


# **Anexo F**

# **Plan de control de calidad de materiales.**



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
CALIDAD MATERIALES DE  
CONSTRUCCIÓN, BATERÍA 1A – 1B,  
HORNOS SOLERA PLANTA SAN CARLOS.**

**C.I. MILPA S.A.**

## Contenido

1. Objeto .....	2
2. Ensayo para concretos.....	2
2.1. Toma de muestras de concreto. ....	2
2.2. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto (NTC 673).....	3
3. Ensayos para mampostería .....	4
3.1. Ladrillo Refractario.....	4
3.1.1. Análisis Químico (NTC 773) .....	4
3.1.2. Cono pirométrico equivalente CPE (NTC 706).....	4
3.1.3. Resistencia a la compresión en frío (NTC 682).....	5
3.1.4. Deformación bajo carga a elevadas temperaturas (NTC 1107) .....	5
3.2. Ladrillo aislante .....	6
3.2.1. Conductividad térmica (ASTM C177; ISO 8301 o ISO 8302).....	6
4. Muestreo .....	6
4.1. Periodicidad de muestreo en concretos.....	6
4.2. Periodicidad de muestreo en mampostería.....	7
4.2.1. Aplicativo de ensayos para mampostería .....	7

## 1. Objeto

El presente documento tiene como finalidad definir los ensayos a realizar al concreto, ladrillo refractario y ladrillo aislante del proyecto Batería 1A -1B de C.I. MILPA S.A. en la Planta San Carlos, ubicada en el municipio de Guachetá, Cundinamarca.

## 2. Ensayo para concretos

### 2.1. Toma de muestras de concreto.

El muestreo se llevará a cabo en campo tomando una muestra representativa suficiente para llenar cada uno de los 4 de los moldes o camisas.

Los moldes o camisas deben ser de acero, hierro fundido o de cualquier otro material no absorbente y no reactivo con el concreto y deben cumplir las especificaciones para moldes de elaboración de especímenes de concreto de la ASTM C470/C470M.

El procedimiento de elaboración de los cilindros de concreto se regirá por norma NTC 550, de la siguiente manera:

- Los especímenes deben ser elaborados sobre una superficie nivelada y libre de vibración.
- Para el caso, la elaboración de los cilindros se realizará por el método de compactación por apisonamiento. El llenado de los cilindros debe realizarse por capas como lo indica la siguiente tabla:

Tipo y tamaño de la muestra en mm.	Número de capas en las que se debe realizar el llenado del cilindro.	Numero de apisonamientos por capa.
100 x 200	2	25
150 x 300	3	25
225 x 450	4	50

- Cada una de las capas debe tener una profundidad aproximadamente igual.
- El apisonamiento se llevará a cabo con una varilla de compactación, distribuyendo cada uno de los golpes sobre la superficie de la capa de concreto. La varilla debe penetrar aproximadamente 25 mm en la capa inmediatamente inferior.
- La varilla debe ser lisa, con punta redondeada y debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Diámetro del cilindro, en mm.	Diámetro de la varilla, en mm.
< 150	10 ± 2
≥ 150	16 ± 2

- Luego del apisonamiento de cada capa, se deberán realizar de 10 a 15 golpes a lo largo del perímetro del molde con un martillo de cabeza de caucho, con el fin de liberar las burbujas atrapadas en el interior del molde.
- Con la varilla de apisonamiento, con un palustre o con una llana metálica se debe enrasar la superficie superior del molde retirando el material sobrante.
- Luego de  $24 \pm 8$  horas se deben desencofrar los cilindros y ser llevados a inmediatamente en un ambiente húmedo para el proceso de curado.

Para el transporte de los cilindros debe asegurarse la no pérdida de humedad por mas de 48 horas y en todo momento debe garantizarse una temperatura de  $16^{\circ}\text{C}$  a  $27^{\circ}\text{C}$ , protegiéndolos de la luz solar directa y de dispositivos de calefacción.

## 2.2. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto (NTC 673)

Se tomarán 4 especímenes de concreto, los cuales deben ser ensayados cumpliendo las siguientes tolerancias de tiempo admisibles, así:

Edad del ensayo	Tolerancia admisible
7 días	6 horas
28 días	20 horas

El laboratorio encargado de realizar la rotura de los cilindros deberá presentar el informe sobre la verificación de la calibración de la máquina de ensayo sujeto a las siguientes disposiciones:

- El porcentaje de error de las cargas de la maquina de ensayo no debe exceder  $\pm 1\%$  de la carga indicada.
- La precisión de la maquina de ensayo debe ser verificada aplicando cinco ensayos de carga en cuatro incrementos aproximadamente iguales en orden ascendente.
- Cualquier otra especificación necesaria especificada por la NTC 673.

En informe de resultados deberá contener la siguiente información:

- Número de identificación.
- Diámetro y longitud.
- Sección transversal.
- Carga máxima, en libras-fuerza, en Kilonewtons.
- Resistencia a la compresión, en psi y/o MPa.
- Tipo de fractura.
- Edad del espécimen.

### 3. Ensayos para mampostería

#### 3.1. Ladrillo Refractario

##### 3.1.1. Análisis Químico (NTC 773)

El análisis químico de los ladrillos refractarios se llevará a cabo mediante una combinación de fluorescencia de rayos X, plasma de acoplamiento inductivo (ICP) o cualquier otro método, siempre y cuando cumpla con las especificaciones requeridas en la NTC 773 o semejantes.

El muestreo se realizará tomando dos piezas diarias del ladrillo refractario, al cabo de 15 días se escogerán aleatoriamente 4 piezas de toda la muestra recolectada. Las piezas restantes se guardarán en caso de tener que confirmar el ensayo.

Los límites admisibles del análisis químico del ladrillo refractario se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de Análisis	Min.	Max.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	35	42
SiO <sub>2</sub> (%)	54	90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0.0	2.1
TiO <sub>2</sub> (%)	0.0	2.1
CaO (%)	0.0	0.3
MgO	0.0	0.3
Alcalis	0.0	0.4

##### 3.1.2. Cono pirométrico equivalente CPE (NTC 706)

Los valores del CPE son necesarios para clasificar arcillas y materiales refractarios de alta alúmina, además es un método muy efectivo para identificar variaciones en la arcilla refractaria.

El laboratorio deberá realizar el ensayo cumpliendo con las especificaciones descritas en la NTC 706.

La muestra se tomará de los lotes de ladrillo, donde se seleccionarán aleatoriamente 8 piezas, de las cuales 4 se deben enviar al laboratorio y las otras 4 deberán guardarse en caso de confirmar el ensayo.

Los rangos admisibles del cono pirométrico equivalente para el ladrillo refractario se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de Análisis	Min.	Max.
Temperatura inicial de ablandamiento °C	1300	1500
Temperatura de fusión °C	1400	1700

### 3.1.3. Resistencia a la compresión en frio (NTC 682)

La información de los resultados de la resistencia a la compresión en frio indican la conveniencia del uso de materiales refractarios en construcciones de este tipo. Los valores del ensayo guardan una estrecha relación con la compacidad, porosidad, granulometría y grado de vitrificación del material refractario, los cuales pueden afectar las características mecánicas, causando problemas de rotura de las aristas y de las esquinas durante la manipulación y el periodo de vida del ladrillo.

La muestra de ladrillo refractario debe de ser de mínimo 5 piezas de ladrillo, por lo tanto, se tomarán aleatoriamente 10 piezas del lote, conservando 5 de ellas y las restantes serán enviadas al laboratorio. Las piezas reservadas de ladrillo refractario se guardarán en caso de ser necesario una confirmación del ensayo.

Para el ensayo a la compresión en frio será necesario que el laboratorio encargado presente el registro de calibración de la maquina de ensayo a la compresión, bien sea mecánica o hidráulica, cumpliendo con las especificaciones técnicas de la NTC 3341 o semejantes.

Los parámetros admisibles para la prueba de resistencia a la compresión en frio de los ladrillos refractarios se muestran a continuación:

Tipo de Análisis	Min.	Max.
Resistencia a la compresión en frio (MPa)	25	37

El laboratorio encargado del ensayo deberá presentar en el informe como mínimo los siguientes datos:

- Denominación de los materiales ensayados.
- Geometría del espécimen, definiendo el tamaño, forma, especificar la localización de la forma o si es ladrillo original, el carácter de las caras y la orientación del espécimen durante el ensayo.
- Número o código de la muestra.
- Dimensiones individuales del espécimen, el valor de la máxima carga aplicada y de la resistencia a la compresión en frio.

### 3.1.4. Deformación bajo carga a elevadas temperaturas (NTC 1107)

El ensayo de deformación bajo carga a elevadas temperaturas de materiales refractarios demuestra la capacidad del material para resistir la deformación o cambios de forma en ambientes con temperaturas y cargas considerablemente altas permitiéndonos conocer el punto donde el material refractario pierde su capacidad de carga debido al incremento de temperatura.

La muestra del ladrillo refractario debe contar de mínimo 4 piezas tomadas aleatoriamente del lote, dos de las cuales serán destinadas a la ejecución del ensayo y las otras dos serán guardadas en caso de ser necesaria la confirmación del ensayo.

Así mismo es necesario que el laboratorio encargado de realizar los ensayos presentes la calibración del equipo destinado para el desarrollo del ensayo.

El laboratorio encargado del ensayo deberá presentar en el informe como mínimo los siguientes datos:

- Denominación de los materiales ensayados.
- Geometría del espécimen, definiendo el tamaño, forma, especificar la localización de la forma o si es ladrillo original, el carácter de las caras y la orientación del espécimen durante el ensayo.
- Número o código de la muestra.
- Dimensiones individuales del espécimen antes de la aplicación de carga y aumento de temperatura.
- Valor de la carga aplicada.
- Valor de la temperatura de falla.
- Dimensiones de la muestra luego de retirar la carga.
- Porcentaje promedio de deformación.

## 3.2. Ladrillo aislante

### 3.2.1. Conductividad térmica (ASTM C177; ISO 8301 o ISO 8302)

La muestra para el ensayo de conductividad térmica constara de 8 piezas de ladrillo tomadas del lote en análisis, 4 de esas piezas serán enviadas al laboratorio y las otras 4 se guardarán en caso de ser necesario una confirmación del ensayo.

El laboratorio que realice el ensayo deberá enviar el reporte de calibración de máquinas y equipos según lo indique la norma que aplique para el ensayo. Así mismo el procedimiento y el informe se deberá ajustar a la normatividad según corresponda.

Los valores admisibles de la conductividad para el ladrillo aislante deben encontrarse dentro de los rangos siguientes:

Tipo de Análisis	Min.	Max.
Conductividad térmica °C w/m.k	0,15	0,20

## 4. Muestreo

### 4.1. Periodicidad de muestreo en concretos.

El muestreo se llevará a cabo tomando la muestra directamente de la mixer de concreto en el momento del descargue, evitando la contaminación de agentes externos que puedan perjudicar la calidad del concreto. Así mismo serán almacenados los especímenes en un lugar específico para el fraguado hasta el día del envío.

A continuación, se muestra el plan semanal para envío de muestras de concreto:

### ***Cantidad de muestras semanales de concreto.***

Tipo de Ensayo	Muestras semanales	Cantidad de Especímenes
Resistencia a la compresión	4±1	16±4

Nota:

- Cada una de las muestras consta de 4 especímenes cilíndricos de 15cm de diámetro y 30cm de altura.
- El control de las muestras se llevará a cabo de la mano con la trazabilidad del concreto fundido en obra.

## **4.2. Periodicidad de muestreo en mampostería.**

### **4.2.1. Control de ensayos para mampostería**

#### ***Tipo de ensayo a realizar según la clasificación del ladrillo o mampostería.***

Clasificación	Tipo de ensayo				
	Análisis químico	Cono pirométrico equivalente (CPE)	Resistencia a la compresión en frío	Deformación bajo carga a elevadas temperaturas	Conductividad térmica
Refractario Importado (Chino)	X	X	X	X	
Refractario Nacional (Rosendo)		X	X	X	
Aislante					X

La anterior tabla muestra el tipo de ensayo que aplica de acuerdo a la clasificación de la mampostería.


### **Cantidad de muestras semanales por tipo de ensayo**

Clasificación	Tipo de ensayo				
	Análisis químico	Cono pirométrico equivalente	Resistencia a la compresión en frío	Deformación bajo carga a elevadas temperaturas	Conductividad térmica
<b>Refractario Importado (Chino)</b>	1	2	2	2	No aplica
<b>Refractario Nacional (Rosendo)</b>	1	4	4	4	No aplica
<b>Aislante</b>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	4


Nota:

- La cantidad de muestras puede variar de acuerdo al avance en la obra en  $\pm 2$  muestras por cada tipo de ensayo.
- Cada muestra se compone de 4 o más especímenes de ladrillo.
- El envío de muestras de ladrillo refractario nacional o importado podrá variar semanalmente, ya que podrán ser enviados sólo especímenes de un tipo o de los dos simultáneamente.

# **Informe de rendimiento doble turno.**


 <p><b>INDUSTRIA CARBONIFERA DE SAMACA S.A.S.</b></p>	<b>INFORME RENDIMIENTO DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM</b>	Página 1 de 9
	<b>GESTIÓN DE PROYECTOS.</b>	Código: PR
	Fecha de entrada en Vigencia: 19 de abril de 2021	Versión: 01

# **RENDIMIENTO EN OBRA DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM.**

 <p><b>INDUSTRIA CARBONIFERA DE SAMACA S.A.S.</b></p>	<b>INFORME RENDIMIENTO DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM</b>	Página 2 de 9
	<b>GESTIÓN DE PROYECTOS.</b>	Código: PR
	Fecha de entrada en Vigencia: 19 de abril de 2021	Versión: 01

## CONTENIDO

<b>1. OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. BATERIA 1A-1B.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. PLACA DE HORNOS Y DUCTO WHT.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. AVANCE EN INSTALACION DE MAMPOSTERIA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2. AVANCE EN AMARRE DE ACERO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.3. ACOPIOS DE MATERIAL.....</b>	<b>5</b>
<b>3. REPARACIÓN DE HORNOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. HORNO 33.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. HORNO 48.....</b>	<b>7</b>

 <p><b>INDUSTRIA CARBONIFERA DE SAMACA S.A.S.</b></p>	<p><b>INFORME RENDIMIENTO DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM</b></p>	<p>Página 3 de 9</p>
	<p><b>GESTIÓN DE PROYECTOS.</b></p>	<p>Código: PR</p>
	<p>Fecha de entrada en Vigencia: 19 de abril de 2021</p>	<p>Versión: 01</p>

## 1. OBJETO

Evidenciar el rendimiento en el horario de 6:00 pm a 9: pm en obra durante el doble turno.

## 2. BATERIA 1A-1B.

### 2.1. PLACA DE HORNOS Y DUCTO WHT.

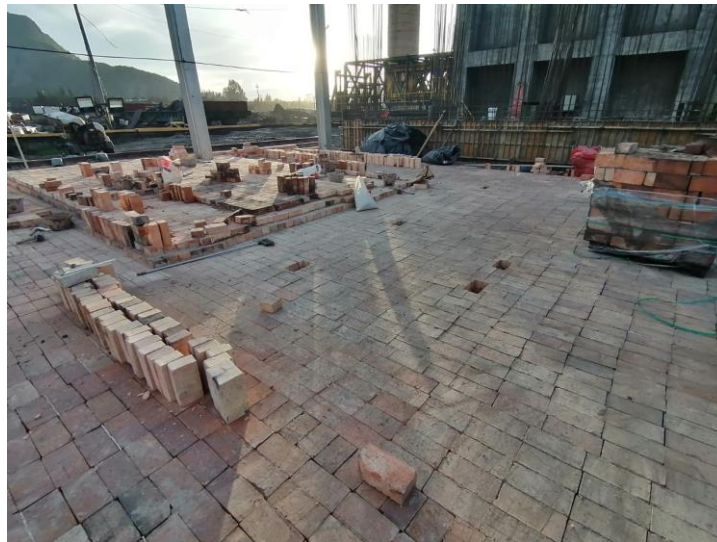
#### 2.1.1. AVANCE EN INSTALACION DE MAMPOSTERIA.

##### ➤ LUNES 19 DE ABRIL.


Se realizó la logística para la iluminación de los frentes de trabajo suministrando al personal contratista 2 luminarias para la ejecución de actividades en los hornos 1, 2 y 3 de la batería 1B.

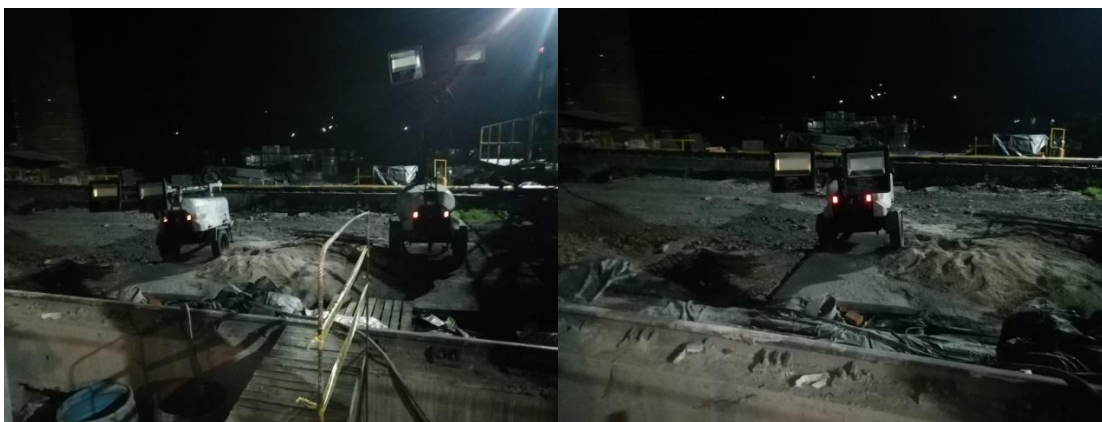
Dentro de la actividad el personal realizó la instalación de aproximadamente 12m<sup>2</sup> de mampostería en las hiladas 12 y 13 de la placa de los hornos 1,2 y 3.

En el ducto WHT se desarrollaron actividades de instalación de mampostería para cúpula del horno #1.



*Imagen 1: Instalación de mampostería hiladas 12 y 13.*

 <p><b>INDUSTRIA CARBONIFERA DE SAMACA S.A.S.</b></p>	<p><b>INFORME RENDIMIENTO DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM</b></p>	<p>Página 4 de 9</p>
	<p><b>GESTIÓN DE PROYECTOS.</b></p>	<p>Código: PR</p>
	<p>Fecha de entrada en Vigencia: 19 de abril de 2021</p>	<p>Versión: 01</p>



*Imagen 2: Instalación de iluminarias para placa de hornos.*


➤ MIÉRCOLES 21 DE ABRIL.

La actividad desarrollada por el personal contratista consistió en la instalación de aproximadamente 10m<sup>2</sup> de la mampostería para la hilada 13 de los hornos 1,2 y 3.

En lo correspondiente al ducto WHT se continuó con la instalación de mampostería para cúpula en el horno 1 (elementos de la sobre cúpula y el relleno).



*Imagen 3: instalación de mampostería para cúpula en ducto WHT.*

 <p><b>INDUSTRIA CARBONIFERA DE SAMACA S.A.S.</b></p>	<p><b>INFORME RENDIMIENTO DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM</b></p>	<p>Página 5 de 9</p>
	<p><b>GESTIÓN DE PROYECTOS.</b></p>	<p>Código: PR</p>
	<p>Fecha de entrada en Vigencia: 19 de abril de 2021</p>	<p>Versión: 01</p>

### 2.1.2. AVANCE EN AMARRE DE ACERO.

➤ MARTES 20 DE ABRIL.

La actividad desarrollada por el personal contratista consistió en la ubicación y amarre de parte de los elementos de acero para la segunda viga de muro de contención de la batería 1B.




*Imagen 4: Amarre de acero para viga 2 de muro de contención.*

### 2.1.3. ACOPIOS DE MATERIAL

➤ LUNES 19 DE ABRIL.

Las actividades comprendieron el traslado de chipas de acero para liberar espacio junto a la excavación del Main Tunnel y realizar el acopio de piedra rajón para llevar a cabo el mejoramiento de suelo al día siguiente.


 <b>INDUSTRIA CARBONIFERA DE SAMACA S.A.S.</b>	<b>INFORME RENDIMIENTO DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM</b>	Página 6 de 9
	<b>GESTIÓN DE PROYECTOS.</b>	Código: PR
	Fecha de entrada en Vigencia: 19 de abril de 2021	Versión: 01



*Imagen 5: Traslado y acopio de chapas de acero frente a Main Tunel.*



*Imagen 6: Acopio de piedra rajón para mejoramiento de Main Tunel.*

 <p><b>INDUSTRIA CARBONIFERA DE SAMACA S.A.S.</b></p>	<p><b>INFORME RENDIMIENTO DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM</b></p>	<p>Página 7 de 9</p>
	<p><b>GESTIÓN DE PROYECTOS.</b></p>	<p>Código: PR</p>
	<p>Fecha de entrada en Vigencia: 19 de abril de 2021</p>	<p>Versión: 01</p>

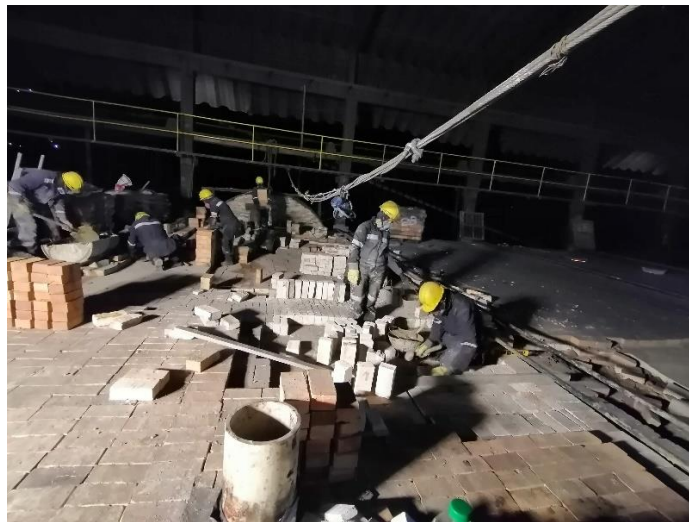
### 3. REPARACIÓN DE HORNOS

#### 3.1. HORNO 33

➤ JUEVES 22 DE ABRIL.

El personal contratista ejecuto actividades de instalación de mampostería para relleno de cúpula.

El personal estaba conformado por una cuadrilla de 8 trabajadores, sin embargo, no se obtuvo el rendimiento esperado debido a que el personal de la empresa MAC estaba desempeñando actividades en un horario de 15 horas diarias.




*Imagen 7: Instalación de relleno de cúpula horno 33.*

#### 3.2. HORNO 48

➤ LUNES 19 DE ABRIL.

La actividad desarrollada por el personal contratista consistió en la instalación de 5 hiladas de mampostería #11 en los muros de las soleras del horno.

La cuadrilla de trabajo estuvo conformada por 8 trabajadores y las actividades se desarrollaron a una temperatura ambiente de 118°C.

 <p><b>INDUSTRIA CARBONIFERA DE SAMACA S.A.S.</b></p>	<p><b>INFORME RENDIMIENTO DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM</b></p>	<p>Página 8 de 9</p>
	<p><b>GESTIÓN DE PROYECTOS.</b></p>	<p>Código: PR</p>
	<p>Fecha de entrada en Vigencia: 19 de abril de 2021</p>	<p>Versión: 01</p>



*Imagen 8: instalación de mampostería en muros de solera horno 48.*


➤ MARTES 20 DE ABRIL.

La actividad desarrollada por el personal contratista fue la instalación de mampostería #11 para el levantamiento de muros solera a lo largo de 3 hiladas.

La actividad se llevó a cabo por una cuadrilla de 4 trabajadores, quienes desempeñaron actividades a una temperatura ambiente de 90°C.



*Imagen 9: Instalación de muros solera en horno 48.*

 <p><b>INDUSTRIA CARBONIFERA DE SAMACA S.A.S.</b></p>	<p><b>INFORME RENDIMIENTO DOBLE TURNO 6:00 PM A 9:00 PM</b></p>	<p>Página 9 de 9</p>
	<p><b>GESTIÓN DE PROYECTOS.</b></p>	<p>Código: PR</p>
	<p>Fecha de entrada en Vigencia: 19 de abril de 2021</p>	<p>Versión: 01</p>

➤ MIÉRCOLES 21 DE ABRIL.

Las actividades desarrolladas por el personal contratista comprendieron la instalación de mampostería # 11 para el levantamiento de muros de solera y de piezas de mampostería # 4 y 5 para los puentes con un rendimiento de 2 hiladas.

Las actividades fueron ejecutadas por una cuadrilla de 2 trabajadores del personal contratista, los cuales desarrollaron la actividad a una temperatura ambiente de 85°C.



*Imagen 10: instalación de muros y puentes de soleras horno 48.*