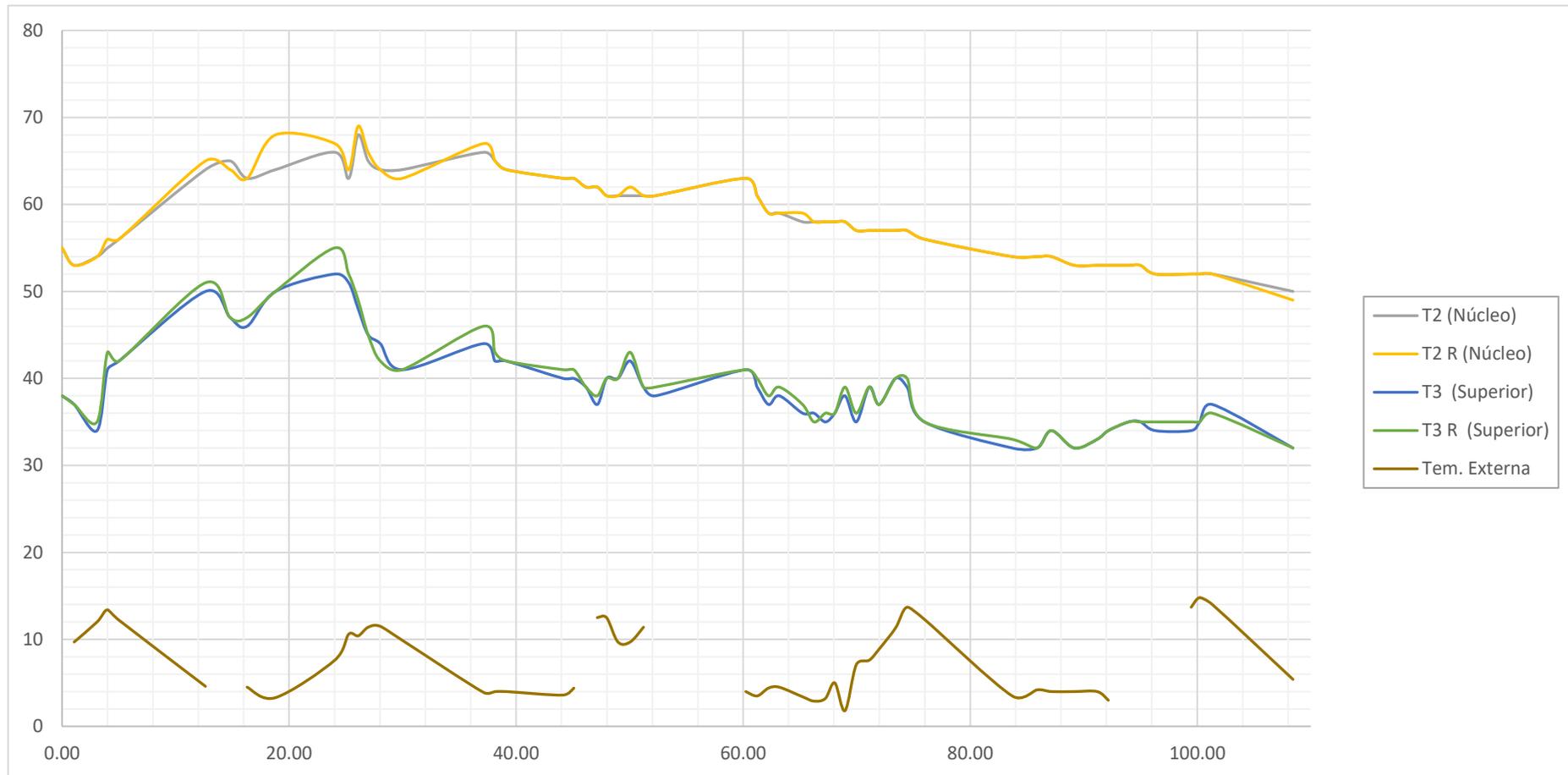
Gráfico de temperatura vs tiempo – Cuarta elevación de pedestal de Scrubber



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 21**

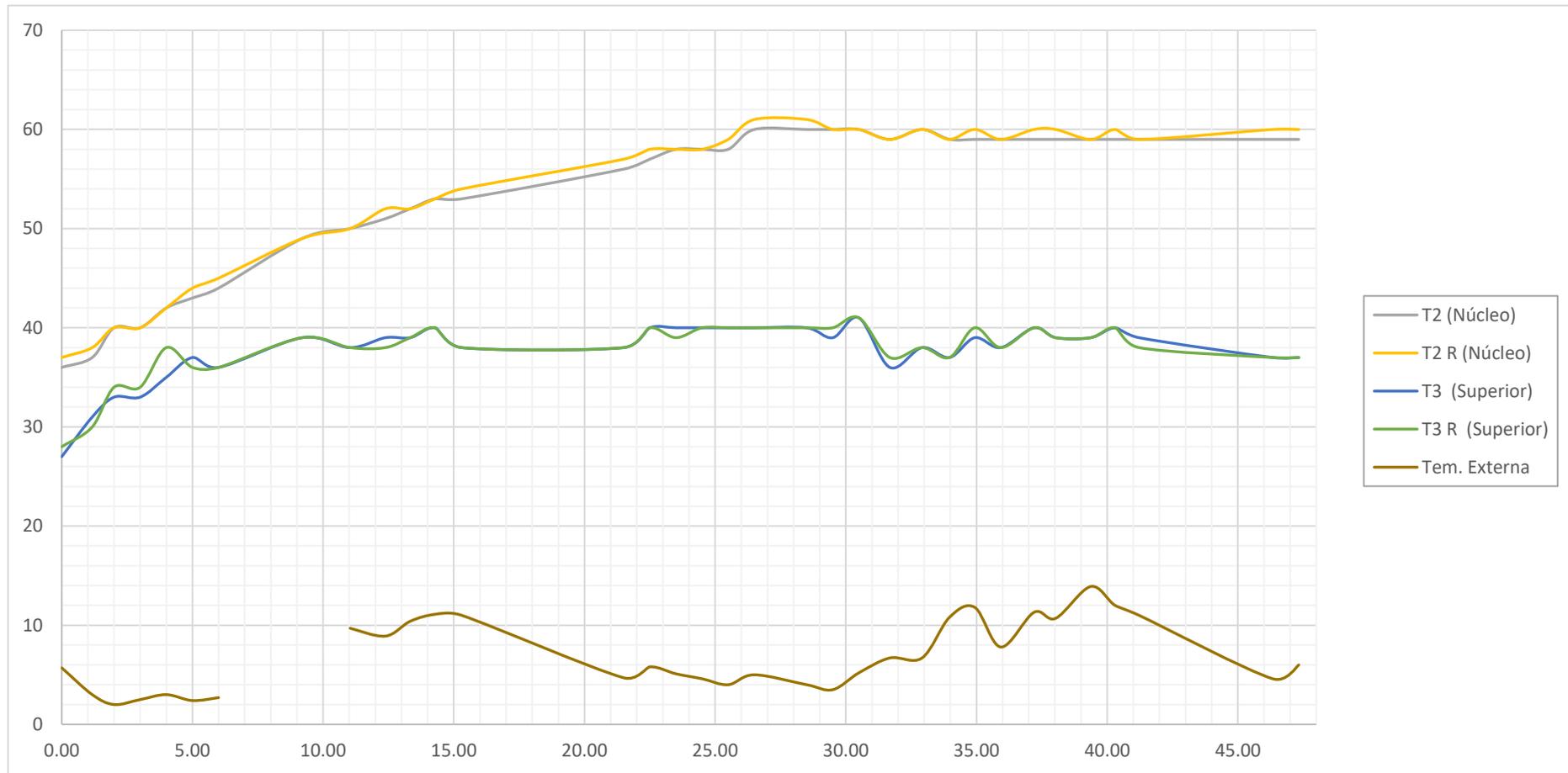
Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-030



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 22**

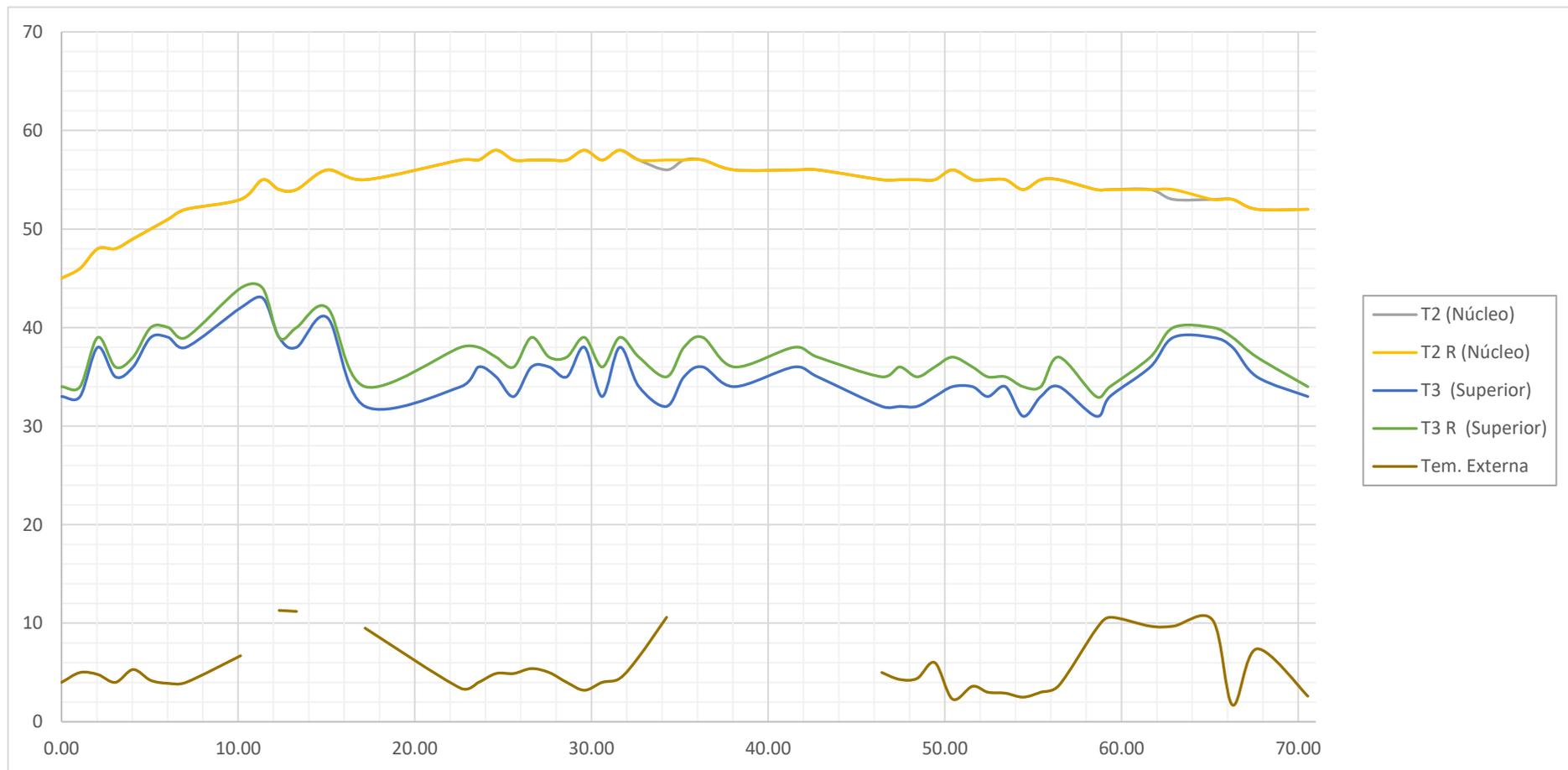
Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TNK-115



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 23**

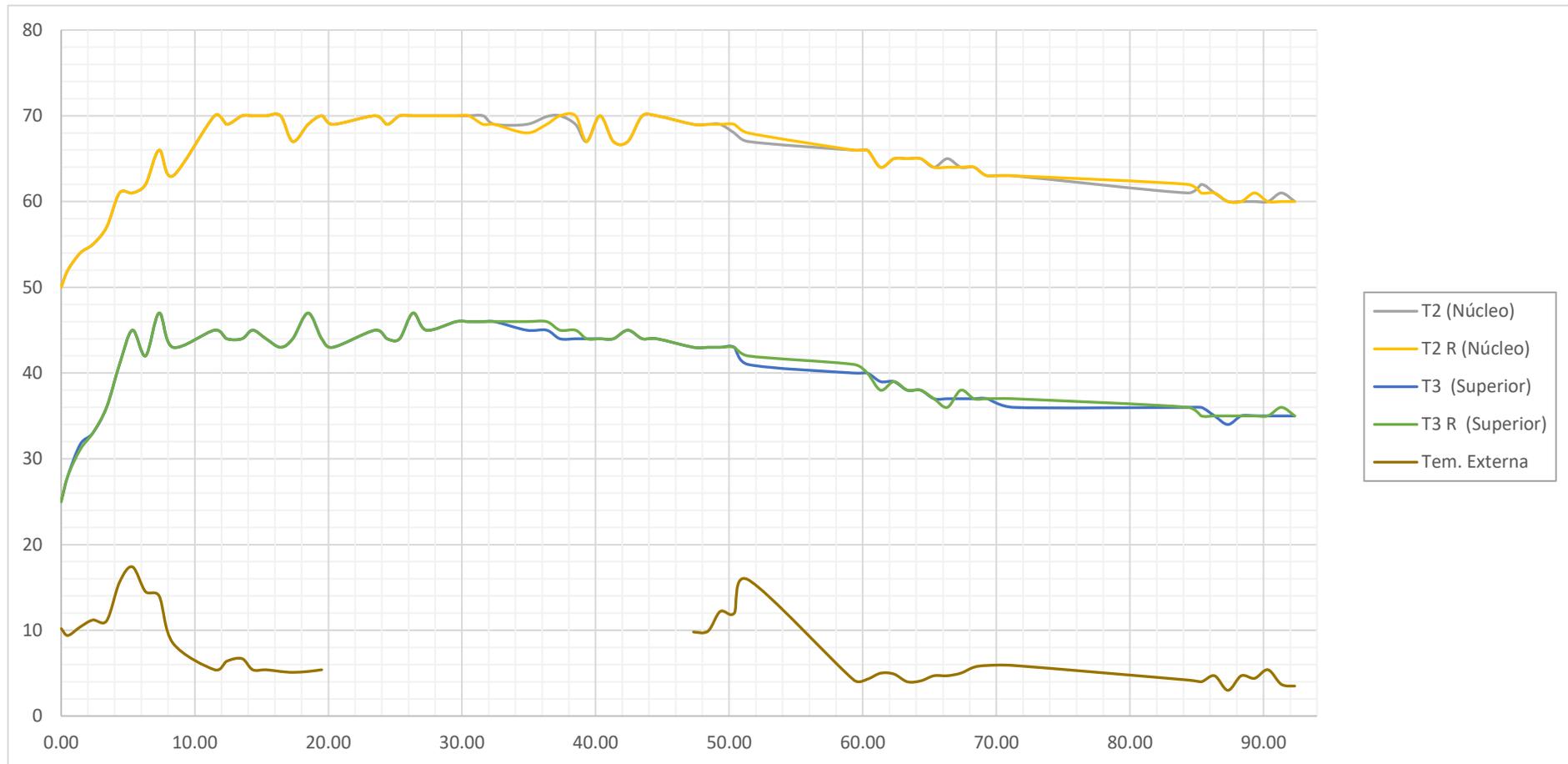
Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TNK-116



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 24**

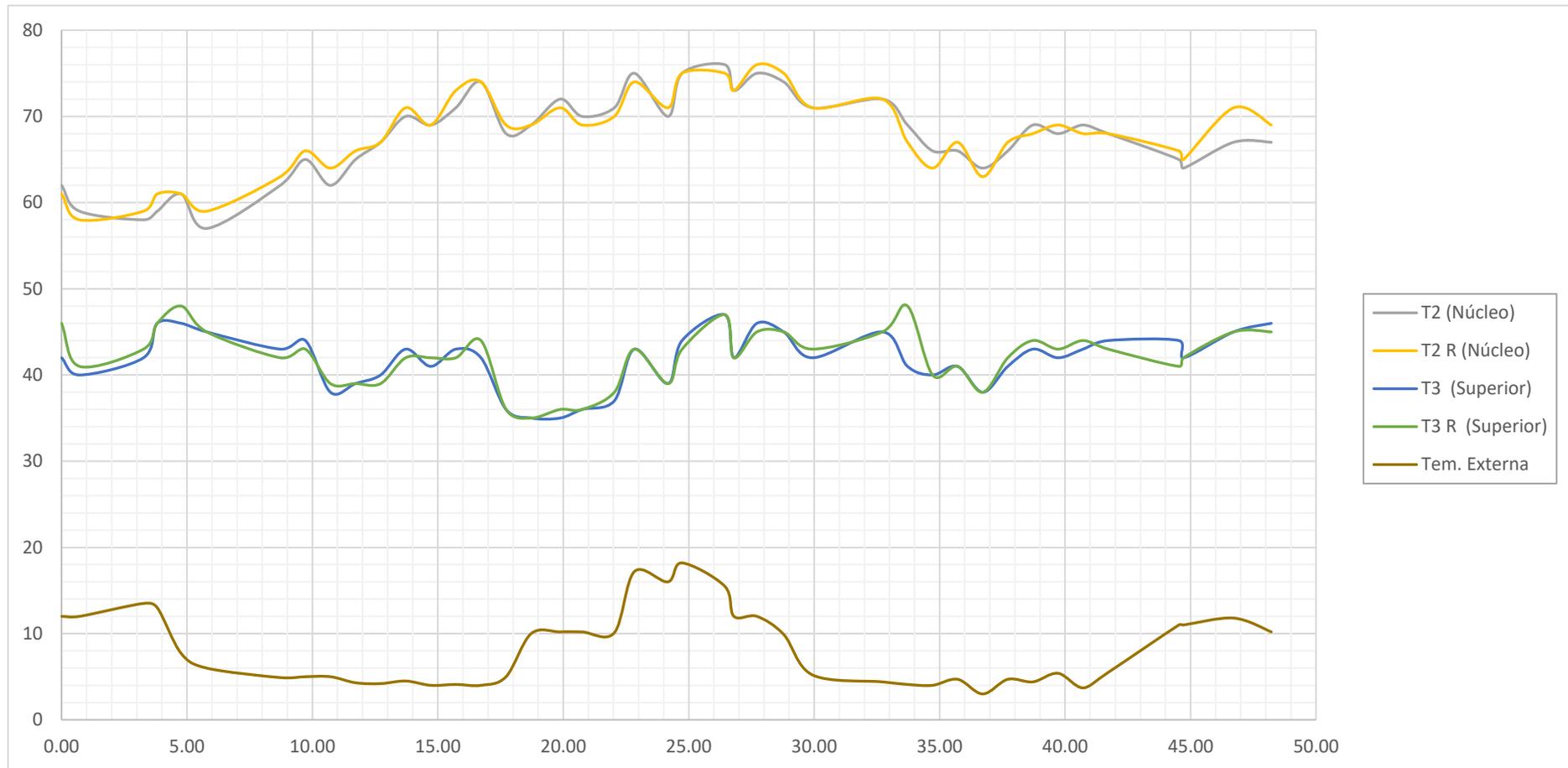
Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-120



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 25**

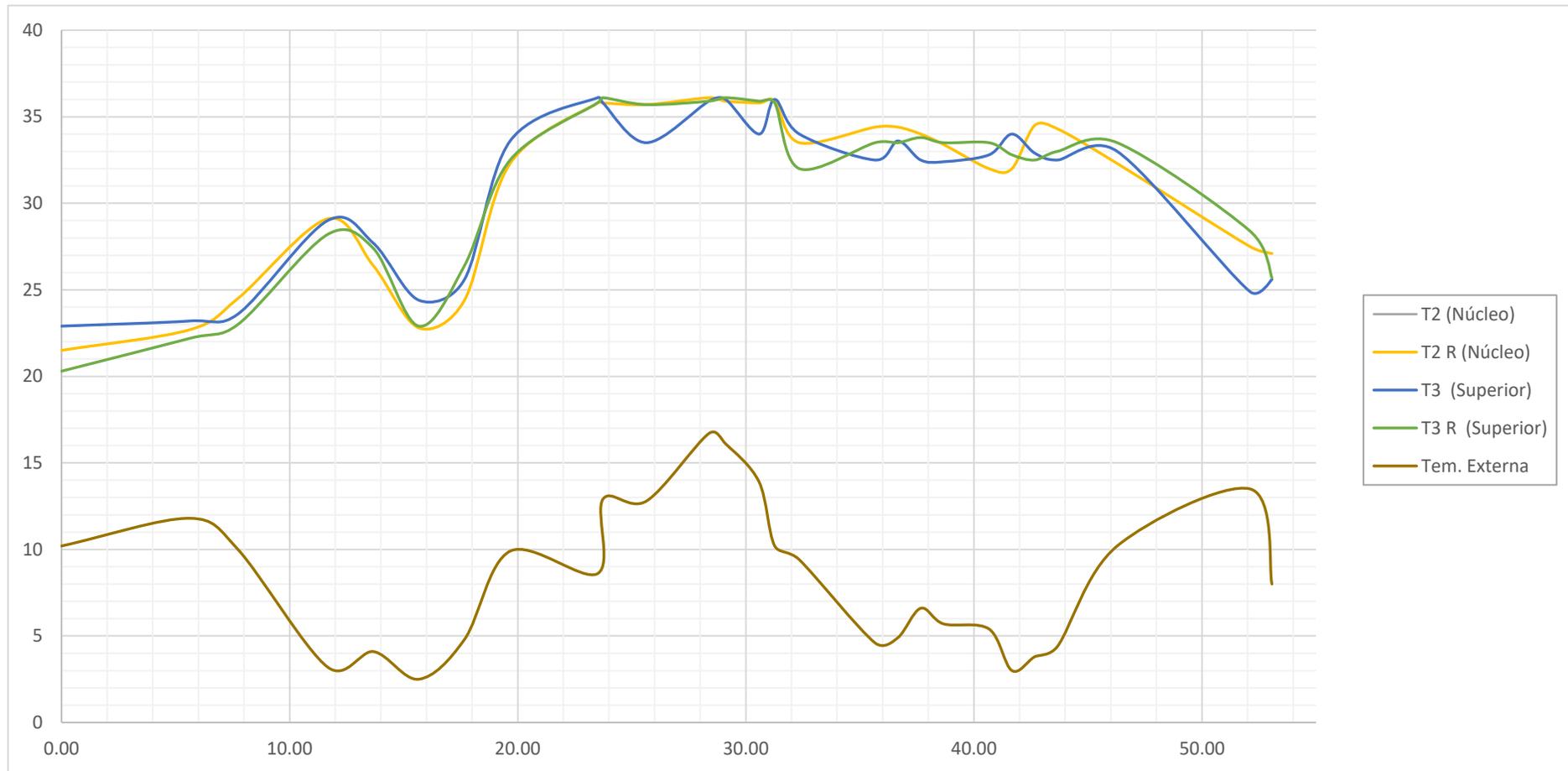
Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-125



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 26**

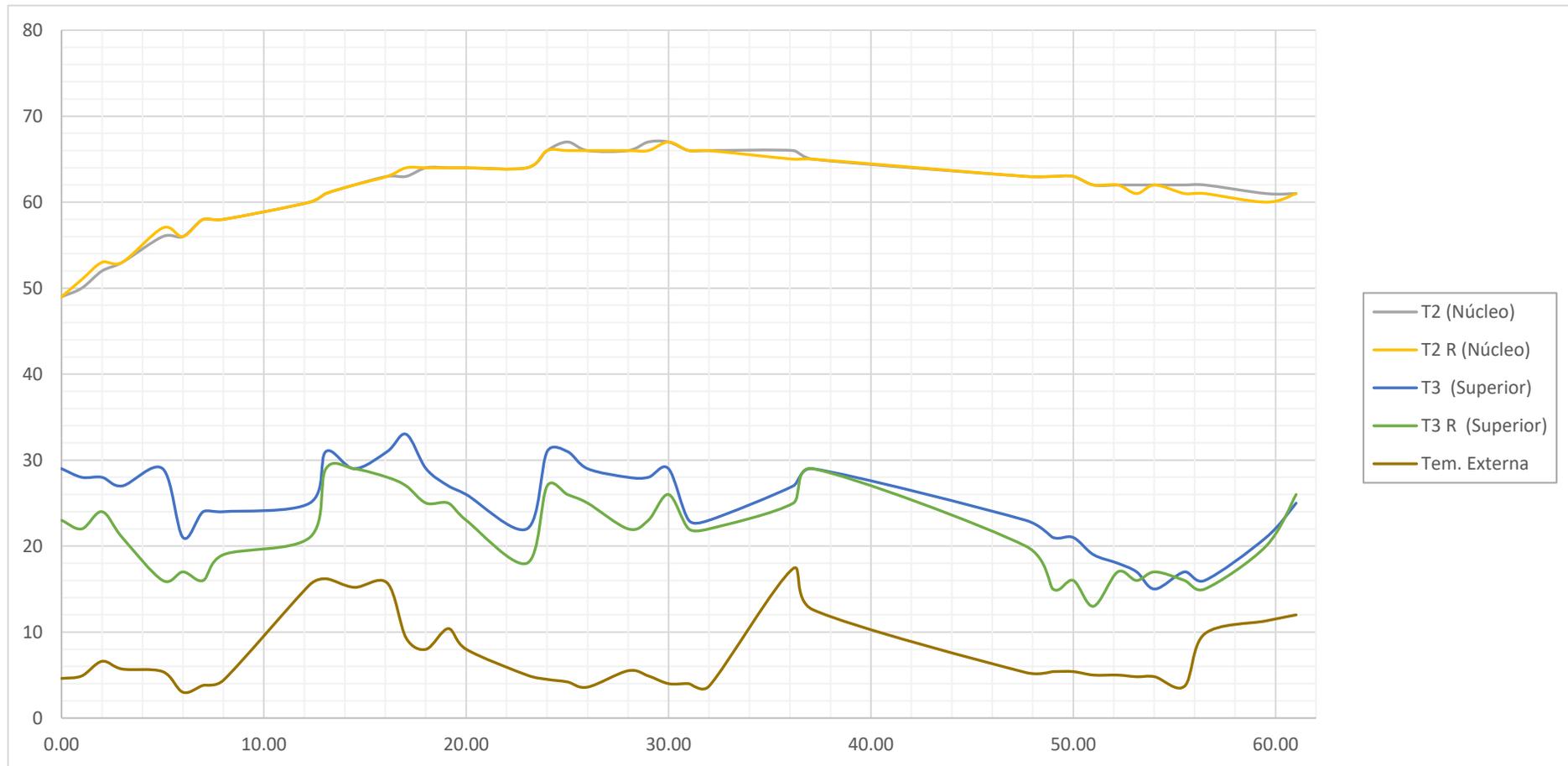
Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-130



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 27**

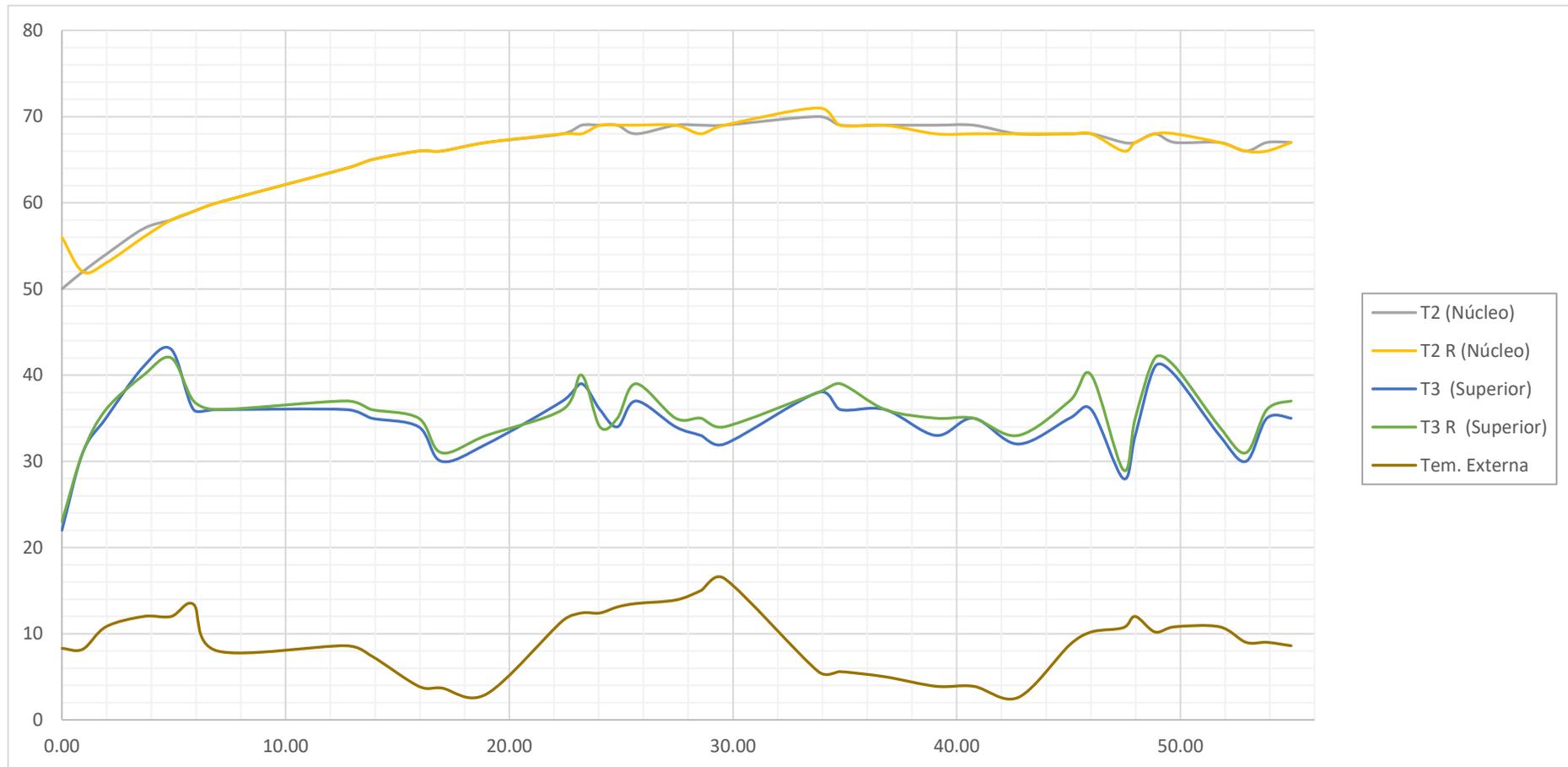
Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-135



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 28**

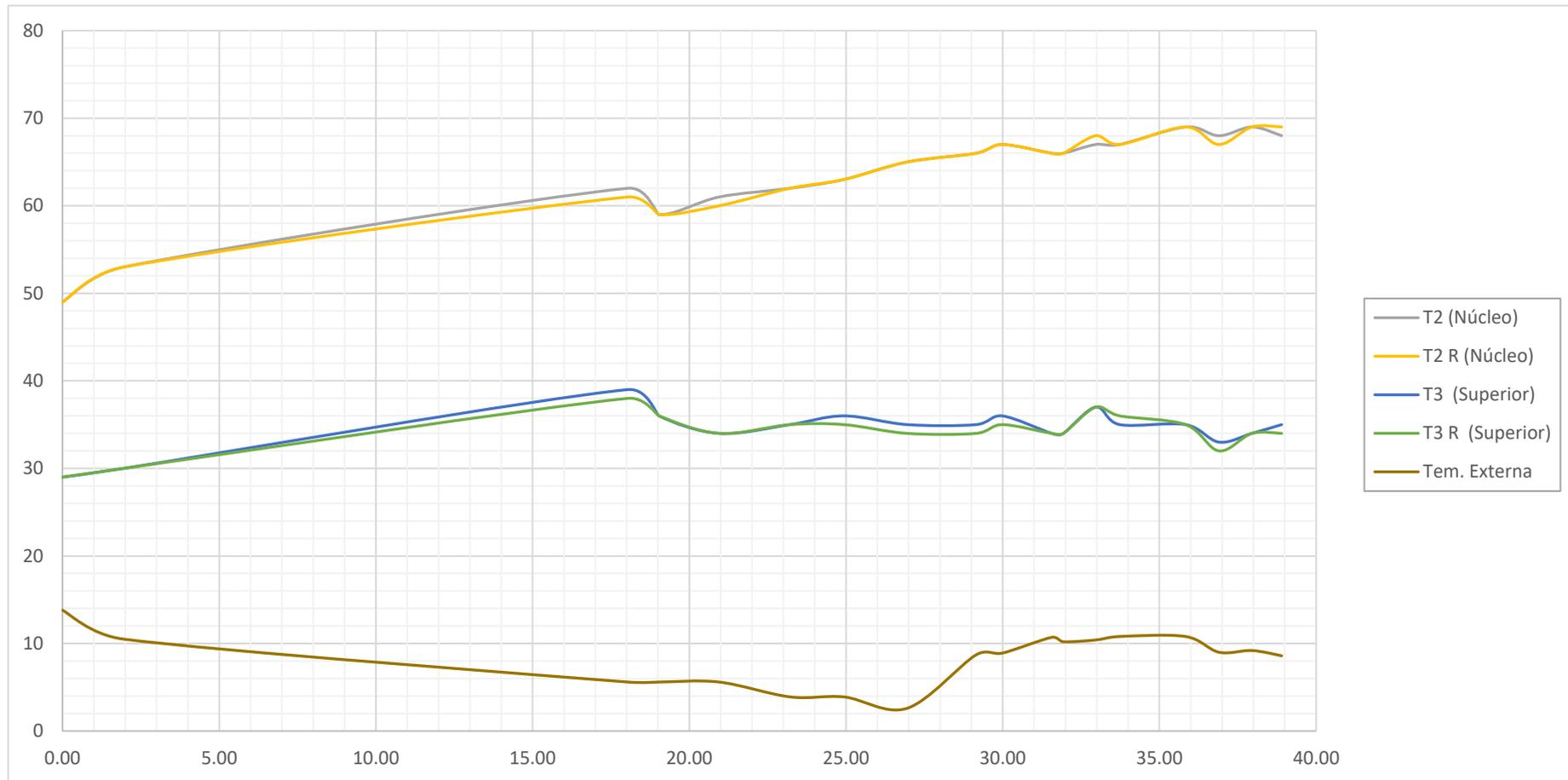
Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-145



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Figura 29**

Gráfico de temperatura vs tiempo –Pedestal de tanque TK-140



Nota: En el eje vertical se aprecia la temperatura medida en grados Celsius (°C) y en el eje horizontal, el tiempo medido en horas.

**Tabla 13**

Resumen de temperaturas máximas por elemento

Elemento Estructural	Espesor (m)	Inferior		Núcleo		Superior		Termohigrómetro			Termómetro	
		T1 (°C)	T1 R (°C)	T2 (°C)	T2 R (°C)	T3 (°C)	T3 R (°C)	T Max (°C)	T Min (°C)	T Prom. (°C)	H.R. (%)	T. Ext. (°C)
Zapata BallMill	2.0	45.0	45.0	64.0	64.0	51.0	51.0	28.5	24.3	27.2	0.7	13.6
1ra elev. BallMill	2.0	65.0	54.0	76.0	76.0	54.0	50.0	33.3	22.0	23.8	0.5	13.6
2da elev. BallMill	2.4	NA	NA	71.0	71.0	48.0	47.0	39.8	31.3	39.8	0.8	17.0
3ra elev. BallMill	2.3	NA	NA	69.0	69.0	46.0	46.0	37.8	28.3	37.8	0.7	9.0
Zapata Scrubber	2.3	55.0	55.0	75.0	75.0	56.0	54.0	39.8	29.0	30.0	0.5	10.5
1ra elev. Scrubber	2.9	NA	NA	73.0	73.0	50.0	50.0	41.8	37.1	40.4	0.7	16.5
2da elev. Scrubber	2.9	NA	NA	80.0	79.0	53.0	51.0	63.7	25.0	63.7	0.4	20.2
3da elev. Scrubber	2.9	NA	NA	-	76.0	55.0	56.0	46.0	34.0	43.3	0.6	-
4ta elev. Scrubber	2.3	NA	NA	71.0	71.0	47.0	46.0	44.5	36.6	38.7	1.0	19.7
Pedestal tanque TK-030	1.6	NA	NA	68.0	69.0	52.0	55.0	41.8	27.9	29.4	0.9	14.8
Pedestal tanque TK-115	1.0	NA	NA	60.0	61.0	41.0	41.0	29.9	27.9	27.5	0.7	13.9
Pedestal tanque TK-116	1.5	NA	NA	58.0	58.0	43.0	44.0	32.8	26.5	28.4	0.8	11.3
Pedestal tanque TK-120	1.7	NA	NA	70.0	70.0	47.0	47.0	44.0	48.1	37.2	18.4	17.4
Pedestal tanque TK-125	1.7	NA	NA	76.0	76.0	47.0	48.0	40.6	35.5	41.3	0.9	18.2
Pedestal tanque TK-130	1.7	NA	NA	-	36.1	36.1	36.1	-	-	36.8	-	16.7
Pedestal tanque TK -135	1.7	NA	NA	67.0	67.0	33.0	29.0	41.2	37.7	37.8	0.7	17.4
Pedestal tanque TK-145	1.7	NA	NA	70.0	71.0	43.0	42.0	32.5	29.5	26.6	0.6	16.4
Pedestal tanque TK-140	1.7	NA	NA	69.0	69.0	39.0	38.0	31.5	29.5	30.6	0.6	13.8

Nota: No se muestran algunos valores de temperatura de termocuplas en la parte inferior debido a que no fue posible instalar termocuplas en esa zona debido a las grandes dimensiones de los elementos estructurales.

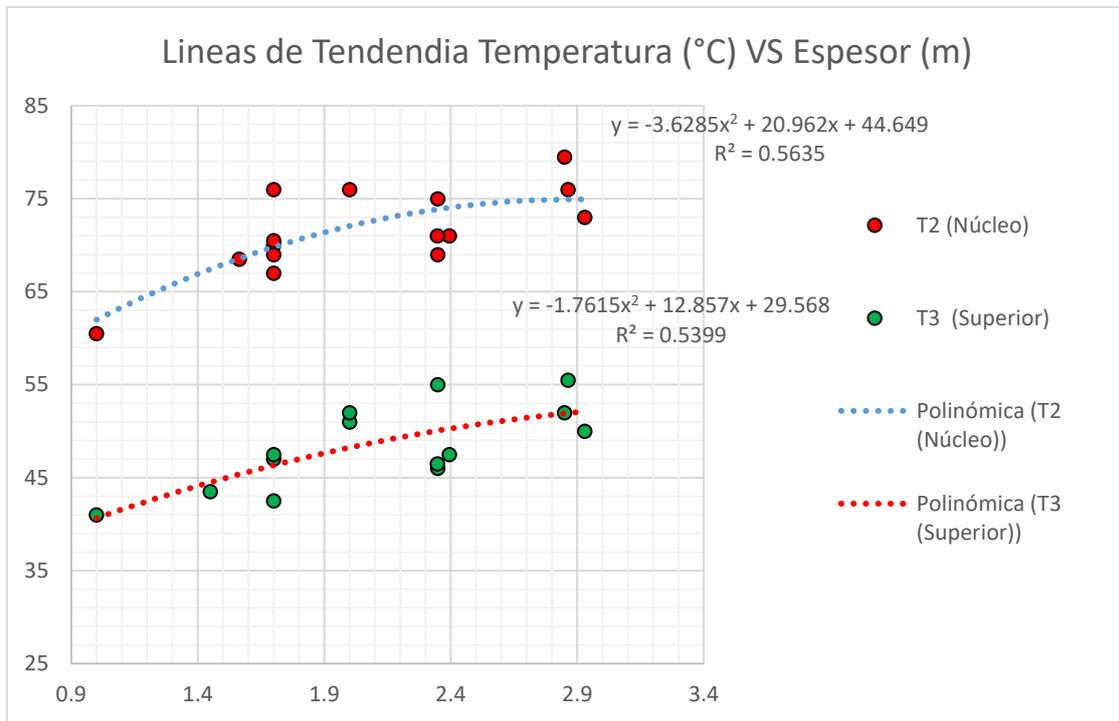
**Tabla 14**

Resumen de temperaturas máximas promedio

<b>Elemento estructural</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Temp. Inicial (°C)</b>	<b>T1 (Inferior) (°C)</b>	<b>T2 (Núcleo) (°C)</b>	<b>T3 (Superior) (°C)</b>
Zapata BallMill	2.000	12.053	45.000	64.000	51.000
1ra elev. BallMill	2.000	15.300	59.500	76.000	52.000
2da elev. BallMill	2.395	15.250		71.000	47.500
3ra elev. BallMill	2.349	14.250		69.000	46.000
Zapata Scrubber	2.349	12.747	55.000	75.000	55.000
1ra elev. Scrubber	2.930	13.444		73.000	50.000
2da elev. Scrubber	2.850	12.600		79.500	52.000
3da elev. Scrubber	2.864	16.100		76.000	55.500
4ta elev. Scrubber	2.348	16.525		71.000	46.500
Pedestal tanque TK-030	1.565	14.780		68.500	53.500
Pedestal tanque TK-115	1.000	12.940		60.500	41.000
Pedestal tanque TK-116	1.450	11.818		58.000	43.500
Pedestal tanque TK-120	1.700	18.183		70.000	47.000
Pedestal tanque TK-125	1.700	18.214		76.000	47.500
Pedestal tanque TK-130	1.700	15.067		36.100	36.100
Pedestal tanque TK -135	1.700	13.850		67.000	31.000
Pedestal tanque TK-145	1.700	17.650		70.500	42.500
Pedestal tanque TK-140	1.700	15.017		69.000	38.500

**Figura 30**

Gráfico de dispersión y líneas de tendencia



### CAPÍTULO III ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

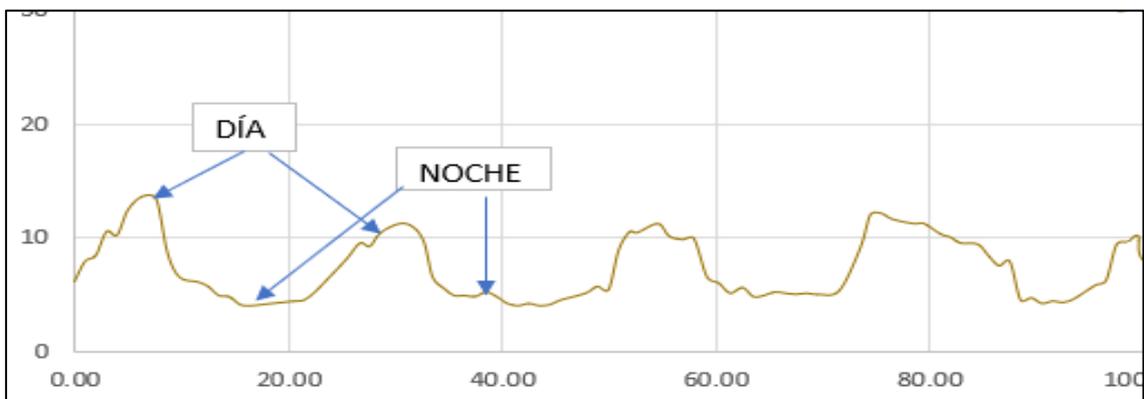
De las gráficas de temperatura vs tiempo obtenidos de los resultados procesados (figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22) se observa como la temperatura asciende conforme pasa las horas alcanzando un máximo en un intervalo de 24 a 36 horas, luego se mantiene constante por un periodo de tiempo e inicia su descenso.

Este comportamiento caracteriza al concreto masivo, debido al calor de hidratación generado por las reacciones químicas, el calor que se libera al exterior es muy inferior al calor generado, lo que produce un aumento inmediato en la temperatura y se considera para fines prácticos como un proceso adiabático, es decir sin pérdidas de energía al exterior como un sistema cerrado.

En las curvas de temperatura se puede apreciar una variación de ascenso y descenso de temperatura de manera alternada y cíclica, esto se debe al cambio de la temperatura exterior que asciende por el día y disminuye notablemente por la noche, por ello es más pronunciado este patrón cíclico en las curvas de temperatura exterior.

**Figura 31**

Variación cíclica de temperatura debido al cambio de temperatura externa.



Analizando la tabla 14 de resumen de temperaturas máximas por elemento, se puede notar que la temperatura en el núcleo siempre es superior que, en la parte superior e inferior debido a la concentración de concreto, lo cual refuerza la hipótesis de la existencia de una relación directa entre temperatura y espesor de un elemento estructural. Los datos de interés en esta investigación es la temperatura en el núcleo, sin embargo, también se realizó el grafico del comportamiento termodinámico en la zona superior (la zona inferior no se consideró por la no suficiencia de datos). La figura 23 se muestran los puntos de dispersión, las líneas de tendencia, las ecuaciones de línea y sus respectivos valores de  $R^2$  de los datos obtenidos excluyendo a aquellos datos atípicos o inconsistentes. Se optó seleccionar el modelo polinómico por ser el que mejor se ajusta al comportamiento de los datos.

En base a los valores de regresión de la tabla 16, se puede afirmar que hay una tendencia en la correlación temperatura vs espesor, pero con una dispersión a considerar. Esto sugiere que otras variables pueden estar influyendo en las temperaturas medidas (por ejemplo: tiempo de fraguado, condiciones climáticas, variabilidad en la mezcla, exposición, etc.).

Este hallazgo coincide con la investigación de Gutierrez Ñahui (2017), quien también encontró que, aunque el espesor influye en la acumulación de calor, otros factores como la temperatura de colocación y las condiciones ambientales tienen un impacto significativo en la variación térmica y la aparición de fisuras en elementos masivos. Y también tiene concordancia con el estudio de Meza Rojas (2021) en Pucallpa demostró que, en climas atípicos, la temperatura del concreto fresco puede incrementarse significativamente respecto a la temperatura ambiente, afectando su comportamiento durante el fraguado.

**Tabla 15**Resumen de valores de  $R^2$ 

<b>R<sup>2</sup> (valor)</b>	<b>Nivel de ajuste</b>	<b>Interpretación</b>
0.90 – 1.00	Muy alto	El modelo explica casi toda la variación: curva altamente confiable
0.75 – 0.89	Alto	Buena relación: la curva se ajusta bastante bien
0.50 – 0.74	Moderado	Hay una tendencia, pero con cierta dispersión
0.30 – 0.49	Débil	La relación existe, pero es muy dispersa
< 0.30	Muy débil o inexistente	No es confiable: el modelo no explica bien los datos

Nota: (López, 2024)

**Contrastación de la hipótesis:** Debido a que la línea de tendencia obtenida no es lineal, no es posible obtener un único valor de incremento de temperatura por unidad de aumento en el espesor; sin embargo, al calcular la variación de temperatura entre los espesores de 1.00 m, 1.50 m y 2.00 m, obtenemos un incremento de temperatura de 5.945°C y 4.131°C lo cual es muy próximo al valor hipotético.

Por lo tanto, se corroborando la hipótesis que afirma que el comportamiento termodinámico del concreto masivo de 31Mpa con cemento tipo HS indica un incremento de aproximadamente 5°C en la temperatura interior en un elemento estructural cada 0.5 m de aumento del espesor de dicho elemento estructural.

**Tabla 16**

Aumento de temperatura cada 0.5 m de aumento en el espesor

<b>Espesor (m)</b>	<b>Núcleo (°C)</b>	<b>Variación (°C)</b>
1.00	61.983	
1.50	67.928	5.945
2.00	72.059	4.131

Nota: Se muestra la variación de temperatura al aumento de 0.5 m de espesor

## **CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Se midieron temperaturas en zonas inferior, central y superior de los elementos de concreto masivo, permitiendo identificar diferencias térmicas internas que reflejan el comportamiento del proceso de hidratación.

Se procesaron los datos obtenidos en campo, generando tablas y gráficos que facilitaron la interpretación de la evolución térmica y ayudaron a detectar desviaciones en el comportamiento del concreto.

El análisis estadístico mostró una moderada correlación (valor de  $R^2$  entre 0.56 y 0.54) entre el espesor y la temperatura máxima, lo que indica que otros factores también influyen en la evolución térmica del concreto masivo. Se calcula un incremento de temperatura de  $5.945^{\circ}\text{C}$  y  $4.131^{\circ}\text{C}$  lo cual es muy próximo al valor hipotético.

### **5.2 Recomendaciones**

Como los resultados son aplicables al diseño de mezcla usado en esta investigación, se recomienda para próximas investigaciones extender el uso de otros tipos de cementos que también son usados en concreto masivo como el tipo II, y también el uso de otros aditivos, o la no utilización de un aditivo plastificante. Así como los materiales cumplan con las exigencias técnicas de propiedades y almacenamiento establecidas por las normas aplicables.

Se recomienda estudiar en futuras tesis otras variables como la resistencia a la compresión, o fisuración en los elementos en función del espesor. Para mayor precisión en los resultados se recomienda medir la temperatura a de los agregados previos a la mezcla de concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Concrete Institute. (2000). Cement and concrete terminology (ACI 116R-00).

Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.

American Concrete Institute. (2005). Guide to mass concrete (ACI 207.1R-05).

Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.

American Concrete Institute. (1991). Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete (ACI 211.1-91). Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.

ASTM International. (2024). ASTM C150/C150M-24: Standard Specification for Portland Cement. Recuperado de [https://www.astm.org/c0150\\_c0150m-24.html](https://www.astm.org/c0150_c0150m-24.html)

ASTM International. (2024). ASTM C595/C595M-24: Standard Specification for Blended Hydraulic Cements. Recuperado de [https://www.astm.org/c0595\\_c0595m-24.html](https://www.astm.org/c0595_c0595m-24.html)

ASTM International. (2023). ASTM C1157/C1157M-23: Standard Performance Specification for Hydraulic Cement. Recuperado de [https://www.astm.org/c1157\\_c1157m-23.html](https://www.astm.org/c1157_c1157m-23.html)

ASTM International. (2019). ASTM C494/C494M-19: Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. Recuperado de [https://www.astm.org/c0494\\_c0494m-19.html](https://www.astm.org/c0494_c0494m-19.html)

ASTM International. (2016). ASTM C260/C260M-10a(2016): Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete. Recuperado de [https://www.astm.org/c0260\\_c0260m-10a16.html](https://www.astm.org/c0260_c0260m-10a16.html)

Camorlinga Álvarez, J. (2020) MANEJO DE UN COLADO MASIVO EN CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS. Michoacán, México. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo  
[http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB\\_UMICH/7749](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/7749)

Gajda, J. & Vangeem, M. (2002) UNDERSTANDING MASS CONCRETE IS THE KEY TO CONTROLLING TEMPERATURES AND ULTIMATELY SAVING TIME, EFFORT, AND MONEY. Concrete International, p. 4.

Gutiérrez Ñahui, H. J. (2017). Variación de la temperatura y su influencia en la fisuración en concretos masivos [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI.  
<http://hdl.handle.net/20.500.14076/5917>

Instituto Nacional de Calidad. (2020). NTP 334.082 Cementos. Cementos Portland. Especificaciones de la performance. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias

Instituto Nacional de Calidad. (2020). NTP 334.009:2020: Cementos Portland. Requisitos. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2780390/D.S.%20N%C2%BA%20001-2022-PRODUCE.pdf.pdf>

Instituto Nacional de Calidad. (2016). NTP 334.090:2016: Cementos Portland adicionados. Requisitos. Recuperado de

<https://es.slideshare.net/williamhuachacatorres/norma-tecnica-peruana-cementos-334090>

Instituto Nacional de Calidad. (2013). NTP 339.184:2013: Concreto. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto (2ª ed.). Recuperado de <https://pdfcoffee.com/339184-pdf-free.html>

Instituto Nacional de Calidad. (2021). NTP 400.037:2021. Agregados. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición.

Instituto Nacional de Calidad. (2022). NTP 334.001:2022: Cementos. Terminología relacionada al cemento hidráulico y otros cementos inorgánicos (5ª ed.). Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2050811-1>

Leon, G. (2021). Estimation and Mitigation of Stresses in Mass Concrete Structures Containing Ground Granulated Blast Furnace Slag and Fly Ash (Tesis doctoral). West Virginia University. Recuperado de <https://researchrepository.wvu.edu/etd/10245/>

López, J. F. (2024, 30 de julio). Coeficiente de determinación (R cuadrado): qué es y cómo funciona. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/r-cuadrado-coeficiente-determinacion.html>

Mansour, D. M., & Ebid, A. M. (2024). Predicting thermal behavior of mass concrete elements using 3D finite difference model. *Asian Journal of Civil Engineering*, 25, 1601–1611. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s42107-023-00864-2>

Meza Rojas, Q. J. (2021) INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL VACIADO DE CONCRETO MASIVO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA. Pucallpa, Perú.

Universidad Nacional de Ucayali.

<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5032>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). Norma Técnica E.060:

Concreto Armado. En Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: MVCS.

Ortega, G. J. (2014). Diseño de estructuras de Concreto Armado: Tomo I. Lima: Macro

EIRL.

Peña Torres, P. J. (2020) RECOMENDACIONES TECNICAS PARA VACIADOS DE

CONCRETO MASIVO. SENCICO, Lima, Perú.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2563608/Manual%20de%20recomendaciones%20t%C3%A9cnicas%20para%20vaciados%20de%20concreto%20masivo.pdf>

Pérez Cadenillas, D. (2019). DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA USO

MASIVO. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín,

<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3245>

Sobrevilla Arana, B. N. & Abanto Quevedo, R. J. F. (2021) COSTO – EFECTIVIDAD

DE DOS COMBINACIONES DE MÉTODOS DE CONTROL DE

GRADIENTE TÉRMICO EN ELEMENTOS DE CONCRETO MASIVO DE

INFRAESTRUCTURA MINERA A MÁS DE 3000 M.S.N.M. Lima, Perú.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

<https://hdl.handle.net/20.500.12672/17493>

Tequendama (2018) ¿De qué depende el calor de hidratación del cemento?

[https://cetesa.com.co/blog/de-que-depende-el-calor-de-hidratacion-del-](https://cetesa.com.co/blog/de-que-depende-el-calor-de-hidratacion-del-cemento/#:~:text=El%20calor%20de%20hidrataci%C3%B3n%20se,hydrataci%C3%B3n%20de%20los%20compuestos%20individuales.)

[cemento/#:~:text=El%20calor%20de%20hidrataci%C3%B3n%20se,hydrataci%C3%B3n%20de%20los%20compuestos%20individuales.](https://cetesa.com.co/blog/de-que-depende-el-calor-de-hidratacion-del-cemento/#:~:text=El%20calor%20de%20hidrataci%C3%B3n%20se,hydrataci%C3%B3n%20de%20los%20compuestos%20individuales.) DE CONCRETO

PRESFORZADO, USANDO PROGRAMACIÓN EN VISUAL BASIC.

Bogotá, Colombia. Universidad Santo Tomás.

[https://www.academia.edu/32273707/Software\\_educativo\\_para\\_el\\_diseño\\_de\\_vigas\\_isostáticas\\_de\\_concreto\\_presforzado\\_usando\\_programación\\_en\\_visual\\_básico\\_pdf](https://www.academia.edu/32273707/Software_educativo_para_el_diseño_de_vigas_isostáticas_de_concreto_presforzado_usando_programación_en_visual_básico_pdf)

Rodríguez Alcalde, A. H. (2015). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS Y COMBINADAS RECTANGULARES POR FLEXIÓN UNIAXIAL Y BIAxIAL CON PROGRAMA COMPUTACIONAL ELABORADO Y SAFE. Cajamarca, Cajamarca, Perú. Facultad de Ingeniería civil. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/541>

Frías Navarro, D. (2022). APUNTES DE ESTIMACIÓN DE LA FIABILIDAD DE CONSISTENCIA INTERNA DE LOS ÍTEMS DE UN INSTRUMENTO DE MEDIDA. España. Universidad de Valencia. Recuperado el 15 de agosto de 2023 de <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1 Formatos de protocolos y registros**



	<b>FORMATO - CONTROL DE CALIDAD</b>	
<b>LIBERACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO</b>		
Código: RIL-CMOP-QC-QCD-00012	Versión: 0	Fecha : may-2022
Especialidad: Concreto		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO :</b> "CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"		<b>PROTOCOLO Nº:</b>
<b>ÁREA:</b>		<b>CONTRATISTA:</b> Rileve Ingeniería & Construcción
<b>PLANO:</b>		<b>FECHA:</b> <b>HOJA:</b> de
<b>ELEMENTO (s):</b>		<b>UBICACIÓN (Ejes de referencia)</b>

	PUNTOS DE CONTROL	VERIFICACIÓN			FECHA	LEYENDA	COMENTARIOS
		Construcción	Calidad	Supervisión			
PREVIO AL VACIADO	ACERO	CALIDAD DEL ACERO (Norma ASTM, grado, especificar si es liso o corrugado)					
		DIMENSIONES, DISTRIBUCIÓN, GANCHOS, TRASLAPES, ALAMBRE DE AMARRE					
		VERTICALIDAD (POMADA) Y HORIZONTALIDAD (NIVEL)					
		DADOS O SEPARADORES: BASE _____ (mm), lateral _____ (mm)					
		LIMPIEZA (Corrosión, concreto, grasa)					
	ENCOFRADO	MODULACIÓN SEGÚN PLANO					
		MATERIAL, CONDICIÓN DEL ENCOFRADO Y APLICACIÓN DE DESMOLDANTE					
		POSICIÓN, FIJACIÓN Y HERMETICIDAD DEL ENCOFRADO					
		ALINEAMIENTO Y VERTICALIDAD					
		CHAFLAN U OCHAVOS					
		JUNTAS: WATER STOP / PUENTE DE ADHERENCIA / LLAVE / OTRO					
	ELEMENTOS INCORPORADOS	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO (TIPO):					
		CONTROL DIMENSIONAL DEL ELEMENTO (diámetro, longitud, otro)					
		POSICIÓN Y FIJACIÓN DEL ELEMENTO (ubicación, alineamiento, plomada, nivelación)					
		LIMPIEZA Y PROTECCIÓN DEL ELEMENTO ANTES DEL VACIADO DE CONCRETO					
PLANIFICACIÓN DEL VACIADO	LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE (humedecimiento, libre de charcos de agua, escarificado, etc)						
	EQUIPOS OPERATIVOS (Bomba de Concreto, Mixer, Vibradoras, Otros)						
	Código de Diseño: _____ f'c _____ (Mpa) / Slump: _____						
	VOLUMEN DE CONCRETO SOLICITADO (M3):						
	ACABADO REQUERIDO:						
	PROTECCION CONTRA LLUVIA (Colocación de Toldos)						
	HABILITACION DE MICROCLIMA (Estufa, Luminarias)						
VACIADO	IDENTIFICACION DE TESTIGOS DE CONCRETO						
	Nº DE REGISTRO						

<b>COMENTARIOS / OBSERVACIONES:</b>	LEYENDA: C = CONFORME; NC = NO CONFORME; NA = NO APLICA; R = CORREGIDO/REPARADO
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

<b>Supervisor RILEVE:</b>          Nombre y firma: Fecha:	<b>QC RILEVE:</b>          Nombre y firma: Fecha:	<b>Supervisor BOROO:</b>          Nombre y firma: Fecha:	<b>QA GOLDER:</b>          Nombre y firma: Fecha:
--	--	---	--



**ANEXO 2 Protocolos reporte de temperaturas.**

Código: RIL-CMOP-QC-FOR-00026

Version: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A1-RT-001
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	<b>FECHA:</b> 09/06/2022 <b>HOJA:</b> 1 de 7
<b>ESTRUCTURA</b> :	ZAPATA BALL MILL	
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 1	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa	
09-06-2022	11:40 AM	14 °C	14 °C	13 °C	14 °C	13 °C	14 °C	18.1 °C	15.4 °C	17.0 °C	30 %	10.3 °C	-
09-06-2022	12:40 AM	15 °C	15 °C	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C	18.3 °C	15.6 °C	17.4 °C	33 %	11.5 °C	-
09-06-2022	02:52 PM	18 °C	18 °C	20 °C	20 °C	19 °C	21 °C	23.6 °C	16.6 °C	19.6 °C	33 %	11.0 °C	-
09-06-2022	03:52 PM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tormenta Eléctrica
09-06-2022	04:26 PM	21 °C	25 °C	25 °C	19 °C	19 °C	21 °C	13.1 °C	12.8 °C	13.0 °C	45 %	8.8 °C	-
09-06-2022	05:37 PM	22 °C	22 °C	23 °C	24 °C	17 °C	17 °C	17.3 °C	12.0 °C	17.3 °C	28 %	8.4 °C	-
09-06-2022	06:28 PM	23 °C	23 °C	26 °C	26 °C	19 °C	20 °C	20.1 °C	17.5 °C	18.1 °C	22 %	6.1 °C	-
09-06-2022	08:56 PM	43 °C	43 °C	42 °C	49 °C	28 °C	29 °C	15.2 °C	9.9 °C	15.0 °C	50 %	9.4 °C	-

OBSERVACIONES:

- Inferior : F-01 (T1); F-02 (T1R)
- Núcleo : F-03 (T2); F-04 (T2R)
- Superior : F-05 (T3); F-06 (T3R)



Luis Cedron 13/04/23

ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113264

Nombre y Firma: *[Signature]*  
Fecha: 20/03/23

QC RILEVE:



Ricardo Okamura Forful  
INGENIERO DE CALIDAD

Nombre y Firma: *[Signature]*  
Fecha: 13/04/23

QA GOLDER:

Nombre y Firma: *[Signature]*  
Fecha: 13/04/23

<b>PROYECTO</b>	: "CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A1-RT-002
<b>CLIENTE</b>	: MINERA BOROO MISQUICHILCA	
<b>CONTRATISTA</b>	: RILEVE minería & Construcción	<b>FECHA:</b> 25/06/2022, 26/06/2022
<b>ESTRUCTURA</b>	: PEDESTAL DE BALL MILL - PRIMERA ELEVACIÓN	<b>HOJA:</b> 1 de 5
<b>UBICACIÓN</b>	: AREA 1	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa	
25-06-2022	07:30 AM	52°C	38°C	58°C	60°C	43°C	38°C	15.6°C	14.0°C	14.8°C	35%	6.1°C	
25-06-2022	08:30 AM	53°C	39°C	60°C	59°C	44°C	39°C	24.3°C	16.7°C	16.3°C	30%	7.9°C	
25-06-2022	09:30 AM	55°C	40°C	63°C	64°C	46°C	41°C	25.7°C	17.4°C	17.9°C	28%	8.4°C	
25-06-2022	10:30 AM	55°C	41°C	65°C	64°C	49°C	40°C	23.6°C	16.2°C	16.8°C	30%	10.5°C	
25-06-2022	11:30 AM	56°C	41°C	63°C	63°C	48°C	41°C	24.5°C	17.5°C	17.6°C	33%	10.2°C	
25-06-2022	12:30 PM	57°C	42°C	64°C	65°C	48°C	42°C	23.2°C	17.2°C	18.8°C	34%	12.4°C	
25-06-2022	01:52 PM	58°C	43°C	66°C	67°C	49°C	39°C	19.4°C	13.8°C	15.2°C	32%	13.6°C	
25-06-2022	03:09 PM	59°C	44°C	66°C	67°C	47°C	40°C	19.4°C	13.4°C	14.4°C	34%	13.4°C	
25-06-2022	04:13 PM	59°C	43°C	63°C	64°C	44°C	38°C	19.4°C	13.1°C	15.2°C	42%	8.6°C	
25-06-2022	05:20 PM	60°C	44°C	64°C	64°C	44°C	36°C	19.4°C	13.1°C	14.1°C	36%	6.5°C	
25-06-2022	07:00 PM	61°C	45°C	67°C	68°C	45°C	36°C	19.4°C	13.9°C	14.1°C	40%	6.1°C	
25-06-2022	08:00 PM	62°C	46°C	68°C	68°C	47°C	39°C	22.8°C	12.0°C	12.4°C	29%	5.7°C	
25-06-2022	09:00 PM	62°C	46°C	69°C	69°C	49°C	41°C	27.3°C	16.1°C	16.7°C	35%	4.9°C	
25-06-2022	10:00 PM	62°C	46°C	72°C	72°C	49°C	43°C	27.3°C	15.1°C	15.2°C	28%	4.8°C	
25-06-2022	11:00 PM	63°C	47°C	71°C	72°C	53°C	39°C	29.4°C	16.5°C	17.1°C	27%	4.1°C	
26-06-2022	12:00 PM	63°C	48°C	73°C	73°C	54°C	43°C	26.9°C	13.7°C	13.8°C	25%	4.0°C	
26-06-2022	01:00 AM	64°C	48°C	73°C	73°C	52°C	50°C	27.5°C	16.4°C	16.8°C	26%	4.1°C	
26-06-2022	02:00 AM	64°C	48°C	73°C	73°C	50°C	42°C	27.9°C	17.2°C	17.3°C	24%	4.2°C	
26-06-2022	03:00 AM	64°C	48°C	73°C	74°C	49°C	42°C	25.5°C	14.9°C	14.1°C	23%	4.3°C	
26-06-2022	04:00 AM	64°C	48°C	73°C	73°C	49°C	40°C	28.6°C	16.9°C	17.2°C	22%	4.4°C	

OBSERVACIONES:

- Inferior: T-07(T1); T-08(T1 R)
- Núcleo: T-09(T2); T-10(T2 R)
- Superior: T-11(T3); T-12(T3 R)



Luis Cedron 20/06/2022  
ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113284

Nombre y Firma: 20/03/23  
Fecha:

QC RILEVE:



Ricardo Okamura Forfui  
INGENIERO DE CALIDAD

Nombre y Firma:  
Fecha: 20/02/23

QA GOLDER:

Nombre y Firma:  
Fecha:

R. Fernandez  
17/04/23

Código: RIL-CMOP-QC-FOR-00026

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

**PROYECTO :** "CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"

**N° CORRELATIVO:** A1-RT-003

**CLIENTE :** MINERA BOROO MISQUICHILCA

**CONTRATISTA :** RILEVE minería & Construcción

**FECHA:** 02/07/22,  
03/07/22

**HOJA:** 1 de 7

**ESTRUCTURA :** ZAPATA SCRUBBER

**UBICACIÓN :** ÁREA 1

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa	
02-07-2022	08:10 AM	51°C	51°C	73°C	74°C	41°C	42°C	36.3°C	20.1°C	21.0°C	20%	5.5°C	
02-07-2022	09:00 AM	51°C	51°C	74°C	74°C	42°C	42°C	33.8°C	23.9°C	23.7°C	20%	6.9°C	
02-07-2022	10:00 AM	51°C	51°C	68°C	68°C	35°C	35°C	39.5°C	25.8°C	26.0°C	20%	8.9°C	
02-07-2022	11:00 AM	51°C	51°C	71°C	70°C	40°C	39°C	30.9°C	24.6°C	23.9°C	21%	9.1°C	
02-07-2022	12:00 PM	51°C	52°C	74°C	74°C	42°C	42°C	28.5°C	23.9°C	24.4°C	23%	10.5°C	
02-07-2022	02:00 PM	52°C	52°C	74°C	75°C	43°C	43°C	27.2°C	16.6°C	17.3°C	25%	9.7°C	
02-07-2022	04:00 PM	51°C	52°C	73°C	74°C	41°C	41°C	30.9°C	24.1°C	24.3°C	29%	6.3%	
02-07-2022	06:57 PM	52°C	53°C	74°C	74°C	43°C	44°C	27.6°C	22.6°C	22.6°C	20%	7.6°C	
02-07-2022	08:06 PM	52°C	53°C	74°C	74°C	46°C	48°C	27.6°C	19.0°C	21.4°C	23%	7.6°C	
02-07-2022	09:05 PM	52°C	53°C	74°C	74°C	46°C	47°C	27.7°C	19.0°C	26.7°C	25%	7.5°C	
02-07-2022	10:03 PM	53°C	54°C	73°C	73°C	53°C	50°C	28.3°C	19.0°C	21.8°C	23%	5.9°C	
02-07-2022	11:11 PM	53°C	53°C	74°C	74°C	52°C	52°C	28.3°C	17.7°C	24.6°C	25%	4.0°C	
02-07-2022	12:02 PM	53°C	53°C	74°C	73°C	51°C	51°C	28.6°C	17.7°C	21.9°C	24%	3.9°C	
03/07/2022	01:01 AM	53°C	54°C	73°C	74°C	54°C	54°C	28.6°C	17.6°C	21.7°C	20%	3.7°C	
03/07/2022	02:04 AM	53°C	54°C	75°C	74°C	53°C	54°C	28.6°C	17.6°C	23.3°C	24%	3.1°C	
03/07/2022	03:02 AM	53°C	53°C	74°C	75°C	56°C	54°C	24.7°C	17.6°C	23.3°C	23%	2.4°C	
03/07/2022	04:06 AM	53°C	53°C	75°C	74°C	51°C	50°C	25.6°C	17.6°C	24.6°C	22%	4.1°C	
03/07/2022	05:15 AM	53°C	53°C	74°C	73°C	50°C	49°C	29.4°C	17.6°C	24.3°C	23%	4.7°C	

OBSERVACIONES:

- INFERIOR: T-15 (T1) ; T-16 (T1R)  
 - NUCLEO: T-17 (T2) ; T-18 (T2R)  
 - SUPERIOR: T-19 (T3) ; T-20 (T3R)



Luis Cedron  
 ASISTENTE DE CALIDAD

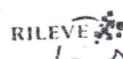
SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
 RESIDENTE  
 CIP 113284

Nombre y Firma: *[Signature]*  
 Fecha: 20/02/23

QC RILEVE:



Ricardo Okamura Forfui  
 INGENIERO DE CALIDAD

Nombre y Firma: *[Signature]*  
 Fecha: 20/02/23

QA GOLDER:

Nombre y Firma:  
 Fecha:

*[Signature]*  
 R. Ferran dez  
 13/04/23

Código: RIL-CMOP-CC-FOR-00026

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A1-RT-004
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 10/07/22, 11/07/22
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL BAL MILL 2° NIVEL	
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 1	<b>HOJA:</b> 1 de 5

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa (°C)	
10/07/2022	7:32 a. m.			46	46	27	27	20.6	14.4	39.8	47%		
10/07/2022	9:39 a. m.			49	49	29	28	27	23.3	27	39%		
10/07/2022	11:05 a. m.			52	52	36	36	30.3	31.3	34	26%		
10/07/2022	12:00 p. m.			53	53	36	35	30	30.1	33	26%		
10/07/2022	1:26 p. m.			57	56	38	39	25.1	25	35	25%		
10/07/2022	2:04 p. m.			55	55	37	36	30	25.1	35.7	25%		
10/07/2022	3:00 p. m.			59	58	43	42	20.5	20.3	35.7	25%		
10/07/2022	4:00 p. m.			59	58	38	38	27.9	17.2	35.7	25%		
10/07/2022	5:04 p. m.			60	59	38	39	21.2	17.2	35.7	25%		
10/07/2022	6:00 p. m.			60	60	38	37	22.5	17.2	35.7	25%		
10/07/2022	7:00 p. m.			61	61	41	41	35.7	17.2	18.1	58%		
10/07/2022	8:00 p. m.			62	62	37	37	35.7	15.8	16.6	53%		
10/07/2022	9:00 p. m.			63	63	38	38	35.7	15.8	17	56%		
10/07/2022	10:00 p. m.			63	63	35	36	35.7	15.8	17.1	56%	5.4	
10/07/2022	11:00 p. m.			64	64	36	36	35.7	15.8	18.1	58%		
11/07/2022	12:00 a. m.			65	65	36	36	35.7	15.8	18.9	56%	4.7	
11/07/2022	1:00 a. m.			66	66	36	36	35.7	15.8	19.7	54%		
11/07/2022	2:00 a. m.			66	66	37	37	35.7	15.8	20.4	55%		
11/07/2022	3:00 a. m.			67	67	37	37	35.7	15.8	20.3	52%	3.7	
11/07/2022	4:00 a. m.			67	67	36	38	35.7	15.8	19.4	55%		

OBSERVACIONES:

- Núcleo: T-21 (T2); T-22 (T2 R)  
 - Superior: T-23 (T3); T-24 (T3 R)

RILEVE  
 Luis Cedron 16/05/23  
 ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:  
  
 Ing. Michael Gama Avanto  
 RESIDENTE  
 CIVIL 15/04/23

QC RILEVE:  
  
 Luis Junior Diaz Cortez  
 INGENIERO DE CALIDAD  
 16-04-23

QA GOLDER:  
  
 19/05/23

Código: RIL-CMOP-00-FOR-00026

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A1-RT-005
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	<b>FECHA:</b> 18/07/22, 19/07/22
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL SCRUBBER 1° NIVEL	
<b>UBICACIÓN</b> :	ÁREA 1	<b>HOJA:</b> 1 de 4

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa (°C)	
18/07/2022	7:00 a. m.			45	45	26	26	19.6	13.4	38.8			
18/07/2022	9:30 a. m.			48	48	28	27	26	22.3	26	39%		
18/07/2022	11:00 a. m.			51	51	35	35	29.3	29.3	33	26%	14.2	
18/07/2022	12:00 p. m.			42	52	35	34	1	1	1			
18/07/2022	1:25 p. m.			55	55	37	38	24.1	24	34	25%		
18/07/2022	2:05 p. m.			54	54	36	35	29	24.1	34.7	25%		
18/07/2022	3:00 p. m.			57	57	42	41	19.5	19.3	34.7	25%	12.2	
18/07/2022	4:00 p. m.			57	57	37	37	26.9	16.2	34.7	25%		
18/07/2022	5:04 p. m.			59	58	37	38	20.2	16.2	34.7	25%		
18/07/2022	6:00 p. m.			59	59	37	36	21.5	16.2	34.7	25%		
18/07/2022	7:00 p. m.			60	60	40	40	34.7	16.2	17.1	58%		
18/07/2022	8:00 p. m.			61	61	36	36	34.7	14.8	15.6	53%		
18/07/2022	9:00 p. m.			62	62	37	37	34.7	14.8	16	56%		
18/07/2022	10:00 p. m.			62	62	34	35	34.7	14.8	16.1	56%	5.4	
18/07/2022	11:00 p. m.			63	63	35	35	34.7	14.8	17.1	58%		
19/07/2022	12:00 a. m.			64	64	35	35	34.7	14.8	17.9	56%	4.7	
19/07/2022	1:00 a. m.			65	65	35	35	34.7	14.8	18.7	54%		
19/07/2022	2:00 a. m.			65	65	36	36	34.7	14.8	19.4	55%		
19/07/2022	3:00 a. m.			66	66	36	36	34.7	14.8	19.3	52%	3.7	
19/07/2022	4:00 a. m.			66	66	35	37	34.7	14.8	18.4	55%		

OBSERVACIONES:

- Núcleo : T-25 (T2) ; T-26 (T2 R)  
 - Superior: T-27 (T3) ; T-28 (T3 R)

RILEVE

Luis Cedron 23/04/23  
 ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:

RILEVE

Ing Luis Angel Guerrero Ocas  
 RESIDENTE  
 CIP 131026

Nombre y Firma:

Fecha: 23/04/23

QC RILEVE:

RILEVE

Luis Jhonor Diaz Cortez  
 INGENIERO DE CALIDAD

Nombre y Firma:

Fecha: 23-04-23

QA GOLDR:

Nombre y Firma:

Fecha:

Código: RIL-CMOP-OC-FOR-00026

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b>	A1-RT-006
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b>	01/08/22, 02/08/22
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	<b>HOJA:</b>	1 de 4
<b>ESTRUCTURA</b> :	ZAPATA SCRUBBER 2° NIVEL		
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 1		

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)		
01-08-2022	07:15 AM			64°C	64°C	47°C	47°C	64.1°C	12.5°C	24.1°C	26%	6.7°C	
01-08-2022	08:10 AM			65°C	64°C	49°C	48°C	29.3°C	25.0°C	26.9°C	27%	6.7°C	
01-08-2022	09:10 AM			64°C	65°C	49°C	50°C	29.3°C	17.3°C	27.7°C	23%	11.0°C	
01-08-2022	10:01 AM			67°C	66°C	47°C	48°C	30.3°C	15.3°C	30.3°C	25%	13.3°C	
01-08-2022	11:01 AM			65°C	66°C	49°C	47°C	30.6°C	15.1°C	27.6°C	24%	16.1°C	
01-08-2022	12:00 PM			66°C	67°C	49°C	49°C	27.6°C	17.3°C	24.7°C	25%	18.9°C	
01-08-2022	13:37 PM			68°C	67°C	50°C	48°C	28.3°C	14.0°C	28.3°C	22%	19.8°C	
01-08-2022	14:29 PM			65°C	67°C	48°C	48°C	28.3°C	14.0°C	26.8°C	23%	20.2°C	
01-08-2022	15:20 PM			67°C	68°C	49°C	51°C	31.6°C	15.5°C	27.4°C	21%	20.0°C	
01-08-2022	16:21 PM			67°C	68°C	49°C	49°C	32.4°C	16.5°C	30.6°C	20%	14.2°C	
01-08-2022	17:15 PM			68°C	69°C	50°C	50°C	32.3°C	17.4°C	32.3°C	25%	12.8°C	
01-08-2022	19:34 PM			68°C	69°C	48°C	43°C	32.3°C	15.2°C	39.3°C	26%	11.2°C	
01-08-2022	20:05 PM			67°C	69°C	50°C	45°C	30.7°C	14.2°C	34.1°C	26%	6.8°C	
01-08-2022	21:02 PM			68°C	69°C	49°C	49°C	33.0°C	13.6°C	44.6°C	36%	4.9°C	
01-08-2022	22:00 PM			69°C	70°C	49°C	47°C	33.6°C	13.6°C	44.6°C	25%	5.1°C	
01-08-2022	23:00 PM			69°C	70°C	47°C	47°C	32.0°C	13.6°C	44.6°C	36%	3.0°C	
01-08-2022	24:00 PM			71°C	70°C	46°C	45°C	31.3°C	13.6°C	49.8°C	36%	3.2°C	
02-08-2022	01:00 AM			71°C	70°C	46°C	45°C	31.3°C	13.6°C	48.8°C	35%	3.2°C	
02-08-2022	02:00 AM			70°C	71°C	53°C	51°C	31.0°C	13.6°C	44.0°C	33%	3.5°C	
02-08-2022	03:00 AM			70°C	71°C	50°C	44°C	32.8°C	13.6°C	48.9°C	36%	3.1°C	

OBSERVACIONES:

- Núcleo: T-29 (T2) - T-30 (T2 R)  
 - Superior: T-31 (T3); T-32 (T3 R)



Luis Cedron 20/02/23  
 ASISTENTE DE CALIDAD

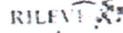
SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
 RESIDENTE  
 CIP 113284

Nombre y Firma: [Firma]  
 Fecha: 20/03/23

QC RILEVE:



Ricardo Okamura Forfui  
 INGENIERO DE CALIDAD

Nombre y Firma: [Firma]  
 Fecha: 20/02/23

QA GOLDER:

Nombre y Firma: [Firma]  
 Fecha: 13/04/23

Código: RIL-CMOP-QC-FOR-00026

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b>	A1-RT-007
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b>	07/08/22, 08/08/22
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	<b>HOJA:</b>	1 de 5
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL BAL MILL 3° NIVEL		
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 1		

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa (°C)	
7/08/2022	7:32 a. m.			44°C	44	25	25	18.6	12.4	37.8	47%		
7/08/2022	9:39 a. m.			47°C	47	27	26	25	21.3	25	39%		
7/08/2022	11:05 a. m.			50°C	50	34	34	28.3	28.3	32	26%		
7/08/2022	12:00 p. m.			51°C	51	34	33						
7/08/2022	1:26 p. m.			54°C	54	36	37	23.1	23	33	25%		
7/08/2022	2:04 p. m.			53°C	53	35	34	28	23.1	33.7	25%		
7/08/2022	3:00 p. m.			56°C	56	41	40	18.5	18.3	33.7	25%		
7/08/2022	4:00 p. m.			56°C	56	36	36	25.9	15.2	33.7	25%		
7/08/2022	5:04 p. m.			58°C	57	36	37	19.2	15.2	33.7	25%		
7/08/2022	6:00 p. m.			58°C	58	36	35	20.5	15.2	33.7	25%		
7/08/2022	7:00 p. m.			59°C	59	39	39	33.7	15.2	16.1	58%		
7/08/2022	8:00 p. m.			60°C	60	35	35	33.7	13.8	14.6	53%		
7/08/2022	9:00 p. m.			61°C	61	36	36	33.7	13.8	15	56%		
7/08/2022	10:00 p. m.			61°C	61	33	34	33.7	13.8	15.1	56%	5.4	
7/08/2022	11:00 p. m.			62°C	62	34	34	33.7	13.8	16.1	58%		
8/08/2022	12:00 a. m.			63°C	63	34	34	33.7	13.8	16.9	56%	4.7	
8/08/2022	1:00 a. m.			64°C	64	34	34	33.7	13.8	17.7	54%		
8/08/2022	2:00 a. m.			64°C	64	35	35	33.7	13.8	18.4	55%		
8/08/2022	3:00 a. m.			65°C	65	35	35	33.7	13.8	18.3	52%	3.7	
8/08/2022	4:00 a. m.			65°C	65	34	36	33.7	13.8	17.4	55%		

OBSERVACIONES:

- Núcleo : T-33 (T2); T-34 (T2R)  
 - Superior : T-35 (T3); T-36 (T3R)

**Luis Cedron** 12/04/23  
 ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:

**WILBERT ROJAS ESPINOZA**  
 RESIDENTE  
 CIP 113284

Nombre y Firma: 20/03/23  
 Fecha:

QC RILEVE:

**Ricardo Okamura Forful**  
 INGENIERO DE CALIDAD

Nombre y Firma:  
 Fecha:

12-04-23

Nombre y Firma: R. Fernandez  
 Fecha: 12/04/23

Código: RIL-CMOP-QC-FOR-00026

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A1-RT-008
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 16/08/22, 17/08/22
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL SCRUBBER 3° NIVEL	<b>HOJA:</b> 1 de 4
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 1	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro Tem. Externa (°C)	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)		
16/08/2022	8:46 a. m.				49	27	26	22.8	6.4	35.1	30%		
16/08/2022	10:00 a. m.				52	35	35	27.5	6.4	27.5	26%		
16/08/2022	12:00 p. m.				54	41	43	27.8	26.9	31.6	20%		
16/08/2022	2:00 p. m.				57	43	42	29.0	18.9	31.6	20%		
16/08/2022	3:00 p. m.				59	43	43	27.5	18.9	31.6	20%		
16/08/2022	4:00 p. m.				60	40	40	28.3	15.8	31.6	20%		
16/08/2022	5:00 p. m.				61	45	45	28.4	15.8	31.6	20%		
16/08/2022	6:00 p. m.				63	47	48	27.7	15.8	31.6	20%		
16/08/2022	7:00 p. m.				63	44	45	31.6	15.8	24.2	28%		
16/08/2022	8:00 p. m.				64	43	42	31.6	15.7	20.2	38%		
16/08/2022	10:00 p. m.				65	43	43	31.6	12.6	27.0	30%		
16/08/2022	11:00 p. m.				66	43	43	31.6	12.6	26.6	30%		
17/08/2022	12:00 a. m.				67	44	43	31.6	12.6	24.6	28%		
17/08/2022	1:00 a. m.				67	43	42	31.6	12.6	30.3	25%		
17/08/2022	2:00 a. m.				68	45	44	31.6	12.6	24.9	26%		
17/08/2022	3:00 a. m.				69	45	44	31.6	12.6	25.0	27%		
17/08/2022	4:00 a. m.				69	44	44	31.6	12.6	27.0	28%		
17/08/2022	5:00 a. m.				70	45	45	31.6	12.6	24.5	28%		
17/08/2022	7:24 a. m.				71	51	50	25.8	12.6	32.3	20%		
17/08/2022	8:12 a. m.				71	50	51	28.5	12.6	43.1	20%		

- Núcleo: T-37 (T2R)  
- Superior: T-38 (T3); T-39 (T3R)

RILEVE

Luis Cedron 20/02/23  
ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113284

Nombre y Firma: 20/02/23  
Fecha:

QC RILEVE:



Ricardo Okamura Forfui  
INGENIERO DE CALIDAD

Nombre y Firma: 20/02/23  
Fecha:

QA GOLDER:

R. Fernandez  
13/04/23

Código: RIL-CMOP-QC-FOR-00026

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A1-RT-009
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 6/09/22, 7/09/22
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL SCRUBBER 4° NIVEL	<b>HOJA:</b> 1 de 4
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 1	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa (°C)	
06/09/2022	8:28 a. m.			49	50	32	31	12.6	12.7	12.7	29%	-	
06/09/2022	9:04 a. m.			51	52	33	32	20.5	19.4	19.6	35%	-	
06/09/2022	11:22 a. m.			54	54	35	34	32.7	33.0	32.9	21%	-	
06/09/2022	11:53 a. m.			56	56	36	36	33.8	32.9	33.9	25%	-	
06/09/2022	1:47 p. m.			57	58	37	37	30.8	30.3	30.5	20%	-	
06/09/2022	2:07 p. m.			58	58	38	38	32.9	30.4	32.5	20%	-	
06/09/2022	3:07 p. m.			60	60	40	39	32.9	27.8	28.8	20%	-	
06/09/2022	4:05 p. m.			61	61	41	40	34.0	34.9	34.6	20%	12.4	
06/09/2022	5:02 p. m.			61	62	40	41	34.5	34.2	34.3	23%	-	
06/09/2022	8:18 p. m.			65	65	43	43	34.3	28.0	28.1	37%	-	
06/09/2022	9:00 p. m.			65	65	44	43	34.3	26.2	26.3	44%	5.4	
06/09/2022	10:56 p. m.			65	66	43	42	34.3	22.3	27.5	54%	5.3	
07/09/2022	2:03 a. m.			68	68	45	44	34.3	22.3	30.4	40%	4.8	
07/09/2022	3:55 a. m.			68	68	45	44	34.3	22.3	30.3	43%	3.0	
07/09/2022	5:03 a. m.			69	69	46	45	34.3	22.3	31.6	42%	2.9	
07/09/2022	8:30 a. m.			70	70	47	46	31.5	29.4	29.4	28%	-	
07/09/2022	9:06 a. m.			70	70	47	46	33.2	31.9	32.0	39%	11.6	
07/09/2022	10:01 a. m.			70	70	46	45	33.3	34.5	33.7	99%	-	
07/09/2022	11:00 a. m.			71	71	47	46	35.2	34.7	34.9	22%	13.6	
07/09/2022	1:21 p. m.			71	71	47	46	35.0	36.6	38.7	21%	15.7	

Núcleo: T-63 (T2); T-64 (T2R)  
Superior: T-65 (T3); T-66 (T3R)

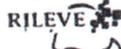
RILEVE

Luis Cedron 12/04/23

ASISTENTE DE CALIDAD

QA GOLDER:

SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113284

Nombre y Firma:  
Fecha:

20/03/23

QC RILEVE:



Luis Junior Diaz Cortez  
INGENIERO DE CALIDAD

Nombre y Firma:  
Fecha:

12-04-23

Nombre y Firma:  
Fecha:

R. F. Armas Diaz  
13/04/23

Código: RIL-CMOP-QC-FOR-20026

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A1-RT-010
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 09/10/22,
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	<b>HOJA:</b> 1 de 5
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL TANQUE 030	
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 01	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro Tem. Externa (°C)	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)		
09/10/2022	9:02 a. m.			55	55	38	38	26.1		23.5	86%		-
09/10/2022	10:06 a. m.			53	53	37	37	22.9	21.7	22.5	26%	9.7	-
09/10/2022	12:07 p. m.			54	54	34	35	28.4	20.8	27.5	22%	12.0	-
09/10/2022	1:02 p. m.			55	56	41	43	28.4	20.8	25.2	23%	13.4	-
09/10/2022	2:03 p. m.			56	56	42	42	37.7	20.8	25.9	22%	12.2	-
09/10/2022	3:00 p. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia
09/10/2022	4:00 p. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia
09/10/2022	5:00 p. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia
09/10/2022	6:00 p. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia
09/10/2022	7:00 p. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia
09/10/2022	8:00 p. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia
09/10/2022	9:40 p. m.			64	65	50	51	28.3	11.9	16.9	50%	4.6	-
09/10/2022	11:50 p. m.			87	90	74	77	18.4	17.6	17.9	60%		-
10/10/2022	1:20 a. m.			63	63	46	47	21.3	15.7	19.3	39%	4.5	-
10/10/2022	3:50 a. m.			74	78	67	70	21.6	15.7	18.0	59%	3.3	-
10/10/2022	4:00 a. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia
10/10/2022	5:00 a. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia
10/10/2022	6:00 a. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia
10/10/2022	7:00 a. m.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio de guardia

RILEVE

Luis Cedron 12/04/23  
ASISTENTE DE CALIDAD

-Núcleo : T-101 (T2); T-103 (T2R)  
-Superior : T-104 (T3); T-105 (T3R)

SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113284 20/03/23

Nombre y Firma:  
Fecha:

QC RILEVE:



Luis Junior Diaz Cortez  
INGENIERO DE CALIDAD  
12-04-23

Nombre y Firma:  
Fecha:

QA GOLDER:

Nombre y Firma:  
Fecha:

R. Fernandez  
13/04/23

Código: RIL-CMOP-QC-FOR-00028

Version: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A2-RT-001
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 24/08/22; 25/08/22
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL TK-120	<b>HOJA:</b> 1 de 4
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 02	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)		
24/08/2022	8:40 a. m.			50	50	25	25	24.1	24.1	8.3	29%	10.2	
24/08/2022	9:10 a. m.			52	52	28	28	26.6	26.8	8.3	27%	9.4	
24/08/2022	10:06 a. m.			54	54	31.7	31.1	28.5	28.2	8.3	25%	10.4	
24/08/2022	11:02 a. m.			55	55	33	33	30.3	30.6	8.3	25%	11.2	
24/08/2022	12:04 p. m.			57	57	36	36	30.5	32.6	8.3	23%	11.1	
24/08/2022	1:02 p. m.			61	61	41	41	29.1	30.5	12.9	21%	15.6	
24/08/2022	2:00 p. m.			61	61	45	45	30.5	30.6	12.9	21%	17.4	
24/08/2022	4:59 p. m.			62	62	42	42	36.1	48.1	12.9	21%	14.5	
24/08/2022	4:00 p. m.			66	66	47	47	35.1	35.5	12.9	21%	14.0	
24/08/2022	5:02 p. m.			63	63	43	43	28.0	29.3	8.3	20%	8.5	
-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24/08/2022	8:09 p. m.			70	70	45	45	35.1	29.6	12.9	20%	5.4	
24/08/2022	9:04 p. m.			69	69	44	44	38.6	38.7	12.9	20%	6.4	
24/08/2022	10:12 p. m.			70	70	44	44	44.0	38.2	12.9	20%	6.7	
24/08/2022	11:00 p. m.			70	70	45	45	35.0	33.0	12.9	20%	5.4	
24/08/2022	12:00 a. m.			70	70	44	44	33.0	32.2	12.9	20%	5.4	
25/08/2022	1:05 a. m.			70	70	43	43	28.1	29.5	12.9	20%	5.2	
25/08/2022	2:00 a. m.			67	67	44	44	29.0	28.5	12.9	20%	5.1	
25/08/2022	3:09 a. m.			69	69	47	47	30.5	29.5	12.9	20%	5.2	
25/08/2022	4:10 a. m.			70	70	44	44	28.5	28.1	12.9	20%	5.4	

-Núcleo; T-40 (T2); T-41 (T2R)  
-Superior; T-42 (T3); T-43 (T3R)

**RILEVE**  
Luis Cedron 12/04/23  
ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:  
**RILEVE**  
WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113284  
Nombre y Firma: [Firma]  
Fecha: 20/03/23

QC RILEVE:  
**RILEVE**  
Luis Junior Diaz Cortez  
INGENIERO DE CALIDAD  
12-04-23  
Nombre y Firma: [Firma]  
Fecha:

QA GOLDER:  
R. Fernandez  
13/04/23  
Nombre y Firma: [Firma]  
Fecha:

Código: RIL-CMOP-00-FOR-0025

Version: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A2-RT-002
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 26/08/22, 27/08/2022
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL TK-125	<b>HOJA:</b> 1 de 3
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 02	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)		
26/08/2022	11:17 a. m.			62	61	42	46	32.0	32.2	22.8	37%	12.00	
26/08/2022	12:00 p. m.			59	58	40	41	33.9	33.9	33.9	34%	12.00	
26/08/2022	2:33 p. m.			58	59	42	43	28.8	32.4	27.3	20%	13.50	
26/08/2022	3:06 p. m.			59	61	46	46	29.9	32.4	27.3	20%	13.00	
26/08/2022	4:03 p. m.			61	61	46	48	29.4	33.2	26.5	20%	7.70	
26/08/2022	5:04 p. m.			57	59	45	45	30.2	33.2	26.5	20%	6.00	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26/08/2022	8:00 p. m.			62	63	43	42	33.2	22.5	24.7	81%	4.90	
26/08/2022	9:00 p. m.			65	66	44	43	33.2	18.0	18.3	89%	5.00	
26/08/2022	10:00 p. m.			62	64	38	39	33.2	17.9	22.4	70%	5.00	
26/08/2022	11:00 p. m.			65	66	39	39	33.2	19.9	21.2	61%	4.30	
27/08/2022	12:00 a. m.			67	67	40	39	33.2	17.9	22.9	56%	4.20	
27/08/2022	1:00 a. m.			70	71	43	42	33.2	17.9	24.5	54%	4.50	
27/08/2022	2:00 a. m.			69	69	41	42	33.2	17.9	25.6	53%	4.00	
27/08/2022	3:00 a. m.			71	73	43	42	33.2	17.9	21.4	72%	4.10	
27/08/2022	4:00 a. m.			74	74	42	44	33.2	17.9	23.3	58%	4.00	
27/08/2022	5:00 a. m.			68	69	36	36	33.2	17.9	27.7	43%	5.00	
27/08/2022	6:00 a. m.			69	69	35	35	33.2	17.9	28.6	52%	10.00	
27/08/2022	7:09 a. m.			72	71	35	36	30.4	17.9	33.2	45%	10.20	
27/08/2022	8:02 a. m.			70	69	36	36	35.7	17.9	35.0	25%	10.20	

- Núcleo: T-44 (T2) ; T-45 (T2R)  
- Superior: T-46 (T3) ; T-47 (T3R)

RILEVE

Luis Cedron 12/04/23  
ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113284

Nombre y Firma:  
Fecha:

20/03/23

QC RILEVE:



Luis Jhuinor Diaz Cortéz  
INGENIERO DE CALIDAD  
12-04-23

Nombre y Firma:  
Fecha:

QA GOLDER:

Nombre y Firma:  
Fecha:

R. Ferrn dez  
13/04/23

Código: RIL-CMOP-00-FCR-002/25

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

**PROYECTO :** "CMOP - OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"  
**CLIENTE :** MINERA BOROO MISQUICHILCA  
**CONTRATISTA :** RILEVE minería & Construcción  
**ESTRUCTURA :** PEDESTAL TK-130  
**UBICACIÓN :** AREA 02

**N° CORRELATIVO:** A2-RT-003

**FECHA:** 28/08/22,  
29/08/2022

**HOJA:** 1 de 2

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa (°C)	
28/08/2022	9:20 a. m.				21.5	22.9	20.3	-	-	-	-	10.2	
28/08/2022	2:58 p. m.				22.7	23.2	22.2	-	-	-	-	11.8	
28/08/2022	5:04 p. m.				24.5	23.6	23.0	-	-	-	-	10	
-	-				-	-	-	-	-	-	-	-	
28/08/2022	9:00 p. m.				29.1	29.0	28.2	-	-	17.6	-	3.2	
28/08/2022	11:00 p. m.				26.4	27.7	27.4	-	-	24.8	-	4.1	
29/08/2022	1:00 p. m.				22.8	24.4	22.9	-	-	22.2	-	2.5	
29/08/2022	3:00 a. m.				24.4	25.6	26.4	-	-	23.7	-	4.8	
29/08/2022	5:00 a. m.				32.3	33.6	32.5	-	-	21.6	-	9.9	
29/08/2022	8:50 a. m.				35.8	36.1	35.8	-	-	36.8	-	8.6	
29/08/2022	9:04 a. m.				35.8	35.8	36.1	-	-	26.8	-	12.9	
29/08/2022	10:59 a. m.				35.7	33.5	35.7	-	-	30.5	-	12.8	
29/08/2022	1:43 p. m.				36.1	35.9	35.9	-	-	29.7	-	16.7	
29/08/2022	2:27 p. m.				35.9	36.0	36.1	-	-	24.9	-	16.1	
29/08/2022	3:55 p. m.				35.8	34.0	35.9	-	-	25.7	-	13.9	
29/08/2022	4:36 p. m.				35.9	36.0	35.8	-	-	26.3	-	10.2	
29/08/2022	5:41 p. m.				33.5	34.0	32.0	-	-	23.4	-	9.4	

- Núcleo: F-49 T2 R  
 - Superior: F-49 T3; F-50 T3 R

**RILEVE**  
  
 Luis Cedron 12/08/23  
 ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:  
**RILEVE**  
  
 WILBERT ROJAS ESPINOZA  
 RESIDENTE  
 CIP 113284  
 Nombre y Firma: 20/03/23  
 Fecha:

QC RILEVE:  
**RILEVE**  
  
 Luis Junior Diaz Cortez  
 INGENIERO DE CALIDAD  
 12-04-23  
 Nombre y Firma:  
 Fecha:

QA GOLDER:  
  
 R. Ferrnandez  
 10/04/23  
 Nombre y Firma:  
 Fecha:

Código: RIL-GMOP-OC-FOR-00029

Version: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A2-RT-004
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 29/08/22, 30/08/2022
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL TK-135	<b>HOJA:</b> 1 de 2
<b>UBICACIÓN</b> :	ÁREA 02	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa (°C)	
29/08/2022	9:00 p. m.			49	49	29	23	23.4	16.1	23.3	62%	4.6	
29/08/2022	10:00 p. m.			50	51	28	22	23.5	16.1	22.1	66%	4.9	
29/08/2022	11:00 p. m.			52	53	28	24	23.5	16.1	21.7	69%	6.6	
30/08/2022	12:00 a. m.			53	53	27	21	23.5	16.1	21.4	71%	5.7	
30/08/2022	2:00 p. m.			56	57	29	16	23.5	16.1	21.0	58%	5.4	
30/08/2022	3:00 p. m.			56	56	21	17	23.8	16.1	22.2	66%	3.0	
30/08/2022	4:00 p. m.			58	58	24	16	23.8	16.1	21.9	69%	3.8	
30/08/2022	5:00 p. m.			58	58	24	19	25.2	16.1	24.6	68%	4.4	
30/08/2022	9:16 a. m.			60	60	25	21	27.0	16.4	27.4	41%	15.5	
30/08/2022	10:04 a. m.			61	61	31	29	34.0	26.9	35.0	32%	16.2	
30/08/2022	11:28 a. m.			62	62	29	29	25.1	37.7	37.8	40%	15.2	
30/08/2022	1:06 p. m.			63	63	31	28	25.5	28.6	33.1	41%	15.7	
30/08/2022	2:02 p. m.			63	64	33	27	24.8	24.8	29.8	47%	9.3	
30/08/2022	3:01 p. m.			64	64	29	25	23.9	27.8	23.6	47%	8.0	
30/08/2022	4:07 p. m.			64	64	27	25	28.9	25.0	28.9	66%	10.4	
30/08/2022	5:00 p. m.			64	64	26	23	29.1	29.2	25.9	58%	8.0	
30/08/2022	8:00 p. m.			64	64	22	18	33.3	28.8	33.0	58%	5.0	
30/08/2022	9:00 p. m.			66	66	31	27	33.3	24.6	24.7	69%	4.5	
30/08/2022	10:00 p. m.			67	66	31	26	33.3	22.0	22.5	69%	4.2	
30/08/2022	11:00 p. m.			66	66	29	25	33.3	20.7	20.8	60%	3.6	

- Núcleo : T-51 (T1); T-52 (T2R)  
- Superior : T-53 (T3); T-54 (T3R)

RILEVE

Luis Cedron 12/04/23  
ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113284

Nombre y Firma:  
Fecha:

20/02/23

QC RILEVE:



Luis Jhonio Diaz Cortéz  
INGENIERO DE CALIDAD  
12-04-23

Nombre y Firma:  
Fecha:

QA GOLDER:

Nombre y Firma:  
Fecha:

R. Fajardo  
13/04/23

Código: RIL-CMOP-OC-FOR-00028

Version: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A2-RT-005
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 03/09/22,
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	<b>HOJA:</b> 1 de 2
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL TK-145	
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 02	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa	
03/08/2022	10:08 a. m.			50	56	22	23	18.7	18.7	19.1	50%	8.3	
03/08/2022	11:04 a. m.			52	52	31	31	18.6	19.3	19.4	34%	8.2	
03/08/2022	12:06 a. m.			54	53	35	36	22.9	23.2	23.3	30%	10.8	
03/08/2022	13:47 a. m.			57	56	41	40	23.3	23.5	23.5	35%	12.0	
03/08/2022	15:01 a. m.			58	58	43	42	21.7	21.7	21.8	39%	12.0	
03/08/2022	16:01 a. m.			59	59	36	37	22.6	22.3	22.2	34%	13.4	
03/08/2022	05:05 a. m.			60	60	36	36	26.1	20.0	22.2	51%	8.0	
03/08/2022	10:51 a. m.			64	64	36	37	25.1	20.5	21.1	49%	8.6	
03/08/2022	11:59 a. m.			65	65	35	36	25.8	20.4	25.5	34%	7.4	
04/08/2022	2:05 a. m.			66	66	34	35	25.8	20.4	20.6	38%	3.9	
04/08/2022	3:06 a. m.			66	66	30	31	25.8	20.4	23.9	47%	3.7	
04/08/2022	5:07 a. m.			67	67	32	33	25.8	19.1	19.5	48%	3.0	
04/08/2022	8:31 a. m.			68	68	37	36	20.0	20.3	20.0	28%	11.5	
04/08/2022	9:22 a. m.			69	68	39	40	21.0	21.1	21.1	32%	12.4	
04/08/2022	10:11 a. m.			69	69	36	34	22.2	22.0	22.1	43%	12.4	
04/08/2022	10:58 a. m.			69	69	34	35	24.4	24.5	24.5	35%	13.1	
04/08/2022	11:48 a. m.			13	69	37	39	24.1	23.9	24.0	32%	13.5	
04/08/2022	1:34 p. m.			69	69	34	35	22.1	21.9	21.9	43%	13.9	
04/08/2022	2:42 p. m.			69	24	33	35	22.7	23.2	23.0	45%	15.0	
04/09/2022	3:45 p. m.			69	69	32	34	20.2	20.1	20.1	52%	16.4	

OBSERVACIONES:

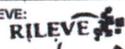
Wicks: T-65 (T1); T-66 (T2R)  
 Supellor: T-57 (T3); T-68 (T3R)

RILEVE

Luis Cedron 12/09/22

ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:



WILBERT ROJAS ESPINOZA  
 RESIDENTE  
 CIP 113284

Nombre y Firma:  
 Fecha:

20/03/23

QC RILEVE:



Luis Jhunidr Diaz Cortéz  
 INGENIERO DE CALIDAD  
 12-04-23

Nombre y Firma:  
 Fecha:

QA GOLDER:

Nombre y Firma:  
 Fecha:

R. Ferrer doz  
 13/04/23

Código: RIL-CMOP-CC-FOR-00029

Versión: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A2-RT-006
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 04/09/2022, 05/09/2022
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	<b>HOJA:</b> 1 de 1
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL TK-140	
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 02	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa (°C)	
04/09/2022	2:06 a. m.			49	49	29	29	20.0	19.6	19.6	46%	13.8	
04/09/2022	4:03 a. m.			53	53	30	30	24.2	24.0	24.2	49%	10.5	
04/09/2022	8:08 p. m.			62	61	39	38	26.3	13.1	24.0	52%	5.6	
04/09/2022	9:08 p. m.			59	59	36	36	28.2	13.1	25.1	46%	5.6	
04/09/2022	11:03 p. m.			61	60	34	34	28.2	13.1	22.7	53%	5.6	
05/09/2022	1:19 a. m.			62	62	35	35	31.0	13.1	30.6	51%	3.9	
05/09/2022	3:02 a. m.			63	63	36	35	31.5	13.1	21.0	55%	3.9	
05/09/2022	5:03 a. m.			65	65	35	34	31.5	29.5	23.4	37%	2.6	
05/09/2022	7:15 a. m.			66	66	35	34	23.2	22.6	22.8	43%	8.7	
05/09/2022	8:05 p. m.			67	67	36	35	20.1	22.2	22.2	48%	8.9	
05/09/2022	9:40 a. m.			66	66	34	34	21.4	21.2	21.3	31%	10.7	
05/09/2022	10:02 a. m.			66	66	34	34	21.4	21.2	21.3	33%	10.2	
05/09/2022	11:04 a. m.			67	68	37	37	25.1	25.3	25.2	28%	10.4	
05/09/2022	11:50 a. m.			67	67	35	36	22.7	22.2	22.3	34%	10.8	
05/09/2022	1:56 p. m.			69	69	35	35	17.4	16.3	16.4	24%	10.8	
05/09/2022	3:00 p. m.			68	67	33	32	17.2	16.9	17.0	35%	9.0	
05/09/2022	4:03 p. m.			69	69	34	34	21.6	21.4	21.5	26%	9.2	
05/09/2022	5:00 p. m.			68	69	35	34	19.8	19.7	19.7	47%	8.6	

Núcleo : T-59 (T2); T-60 (T2R)  
Superior : T-61 (T3); T-62 (T3R)

Luis Cedron 12/04/23  
ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:  
  
WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113284  
Nombre y Firma: 20/03/23  
Fecha:

QC RILEVE:  
  
Luis Jhunidr Diaz Cortez  
INGENIERO DE CALIDAD  
12-04-23  
Nombre y Firma:  
Fecha:

QA GOLDER:  
  
R. Fernandez  
13/04/23  
Nombre y Firma:  
Fecha:

Código: RIL-CMOP-QC-FOR-0026

Version: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A3-RT-004
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 01/10/22, 02/10/22, 03/10/22
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL TANQUE TK-115	<b>HOJA:</b> 1 de 2
<b>UBICACIÓN</b> :	AREA 03	

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)	Tem. Externa (°C)	
01/10/2022	11:10 p. m.			36	37	27	28	17.3	15.5	15.5	37%	5.7	
02/10/2022	12:20 a. m.			37	38	31	30	19.7	19.1	19.1	64%	3.0	
02/10/2022	1:10 a. m.			40	40	33	34	22.7	22.5	22.2	52%	2.0	
02/10/2022	2:10 a. m.			40	40	33	34	21.9	20.5	20.4	56%	2.5	
02/10/2022	3:10 a. m.			42	42	35	38	19.9	20.1	19.8	54%	3.0	
02/10/2022	4:10 a. m.			43	44	37	36	19.5	19.2	19.3	60%	2.4	
02/10/2022	5:10 a. m.			44	45	36	36	20.6	21.1	20.8	74%	2.7	
02/10/2022	8:22 a. m.			49	49	48	48						
02/10/2022	10:12 a. m.			50	50	38	38	29.3	9.2	24.8	38%	9.7	
02/10/2022	11:33 a. m.			51	52	39	38	27.4	21.6	25.9	37%	8.9	
02/10/2022	12:30 p. m.			52	52	39	39	29.0	22.7	26.6	27%	10.4	
02/10/2022	1:27 p. m.			53	53	40	40	29.6	21.4	23.9	38%	11.1	
02/10/2022	2:28 p. m.			53	54	38	38	28.0	23.1	26.9	27%	11.0	
02/10/2022	8:40 p. m.			56	57	38	38	29.9	22.3	24.7	31%	4.7	
02/10/2022	9:40 p. m.			57	58	40	40	26.4	24.8	24.9	29%	5.8	
02/10/2022	10:40 p. m.			58	58	40	39	26.5	26.9	27.5	31%	5.1	
02/10/2022	11:40 p. m.			58	58	40	40	25.1	24.4	24.5	30%	4.6	
03/10/2022	12:40 a. m.			58	59	40	40	24.3	23.4	23.6	32%	4.0	
03/10/2022	1:40 a. m.					40	40	27.9	23.6	25.3	34%	5.0	
03/10/2022	2:40 a. m.												

-Núcleo: T-74 (T2); T-75 (T2R)  
-Superior: T-76 (T3); T-93 (T3R)

RILEVE  
  
Luis Cedron 14/04/23  
ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE:  
RILEVE  
  
WILBERT ROJAS ESPINOZA  
RESIDENTE  
CIP 113284  
Nombre y Firma: 20/03/23  
Fecha:

QC RILEVE:  
RILEVE  
  
Luis Junior Diaz Cortez  
INGENIERO DE CALIDAD  
12-04-23  
Nombre y Firma:  
Fecha:

QA GOLDER:  
  
R. Fernandez  
15/04/23  
Nombre y Firma:  
Fecha:

Código: RIL-CMOP-OC-F09-C0028

Version: 1

Fecha: May - 22

Especialidad: Civil

<b>PROYECTO</b> :	"CMOP- OPTIMIZACION DE MATERIALES CARBONO"	<b>N° CORRELATIVO:</b> A3-RT-005
<b>CLIENTE</b> :	MINERA BOROO MISQUICHILCA	<b>FECHA:</b> 03/10/22, 04/10/22, 05/10/22
<b>CONTRATISTA</b> :	RILEVE minería & Construcción	
<b>ESTRUCTURA</b> :	PEDESTAL TANQUE TK-116	
<b>UBICACIÓN</b> :	ÁREA 03	<b>HOJA:</b> 1 de 3

REGISTRO DE TEMPERATURAS

FECHA	HORA	TERMOCUPLAS						TERMO - HIGROMETRO				Termómetro	Observaciones
		T1 (Temp. °C) Inferior	T1 R (Temp. °C) Inferior	T2 (Temp. °C) Núcleo	T2 R (Temp. °C) Núcleo	T3 (Temp. °C) Superior	T3 R (Temp. °C) Superior	T Max (Temp. °C)	T Min (Temp. °C)	T Promedio (Temp. °C)	Hum. Rel (%)		
03/10/2022	9:44 p. m.			45	45	33	34	9.7	9.8	9.8	40%	4.0	
03/10/2022	10:47 p. m.			46	46	33	34	14.2	12.3	12.3	38%	5.0	
03/10/2022	11:47 p. m.			48	48	38	39	15.3	15.3	15.3	37%	4.8	
04/10/2022	12:47 a. m.			48	48	35	36	19.6	19.7	19.7	63%	4.0	
04/10/2022	1:47 a. m.			49	49	36	37	25.2	19.3	19.3	70%	5.3	
04/10/2022	2:47 a. m.			50	50	39	40	13.4	13.4	13.4	39%	4.2	
04/10/2022	3:47 a. m.			51	51	39	40	12.5	12.5	12.5	49%	3.9	
04/10/2022	4:47 a. m.			52	52	38	39	13.3	13.3	13.3	48%	4.0	
04/10/2022	7:52 a. m.			53	53	42	44	23.8	23.8	23.8	30%	6.7	
04/10/2022	9:07 a. m.			55	55	43	44	26.4	26.1	26.1	26%		
04/10/2022	10:03 a. m.			54	54	39	39	27.1	26.5	26.5	31%	11.3	
04/10/2022	11:02 a. m.			54	54	38	40	27.8	26.5	26.5	37%	11.2	
04/10/2022	12:47 p. m.			56	56	41	42	29.0	21.5	21.5	39%		
04/10/2022	2:55 p. m.			55	55	32	34	29.0	24.9	24.9	59%	9.5	
04/10/2022	8:20 p. m.			57	57	34	38	25.7	10.4	10.4	43%	3.4	
04/10/2022	9:20 p. m.			57	57	36	38	13.0	12.8	12.8	50%	4.0	
04/10/2022	10:20 p. m.			58	58	35	37	13.2	12.7	12.7	52%	4.9	
04/10/2022	11:20 p. m.			57	57	33	36	18.3	18.3	18.3	56%	4.9	
05/10/2022	12:20 a. m.			57	57	36	39	19.1	19.0	19.0	52%	5.4	
05/10/2022	1:20 a. m.			57	57	36	37	19.2	14.9	15.9	45%	5	

RILEVE

- Núcleo: T-94 (T2); T-95 (T2R)  
Superior: T-96 (T3); T-97 (T3R)

Luis Cedron 12/04/22

ASISTENTE DE CALIDAD

SUPERVISOR RILEVE  
  
**WILBERT ROJAS ESPINOZA**  
 RESIDENTE  
 CIP 113284  
 Nombre y Firma: 20/03/23  
 Fecha:

QC RILEVE:  
  
**Luis Junior Diaz Cortez**  
 INGENIERO DE CALIDAD  
 12-04-23  
 Nombre y Firma:  
 Fecha:

QA GOLDER:  
  
**R. Fernandez**  
 13/04/22  
 Nombre y Firma:  
 Fecha:

**ANEXO 3 Certificados de Calidad de materiales**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 09366 - 2022

Proforma : 11352

Fecha de emisión : 2022-06-03

Página : 1 de 3

**SOLICITANTE : RILEVE INGENIERIA & CONSTRUCCION EIRL**

Dirección : Jr. Leoncio Prado Nro. 116 Bar. Bar La Colmena Cajamarca-Cajamarca-Cajamarca

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL**

Marca : CIE  
Modelo : 307P  
N° de Serie : 1905781  
Intervalo de indicación : -50 °C a 1300 °C  
Resolución : 0,1 °C  
Sensores : Doce termopares tipo K  
Procedencia : Taiwán  
Identificación del equipo : No indica  
Fecha de Calibración : 2022-06-03  
Ubicación : No indica

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa, tomando como referencia el PC-017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales". Segunda Edición - Diciembre 2012. SNM-INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,3 °C	23,0 °C
HUMEDAD RELATIVA	55,5 %hr	55,3 %hr

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

RILEVE

Luis Cedron

ASISTENTE DE CALIDAD

Res. 28/08/22

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico.

CFP: 0316

RILEVE

Nilo Perquin Cabrera  
COORDINADOR QC

17.11.22

Estefanía Hernández  
CIP: 226449  
Supervisor CQA & Field Engineer  
WSP - GOLDR

16/11/22

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Indicador Digital de platino incertidumbre 12,0 mK a 34,0 mK DM-INACAL	Termómetro Digital -100 °C a 400 °C	LT-150-2021  LT-151-2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

SENSOR	INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
S1	0,7	0,0	-0,7	0,1
	29,8	30,0	0,2	0,1
	60,0	60,0	0,0	0,1
S2	0,9	0,0	-0,9	0,1
	29,3	30,0	0,7	0,1
	59,6	60,0	0,4	0,1
S3	0,7	0,0	-0,7	0,1
	29,0	30,0	1,0	0,1
	59,7	60,0	0,3	0,1
S4	0,8	0,0	-0,8	0,1
	29,0	30,0	1,0	0,1
	59,1	60,0	0,9	0,1
S5	-0,2	0,0	0,2	0,1
	29,1	30,0	0,9	0,1
	59,1	60,0	0,9	0,1
S6	1,0	0,0	-1,0	0,1
	29,3	30,0	0,7	0,1
	59,0	60,0	1,0	0,1
S7	0,1	0,0	-0,1	0,1
	29,1	30,0	0,9	0,1
	59,3	60,0	0,7	0,1
S8	-0,3	0,0	0,3	0,1
	29,1	30,0	0,9	0,1
	59,4	60,0	0,6	0,1
S9	0,2	0,0	-0,2	0,1
	29,0	30,0	1,0	0,1
	59,3	60,0	0,7	0,1
S10	0,2	0,0	-0,2	0,1
	29,1	30,0	0,9	0,1
	59,3	60,0	0,7	0,1
S11	0,2	0,0	-0,2	0,1
	29,1	30,0	0,9	0,1
	59,2	60,0	0,8	0,1
S12	0,3	0,0	-0,3	0,1
	29,0	30,0	1,0	0,1
	59,1	60,0	0,9	0,1

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

RILEVE

Luis Cedron  
ASISTENTE DE CALIDAD

Rog. 29/08/22

RILEVE

Nilo Cerquín Cabrera  
COORDINADOR QC

17.11.22

16/11/22  
- Estefania Hernández  
CIP: 226449  
Supervisor CQA & Field Engineer  
WSP - GOLDER

Certificado : TC - 09366 - 2022  
Página : 3 de 3

**OBSERVACIONES**

La profundidad de inmersión del sensor fue de 12 cm aproximadamente.

Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición corresponden con la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale - ITS-90).

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

\*El canal calibrado es el identificado con T1

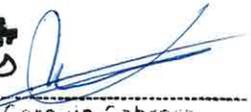
**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**



**RILEVE**  
Luis Cedron  
ASISTENTE DE CALIDAD  
Reg. 28/08/22



**RILEVE**  
Nino Gerquin Cabrera  
COORDINADOR QC  
17.11.22



16/11/22  
Estefanía Hernández  
CIP: 226449  
Supervisor CQA & Field Engineer  
WSP - GOLDR

Envase

TIPO DE CEMENTO: **Cemento Tipo HS**  
 COMPOSICIÓN PROMEDIO DEL LOTE: **SILO DE CEMENTO No.1**  
 REMITIDO A: **QUINTANA GUEVARA ELMER OSCAR**

VEHÍCULO: **T51801**  
 FECHA: **22/05/2022**  
 COD. LOTE: **2022042666**

ANALISIS QUIMICO	VALORES
DIÓXIDO DE SÍLICE (SiO <sub>2</sub> ), %	26.21
OXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), %	7.4
OXIDO DE FIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), %	3.08
OXIDO DE CALCIO (CaO), %	51.63
OXIDO DE MAGNESIO (MgO), %	2.91
TRÍOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> ), %	2.47
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O), %	0.83
OXIDO DE SODIO (Na <sub>2</sub> O), %	0.51
PERDIDA POR IGNICIÓN (P.I.), %	4
<b>ENSAYO FISICOS</b>	
Retenidos en malla 325, %	0.79
Superficie especifica BLAINE, m <sup>2</sup> /kg	503
Este informe muestra las CARACTERISTICAS TIPICAS DEL PROMEDIO DEL LOTE DE PRODUCCIÓN, confirmando que este cemento cumple las especificaciones de las Normas Técnicas NTP 334.082 y ASTM C-1157.	

ISIDRO CASTILLO ROBERT BRAULIO  
 División de Control de Calidad

*Estefania Hernández*  
**Estefania Hernández**  
 CIP: 226449  
 Supervisor CQA & Field Engineer  
 WSP - GOLDER

**RILEVE**  
*Gabriel Chiroque*  
**Ing. Gabriel Chiroque**  
 CONTROL DE CALIDAD



*Gianella Azahuanche*  
**Ing. Gianella Azahuanche V.**  
 RESPONSABLE PLANTA DE CONCRETO

21/05/22



**INFORME DE CALIDAD**  
N° 040-May-22

TIPO DE CEMENTO: **CEMENTO TIPO HS (MH) ( R )**  
 Marca: "ANDINO ULTRA"  
 Normas de Referencia: ASTM-C1157 / NTP 334.082  
 Fecha Emitida: 8/06/2022  
 Periodo Análisis: 1 al 31 de Mayo 2022

REMITIDA A:

REQUISITOS QUIMICOS Y FISICOS ESTÁNDAR			
QUIMICOS	Un	Valores	Límites Especificados
DIOXIDO DE SILICE (SiO2)	%	25.76	---
OXIDO DE ALUMINIO (Al2O3)	%	7.39	---
OXIDO DE FIERRO (Fe2O3)	%	3.06	---
OXIDO DE CALCIO (CaO)	%	52.41	---
OXIDO DE MAGNESIO (MgO)	%	2.98	---
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO3)	%	2.39	---
OXIDO DE POTASIO (K2O)	%	0.81	---
OXIDO DE SODIO (Na2O)	%	0.50	---
<b>FISICOS</b>			
RETENIDO MALLA 325 (45 MICRAS)	%	0.89	---
SUPERFICIE ESPECIFICA BLAINE	m2/kg	501	---
CONTENIDO DE AIRE	%	2.89	12 máx.
EXPANSIÓN AUTOCLAVE	%	0.02	0.80 máx.
FRAGUADO VICAT INICIAL	min	155	45 min.
FRAGUADO VICAT FINAL	min	267	420 máx.
<b>CALOR DE HIDRATACION</b>			
Calorimetría de conducción Isotérmica			
3 DÍAS	kJ/Kg	262	335 máx.
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>			
3 DÍAS	MPa	27.3	11.0 mín.
7 DÍAS	MPa	35.6	18.0 mín.
28 DÍAS	MPa	45.9	25.0 mín.
<b>RESISTENCIA A LOS SULFATOS</b>			
06 MESES	%	0.048	0.050 máx.
01 AÑO	%	0.062	0.100 máx.
<b>REACTIVIDAD AGREGADOS ALCALI-SILICE</b>			
EXPANSIÓN 14 DÍAS	%	0.011	0.020 máx.
EXPANSIÓN 56 DÍAS	%	0.021	0.080 máx.
<b>EXPANSIÓN BARRA DE MORTERO</b>			
14 DÍAS	%	0.009	0.020 máx.
<b>REQUISITOS FISICOS OPCIONALES</b>			
FALSO FRAGUADO	%	77	50.0 min

(\*) COMENTARIOS: La Resistencia a la Compresión a 28 días corresponde al mes de Abril. Los resultados de Resistencia a Sulfatos, Reactividad agregado Alcali-Silice y Expansión de morteros son los últimos reportados

Este Informe muestra las CARACTERISTICAS TIPICAS DEL PROMEDIO MENSUAL DE LA PRODUCCION confirmando que este cemento cumple las especificaciones de las Normas Técnicas NTP 334.082 y ASTM C-1157

V°B°

V°B°

Quím. Jessica Medina  
 Jefe de División Control de Calidad Atocongo

Ing. Juan Asmat  
 Gerente de Operaciones Atocongo

Ing. Gianella Azahuanche V.  
 RESPONSABLE PLANTA DE CONCRETO

Ing. Gabriel Chiroque  
 CONTROL DE CALIDAD

Estefanía Hernández  
 CIP: 226449  
 Supervisor CQA & Field Engineer  
 MSP - GOLDR

21  
10  
22

## CERTIFICADO DE CALIDAD

BUILDING TRUST



El presente documento presenta el Estado Permisible de las especificaciones técnicas de nuestro producto **Sikament 290N x 1000 L**

## 1. ESTADO PERMISIBLE Y RESULTADOS DEL LOTE ANALIZADO:

**NÚMERO DE LOTE:** 092183 **Fabric:** 10/05/22 **O/P:** OP092183

Ensayo	Rango de Aceptación	Resultados
Aspecto	Mín: 0.00 - Máx: 0.00	Correcto
Densidad (Kg/L)	Mín: 1.18 - Máx: 1.22	1.20
pH al 10% (agua destilada)	Mín: 7.00 - Máx: 9.00	8.37
Sólidos por Desecación (%)	Mín: 36.00 - Máx: 40.00	39.93
Análisis Cualitativo por IR	Mín: 0.00 - Máx: 0.00	Correcto
Fecha de vencimiento	1 año	06-2023

## 2. REFERENCIA:

NICC : 1023000 Edición : 7

Este documento es elaborado electrónicamente, por lo tanto tiene validez sin firma.  
Atentamente,

Lurín, 12 de Mayo 2022

Formato CC-F 13  
Autorizado por: GMS  
Fecha: 27-05-13  
Edición: 2



Claudia Vargas  
Gerente de Laboratorio

LA INFORMACIÓN Y EN PARTICULAR LAS RECOMENDACIONES DE ESTA INSTRUCCIÓN DE USO ESTÁN BASADAS EN LOS ACTUALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA, Y EN PRUEBAS QUE CONSIDERAMOS SEGURAS SOBRE LOS PRODUCTOS APROPIADAMENTE ALMACENADOS, MANIPULADOS Y UTILIZADOS EN LAS CONDICIONES NORMALES DESCRITAS. EN LA PRÁCTICA, Y NO PUDIENDO CONTROLAR LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN (TEMPERATURA, ESTADO DE LOS SUSTRATOS, ETC.), NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NINGÚN DAÑO, PERJUICIO O PÉRDIDA OCASIONADAS POR EL USO INADECUADO DEL PRODUCTO. ACONSEJAMOS AL USUARIO QUE PREVIAMENTE DETERMINE SI EL MISMO ES APROPIADO PARA EL USO PARTICULAR PROPUESTO. TODOS LOS PEDIDOS ESTÁN SUJETOS A NUESTROS TÉRMINOS CORRIENTES DE VENTA Y ENTREGA. LOS USUARIOS SIEMPRE DEBEN REMITIRSE A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS 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)

## SIKA PERU S.A.C.

Habilitación Industrial El Lúcumo Mz. "B" Lote 6, Lurín - L3 Lima - Perú  
Telf: +51 1 618 6060 · Fax: +51 1 618 6070 · [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

Ing. [Signature] V.  
RESPONSABLE PLANTA DE CONCRETO

R. Fernandez  
x JHEINI VARELA  
17/06/23

[Signature]  
Ricardo Okamura Forfui  
INGENIERO DE CALIDAD

## CERTIFICADO DE CALIDAD

BUILDING TRUST



El presente documento presenta el Estado Permisible de las especificaciones técnicas de nuestro producto **SikaAer x 200 L**

## 1. ESTADO PERMISIBLE Y RESULTADOS DEL LOTE ANALIZADO:

NÚMERO DE LOTE: 091802 Fabric: 25/03/22 O/P: OP091802

Ensayo	Rango de Aceptación	Resultados
Aspecto	Mín: 0.00 - Máx: 0.00	Correcto
Densidad (Kg/L)	Mín: 1.01 - Máx: 1.02	1.02
pH al 10% (agua destilada)	Mín: 10.00 - Máx: 11.00	10.00
Sólidos por Desecación (%)	Mín: 7.00 - Máx: 11.00	8.21
Análisis Cualitativo por IR	Mín: 0.00 - Máx: 0.00	Correcto
Fecha de vencimiento	1 Año	01-2023

## 2. REFERENCIA:

NICC : 9999240 Edición : 2

Este documento es elaborado electrónicamente, por lo tanto tiene validez sin firma.  
Atentamente,

Lurín, 29 de Marzo 2022

Formato CC-F 13  
Autorizado por: GMS  
Fecha: 27-05-13  
Edición: 2



Claudia Vargas  
Gerente de Laboratorio

LA INFORMACIÓN Y EN PARTICULAR LAS RECOMENDACIONES DE ESTA INSTRUCCIÓN DE USO ESTÁN BASADAS EN LOS ACTUALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA, Y EN PRUEBAS QUE CONSIDERAMOS SEGURAS SOBRE LOS PRODUCTOS APROPIADAMENTE ALMACENADOS, MANIPULADOS Y UTILIZADOS EN LAS CONDICIONES NORMALES DESCRITAS. EN LA PRÁCTICA, Y NO PUDIENDO CONTROLAR LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN (TEMPERATURA, ESTADO DE LOS SUSTRATOS, ETC.), NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NINGÚN DAÑO, PERJUICIO O PÉRDIDA OCASIONADAS POR EL USO INADECUADO DEL PRODUCTO. ACONSEJAMOS AL USUARIO QUE PREVIAMENTE DETERMINE SI EL MISMO ES APROPIADO PARA EL USO PARTICULAR PROPUESTO. TODOS LOS PEDIDOS ESTÁN SUJETOS A NUESTROS TÉRMINOS CORRIENTES DE VENTA Y ENTREGA. LOS USUARIOS SIEMPRE DEBEN REMITIRSE A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS 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)

SIKA PERU S.A.C.

Habilitación Industrial El Lúcumo Mz. "B" Lote 6, Lurín - L3 Lima - Perú  
Telf: +51 1 618 6060 - Fax: +51 1 618 6070 - [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)



Ina. Gianella Azañuánche V.  
RESPONSABLE PLANTA DE CONCRETO

R. Román  
x JIRINS VARIOS

17/06/23.



Ricardo Okamura Forfui  
INGENIERO DE CALIDAD