

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA SUPERVISIÓN Y ANÁLISIS DE  
ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO  
RESIDENCIAL LA ESTACIÓN**



**ANDREA NATALY PEÑA PEÑA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN  
2010**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA SUPERVISIÓN Y ANÁLISIS DE  
ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO  
RESIDENCIAL LA ESTACIÓN**

**Presentado por:  
ANDREA NATALY PEÑA PEÑA**

**Informe Final de Práctica Profesional (Pasantía) para optar al título de  
Ingeniera Civil**

**DIRECTOR  
Ing. Juan Carlos Zambrano**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN  
2010**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del director

---

Firma del jurado

Popayán, 22 de noviembre de 2010

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por ser mi guía, a mis padres por su amor y comprensión; a Javi, Nancy, Manuel, Alejandro y Pao por su optimismo y apoyo incondicional.*

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	9
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	10
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO “LA ESTACIÓN”</b> .....	11
<b>3. DESARROLLO DE LA PASANTÍA</b> .....	13
3.1 METODOLOGÍA DE ESTUDIO .....	13
3.2 ESTUDIO DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS .....	15
3.2.1 MURO EN LADRILLO FAROL.....	16
3.2.2 MURO EN LADRILLO DE PERFORACIÓN VERTICAL .....	23
3.2.3 ENCHAPE DE MUROS DE BAÑO .....	30
3.2.4 PINTURA EN EXTERIORES .....	36
3.2.5 INSTALACIÓN DE PANEL DE YESO EN CIELO RASOS (FORRADO DE LA ESTRUCTURA).....	41
3.3 ANALISIS DE RESULTADOS .....	47
3.3.1 Muro en ladrillo farol .....	47
3.3.2 Muro en ladrillo de perforación vertical .....	49
3.3.3 Enchape de muros de baño.....	51
3.3.4 Pintura en exteriores .....	53
3.3.5 Instalación de panel de yeso en cielo rasos (forrado de la estructura) .....	55
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	57
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	59

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diseño general del proyecto</i> .....	11
<i>Figura 2. Torre grúa</i> .....	14
<i>Figura 3. Trabajo en alturas</i> .....	14
<i>Figura 4. Distribución de muros divisorios en ladrillo farol en el proyecto</i> .....	16
<i>Figura 5. Ladrillo farol de 6 huecos</i> .....	17
<i>Figura 6. Pega de la primera hilada</i> .....	18
<i>Figura 7. Pega segunda hilada</i> .....	18
<i>Figura 8. Muro en ladrillo farol pegado recientemente</i> .....	20
<i>Figura 9. Trabas generadas en la construcción de muros en ladrillo farol</i> .....	21
<i>Figura 10. Salón Comunal del proyecto La Estación</i> .....	23
<i>Figura 11. Zona de corte de ladrillo</i> .....	23
<i>Figura 12. Ladrillo de perforación vertical</i> .....	24
<i>Figura 13. Anclaje del refuerzo</i> .....	25
<i>Figura 14. Limpieza del ladrillo de perforaciones vertical</i> .....	26
<i>Figura 15. Anotación del grueso de las hiladas</i> .....	27
<i>Figura 16. Limpieza del muro</i> .....	28
<i>Figura 17. Vista en planta del baño</i> .....	30
<i>Figura 18. Corte A-A</i> .....	30
<i>Figura 19. Pega de cortes en los extremos</i> .....	32
<i>Figura 20. Pega de enchape de pared</i> .....	32
<i>Figura 21. Aplicación del adhesivo directamente sobre la pieza de cerámica</i> .....	34
<i>Figura 22. Repello y relleno plástico en la fachada</i> .....	36
<i>Figura 23. Esgrafiado con platacho de madera</i> .....	37
<i>Figura 24. Asentado el material</i> .....	38
<i>Figura 25. Remate de las dilataciones</i> .....	39
<i>Figura 26. Cielo raso en panel de yeso</i> .....	41
<i>Figura 27. Estructura de apoyo para las láminas de panel yeso</i> .....	42
<i>Figura 28. Sujeción del panel con tornillos</i> .....	43
<i>Figura 29. Instalación de lámina de panel yeso</i> .....	44
<i>Figura 30. Corte de lámina</i> .....	44
<i>Figura 31. Revisión del mortero de pega</i> .....	47
<i>Figura 32. Ladrillo fracturado</i> .....	49
<i>Figura 33. Desmoronamiento del mortero de pega</i> .....	49
<i>Figura 34. Fichas con desportilladuras</i> .....	51
<i>Figura 35. Evaluación de la resistencia de la pintura</i> .....	53

<i>Figura 36. Dilatación torcida.....</i>	53
<i>Figura 37. Se observa el deterioro en una esquina del panel debido a un mal corte. ....</i>	55
<i>Figura 38. Juntas escalonadas. ....</i>	55

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tiempo y rendimiento obtenido en la construcción de muro en ladrillo farol, para la cuadrilla 1.....	19
Tabla 2. Tiempo y rendimiento obtenido en la construcción de muro en ladrillo farol, para la cuadrilla 2.....	20
Tabla 3. Tiempo y rendimiento obtenido en la construcción de muro en ladrillo farol, para la cuadrilla 3.....	22
Tabla 4. Resumen de tiempos y rendimientos obtenidos en la construcción de muro en ladrillo farol, para las cuadrillas evaluadas. ....	22
Tabla 5. Tiempo y rendimiento obtenidos en la construcción de muro en ladrillo de perforación horizontal, para la cuadrilla 1. ....	26
Tabla 6. . Tiempo y rendimiento obtenidos en la construcción de muro en ladrillo de perforación horizontal, para la cuadrilla 2. ....	28
Tabla 7. Resumen de tiempos y rendimientos obtenidos en la construcción de en ladrillo de perforación horizontal, para las cuadrillas evaluadas. ....	29
Tabla 8. Tiempo y rendimiento obtenidos en el enchape de muros de baños, para la cuadrilla 1..	33
Tabla 9. Tiempo y rendimiento obtenidos en el enchape de muros de baños, para la cuadrilla 2..	34
Tabla 10. Resumen de cantidades de material y rendimientos obtenidos en el enchape de muros de baños, para las cuadrillas evaluadas.....	35
Tabla 11. Tiempo y rendimientos obtenidos al pintar muros de fachada, para la cuadrilla 1. ....	38
Tabla 12. Tiempo y rendimientos obtenidos al pintar muros de fachada, para la cuadrilla 2. ....	40
Tabla 13. Resumen de cantidades de material y rendimientos obtenidos al pintar muros de fachada, para las cuadrillas evaluadas.....	40
Tabla 14. Tiempo y rendimiento obtenidos al instalar paneles de yeso, para la cuadrilla 1.....	43
Tabla 15. Tiempo y rendimiento obtenidos al instalar paneles de yeso, para la cuadrilla 2.....	45
Tabla 16. Resumen de los rendimientos obtenidos al instalar paneles de yeso, para las cuadrillas evaluadas. ....	45
Tabla 17. Parámetros de control de calidad para el muro en ladrillo farol.....	47

Tabla 18. Rendimientos de mano de obra obtenidos y evaluación para la construcción de muros en ladrillo farol.....	48
Tabla 19. Parámetros de control de calidad para el muro en ladrillo de perforación vertical.....	49
Tabla 20. Rendimientos de mano de obra obtenidos y evaluación para la construcción de muros en ladrillo de perforación vertical.....	50
Tabla 21. Parámetros de control de calidad para el enchape de muros de baño.....	51
Tabla 22. Rendimiento de mano de obra obtenidos y evaluación para enchape de muros de baños.....	52
Tabla 23. Parámetros de control de calidad para pintura en exteriores.....	53
Tabla 24. Rendimientos de mano de obra obtenidos y evaluación para la aplicación de pintura de exteriores.....	54
Tabla 25. Parámetros de control de calidad para la instalación de paneles de yeso.....	55
Tabla 26. Rendimientos de mano de obra obtenidos y evaluación para la instalación de paneles de yeso.....	56

## INTRODUCCIÓN

El ambiente ocupacional en el cual se desenvuelve el Ingeniero Civil comprende el desempeño en todos los servicios y empresas que se dedican a la gestión, diseño, construcción y operación de proyectos de obras de infraestructura.

En la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca la pasantía como modalidad de trabajo de grado tiene como objetivo principal modelar y aplicar los conocimientos teóricos aprendidos a lo largo de la carrera, mediante un trabajo realizado en un área específica de una organización y así contribuir con el futuro ejercicio de la profesión.

Efectuar el seguimiento a diferentes procesos constructivos que se desarrollan en la ejecución de la obra del proyecto de vivienda “La Estación” a cargo del Consorcio AMT sirvió para cumplir con este propósito, además que permitió analizar el procedimiento que se sigue al realizar una actividad determinada y así desarrollar las respectivas especificaciones técnicas que optimicen los procesos constructivos.

# **1. OBJETIVOS**

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar y aplicar una metodología a partir de la observación de los procesos constructivos de la obra “La Estación”, tal que permita elaborar las respectivas especificaciones técnicas óptimas que puedan ser utilizadas en proyectos similares.

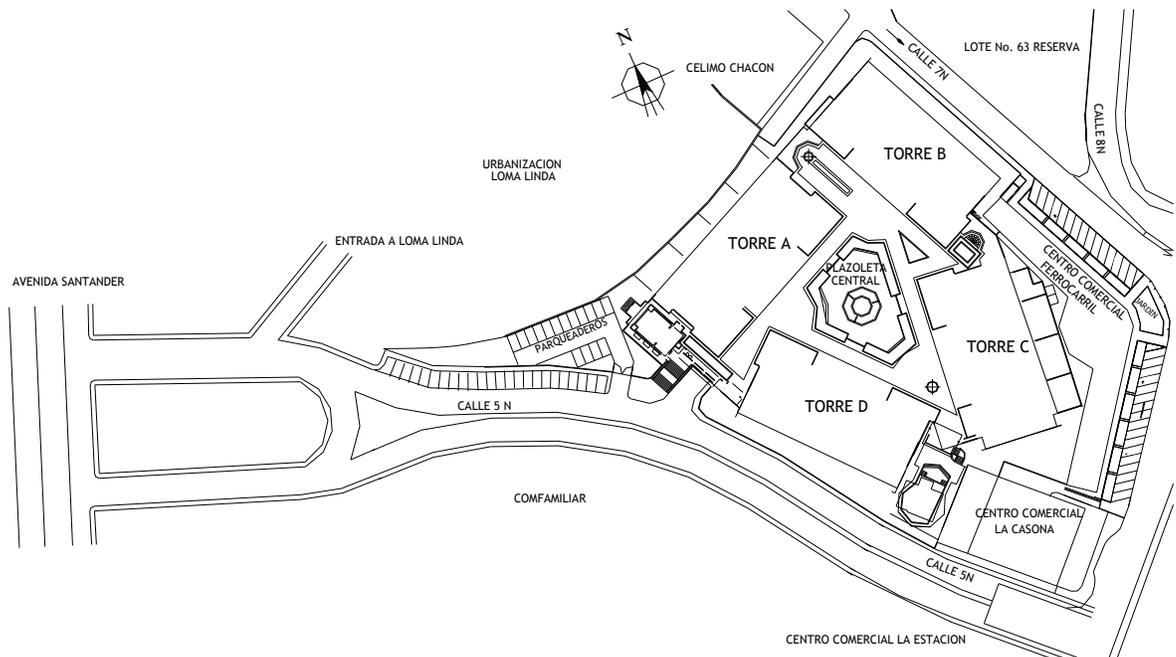
## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer los procesos constructivos llevados a cabo en la realización de las actividades: Mampostería en ladrillo farol, mampostería en ladrillo estructural, enchape de pared, pintura de exteriores y cielo raso en panel yeso; determinando los recursos, procedimiento y resultado final de estos procesos.
- Realizar mediciones de cantidad de obra ejecutada y la duración de la labor, para así calcular el rendimiento de mano de obra.
- Elaborar especificaciones técnicas de cada una de las actividades estudiadas para optimizar los rendimientos, bajar los costos y mejorar la calidad del producto.
- Presentar estas especificaciones técnicas obtenidas al grupo de trabajo del proyecto de vivienda La Estación.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO “LA ESTACIÓN”

El conjunto residencial La Estación, cuyo dueño es la firma INDESA S.A y cuya construcción está a cargo del consorcio AMT, se ubica en la ciudad de Popayán, en el barrio Bolívar entre la calle 5N y la calle 7N; abarca un área de 9684.55m<sup>2</sup> dispuesta en cuatro torres de ocho pisos y sesenta apartamentos cada una, con parqueadero cubierto.

El desarrollo del proyecto incluía la construcción de la calle 5N, que une la Avenida Santander con la Avenida Mosquera, vía de dos carriles en pavimento rígido.



*Figura 1. Diseño general del proyecto*

A la fecha las torres D y C tienen terminadas las excavaciones, cimentación y la totalidad de la estructura compuesta de pórticos, losas aligeradas para la Torre D, losas parcialmente prefabricada con prelasas modulares en concreto pretensado para la Torre C, y muros en mampostería estructural. Los muros divisorios son construidos con ladrillo de perforación horizontal.

En el momento se está llevando a cabo el proceso de construcción del salón comunal y el parqueadero cuya cubierta es una losa parcialmente prefabricada que será la plazoleta del conjunto.

De acuerdo con el programa de ventas establecido, la Torre D debe estar terminada a mediados del año 2010, por lo que se encuentra en la etapa de acabados.

### 3. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

El desarrollo de la pasantía comprendió:

- a. Inspección del lugar.
- b. Documentación del proyecto de vivienda “La Estación”.
- c. Aprendizaje de diferentes procesos constructivos, o sea sus recursos, el procedimiento y el producto final del proceso.
- d. Desarrollo y aplicación de una metodología de estudio de los procesos constructivos propuestos, esto es, toma de los tiempos invertidos y el proceso aplicado por cada cuadrilla.

#### 3.1 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Para el seguimiento de las actividades de construcción se utilizó la siguiente metodología teniendo en cuenta las condiciones particulares del proyecto La Estación:

##### **1. *Identificación del proceso constructivo:***

Consiste en la identificación precisa de la actividad, definiendo las tareas que la componen y la unidad de medida.

##### **2. *Identificación de la mano de obra:***

Se efectúa la identificación de la cantidad y calidad de la mano de obra que ejecutará la actividad, como también los factores que, en el momento de la realización de la misma, pueden afectar los rendimientos, algunos de estos son:

- a. Entorno de la obra y condiciones del sitio:
  - Clima.
  - Economía.

**b. Características de la obra:**

- La infraestructura de la empresa constructora, por ejemplo en la obra se cuenta con una Torre Grúa para hacer el traslado del material (horizontal o verticalmente); asimismo existen plumas, mezcladoras, vibradores, taladros, entre otros equipos, y toda clase de herramienta menor.



*Figura 2. Torre grúa*



*Figura 3. Trabajo en alturas*

- Disposición de los materiales.
- Dificultades o riesgos (por ejemplo, trabajo en altura, manejo de sustancias nocivas, etc.).
- Forma de pago.

**c. Características del trabajador:**

- Condición física y psicológica.
- Conocimiento del proceso constructivo.

### **3. *Determinación del periodo de lectura:***

Se establece el periodo de lectura, ya sea para una determinada cantidad de obra o un determinado tiempo de ejecución, y el momento de iniciar el registro.

### **4. *Toma de lecturas:***

Se realiza la toma de lecturas anotando el proceso seguido por la cuadrilla y los materiales y herramientas usados para la ejecución de la actividad. Al finalizar el periodo de lectura se mide la cantidad de obra ejecutada.

### **5. *Cálculo del rendimiento:***

Considerando el tiempo real de ejecución de la actividad se calcula el rendimiento, que es la relación entre la cantidad de obra ejecutada y el tiempo empleado en la ejecución.

### **6. *Análisis de resultados***

Al concluir la actividad se hace una revisión de la calidad del producto, evaluando las insuficiencias que se tuvieron como también los métodos adecuados que se utilizaron para su desarrollo; todo esto con el fin de determinar el procedimiento más adecuado para ejecutar la actividad.

## **3.2 ESTUDIO DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

A continuación se hace la descripción y se relacionan los rendimientos obtenidos durante la observación de los procesos constructivos correspondientes a las siguientes actividades:

- Muro en ladrillo farol
- Muro en ladrillo de perforación vertical
- Enchape de muros de baño
- Pintura en exteriores
- Instalación de panel de yeso en cielo rasos (forrado de la estructura)

## 3.2.1 MURO EN LADRILLO FAROL

### 3.2.1.1 Generalidades

El ladrillo farol es una unidad de arcilla con perforaciones horizontales, de resistencia clase baja. La mampostería en ladrillo farol es considerada no estructural y básicamente se utiliza en la construcción de muros divisorios o de cerramiento.



*Figura 4. Distribución de muros divisorios en ladrillo farol en el proyecto*

### 3.2.1.2 Recursos:

#### 1. Herramienta y equipo:

- Codales, hilo, lápiz, metro, clavos, regla, escuadra, palustre, plomada, nivel, pala, martillo, cincel, manguera de nivel, escoba, guantes.
- Recipientes, carreta, andamios.

## 2. Materiales:

- Ladrillo farol:  
Fuente: Ladrillera Lago Verde  
Número de celdas en sentido horizontal: 6  
Dimensiones: 10.5cm x 20.0cm x 30.5cm.



*Figura 5. Ladrillo farol de 6 huecos*

- Cemento
- Arena de pega de Puerto Tejada
- Agua potable

Unidad de medida de la actividad: metros cuadrados de muro (m<sup>2</sup>).

### 3.2.1.3 Tiempo invertido y proceso aplicado por las cuadrillas

*Nota: El tiempo consumido en la actividad no tiene en cuenta el pre-humedecimiento del ladrillo.*

#### CUADRILLA 1: 1 OFICIAL

- Datos del muro:

Dimensiones del muro:

Longitud (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )
5.14	2.34	12.03

Promedio de espesores de la junta entre ladrillos:

Horizontal (cm)	Vertical (cm)
2.0	1.8

El muro pertenece un apartamento ubicado en el séptimo piso de la Torre C, para el suministro del material se utilizó la torre grúa.

- Procedimiento empleado:

1. Se replanteó el muro verificando las medidas, marcando el eje del muro y el espesor del ladrillo; asimismo se colocaron codales en los extremos.



*Figura 6. Pega de la primera hilada.*



*Figura 7. Pega segunda hilada*

2. Se realizó la preparación del mortero de pega en una superficie limpia cuya dosificación fue 1 parte de cemento y 4 partes de arena, el agua se agregó de último.
3. Se fijaron los ladrillos esquineros templando un hilo entre ellos para la alineación y nivelación, y se colocaron los ladrillos de la primera fila.
4. Se llenaron con mortero las juntas verticales.
5. Se empezó la siguiente hilada con medio ladrillo quedando el muro trabado, se llenaron las juntas verticales y se limpió la rebaba. Las

siguientes hiladas se pegaron teniendo en cuenta la verticalidad del muro.

- Tiempo empleado

El volumen de mortero de pega utilizado fue de  $0.205\text{m}^3$

**Tabla 1. Tiempo y rendimiento obtenido en la construcción de muro en ladrillo farol, para la cuadrilla 1.**

Pasos	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo empleado (Hora)
1	09:27	09:50	0.38
2	09:50	10:07	0.28
3, 4	10:07	10:25	0.30
5, 4	10:25	12:15	1.83
5, 4	01:03	02:48	1.75
<b>Total horas</b>			<b>4.55</b>
<b>Rendimiento (<math>\text{m}^2/\text{hora}</math>)</b>			<b>2.64</b>

## CUADRILLA 2: 1 OFICIAL

- Datos del muro:

Dimensiones del muro:

Longitud (m)	Altura (m)	Área ( $\text{m}^2$ )
5.74	2.35	13.49

Promedio de espesores de la junta entre ladrillos:

Horizontal (cm)	Vertical (cm)
2.4	1.8

- Procedimiento empleado:

1. Se limpió la base del muro. Se hicieron marcas aproximadamente cada 21 cm en las columnas y se colocó un hilo guía. Se verificó el nivel del piso con manguera de nivel.
2. Se preparó el mortero de pega en una proporción de 1 de cemento y 4 de arena, mezclando y agregando agua.
3. Se extendió la mezcla para la pega de la primera hilada y se colocaron los ladrillos.

4. Se llenaron con mortero las juntas verticales. Se subió el hilo guía a la siguiente marca.
5. Se empezó la siguiente hilada con medio ladrillo, se llenaron las juntas verticales y se limpió la rebaba.
6. Al observar la falta de ladrillos se procedió a ir por ellos hasta el sitio donde estaba ubicado el material.



*Figura 8. Muro en ladrillo farol pegado recientemente.*

7. Se continuó la pega de las siguientes hiladas, colocando la mezcla y pegando los ladrillos de manera que el muro quede trabado.
- Tiempo empleado

**Tabla 2. Tiempo y rendimiento obtenido en la construcción de muro en ladrillo farol, para la cuadrilla 2.**

Pasos	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo empleado (Hora)
1	7:32	8:01	0,48
2	8:01	8:22	0,35
3, 4	8:22	8:31	0,15
5, 4	8:31	12:12	3,68
5	12:58	13:36	0,63
<b>Total horas</b>			<b>5,30</b>
<b>Rendimiento (m<sup>2</sup>/hora)</b>			<b>2,55</b>

### CUADRILLA 3: 1 OFICIAL

- Datos del muro:

Dimensiones del muro:

Longitud (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )
2.33	2.37	5.52

Promedio de espesores de la junta entre ladrillos:

Horizontal (cm)	Vertical (cm)
2.3	1.7

- Procedimiento empleado:

1. Se limpió la base del muro y se marcó el eje del mismo, se colocaron los cordales en los extremos para mantener su verticalidad y un hilo a lo largo del muro.
2. Se preparó el mortero de pega mezclando primero aproximadamente 4 partes de arena por 1 de cemento y luego agregando agua.
3. Se extendió la primera pega en todo lo ancho del ladrillo.
4. Se inició la pega de la primera hilada de ladrillos dejando espacios que servirán como trabas física para los otros muros.
5. Se comenzó la pega de la segunda hilada con medio ladrillo.
6. Cada 3 hiladas se llenaron las juntas entre ladrillos.



*Figura 9. Trabas generadas en la construcción de muros en ladrillo farol.*

- Tiempo empleado

**Tabla 3. Tiempo y rendimiento obtenido en la construcción de muro en ladrillo farol, para la cuadrilla 3.**

Pasos	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo empleado (Hora)
1	01:22	01:33	0,18
2	01:33	01:49	0,27
3, 4	01:49	01:58	0,15
5, 4, 6	01:58	04:03	2,08
<b>Total horas</b>			2.68
<b>Rendimiento (m<sup>2</sup>/hora)</b>			<b>2.06</b>

### 3.2.1.4 Rendimientos obtenidos

A continuación se muestran los rendimientos obtenidos aplicando la metodología para la toma de datos en la construcción de muros en ladrillo farol. Como características similares todas las cuadrillas están conformadas por un oficial y los muros construidos tienen alturas entre 2.20m y 2.40m.

**Tabla 4. Resumen de tiempos y rendimientos obtenidos en la construcción de muro en ladrillo farol, para las cuadrillas evaluadas.**

CUADRILLA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	TIEMPO EMPLEADO (HORA)	RENDIMIENTO (M <sup>2</sup> /HORA)	VOLUMEN DE MEZCLA (M3)
1. 1 oficial	12.03	4.55	2.64	0.205
2. 1 oficial	13.49	5.30	2.55	Sin datos
3. 1 oficial	5.52	2.68	2.06	Sin datos
4. 1 oficial	5.73	2.62	2.19	Sin datos
5. 1 oficial	9.12	3.52	2.59	0.148
6. 1 oficial	9.66	3.60	2.68	0.196
7. 1 oficial	5.06	2.75	1.84	0.098
8. 1 oficial	10.80	5.10	2.12	0.262

### Observaciones

- La cuadrilla 1 realizó la construcción de dos muros perpendiculares entre sí, lo que llevó a revisar repetidamente la escuadra.
- Para la cuadrilla 2 el material se encontraba a 20m de sitio de construcción del muro.
- Se advirtió desorden en el lugar, para las cuadrillas 3, 6, 7.
- La cuadrilla 6 no pasó los niveles al suelo antes de empezar la construcción.
- El muro construido por la cuadrilla 7 es para un depósito provisional.

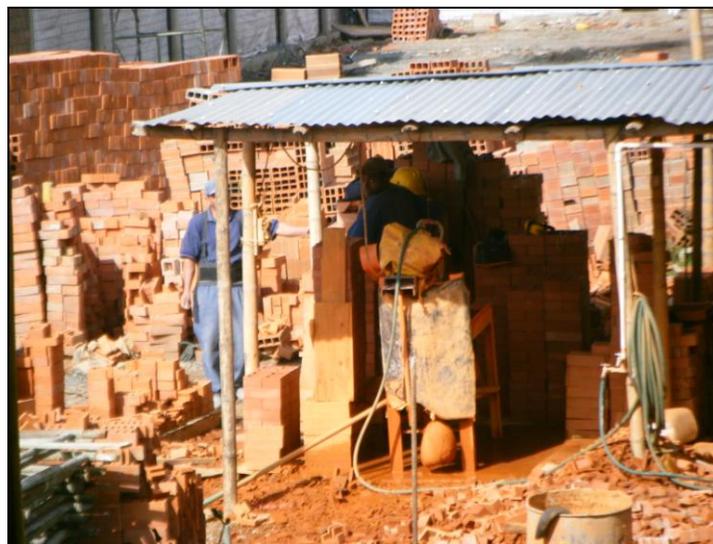
## 3.2.2 MURO EN LADRILLO DE PERFORACIÓN VERTICAL

### 3.2.2.1 Generalidades

Los muros en ladrillo de perforación vertical se utilizan para mampostería estructural, por la índole arquitectónica del proyecto estos muros deben ir a la vista, por lo cual se busca, al colocarlos, que la cara del ladrillo con mejor estética sea la quede expuesta.



*Figura 10. Salón Comunal del proyecto La Estación.*



*Figura 11. Zona de corte de ladrillo.*

En el proyecto de edificación “La Estación” la partición de unidades de mampostería se hace con cortadoras de disco, operadas por personal capacitado para ello, buscando evitar las fisuras en el ladrillo y agilizar el proceso constructivo.

### 3.2.2.2 Recursos:

#### 1. Herramienta y equipo:

- Herramienta menor: Codales, hilo, lápiz, metro, clavos, regla, escuadra, palustre, plomada, nivel, pala, martillo, cincel, taladro, esponjas, baldes.
- Equipo: carreta, andamios, escalera.

#### 2. Materiales:

- Ladrillo de perforación vertical:

Dimensiones: Largo: 24 cm. Ancho: 12 cm. Altura: 7cm.

Fuente: La Sultana

Número de celdas en sentido vertical:

2 celdas (8.3cm \* 7.5cm)



*Figura 12. Ladrillo de perforación vertical.*

- Cemento
- Cal
- Agregados para el mortero de pega y el mortero de relleno
- Refuerzo
- Soldadura
- Agua potable

Unidad de medida de la actividad: metros cuadrados de muro (m<sup>2</sup>).

### 3.2.2.3 Tiempo invertido y proceso aplicado por las cuadrillas

*Nota: El tiempo consumido no incluye el humedecido de los ladrillos.*

#### CUADRILLA 1: 1 OFICIAL + 1 AYUDANTE.

- Datos del muro:

Dimensiones del muro:

Longitud (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )
2.40	1.45	3.48

Promedio de espesores de la junta entre ladrillos:

Horizontal (cm)	Vertical (cm)
1.0	1.0

El muro es de fachada y debe quedar con las dos caras a la vista.

- Procedimiento empleado:

1. Se replanteó el muro verificando las medidas, se limpió la base del muro y se marcó la línea exterior del borde.
2. Se hizo el anclaje del refuerzo.



*Figura 13. Anclaje del refuerzo.*

3. Se colocaron en los extremos codales para mantener la verticalidad, y se marcó los gruesos de las juntas y las alturas de las hiladas.
4. Para la preparación del mortero de pega, se tamizó la arena y se realizó la mezcla en una proporción aproximada de 1 parte de cemento por 3 de arena y 0.5 de cal.
5. El ayudante escogió los ladrillos. Luego se extendió una capa de mortero, se fijaron los ladrillos esquineros y se aplomaron, se templó

un hilo entre ellos para la alineación y nivelación y se colocaron los demás ladrillos.

6. Se pegaron las siguientes hiladas trabadas, retirando la rebaba. Se llenaron con mortero de pega las juntas verticales.



*Figura 14. Limpieza del ladrillo de perforaciones vertical.*

7. Después se preparó el mortero de inyección (grouting) con una dosificación de aproximadamente 1 parte de cemento por 3 partes de arena, se llenaron las celdas que van con refuerzo.
8. Se limpió el ladrillo con espuma y agua.

- Tiempo empleado:

El volumen de mezcla utilizado para mortero de pega fue de  $0.118\text{m}^3$ .

**Tabla 5. Tiempo y rendimiento obtenidos en la construcción de muro en ladrillo de perforación horizontal, para la cuadrilla 1.**

Pasos	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo empleado (Hora)
1	7:32	7:50	0,30
2	7:50	8:05	0,25
3	8:05	8:21	0,27
4	8:21	8:35	0,23
5	8:35	9:04	0,48
6	9:04	10:44	1,67
7	3:27	4:25	0,97
8	4:25	4:56	0,52
<b>Total horas</b>			<b>4.68</b>
<b>Rendimiento (<math>\text{m}^2/\text{hora}</math>)</b>			<b>0.74</b>

## CUADRILLA 2: 1 OFICIAL + 1 AYUDANTE.

- Datos del muro:

Dimensiones del muro:

Longitud (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )
10.05	1.27	12.76

Promedio de espesores de la junta entre ladrillos:

Horizontal (cm)	Vertical (cm)
1.0	1.0

- Procedimiento empleado:

1. Se limpió la base del muro, se replanteó el muro marcando el eje del muro, se colocaron cordales en los extremos, en los cuales se marcó los gruesos de las juntas y las alturas de las hiladas; asimismo se pasaron niveles al suelo de fundación.
2. Se realizó el anclaje del refuerzo vertical en las celdas previstas.



*Figura 15. Anotación del grueso de las hiladas.*

3. Se preparó el mortero de pega cuya dosificación aproximada es de 1 parte de cemento por 3.5 partes de arena y 0.5 partes de cal hidratada; se limpia la superficie de apoyo y se extendió una capa de mortero.
4. Se untó la primera capa de mortero de pega y se colocaron los ladrillos esquineros y se templó un hilo guía.

5. Se pegaron las siguientes hiladas trabadas, retirando la rebaba.
6. Se llenaron con mortero las juntas verticales y se limpió el muro con esponjas y agua.



*Figura 16. Limpieza del muro.*

7. Luego de preparado el mortero de inyección con una dosificación de aproximadamente 1 parte de cemento por 3 partes de arena, se llenaron las celdas.

- Tiempo empleado:

El volumen de mezcla utilizado para mortero de pega fue de  $0.452\text{m}^3$ .

**Tabla 6. . Tiempo y rendimiento obtenidos en la construcción de muro en ladrillo de perforación horizontal, para la cuadrilla 2.**

Pasos	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo empleado (Hora)
1	7:13	7:55	0,70
2	7:55	8:43	0,80
3	8:43	9:17	0,57
4	9:17	9:48	0,52
5	9:48	12:12	2,40
5	12:39	16:12	3,55
6	16:12	16:43	0,52
7	16:43	17:36	0,88
<b>Total horas</b>			<b>9,93</b>
<b>Rendimiento (<math>\text{m}^2/\text{hora}</math>)</b>			<b>1,28</b>

### 3.2.2.4 Rendimientos obtenidos

Para la toma de datos en la construcción de muros en ladrillo estructural se tuvo en cuenta el tiempo que llevó el anclaje del refuerzo. No se tuvo en cuenta el tiempo consumido en el humedecimiento del ladrillo.

Los muros tienen como característica general una altura de muros entre 1.20m a 1.65m, por lo cual no se hace necesario el uso de andamios. Las cuadrillas están conformadas por un oficial y un ayudante, menos en la cuadrilla No.3, que tiene dos oficiales.

**Tabla 7. Resumen de tiempos y rendimientos obtenidos en la construcción de en ladrillo de perforación horizontal, para las cuadrillas evaluadas.**

CUADRILLA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	TIEMPO EMPLEADO (HORA)	RENDIMIENTO (M <sup>2</sup> /HORA)	MORTERO DE PEGA (M <sup>3</sup> )
1. 1 of+ 1 ayud	3.48	4.85	0.72	0.118
2. 1 of+ 1 ayud	12.76	9.93	1.28	0.452
3. 1 of+ 2 ayud	3.32	4.05	0.82	Sin datos
4. 1 of+ 1 ayud	5.43	5.75	0.94	0.215
5. 1 of+ 1 ayud	7.03	7.12	0.99	Sin datos
6. 1 of+ 1 ayud	6.40	6.85	0.93	0.245

#### Observaciones

- La cuadrilla 2 perdió tiempo al tener que escoger el ladrillo por resultar con defectos superficiales.
- La cuadrilla 3 presentó demoras en la ejecución pues no se tenían claras las funciones.
- La cuadrilla 5 se demoró en la limpieza de la rebaba dejada por el mortero de pega.

### 3.2.3 ENCHAPE DE MUROS DE BAÑO

#### 3.2.3.1 Generalidades

Antes del enchape los muros de los baños se repellaron e impermeabilizaron. El enchape en los muros de baños debe tener en cuenta los puntos hidráulicos y sanitarios. La distribución del enchape en los baños de los apartamentos es:

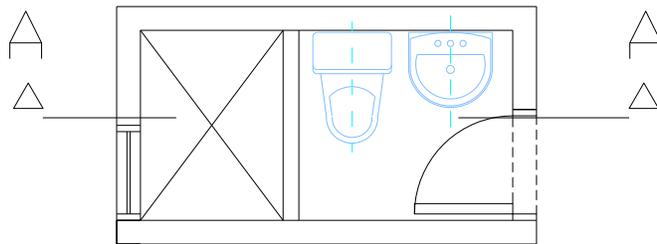


Figura 17. Vista en planta del baño.

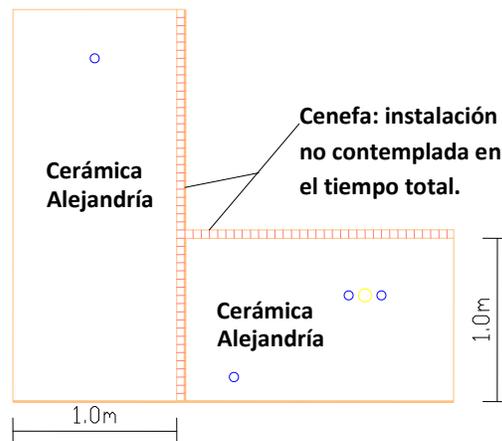


Figura 18. Corte A-A.

#### 3.2.3.2 Recursos

##### 1. Herramienta y equipo:

- Cortadora, pulidora, puntero, tacos, espátula, tenaza, codales, hilo, lápiz, metro, llana dentada, clavos, regla, escuadra, palustre, plomada, nivel, martillo, cincel.
- Recipientes.

## 2. Materiales:

- Cerámica Alejandría de pared:

Características	
Formato:	20.5*30.5 cm aprox.
Contenido x caja:	2.00 m <sup>2</sup> aprox.
Peso x caja:	24.0 Kg aprox.
Piezas x caja:	32

- Adhesivo para pega de cerámica
- Agua potable
- Cemento blanco
- Dióxido de titanio
- Waipe

Unidad de medida de la actividad: metros cuadrados de muro (m<sup>2</sup>).

### 3.2.3.3 Tiempo invertido y proceso aplicado para cuadrilla tipo

Nota: El emboquillado de la cerámica se hace al siguiente día en que se realizó el enchape, por lo tanto no se tiene en cuenta en el registro del tiempo total.

#### CUADRILLA 1: 1 OFICIAL

- Datos del muro a enchapar:

Área del muro: 3.46 m<sup>2</sup>

Dilatación entre piezas de cerámica: 2mm

- Procedimiento empleado:

1. Se hizo una verificación de las condiciones técnicas del muro: nivel y plomo.
2. Se trazaron las líneas guía y se determinó que en la parte final del muro se deben hacer cortes de cerámica.
3. Se preparó el adhesivo para la pega de la cerámica.
4. Se untó el adhesivo en la pared con la llana dentada, de forma circular, aproximadamente en un área de 0,75 m<sup>2</sup>.
5. Se asentaron las piezas de cerámica con un martillo de caucho.

6. Para el corte de cuchillas se toman las medidas, se marcan en la pieza de cerámica y se obtiene con la cortadora el tamaño deseado. Para hacer las aberturas de las instalaciones hidráulicas y sanitarias se utilizó la pulidora y el puntero.
7. Nuevamente se regó el adhesivo en el muro con la llana y se procedió a asentar las demás piezas y así hasta enchapar toda el área.
8. Luego de haber enchapado el muro se hace el emboquillado con cemento blanco y dióxido de titanio.



*Figura 19. Pega de cortes en los extremos.*



*Figura 20. Pega de enchape de pared.*

- Tiempo empleado

**Tabla 8. Tiempo y rendimiento obtenidos en el enchape de muros de baños, para la cuadrilla 1.**

<b>Pasos</b>	<b>Tiempo empleado (Hora)</b>
Verificación de la superficie	0.25
Colocar líneas guía	0.48
Preparación adhesivo de pega	0.53
Untar el adhesivo en un área de .75m <sup>2</sup>	0.10
Asentar piezas en un área de .75m <sup>2</sup>	0.12
Corte de cerámica	0.17
Salidas hidráulicas y sanitarias (5 unid)	1.12
Pega de cerámica del área restante (2.71m <sup>2</sup> )	2.33
<b>Total horas</b>	<b>5.10</b>
<b>Rendimiento (m<sup>2</sup>/hora)</b>	<b>0.68</b>

El volumen de mezcla empleado fue de 0.028m<sup>3</sup>.

## **CUADRILLA 2: 1 OFICIAL**

- Datos del muro a enchapar:

Área del muro: 3.20 m<sup>2</sup>

Dilatación entre piezas de cerámica: 2mm

- Procedimiento empleado:

1. Se hizo la limpieza del muro y se colocaron cordales como guías.
2. Se preparó un volumen de adhesivo de aproximadamente 0.040m<sup>3</sup>.
3. Se untó el adhesivo en la pared con la llana dentada de forma vertical, inicialmente en un área aproximada de 0.63m<sup>2</sup>.
4. Se asientan las piezas de cerámica con un martillo de caucho.
5. Nuevamente se riega el adhesivo en la pared con la llana y se procede a asentar las demás piezas.
6. Siguiendo este procedimiento se continúa enchapando, hasta dejar la última fila en la parte inferior del muro, en la cual en lugar de aplicar

adhesivo en el muro, se unta cada ficha y luego se asienta con el martillo de caucho.

7. Se hicieron los remates con la cortadora. En este caso solo se hizo una abertura para un tomacorriente.



*Figura 21. Aplicación del adhesivo directamente sobre la pieza de cerámica.*

8. Luego de haber enchapado el muro se hace el emboquillado con cemento blanco y dióxido de titanio, y por último se limpia la superficie con Waipe.

- Tiempo empleado

**Tabla 9. Tiempo y rendimiento obtenidos en el enchape de muros de baños, para la cuadrilla 2.**

<b>Pasos</b>	<b>Tiempo empleado (Hora)</b>
Colocación de líneas guía	0.33
Preparación mezcla de pega	0.32
Untar adhesivo en un área de 0.63m <sup>2</sup>	0.08
Asentar piezas en un área de 0.63m <sup>2</sup>	0.60
Pega de cerámica del área restante (2.57m <sup>2</sup> )	2.07
Corte de cerámica	0.17
Salidas hidráulicas y sanitarias (5 unid)	0.22
<b>Total horas</b>	<b>3.78</b>
<b>Rendimiento (m<sup>2</sup>/hora)</b>	<b>0.85</b>

El volumen de mezcla empleado fue de 0.029m<sup>3</sup>.

### 3.2.3.4 Rendimientos obtenidos

Los siguientes son los rendimientos obtenidos del seguimiento a la actividad de enchape de muros de baño.

**Tabla 10. Resumen de cantidades de material y rendimientos obtenidos en el enchape de muros de baños, para las cuadrillas evaluadas.**

CUADRILLA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	ADHESIVO (M <sup>3</sup> )	TIEMPO EMPLEADO (HORA)	RENDIMIENTO (M <sup>2</sup> /HORA)
1. 1 oficial	3.46	0.029	5.10	0.68
2. 1 oficial	3.20	0.028	3.78	0.85
3. 1 oficial	2.10	0.018	2.82	0.74
4. 1 oficial	2.45	Sin datos	2.95	0.83
5. 1 oficial	2.78	0.027	3.70	0.75
6. 1 oficial	2.32	0.019	2.99	0.78
7. 1 oficial	3.15	Sin datos	4.09	0.77

#### Observaciones

- La cuadrilla 2 y 4 presenta dificultades a la hora de enchapar la parte inferior del muro debido a que el repello del mismo presenta zonas con protuberancias.
- La cuadrilla 3 no disponía de pulidora en el sitio, por lo que se presentaron demoras.
- Todas las cuadrillas debieron hacer cortes y aberturas en las piezas de cerámica, implicando mayor consumo de tiempo.

## 3.2.4 PINTURA EN EXTERIORES

### 3.2.4.1 Generalidades

La pintura en exteriores se hizo con graniplast esgrafiado, el cual tiene como cualidades el ser resistente al agua y el dar un terminado decorativo. Para su aplicación, previamente se repelló la superficie y se le dio un tratamiento con relleno plástico.



*Figura 22. Repello y relleno plástico en la fachada.*

Se tuvo en cuenta que para la ejecución de esta actividad es necesario el uso de andamios colgantes y andamios tubulares, lo que obligó una mayor destreza por parte de los aplicadores e incidió en el tiempo de ejecución de la actividad.

### 3.2.4.2 Recursos

1. Herramienta y equipo:
  - Llanas metálicas, platacho de madera, espátula, rasqueta, cinta de enmascarar, recipientes.

- Andamios colgantes, andamios tubulares y elementos de seguridad industrial.

2. Materiales:

- Pintura de exteriores: preparada en obra.
- Agua

Unidad de medida de la actividad: metros cuadrados de pintura (m<sup>2</sup>).

### 3.2.4.3 Tiempo invertido y proceso aplicado para cuadrilla tipo

#### CUADRILLA 1: 1 OFICIAL

- Datos de la superficie a pintar: Área: 2.64 m<sup>2</sup>
- Procedimiento empleado:
  1. Se hizo el ascenso de nivel en el andamio, llevando consigo un tarro de pintura y uno con agua.
  2. Se verificaron las condiciones del área tales como humedad y se limpió con la espátula. Se realizó la limpieza de la herramienta.



*Figura 23. Esgrafiado con platacho de madera.*

3. Con dos llanas metálicas, se inicia la aplicación del material extendiéndolo de forma horizontal y vertical en toda el área.

4. Con el dedo y la espátula se definen las dilataciones y se repite la aplicación del material en toda el área.
5. Se realiza el esgrafiado con un platocho de madera efectuando movimientos circulares en toda el área. Se limpia el platocho con la espátula y se repasa el área.
6. Se limpia la llana metálica y se asienta el material realizando movimientos circulares en toda el área. Se quita la cinta de enmascarar puesta al realizar el relleno plástico.



*Figura 24. Asentado el material.*

- Tiempo empleado

**Tabla 11. Tiempo y rendimientos obtenidos al pintar muros de fachada, para la cuadrilla 1.**

Pasos	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo empleado (Hora)
1	10:01	10:08	0,12
2	10:08	10:11	0,05
3	10:11	10:26	0,25
4	10:26	10:28	0,03
5	10:28	10:32	0,07
6	10:32	10:36	0,07
7	10:36	10:42	0,10
<b>Total horas</b>			<b>0,68</b>
<b>Rendimiento (m<sup>2</sup>/hora)</b>			<b>3,86</b>

## CUADRILLA 2: 1 OFICIAL

- Datos de la superficie a pintar: Área: 1.80 m<sup>2</sup>
- Procedimiento empleado:
  1. Se hizo el ascenso de nivel en el andamio, llevando consigo un tarro de pintura y uno con agua.
  2. Se realizó la limpieza del área con la espátula.
  3. Se efectúa la aplicación del graniplast con movimientos horizontales y verticales, en dos capas.
  4. Se hace el remate de las dilataciones con el dedo y la llana. Luego se limpia la llana para dar una capa de pintura con movimientos horizontales y verticales.



*Figura 25. Remate de las dilataciones.*

5. Se realiza el esgrafiado con un platocho de madera con movimientos circulares en toda el área.
6. Se asienta la superficie con la llana metálica y se pasa de nuevo el platocho de madera en toda el área.

- Tiempo empleado

**Tabla 12. Tiempo y rendimientos obtenidos al pintar muros de fachada, para la cuadrilla 2.**

Pasos	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo empleado (Hora)
1	10:30	10:35	0,08
2	10:35	10:37	0,03
3	10:37	10:49	0,20
4	10:49	10:54	0,08
5	10:54	10:57	0,05
6	10:57	11:03	0,10
<b>Total horas</b>			<b>0.55</b>
<b>Rendimiento (m<sup>2</sup>/hora)</b>			<b>3.27</b>

### 3.2.3.4 Rendimientos obtenidos

Los siguientes son los rendimientos obtenidos del seguimiento a la actividad de pintura en exteriores.

**Tabla 13. Resumen de cantidades de material y rendimientos obtenidos al pintar muros de fachada, para las cuadrillas evaluadas.**

CUADRILLA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	TIEMPO EMPLEADO (HORA)	RENDIMIENTO (M <sup>2</sup> /HORA)
1. 1 oficial	2.64	0.68	3.86
2. 1 oficial	1.80	0.85	3.27
3. 1 oficial	1.40	0.62	2.27
4. 1 oficial	1.19	0.58	2.05
5. 1 oficial	2.10	0.62	3.39

### Observaciones

- Las cuadrillas 1 y 2 utilizaron andamios tubulares y los oficiales llevaban consigo el arnés de seguridad.
- En las cuadrillas 3, 4 y 5 se utilizaron andamios colgantes, los cuales necesitan dos operadores, en este caso dos pintores, llevando consigo el arnés de seguridad.

### 3.2.5 INSTALACIÓN DE PANEL DE YESO EN CIELO RASOS (FORRADO DE LA ESTRUCTURA)

#### 3.2.5.1 Generalidades

Los cielos rasos o falsos techos de los apartamentos y de las zonas comunes se realizaron con paneles de yeso suspendidos de una estructura metálica y las juntas se trataron con productos que las ocultan. Estando instalada la estructura se hace el forrado de la estructura con la lámina de yeso, este material se instala en seco.



*Figura 26. Cielo raso en panel de yeso.*

#### 3.2.5.2 Recursos

1. Herramienta y equipo:

- Metro, escuadra, regla, bisturí o cuchilla, serrucho, serrucho de punta, atornillador eléctrico, destornillador, pinzas, tijeras de metal, nivel, martillo.
- Llana metálica, espátula.

## 2. Materiales:

- Paneles de yeso  
Dimensiones: espesor: 5/8" ancho: 1.22m largo: 2.44m
- Tornillos para placas de yeso.
- Masilla
- Cinta malla
- Cinta de enmascarar

Unidad de medida de la actividad: metros cuadrados de instalación de paneles de yeso para cielo raso (m<sup>2</sup>).

### 3.2.5.3 Tiempo invertido y proceso aplicado por las cuadrillas

#### CUADRILLA 1: 2 OFICIALES

- Datos del área a cubrir: Área: 12.54m<sup>2</sup>
- Procedimiento empleado:



*Figura 27. Estructura de apoyo para las láminas de panel yeso.*

1. Una vez instalada la estructura de apoyo, la cual está compuesta por perfiles metálicos: omegas y vigas principales; y con las herramientas y los materiales en el sitio de trabajo, se hizo una medición aproximada

del área a cubrir, definiendo como el comienzo de la instalación una esquina de la estancia.

2. Se sostuvo el primer panel de la fila contra los perfiles omegas, se sujetó con tornillos aproximadamente cada 30cm en el centro del mismo y luego en los extremos. Se hizo lo mismo con los demás paneles de la fila y con las demás filas, hasta dejar sin cubrir las áreas donde se debían de hacer los recortes.
3. Se midieron las áreas pequeñas y se procedió a cortar los paneles con una cuchilla y la regla, y se lijaron con escofina. Luego se instalaron.
4. Se marcaron los puntos donde quedará la iluminación.



*Figura 28. Sujeción del panel con tornillos.*

- Tiempo empleado

**Tabla 14. Tiempo y rendimiento obtenidos al instalar paneles de yeso, para la cuadrilla 1.**

Pasos	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo empleado (Hora)
1	7:10	7:32	0.37
2	7:32	9:33	2.02
3	9:33	10:08	0.58
4	10:08	10:14	0.10
<b>Total horas</b>			<b>3.07</b>
<b>Rendimiento (m<sup>2</sup>/hora)</b>			<b>4.09</b>

## CUADRILLA 2: 2 OFICIALES

- Datos del área a cubrir: Área: 14.15m<sup>2</sup>
- Procedimiento empleado:
  1. Se definió una de las esquinas como el comienzo de la instalación y se contabilizaron los paneles necesarios.



*Figura 29. Instalación de lámina de panel yeso.*



*Figura 30. Corte de lámina.*

2. Se comenzó la instalación sosteniendo el primer panel en la esquina, se atornilló cada 30cm en el centro de la placa y luego en los extremos. Se hizo lo mismo con los demás paneles de la fila y con las demás filas.

3. Se realizaron las mediciones de los recortes y se procedió a su obtención con el serrucho. Algunos recortes se lijaron rápidamente con la escofina y al elevarlos para su instalación se observó que no encajaban, lo que obligó a rectificar los cortes.
4. Se marcaron los puntos donde quedará la iluminación.

- Tiempo empleado

**Tabla 15. Tiempo y rendimiento obtenidos al instalar paneles de yeso, para la cuadrilla 2.**

Pasos	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo empleado (Hora)
1	1:15	1:20	0,08
2	1:20	3:55	2,58
3	3:55	4:33	0,63
4	4:33	4:41	0,13
<b>Total horas</b>			<b>3.43</b>
<b>Rendimiento (m<sup>2</sup>/hora)</b>			<b>4.12</b>

### 3.2.5.4 Rendimientos obtenidos

Los siguientes son los rendimientos obtenidos del seguimiento a la actividad instalación de lámina de panel yeso:

**Tabla 16. Resumen de los rendimientos obtenidos al instalar paneles de yeso, para las cuadrillas evaluadas.**

Cuadrilla	Área (m <sup>2</sup> )	Tiempo empleado (Hora)	Rendimiento (m <sup>2</sup> /hora)
1. 2 oficiales	12,54	3,07	4,09
2. 2 oficiales	14,15	3,43	4,12
3. 2 oficiales	13,84	3,50	3,95
4. 2 oficiales	11,77	2,87	4,10
5. 2 oficiales	9,90	2,53	3,91
6. 2 oficiales	11,22	2,77	4,05
7. 2 oficiales	19,44	4,67	4,16
8. 2 oficiales	9,08	2,46	3,69
9. 2 oficiales	12,38	3,1	3,99
10. 2 oficiales	9,47	2,65	3,57

## **Observaciones**

- Al hacer el recorte del panel, la cuadrilla 2 no tomó las medidas exactas conllevando a un desperdicio de material y aumento en el tiempo de ejecución de la actividad.
- Al iniciar la actividad la cuadrilla 3 no revisó las placas y dos de ellas resultaron con imperfecciones, lo que obligó a un retraso en el tiempo.
- Las cuadrillas 5, 8 y 10 se encontraron con muchas irregularidades en el área a cubrir. Esta situación se observó sobre todo en las zonas de oficios y cocinas.

### 3.3 ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se definen los parámetros de control de calidad para cada una de las actividades y con los datos obtenidos de la observación de los procesos constructivos se hace la respectiva evaluación.

#### 3.3.1 Muro en ladrillo farol

Tabla 17. Parámetros de control de calidad para el muro en ladrillo farol.

PARÁMETRO DE CONTROL	EVALUACIÓN	BUENO (B)	REGULAR (R)	MALO (M)
1. Verticalidad y alineamiento del muro	Con plomada y nivel	<5mm de desnivel	5mm<desnivel<10mm	desnivel>10mm
2. Mortero de buena calidad y con adecuada adherencia.	Se raya con una herramienta metálica	No se desmorona	Se desmorona con un poco de esfuerzo	Se desmorona con facilidad
3. Espesor de pega uniforme	Con metro e inspección visual	espesores <1cm	1cm<espesores <2.5cm	espesores >2.5cm
4. Ladrillo fracturado	Inspección visual	sin fracturas evidentes	<10% del área del ladrillo con fracturas	>10% del área del ladrillo con fracturas



Figura 31. Revisión del mortero de pega.

**Tabla 18. Rendimientos de mano de obra obtenidos y evaluación para la construcción de muros en ladrillo farol.**

CUADRILLA	RENDIMIENTO (M <sup>2</sup> /HORA)	PARAMETRO DE CONTROL				CALIDAD EN GENERAL	ACCIÓN
		1	2	3	4		
1	2.64	B	B	R	B	BUENA	-
2	2.55	B	B	B	R	REGULAR	Resanar los ladrillos fracturados
3	2.06	B	B	B	R	BUENA	-
4	2.19	R	B	B	B	REGULAR	-
5	2.59	B	B	B	R	BUENA	Resanar los ladrillos fracturados
6	2.68	R	B	R	M	MALA	Demoler el muro
7	1.84	R	B	B	B	BUENA	-
8	2.12	B	B	B	R	BUENA	Resanar los ladrillos fracturados

- En general se observa un espesor de pega variado en la construcción de muros en ladrillo farol, debido a que los oficiales tienen conocimiento que posteriormente los muros serán revocados.
- En el caso de la cuadrilla 2, el no tener el material cerca al sitio de trabajo aumenta el tiempo de ejecución de la actividad.
- Al desarrollar la actividad las cuadrillas 3, 6 y 7 presentaron desorden en el lugar, desmejorando la calidad y aumentando el tiempo de ejecución de la actividad.
- Aunque la cuadrilla 6 presentó un alto rendimiento, el no pasar los niveles adecuadamente conllevó a tener deficiencias en la calidad del muro.
- El muro construido por la cuadrilla 4 y 7 presentan un desplome regular al ser evaluado con la plomada, que posteriormente se ven reflejadas en un mayor espesor de relleno con mortero o con argamasa.

### 3.3.2 Muro en ladrillo de perforación vertical

Tabla 19. Parámetros de control de calidad para el muro en ladrillo de perforación vertical.

PARÁMETRO DE CONTROL	EVALUACIÓN	BUENO (B)	REGULAR (R)	MALO (M)
1. Verticalidad y alineamiento del muro	Con plomada y nivel	sin desnivel	desnivel < 5mm	desnivel > 5mm
2. Mortero de buena calidad y con adecuada adherencia.	Se raya con una herramienta metálica	No se desmorona	Se desmorona con un poco de esfuerzo y en menos del 10% del área	Se desmorona en más del 10% del área
3. Espesor de pega uniforme	Con metro e inspección visual	≠ espesores < 2mm	2mm < ≠ espesores < 5mm	≠ espesores > 5mm
4. Celdas con mortero de relleno	Inspección visual	Completamente llenas	< 10% del total de las celdas sin mortero de relleno	< 10% del total de las celdas sin mortero de relleno
5. Límites de defectos superficiales (NTC 4205): Ladrillos picados o fracturados, desbordados o distorsión de las caras.	Inspección visual a 5m de distancia.	Sin fisuras evidentes	< 5% del área del ladrillo con fisuras	> 5% del área del ladrillo con fisuras



Figura 32. Ladrillo fracturado.



Figura 33. Desmoronamiento del mortero de pega.

Tabla 20. Rendimientos de mano de obra obtenidos y evaluación para la construcción de muros en ladrillo de perforación vertical.

CUADRILLA	RENDIMIENTO (M <sup>2</sup> /HORA)	PARAMETRO DE CONTROL					CALIDAD EN GENERAL	ACCIÓN
		1	2	3	4	5		
1	0,72	B	B	B	B	R	BUENA	Cambiar los ladrillos fracturados
2	1,28	B	B	B	R	B	REGULAR	-
3	0,82	B	B	B	B	B	BUENA	-
4	0,94	B	B	B	B	B	BUENA	-
5	0,99	B	R	B	B	B	BUENA	Revocar nuevamente el muro
6	0,93	B	B	B	R	B	BUENA	-

- Se observa que la cuadrilla 2 aunque debió escoger el ladrillo, tiene un mayor rendimiento, además el área del muro es aproximadamente el doble de las demás áreas registradas.
- Es notable la experiencia de los oficiales, ya que en general se observa una buena calidad y apariencia en los muros construidos con el ladrillo de perforación vertical.
- Se advirtió que la cuadrilla 3 le faltó orden en la ejecución de la actividad, ya que el muro tenía un área pequeña y no era necesario dos oficiales.
- La cuadrilla 5 no tamizó adecuadamente la arena, haciendo que el mortero de revoque se desmoronara.

### 3.3.3 Enchape de muros de baño

Tabla 21. Parámetros de control de calidad para el enchape de muros de baño.

PARÁMETRO DE CONTROL	EVALUACIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
1. Correcta nivelación, horizontalidad y verticalidad.	Con plomada y nivel	<5mm de desnivel	5mm<desnivel<10mm	>10mm
2. Adecuada adherencia.	Sonido producido por un taco de madera	No suena hueco	Suena hueco en menos del 10% de la superficie	Suena hueco en más del 10% de la superficie
3. Piezas de cerámica cortadas correctamente, libres de desportilladuras.	Inspección visual	Piezas en perfecto estado	>95% de la superficie en perfecto estado	<95% de la superficie en perfecto estado
4. Emboquillado de excelente calidad y apariencia.	Inspección visual	Dilataciones 100% llenas con la boquilla y con excelente apariencia	>90% del área con las dilataciones llenas con la boquilla	<90% del área con las dilataciones llenas con la boquilla



Figura 34. Fichas con desportilladuras.

Tabla 22. Rendimiento de mano de obra obtenidos y evaluación para enchape de muros de baños.

CUADRILLA	RENDIMIENTO (M <sup>2</sup> /HORA)	PARAMETRO DE CONTROL				CALIDAD EN GENERAL	ACCIÓN
		1	2	3	4		
1	0,68	B	B	B	B	BUENA	-
2	0,85	R	B	B	R	REGULAR	Cambiar las piezas desportilladas, emboquillar nuevamente
3	0,74	B	B	B	B	BUENA	-
4	0,83	R	B	R	B	BUENA	Cambiar las piezas desportilladas
5	0,75	B	B	B	B	BUENA	Emboquillar nuevamente
6	0,78	B	B	B	B	BUENA	-
7	0,77	B	B	B	R	BUENA	Emboquillar nuevamente

- Los muros en general presentaron una adecuada adherencia.
- Las piezas con desportilladuras se produjeron en los bordes del muro, debido a que los cortes no estaban debidamente terminados, esto obliga necesariamente a cambiar la cerámica y por consiguiente aumentar los costos.
- Aunque el tiempo de emboquillado no se contempló en el cálculo de la ejecución de la actividad, se observó este parámetro en cada una las lecturas.
- El rendimiento obtenido fue regular, teniendo todas las cuadrillas que realizar cortes y aberturas.

### 3.3.4 Pintura en exteriores

Tabla 23. Parámetros de control de calidad para pintura en exteriores.

PARÁMETRO DE CONTROL	EVALUACIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
1. Superficie plana y adecuada apariencia	Inspección visual	Sin ondas	<20% de la superficie con ondas	>20% de la superficie con ondas
2. Estabilidad del color	Inspección visual	Homogéneo en toda la superficie	Se presentan diferencias en <20% de área	Se presentan diferencias en <20% de área
3. Resistencia a la intemperie y Adherencia a la superficie	Inspección visual	Sin descascaramiento o desprendimiento evidente	<20% del área presenta descascaramiento	>20% del área presenta descascaramiento



Figura 35. Evaluación de la resistencia de la pintura.



Figura 36. Dilatación torcida.

**Tabla 24. Rendimientos de mano de obra obtenidos y evaluación para la aplicación de pintura de exteriores.**

CUADRILLA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	RENDIMIENTO (M <sup>2</sup> /HORA)	PARAMETRO DE CONTROL			CALIDAD EN GENERAL	ACCIÓN
			1	2	3		
1	2.64	2,64	R	B	B	REGULAR	Redefinir la dilatación
2	1.80	1,80	R	R	B	REGULAR	Redefinir la dilatación
3	1.40	1,40	B	B	B	BUENA	-
4	1.19	1,19	B	M	B	REGULAR	Aplicar nuevamente pintura
5	2.10	2,10	B	R	B	BUENA	-

- Al realizar las inspecciones visuales se determina que en las áreas pintadas por la cuadrícula 1 y 2 las dilataciones no están debidamente horizontales, por lo que es necesario aplicar nuevamente la pintura y redefinir las dilataciones.
- En general se observan cambios en la tonalidad de la pintura.
- El área pintada por la cuadrícula 4 se debió pintar nuevamente por presentar heterogeneidad en el color.
- El seguimiento de este proceso constructivo se realizó en distintas etapas del proyecto, dándonos cuenta de la disparidad de colores entre las diferentes cochadas.
- Para el desarrollo de esta actividad se hizo necesario el uso de andamios tubulares y colgantes, así como también el uso de elementos de seguridad tales como arnés y línea de vida, limitando el movimiento de los oficiales.
- Se observa un mayor rendimiento al utilizar andamios colgantes, pero entre mayor área mayor rendimiento.

### 3.3.5 Instalación de panel de yeso en cielo rasos (forrado de la estructura)

Tabla 25. Parámetros de control de calidad para la instalación de paneles de yeso.

PARÁMETRO DE CONTROL	EVALUACIÓN	BUENO (B)	REGULAR (R)	MALO (M)
1. Correcta estabilidad y nivelación	Con nivel e Inspección visual	Se observa una superficie uniforme	Paneles flojos	Paneles flojos o pandeo de los mismos
2. Juntas uniformes	Inspección visual	Superficie nivelada en la junta	Juntas ajustadas o disperejas	Se presentan juntas escalonadas
3. Adecuada apariencia de los paneles y Cortes uniformes	Inspección visual	Bordes uniformes	Desprendimiento del panel, bordes con imperfecciones	Desprendimiento del panel, Ablandamiento del mismo. Bordes dañados.



Figura 37. Se observa el deterioro en una esquina del panel debido a un mal corte.



Figura 38. Juntas escalonadas.

**Tabla 26. Rendimientos de mano de obra obtenidos y evaluación para la instalación de paneles de yeso.**

CUADRILLA	RENDIMIENTO (M <sup>2</sup> /HORA)	PARAMETRO DE CONTROL			CALIDAD EN GENERAL	ACCIÓN
		1	2	3		
1	4.09	B	B	B	BUENA	-
2	4.12	B	B	B	REGULAR	Retirar el panel, recortarlo e instalarlo.
3	3.95	B	B	B	BUENA	-
4	4.10	B	B	B	REGULAR	Retirar el panel, recortarlo e instalarlo.
5	3.91	B	B	B	REGULAR	Cambiar el panel deteriorado.
6	4.05	B	B	B	BUENA	-
7	4.16	B	B	B	BUENA	Retirar el panel, recortarlo e instalarlo.
8	3.69	B	B	B	BUENA	-
9	3.99	B	B	B	BUENA	Asegurar los paneles con tornillos.
10	3.57	B	B	B	BUENA	Asegurar los paneles con tornillos.

- En las cuadrillas 2, 4,5 y 7 se encontró que al hacer los recortes del panel no se tomaron las medidas exactas conllevando a pérdidas de tiempo y desperdicio de material.
- Se percibió que el sostener los paneles de forma poco cómoda para la instalación obliga a hacer movimientos innecesarios, ya que se deben bajar colocarlos contra los muros y recogerlos de nuevo.
- Al iniciar la actividad la mayor parte de las cuadrillas no revisan las placas previamente y en el proceso de instalación deben cambiarlas, por estar deterioradas, con deformaciones, etc.
- Al encontrar regularidades en el área a cubrir, se deben hacer mayor cantidad de cortes.
- La aparición de juntas escalonadas se presenta al intentar forzar los paneles para que entren en su lugar.

#### 4. CONCLUSIONES

El análisis de los rendimientos en las actividades de la construcción es fundamental pues con ellos se busca no sólo facilitar las tareas, reducir costos u aumentar la productividad, sino también obtener un producto de excelente calidad.

Es determinante para realizar el seguimiento de los procesos constructivos, previo al análisis de los rendimientos, tener conocimiento del resultado de su ejecución, además de nociones sobre los recursos que se utilizan y la forma de proceder para conseguirlo.

Existen factores que afectan el rendimiento de la mano de obra, en el caso del Proyecto La Estación la forma de contratación, la supervisión, la experiencia de la mano de obra, la seguridad industrial, entre otros. Por otro lado la falta de herramientas o el uso inadecuado de ellas y las demoras en la llegada de los materiales también perjudican la productividad.

Dentro de las actividades estudiadas la construcción de muro en ladrillo de perforación vertical resultó ser la más compleja a la hora de tomar tiempos para cuantificar los rendimientos, debido a las subtareas que la componen y por la falta de conocimiento del tema.

Durante el desarrollo de la pasantía en el Proyecto de Edificación La Estación, se aplicaron un sinnúmero de actividades y trabajos que involucran diversos sistemas constructivos y nueva tecnología, tal es el caso de la construcción de cielo raso con paneles de yeso prefabricados, los cuales contribuyen con la formación del ingeniero civil.

Cabe resaltar la importancia que cumple la seguridad industrial dentro de la ejecución de los procesos constructivos, atenuando la influencia del riesgo inherente a la construcción, además dentro del ambiente de trabajo es importante que el trabajador se sienta protegido de los riesgos de la salud y el trabajo.

El haber participado en el equipo de trabajo del proyecto La Estación me proporcionó, además de criterios técnicos acerca de los procesos constructivos, criterios para mi crecimiento personal aplicados para delegar funciones con autoridad y respeto.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

CANO, Antonio. DUQUE, Gustavo. Rendimientos y consumos de mano de obra. Medellín: SENA – CAMACOL., 2000.

“NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-98”. Capítulo D.

POLACO F. Luis Fernando. Construcción 1. Cauca (Colombia). Unicauca. 2000.

SENA. Construcción de casas sismorresistentes de uno y dos pisos. Guía 8. Muros divisorios y de carga. 2006.

USG Corporation. Manual de construcción con yeso. Edición en Español.