1. Introducción

Evaluar la productividad en un negocio tiene por objetivo identificar aspectos en los que puede optimizarse la forma de realizar las operaciones o actividades, lo cual permitirá incrementar el margen de utilidad en la empresa.

En el caso de empresas industriales, comerciales y de servicios; los esfuerzos por estandarizar y mejorar los procesos se han dado desde el siglo XIX; obteniendo resultados positivos.

El panorama no es el mismo en el sector construcción. El interés por el tema de productividad es reciente a nivel mundial. Sumando a este punto el hecho de que nuestro país presenta un nivel tecnológico insuficiente; es evidente que en nuestro medio se requieren estudios y esfuerzos para encontrar alternativas que mejoren la ejecución de procesos.

La presente investigación consiste en el análisis de los procesos que se desarrollan en la construcción de la obra “Condominio del Aire”, ejecutada por la empresa San José Perú. La herramienta empleada para el análisis es el estudio de tiempos y movimientos. El objetivo es conocer los procesos a detalle, clasificar las actividades involucradas e identificar las operaciones que pueden omitirse u optimizarse para contribuir en la mejora continua de los mismos y con ello garantizar la ejecución de un trabajo eficiente y efectivo.

2. Definiciones

2.1. **Trabajo productivo (TP):** Acción que agrega valor al producto y por tanto aporta en forma directa a la producción.

2.2. **Trabajo contributorio (TC):** Trabajo de sirve como soporte a los trabajos productivos pero que no agrega valor al producto.

2.3. **Trabajo no contributorio (TNC):** Acción que no agrega valor al producto y por tanto significan una pérdida en la producción.

2.4. **Calidad:** Es el conjunto de características de un producto que determina el grado de satisfacción de las exigencias de un cliente.

2.5. **Cliente:** Agente que requiere un producto para cubrir una necesidad.

2.6. **Producto:** Resultado de procesos que satisface las necesidades del cliente.

2.7. **Proveedor:** Agente que brinda un producto.

2.8. **Ejecutor:** Persona o conjunto de personas que realizan una tarea.

2.9. **Eficiencia**: Uso apropiado de recursos para lograr un objetivo.

2.10. **Eficacia:** Logro de un objetivo.

2.11. **Flujo:** Toda acción realizada durante la ejecución de un proceso. Puede clasificarse como contributorio o no contributorio.

2.12. **Productividad:** Cociente de la producción entre los recursos empleados.

2.13. **Partida:** Conjunto de procesos agrupados con la finalidad de llevar un control de costos y ejecución de un proyecto.

2.14. **Proceso:** Conjunto de actividades o subprocesos realizados para obtener un producto.

2.15. **Subproceso:** Conjunto de operaciones cuyo resultado es la obtención parcial de un producto.

2.16. **Microproceso:** operación realizada en un subproceso.

2.17. **Tarea:** Trabajo encomendado a una persona o conjunto de personas que debe ejecutarse en un tiempo determinado.

2.18. **Carta balance:** Resumen del resultado estadístico a través de medios gráficos y/o tablas de los flujos observados en un proceso.

2.19. **Cartillas de calidad:** Ficha llenada en campo para evaluar las condiciones de calidad, en los procesos de entrada, salida y ejecución. Permite identificar las principales no conformidades.

2.20. **Pérdidas:** acciones que no agregan valor y por tanto generan un costo innecesario.

2.21. **Jalar:** Generar productos en cantidades en función a lo que exige la demanda y lo que realmente se puede producir.

2.22. **Empujar:** Producir sin tomar en cuenta la demanda, lo cual genera inventarios.

3. Marco Teórico

3.1. Teorías de Gestión

3.1.1 Construcción sin pérdidas (Lean Construction)

Construcción sin pérdidas (Lean Construction) es una nueva manera de aplicar la gestión de producción en la industria de la construcción. Ésta es la aplicación de la filosofía Producción sin pérdidas (Lean Production) en la construcción, la cual aparece en los años 50 en Japón la cual fue aplicada en el sistema Toyota. La idea principal es la eliminación de inventarios y pérdidas, la subdivisión de la producción en pequeñas partes, simplificar la estructura de la producción, utilización de máquinas semiautomáticas, cooperación entre proveedores, etc. (Monden 1987, Ohno 1991, Shingo 1993).

Antes de la aparición de la filosofía de Producción sin pérdidas se desarrollaron los siguientes modelos de producción:

- **Fordismo**

  Modelo implementado por Henry Ford, fabricante de automóviles, entre los años 30 y 70. Este modelo utilizó una cadena de montaje que regulaba o controlaba el trabajo de los obreros, la cual hizo posible la producción en masa, reducción del tiempo y costos de fabricación. Además, se logró una estandarización de los procesos a través de la subdivisión de los trabajos de los obreros, garantizando de la calidad del producto.

  Sin embargo, el carácter repetitivo y poco creativo de los trabajos realizados por la mano de obra dio origen a la crisis de este modelo. En los años 70 se observó que la productividad en vez de incrementarse decrecía, lo cual se fundamentaba en la falta de motivación del personal en realizar las labores.

- **Toyotismo**

  El sistema de producción Toyota, denominado también Toyotismo, surgió en Japón en los años 70, relegando el modelo fordista. Este nuevo prototipo se basa en los siguientes puntos:

- Flexibilidad laboral.
- Alta rotación en los puestos de trabajo.
- Aumento de la productividad a través de la gestión y organización (JIT)
- Trabajo combinado.
- Horizontalidad de jerarquía.
- Relación entre tiempo y producción.
- Lograr un inventario mínimo, stock cero.

El resultado de la aplicación de este modelo es un nuevo tipo de fábrica donde los procesos se ejecutan de forma flexible y transparente, del cual surge la filosofía Producción sin pérdidas (Lean Production). Esta propone que los procesos de producción siguen un modelo que considera tanto las actividades de conversión como los flujos.

Modelo de conversión

Tradicionalmente, el proceso de producción era entendido como una secuencia en la que materias primas (entradas) eran convertidas o transformadas mediante una serie de tareas en productos (salidas), siguiendo un modelo de producción conocido como "Modelo de Conversión". Este modelo también considera los subprocesos implicados en el proceso de producción, tal como muestra la siguiente figura.

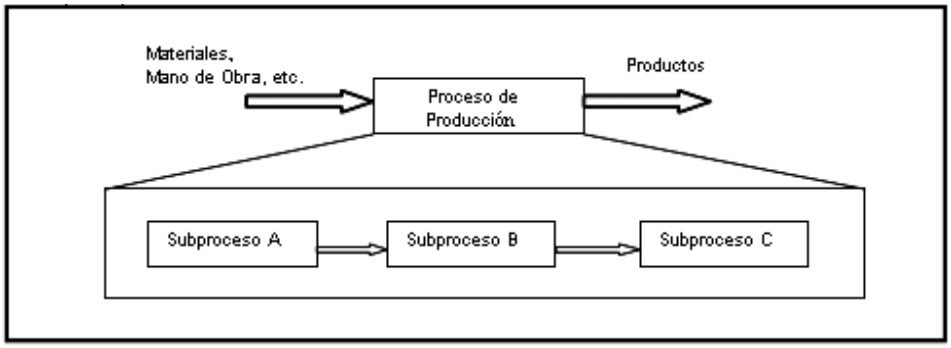


Diagrama 001. Modelo de Conversión

De acuerdo a este modelo todos los subprocesos implicados añaden valor al producto final. Si alguno de éstos no se desarrolla satisfactoriamente afectará a los

demás de la línea de producción. Sin embargo, dado que se da mayor importancia a las tareas de transformación no es sencillo identificar los puntos en los cuales se originan las pérdidas y demoras, lo cual se traduce en un producto de baja calidad e incertidumbre dentro del proceso.

Otro de los puntos errados de este modelo es que considera que es posible reducir el costo total del proceso minimizando los costos de todos los subprocesos que intervienen. Esta premisa es incorrecta porque no considera la variabilidad de los resultados ni los efectos de la interdependencia entre subprocesos.

Modelo de flujos

Se definen los flujos como todas aquellas actividades y/o eventos necesarios para obtener el producto, no solo las actividades de transformación, por lo tanto se incluyen también aquellas actividades y/o eventos que no agregan valor en el proceso de producción, tales como esperas, inspección, trabajo rehecho, transporte, etc.; así como las actividades de conversión que sí realizan un cambio evidente hacia la obtención del producto. Considerando que ambas siempre van a estar presentes dentro del proceso de producción, Construcción sin pérdidas plantea que debe buscarse minimizar y/o eliminar todo aquello que no agrega valor al producto y hacer más eficientes las actividades de conversión. De esta manera podrían reducirse las pérdidas en los procesos e incrementar la producción.

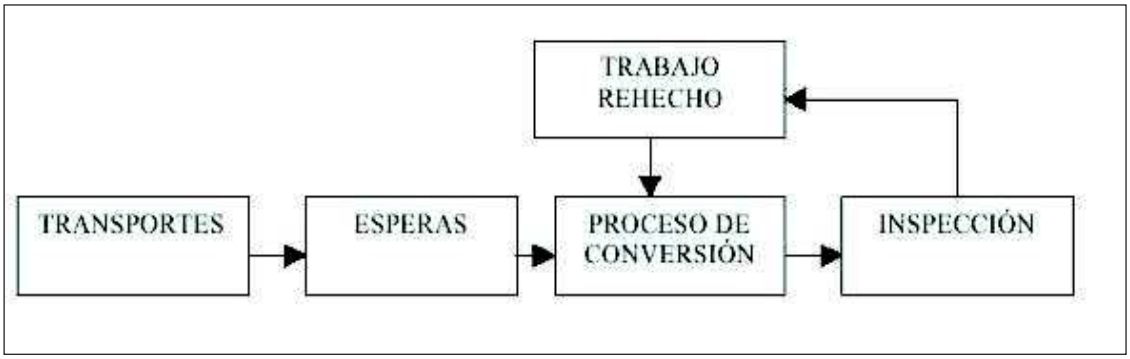


Diagrama 002. Modelo de Flujos

La nueva filosofía de producción considera los siguientes elementos dentro de su diseño y control de la producción en la práctica (Koskela 1992)

- Reducción de las actividades que no agregan valor
- Incremento del valor de la producción a través de una consideración sistemática de los requerimientos del cliente.
- Reducción de la variabilidad.
- Reducción del tiempo de los ciclos.
- Simplificación mediante la reducción de pasos, partes y relaciones.
- Incremento de la flexibilidad del producto terminado.
- Incremento de la transparencia de los procesos.
- Enfoque en el control de los procesos completos.
- Introducción de procesos de mejoramiento continuo dentro de nuestros procesos.
- Balance de mejoramiento de los flujos con el mejoramiento de las conversiones.
- Comparaciones periódicas dentro y fuera de la empresa (Bench parking).

El objetivos de la Construcción sin pérdidas es entender "la física y lo intangible" de producción en la Construcción, es decir, los movimientos de las unidades de producción que intervienen en un proceso constructivo dentro de una obra; comprender la interdependencia entre procesos y subprocesos; e incrementar la confiabilidad de los flujos.

Una forma de incrementar la confiabilidad en los procesos es hacer la planificación de actividades en plazos más cortos o inmediatos. Para ello se pueden emplear herramientas tales como la Planificación anticipada de recursos (Look Ahead Planning) y el Último Planificador (Last Planner), las cuales se explicarán a continuación.

3.1.2 Justo a tiempo (Just in Time)

El Justo a tiempo o *Just in time* (JIT) es un modelo de gestión de la producción creado por Taiichi Ohno en el contexto de la segunda guerra mundial que fue aplicado inicialmente en la industria automotriz. Este se basa en aumentar la eficiencia de la producción a través de la optimización de los procesos y la

eliminación juiciosa y continua de los desperdicios e inventarios, los cuales son considerados como pérdidas.
La idea es producir el artículo necesario, en la cantidad y momento adecuado y al menor coste posible.
Este modelo considera el flujo de producción en sentido inverso al tradicional. Establece que la demanda "jala" el proceso productivo, es decir la producción depende directamente de lo que pide el cliente. Al respecto, el JIT considera que en la línea de producción existen clientes y proveedores internos, los cuales aparecen en cada proceso, siendo los clientes de un proceso los proveedores del proceso que sigue en la cadena. Este concepto garantiza la calidad de los productos a lo largo de la cadena productiva y la eliminación de los inventarios o pérdidas, ya que sólo se puede continuar la producción si el producto satisface los requerimientos del cliente.

Para que este modelo funcione deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Involucrar a la empresa desde la alta gerencia hasta los trabajadores de menor rango.
- Promover la mejora continua, proporcionando las herramientas adecuadas tales como capacitación, círculos de calidad, grupos de sugerencias, etc.; en la empresa.
- Divulgar los logros conseguidos.
- Reconocer méritos.
- Transmitir la filosofía de la empresa a los proveedores para involucrarlos en ella.

A pesar de los puntos mencionados anteriormente, es necesario señalar que existen riesgos de paralizar la línea de producción debido a que este modelo no admite inventario alguno. Por tanto, es indispensable crear un sistema que garantice la transparencia y confiabilidad de los procesos.
Goetsh; Davis (1994) afirman que el JIT precisa de un contexto de gestión de calidad total (TQM) para que sus beneficios puedan ser potencializados.

3.1.3 Teoría de las restricciones (Theory of constraints)

La Teoría de las restricciones fue descrita por primera vez por Eliyahu Goldratt al principio de los 80 y desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. Esta teoría establece que un conjunto de procesos con interrelaciones y dependencias se mueve a la velocidad del proceso más lento. La forma de aumentar la velocidad del conjunto es incrementando la capacidad del proceso más lento. La teoría enfatiza la definición de los principales factores limitantes los cuales se denominan restricciones o "cuellos de botella" y cómo hallarlos.
En toda empresa existe por lo menos una restricción, caso contrario esta generaría ganancias ilimitadas (E. Goldratt; La meta). Siendo las restricciones los factores que bloquean la obtención de dichas ganancias, se induce que toda gestión debe apuntar a encontrar y controlar las restricciones.

Aplicación de la Teoría de Restricciones

El punto de partida de todo el análisis es que la meta es ganar dinero, y para hacerlo es necesario elevar el throughput. Sin embargo, si una planta industrial quiere producir a través de un aprovechamiento integral toda su capacidad instalada la llevaría en sentido contrario a la meta si esas unidades no pueden ser vendidas.
Podría considerarse como solución a esto tener una planta balanceada, es decir igualar la capacidad de cada uno de los recursos con la demanda del mercado. Sin embargo, ello constituye un gravísimo error pues igualar la capacidad de cada uno de los recursos productivos a la demanda del mercado implica inexorablemente perder throughput y elevar los inventarios (E. Goldratt, La Meta).

Para entender ello deben considerarse los siguientes fenómenos:

Eventos dependientes: un evento o una serie de eventos deben llevarse a cabo antes de que otro pueda comenzar. Para atender una demanda de 100 previamente es necesario que el recurso productivo numero dos fabrique 100 unidades y antes que este, es necesario, que lo mismo haga el recurso productivo numero uno.

Fluctuaciones estadísticas: suponer que los eventos dependientes se van a producir sin ningún tipo de alteración es una utopía. Existen fluctuaciones que afectan los niveles de actividad de los distintos recursos productivos, como pueden ser: calidad de la materia prima, ausentismo del personal, rotura de máquinas, corte de energía eléctrica, faltante de materia prima e incluso disminución de la demanda.

La combinación de estos, genera un desajuste inevitable cuando la planta está balanceada, produciendo la pérdida de throughput y el incremento de inventarios.

Tipos de restricciones

Se identifican 2 tipos de restricciones:

Las restricciones físicas: Se refieren al mercado, al sistema de manufactura y a la disponibilidad de materia prima.

Las restricciones de política: Se encuentran atrás de las físicas. Por ejemplo; Reglas, procedimientos, sistemas de evaluación y conceptos.

Para lograr la meta más rápidamente es necesario romper con varios paradigmas. Los más comunes son:

- Operar el sistema como si se formara de “eslabones” independientes, en lugar de una cadena.
- Tomar decisiones, entre ellas la fijación de precios, en función del costo contable, en lugar de hacerlo en función de la contribución a la meta (Throughput).
- Requerimientos de una gran cantidad (océanos) de datos cuando se necesitan de pocos relevantes.
- Copiar soluciones de otros sistemas en lugar de desarrollar soluciones propias en base a metodologías de relaciones lógicas de “efecto-causa-efecto”.
- La continuidad en la búsqueda de la mejora requiere de un sistema de medición y de un método que involucre y fomente la participación del personal.

Enfoque sistémico del TOC

1. Identificar las restricciones del sistema: Una restricción es una variable que condiciona un curso de acción. Pueden haber distinto tipo de restricciones, siendo las más comunes, las de tipo físico: maquinarias, materia prima, mano de obra etc.
2. Explotar las restricciones del sistema: Implica buscar la forma de obtener la mayor producción posible de la restricción.

3. Subordinar todo a la restricción anterior: Todo el esquema debe funcionar al ritmo que marca la restricción (tambor)
4. Elevar las restricciones del sistema: Implica encarar un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción. Ej. tercerizar
5. Si en las etapas previas se elimina una restricción, volver al paso 1).

Fenómeno del cuello de botella

Los cuellos de botella no son ni negativos ni positivos, son una realidad y hay que utilizarlos para manejar el flujo del sistema productivo. Lo que determina la capacidad de la planta es la capacidad del recurso cuello de botella (E. Goldratt, La Meta). Lo importante está en equilibrar esa capacidad con la demanda del mercado, y a partir de ahí balancear el flujo de producción de todos los recursos productivos al ritmo del factor productivo cuello de botella. La clave consiste en aprovechar al máximo los cuellos de botella; una hora perdida en este tipo de recursos es una hora perdida en todo el sistema productivo. Los cuellos de botella deben trabajar prioritariamente en productos que impliquen un aumento inmediato del throughput y no en productos que antes de convertirse en throughput serán inventarios. Pero ocuparse de los cuellos de botella no implica descuidar aquellos que no lo son, porque dejarlos fabricar libremente aumenta los inventarios y los gastos de operación innecesariamente.

Los buffers de tiempo

Los buffers de tiempo se diseñan para proteger la generación de Throughput de la variabilidad interna del sistema productivo. Para ello se mantienen inventarios durante el proceso o finalizando este, mejorando la respuesta del sistema operativo a la demanda del mercado.
Los buffers se localizan en los cuellos de botella y en aquellos procesos con gran variabilidad sea por capacidad de producción, errores de calidad, abastecimiento de recursos, etc.
El tamaño de estos se define a través de prueba y error, iniciando en 50% del tiempo total de proceso.

3.2. Herramientas de Gestión

3.2.1 Planificación Anticipada de Recursos (Look Ahead Planning)

El concepto original de la Planificación anticipada de recursos fue desarrollado por Ballard y Howell (1994); Ballard (1997); Howell y Ballard (1997). En esta última publicación se propusieron tres niveles de planeamiento para la construcción:

Primer nivel: se hace una planificación maestra o global de todo el proyecto.
Segundo nivel: Se hace una planificación a mediano plazo (dos a tres semanas), lo cual incrementa la confiabilidad de la producción y ajusta el abastecimiento de los recursos de acuerdo a la demanda.
Tercer nivel: Se hace un planeamiento en un plazo más corto (1 semana), detallando los recursos de cada tarea.

Para garantizar el correcto funcionamiento de este tipo de planificación se debe hacer un seguimiento del PPC (Porcentaje de actividades cumplidas) e identificar las causas del no cumplimiento.

Por ejemplo:
Se presenta la utilización de este sistema para el abastecimiento de recursos para la construcción de un edificio. Para ello se hace una programación anticipada de 1

semana con la cual se prevé la llegada de todos los materiales necesarios para la correcta realización de las actividades (ver Tabla 001).

Este sistema se asemeja a la utilización de una agenda donde diariamente o semanalmente, dependiendo del grado de detalle de este sistema, se anota las actividades a realizar, no para la semana o el día presente, sino, para los días o semanas que están por venir. Además se anotan las observaciones de la conformidad o no conformidad de la ejecución de ellas, logrando de este modo una planificación más confiable.
Debe indicarse que la aplicación de esta herramienta implica temas adicionales tales como coordinación con los proveedores, el detalle de las cantidades de los materiales a emplear en cada partida, conocimiento de la capacidad de almacenamiento en obra, conocer las restricciones para la ejecución de los procesos durante el desarrollo del proyecto, etc.

Líneas de trabajo

Para lograr una planificación confiable es necesario conocer cuando realmente se realizarán las actividades y por tanto se podrá también planificar el abastecimiento de los recursos tal como se indicó anteriormente. Por ello en las edificaciones tipo vivienda o en aquellas donde el producto a realizar sea repetitivo, se utilizan las líneas de trabajo, de modo similar a las líneas de producción en las fábricas.
Las líneas de trabajo se refieren a una secuencia de procesos dependientes entre sí donde la ejecución de cada uno de ellos es indispensable para la elaboración de un producto final.

Por ejemplo:

- Primero se realiza la colocación de acero de muro.
- Luego se encofran los muros.
- Después se llena de concreto en los muros.
- Luego se coloca acero de losa
- En seguida se llena de concreto la losa y finalmente se regresa al proceso inicial el cual es la colocación de acero de muro.

Toda esta gran secuencia de procesos se repite hasta tener los “n” pisos de los “m “edificios a ejecutar.

	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Acero de muros	Pedir 20 varillas de acero corrugado de 3/8" a proveedor			
Encofrado de muros	Confirmar la llegada de los paneles al proveedor			
Vaciado de muros	Coordinar con concretera para el abastecimiento			
Encofrado de losa		Pedir nuevas planchas fenólicas		
Acero de losa		Pedir mallas electrosoldadas típicas de acuerdo a plano		
Observaciones		Los paneles de encofrado de muros no llegaron completos	Todo se obtuvo en el tiempo adecuado	

Tabla 001. Programación anticipada de recursos

Para elaborar una programación de los trenes de trabajo se realiza lo siguiente:

- Definir todas las tareas o actividades que son necesarias de ejecutar para obtener el producto y establecer una secuencia lógica de ejecución entre ella.
- Colocar las tareas o actividades a ejecutar (parte izquierda del cuadro).
- Establecer los días o fechas en los cuales se realizarán esas actividades.
- Indicar que proceso iniciará primero. Para ello se escribe en cada recuadro la nomenclatura del lugar específico donde se realizará la tarea.

	Semana 1					Semana 2				
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Acero de muros										
Encofrado de muros										
Vaciado de muros										
Encofrado de losa										
Acero de losa										
Vaciado de losa										

Tabla 002. Formato para programación con trenes de trabajo

Esta nomenclatura se obtiene de la siguiente manera:

Si imaginamos que tenemos un edificio donde en cada piso tenemos 4 departamentos y de acuerdo a los recursos de materiales y mano de obra se puede realizar hasta 2 departamentos diarios, entonces, habremos fijado un ritmo de trabajo (ritmo= 2 Dpto. diarios), por tanto a cada ritmo de trabajo lo llamaremos frente. La nomenclatura será:

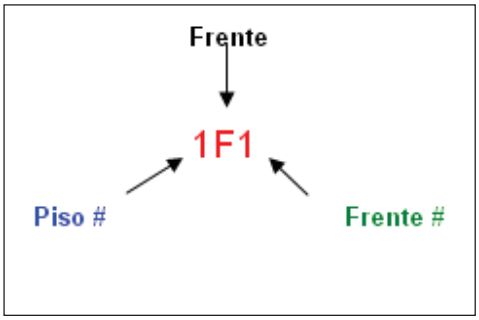


Diagrama 003. Nomenclatura de frentes de trabajo

Entonces colocaremos la nomenclatura de acuerdo a la secuencia constructiva y al número de pisos y edificios que se construirán.

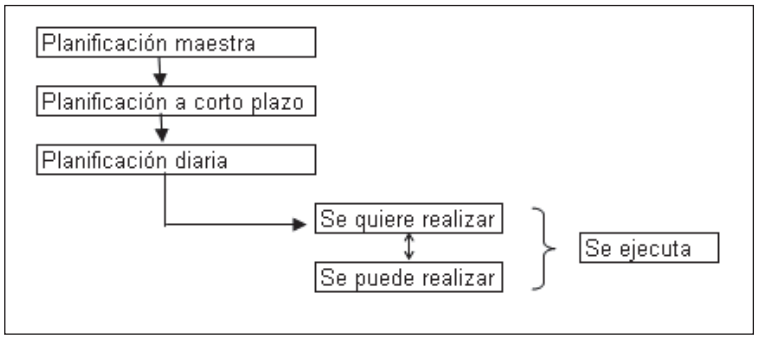
Con esta programación se podrá conocer cuando y dónde se realizará cada proceso. Por tanto, se tomarán las medidas necesarias para que su ejecución sea en la fecha indicada.

	Semana 1					Semana 2				
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Acero de muros	1F1	1F2	1F3	1F4	2F1	2F2	2F3	2F4	3F1	3F2
Encofrado de muros		1F1	1F2	1F3	1F4	2F1	2F2	2F3	2F4	3F1
Vaciado de muros		1F1	1F2	1F3	1F4	2F1	2F2	2F3	2F4	3F1
Encofrado de losa			1F1	1F2	1F3	1F4	2F1	2F2	2F3	2F4
Acero de losa			1F1	1F2	1F3	1F4	2F1	2F2	2F3	2F4
Vaciado de losa				1F1	1F2	1F3	1F4	2F1	2F2	2F3

Tabla 003.Programación con trenes de trabajo

3.2.2 Último planificador (Last Planner)

El último planificador o *Last Planner* es aquella persona responsable de la asignación efectiva de funciones a ejecutar verificando que los recursos disponibles



sean los suficientes para que lo que se quiere realizar sea igual a lo que se puede realizar y entonces se ejecute, es decir, decide si una tarea se va a realizar o no en función a las condiciones en la zona de trabajo. Actualmente en el sector construcción es muy común que esta actividad esté delegada, paradójicamente, al capataz de la obra, siendo ejecutada de forma absolutamente empírica y sin una visión global del programa de la obra.

Diagrama 004. Niveles de planificación

Orden de trabajo

El último planificador tiene como función asignar tareas a cada una de las cuadrillas para se cumplan las tareas programadas de acuerdo a la Planificación anticipada de recursos (Look ahead planning). El último planificador deberá de tener en cuenta los recursos disponibles, es decir: materiales, mano de obra, equipos (estos previstos a través de un look ahead de suministro de materiales y equipos) y el tiempo disponible. Considerando estos factores se debe generar una orden de trabajo a cada capataz de la cuadrilla, especificando la tarea a realizar, los recursos necesarios y la calidad requerida del producto.

3.3. Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es el análisis sistemático de los métodos de trabajo cuya finalidad es:

1. Desarrollar el mejor método de trabajo.
2. Normalizar la operación.
3. Determinar el tiempo necesario para realizar un trabajo.
4. Adiestrar al operario, enseñándole el mejor método.

Esta herramienta ha sido utilizada desde finales del siglo XIX. Actualmente sigue vigente, teniendo un amplio campo de aplicación en diversos negocios e industrias para solucionar problemas de producción y reducir costos.

Taylor y los Gilbreth iniciaron estos estudios aproximadamente hacia la misma época, pero de forma independiente. Las investigaciones de Taylor se centraron en el estudio de tiempos con la finalidad de determinar los tiempos tipo para la ejecución de procesos. Mientras que los Gilbreth hicieron lo propio orientándose hacia el estudio de los movimientos para el perfeccionamiento de los métodos.

A continuación se explicarán brevemente el origen y aportes de ambos estudios.

Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Generalmente se considera como iniciador de esta técnica a Frederick Taylor, sin embargo por el año 1760 ya se efectuaban estudios de este tipo en Europa por el ingeniero francés Jean Rodolphe Perronet.

En 1893, Taylor desarrolló un sistema basado en el concepto de "tarea" en el cual se proponía que la administración de una empresa debía planificar el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación, e instruir a cada trabajador sobre las tareas que debían realizar, detallándolas por escrito e indicando los medios que debían emplear para llevarlas a cabo. Estas tareas debían tener una duración estándar definida, basada en investigaciones previas que determinen el tiempo requerido de ejecución de las mismas.

Taylor propuso que durante la fijación de tiempos se divida la asignación del trabajo en pequeñas porciones llamadas "elementos". Estos se medían individualmente y el conjunto de sus valores se empleaba para determinar el tiempo total asignado a la tarea. Sin embargo estas recomendaciones no fueron acogidas por los ingenieros de aquella época por confundir sus hallazgos como un nuevo sistema de trabajo a destajo. No fue sino hasta mediados del siglo XX que se aprobaron los estudios de tiempos en las industrias.

En 1903, Taylor presentó el artículo "Shop Management" en el cual expuso los fundamentos de la administración científica, su aporte más representativo, a saber:

- El estudio de tiempos, junto con los implementos y métodos para llevarlo a cabo adecuadamente.
- La supervisión funcional, o dividida, aprovechando su superioridad con respecto al antiguo método del supervisor o capataz único.

- La estandarización o normalización de todas las herramientas e implementos usados en la fábrica, así como las acciones o movimientos de los obreros para cada clase de trabajo.
- La conveniencia de contar con un grupo o departamento de planeación.
- El “principio de la excepción” en la administración industrial.
- El uso de las reglas de cálculo en instrumentos similares para ahorrar tiempo.
- Tarjetas de instrucciones para el trabajador.
- El concepto de tarea en la administración, acompañado por una bonificación o premio considerable por la realización exitosa de la tarea.
- La tarifa “diferencial”
- Sistemas mnemotécnicos para clasificar los productos fabricados, así como los útiles o implementos usados en la fabricación.
- Un sistema de rutas o trayectorias.
- Un moderno sistema de costos.

Taylor desarrolló los fundamentos de la administración científica comprendiendo que el problema de producción implicaba tanto el factor humano como el de materiales y máquinas, por ello tuvo muy en cuenta aspectos psicológicos al estudiar el elemento humano. Su actitud analítica e indagadora lo colocaron en lugar preferente como precursor de la ciencia de la dirección.

Estudio de Movimientos

El estudio de movimientos se define como el análisis de los movimientos del cuerpo humano empleados para realizar una labor determinada, con la mira de mejorar esta, eliminando los movimientos innecesarios, simplificando los necesarios y estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima. El estudio de tiempos y movimientos se ha perfeccionado continuamente desde la década de 1920 y en nuestros días se le reconoce como un medio o instrumento necesario para el funcionamiento eficaz de los negocios y las industrias.

El principal aporte de los Gilbreth lo constituyen la definición de los “therblig” o movimientos fundamentales y la formulación de las leyes básicas de la economía de movimientos, los cuales se detallan a continuación.

Movimientos fundamentales

Los Gilbreth denominaron “therbligs” (su apellido deletreado al revés) a los movimientos fundamentales. Estos son 17 y son los siguientes:

1. Buscar: es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto. Comienza en el instante en que los ojos se dirigen o mueven en un intento de localizar un objeto, y termina en el instante en que se fijan en el objeto encontrado. Buscar es un therblig que el analista debe tratar de eliminar siempre.
2. Seleccionar: este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza de entre dos o más semejantes. También es considerado como un movimiento ineficiente.
3. Tomar (o asir): este es el movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación. Es un therblig eficiente y, por lo general, no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar.
4. Alcanzar: corresponde al movimiento de una mano vacía, sin resistencias hacía un objeto o retirándola de él. Puede clasificarse como un therblig objetivo y, generalmente, no puede ser eliminado del ciclo del trabajo. Sin embargo, puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos.
5. Mover: comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general, y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a su destino. El tiempo requerido para mover depende de la distancia, del peso que se mueve y del tipo de movimiento. Es un therblig efectivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo.
6. Sostener: esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta trabajo útil. Es un therblig ineficiente y puede eliminarse, por lo general, del ciclo de trabajo.

7. Soltar: este elemento es la división básica que ocurre cuando el operario abandona el control del objeto.
8. Colocar en posición: Se presenta como duda o vacilación mientras la mano, o las manos, tratan de disponer la pieza de modo que el siguiente trabajo pueda ejecutarse con más facilidad, de hecho de colocar en posición puede ser la combinación de varios movimientos muy rápidos.
9. Precolocar en posición: este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite.
10. Inspeccionar: es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación.
11. Ensamblar: es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Es un therblig objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo.
12. Desensamblar: ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. Es un therblig de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejoramiento son más probables que la eliminación del therblig.
13. Usar: es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante el ciclo en que se ejecuta trabajo productivo.
14. Demora (o retraso) inevitable: Interrupción que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso.
15. Demora (o retraso) evitable: es todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que sólo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente.
16. Planear: es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir.
17. Descansar (o hacer alto en el trabajo) : Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse de la fatiga.

Principios de la economía de movimientos

Los Gilbreth formularon los Principios de la economía de movimientos, los cuales fueron posteriormente perfeccionados por otros investigadores, principalmente por Ralph M. Barnes. Si bien estos no son aplicables a todo tipo de trabajo, sí son de gran utilidad en la técnica de micromovimientos y en el estudio visual de movimientos. Estos se clasifican en tres subdivisiones principales, a saber:

1. Relativos al uso del cuerpo humano.

- Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
- Los movimientos de las manos deber ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.
- Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al obrero, y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante su esfuerzo muscular.
- Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
- Deben emplearse el menor número de elementos o therbligs, y éstos se deben limitar a los del más bajo orden o clasificación posible. Estas clasificaciones, enlistadas en orden ascendente del tiempo y el esfuerzo requeridos para llevarlas a cabo, son:
    - Movimientos de dedos
    - Movimientos de dedos y muñeca
    - Movimientos de dedos, muñeca y antebrazo
    - Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo y brazo
    - Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.
- Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos.
- Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo.
- Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie.
- Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.

- Para agarrar herramientas deben emplearse las falanges, o segmentos de los dedos, más cercanos a la palma de la mano.

2. Disposición y condiciones en el sitio de trabajo

- Deben destinarse sitios fijos para toda herramienta y todo material.
- Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos de alcanzar y mover.
- Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
- Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario.
- Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados.
- Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo.
- Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación.

3. Diseño de herramientas y el equipo

- Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples de las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola.
- Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de control deben estar fácilmente accesibles al operario.
- Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.
- Investíguese siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas o semiautomáticas, como aprieta tuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuerca de velocidad, etc.

Métodos aplicados en el estudio de tiempos y movimientos

Los Gilbreth utilizaron los siguientes métodos para realizar sus investigaciones:

Método visual: Se utiliza este método para realizar un estudio de movimientos. Para ello se emplea una cámara fotográfica la cual capta las imágenes del desarrollo del proceso en diferentes instantes de tiempo. Se debe aplicar esta técnica a diferentes operarios para obtener conclusiones y así determinar la mejor manera de ejecutar las tareas de los trabajadores.

Método Ciclográfico: Se utiliza para registrar la trayectoria del movimiento de un operario. Para ello se coloca una pequeña lámpara en un dedo, mano u otra parte del cuerpo de un operario y se fotografía la trayectoria de la luz con una cámara estereoscópica.

Método Cronociclográfico: Se utiliza para registrar la trayectoria del movimiento, tiempo, velocidad, aceleración y deceleración de un operario. Para ello se coloca una pequeña lámpara en un dedo, mano u otra parte del cuerpo del operario, luego se coloca un interruptor en el circuito eléctrico de la lámpara prendiendo la luz rápidamente y apagándola lentamente para luego fotografiar la trayectoria de luz con una cámara estereoscópica. La fotografía mostrará una línea de trazos con puntos de forma de pera que indican la dirección de movimiento. Los puntos de luz estarán distanciados de acuerdo con la velocidad del movimiento, muy separados cuando el operario se mueve de prisa y muy próximos cuando el operario es lento. A partir de él pueden construirse modelos en alambre mostrando las trayectorias de los movimientos.

Método película cinematográfica: Conocido también como “estudio de micromovimientos”, emplea una cámara filmadora para registrar los procesos y un dispositivo de medida de tiempo que indica con precisión los intervalos empleados en la ejecución de cada operación. Se recomienda aplicar este método en la investigación de operaciones de ciclos cortos y altamente repetitivos, en procesos de carácter predominantemente manual o bien en trabajos producidos en grandes volúmenes u operaciones ejecutadas por gran número de trabajadores.

4. Estudio de productividad

4.1 . Descripción de la obra

Nombre del proyecto: Condominio del Aire

Empresa que ejecuta el proyecto: San José Perú

Descripción de la empresa

San José Perú basa su filosofía en tres aspectos importantes: Calidad, Seguridad y Mejora continua. Por ello que cada día se elabora un control de calidad y eficiencia de los procesos con la finalidad de identificar los problemas en cada frente de trabajo. Los errores observados son luego transmitidos mediante reuniones semanales a cada equipo productivo para buscar alternativas de solución y lograr de esta manera una mejora continua.

Breve descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de 44 edificios de 5 pisos y 16 edificios de 8 pisos. Cada piso tiene 4 departamentos. La ejecución se ha dividido en 7 etapas.

Producción de la obra

La unidad de producción en la obra es el frente diario, el cual está compuesto por dos departamentos. Esta unidad de producción de aplica a la mayoría de procesos constructivos. Los frentes de trabajo se construyen de forma similar a una línea de producción, logrando que cada cuadrilla realice la misma tarea cada día, de forma repetitiva. Al respecto, dado el volumen de departamentos producidos hasta la fecha en el proyecto, se ha conseguido que las cuadrillas se especialicen en las labores realizadas.

Aspecto tecnológico.

Entre las principales tecnologías empleadas en la obra se encuentran las siguientes:

- Acero predimensionado.
- Encofrado metálico tipo Comain - ULMA.
- Planta de concreto premezclado UNICON.
    - Capacidad de tolva : 4.00 m3
    - Capacidad de trompo: 8.00 m3
    - Producción máxima: 20.00m3/hora
- Retroexcavadora petrolera
    - Motor : CAT 3054B turbo
    - Potencia : 81 hp
    - Tracción : 4x4
    - Capacidad de cucharón de cargador : 0.95 m3
    - Ancho cucharón excavadora : 0.61 m
- Sistema de transporte vertical y horizontal mediante grúa automontable
    - Altura: 21.00 m
    - Longitud de pluma: 36.00 m
    - Carga máxima en punta: 1.00 ton
    - Carga máxima en el eje : 4.00 ton
- Equipo secundarios, los cuales se detallan en la sección anexo 2.

Administración de la obra

La estructura organizacional de la obra está compuesta de la siguiente manera:

- 1 Gerente de Producción
- 1 Director de obra.
- 1 Ingeniero de producción.
- 1 Ingeniero de calidad
- 1 Responsable del área logística.
- 1 Administrador

- 1 Prevencionista de seguridad.
- 1 Responsable de acabados.
- 1 Practicante (encargado de mediciones de productividad).
- 1 Maestro general de casco.
- 1 Maestro general de acabados.
- 1 Equipo de topografía
- 1 Jefe de grupo por cada cuadrilla

4.2 . Metodología

El estudio de productividad de la obra Condominio del Aire se basa en el análisis de 19 procesos constructivos, de los cuales 11 procesos corresponden a la parte de casco y 8 procesos a las terminaciones o acabados. Para ello, se aplicaron el método visual (cámara fotográfica) y, principalmente, el método de la película cinematográfica.

Filmaciones

Se procedió de la siguiente forma:

- Se registró cada proceso de forma fotográfica y audiovisual. Con ello se garantizaba que todas las operaciones estarían incluidas en el estudio de tiempos y movimientos.
- La duración de las filmaciones fue variable, pues estuvo en función al tipo de proceso en análisis. Sin embargo, en todos los videos se tuvo como premisa cubrir todos los movimientos que intervienen en el proceso.
- En las filmaciones de procesos de terminaciones, resane, derrames, desbaste y picado se cubrieron áreas pequeñas. Es posible sacar conclusiones a partir de estas debido al carácter repetitivo de las operaciones en estos procesos.
- En el caso de los procesos de colocación de acero, encofrados y vaciado de concreto, fue necesario filmarlos de inicio a fin para abarcar todas las operaciones que se desarrollan durante la ejecución de los mismos.

- Se informó de este estudio a los trabajadores para que desarrollen sus actividades de forma usual frente a la cámara y se obtengan resultados que reflejen la realidad.
- En general, las filmaciones se realizaron durante la construcción de las primeras etapas del proyecto.

Análisis

El primer paso para el análisis fue identificar todos los movimientos empleados en cada actividad y la duración de los mismos. Ello fue posible mediante los videos mencionados anteriormente.

Es importante señalar que los movimientos registrados en el análisis no han sido clasificados según los 17 movimientos fundamentales planteados por los Gilbreth. Se han considerado movimientos básicos que describen la ejecución del proceso y que en la mayoría de casos son análogos a los therbligs pero sin emplear la misma nomenclatura. Estos movimientos han sido denominados "*microprocesos*".

En segundo lugar, se agruparon los microprocesos en "*subprocesos*" con la finalidad de conocer los pasos generales que se requieren en la ejecución del proceso, la secuencia de los mismos, e identificar aquellos que implican mayor inversión de tiempo.

En tercer lugar se clasificaron los microprocesos en TP, TC y TNC. Con ello se obtuvo la incidencia de los microprocesos y subprocesos en la ejecución de cada proceso.
Esta información fue ordenada en un formato de acuerdo a la secuencia de los subprocesos indicando la duración de estos, la subcuadrilla o mano de obra empleada, los materiales y/o herramientas utilizadas y el rendimiento obtenido para cada proceso y subproceso. Además, se acompañó esta información con una fotografía que muestra el subproceso analizado. Este formato fue denominado "Transformación del proceso" y se presenta en la sección Anexo 4.

Adicionalmente, en los procesos constructivos de colocación de acero, encofrados y vaciado de concreto se elaboraron cartas balance para conocer el aporte de cada trabajador en el desarrollo del proceso y evaluar si la cuadrilla se encuentra correctamente dimensionada.

Este análisis no fue posible en los demás procesos debido a que en las zonas de análisis generalmente se asigna sólo a una persona para el desarrollo del proceso.

En el estudio también se detallan los materiales, herramientas y equipos empleados.

Gráficos

Para la interpretación de los resultados se emplearon los siguientes tipos de gráficos:

a) Gráficos de incidencia

   Muestran la distribución del tiempo empleado en la ejecución de las actividades a lo largo del proceso en porcentajes. Los resultados se presentan en diferentes niveles:

   - Incidencia de subprocesos en el proceso
   - Incidencia de microprocesos en el subproceso

b) Gráficos de distribución del trabajo en el proceso

   Se presenta la incidencia de los trabajos según su clasificación (TP, TC y TCN) dentro del proceso y adicionalmente se muestran gráficos de incidencia de los microprocesos según cada tipo de trabajo.

4.3 . Análisis de los procesos

4.3.1 Desarrollo del análisis

A continuación se explicarán los puntos que se desarrollan en el análisis de los procesos constructivos.

1. Descripción del proceso

1.1. Extensión del proceso

En este ítem se determinan los límites del análisis, es decir, se detallan las condiciones de inicio y fin consideradas para el estudio de los procesos.

1.2 Componentes de la subcuadrilla analizada:

Se indica la cantidad y categoría de las personas que ejecutan los procesos en el análisis respectivo.

1.3 Producción estimada

Esta se presenta en un cuadro resumen que contiene la siguiente información:

- El rendimiento obtenido después del análisis (*).
- El metrado que debe trabajarse por frente en el proceso analizado.
- El tiempo requerido para ejecutar la actividad.
- El número de personas que deben participar en la ejecución del proceso.(Esta cantidad se obtiene en base a los tres puntos anteriores)

(*) ADVERTENCIA: En general, después de obtener los rendimientos de los análisis deben realizarse mediciones adicionales hasta encontrar una tendencia para darles validez. Con ello la información obtenida puede ser aplicable a obras con características similares a la analizada.

1.4 Componentes de la cuadrilla estimada

Se especifica la categoría y el número de las personas que ejecutarán el proceso.

1.5 Materiales

Se presenta una relación de los insumos empleados durante la ejecución del proceso.

1.6 Herramientas y equipos

Se mencionan los equipos y herramientas empleados durante la ejecución del proceso.

1.7 Elementos de seguridad

En este ítem se detallan los implementos de seguridad que deben utilizarse para prevenir o minimizar los accidentes durante la ejecución del proceso.

1.8 Calidad

Se precisan los requerimientos que deben respetarse para que haya conformidad con el producto final. Estos se presentan en tres niveles:

- Requisitos de ejecutor: condiciones que se deben respetar durante la ejecución del proceso.
- Condiciones de entrada: estado en el que deben encontrarse la zona de trabajo y/o el producto a trabajar cuando ingresa la mano de obra para ejecutar el proceso. Estas condiciones deben ser satisfechas por la cuadrilla que trabajó previamente en la zona de trabajo.
- Condiciones de salida: estado en el que deben encontrarse la zona de trabajo y/o el producto a trabajar para satisfacer los requerimientos del proceso siguiente.

Estos criterios son transmitidos hacia los trabajadores a través de las cartillas de calidad. Más adelante se explicará con mayor detalle cómo fueron usadas las cartillas de calidad en la obra.

2. Resultados y propuestas

En esta sección se comentan e interpretan los resultados obtenidos del análisis y se hacen propuestas para mejorar la ejecución del proceso. La información se presenta en el siguiente orden:

- Cuadro de Subprocesos y Microprocesos de mayor incidencia
- Cuadro de incidencia y clasificación de microprocesos según carta balance
- Gráficos de distribución del trabajo e incidencia de microprocesos
- Comentarios generales

Los procedimientos constructivos analizados son los siguientes:

a. Colocación de acero
b. Colocación de encofrado
c. Vaciado de concreto
d. Desbaste
e. Picado
f. Resane
g. Derrames
h. Instalación de tabique
i. Solaqueo de tabique
j. Empaste de muros
k. Instalación de marcos
l. Instalación de puertas
m. Pintura de muros
n. Colocación de cerámico
o. Fraguado de cerámico

Debido a la extensión de la investigación no se han incluido dentro de esta sección los diagramas de transformación de cada uno de los procesos. Estos diagramas muestran la secuencia, duración y agrupación de los microprocesos y subprocesos para cada análisis. Para mayor detalle ver los *Diagramas de estudios de tiempos y movimientos* (CD adjunto).

A manera de ejemplo se presentan a continuación 4 procesos en los cuales se mostrará la participación del proceso dentro de una partida, así como las subdivisiones que existen en él (subprocesos y microprocesos), las cuales han sido ordenadas según la secuencia constructiva.

Posteriormente se mostrarán los análisis de cada proceso.

RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO - CASCO

PROCESO	TP	TC	TNC
Estándar Internacional	60.00%	25.00%	15.00%
Vaciado de losa	56.77%	20.37%	22.86%
Encofrado de losa	37.58%	39.38%	23.04%
Colocación de acero de muro	31.85%	45.77%	22.38%
Encofrado de muros	26.09%	37.87%	36.04%
Colocación de acero de losa	23.80%	22.92%	53.27%
Vaciado de muros	20.94%	28.52%	50.54%

RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO - ESMERILADO

PROCESO	TP	TC	TNC
Resane de muros	74.04%	13.88%	12.08%
Desbaste de muros	68.16%	27.95%	3.89%
Estándar Internacional	60.00%	25.00%	15.00%
Picado de muros	59.70%	9.68%	30.62%
Resane de encuentro muro-losa	56.47%	35.86%	7.67%
Desbaste de losa	48.91%	32.85%	18.25%
Resane de losa	45.84%	41.85%	12.31%
Derrame	40.80%	43.24%	15.95%

PARTIDA:	**Acero en muros**
PROCESO:	**Colocación de acero en muros**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El análisis del proceso se inicia después de que la losa de la cimentación o techo han sido vaciadas y concluye cuando todos los separadores han sido instalados en el refuerzo de los muros.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 2 operarios

1.3. Producción estimada

	hh/kg	Metrado del frente (kg)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.016	1175.40	4.50	4.0
Análisis 2	0.014	1175.40	4.50	4.0

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

Con los rendimientos obtenidos mediante el análisis de procesos se estimó el número de personas que debería pertenecer a la cuadrilla para cubrir el metrado típico del frente de trabajo. Para ello se consideró que el tiempo aproximado de duración de la actividad es 4.50 horas. Este valor fue asumido teniendo en cuenta que la jornada diaria es de 8.50 horas y que además de la colocación del refuerzo de elementos verticales se deben realizar los trabajos de instalaciones eléctricas y sanitarias en el frente de trabajo. Para ello se requiere que la colocación de acero en muros sea concluido en un tiempo menor de 8 horas.

Sin embargo, la duración del proceso puede modificarse de acuerdo al criterio de la persona que esté dimensionando la cuadrilla.

Se obtuvo finalmente que la cuadrilla debiera estar compuesta por 4 personas.

1.5. Materiales

Descripción	Und.	Cant/frente
Alambre Nº 16	Kg	100
Separadores	und	180

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad
Tortol	und	2.00
Grifa	und	1.00
Tubo 1”	und	1.00
Balde (soporte tipo banco)	und	1.00
Wincha	und	2.00
Tizas	und	20.00
Tijeras	Par	1.00
Cizalla	und	1.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requerimientos de seguridad
Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero
Lentes de seguridad
Guantes reforzados
Casco
Uniforme
Pantalón de cuero para el habilitador de acero
Tapón de oídos
Responsabilidades:
Colocar mechas de 0,60 m de acero de 1/2" en todos los ángulos del perímetro en el último techo
Amarrar y fijar las escaleras en sus extremos
Colocar las omegas en el último techo

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Colocar y empalmar refuerzos vertical y horizontales (zunchos) de acuerdo al plano
Cortar 50% de refuerzos horizontales en juntas de contracción
Fijar refuerzo unos a otros con alambre nro16 (atortolar)
El recubrimiento que deberá tener la estructura será de 4cm
Atortolar juntando las patas del alambre a la malla de acero

Condiciones de entrada
Trazo visible del muro (planta)
Limpieza del frente

Condiciones de salida
Limpieza del frente
Colocar separadores desde la parte superior hasta la mitad del muro espaciados cada metro tanto vertical como horizontalmente.
Fierro al eje del trazo

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

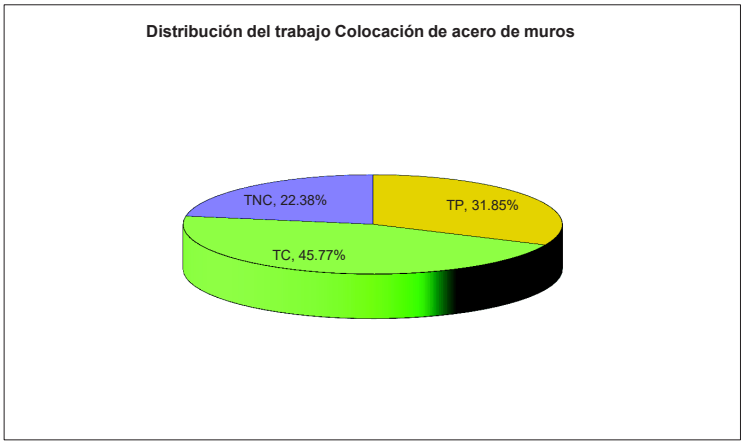
A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

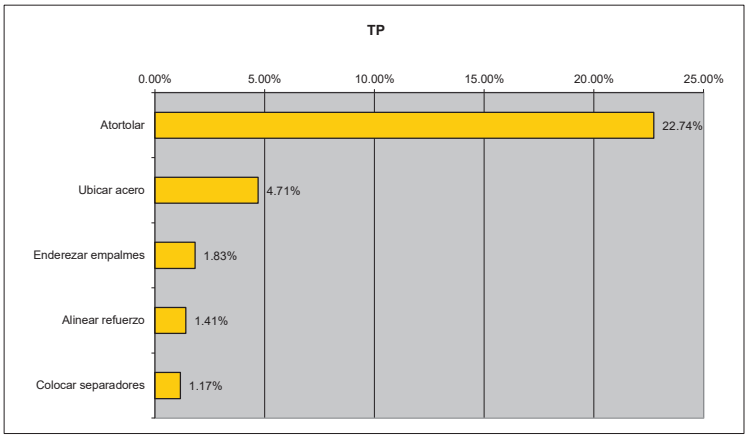
De acuerdo al análisis del proceso se encontró que está compuesto por diferentes subprocesos. Sin embargo para el análisis de los resultados se consideraron los subprocesos más relevantes en el proceso.

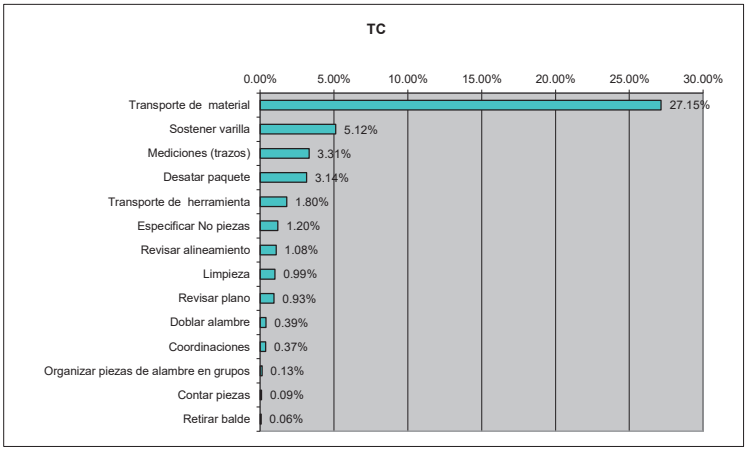
COLOCACIÓN DE ACERO DE MURO

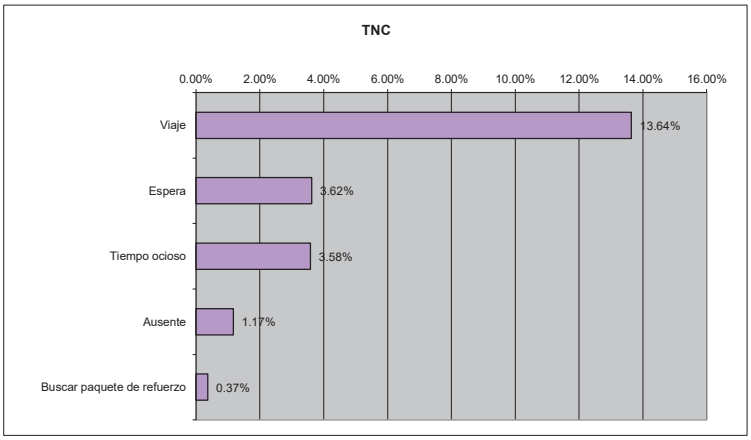
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	SEGÚN CARTA BALANCE		
			Promedio	NAVARRO	RIVAS
1	TP	Atortolar	22.74%	18.67%	26.81%
2	TP	Ubicar acero	4.71%	3.47%	5.94%
3	TP	Enderezar empalmes	1.83%	3.20%	0.47%
4	TP	Alinear refuerzo	1.41%	1.78%	1.05%
5	TP	Colocar separadores	1.17%	0.00%	2.33%
6	TC	Transporte de material	27.15%	25.51%	28.79%
7	TC	Sostener varilla	5.12%	9.42%	0.82%
8	TC	Mediciones (trazos)	3.31%	4.18%	2.45%
9	TC	Desatar paquete	3.14%	4.53%	1.75%
10	TC	Transporte de herramienta	1.80%	1.16%	2.45%
11	TC	Especificar No piezas	1.20%	2.40%	0.00%
12	TC	Revisar alineamiento	1.08%	2.04%	0.12%
13	TC	Limpieza	0.99%	0.00%	1.98%
14	TC	Revisar plano	0.93%	1.87%	0.00%
15	TC	Doblar alambre	0.39%	0.09%	0.70%
16	TC	Coordinaciones	0.37%	0.27%	0.47%
17	TC	Organizar piezas de alambre en g	0.13%	0.27%	0.00%
18	TC	Contar piezas	0.09%	0.18%	0.00%
19	TC	Retirar balde	0.06%	0.00%	0.12%
20	TNC	Viaje	13.64%	14.58%	12.70%
21	TNC	Espera	3.62%	2.58%	4.66%
22	TNC	Tiempo ocioso	3.58%	3.20%	3.96%
23	TNC	Ausente	1.17%	0.00%	2.33%
24	TNC	Buscar paquete de refuerzo	0.37%	0.62%	0.12%
25	O	No forma parte del análisis			
			100%	100%	100%

		SEGÚN CARTA BALANCE		
		Promedio	NAVARRO	RIVAS
TP	Trabajo Productivo	31.85%	27.11%	36.60%
TC	Trabajo Contributorio	45.77%	51.91%	39.63%
TNC	Trabajo No Contributorio	22.38%	20.98%	23.78%
		100.00%	100.00%	100.00%


Distribución del trabajo Colocación de acero de muros
TNC, 22.38%
TP, 31.85%
TC, 45.77%


TP
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
Atortolar
22.74%
Ubicar acero
4.71%
Enderezar empalmes
1.83%
Alinear refuerzo
1.41%
Colocar separadores
1.17%


TC
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
Transporte de material
27.15%
Sostener varilla
5.12%
Mediciones (trazos)
3.31%
Desatar paquete
3.14%
Transporte de herramienta
1.80%
Especificar No piezas
1.20%
Revisar alineamiento
1.08%
Limpieza
0.99%
Revisar plano
0.93%
Doblar alambre
0.39%
Coordinaciones
0.37%
Organizar piezas de alambre en grupos
0.13%
Contar piezas
0.09%
Retirar balde
0.06%


TNC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
16.00%
Viaje
13.64%
Espera
3.62%
Tiempo ocioso
3.58%
Ausente
1.17%
Buscar paquete de refuerzo
0.37%

SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subproceso	Porcentaje
1	Colocar zunchos	30.63%	Atortolar	38.67%
			Transportar material	25.50%
	Asegurar refuerzos vertical y horizontal	14.43%	Transportar material	39.53%
			Atortolar	36.64%
2	Colocar zunchos	35.34%	Transportar material	30.87%
			Atortolar	30.77%
	Asegurar refuerzos vertical y horizontal	25.60%	Atortolar	46.32%
			Transportar material	29.24%

Comentarios generales

Se observa que los flujos de mayor incidencia son el transporte de material, la acción de atortolar y los viajes. Los flujos de transporte de material y viajes se deben a que en el frente de trabajo se tiene un solo punto de acopio de material, lo cual implica que los trabajadores deben movilizarse para obtener el material requerido. A ello debe sumarse el hecho de que en el proceso necesariamente debe transportarse material incluso en la zona de trabajo, esto es, el acarreo de varillas y alambre hasta el punto de colocación.

Respecto a la operación de atortolar, esta se debe a la importante cantidad de nudos que hay en los elementos.

Algunas alternativas de solución o mejora de los puntos mencionados son las siguientes:

- Subdividir el material de cada frente por muro y ubicarlos en 4 puntos de acopio (2 puntos de acopio por cada subcuadrilla). Esta distribución estará definida de acuerdo a una secuencia de trabajo.
- Elaborar una plantilla que indique para cada muro qué nudos requieren un amarre y cuales no. Con ello no sólo se tendría un ahorro de tiempo sino también de material.

PARTIDA:	**Acero en losas**
PROCESO:	**Colocación de acero en losas**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El análisis de la colocación de acero de losa se inicia inmediatamente después de la colocación de desmoldante en las planchas del encofrado de losa y finaliza luego de colocar los todos los separadores y haber realizado la limpieza del frente.

1.2. Componentes de la cuadrilla

- 2 operarios

1.3. Producción estimada

- Cantidad: 1 Frente por día

	hh/kg	Metrado del frente (kg)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.007	1051.00	3.60	2.00
Análisis 2	0.007	1051.00	3.58	2.00

1.4. Materiales

Descripción	Und	Cant./frente
Tiza	und	10.00
Alambre # 16	Kg	50.00
Separadores de 2.5cm	und	500.00
Disco de corte	und	1.00

Ver anexo # 1

1.5. Herramientas y Equipos

Descripción	Und	Cantidad
Cizalla grande	und	1.00
Tortol	und	2.00
Amoladora de 7"	und	1.00
Grifa	und	2.00
Tubo de acero	und	2.00
Wincha	und	2.00

Ver anexo # 2

1.6. Elementos de seguridad

Requerimientos de seguridad
Amarrar y fijar las escaleras en sus extremos
Botas de seguridad de nitrilo
Lentes de seguridad
Guantes reforzados
Casco
Uniforme
Pantalón de cuero para el habilitador de acero
Tapón de oídos
Colocar mechas de 0,60 m de acero de 1/2" en todos los ángulos del perímetro en el último techo
Colocar las omegas en el último techo

1.7. Calidad

Requisitos de ejecutor
Limpieza del fierro
Colocación de fierro según planos
Verificación de espaciamientos
Atortolar juntando las patas del alambre a la malla o bastones
Colocación de separadores cada 50cm (recubrimiento mín.: 2.0cm)

Condiciones de entrada
Encofrado de losa nivelado (tolerancia: 2mm)
Limpieza del frente

Condiciones de salida
Limpieza del frente
Recubrimiento mínimo de 2.0 cm

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

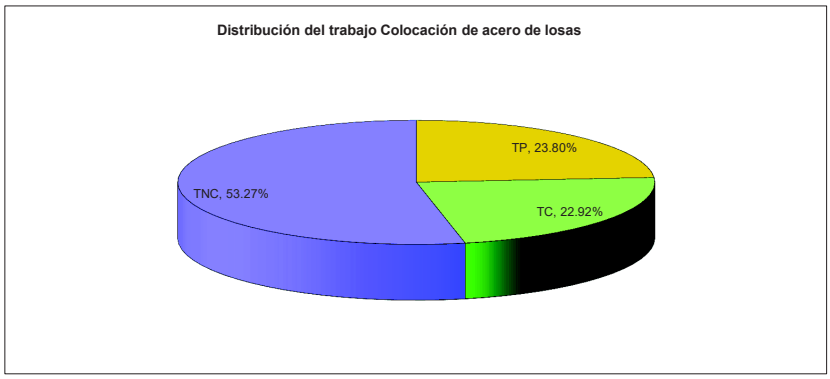
A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

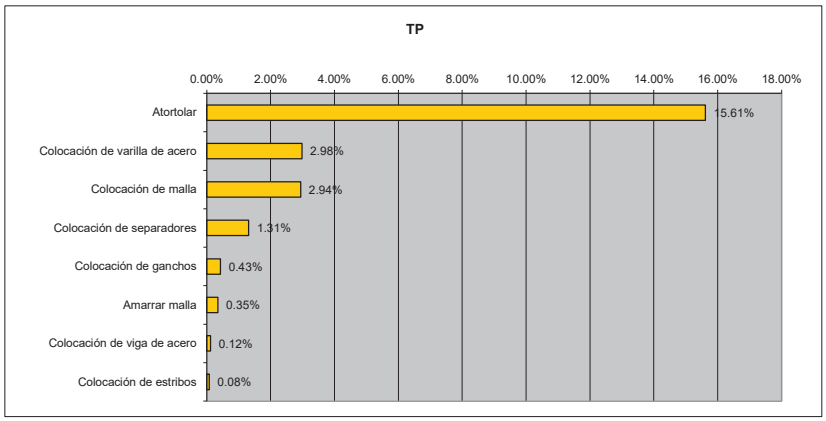
De acuerdo al análisis del proceso se encontró que está compuesto por diferentes subprocesos. Sin embargo para el análisis de los resultados se consideraron los subprocesos más relevantes en el proceso.

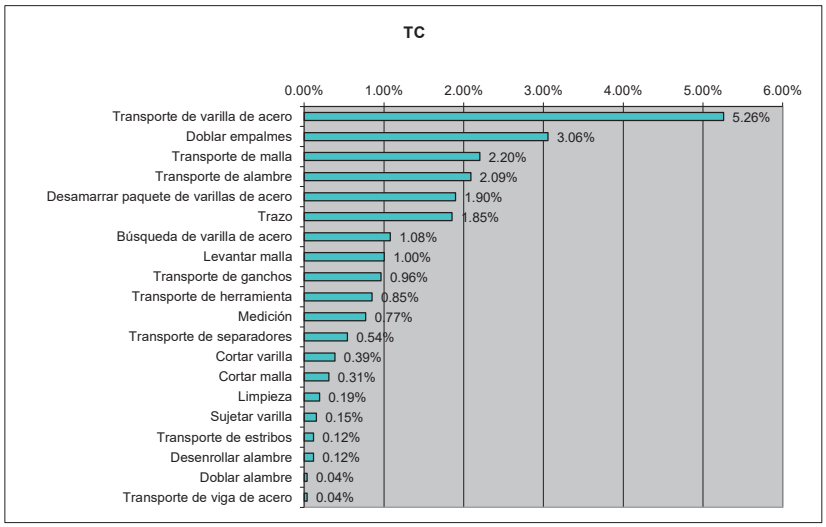
COLOCACIÓN DE ACERO DE LOSA

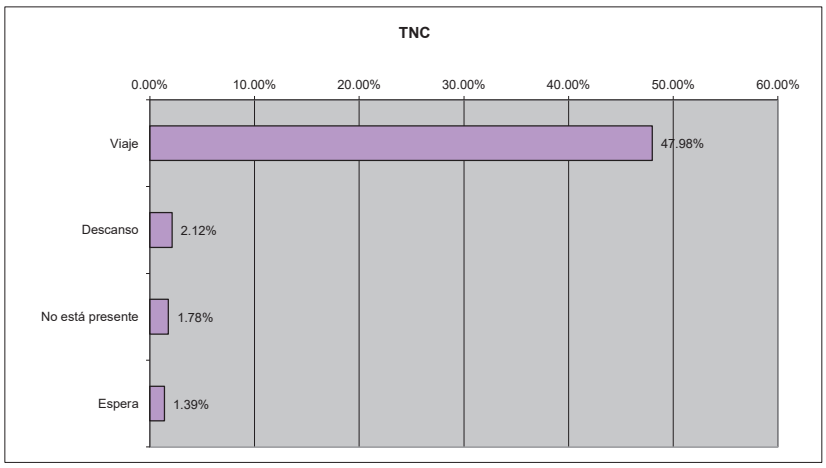
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	SEGÚN CARTA BALANCE		
			Promedio	1	2
1	TP	Atortolar	15.61%	15.55%	0.16
2	TP	Colocación de varilla de acero	2.98%	2.54%	0.03
3	TP	Colocación de malla	2.94%	2.46%	0.03
4	TP	Colocación de separadores	1.31%	1.77%	0.01
5	TP	Colocación de ganchos	0.43%	0.38%	0.00
6	TP	Amarrar malla	0.35%	0.38%	0.00
7	TC	Colocación de viga de acero	0.12%	0.23%	0.00
8	TC	Colocación de estribos	0.08%	0.15%	0.00
9	TC	Transporte de varilla de acero	5.26%	4.62%	0.06
10	TC	Doblar empalmes	3.06%	1.85%	0.04
11	TC	Transporte de malla	2.20%	2.39%	0.02
12	TC	Transporte de alambre	2.09%	1.31%	0.03
13	TC	Desamarrar paquete de varillas de acero	1.90%	0.92%	0.03
14	TC	Trazo	1.85%	1.85%	0.02
15	TC	Búsqueda de varilla de acero	1.08%	1.39%	0.01
16	TC	Levantar malla	1.00%	1.00%	0.01
17	TC	Transporte de ganchos	0.96%	1.31%	0.01
18	TC	Transporte de herramienta	0.85%	0.69%	0.01
19	TC	Medición	0.77%	1.00%	0.01
20	TC	Transporte de separadores	0.54%	0.23%	0.01
21	TC	Cortar varilla	0.39%	0.54%	0.00
22	TC	Cortar malla	0.31%	0.38%	0.00
23	TC	Limpieza	0.19%	0.23%	0.00
24	TC	Sujetar varilla	0.15%	0.31%	0.00
25	TC	Transporte de estribos	0.12%	0.15%	0.00
26	TC	Desenrollar alambre	0.12%	0.23%	0.00
27	TC	Doblar alambre	0.04%	0.08%	0.00
28	TC	Transporte de viga de acero	0.04%	0.08%	0.00
29	TNC	Viaje	47.98%	49.81%	0.46
30	TNC	Descanso	2.12%	3.16%	0.01
31	TNC	No está presente	1.78%	0.77%	0.03
32	TNC	Espera	1.39%	2.23%	0.01
			100%	100%	100%

		SEGÚN CARTA BALANCE		
		Promedio	1	2
TP	Trabajo Productivo	23.80%	23.48%	24.13%
TC	Trabajo Contributorio	22.92%	20.55%	25.29%
TNC	Trabajo No Contributorio	53.27%	55.97%	50.58%
		100.00%	100.00%	100.00%


Distribución del trabajo Colocación de acero de losas
TP, 23.80%
TC, 22.92%
TNC, 53.27%


TP
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
16.00%
18.00%
Atortolar
15.61%
Colocación de varilla de acero
2.98%
Colocación de malla
2.94%
Colocación de separadores
1.31%
Colocación de ganchos
0.43%
Amarrar malla
0.35%
Colocación de viga de acero
0.12%
Colocación de estribos
0.08%


TC
0.00%
1.00%
2.00%
3.00%
4.00%
5.00%
6.00%
Transporte de varilla de acero
5.26%
Doblar empalmes
3.06%
Transporte de malla
2.20%
Transporte de alambre
2.09%
Desamarrar paquete de varillas de acero
1.90%
Trazo
1.85%
Búsqueda de varilla de acero
1.08%
Levantar malla
1.00%
Transporte de ganchos
0.96%
Transporte de herramienta
0.85%
Medición
0.77%
Transporte de separadores
0.54%
Cortar varilla
0.39%
Cortar malla
0.31%
Limpieza
0.19%
Sujetar varilla
0.15%
Transporte de estribos
0.12%
Desenrollar alambre
0.12%
Doblar alambre
0.04%
Transporte de viga de acero
0.04%


TNC
0.00%
10.00%
20.00%
30.00%
40.00%
50.00%
60.00%
Viaje
47.98%
Descanso
2.12%
No está presente
1.78%
Espera
1.39%

SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subprocesos	Porcentaje
1	Colocación de varilla de acero	51.88%	Viaje	49.20%
			Atortolar	27.70%
	Colocación de malla	17.42%	Viaje	44.46%
			Colocación de malla	14.89%
			Transporte de malla	13.96%
2	Colocación de varilla de acero	57.67%	Viaje	46.24%
			Atortolar	22.62%
	Colocación de malla	17.26%	Viaje	46.74%
			Colocación de malla	18.63%
			Transporte de malla	11.45%

Comentarios generales

En las observaciones de campo se identificó que los operarios no seguían una secuencia ordenada. Ello conllevaba al incremento de los flujos de viajes dentro del proceso, tal como se aprecia en los resultados.
Se proponen las siguientes medidas para optimizar el proceso:

- Colocar dos puntos de acopio del material, los cuales deben ubicarse en la parte central de la zona de trabajo de cada operario.
- Establecer una secuencia para estandarizar la ejecución del proceso. Es decir, el orden, la ubicación y cómo se colocará cada material durante el proceso. Asimismo detallar las rutas que debe seguir el trabajador para realizar cada subproceso, con el fin de minimizar los viajes.

PARTIDA:	**Encofrado**
PROCESO:	**Encofrado de muros**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El análisis del encofrado de muros se inicia luego de la colocación del acero de muros y luego de haber esperado un tiempo prudencial para el fraguado del concreto. Este proceso finaliza luego del aplomado de los muros.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario
- 1 ayudante

1.3. Producción estimada

- Cantidad: 1 Frente por día

	hh/m2	Metrado del frente (m2)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.14	356.14	3.80	13
Análisis 2	0.10	356.14	2.80	13

1.4. Componentes de cuadrilla estimada

- 1 jefe de grupo
- 6 operarios
- 6 ayudantes

1.5. Materiales

Descripción	Und	Cant./frente
Desmoldante	Gln	6.00
Alambre # 8	Kg	15.00
Tecnopor de 6cm x 1.20 x 2.40 mts.Den 10Kg/m3	Plch	5.00
Dados de concreto	Und	150.00
Tubos de pvc	Und	492.00
Escoba	Und	5.00
Cuñas	Und	20.00
Esponja	Und	5.00
Separadores de madera	Und	11.00

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und	Cantidad
Espátula	und	13.00
Rodillo	und	5.00
Barretilla	und	13.00
Plomada	und	10.00
Zeta	und	10.00
Martillo	und	13.00
Escoba	und	5.00
Sacatubo	und	5.00
Cizalla chica	und	5.00
Wincha	und	13.00
Grúa Dalbe (Carga en punta = 1.00 ton)	und	1.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requisitos de seguridad
Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero
Lentes de seguridad
Guantes sin reforzar
Casco
Uniforme
Tapón de oídos
Colocación de andamios interiores y exteriores en todo el frente
Colocación de dos tablones de 0.25 m (fijos) en andamios interiores (ver plano de secuencia de vaciado)
Colocación de tablones de 0.30 m (fijos) en andamios exteriores
Colocación de barandas fijas y amarradas con alambre # 8 en andamios exteriores

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Limpieza en paneles, cantos y tapas
Colocación adecuada de los dados de concreto (espaciados cada 4 cocadas y ubicados en extremos de muro)
Aplicación de desmoldante (ver cartillas de materiales)
Alineamiento de paneles según trazo (tolerancia : 2mm)
Colocar escantillón, pasadores y mariposas debidamente ajustadas
Respetar adecuada separación de chavetas (evitar fuga lechada)
Aplomado antes y después de vaciado :
- Interiores (tolerancia:1mm)
- Exteriores (tolerancia:2mm hacia adentro)
No arrojar material desde los pisos elevados
Utilizar vientos para el transporte y colocación de paneles
Evitar dañar las cajas e instalaciones eléctricas
Evitar dañar las instalaciones sanitarias
Respetar materiales de cada cuadrilla

Condiciones de entrada
Trazo de muros limpio y nítido
Colocación de separadores
Fierro al eje del trazo fierro al eje del trazo fierro al eje del trazo
Limpieza del frente
Cajas y tuberías fijas y rígidas a la malla rellenas con tecnopor

Condiciones de salida
Colocación de andamios interiores en todo el frente
Colocación de andamios exteriores en todo el frente

Ver anexo # 3

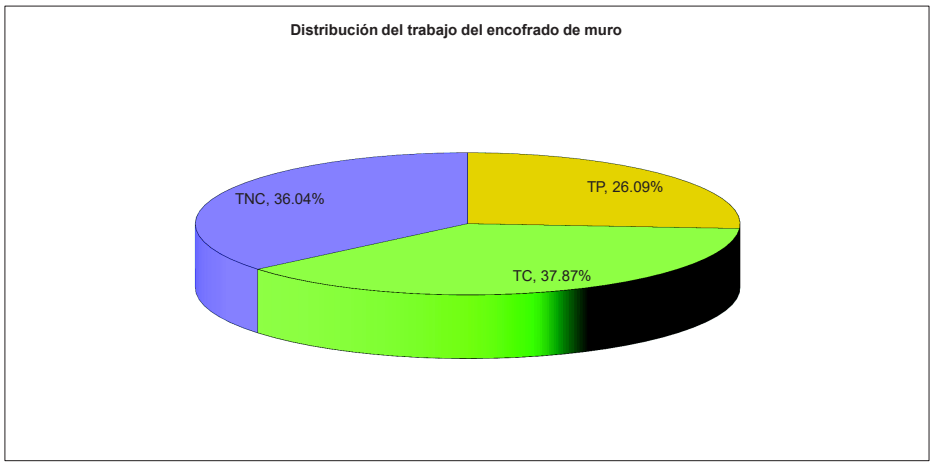
2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

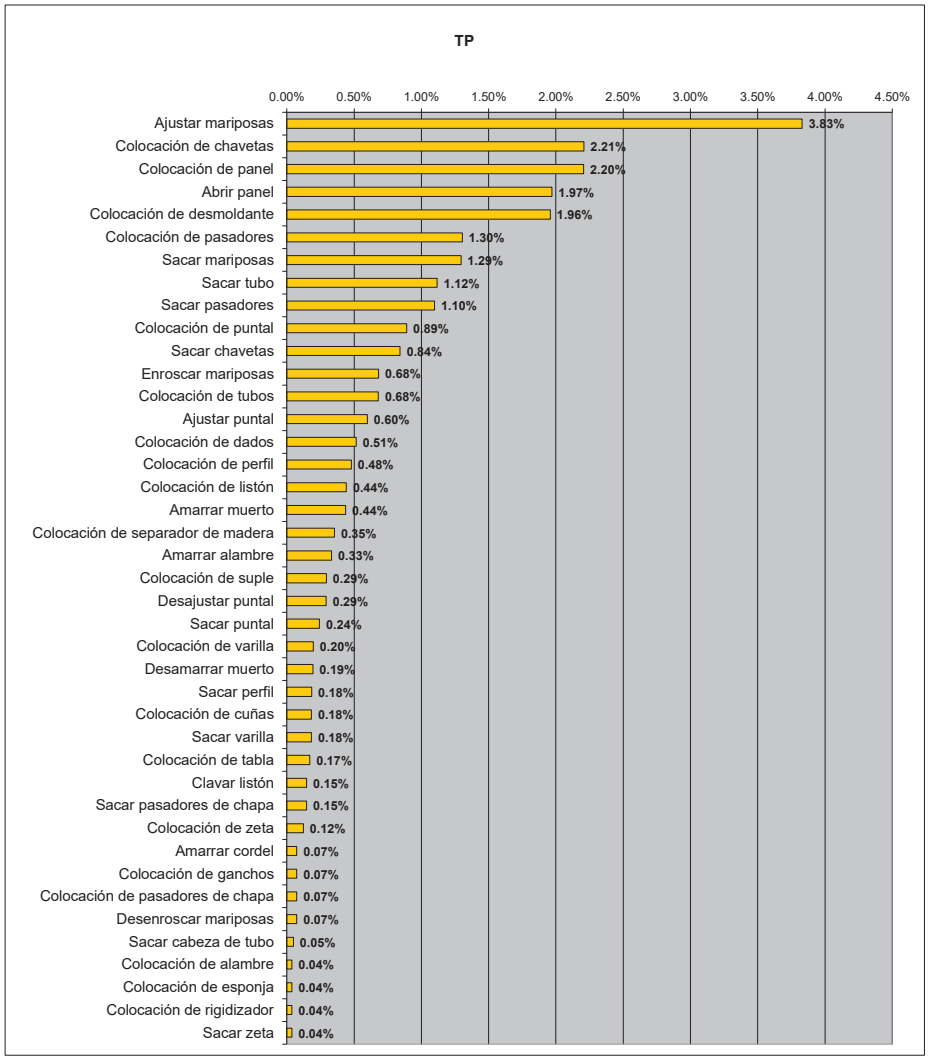
A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

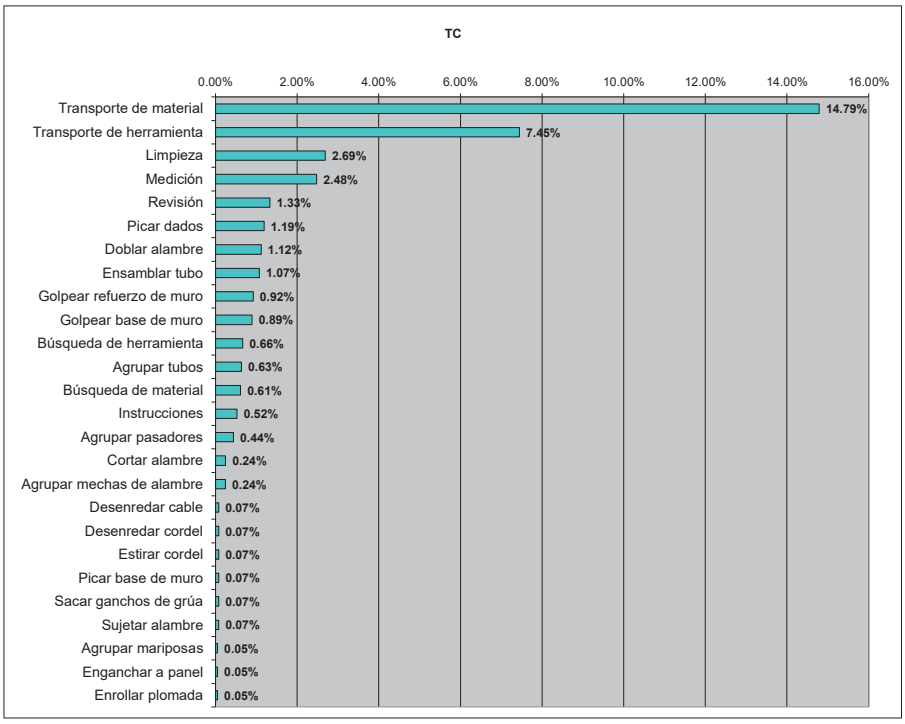
De acuerdo al análisis del proceso se encontró que está compuesto por diferentes subprocesos. Sin embargo para el análisis de los resultados se consideraron los subprocesos más relevantes en el proceso.

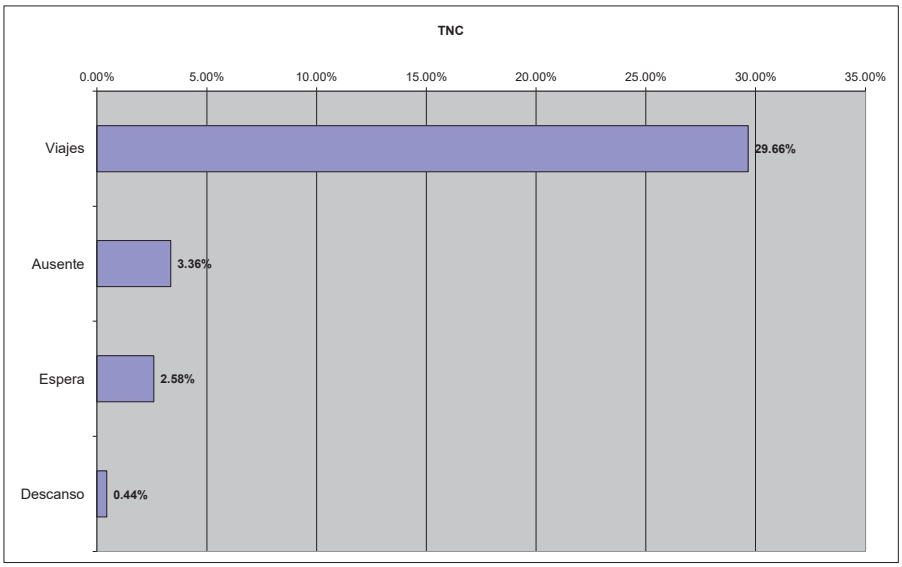
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS								
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	SEGÚN CARTA BALANCE			SEGÚN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS		
			Promedio	1	2	Promedio	1	2
42	TC	Transporte de material	14.79%	13.06%	0.17	14.50%	12.89%	16.11%
43	TC	Transporte de herramienta	7.45%	7.60%	0.07	7.76%	8.35%	7.17%
44	TC	Limpieza	2.69%	4.21%	0.01	2.77%	4.28%	1.27%
45	TC	Medición	2.48%	1.85%	0.03	2.53%	2.05%	3.00%
46	TC	Revisión	1.33%	1.70%	0.01	1.50%	1.86%	1.13%
47	TC	Picar dados	1.19%	1.40%	0.01	1.20%	1.43%	0.97%
48	TC	Doblar alambre	1.12%	0.00%	0.02	1.04%	0.00%	2.07%
49	TC	Ensamblar tubo	1.07%	0.59%	0.02	1.13%	0.66%	1.59%
50	TC	Golpear refuerzo de muro	0.92%	1.55%	0.00	0.94%	1.56%	0.31%
51	TC	Golpear base de muro	0.89%	1.11%	0.01	0.71%	0.79%	0.63%
52	TC	Búsqueda de herramienta	0.66%	1.33%	0.00	0.63%	1.26%	0.00%
53	TC	Agrupar tubos	0.63%	0.00%	0.01	0.60%	0.00%	1.20%
54	TC	Búsqueda de material	0.61%	1.03%	0.00	0.59%	0.99%	0.19%
55	TC	Instrucciones	0.52%	0.37%	0.01	0.52%	0.29%	0.75%
56	TC	Agrupar pasadores	0.44%	0.00%	0.01	0.36%	0.00%	0.72%
57	TC	Cortar alambre	0.24%	0.30%	0.00	0.38%	0.37%	0.39%
58	TC	Agrupar mechas de alambre	0.24%	0.00%	0.00	0.22%	0.00%	0.45%
59	TC	Desenredar cable	0.07%	0.15%	0.00	0.11%	0.21%	0.00%
60	TC	Desenredar cordel	0.07%	0.15%	0.00	0.08%	0.15%	0.00%
61	TC	Estirar cordel	0.07%	0.15%	0.00	0.09%	0.18%	0.00%
62	TC	Picar base de muro	0.07%	0.15%	0.00	0.04%	0.08%	0.00%
63	TC	Sacar ganchos de grúa	0.07%	0.15%	0.00	0.06%	0.12%	0.00%
64	TC	Sujetar alambre	0.07%	0.15%	0.00	0.10%	0.19%	0.00%
65	TC	Agrupar mariposas	0.05%	0.00%	0.00	0.03%	0.00%	0.07%
66	TC	Enganchar a panel	0.05%	0.00%	0.00	0.07%	0.00%	0.15%
67	TC	Enrollar plomada	0.05%	0.00%	0.00	0.04%	0.00%	0.09%
68	TNC	Viajes	29.66%	0.28	0.31	30.66%	28.31%	33.01%
69	TNC	Ausente	3.36%	0.07	0.00	3.37%	6.74%	0.00%
70	TNC	Espera	2.58%	0.03	0.02	2.43%	3.20%	1.66%
71	TNC	Descanso	0.44%	0.00	0.01	0.43%	0.32%	0.54%
			100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

		SEGÚN CARTA BALANCE			SEGÚN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS		
		Promedio	1	2	Promedio	1	2
TP	Trabajo Productivo	26.09%	24.28%	27.89%	25.11%	23.70%	26.53%
TC	Trabajo Contributorio	37.87%	36.97%	38.78%	38.00%	37.74%	38.26%
TNC	Trabajo No Contributorio	36.04%	38.75%	33.33%	36.89%	38.56%	35.22%
		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%


Distribución del trabajo del encofrado de muro
TNC, 36.04%
TP, 26.09%
TC, 37.87%


TP
0.00%
0.50%
1.00%
1.50%
2.00%
2.50%
3.00%
3.50%
4.00%
4.50%
Ajustar mariposas 3.83%
Colocación de chavetas 2.21%
Colocación de panel 2.20%
Abrir panel 1.97%
Colocación de desmoldante 1.96%
Colocación de pasadores 1.30%
Sacar mariposas 1.29%
Sacar tubo 1.12%
Sacar pasadores 1.10%
Colocación de puntal 0.89%
Sacar chavetas 0.84%
Enroscar mariposas 0.68%
Colocación de tubos 0.68%
Ajustar puntal 0.60%
Colocación de dados 0.51%
Colocación de perfil 0.48%
Colocación de listón 0.44%
Amarrar muerto 0.44%
Colocación de separador de madera 0.35%
Amarrar alambre 0.33%
Colocación de suple 0.29%
Desajustar puntal 0.29%
Sacar puntal 0.24%
Colocación de varilla 0.20%
Desamarrar muerto 0.19%
Sacar perfil 0.18%
Colocación de cuñas 0.18%
Sacar varilla 0.18%
Colocación de tabla 0.17%
Clavar listón 0.15%
Sacar pasadores de chapa 0.15%
Colocación de zeta 0.12%
Amarrar cordel 0.07%
Colocación de ganchos 0.07%
Colocación de pasadores de chapa 0.07%
Desenroscar mariposas 0.07%
Sacar cabeza de tubo 0.05%
Colocación de alambre 0.04%
Colocación de esponja 0.04%
Colocación de rigidizador 0.04%
Sacar zeta 0.04%


TC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
16.00%
Transporte de material
14.79%
Transporte de herramienta
7.45%
Limpieza
2.69%
Medición
2.48%
Revisión
1.33%
Picar dados
1.19%
Doblar alambre
1.12%
Ensamblar tubo
1.07%
Golpear refuerzo de muro
0.92%
Golpear base de muro
0.89%
Búsqueda de herramienta
0.66%
Agrupar tubos
0.63%
Búsqueda de material
0.61%
Instrucciones
0.52%
Agrupar pasadores
0.44%
Cortar alambre
0.24%
Agrupar mechas de alambre
0.24%
Desenredar cable
0.07%
Desenredar cordel
0.07%
Estirar cordel
0.07%
Picar base de muro
0.07%
Sacar ganchos de grúa
0.07%
Sujetar alambre
0.07%
Agrupar mariposas
0.05%
Enganchar a panel
0.05%
Enrollar plomada
0.05%


TNC
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
35.00%
Viajes
29.66%
Ausente
3.36%
Espera
2.58%
Descanso
0.44%

SUBPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

	Subproceso	Porcentaje
Análisis 1	Aplomado de muro	15.47%
	Colocación de panel	12.18%
	Colocación de perfil inferior	6.64%
	Colocación de dados	6.32%
	Colocación de separador de madera	5.82%
	Abrir panel	5.66%
	Colocación de chavetas	5.60%
	Sacado de andamio exterior	5.22%
	Colocación de listón	5.05%
	Colocación de mariposas	4.89%
	Colocación de pasadores	4.86%

	Subproceso	Porcentaje
Análisis 2	Colocación de mariposas	11.26%
	Aplomado de muros	9.40%
	Colocación de puntal	7.46%
	Habilitar mechas para el muerto	6.55%
	Colocación de tubos	6.07%
	Colocación de panel	5.73%
	Sacar tubo	5.49%
	Sacar pasador	5.16%
	Colocación de pasadores	5.11%
	Abrir panel	5.05%
	Colocación de dados	4.95%
	Sacar puntal	3.27%
	Colocación de desmoldante	3.17%

Con los principales subprocesos que intervienen en el proceso se identificaron los microprocesos más relevantes que conforman cada uno de ellos, los cuales se muestran a continuación:

- Viajes
- Transporte de herramienta
- Mediciones
- Espera
- Colocación de panel
- Limpieza
- Abrir panel
- Colocación de chavetas
- Ajustar mariposas
- Ensamblar tubo
- Transporte de material
- Sacar tubo
- Colocación de puntal
- Doblar alambre
- Colocación de desmoldante
- Colocación de pasador

Comentarios generales

Se observa que la subcuadrilla realiza viajes continuamente desplazándose de un frente de trabajo a otro. Además, se notó que la secuencia constructiva se ejecuta de forma desordenada, aumentando los viajes, transporte de material y herramientas.
Este proceso debe estandarizarse principalmente por la cantidad de microprocesos que implica.

Se sugieren las siguientes medidas para optimizar el proceso:

- Sobre el tema de transportes y viajes:
    - Proporcionar una canastilla pequeña a cada subcuadrilla en la cual almacenen los materiales, herramientas y accesorios que se necesiten durante la ejecución del proceso. Esta canastilla será transporta por la grúa en un punto en el frente de trabajo que reduzca los recorridos realizados por los operarios.
    - Acoplar una canastilla a cada panel de encofrado de muro para facilitar el almacenamiento y transporte de materiales y accesorios.

    Con ello se logrará que los trabajadores no tengan que viajar hacia el frente anterior para recogerlos.

- Reemplazar el martillo con una herramienta similar al atornillador eléctrico que ajuste las mariposas de forma más eficiente. Se recomienda que esta máquina sea inalámbrica y de alta potencia.
- Proporcionar a cada trabajador un cinturón portaherramientas, el cual permita llevar herramientas y accesorios pequeños.
- Emplear una herramienta similar a una gata para abrir y colocar los paneles.

PARTIDA:	**Encofrado**
PROCESO:	**Encofrado de losa**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

En análisis se inicia con el desencofrado de la losa del piso inferior y el transporte de materiales a la zona de trabajo; y finaliza al día siguiente con la colocación de frisos antes del vaciado de concreto.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 2 operarios

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	Und	hh/und	Metrado del frente (und)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Desencofrado	m2	0.057	149.46	4	2
Encofrado	m2	0.050	149.46	4	2
Colocación de frisos	ml	0.045	62.41	4	1

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

La cuadrilla requerida para ejecutar 1 frente de trabajo en 4 horas estaría conformada de la siguiente forma:

- 1 capataz o jefe de grupo
- 2 operarios
- 3 ayudantes

1.5. Materiales

Descripción	Und.	Cant/frente
Clavos de 2”	Kg	1
Clavos de 3”	Kg	1
Cinta maskin tape de 1 ½”	Und	6

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad
Cincel	Und	1.00
Cizalla	Und	1.00
Escoba	Und	2.00
Espátula	Und	3.00
Martillo	Und	6.00
Pata de cabra	Und	1.00
Serrucho	Und	1.00
Wincha	Und	6.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requisitos de seguridad
Arnés homologado
Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero
Lentes de seguridad
Guantes sin reforzar
Casco
Uniforme
Tapón de oídos
Colocar puente entre edificios con su respectiva baranda

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Al desencofrar no dejar sin reapuntalar
Apuntalamiento según plano
Verificación con escantillón de aluminio la altura de techo
Colocar paneles sin dejar luces de fuga de concreto
Colocar paneles sin presionar los muros de concreto
Colocación de desmoldante de acuerdo a cartillas de materiales
Colocar fijamente los frisos
Respetar materiales de cada cuadrilla

Condiciones de entrada
Trazo de nivelación h:1.30 m
Aplomado de muros (tolerancia 2mm)
Alineamiento de muros (tolerancia 2mm)
Limpieza del frente y recojo de materiales

Condiciones de salida
Limpieza del frente de trabajo
Encofrado de losa nivelado (tolerancia: 2mm)
Colocar y verificar que cinta de 1.5 " este adherida entre las
juntas de paneles hasta antes del vaciado de losa

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

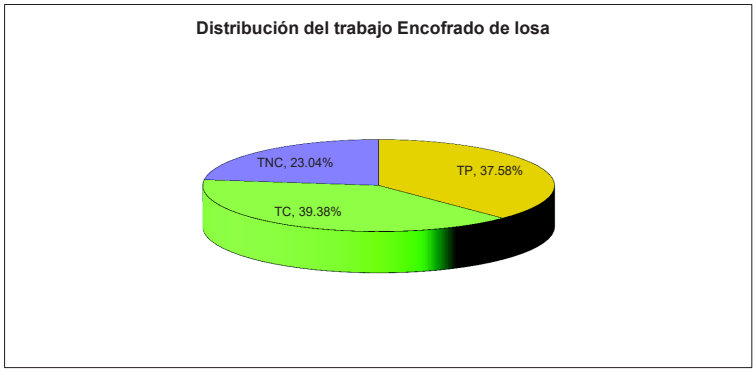
De acuerdo al análisis del proceso se encontró que está compuesto por diferentes subprocesos. Sin embargo para el análisis de los resultados se consideraron los subprocesos más relevantes en el proceso.

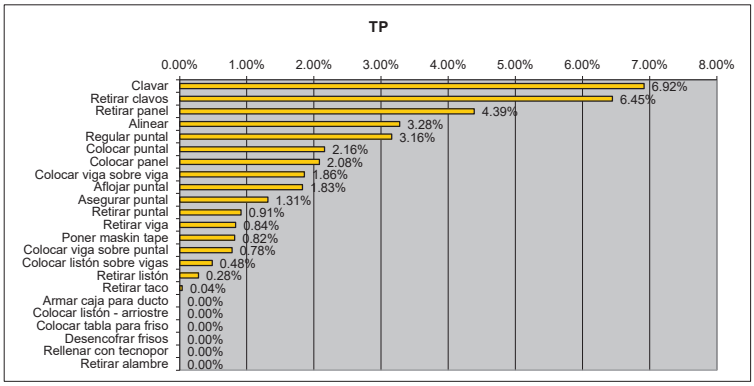
SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

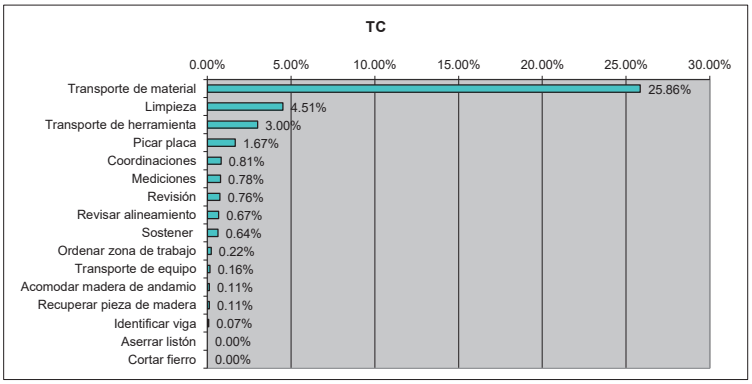
Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subproceso	Porcentaje
(1) Desencofrado	Desencofrado	36.68%	Retirar panel	22.44%
			Transporte de material	14.74%
	Limpieza de paneles	14.95%	Limpieza	37.96%
			Retirar clavos	30.20%
(2) Encofrado	Colocación de paneles de encofrado	30.11%	Clavar	18.42%
			Transporte de material	18.22%
	Acopio de puntales y vigas	10.89%	Transporte de material	60.20%
			Viajes	24.51%
(3) Colocación de frisos	Encofrado de frisos	47.67%	Transporte de material	32.79%
			Clavar	21.94%
	Limpieza de frisos y tacos	16.55%	Limpieza	46.28%
			Retirar clavos	15.40%

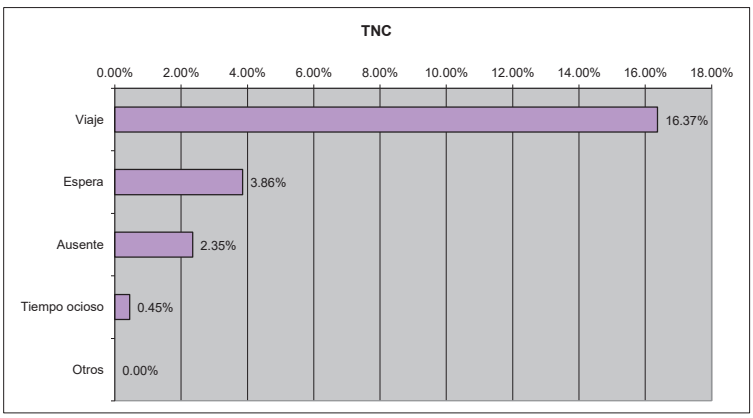
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS						
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	SEGÚN CARTA BALANCE			
			Promedio	Encofrado	Desencofrado	Frisos
1	TP	Clavar	6.92%	9.22%	4.61%	14.09%
2	TP	Retirar clavos	6.45%	3.35%	9.55%	2.79%
3	TP	Retirar panel	4.39%	0.74%	8.04%	0.00%
4	TP	Alinear	3.28%	5.20%	1.35%	4.70%
5	TP	Regular puntal	3.16%	6.32%	0.00%	0.00%
6	TP	Colocar puntal	2.16%	0.82%	3.50%	0.00%
7	TP	Colocar panel	2.08%	4.16%	0.00%	0.00%
8	TP	Colocar viga sobre viga	1.86%	3.72%	0.00%	0.00%
9	TP	Aflojar puntal	1.83%	0.00%	3.66%	0.00%
10	TP	Asegurar puntal	1.31%	0.00%	2.63%	0.00%
11	TP	Retirar puntal	0.91%	0.00%	1.83%	0.00%
12	TP	Retirar viga	0.84%	0.00%	1.67%	0.00%
13	TP	Poner maskin tape	0.82%	1.64%	0.00%	0.00%
14	TP	Colocar viga sobre puntal	0.78%	1.56%	0.00%	0.00%
15	TP	Colocar listón sobre vigas	0.48%	0.97%	0.00%	0.00%
16	TP	Retirar listón	0.28%	0.00%	0.56%	0.13%
17	TP	Retirar taco	0.04%	0.00%	0.08%	0.00%
18	TP	Armar caja para ducto	0.00%	0.00%	0.00%	3.05%
19	TP	Colocar listón - arriostre	0.00%	0.00%	0.00%	1.02%
20	TP	Colocar tabla para friso	0.00%	0.00%	0.00%	1.52%
21	TP	Desencofrar frisos	0.00%	0.00%	0.00%	9.39%
22	TP	Rellenar con tecnopor	0.00%	0.00%	0.00%	1.65%
23	TP	Retirar alambre	0.00%	0.00%	0.00%	0.25%
24	TC	Transporte de material	25.86%	26.10%	25.62%	23.73%
25	TC	Limpieza	4.51%	2.90%	6.13%	8.63%
26	TC	Transporte de herramienta	3.00%	0.59%	5.41%	9.64%
27	TC	Picar placa	1.67%	3.35%	0.00%	1.14%
28	TC	Coordinaciones	0.81%	0.59%	1.03%	0.89%
29	TC	Mediciones	0.78%	1.56%	0.00%	0.63%
30	TC	Revisión	0.76%	0.00%	1.51%	2.54%
31	TC	Revisar alineamiento	0.67%	1.34%	0.00%	0.00%
32	TC	Sostener	0.64%	0.00%	1.27%	0.00%
33	TC	Ordenar zona de trabajo	0.22%	0.45%	0.00%	0.00%
34	TC	Transporte de equipo	0.16%	0.00%	0.32%	0.00%
35	TC	Acomodar madera de andamio	0.11%	0.22%	0.00%	0.00%
36	TC	Recuperar pieza de madera	0.11%	0.22%	0.00%	0.00%
37	TC	Identificar viga	0.07%	0.15%	0.00%	0.00%
38	TC	Aserrar listón	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%
39	TC	Cortar fierro	0.00%	0.00%	0.00%	1.78%
40	TNC	Viaje	16.37%	16.43%	16.31%	11.68%
41	TNC	Espera	3.86%	4.54%	3.18%	0.00%
42	TNC	Ausente	2.35%	3.20%	1.51%	0.00%
43	TNC	Tiempo ocioso	0.45%	0.67%	0.24%	0.25%
44	TNC	Otros	0.00%	0.00%	0.00%	0.38%
			100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

		SEGÚN CARTA BALANCE			
		Promedio	Encofrado	Desencofrado	Frisos
TP	Trabajo Productivo	37.58%	37.70%	37.47%	38.58%
TC	Trabajo Contributorio	39.38%	37.47%	41.29%	49.11%
TNC	Trabajo No Contributorio	23.04%	24.83%	21.24%	12.31%


Distribución del trabajo Encofrado de losa
TNC, 23.04%
TP, 37.58%
TC, 39.38%


TP
0.00% 1.00% 2.00% 3.00% 4.00% 5.00% 6.00% 7.00% 8.00%
Clavar 6.92%
Retirar clavos 6.45%
Retirar panel 4.39%
Alinear 3.28%
Regular puntal 3.16%
Colocar puntal 2.16%
Colocar panel 2.08%
Colocar viga sobre viga 1.86%
Aflojar puntal 1.83%
Asegurar puntal 1.31%
Retirar puntal 0.91%
Retirar viga 0.84%
Poner maskin tape 0.82%
Colocar viga sobre puntal 0.78%
Colocar listón sobre vigas 0.48%
Retirar listón 0.28%
Retirar taco 0.04%
Armar caja para ducto 0.00%
Colocar listón - arriostre 0.00%
Colocar tabla para friso 0.00%
Desencofrar frisos 0.00%
Rellenar con tecnopor 0.00%
Retirar alambre 0.00%


TC
0.00% 5.00% 10.00% 15.00% 20.00% 25.00% 30.00%
Transporte de material 25.86%
Limpieza 4.51%
Transporte de herramienta 3.00%
Picar placa 1.67%
Coordinaciones 0.81%
Mediciones 0.78%
Revisión 0.76%
Revisar alineamiento 0.67%
Sostener 0.64%
Ordenar zona de trabajo 0.22%
Transporte de equipo 0.16%
Acomodar madera de andamio 0.11%
Recuperar pieza de madera 0.11%
Identificar viga 0.07%
Aserrar listón 0.00%
Cortar fierro 0.00%


TNC
0.00% 2.00% 4.00% 6.00% 8.00% 10.00% 12.00% 14.00% 16.00% 18.00%
Viaje 16.37%
Espera 3.86%
Ausente 2.35%
Tiempo ocioso 0.45%
Otros 0.00%

Comentarios generales

Una característica de la ejecución de este proceso es que realizan el transporte de material de forma continua. Los movimientos se hacen del piso inferior hacia el piso superior, en el cual se va a realizar el encofrado de la losa. Ello implica gran actividad y desgaste físico de los operarios.
Es importante recalcar que la cuadrilla realiza un trabajo ordenado. Se tiene una secuencia definida tanto para el transporte y acopio de los materiales, como para la colocación de éstos.

Se sugieren las siguientes alternativas para mejorar la ejecución del proceso:

- Verificar que la aplicación del desmoldante es la especificada para facilitar el retiro de los paneles durante el desencofrado de la losa.
- Emplear un dispositivo similar a un limpiavidrios con una hoja de metal situada en la parte superior para realizar la limpieza de los paneles.
- Evaluar la utilización de parihuelas izables para el transporte de puntales, vigas de madera y paneles; con el fin de reducir los flujos y la fatiga de lo operarios.

PARTIDA:	**Concreto en muros**
PROCESO:	**Vaciado de concreto en muros**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El análisis del proceso de vaciado de concreto en muros inicia después de realizar el encofrado de estos elementos; y finaliza cuando el frente de trabajo ha sido completamente vaciado y la zona de trabajo queda en orden.

El tiempo de análisis incluye los tiempos muertos debido a esperas de la planta de concreto pre mezclado.

1.2. Componentes de la cuadrilla analizada

La cuadrilla está compuesta de la siguiente forma:

- 2 ayudantes – vaciado
- 1 operario – vibrado
- 1 oficial – limpiar rebabas y enrasar
- 1 jefe de grupo
- 1 ayudante - capachero

El estudio de tiempos y movimientos se realizó en las cuatro primeras personas de la lista anterior.

Las dos personas no incluidas son el jefe de grupo y el capachero. A pesar de ello han sido consideradas para el cálculo del rendimiento de la cuadrilla.

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	hh/m3	**Metrado del frente (m3)**	**Tiempo (hrs)**	**N° de obreros**
Análisis 1	0.83	16.50	2.28	6
Análisis 2	0.88	16.50	2.43	6

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

Dado que el análisis de este proceso se ha aplicado a una parte importante de la cuadrilla, en lugar de estimar el número de personas que se requiere para ejecutar el proceso se va a evaluar la participación de cada miembro de la cuadrilla en el mismo para identificar su aporte en la actividad.

La herramienta empleada para tal fin es la carta balance. Los resultados obtenidos se muestran en la sección *Anexos* y el diagnóstico de los resultados será desarrollado con mayor detalle en la sección *Diagnóstico del Proceso* .

1.5. Materiales

Descripción	Und.	Cant/frente
Concreto pre mezclado	m3	16.50
Agua	--	--

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad
Badilejo	und	1.00
Balde metálico de 0.40 m3	und	2.00
Balde plástico	und	1.00
Chutes	und	14.00
Grúa Dalbe	und	1.00
Vibradora Φ = 1 ½”	und	1.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requerimientos de seguridad
Botas de jebe con punta de acero
Botas de cuero con planta de nitrilo con punta de acero
Lentes de seguridad
Guantes de jebe de 50 (corto) para los vaciadores
Guantes de jebe de 65 (largo) para el capachero y el vibrador
Casco
Ropa de PVC para el curador

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Vaciar concreto primero en las cabezas y luego el centro
Altura de capas: 0.30m, 0.80m, 1.20m
Slump del concreto igual a 8" (tolerancia 1.5")
Cangrejeras deberán ser menores al 5% del área evaluada
Burbujas deberán ser menores al 1% del área evaluada
Duración de vibrado de 10 a 15 seg continuos
Separación entre puntos de vibrado de 30 cm
Nivelación: hall 2.26m, baños 2.21m, resto 2.31m
Sacar 2 probetas por clase de concreto
Colocación de mezcla cemento-yeso-arena fina de proporción 0.5 : 0.5 : 2

Condiciones de entrada
Aplomado de los muros (tolerancia 1mm)
Colocación de dos tablones de 0.25 m (fijos) en andamios interiores
(Ver plano de secuencia de vaciado)

Condiciones de salida
Cuadrar el acero de en el centro del muro
Evitar el desperdicio de material en el frente de trabajo

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

A continuación se muestra el diagnóstico de los resultados obtenidos del estudio de tiempos y movimientos y de la carta balance realizados al proceso de vaciado de concreto en muros.

En la ejecución del vaciado de concreto se emplea un balde que es transportado mediante una grúa torre hacia la zona de trabajo. Adicionalmente, se dispone de una planta de concreto en la obra, la cual prepara la mezcla de forma simultánea a la ejecución del proceso.

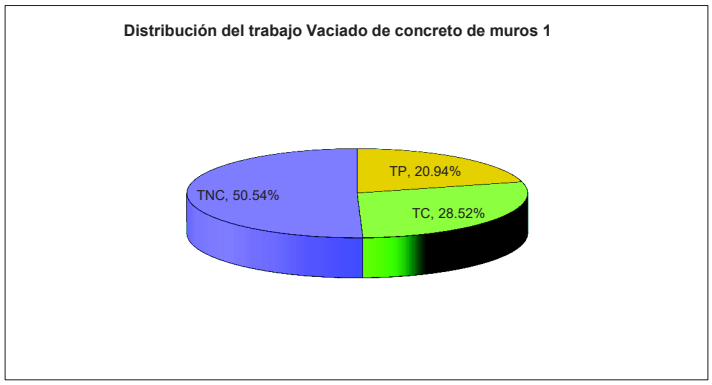
Estos puntos influyen en la duración del vaciado. Para conocer la influencia de los mismos en el proceso se han considerado dos muestras en el análisis.

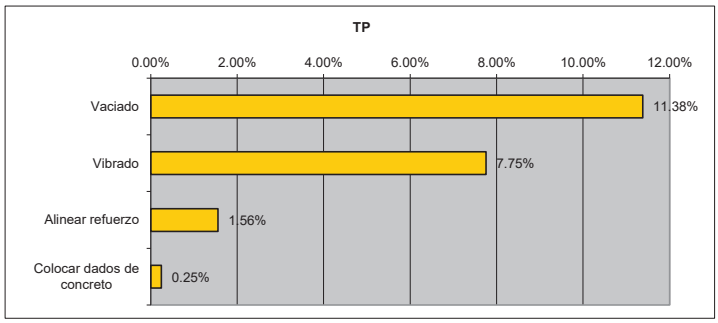
A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

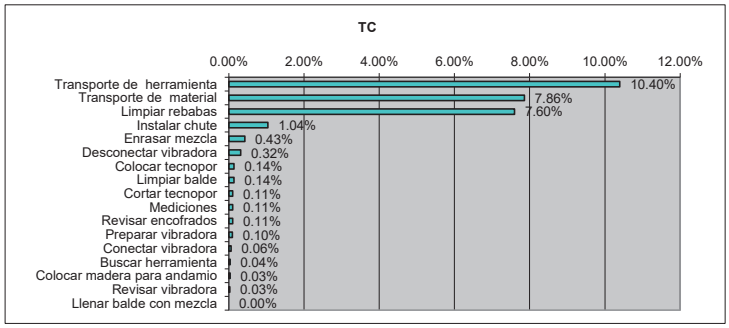
VACIADO DE MURO (1)

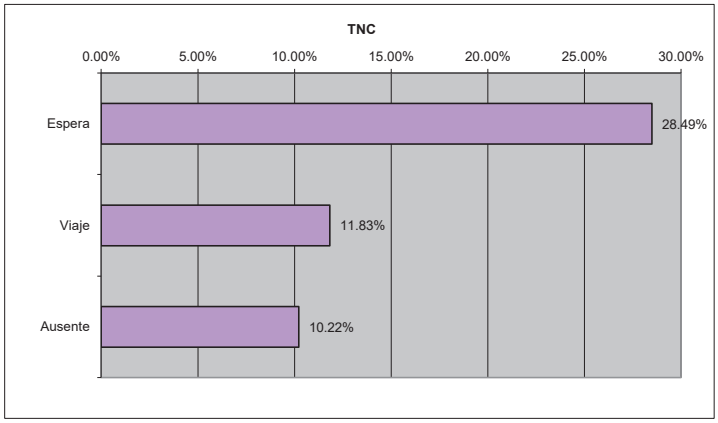
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS							
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	SEGÚN CARTA BALANCE				
			Promedio	Balde (1)	Balde (2)	Vibrar	Limpiar rebabas
1	TP	Vaciado	11.38%	17.45%	18.69%	0.00%	9.39%
2	TP	Vibrado	7.75%	0.00%	0.00%	31.02%	0.00%
3	TP	Alinear refuerzo	1.56%	0.40%	1.00%	0.00%	4.84%
4	TP	Colocar dados de concreto	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	1.00%
5	TC	Transporte de herramienta	10.40%	8.32%	8.42%	17.89%	6.97%
6	TC	Transporte de material	7.86%	7.38%	7.70%	0.00%	16.36%
7	TC	Limpiar rebabas	7.60%	3.36%	6.28%	0.00%	20.77%
8	TC	Instalar chute	1.04%	3.89%	0.29%	0.00%	0.00%
9	TC	Enrasar mezcla	0.43%	0.00%	0.00%	0.00%	1.71%
10	TC	Desconectar vibradora	0.32%	0.00%	0.00%	1.29%	0.00%
11	TC	Colocar tecnopor	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.57%
12	TC	Limpiar balde	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.57%
13	TC	Cortar tecnopor	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.43%
14	TC	Mediciones	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.43%
15	TC	Revisar encofrados	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.43%
16	TC	Preparar vibradora	0.10%	0.00%	0.00%	0.39%	0.00%
17	TC	Conectar vibradora	0.06%	0.00%	0.00%	0.26%	0.00%
18	TC	Buscar herramienta	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%
19	TC	Colocar madera para andamio	0.03%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%
20	TC	Revisar vibradora	0.03%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%
21	TC	Llenar balde con mezcla	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
22	TNC	Espera	28.49%	31.28%	26.53%	32.82%	23.33%
23	TNC	Viaje	11.83%	13.96%	16.55%	3.73%	13.09%
24	TNC	Ausente	10.22%	13.83%	14.55%	12.48%	0.00%
25	TNC	Tiempo ocioso	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
26	O	No forma parte del análisis					
			100%	100%	100%	100%	100%

		SEGÚN BALANCE DE CUADRILLA				
		Promedio	Balde (1)	Balde (2)	Vibrar	Limpiar rebabas
TP	Trabajo Productivo	20.94%	17.85%	19.69%	31.02%	15.22%
TC	Trabajo Contributorio	28.52%	23.09%	22.68%	19.95%	48.36%
TNC	Trabajo No Contributorio	50.54%	59.06%	57.63%	49.03%	36.42%
		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%


Distribución del trabajo Vaciado de concreto de muros 1
TP, 20.94%
TC, 28.52%
TNC, 50.54%


TP
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
Vaciado
11.38%
Vibrado
7.75%
Alinear refuerzo
1.56%
Colocar dados de concreto
0.25%

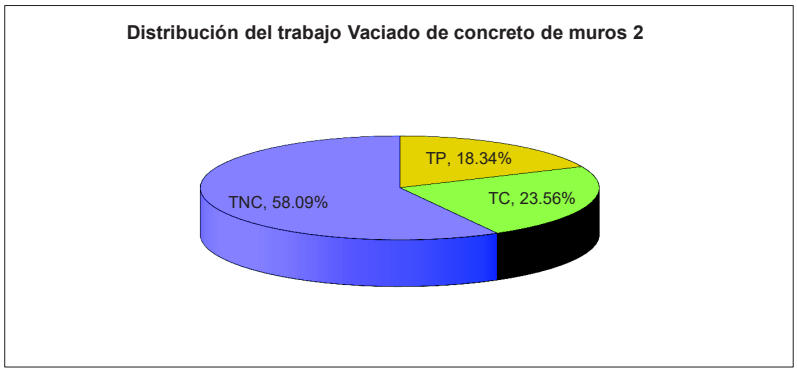

TC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
Transporte de herramienta
10.40%
Transporte de material
7.86%
Limpiar rebabas
7.60%
Instalar chute
1.04%
Enrasar mezcla
0.43%
Desconectar vibradora
0.32%
Colocar tecnopor
0.14%
Limpiar balde
0.14%
Cortar tecnopor
0.11%
Mediciones
0.11%
Revisar encofrados
0.11%
Preparar vibradora
0.10%
Conectar vibradora
0.06%
Buscar herramienta
0.04%
Colocar madera para andamio
0.03%
Revisar vibradora
0.03%
Llenar balde con mezcla
0.00%

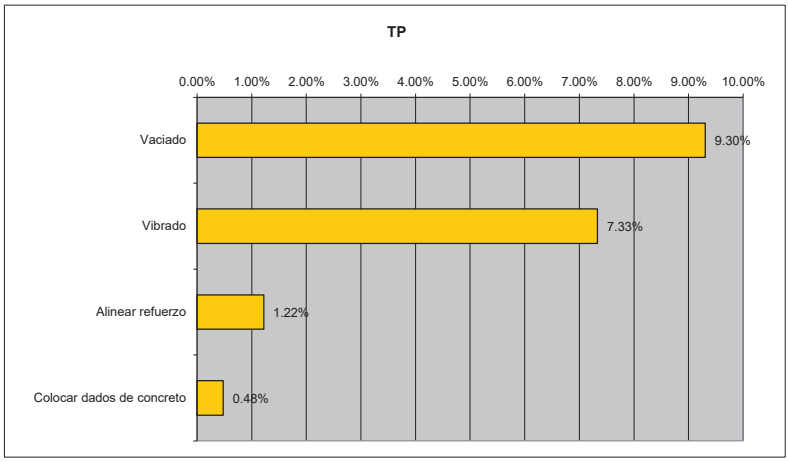

TNC
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
Espera
28.49%
Viaje
11.83%
Ausente
10.22%

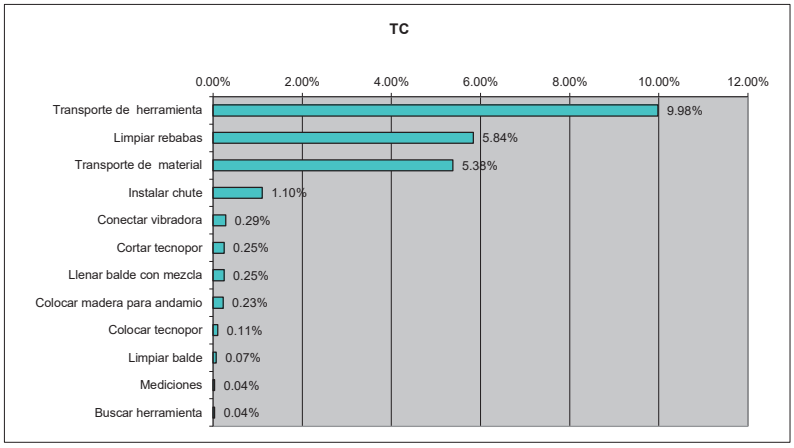
VACIADO DE MURO (2)

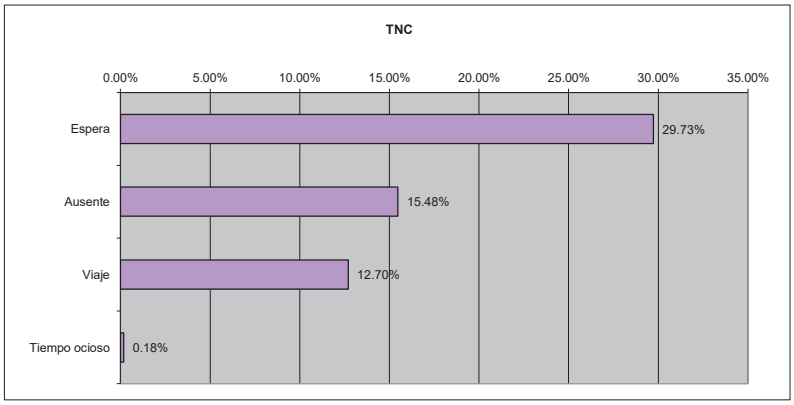
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS							
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	SEGÚN CARTA BALANCE				
			Promedio	Balde (1)	Balde (2)	Vibrar	Limpiar rebabas
1	TP	Vaciado	9.30%	14.43%	14.90%	0.11%	7.78%
2	TP	Vibrado	7.33%	0.00%	0.00%	29.34%	0.00%
3	TP	Alinear refuerzo	1.22%	1.11%	0.67%	0.00%	3.11%
4	TP	Colocar dados de concreto	0.48%	0.37%	0.00%	0.00%	1.56%
5	TC	Transporte de herramienta	9.98%	6.91%	7.92%	16.89%	8.20%
6	TC	Limpiar rebabas	5.84%	3.21%	1.21%	0.00%	18.95%
7	TC	Transporte de material	5.38%	7.40%	5.50%	0.00%	8.63%
8	TC	Instalar chute	1.10%	3.08%	0.94%	0.11%	0.28%
9	TC	Conectar vibradora	0.29%	0.00%	0.00%	1.14%	0.00%
10	TC	Cortar tecnopor	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.99%
11	TC	Llenar balde con mezcla	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.99%
12	TC	Colocar madera para andamio	0.23%	0.25%	0.40%	0.11%	0.14%
13	TC	Colocar tecnopor	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.42%
14	TC	Limpiar balde	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%
15	TC	Buscar herramienta	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%
16	TC	Mediciones	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%
17	TC	Desconectar vibradora	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
18	TC	Enrasar mezcla	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
19	TC	Preparar vibradora	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
20	TC	Revisar encofrados	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
21	TC	Revisar vibradora	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
22	TNC	Ausente	15.48%	19.36%	27.11%	12.90%	2.55%
23	TNC	Espera	29.73%	31.44%	24.43%	35.05%	28.01%
24	TNC	Viaje	12.70%	12.45%	16.91%	4.34%	17.11%
25	TNC	Tiempo ocioso	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.71%
26	O	No forma parte del análisis					
			100%	100%	100%	100%	100%

		SEGÚN BALANCE DE CUADRILLA				
		Promedio	Balde (1)	Balde (2)	Vibrar	Limpiar rebabas
TP	Trabajo Productivo	18.34%	15.91%	15.57%	29.45%	12.45%
TC	Trabajo Contributorio	23.56%	20.84%	15.97%	18.26%	39.18%
TNC	Trabajo No Contributorio	58.09%	63.26%	68.46%	52.28%	48.37%
		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%


Distribución del trabajo Vaciado de concreto de muros 2
TP, 18.34%
TC, 23.56%
TNC, 58.09%


TP
0.00%
1.00%
2.00%
3.00%
4.00%
5.00%
6.00%
7.00%
8.00%
9.00%
10.00%
Vaciado
9.30%
Vibrado
7.33%
Alinear refuerzo
1.22%
Colocar dados de concreto
0.48%


TC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
Transporte de herramienta
9.98%
Limpiar rebabas
5.84%
Transporte de material
5.38%
Instalar chute
1.10%
Conectar vibradora
0.29%
Cortar tecnopor
0.25%
Llenar balde con mezcla
0.25%
Colocar madera para andamio
0.23%
Colocar tecnopor
0.11%
Limpiar balde
0.07%
Mediciones
0.04%
Buscar herramienta
0.04%


TNC
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
35.00%
Espera
29.73%
Ausente
15.48%
Viaje
12.70%
Tiempo ocioso
0.18%

MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Trabajador	Microprocesos	Análisis 1	Análisis 2
Vaciador (1)	Espera Ausente Vaciado	24.80% 20.80% 18.15%	25.57% 25.40% 14.38%
Vaciador (2)	Vaciado Ausente Espera Viaje	20.87% --- 20.16% 19.35%	--- 27.70% 24.63% 16.20%
Vibrador	Espera Vibrado Transp. Herr. Ausente	33.55% 31.43% 17.90% 11.67%	34.99% 28.74% 17.56% 12.84%
Enrasador	Espera Limpiar rebabas Transp. Material Viaje	24.04% 21.54% 15.45% ---	27.52% 18.90% --- 17.48%

Se observa que el microproceso de mayor incidencia en los cuatro trabajadores analizados corresponde a esperas.

Debe indicarse que los tiempos de espera de los encargados de vibrar y enrasar la mezcla dependen de la velocidad del vaciado de la mezcla, por lo cual se infiere que depende del desempeño de los responsables de la manipulación del balde. Por otro lado, los principales factores que influyen en los tiempos muertos de estos trabajadores son la velocidad de la grúa y la eficiencia de la planta de concreto.

En los siguientes cuadros se detalla el porcentaje de incidencia de los factores mencionados anteriormente en el tiempo de espera de los responsables de la manipulación del balde.

Vaciador (1)	Análisis 1		Análisis 2	
Origen	**%**	**t (min)**	**%**	**t (min)**
Planta	65.45%	37.07	81.84%	56.42
Grúa	34.55%	19.57	18.16%	12.51
Tiempo total de esperas	100.00%	56.64	100.00%	68.93
Tiempo total de análisis	124.22 min		135.23 min	

Vaciador (2)	Análisis 1		Análisis 2	
Origen	**%**	**t (min)**	**%**	**t (min)**
Planta	54.95%	21.17	76.25%	50.20
Grúa	45.05%	17.35	23.75%	15.63
Tiempo total de esperas	100.00%	38.52	100.00%	65.83
Tiempo total de análisis	108.20 min		125.82 min	

Los resultados anteriores indican que los tiempos muertos del proceso se deben principalmente al desempeño de la planta de concreto. La capacidad del trompo empleado por la planta es de 7 m3. Dado que se requieren 15.5 m3 de mezcla para el vaciado de concreto en el frente de trabajo, la planta necesariamente debe preparar dos tandas de mezcla de forma simultánea a la ejecución del proceso, siendo este el principal factor de incidencia en los tiempos de espera.

Los responsables de la manipulación del balde emplean parte de este tiempo de espera en trasladar e instalar chutes y en colocar madera en los andamios de la zona que será vaciada. Sin embargo, un considerable porcentaje de esperas no puede ser aprovechado en realizar otras actividades que agreguen valor al proceso.

Propuestas de mejora

A continuación se presentan algunas sugerencias para optimizar el proceso:

- Realizar tandas con volúmenes pequeños de mezcla. Con ello se espera que la planta realice su mezclado de forma más rápida reduciendo de esta manera el tiempo de espera.
- Evaluar la posibilidad de utilizar un trompo con velocidad de mezclado mayor. Con ello se disminuirán o eliminarán las esperas.
- Emplear un balde adicional durante el vaciado para desocupar más rápido el trompo y con ello iniciar con anticipación el ciclo de mezcla de las siguientes tandas.

PARTIDA:	**Concreto en losas**
PROCESO:	**Vaciado de concreto en losas**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El análisis del proceso de vaciado de concreto en losas inicia después de realizar la colocación de acero y tendido de tuberías en la losa; y finaliza cuando el frente de trabajo ha sido completamente vaciado y la zona de trabajo queda en orden.

El tiempo de análisis incluye los tiempos muertos debido a esperas de la planta de concreto pre mezclado.

1.2. Componentes de la cuadrilla analizada

La cuadrilla está compuesta de la siguiente forma:

- 2 ayudantes – vaciado
- 1 operario – vibrado
- 3 oficiales – enrasar superficie (regleros)
- 1 jefe de grupo
- 1 ayudante - capachero

El estudio de tiempos y movimientos se realizó en las seis primeras personas de la lista anterior.

Las dos personas no incluidas son el jefe de grupo y el capachero. A pesar de ello han sido consideradas para el cálculo del rendimiento de la cuadrilla.

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	hh/m3	Metrado del frente (m3)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.91	13.50	1.53	8
Análisis 2	1.13	13.50	1.90	8

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

Dado que el análisis de este proceso se ha aplicado a una parte importante de la cuadrilla, en lugar de estimar el número de personas que se requiere para ejecutar el proceso se va a evaluar la participación de cada miembro de la cuadrilla en el mismo para identificar su aporte en la actividad.
La herramienta empleada para tal fin es la carta balance. Los resultados obtenidos se muestran en la sección *Anexos* y el diagnóstico de los resultados será desarrollado con mayor detalle en la sección *Diagnóstico del Proceso*

1.5. Materiales

Descripción	Und.	Cant/frente
Concreto pre mezclado	m3	13.50
Mechas de alambre No 8	und	28
Pegamento epóxico		
Agua	--	--

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad
Badilejo	und	3.00
Balde metálico de 0.40 m3	und	1.00
Balde plástico	und	1.00
Frotacho largo	und	1.00
Grúa Dalbe	und	1.00
Jarra	und	1.00
Manguera	und	1.00
Pala	und	2.00
Reglas metálicas	und	3.00
Vibradora Φ = 2”	und	1.00
Wincha	und	3.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requerimientos de seguridad
Botas de jebe con punta de acero
Botas de cuero con planta de nitrilo con punta de acero
Lentes de seguridad
Guantes de jebe de 50 (corto) para los vaciadores
Guantes de jebe de 65 (largo) para el capachero y el vibrador
Casco
Ropa de PVC para el curador

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Colocación de puntos para regleado
Limpieza del frente previo vaciado
Slump del concreto igual a 4" (tolerancia 1.5")
Duración de vibrado de 8 a 10 seg continuos
Separación entre puntos de vibrado de 60 cm
Sacar 2 probetas por clase de concreto
Regleado respetando nivel de vaciado

Condiciones de entrada
Recubrimiento mínimo de 2.0 cm.
Limpieza del frente
Cajas y tuberías completas y fijas
Prueba de agua y desagüe
Colocar paneles sin dejar luces de fuga de concreto
Colocar y verificar que cinta de 1.5 " este adherida
Entre las juntas de paneles hasta antes del vaciado de losa

Condiciones de salida
Evitar el desperdicio de material en el frente de trabajo

Ver anexo # 3

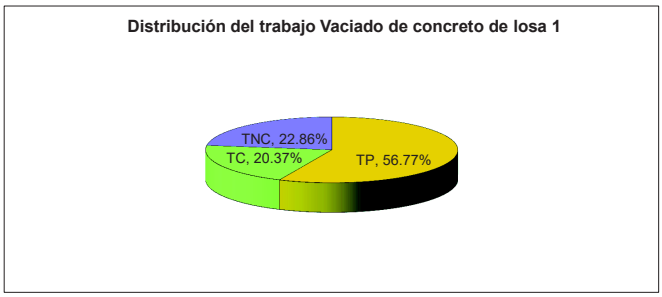
2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

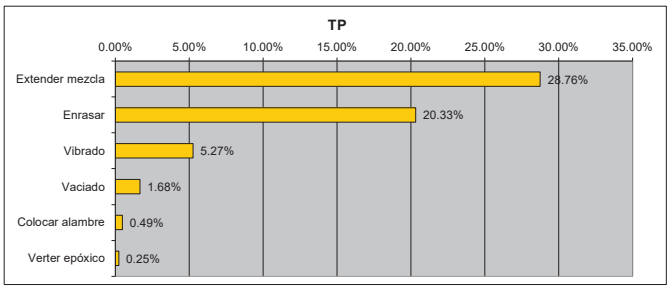
A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos*

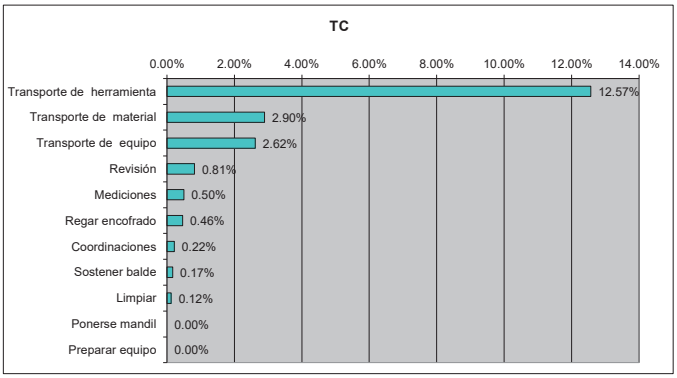
VACIADO DE LOSA (1)

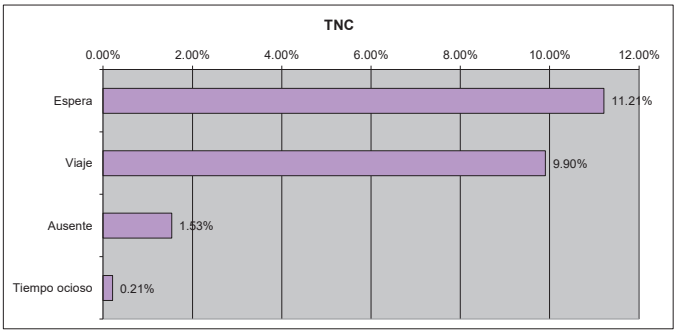
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS									
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	SEGÚN CARTA BALANCE						
			Promedio	Balde 1	Balde 2	Vibradora	Regla 1	Regla 2	Regla 3
1	TP	Extender mezcla	28.76%	51.76%	38.32%	0.00%	26.75%	26.07%	29.64%
2	TP	Enrasar	20.33%	0.00%	0.00%	0.00%	43.45%	42.11%	36.43%
3	TP	Vibrado	5.27%	0.00%	0.00%	31.65%	0.00%	0.00%	0.00%
4	TP	Vaciado	1.68%	5.78%	4.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
5	TP	Colocar alambre	0.49%	0.00%	0.00%	0.00%	1.44%	1.25%	0.23%
6	TP	Verter epóxico	0.25%	0.00%	0.00%	0.76%	0.72%	0.00%	0.00%
7	TC	Transporte de herramienta	12.57%	12.56%	12.18%	7.85%	11.67%	18.05%	13.12%
8	TC	Transporte de material	2.90%	4.02%	3.30%	0.76%	2.69%	2.76%	3.85%
9	TC	Transporte de equipo	2.62%	0.00%	0.00%	15.70%	0.00%	0.00%	0.00%
10	TC	Revisión	0.81%	0.00%	0.76%	0.51%	0.00%	0.00%	3.62%
11	TC	Mediciones	0.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.50%	2.49%
12	TC	Regar encofrado	0.46%	0.00%	0.00%	2.78%	0.00%	0.00%	0.00%
13	TC	Coordinaciones	0.22%	0.00%	0.51%	0.00%	0.54%	0.25%	0.00%
14	TC	Sostener balde	0.17%	0.00%	0.00%	1.01%	0.00%	0.00%	0.00%
15	TC	Limpiar	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.50%	0.23%
16	TC	Ponerse mandil	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
17	TC	Preparar equipo	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
18	TNC	Espera	11.21%	18.59%	6.35%	32.41%	3.23%	3.76%	2.94%
19	TNC	Viaje	9.90%	6.03%	32.49%	6.58%	5.03%	4.76%	4.52%
20	TNC	Ausente	1.53%	0.00%	1.78%	0.00%	4.49%	0.00%	2.94%
21	TNC	Tiempo ocioso	0.21%	1.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
22	O	No forma parte del análisis							
			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

		SEGÚN CARTA BALANCE						
		Promedio	García	Silva	Vibradora	Regla 1	Regla 2	Regla 3
TP	Trabajo Productivo	56.77%	57.54%	42.64%	32.41%	72.35%	69.42%	66.29%
TC	Trabajo Contributorio	20.37%	16.58%	16.75%	28.61%	14.90%	22.06%	23.30%
TNC	Trabajo No Contributorio	22.86%	25.88%	40.61%	38.99%	12.75%	8.52%	10.41%
		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%


Distribución del trabajo Vaciado de concreto de losa 1
TNC, 22.86%
TC, 20.37%
TP, 56.77%


TP
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
35.00%
Extender mezcla
28.76%
Enrasar
20.33%
Vibrado
5.27%
Vaciado
1.68%
Colocar alambre
0.49%
Verter epóxico
0.25%

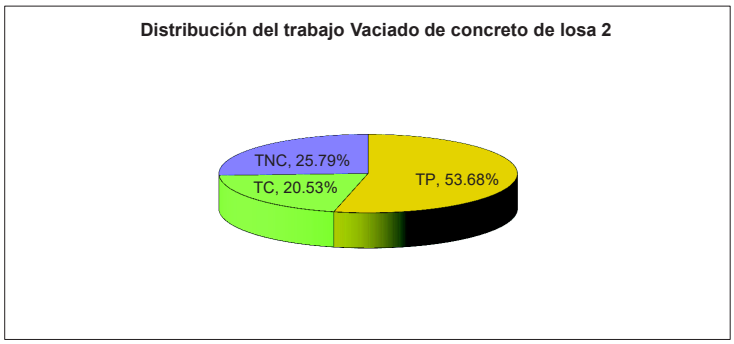

TC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
Transporte de herramienta
12.57%
Transporte de material
2.90%
Transporte de equipo
2.62%
Revisión
0.81%
Mediciones
0.50%
Regar encofrado
0.46%
Coordinaciones
0.22%
Sostener balde
0.17%
Limpiar
0.12%
Ponerse mandil
0.00%
Preparar equipo
0.00%

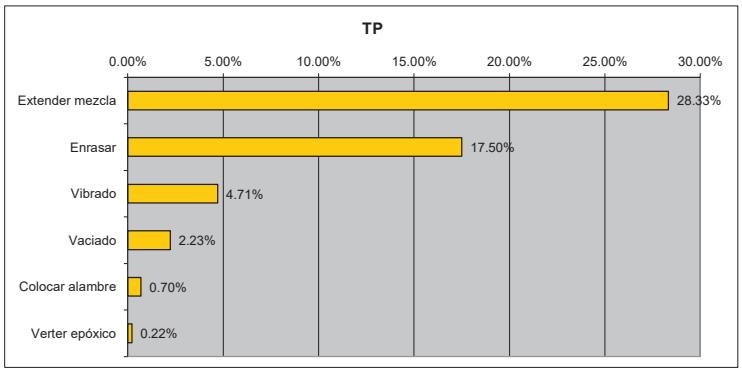

TNC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
Espera
11.21%
Viaje
9.90%
Ausente
1.53%
Tiempo ocioso
0.21%

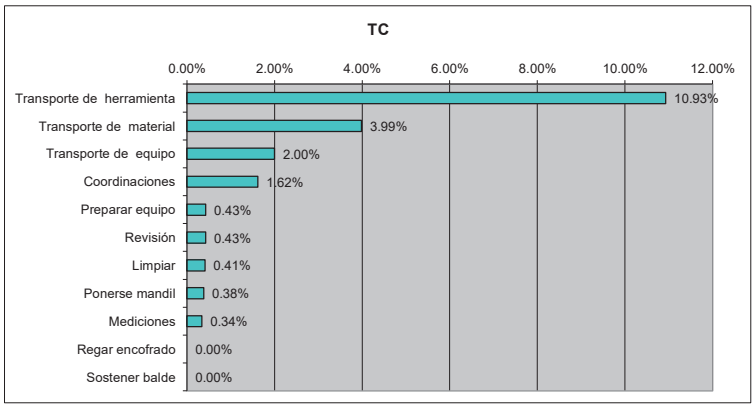
VACIADO DE LOSA (2)

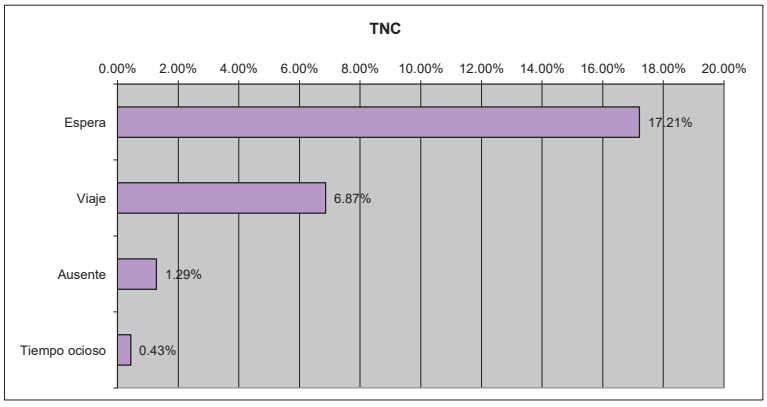
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS									
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	SEGÚN CARTA BALANCE						
			Promedio	Balde 1	Balde 2	Vibradora	Regla 1	Regla 2	Regla 3
1	TP	Extender mezcla	28.33%	44.64%	41.60%	0.00%	33.22%	22.58%	27.92%
2	TP	Enrasar	17.50%	0.00%	0.00%	0.00%	33.22%	37.99%	33.77%
3	TP	Vibrado	4.71%	0.00%	0.00%	28.29%	0.00%	0.00%	0.00%
4	TP	Vaciado	2.23%	8.70%	4.68%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
5	TP	Colocar alambre	0.70%	0.00%	0.00%	0.00%	1.01%	0.90%	2.27%
6	TP	Verter epóxico	0.22%	0.58%	0.55%	0.00%	0.17%	0.00%	0.00%
7	TC	Transporte de herramienta	10.93%	9.86%	11.02%	5.14%	10.74%	12.90%	15.91%
8	TC	Transporte de material	3.99%	2.90%	3.31%	0.00%	4.36%	3.94%	9.42%
9	TC	Transporte de equipo	2.00%	0.00%	0.00%	12.00%	0.00%	0.00%	0.00%
10	TC	Coordinaciones	1.62%	2.90%	3.31%	0.00%	1.01%	2.51%	0.00%
11	TC	Preparar equipo	0.43%	0.00%	0.00%	2.57%	0.00%	0.00%	0.00%
12	TC	Revisión	0.43%	0.00%	2.20%	0.00%	0.17%	0.18%	0.00%
13	TC	Limpiar	0.41%	0.00%	0.00%	0.00%	1.01%	0.18%	1.30%
14	TC	Ponerse mandil	0.38%	0.00%	0.00%	2.29%	0.00%	0.00%	0.00%
15	TC	Mediciones	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.08%	0.97%
16	TC	Regar encofrado	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
17	TC	Sostener balde	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
18	TNC	Espera	17.21%	22.90%	14.60%	42.86%	11.24%	11.65%	0.00%
19	TNC	Viaje	6.87%	4.93%	11.02%	6.86%	3.86%	6.09%	8.44%
20	TNC	Ausente	1.29%	0.00%	7.71%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
21	TNC	Tiempo ocioso	0.43%	2.61%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
22	O	No forma parte del análisis							
			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

		SEGÚN CARTA BALANCE						
		Promedio	García	Silva	Vibradora	Regla 1	Regla 2	Regla 3
TP	Trabajo Productivo	53.68%	53.91%	46.83%	28.29%	67.62%	61.47%	63.96%
TC	Trabajo Contributorio	20.53%	15.65%	19.83%	22.00%	17.28%	20.79%	27.60%
TNC	Trabajo No Contributorio	25.79%	30.43%	33.33%	49.71%	15.10%	17.74%	8.44%
		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%


Distribución del trabajo Vaciado de concreto de losa 2
TNC, 25.79%
TC, 20.53%
TP, 53.68%


TP
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
Extender mezcla
28.33%
Enrasar
17.50%
Vibrado
4.71%
Vaciado
2.23%
Colocar alambre
0.70%
Verter epóxico
0.22%


TC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
Transporte de herramienta
10.93%
Transporte de material
3.99%
Transporte de equipo
2.00%
Coordinaciones
1.62%
Preparar equipo
0.43%
Revisión
0.43%
Limpiar
0.41%
Ponerse mandil
0.38%
Mediciones
0.34%
Regar encofrado
0.00%
Sostener balde
0.00%


TNC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
16.00%
18.00%
20.00%
Espera
17.21%
Viaje
6.87%
Ausente
1.29%
Tiempo ocioso
0.43%

MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Trabajador	Microprocesos	Análisis 1	Análisis 2
Vaciador 1	Extender mezcla Viaje Espera	37.17% 33.09% -	39.55% - 16.00%
Vaciador 2	Extender mezcla Espera	51.28% 18.59%	44.42% 22.80%
Vibrador	Espera Vibrado	31.37% 31.59%	41.46% 27.54%
Reglero 1	Enrasar Extender mezcla	43.97% 27.59%	32.61% 32.19%
Reglero 2	Enrasar Extender mezcla	43.16% 24.16%	37.56% 23.88%
Reglero 3	Enrasar Extender mezcla	35.01% 29.68%	35.77% 26.83%

Comentarios generales

De acuerdo a los resultados observados identificamos que las acciones de extender mezcla y enrasar son las que se repiten con mayor frecuencia a lo largo del proceso.
El porcentaje de esperas no es relevante pues en el intervalo de tiempo en que la planta está preparando las siguientes tandas de mezcla los encargados del vaciado y los regleros están extendiendo la mezcla cubriendo la superficie de la losa.

Se sugieren las siguientes propuestas:

- Utilizar, para el caso de los albañiles, reglas más livianas de tal forma de reducir la fatiga durante el movimiento de las mismas.
- De igual forma para los vaciadores utilizar lampas menos pesadas las cuales reduzcan las fatigas de los mismos durante la ejecución del proceso.

PARTIDA:	**Revoques y enlucidos**
PROCESOS:	**Desbaste**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El proceso de desbaste se realiza sobre los muros y las losas. Estos se realizan en momentos diferentes, a seguir:

- El desbaste de muros se inicia inmediatamente después del desencofrado de muros y finaliza luego de haber retirado todas las rebabas de los muros.
- El desbaste de losa se inicia luego de haber retirado los puntales de la losa y finaliza después de haber retirado todas las protuberancias en la superficie de la losa.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

		hh/ml	Metrado del frente	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Desbaste de losa	**Análisis 1**	0.011	(*)Variable	-	-
	Análisis 2	0.013	(*)Variable	-	-
Desbaste de muro	**Análisis 1**	0.011	(*)Variable	-	-
	Análisis 2	0.006	(*)Variable	-	-

(*) El metrado de desbaste está en función de la calidad de la superficie de las losas. Por ello no se puede determinar un metrado fijo por frente.

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

Dado que el metrado de la superficie por desbastar es variable no es suficiente conocer el rendimiento para dimensionar la cuadrilla. Se puede tomar en cuenta un metrado promedio, que corresponda a las zonas en las cuales suelen realizarse el desbaste, sin embargo esa cifra debe calcularse haciendo un estudio adicional.

1.5. Materiales

No se utilizan materiales en este proceso

1.6. Herramientas y Equipos

1 amoladora

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requisitos de seguridad
Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero
Lentes de seguridad
Guantes de cuero sin reforzar
Casco
Uniforme
Arnés homologado
Respirador contra polvo

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor – Desbaste de muros
Retirar las rebabas de la superficie de los muros
- tolerancia 0mm hacia fuera)
- tolerancia 0mm hacia adentro)
Retirar restos de madera, esponja, etc.

Requisitos de ejecutor – Desbaste de losa
Retirar las rebabas de la superficie (espesor máximo de 2 mm)
Retirar restos de madera, esponja, etc.

Condiciones de entrada
Zona de trabajo sin personal laborando
Zona de trabajo libre de material
(paneles,mariposas,pasadoras puntales,etc)

Condiciones de salida
Zona de trabajo limpia
(libre de restos de partículas de concreto)

Ver anexo # 3

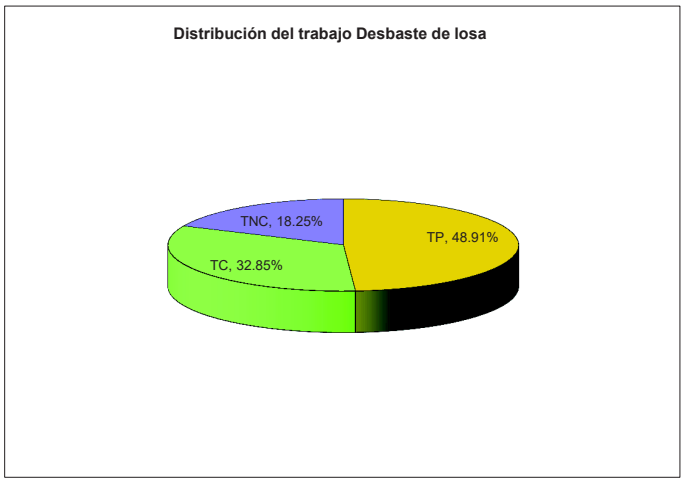
2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

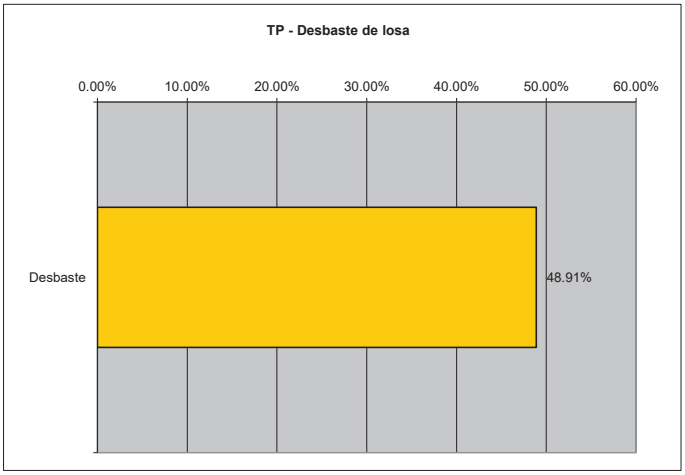
A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

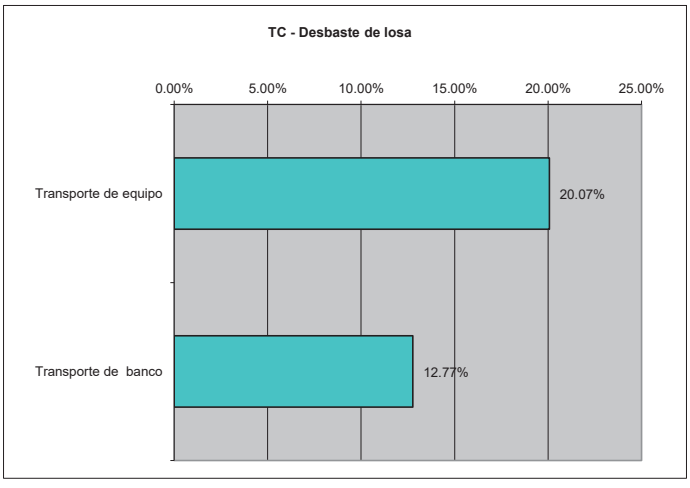
DESBASTE

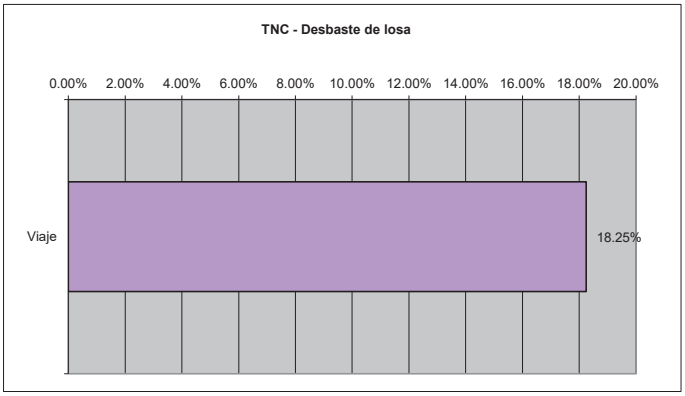
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS				
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Desbaste losa	Desbaste muro
1	TP	Desbaste	48.91%	68.16%
2	TC	Coordinaciones	0.00%	1.01%
3	TC	Revisar equipo	0.00%	1.30%
4	TC	Transporte de banco	12.77%	0.00%
5	TC	Transporte de equipo	20.07%	25.64%
6	TNC	Tiempo ocioso	0.00%	0.43%
7	TNC	Viaje	18.25%	3.46%
			100.00%	100.00%

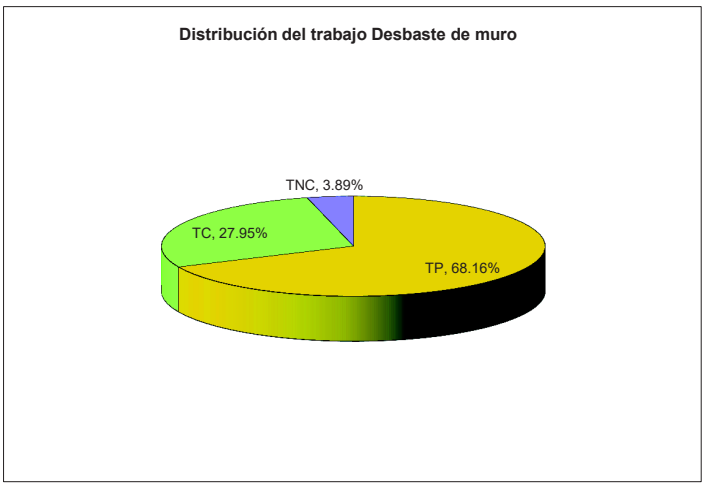
		Desbaste losa	Desbaste muro
TP	Trabajo Productivo	48.91%	68.16%
TC	Trabajo Contributorio	32.85%	27.95%
TNC	Trabajo No Contributorio	18.25%	3.89%
		100.00%	100.00%

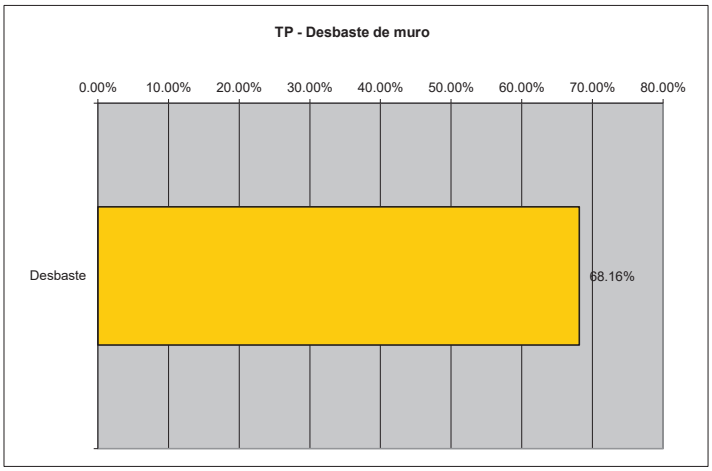

Distribución del trabajo Desbaste de losa
TNC, 18.25%
TP, 48.91%
TC, 32.85%

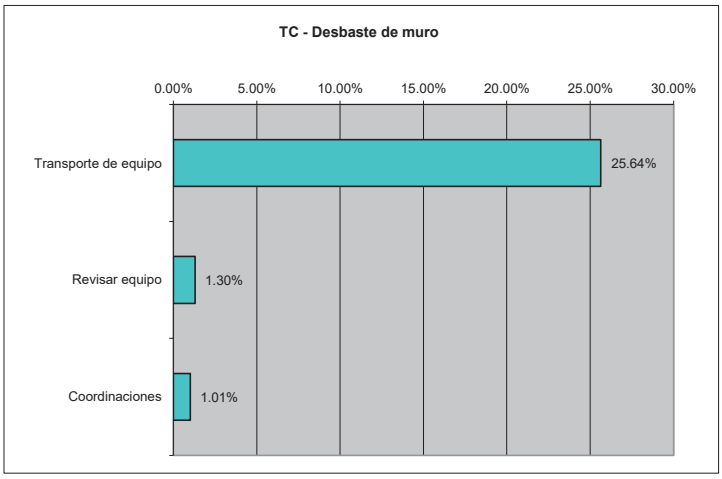

TP - Desbaste de losa
0.00%
10.00%
20.00%
30.00%
40.00%
50.00%
60.00%
Desbaste
48.91%

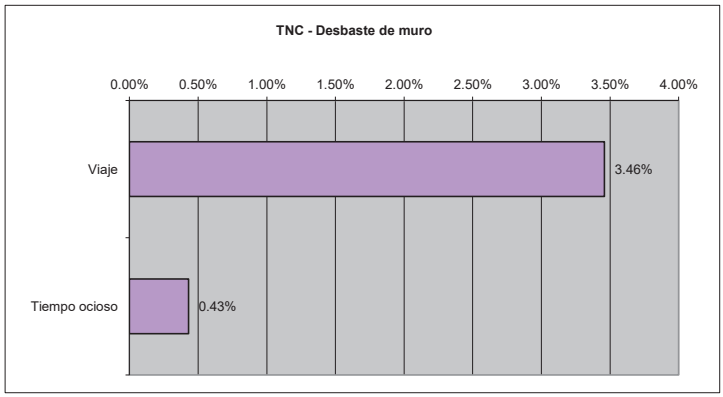

TC - Desbaste de losa
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
Transporte de equipo
20.07%
Transporte de banco
12.77%


TNC - Desbaste de losa
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
16.00%
18.00%
20.00%
Viaje
18.25%


Distribución del trabajo Desbaste de muro
TNC, 3.89%
TC, 27.95%
TP, 68.16%


TP - Desbaste de muro
0.00%
10.00%
20.00%
30.00%
40.00%
50.00%
60.00%
70.00%
80.00%
Desbaste
68.16%


TC - Desbaste de muro
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
Transporte de equipo
25.64%
Revisar equipo
1.30%
Coordinaciones
1.01%


TNC - Desbaste de muro
0.00%
0.50%
1.00%
1.50%
2.00%
2.50%
3.00%
3.50%
4.00%
Viaje
3.46%
Tiempo ocioso
0.43%

MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Análisis		Microprocesos de mayor incidencia en el proceso	Porcentaje
Losa	(1)	Desbaste	48.91%
	(2)	Desbaste	53.82%
Muro	(1)	Desbaste	87.60%
	(2)	Desbaste	68.16%

Con el fin de conocer la incidencia de los flujos en el desbaste de cada elemento éstos fueron analizados de forma independiente.

Este proceso no presenta subprocesos porque la cantidad de movimientos realizados es pequeña y corresponden a la misma actividad. Por ello sólo se presentan los microprocesos en el análisis.
En ambos análisis la principal acción realizada es el desbaste. No obstante, a pesar de que el proceso es bastante productivo, la naturaleza del mismo es reparar las fallas de calidad que surgen como consecuencia de la construcción del casco, lo cual implica un costo innecesario.
En el desbaste de losa se observa un menor porcentaje de este microproceso. Esto se sustenta en que durante este proceso se realizan viajes (subir y bajar del banco) y transportes (equipo y el banco) debido a la elevación de la superficie a trabajar que no ocurren de la misma forma en el desbaste de muros, siendo este proceso más continuo.

Los rendimientos obtenidos en el desbaste de losa son muy similares, sin embargo se deben analizar más muestras para obtener una cifra representativa del proceso. En el caso del desbaste de muros, los rendimientos difieren. En el análisis 1 se obtuvo un rendimiento mayor que en el análisis 2. Estos resultados son un indicador de cómo afecta el endurecimiento del concreto sobre desbaste, pues el análisis 2 fue realizada dos días después del vaciado de los muros mientras el análisis 1 fue ejecutada al día siguiente. Se infiere que el proceso de desbaste demandará mayor tiempo de trabajo a menos que se ejecute inmediatamente después del desencofrado de los elementos, es decir, mientras la mezcla se encuentre fresca.

Se sugieren las siguientes medidas para optimizar la ejecución del proceso de desbaste:

- Se recomienda realizar el desbaste de muros inmediatamente después del desencofrado de estos elementos para aprovechar que el concreto está fresco. Esto no sólo implica mayor facilidad para el trabajador, sino también un menor deterioro del equipo empleado.
- En el caso del desbaste de losas, debe realizarse inmediatamente después de retirar los puntales por las mismas razones explicadas en el punto anterior.
- Se sugiere aplicar silicona en las juntas de paneles del encofrado de muros para reducir la formación de venas con la mezcla que escurre en esta abertura.
- Colocar una cinta adhesiva más gruesa y más rígida en las juntas de paneles del encofrado de losa para reducir la formación de venas.

PARTIDA:	**Revoques y enlucidos**
PROCESO:	**Picado de muros**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El análisis del proceso de picado se inicia luego de identificar las zonas por corregir y termina cuando la superficie está lista para el resane.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

- Cantidad: 1 Frente por día

	hh/m2	Metrado del frente	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.20	(*)Variable	-	-
Análisis2	0.30	(*)Variable	-	-

(*) El metrado de picado está en función de la calidad de los muros. Por ello no se puede determinar un metrado fijo por frente.

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

Dado que el metrado de la superficie por desbastar es variable no es suficiente conocer el rendimiento para dimensionar la cuadrilla. Se puede tomar en cuenta un metrado promedio, que corresponda a las zonas en las cuales suelen realizarse el desbaste, sin embargo esa cifra debe calcularse haciendo un estudio adicional.

1.5. Materiales

No se utilizan materiales en este proceso

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad
Banquito	Und	2.00
Roto martillo	Und	2.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requisitos de seguridad
Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero
Lentes de seguridad
Guantes de cuero sin reforzar
Casco
Uniforme
Arnés homologado
Respirador contra polvo

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Picar solo hasta encontrar la piedra
Para el desalineamiento y desaplomo se tendrá en cuenta lo sgte:
- Picar muro si error es mayor a 2mm
- Picar zona superior de vano si error es mayor a 2mm
- Picar losa si error es mayor a 2mm

Condiciones de entrada
Zona de trabajo sin personal laborando
Zona de trabajo libre de material de encofrado de muros
(paneles,mariposas,pasadoras puntales,etc)

Condiciones de salida
Zona de trabajo limpia (libre de restos de partículas de concreto)

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

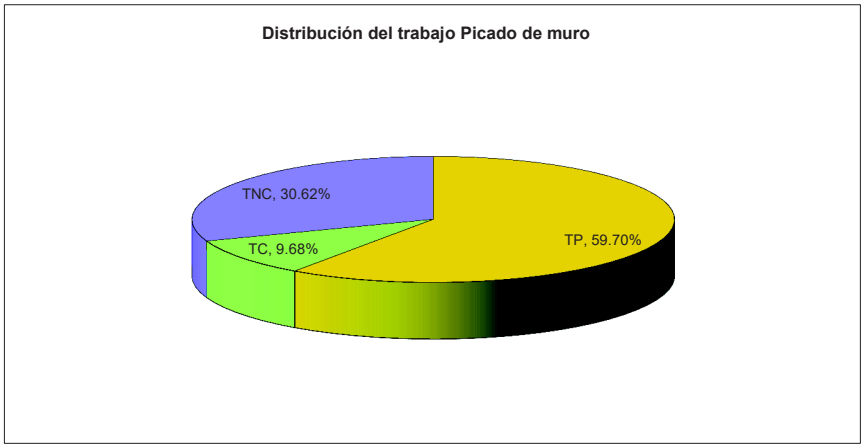
MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

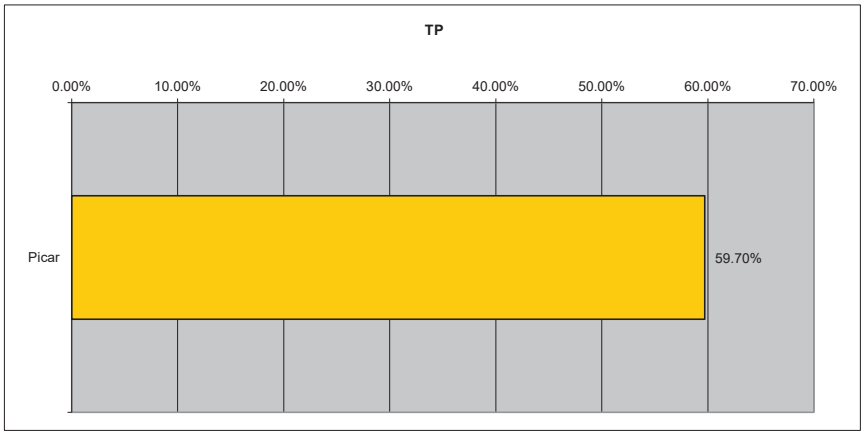
Análisis	Microprocesos de mayor incidencia en el subproceso	Porcentaje
(1)	Picar superficie	69.05%
(2)	Picar superficie	56.33%

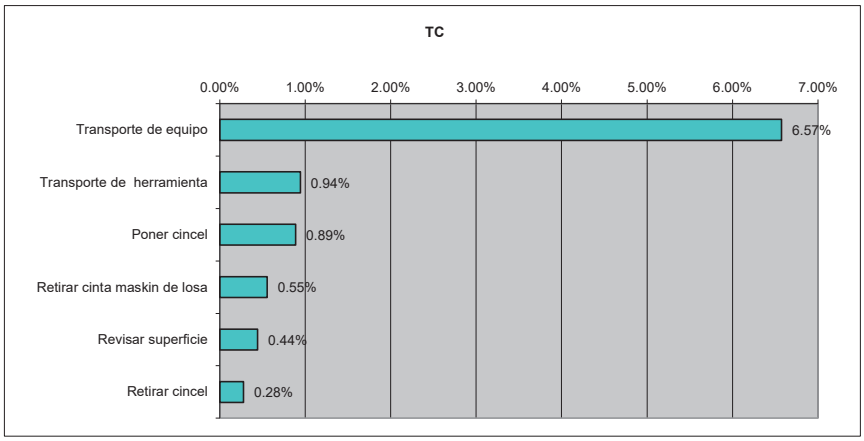
PICADO DE MUROS

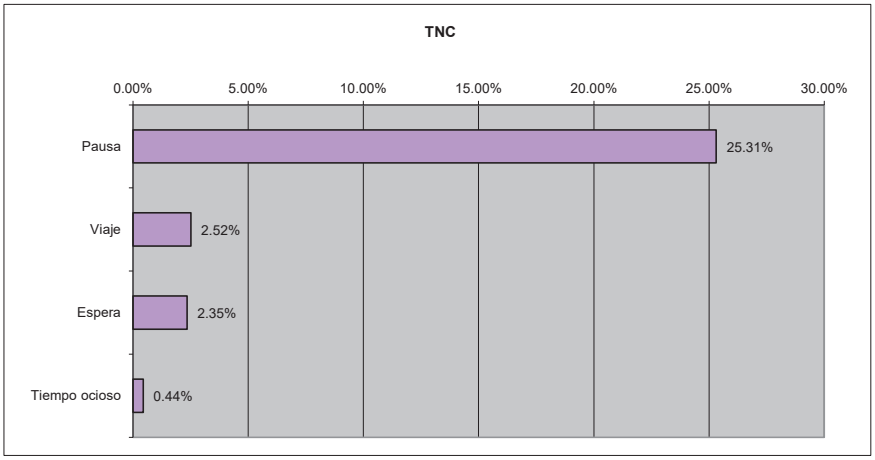
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Picar	59.70%	63.08%	56.33%
4	TC	Transporte de equipo	6.57%	10.09%	3.06%
5	TC	Transporte de herramienta	0.94%	1.88%	0.00%
6	TC	Poner cincel	0.89%	1.77%	0.00%
7	TC	Retirar cinta maskin de losa	0.55%	1.11%	0.00%
8	TC	Revisar superficie	0.44%	0.89%	0.00%
9	TC	Retirar cincel	0.28%	0.55%	0.00%
10	TNC	Pausa	25.31%	18.07%	32.55%
11	TNC	Viaje	2.52%	1.66%	3.37%
12	TNC	Espera	2.35%	0.00%	4.69%
13	TNC	Tiempo ocioso	0.44%	0.89%	0.00%
			100.00%	100.00%	100.00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	59.70%	63.08%	56.33%
TC	Trabajo Contributorio	9.68%	16.30%	3.06%
TNC	Trabajo No Contributorio	30.62%	20.62%	40.61%
		100.00%	100.00%	100.00%


Distribución del trabajo Picado de muro
TNC, 30.62%
TC, 9.68%
TP, 59.70%


TP
0.00%
10.00%
20.00%
30.00%
40.00%
50.00%
60.00%
70.00%
Picar
59.70%


TC
0.00%
1.00%
2.00%
3.00%
4.00%
5.00%
6.00%
7.00%
Transporte de equipo
6.57%
Transporte de herramienta
0.94%
Poner cincel
0.89%
Retirar cinta maskin de losa
0.55%
Revisar superficie
0.44%
Retirar cincel
0.28%


TNC
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
Pausa
25.31%
Viaje
2.52%
Espera
2.35%
Tiempo ocioso
0.44%

Comentarios generales

Se observa que la principal actividad realizada durante el proceso consiste en la acción de picar, sin embargo no se puede afirmar que el proceso es productivo, pues la naturaleza del mismo es reparar las fallas de calidad que surgen como consecuencia de la construcción del casco. Otro punto importante es que debe evaluarse si se está siendo efectivos en la ejecución del proceso, pues invertir la mayor parte del tiempo en picar no implica que el acabado final cumpla con los requerimientos de calidad de acabados. Es importante determinar si el producto final justifica el tiempo invertido en el picado.

Entre los principales factores que conducen a picar los muros se encuentran los siguientes:

- Placas desaplomadas o desalineadas.
- Presencia de protuberancias debido al estado de los paneles de encofrado.
- Refuerzo de las placas expuesto.

Por los puntos expuestos anteriormente se infiere que el proceso de picado implica un costo variable que está en función a la cantidad de imperfecciones. Para minimizarlo se deben solucionar los problemas que originan la presencia de protuberancias, sea la ejecución de los procedimientos constructivos previos o en los materiales empleados.

PARTIDA:	**Revoques y enlucidos**
PROCESO:	**Resane**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El análisis del proceso de resane inicia después del desbaste y picado; y finaliza cuando las imperfecciones del muro han sido cubiertas con mortero. El objetivo de este proceso es uniformizar la superficie de los muros y losas.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	hh/ml	Metrado del frente	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Resane losa	0.032	(*)Variable	-	-
Resane encuentro losa-muro	0.076	(*)Variable	-	-
Resane muro	0.017	(*)Variable	-	-

(*) El metrado de resane está en función de la calidad de los muros. Por ello no se puede determinar un metrado fijo por frente.

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

Dado que el metrado de la superficie por resanar es variable no es suficiente conocer el rendimiento para dimensionar la cuadrilla. Se puede tomar en cuenta un metrado promedio, que corresponda a las zonas en las cuales suelen realizarse los resanes, sin embargo esa cifra debe calcularse haciendo un estudio adicional.

1.5. Materiales

Descripción	Und.	Cant/frente
Arena	m3	1.43
Agua	m3	--
Cemento	Bolsa	8.00
Pegamento Novacel	Bolsa	1.00

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad/persona
Brocha	und	1.00
Frotacho cuadrado	und	1.00
Frotacho largo	und	1.00
Badilejo	und	1.00
Espátula	und	1.00
Batea	und	1.00
Balde	und	1.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requisitos de seguridad
Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero
Lentes de seguridad
Guantes de jebe 50 (corto)
Casco
Uniforme
Arnés homologado

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Rellenar c/ mortero todos los orificios presentes en el elemento
Verificar que la superficie este libre de polvo o partículas sueltas

Condiciones de entrada
Zona de trabajo sin personal laborando
Zona de trabajo libre de material (libre de restos de partículas de concreto)
Zona de trabajo sin protuberancias (tolerancia: 2 mm)

Condiciones de salida
Zona de trabajo limpia (libre de arena, cemento, mortero, herramientas de trabajo, etc)
Para el desalineamiento y desaplomo se tendrá en cuenta:
- para el muro (tolerancia 2mm)
- para zona superior de vano (tolerancia 2mm)
- para el techo (tolerancia 2mm)

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

Para el análisis se dividió el proceso de resane en tres partes diferentes, en función a la localización del resane a realizar. Además, se observó que los movimientos realizados según esta clasificación son distintos.

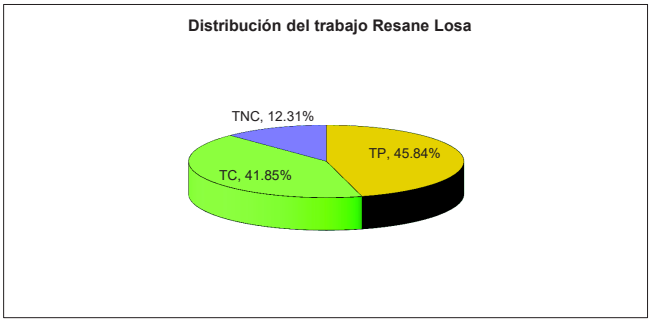
SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

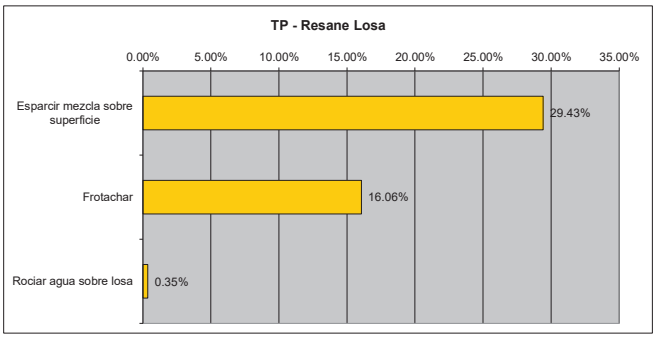
Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subproceso	Porcentaje
Resane losa	Colocar mezcla en losa	55.80%	Esparcir mezcla sobre superficie	52.73%
Resane encuentro losa-muro	Pulir superficie	51.38%	Frotachar	66.34%
Resane muro	Pulir acabado de muro	74.28%	Frotachar	63.13%

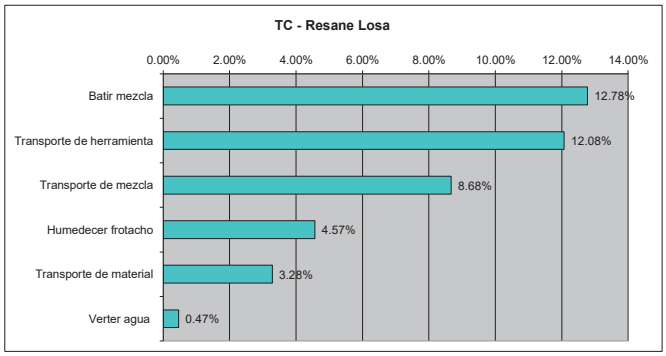
RESANE

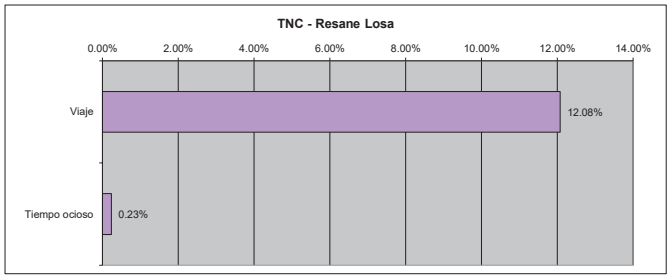
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	LOSA	ENCUENTRO MURO-LOSA	VENAS DE MURO
1	TP	Aplicar cemento sobre el resane	0.00%	1.48%	0.00%
2	TP	Enrasar superficie	0.00%	2.57%	0.00%
3	TP	Esparcir mezcla sobre superficie	29.43%	14.71%	9.66%
4	TP	Frotachar	16.06%	32.95%	49.28%
5	TP	Retirar rebaba	0.00%	0.00%	0.48%
6	TP	Rociar agua sobre losa	0.35%	0.00%	0.00%
7	TP	Rociar agua sobre muro	0.00%	2.24%	14.62%
8	TP	Rociar resane con agua	0.00%	2.52%	0.00%
9	TC	Alinear soporte	0.00%	0.19%	0.00%
10	TC	Armar soporte	0.00%	2.05%	0.00%
11	TC	Batir mezcla	12.78%	2.43%	0.00%
12	TC	Humedecer frotacho	4.57%	1.67%	3.62%
13	TC	Limpiar rebaba del frotacho	0.00%	0.19%	0.24%
14	TC	Retirar protuberancias con espátula	0.00%	6.19%	0.00%
15	TC	Revisión visual	0.00%	0.38%	0.00%
16	TC	Sacudir badilejo	0.00%	0.14%	0.00%
17	TC	Transporte de desmonte	0.00%	0.00%	0.12%
18	TC	Transporte de herramienta	12.08%	12.14%	6.64%
19	TC	Transporte de material	3.28%	1.20%	0.00%
20	TC	Transporte de mezcla	8.68%	6.38%	3.26%
21	TC	Transporte de soporte	0.00%	2.52%	0.00%
22	TC	Verter agua	0.47%	0.38%	0.00%
23	TNC	Tiempo ocioso	0.23%	0.10%	0.00%
24	TNC	Viaje	12.08%	7.57%	12.08%
			100.00%	100.00%	100.00%

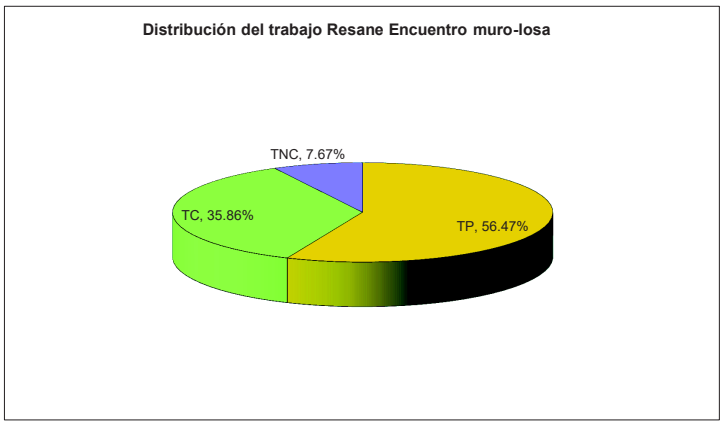
		LOSA	ENCUENTRO MURO-LOSA	VENAS DE MURO
TP	Trabajo Productivo	45.84%	56.47%	74.04%
TC	Trabajo Contributorio	41.85%	35.86%	13.88%
TNC	Trabajo No Contributorio	12.31%	7.67%	12.08%
		100.00%	100.00%	100.00%

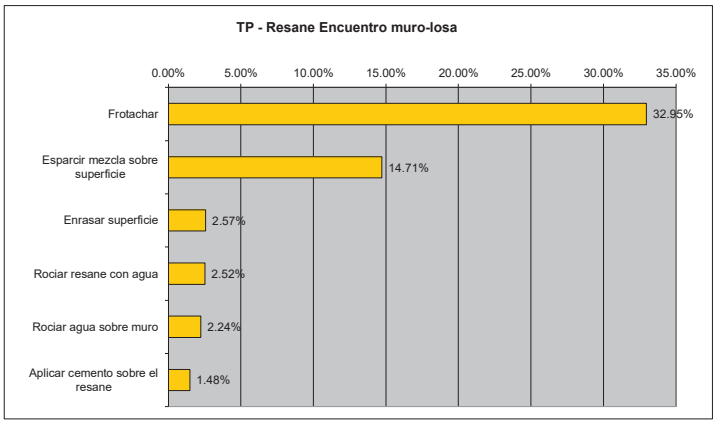

Distribución del trabajo Resane Losa
TNC, 12.31%
TP, 45.84%
TC, 41.85%

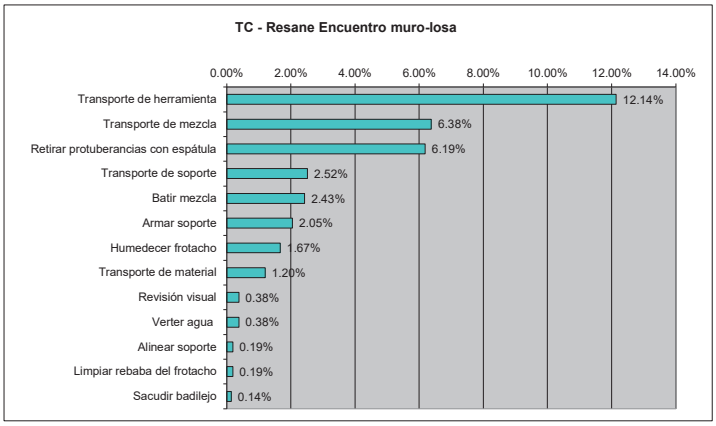

TP - Resane Losa
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
35.00%
Esparcir mezcla sobre superficie
29.43%
Frotachar
16.06%
Rociar agua sobre losa
0.35%

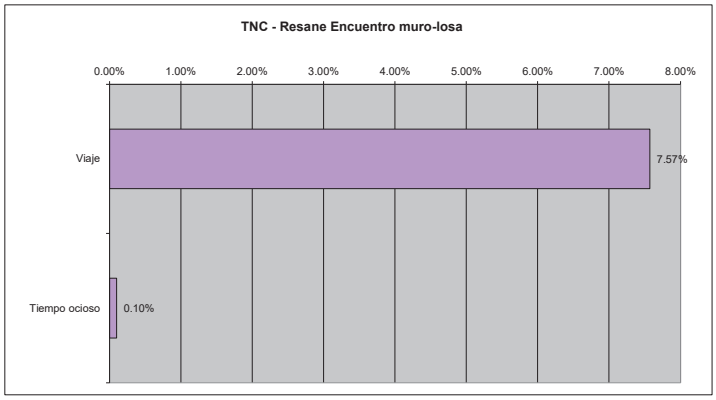

TC - Resane Losa
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
Batir mezcla
12.78%
Transporte de herramienta
12.08%
Transporte de mezcla
8.68%
Humedecer frotacho
4.57%
Transporte de material
3.28%
Verter agua
0.47%

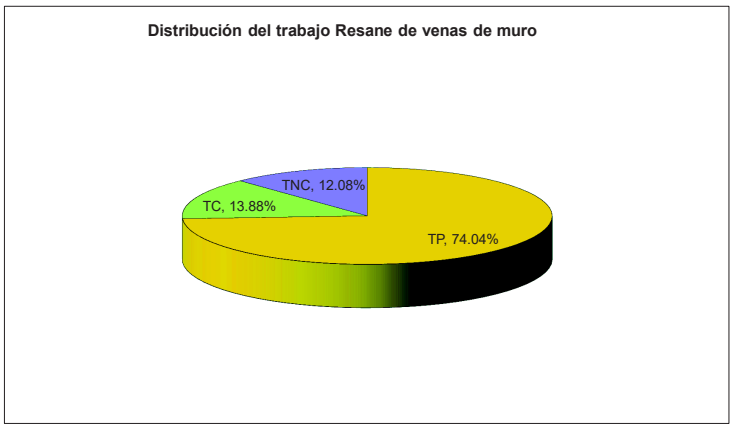

TNC - Resane Losa
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
Viaje
12.08%
Tiempo ocioso
0.23%

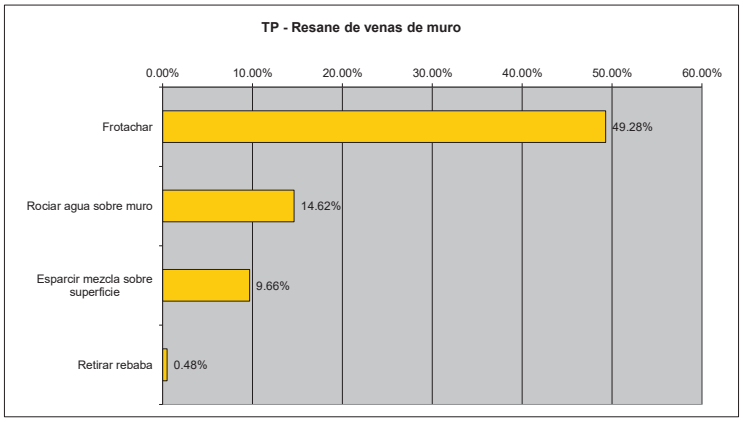

Distribución del trabajo Resane Encuentro muro-losa
TNC, 7.67%
TC, 35.86%
TP, 56.47%

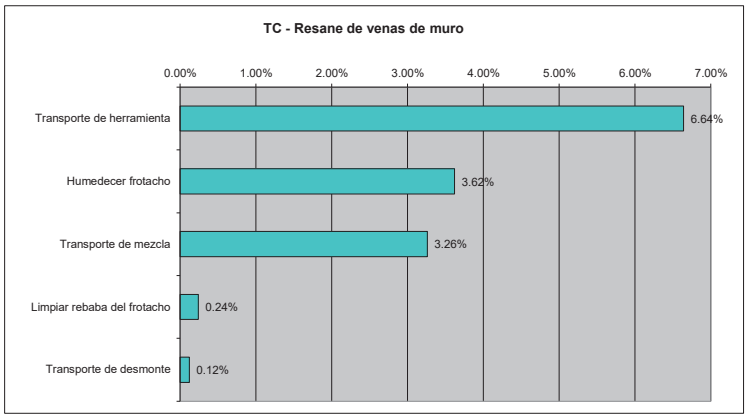

TP - Resane Encuentro muro-losa
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
30.00%
35.00%
Frotachar
32.95%
Esparcir mezcla sobre superficie
14.71%
Enrasar superficie
2.57%
Rociar resane con agua
2.52%
Rociar agua sobre muro
2.24%
Aplicar cemento sobre el resane
1.48%

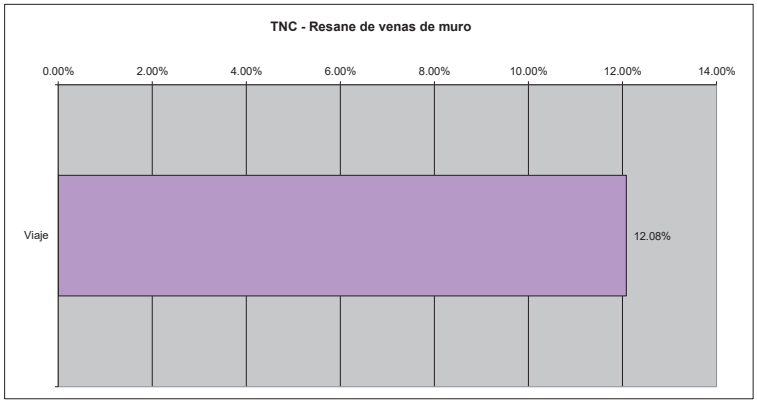

TC - Resane Encuentro muro-losa
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
Transporte de herramienta
12.14%
Transporte de mezcla
6.38%
Retirar protuberancias con espátula
6.19%
Transporte de soporte
2.52%
Batir mezcla
2.43%
Armar soporte
2.05%
Humedecer frotacho
1.67%
Transporte de material
1.20%
Revisión visual
0.38%
Verter agua
0.38%
Alinear soporte
0.19%
Limpiar rebaba del frotacho
0.19%
Sacudir badilejo
0.14%


TNC - Resane Encuentro muro-losa
0.00%
1.00%
2.00%
3.00%
4.00%
5.00%
6.00%
7.00%
8.00%
Viaje
7.57%
Tiempo ocioso
0.10%


Distribución del trabajo Resane de venas de muro
TNC, 12.08%
TC, 13.88%
TP, 74.04%


TP - Resane de venas de muro
0.00%
10.00%
20.00%
30.00%
40.00%
50.00%
60.00%
Frotachar
49.28%
Rociar agua sobre muro
14.62%
Esparcir mezcla sobre superficie
9.66%
Retirar rebaba
0.48%


TC - Resane de venas de muro
0.00%
1.00%
2.00%
3.00%
4.00%
5.00%
6.00%
7.00%
Transporte de herramienta
6.64%
Humedecer frotacho
3.62%
Transporte de mezcla
3.26%
Limpiar rebaba del frotacho
0.24%
Transporte de desmonte
0.12%


TNC - Resane de venas de muro
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
Viaje
12.08%

Comentarios generales

Se obtuvo como resultado que las acciones de frotachar y esparcir la mezcla sobre la superficie son las de mayor incidencia en el proceso. Debe evaluarse que al finalizar la actividad se cumplan con los requerimientos de calidad especificados para evaluar si se justifica el tiempo invertido en esa operación.
Se recomiendan las siguientes medidas para mejorar la ejecución del proceso:

- Emplear un frotacho más liviano de mayor o igual tiempo de vida útil. Este dispositivo debe ser liviano y fácil de manipular para reducir la fatiga del trabajador.
- Usar un dispositivo similar a un soplete, con el cual se pueda lanzar la mezcla hacia la superficie, evitando el desperdicio e incrementando la velocidad de la colocación de la misma.
- Emplear una batea con ruedas para facilitar el traslado de la mezcla. Además, se sugiere colocar en los bordes ganchos o asas para colgar las herramientas y un dispositivo que regule la altura de la batea para reducir los ciclos de agacharse-levantarse del trabajador.
- Distribuir a los trabajadores en una zona específica del frente de trabajo para que con ello, dado el carácter repetitivo del proceso, se familiaricen con las no conformidades de su zona y se vuelvan más diestros para identificarlas y corregirlas. Adicionalmente, el encargado del control de calidad del trabajo tendría la ventaja de hallar al responsable de las faltas de calidad en el resane después de realizado.

PARTIDA:	**Derrame**
PROCESO:	**Colocación de derrame**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El objetivo del derrame es uniformizar la superficie de los vanos. El análisis de este proceso se inicia después del picado y desbaste de la superficie donde se colocará el derrame y finaliza cuando se ha concluido con el tratamiento del vano.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	hh/ml	Metrado del frente (ml)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.11	142.60	7.84	2
Análisis 2	0.11	142.60	7.84	2

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

- 2 operarios
- 1 ayudante

1.5. Materiales

Descripción	Und.	Cant/frente
Cemento	Bolsa	6.00
Arena fina	m3	1.00
Agua	m3	--

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad
Batea para mezcla	Und	2.00
Balde para agua	Und	2.00
Frotacho	Und	2.00
Frotacho largo	Und	2.00
Pieza de tecnopor	Und	2.00
Brocha	Und	2.00
Anclas de acero	Und	12.00
Badilejo	Und	2.00

Nivel de mano	Und	2.00
Wincha	Und	2.00
Martillo	Und	2.00
Plomada	Und	2.00
Reglas metálicas	Und	8.00
Escoba	Und	1.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requisitos de seguridad
Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero
Lentes de seguridad
Guantes de cuero sin reforzar
Casco
Uniforme
Arnés homologado

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Verificar medidas del vano (no mayor ni menor a 1mm)
Adherencia del mortero sobre la superficie
Vano con superficie libre de protuberancias
Dosificación de mezcla 1:4
Superficie de derrame limpia y sin trozos sueltos

Condiciones de entrada
Muro alineado con el trazo (tolerancia: no mayor a 2 mm)
Muro aplomado (tolerancia: no mayor a 2 mm)
Losa nivelada (tolerancia: no mayor a 2 mm)
Zona de trabajo limpia (sin paneles tirados, mariposas, pasadores, puntales,etc)
Recubrimiento adecuado (no menor a 2 cm)
Picoteado de derrame

Condiciones de salida
Superficie de derrame limpia y sin trozos sueltos

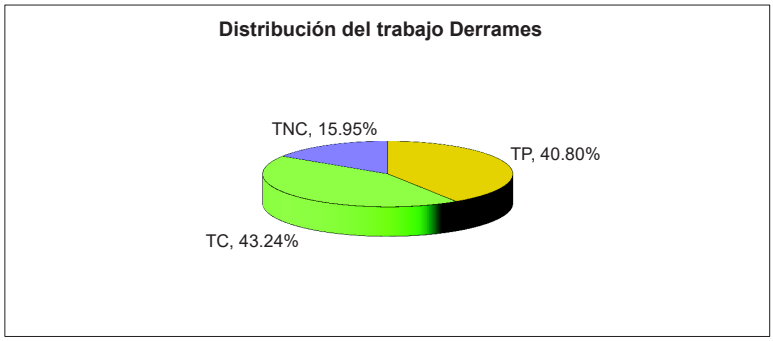
Ver anexo # 3

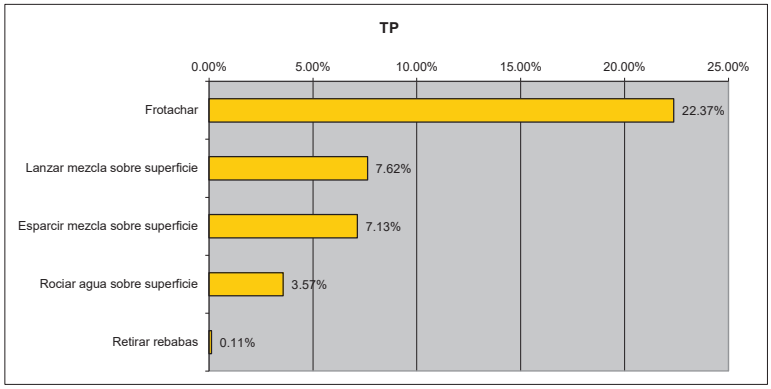
2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

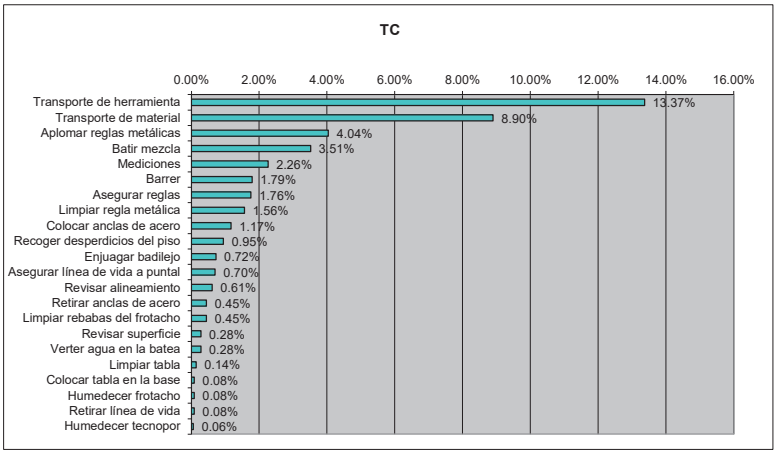
A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

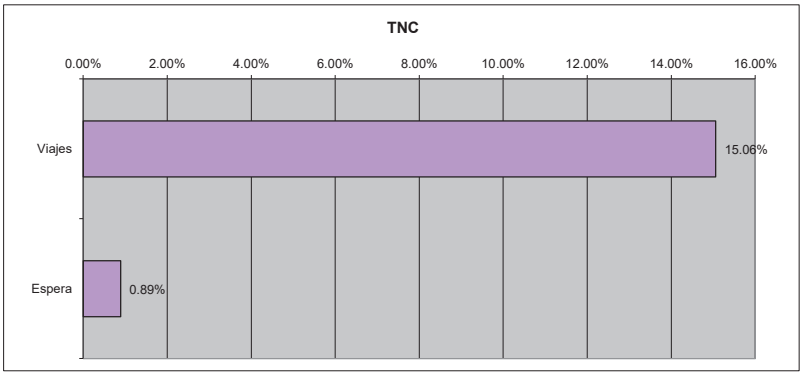
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Frotachar	22.37%	21.24%	23.50%
2	TP	Lanzar mezcla sobre superficie	7.62%	12.13%	3.12%
3	TP	Esparcir mezcla sobre superficie	7.13%	1.96%	12.31%
4	TP	Rociar agua sobre superficie	3.57%	2.85%	4.29%
5	TP	Retirar rebabas	0.11%	0.00%	0.22%
6	TC	Transporte de herramienta	13.37%	15.32%	11.41%
7	TC	Transporte de material	8.90%	9.17%	8.63%
8	TC	Aplomar reglas metálicas	4.04%	2.85%	5.23%
9	TC	Batir mezcla	3.51%	3.47%	3.56%
10	TC	Mediciones	2.26%	2.79%	1.73%
11	TC	Barrer	1.79%	3.58%	0.00%
12	TC	Asegurar reglas	1.76%	2.79%	0.72%
13	TC	Limpiar regla metálica	1.56%	2.35%	0.78%
14	TC	Colocar anclas de acero	1.17%	2.35%	0.00%
15	TC	Recoger desperdicios del piso	0.95%	0.00%	1.89%
16	TC	Enjuagar badilejo	0.72%	0.00%	1.45%
17	TC	Asegurar línea de vida a puntal	0.70%	1.12%	0.28%
18	TC	Revisar alineamiento	0.61%	0.00%	1.22%
19	TC	Retirar anclas de acero	0.45%	0.11%	0.78%
20	TC	Limpiar rebabas del frotacho	0.45%	0.00%	0.89%
21	TC	Revisar superficie	0.28%	0.56%	0.00%
22	TC	Verter agua en la batea	0.28%	0.17%	0.39%
23	TC	Limpiar tabla	0.14%	0.00%	0.28%
24	TC	Colocar tabla en la base	0.08%	0.17%	0.00%
25	TC	Humedecer frotacho	0.08%	0.17%	0.00%
26	TC	Retirar línea de vida	0.08%	0.17%	0.00%
27	TC	Humedecer tecnopor	0.06%	0.11%	0.00%
28	TNC	Viajes	15.06%	13.42%	16.70%
29	TNC	Espera	0.89%	1.17%	0.61%
			100.00%	100.00%	100.00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	40.80%	38.18%	43.43%
TC	Trabajo Contributorio	43.24%	47.23%	39.25%
TNC	Trabajo No Contributorio	15.95%	14.59%	17.32%
		100.00%	100.00%	100.00%


Distribución del trabajo Derrames
TNC, 15.95%
TP, 40.80%
TC, 43.24%


TP
0.00%
5.00%
10.00%
15.00%
20.00%
25.00%
Frotachar
22.37%
Lanzar mezcla sobre superficie
7.62%
Esparcir mezcla sobre superficie
7.13%
Rociar agua sobre superficie
3.57%
Retirar rebabas
0.11%


TC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
16.00%
Transporte de herramienta 13.37%
Transporte de material 8.90%
Aplomar reglas metálicas 4.04%
Batir mezcla 3.51%
Mediciones 2.26%
Barrer 1.79%
Asegurar reglas 1.76%
Limpiar regla metálica 1.56%
Colocar anclas de acero 1.17%
Recoger desperdicios del piso 0.95%
Enjuagar badilejo 0.72%
Asegurar línea de vida a puntal 0.70%
Revisar alineamiento 0.61%
Retirar anclas de acero 0.45%
Limpiar rebabas del frotacho 0.45%
Revisar superficie 0.28%
Verter agua en la batea 0.28%
Limpiar tabla 0.14%
Colocar tabla en la base 0.08%
Humedecer frotacho 0.08%
Retirar línea de vida 0.08%
Humedecer tecnopor 0.06%


TNC
0.00%
2.00%
4.00%
6.00%
8.00%
10.00%
12.00%
14.00%
16.00%
Viajes
15.06%
Espera
0.89%

SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subproceso	Porcentaje
(1)	Pulir superficie	31.13%	Frotachar	71.29%
			Viajes	14.45%
	Colocación de mezcla	29.79%	Lanzar mezcla sobre superficie	38.96%
			Transporte de material	21.36%
(2)	Pulir superficie	30.73%	Frotachar	76.45%
			Transporte de herramienta	9.42%
	Colocación de mezcla	30.46%	Esparcir mezcla sobre superficie	40.40%
			Transporte de material	23.58%

Comentarios generales

Se observa que los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia dentro del proceso global coinciden, siendo las acciones de transportar herramientas y viajes las más significativas.

Los rendimientos obtenidos concuerdan en ambas muestras. Sin embargo, debe considerarse que éste varía en función de la calidad de las placas después del proceso de desencofrado de las mismas. En algunos casos los bordes de los muros y/o los vanos donde usualmente corresponde un derrame presentan desperfectos que no pueden corregirse sólo con el derrame. En esos casos se realiza un resane adicional que implica que el metrado que trabajan los obreros se incremente.

Se sugieren las siguientes medidas:

- Emplear un frotacho más liviano de mayor o igual tiempo de vida útil. Este dispositivo debe ser liviano y fácil de manipular para reducir la fatiga del trabajador.
- Emplear una batea con ruedas para facilitar el traslado de la mezcla en el frente de trabajo. Además, se sugiere colocar en los bordes ganchos o asas para colgar las herramientas y un dispositivo que regule la altura de la batea para reducir los ciclos de agacharse-levantarse del trabajador.

PARTIDA:	**Tabiquería**
PROCESO:	**Instalación de tabique**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El análisis de la instalación de tabiques comprende esencialmente las actividades de asentado de bloques de concreto. El proceso se inicia después de la colocación de refuerzo vertical y emplantillado; y finaliza al colocar las juntas de tecnopor.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario.

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	hh/m2	Metrado del frente (m2)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.47	50.73	6.60	4
Análisis 2	0.37	50.73	4.70	4

1.4 Componentes de cuadrilla estimada

- 4 operarios

1.5. Materiales

Descripción	Und.	Cant/frente
Agua	m3	--
Arena fina	m3	0.15
Arena gruesa	m3	1.20
Bloques de concreto	Und	230.00
Cemento	Bolsa	9.00
Varillas de acero 8mm	Kg	80.00

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad
Amoladora	Und	1.00
Ancla de acero	Und	18.00
Badilejo	Und	3.00
Balde	Und	3.00
Batea	Und	3.00
Cizalla	Und	1.00
Frotacho	Und	3.00
Jarra	Und	3.00
Martillo	Und	3.00
Picota	Und	3.00
Plomada	Und	3.00
Regla metálica	Und	12.00
Wincha	Und	3.00
Retroexcavadora	Und	1.00
Winche	Und	1.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requisitos de seguridad
Casco
Uniforme completo
Botas con punta de Acero
Lentes Anti empañantes
Protector auditivo (si realiza cortes con máquina usará orejera)
Respiradores contra polvo cartucho
Arnés Normado
Línea de vida 5/8"
Guantes de cuero/jebe

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Adherencia del mortero
Ladrillos aplomados
Ladrillos alineados
Espesor de juntas uniforme
Colocar junta de tecnopor entre:
Placa-tabique
Tabique - losa
En la última hilada se instalará un ladrillo entero

Condiciones de entrada
Ladrillos alineados con el trazo
El emplantillado debe permanecer seco
Zona de trabajo limpia

Condiciones de salida
Ladrillos correctamente apilados
Limpieza de encuentro de losa y tabique
Los ladrillos deben permanecer enteros
El refuerzo debe estar dentro de la junta de ladrillos
La junta debe estar libre de rebabas
Zona de trabajo limpia

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

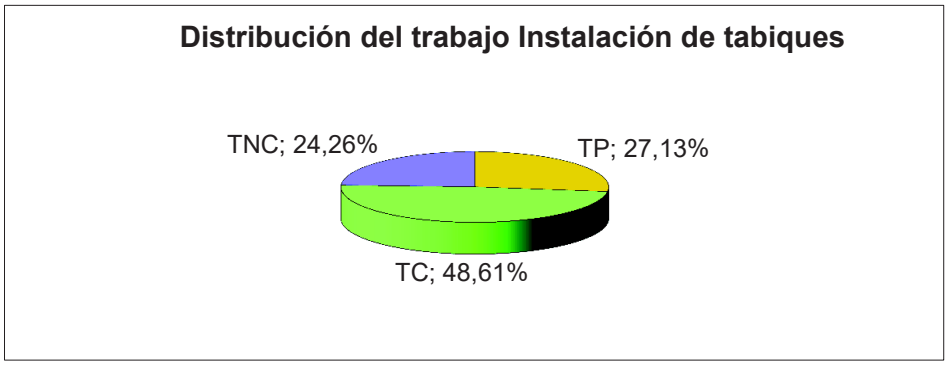
SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

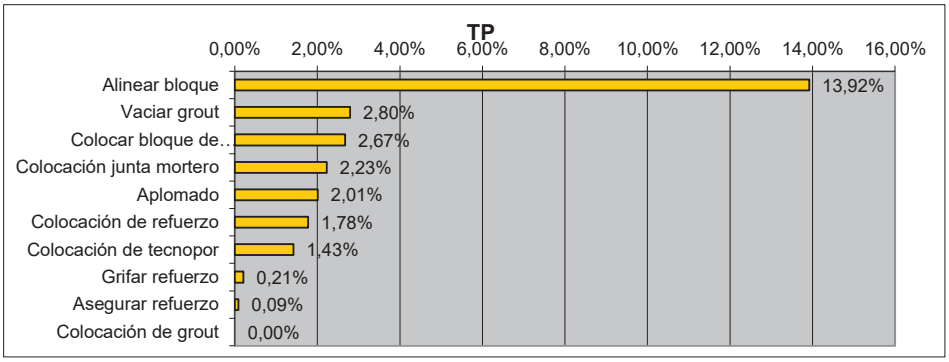
Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subproceso	Porcentaje
1	Colocación de refuerzo	23.10%	Viajes	87.01%
	Colocación de escantillón	15.70%	Mediciones	32.48%
			Viajes	19.11%
2	Verificación de aplomo y alineamiento	28.38%	Alinear bloque	77.12%
	Retirar excedentes de mezcla	15.33%	Limpieza de rebabas de mortero o grout	49.02%
			Coordinaciones	26.27%

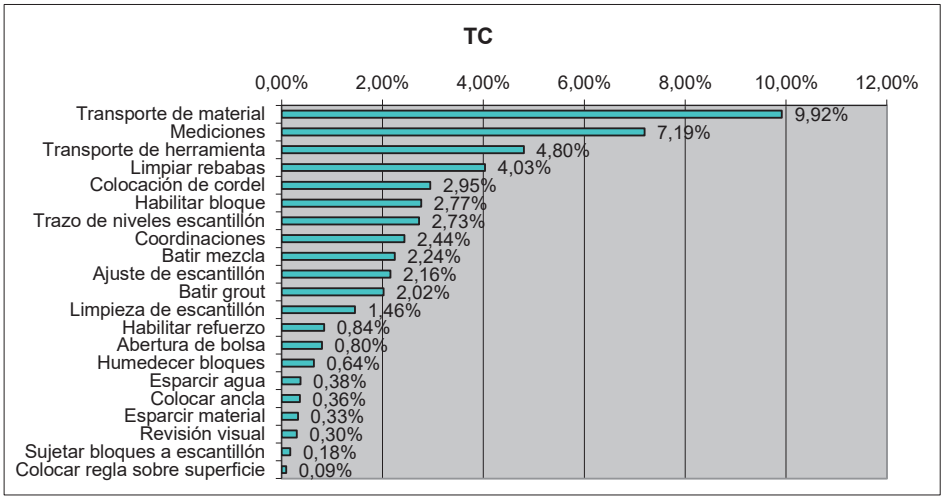
INSTALACIÓN DE TABIQUE

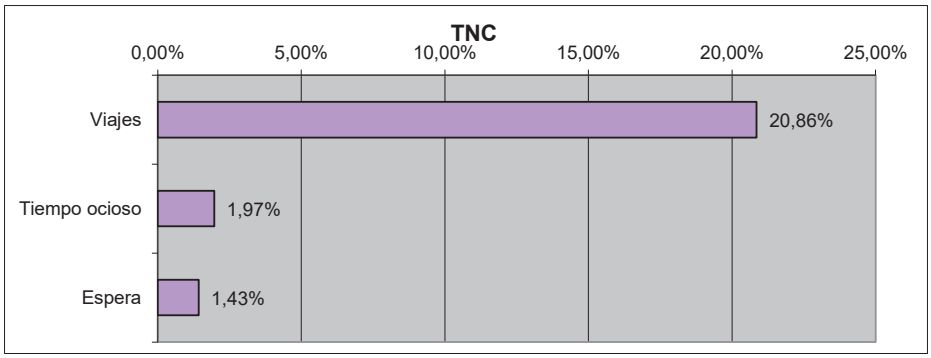
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Alinear bloque	13,92%	5,95%	21,89%
2	TP	Vaciar grout	2,80%	0,00%	5,59%
3	TP	Colocar bloque de concreto	2,67%	2,70%	2,65%
4	TP	Colocación junta mortero	2,23%	0,85%	3,61%
5	TP	Aplomado	2,01%	3,00%	1,02%
6	TP	Colocación de refuerzo	1,78%	1,45%	2,10%
7	TP	Colocación de tecnopor	1,43%	2,85%	0,00%
8	TP	Grifar refuerzo	0,21%	0,00%	0,42%
9	TC	Asegurar refuerzo	0,09%	0,00%	0,18%
10	TC	Colocación de grout	0,00%	0,00%	0,00%
11	TC	Transporte de material	9,92%	7,45%	12,39%
12	TC	Mediciones	7,19%	11,50%	2,89%
13	TC	Transporte de herramienta	4,80%	4,55%	5,05%
14	TC	Limpiar rebabas	4,03%	0,55%	7,52%
15	TC	Colocación de cordel	2,95%	5,90%	0,00%
16	TC	Habilitar bloque	2,77%	0,00%	5,53%
17	TC	Trazo de niveles escantillón	2,73%	5,45%	0,00%
18	TC	Coordinaciones	2,44%	0,00%	4,87%
19	TC	Batir mezcla	2,24%	2,50%	1,98%
20	TC	Ajuste de escantillón	2,16%	2,75%	1,56%
21	TC	Batir grout	2,02%	0,50%	3,55%
22	TC	Limpieza de escantillón	1,46%	1,65%	1,26%
23	TC	Habilitar refuerzo	0,84%	0,00%	1,68%
24	TC	Abertura de bolsa	0,80%	1,60%	0,00%
25	TC	Humedecer bloques	0,64%	1,10%	0,18%
26	TC	Esparcir agua	0,38%	0,75%	0,00%
27	TC	Colocar ancla	0,36%	0,00%	0,72%
28	TC	Esparcir material	0,33%	0,65%	0,00%
29	TC	Revisión visual	0,30%	0,00%	0,60%
30	TC	Sujetar bloques a escantillón	0,18%	0,35%	0,00%
31	TC	Colocar regla sobre superficie	0,09%	0,00%	0,18%
32	TC	Viajes	20,86%	31,20%	10,52%
33	TNC	Tiempo ocioso	1,97%	1,90%	2,04%
34	TNC	Espera	1,43%	2,85%	0,00%
			100,00%	100,00%	100,00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	27,13%	16,80%	37,46%
TC	Trabajo Contributorio	48,61%	47,25%	49,97%
TNC	Trabajo No Contributorio	24,26%	35,95%	12,56%
		100,00%	100,00%	100,00%


Distribución del trabajo Instalación de tabiques
TNC; 24,26%
TP; 27,13%
TC; 48,61%


TP
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
14,00%
16,00%
Alinear bloque
13,92%
Vaciar grout
2,80%
Colocar bloque de...
2,67%
Colocación junta mortero
2,23%
Aplomado
2,01%
Colocación de refuerzo
1,78%
Colocación de tecnopor
1,43%
Grifar refuerzo
0,21%
Asegurar refuerzo
0,09%
Colocación de grout
0,00%


TC
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
Transporte de material
9,92%
Mediciones
7,19%
Transporte de herramienta
4,80%
Limpiar rebabas
4,03%
Colocación de cordel
2,95%
Habilitar bloque
2,77%
Trazo de niveles escantillón
2,73%
Coordinaciones
2,44%
Batir mezcla
2,24%
Ajuste de escantillón
2,16%
Batir grout
2,02%
Limpieza de escantillón
1,46%
Habilitar refuerzo
0,84%
Abertura de bolsa
0,80%
Humedecer bloques
0,64%
Esparcir agua
0,38%
Colocar ancla
0,36%
Esparcir material
0,33%
Revisión visual
0,30%
Sujetar bloques a escantillón
0,18%
Colocar regla sobre superficie
0,09%


TNC
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
25,00%
Viajes
20,86%
Tiempo ocioso
1,97%
Espera
1,43%

Comentarios generales

Las observaciones realizadas en campo indican que el proceso es ejecutado de forma desordenada, tanto en la distribución de herramientas, materiales, trabajadores en el frente de trabajo y en la secuencia de las operaciones. Una muestra de ello es que en ambos análisis los subprocesos de mayor incidencia no coinciden. Por ello, se induce que el proceso requiere una estandarización.
Se proponen las siguientes soluciones para mejorar el proceso:

- Tener una distribución adecuada de los materiales. Ubicar la zona de habilitación del refuerzo más cerca de la zona de instalación y tener las piezas listas para colocar permitirá reducir los tiempos de viajes.
- Emplear un escantillón previamente graduado, con ello se reducirán los tiempos invertidos en mediciones.
- Usar un escaniplo para garantizar el alineamiento horizontal y vertical del tabique así como para reducir los tiempos empleados en alinear los bloques.
- Usar una batea apoyada en una base con ruedas para disminuir la fatiga de los operarios durante el transporte de material y en los ciclos de agacharse-levantarse.

PARTIDA:	**Tabiquería**
PROCESO:	**Solaqueo de tabique**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El proceso de solaqueo de tabiques comienza un día después de la instalación del tabique y culmina cuando todas las juntas existentes entre los bloques del tabique han sido cubiertas con mortero. El objetivo de este proceso es uniformizar la superficie del tabique.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	hh/m2	Metrado del frente (m2)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.21	101.46	5.32	3
Análisis 2	0.16	101.46	4.06	3

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

- 1 capataz
- 2 oficiales

1.5 Materiales

Descripción	Und.	Cant/frente
Agua	m3	--
Arena fina	m3	0.50
Cemento	Bolsa	3.00

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad
Badilejo	Und	2.00
Balde	Und	2.00

Batea	Und	2.00
Cincel	Und	2.00
Escoba	Und	2.00
Frotacho	Und	2.00
Frotacho largo	Und	2.00
Jarra	Und	2.00
Pieza de tecnopor	Und	2.00
Winche	Und	1.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requisitos de seguridad
Casco
Uniforme completo
Botas con punta de Acero
Lentes Antiempañantes
Protector auditivo - tipo tapón
Respiradores contra polvo
Arnés Normado
Línea de vida 5/8"
Guantes de cuero/jebe

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Superficie de tabique no debe presentar protuberancias
Cobertura total de las imperfecciones del tabique
Bruñas bien marcadas (1cm de profundidad y 1cm de ancho)

Condiciones de entrada
Ladrillos correctamente apilados
La superficie de ladrillos debe permanecer entera
Zona de trabajo limpia

Condiciones de salida
Superficie de tabique uniforme
Zona de trabajo limpia

Ver anexo # 3

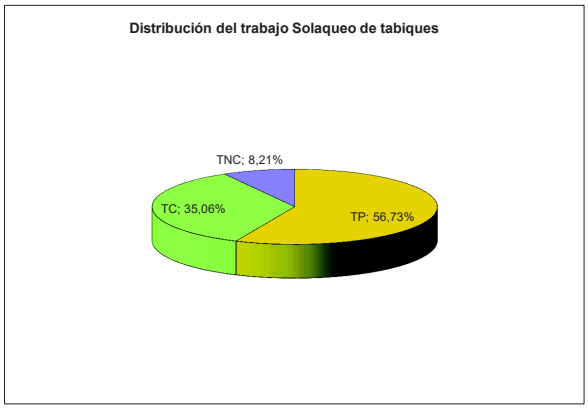
2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

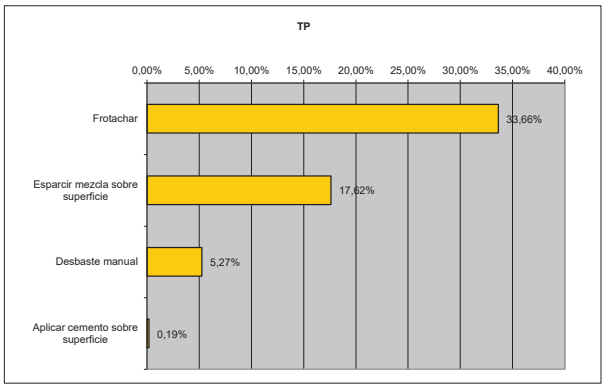
A continuación se muestra el diagnóstico de los resultados obtenidos del estudio de tiempos y movimientos realizado al proceso de solaqueo de tabique. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

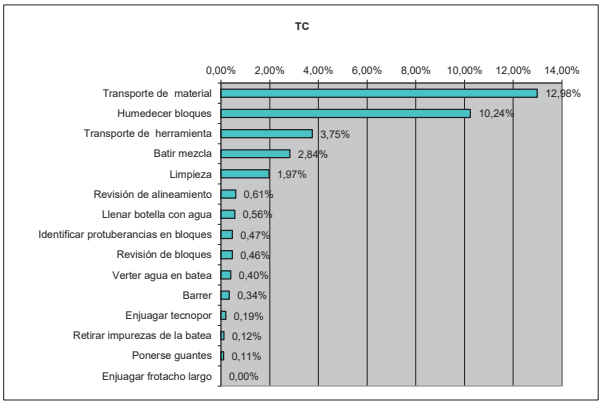
SOLAQUEO DE TABIQUE

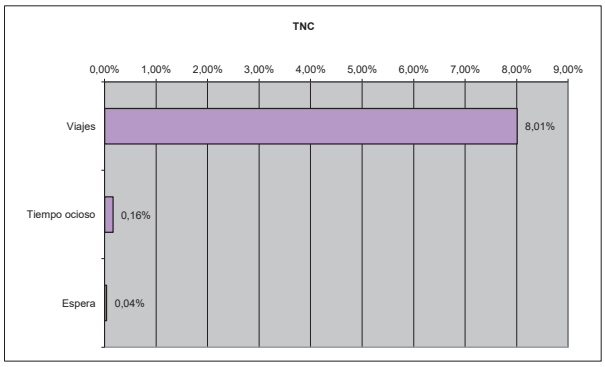
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Frotachar	33,66%	33,30%	34,02%
2	TP	Esparcir mezcla sobre superficie	17,62%	18,16%	17,09%
3	TP	Desbaste manual	5,27%	4,50%	6,03%
4	TP	Aplicar cemento sobre superficie	0,19%	0,38%	0,00%
5	TC	Transporte de material	12,98%	13,34%	12,63%
6	TC	Humedecer bloques	10,24%	9,67%	10,82%
7	TC	Transporte de herramienta	3,75%	3,64%	3,86%
8	TC	Batir mezcla	2,84%	3,02%	2,65%
9	TC	Limpieza	1,97%	1,80%	2,13%
10	TC	Revisión de alineamiento	0,61%	0,78%	0,44%
11	TC	Llenar botella con agua	0,56%	0,65%	0,48%
12	TC	Identificar protuberancias en bloques	0,47%	0,94%	0,00%
13	TC	Revisión de bloques	0,46%	0,00%	0,92%
14	TC	Verter agua en batea	0,40%	0,65%	0,16%
15	TC	Barrer	0,34%	0,00%	0,68%
16	TC	Enjuagar tecnopor	0,19%	0,19%	0,20%
17	TC	Retirar impurezas de la batea	0,12%	0,24%	0,00%
18	TC	Ponerse guantes	0,11%	0,22%	0,00%
19	TC	Enjuagar frotacho largo	0,00%	0,00%	0,00%
20	TNC	Viajes	8,01%	8,22%	7,80%
21	TNC	Tiempo ocioso	0,16%	0,32%	0,00%
22	TNC	Espera	0,04%	0,00%	0,08%
			100,00%	100,00%	100,00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	56,73%	56,33%	57,14%
TC	Trabajo Contributorio	35,06%	35,13%	34,98%
TNC	Trabajo No Contributorio	8,21%	8,54%	7,88%


Distribución del trabajo Solaqueo de tabiques
TNC; 8,21%
TC; 35,06%
TP; 56,73%


TP
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
25,00%
30,00%
35,00%
40,00%
Frotachar
33,66%
Esparcir mezcla sobre superficie
17,62%
Desbaste manual
5,27%
Aplicar cemento sobre superficie
0,19%


TC
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
14,00%
Transporte de material
12,98%
Humedecer bloques
10,24%
Transporte de herramienta
3,75%
Batir mezcla
2,84%
Limpieza
1,97%
Revisión de alineamiento
0,61%
Llenar botella con agua
0,56%
Identificar protuberancias en bloques
0,47%
Revisión de bloques
0,46%
Verter agua en batea
0,40%
Barrer
0,34%
Enjuagar tecnopor
0,19%
Retirar impurezas de la batea
0,12%
Ponerse guantes
0,11%
Enjuagar frotacho largo
0,00%


TNC
0,00%
1,00%
2,00%
3,00%
4,00%
5,00%
6,00%
7,00%
8,00%
9,00%
Viajes
8,01%
Tiempo ocioso
0,16%
Espera
0,04%

SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subproceso	Porcentaje
1	Pulir superficie	47.87%	Frotachar	69.56%
	Colocar mezcla	32.89%	Esparcir mezcla sobre superficie	55.20%
2	Pulir superficie	48.17%	Frotachar	70.62%
	Colocar mezcla	29.75%	Esparcir mezcla sobre superficie	57.43%
			Transporte material	25.68%

Comentarios generales

En los dos análisis se obtiene como resultado que la acción de frotachar tiene mayor incidencia en el proceso. Debe evaluarse que al finalizar la actividad se cumplan con los requerimientos de calidad especificados para evaluar si se justifica el tiempo invertido en esa operación.

Se recomiendan las siguientes alternativas para mejorar la ejecución del proceso:

- Acción de frotachar
  - Emplear un frotacho más liviano de mayor o igual tiempo de vida útil.
  - Crear un dispositivo con la forma similar a un limpiavidrios, con una plancha que reemplace el jebe y la esponja del original. Esta plancha debe tener una longitud aproximada de 40 cm
  - Implementar el uso de un pulidor rotatorio de 15 - 20 cm de diámetro.

    Estos dispositivos deben ser livianos y fáciles de manipular para reducir la fatiga del trabajador.
- Acción de esparcir la mezcla sobre la superficie
  - Usar un dispositivo similar a un soplete, con el cual se pueda lanzar la mezcla hacia la superficie, evitando el desperdicio e incrementando la velocidad de la colocación de la misma.
- Acción de transportar el material:
  - Emplear una batea con ruedas para facilitar el traslado de la mezcla. Además, se sugiere colocar en los bordes ganchos o asas para colgar las herramientas y un dispositivo que regule la altura de la batea para reducir los ciclos de agacharse-levantarse del trabajador.

RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO - ACABADOS

PROCESO	TP	TC	TNC
Empaste de muros	70.25%	9.68%	20.07%
Pintura de muros	60.15%	27.66%	12.19%
Estándar Internacional	60.00%	25.00%	15.00%
Solaqueo de tabique	56.73%	35.06%	8.21%
Colocación de cerámico - zócalo	48.28%	33.30%	18.42%
Instalación de marcos	33.41%	50.22%	16.36%
Instalación de tabique	27.13%	48.61%	24.26%
Colocación de fragua	26.95%	61.87%	11.18%
Colocación de cerámico - contrazócalo	26.92%	57.34%	15.74%
Colocación de cerámico - piso	21.10%	67.74%	11.16%
Instalación de puertas	20.92%	61.76%	17.32%

PARTIDA:	**Pintura**
PROCESO:	**Empaste de muros**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El proceso se inicia luego del secado de la tabiquería y finaliza hasta cubrir de empate el ambiente a trabajar incluyendo el bruñado respectivo.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	hh/m2	Metrado del frente (m2)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.014	308.26	2.20	2
Análisis 2	0.019	308.26	2.90	2

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

- 2 operarios

1.5 Materiales

Descripción	Und	Cantidad/frente
Imprimante	kg	240
Yeso (sin colar)	kg	40
Sellador	galón	2

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und	Cantidad/frente
Badilejo de 3”	und	2
Plancha de 10”	und	2
Balde de 5 gln	und	2

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Casco	Respiradores contra polvo
Uniforme completo	Arnés Normado
Botas con punta de Acero	Línea de vida
Lentes Antiempañantes	Guantes de cuero sin refuerzo
Barbiquejo	Iluminación con parante

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Empaste uniforme sobre la superficie de tabiques y/o muro
Cobertura total de la superficie
Superficie del elemento no debe presentar protuberancias
Empaste hasta el piso
Cuadre de cajas eléctricas
Marcado de bruñas
Limpieza de cajas
Limpieza de rebabas

Condiciones de entrada
Muros y tabiques aplomados
Pisos y zócalos terminados
Bordes de mayólicas bien definidos
Vanos de puertas y ventanas bien definidos
Tabiques solaqueados
Muros resanados
Tabiques secos
Muros secos
Techos libres de imperfecciones
El desalineamiento y desaplomo tendrá un máximo de 2mm
Zona de trabajo limpia

Condiciones de salida
Empaste 1era mano seco
Zona de trabajo limpia

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

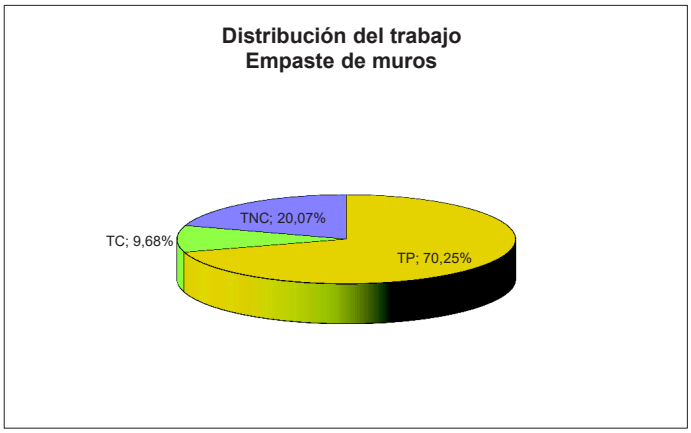
A continuación se muestra el diagnóstico y los comentarios de los resultados obtenidos del análisis de la instalación de marcos. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

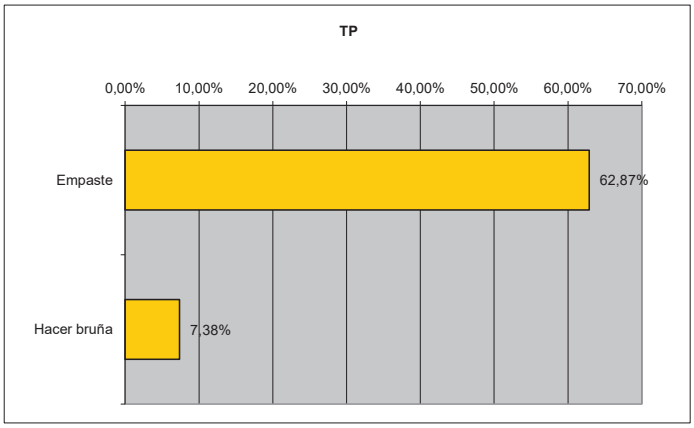
De acuerdo al análisis del proceso se encontró que está compuesto por diferentes subprocesos. Sin embargo para el análisis de los resultados se consideraron los subprocesos más relevantes en el proceso.

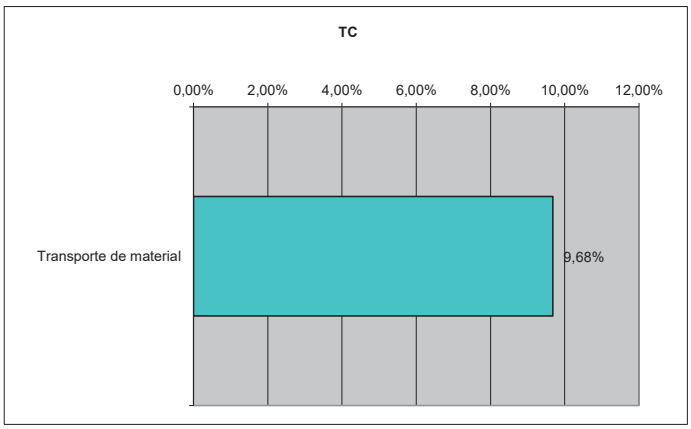
EMPASTE

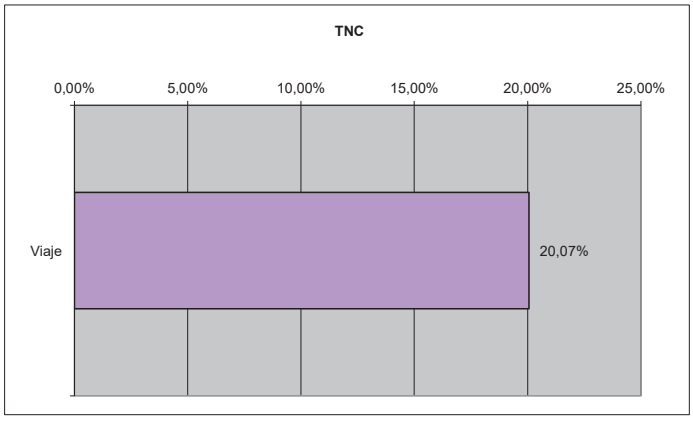
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Empaste	62,87%	50,67%	75,07%
2	TP	Hacer bruña	7,38%	10,35%	4,42%
3	TP	Transporte de material	9,68%	13,38%	5,98%
4	TP	Viaje	20,07%	25,60%	14,53%
			100,00%	100,00%	100,00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	70,25%	61,02%	79,49%
TC	Trabajo Contributorio	9,68%	13,38%	5,98%
TNC	Trabajo No Contributorio	20,07%	25,60%	14,53%
		100,00%	100,00%	100,00%


Distribución del trabajo
Empaste de muros
TNC; 20,07%
TC; 9,68%
TP; 70,25%


TP
0,00%
10,00%
20,00%
30,00%
40,00%
50,00%
60,00%
70,00%
Empaste
62,87%
Hacer bruña
7,38%


TC
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
Transporte de material
9,68%


TNC
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
25,00%
Viaje
20,07%

MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Análisis	Microprocesos	Porcentaje
1	Empaste	50.67%
	Viaje	25.60%
2	Empaste	75.07%

Comentarios generales

Los resultados obtenidos se muestran un alto porcentaje de TP. El proceso resulta eficiente, sin embargo debe evaluarse si se está siendo eficaces en la ejecución del mismo. Dado que la productividad y la calidad son aspectos inherentes entre sí, el paso previo para afirmar que el proceso es productivo es revisar el tema de calidad.

Debido a ello, se debe incrementar el esfuerzo en la verificación de la calidad del producto final después del empaste. Para ello se sugiere lo siguiente:

- Emplear un bruñador, instrumento que permita mantener un espesor y alineamiento estándar en las bruñas.
- Dado el alto porcentaje de TP en la operación de empaste, se recomienda utilizar una herramienta más liviana para reducir la fatiga del operario.
- A pesar de tener valores de TC y TNC bajos, se recomienda el uso de un balde de mayor altura o emplear una base sobre la cual se coloque el balde de forma que se reduzca el esfuerzo que hace el trabajador al inclinarse para recoger material.

PARTIDA:	**Carpintería de madera**
PROCESO:	**Instalación de marcos**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1 Extensión del proceso

El proceso inicia desde el cortado de las piezas del marco hasta la colocación y atornillado del marco en el vano respectivo.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

- Ritmo de producción: 1 Frente por día (14 marcos)

	hh/marco	N° de marcos	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.51	14	3.55	2
Análisis 2	0.54	14	3.78	2

1.4. Componentes de cuadrilla estimada

- 2 operarios

1.5. Materiales

Descripción	Und	Cantidad/ frente	
		1er al 4to piso	5to piso
Pza de marco de 0.95	und	5	5
Pza de marco de 0.85	und	5	5
Pza de marco de 0.75	und	4	4
Pza de marco de 2.35	und	16	28
Pza de marco de 2.30	und	4	0
Pza de marco de 2.25	und	8	0
Clavos de 2" para armar Marco	und	56	56
Tarugo de madera	und	112	112
Tornillo de 50mm de 1/2"	und	112	112

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Unidad	Cantidad
Escuadra	und	2.00
Lápiz	und	2.00
Roto martillo	und	2.00
Sierra radial	und	2.00
Wincha	und	2.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requerimientos de Seguridad
Casco
Uniforme completo
Botas con punta de Acero
Lentes
Protector auditivo (si existiera cortes con circular)
Guantes de cuero

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor	Condiciones de entrada
Marcos firmemente empotrados	Vanos aplomados
Ausencia de fisuras en los vanos	Superficie del vano uniforme
Precisión de las medidas del marco	Zona de trabajo limpia
Marco aplomado	
Cabeza de tornillos no debe sobresalir	**Condiciones de salida**
No deberán existir luces entre el marco de puerta y muro	Marco correctamente instalado
	Zona de trabajo limpia

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

A continuación se muestra el diagnóstico y los comentarios de los resultados obtenidos del análisis de la instalación de marcos. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

De acuerdo al análisis del proceso se encontró que está compuesto por diferentes subprocesos. Sin embargo para el análisis de los resultados se consideraron los subprocesos más relevantes en el proceso.

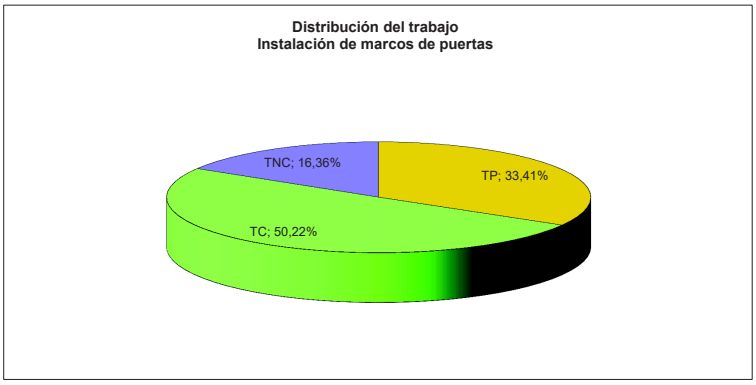
SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

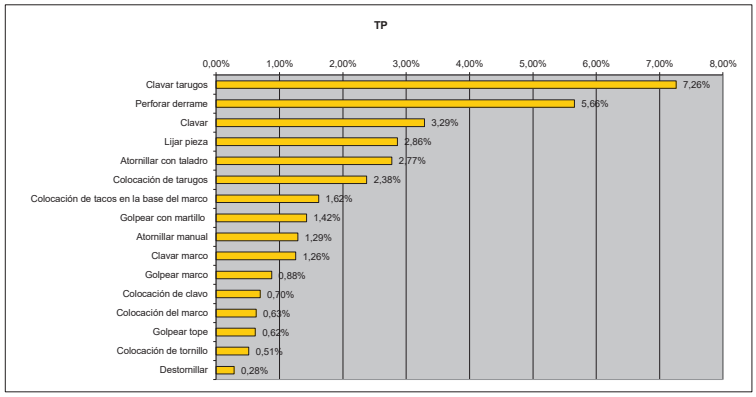
Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subprocesos	Porcentaje
1	Poner tarugos	25.42%	Clavar tarugos	40.09%
			Colocar tarugos	10.99%
			Revisión	10.99%
			Viaje	10.56%
	Perforar derrame	14.47%	Perforar derrame	63.26%
			Viaje	22.73%
	Lijado de marco	10.36%	Lijar pieza	25.40%
			Transporte de pieza de marco	22.22%
			Juntar piezas de marco	20.63%
	Colocar marco	9.70%	Colocar tacos en la base del marco	33.33%
			Golpear con martillo	29.38%
			Colocación del marco	12.99%
	Aserrar tarugo	8.99%	Aserrar tarugo	72.56%
	Atornillar marco	8.66%	Atornillar con taladro	36.71%
			Transporte de herramienta	18.99%
			Preparar taladro	18.99%
2	Hacer orificio en marco	15.35%	Viaje	35.57%
			Atornillar manual	16.78%
			Transporte de material	15.10%
			Colocar clavo	9.06%
	Colocar marco	15.04%	Viaje	29.11%
			Transporte de material	13.70%
			Colocar marco	13.01%
			Transporte de herramienta	12.67%
			Golpetear marco	11.64%
	Perforar derrame	10.66%	Viaje	34.78%
			Transporte de herramienta	30.43%
	Trazo	9.32%	Transporte de material	29.28%
			Transporte de herramienta	22.10%
			Medición	20.44%
	Poner tarugos	9.22%	Clavar tarugos	46.93%
			Colocar tarugos	21.23%
			Revisión	13.41%
	Aserrar tarugo	8.75%	Cortar tarugo	60.00%
			Viaje	19.41%
	Ensamble marco	7.83%	Clavar	33.55%
			Transporte de material	30.26%
			Viaje	13.82%

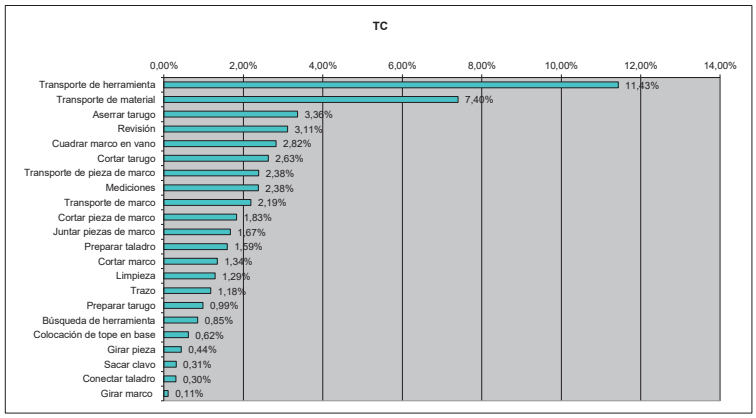
INSTALACIÓN DE MARCOS DE PUERTAS

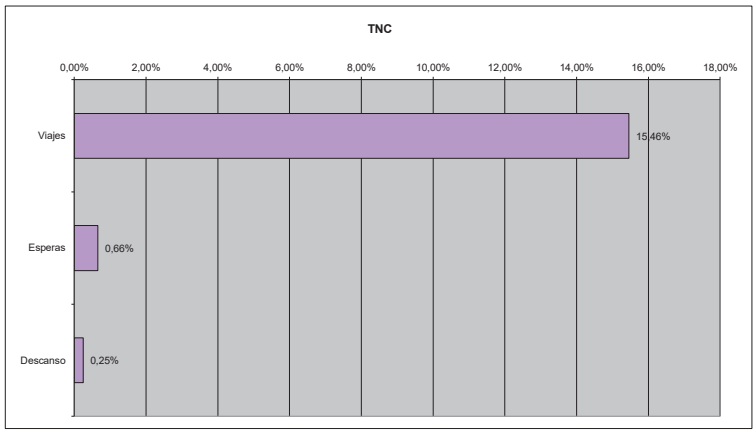
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Clavar tarugos	7,26%	4,33%	10,19%
2	TP	Perforar derrame	5,66%	2,16%	9,15%
3	TP	Clavar	3,29%	2,63%	3,95%
4	TP	Lijar pieza	2,86%	3,09%	2,63%
5	TP	Atornillar con taladro	2,77%	2,37%	3,18%
6	TP	Colocación de tarugos	2,38%	1,96%	2,79%
7	TP	Colocación de tacos en la base del marc	1,62%	0,00%	3,23%
8	TP	Golpear con martillo	1,42%	0,00%	2,85%
9	TP	Atornillar manual	1,29%	2,57%	0,00%
10	TP	Clavar marco	1,26%	0,98%	1,53%
11	TP	Golpear marco	0,88%	1,75%	0,00%
12	TP	Colocación de clavo	0,70%	1,39%	0,00%
13	TP	Colocación del marco	0,63%	0,00%	1,26%
14	TP	Golpear tope	0,62%	1,24%	0,00%
15	TP	Colocación de tornillo	0,51%	1,03%	0,00%
16	TP	Destornillar	0,28%	0,57%	0,00%
17	TC	Transporte de herramienta	11,43%	17,71%	5,15%
18	TC	Transporte de material	7,40%	13,49%	1,32%
19	TC	Aserrar tarugo	3,36%	0,21%	6,52%
20	TC	Revisión	3,11%	1,24%	4,99%
21	TC	Cuadrar marco en vano	2,82%	4,33%	1,32%
22	TC	Cortar tarugo	2,63%	5,25%	0,00%
23	TC	Transporte de pieza de marco	2,38%	0,00%	4,77%
24	TC	Mediciones	2,38%	1,91%	2,85%
25	TC	Transporte de marco	2,19%	0,00%	4,38%
26	TC	Cortar pieza de marco	1,83%	3,66%	0,00%
27	TC	Juntar piezas de marco	1,67%	0,00%	3,34%
28	TC	Preparar taladro	1,59%	1,54%	1,64%
29	TC	Cortar marco	1,34%	0,00%	2,68%
30	TC	Limpieza	1,29%	0,00%	2,58%
31	TC	Trazo	1,18%	0,77%	1,59%
32	TC	Preparar tarugo	0,99%	0,00%	1,97%
33	TC	Búsqueda de herramienta	0,85%	0,00%	1,70%
34	TC	Colocación de tope en base	0,62%	1,24%	0,00%
35	TC	Girar pieza	0,44%	0,00%	0,88%
36	TC	Sacar clavo	0,31%	0,62%	0,00%
37	TC	Conectar taladro	0,30%	0,00%	0,60%
38	TC	Girar marco	0,11%	0,00%	0,22%
39	TNC	Viajes	15,46%	21,99%	8,93%
40	TNC	Esperas	0,66%	0,00%	1,32%
41	TNC	Descanso	0,25%	0,00%	0,49%
			100,00%	100,00%	100,00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	33,41%	26,06%	40,77%
TC	Trabajo Contributorio	50,22%	51,96%	48,49%
TNC	Trabajo No Contributorio	16,36%	21,99%	10,74%
		100,00%	100,00%	100,00%


Distribución del trabajo
Instalación de marcos de puertas
TNC; 16,36%
TP; 33,41%
TC; 50,22%


TP
0,00%
1,00%
2,00%
3,00%
4,00%
5,00%
6,00%
7,00%
8,00%
Clavar tarugos 7,26%
Perforar derrame 5,66%
Clavar 3,29%
Lijar pieza 2,86%
Atornillar con taladro 2,77%
Colocación de tarugos 2,38%
Colocación de tacos en la base del marco 1,62%
Golpear con martillo 1,42%
Atornillar manual 1,29%
Clavar marco 1,26%
Golpear marco 0,88%
Colocación de clavo 0,70%
Colocación del marco 0,63%
Golpear tope 0,62%
Colocación de tornillo 0,51%
Destornillar 0,28%


TC
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
14,00%
Transporte de herramienta 11,43%
Transporte de material 7,40%
Aserrar tarugo 3,36%
Revisión 3,11%
Cuadrar marco en vano 2,82%
Cortar tarugo 2,63%
Transporte de pieza de marco 2,38%
Mediciones 2,38%
Transporte de marco 2,19%
Cortar pieza de marco 1,83%
Juntar piezas de marco 1,67%
Preparar taladro 1,59%
Cortar marco 1,34%
Limpieza 1,29%
Trazo 1,18%
Preparar tarugo 0,99%
Búsqueda de herramienta 0,85%
Colocación de tope en base 0,62%
Girar pieza 0,44%
Sacar clavo 0,31%
Conectar taladro 0,30%
Girar marco 0,11%


TNC
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
14,00%
16,00%
18,00%
Viajes 15,46%
Esperas 0,66%
Descanso 0,25%

Comentarios Generales

Se observa que las operaciones que demandan mayor tiempo de ejecución son las relacionadas a la colocación de los tarugos, transporte de herramientas y viajes.
Se sugieren las siguientes medidas para mejorar el proceso:

- Cada operario debería utilizar un cinturón portaherramientas, con ello se reducirían los flujos por viajes y transporte de herramientas. También podrían almacenarse temporalmente algunos materiales de menor dimensión, tales como clavos, bisagras, tornillos, tarugos, etc.
- Colocar los tarugos cuando la mezcla de los derrames aún se encuentra fresca. Esta disposición reduciría los flujos de hacer orificios en el derrame y colocación de tarugos, además de disminuir los daños del derrame como consecuencia de la perforación y/o colocación de estos.

PARTIDA:	**Carpintería**
PROCESO:	**Instalación de puertas**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El análisis de la instalación se inicia desde el trazo de la puerta para su respectivo cortado hasta el colgado de la puerta (colocación de tornillos en la zona de bisagra).

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

- Cantidad: 1 Frente por día

	hh/puerta	N° de puertas por frente	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.50	14	3.5	2
Análisis 2	0.50	14	3.5	2

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

- 2 operarios

1.5. Materiales

		Cantidad/ frente	
Descripción	**Und**	**1er al 4to piso**	**5to piso**
Puerta de 0.85 x 2.21 con moldura	und	2	0
Puerta de 0.85 x 2.26 con moldura	und	0	2
Puerta de 0.85 x 2.26	und	3	3
Puerta de 0.75 x 2.26	und	5	5
Puerta de 0.65 x 2.16	und	4	0
Puerta de 0.65 x 2.26	und	0	4
Bisagra de 3" x 3" Zincada (inc. tornillos)	par	21	21

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und	Cantidad
Sierra radial.	und	2.00
Lápiz o lapicero.	und	2.00
Desarmador estrella.	und	2.00
Wincha.	und	2.00
Martillo.	und	2.00
Cepillo.	und	2.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requerimientos de seguridad
Casco
Uniforme completo
Botas con punta de Acero
Lentes
Protector auditivo - tipo tapón
Protector auditivo - Orejera
Guantes de cuero

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Puertas con medidas correctas
Puertas aseguradas con bisagras
Puertas aplomadas
Puertas se cierran y abren con facilidad
Luces inferiores de acuerdo a plano
Condiciones de entrada
Marco instalado
Marco aplomado
Orden y limpieza en la zona de trabajo
Condiciones de salida
Orden y limpieza en la zona de trabajo

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

A continuación se muestra el diagnóstico y los comentarios de los resultados obtenidos del análisis de la instalación de puertas Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

De acuerdo al análisis del proceso se encontró que está compuesto por diferentes subprocesos. Sin embargo para el análisis de los resultados se consideraron los subprocesos más relevantes en el proceso.

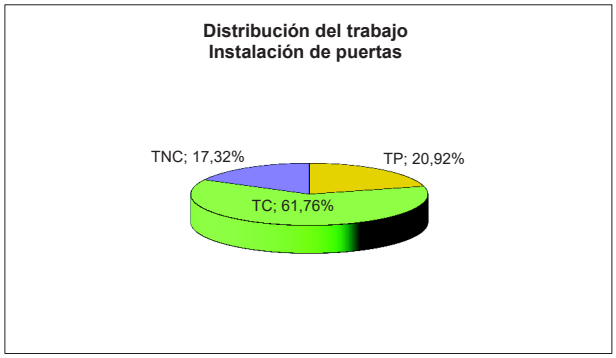
SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

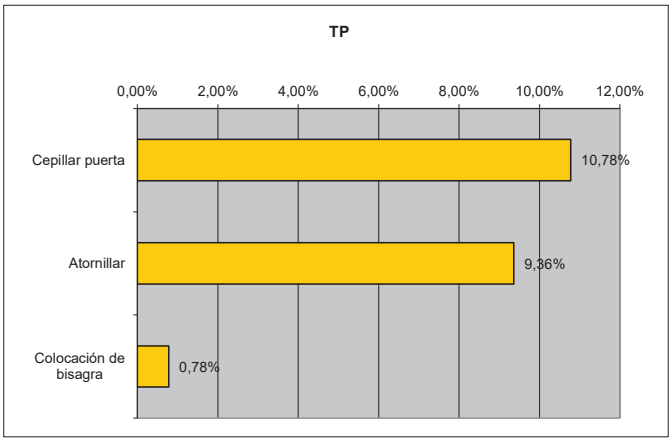
Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en los subprocesos	Porcentaje
1	Cepillar puerta	29.41%	Cepillar puerta	36.33%
			Transporte de material	30.86%
			Transportar puerta	13.87%
	Colocar tornillo de marco en zona de bisagra	14.30%	Atornillar	32.13%
			Viaje	23.69%
			Transporte de herramienta	18.07%
	Cortar marco en zona de bisagra	12.00%	Cortar marco para bisagra	87.08%
	Colocar tornillo de puerta en zona de bisagra	10.80%	Atornillar	48.94%
			Transporte de material	12.23%
			Transporte de herramienta	10.64%
			Colocar tornillo	9.57%
	Cortar puerta en zona de bisagra	9.36%	Cortar puerta para bisagra	95.71%
2	Cepillar puerta	31.63%	Cepillar puerta	34.37%
			Viaje	34.17%
			Transporte de puerta	18.83%
	Colocar tornillo de marco en zona de bisagra	14.25%	Atornillar	34.91%
			Viaje	29.31%
			Colocar tornillo	11.64%
	Cortar marco en zona de bisagra	10.57%	Cortar marco para bisagra	88.37%
	Colocar tornillo de puerta en zona de bisagra	10.50%	Atornillar	36.84%
			Transporte de bisagra	12.87%
			Transporte de herramienta	11.11%
			Colocar tornillo	11.11%
			Viaje	9.94%
	Cortar puerta en zona de bisagra	10.87%	Cortar puerta para bisagra	87.01%

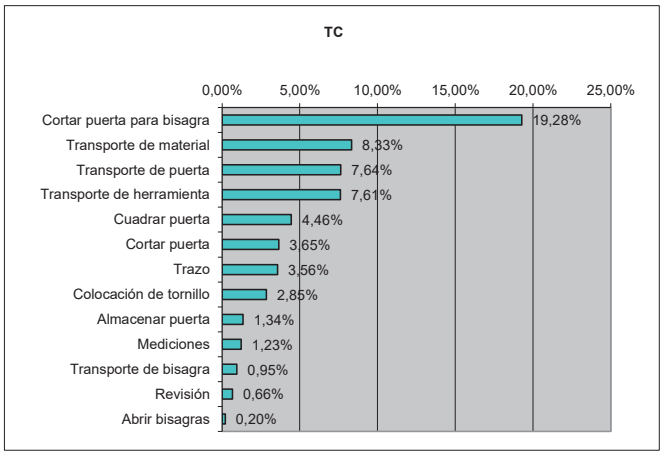
INSTALACIÓN DE PUERTAS

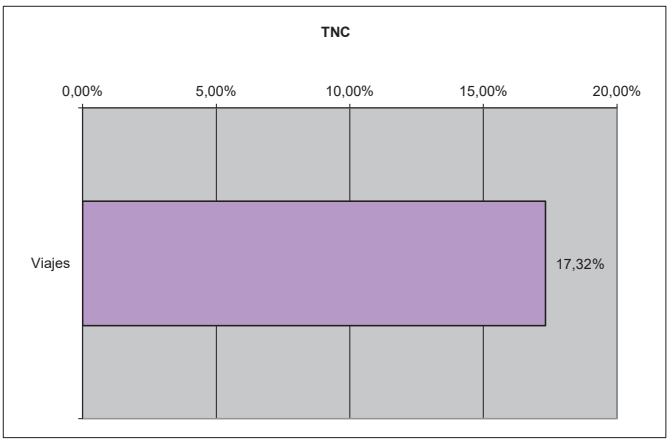
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Cepillar puerta	10,78%	10,68%	10,87%
2	TP	Atornillar	9,36%	9,88%	8,85%
3	TP	Colocación de bisagra	0,78%	0,57%	0,98%
4	TP	Cortar puerta para bisagra	19,28%	19,76%	18,80%
5	TC	Transporte de material	8,33%	13,10%	3,56%
6	TC	Transporte de puerta	7,64%	5,51%	9,77%
7	TC	Transporte de herramienta	7,61%	9,08%	6,14%
8	TC	Cuadrar puerta	4,46%	4,37%	4,55%
9	TC	Cortar puerta	3,65%	4,60%	2,70%
10	TC	Trazo	3,56%	3,62%	3,50%
11	TC	Colocación de tornillo	2,85%	2,87%	2,83%
12	TC	Almacenar puerta	1,34%	1,09%	1,60%
13	TC	Mediciones	1,23%	0,75%	1,72%
14	TC	Transporte de bisagra	0,95%	0,00%	1,90%
15	TC	Revisión	0,66%	1,32%	0,00%
16	TC	Abrir bisagras	0,20%	0,40%	0,00%
17	TNC	Viajes	17,32%	12,41%	22,24%
			100,00%	100,00%	100,00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	20,92%	21,14%	20,70%
TC	Trabajo Contributorio	61,76%	66,46%	57,06%
TNC	Trabajo No Contributorio	17,32%	12,41%	22,24%
		100,00%	100,00%	100,00%


Distribución del trabajo
Instalación de puertas
TNC; 17,32%
TP; 20,92%
TC; 61,76%


TP
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
Cepillar puerta
10,78%
Atornillar
9,36%
Colocación de bisagra
0,78%


TC
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
25,00%
Cortar puerta para bisagra
19,28%
Transporte de material
8,33%
Transporte de puerta
7,64%
Transporte de herramienta
7,61%
Cuadrar puerta
4,46%
Cortar puerta
3,65%
Trazo
3,56%
Colocación de tornillo
2,85%
Almacenar puerta
1,34%
Mediciones
1,23%
Transporte de bisagra
0,95%
Revisión
0,66%
Abrir bisagras
0,20%


TNC
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
Viajes
17,32%

Comentarios generales

Los principales flujos que afectan la ejecución del proceso son el cepillado de la puerta, el corte en la zona donde se coloca la bisagra, tanto en el marco como la puerta; y la colocación de tornillos en las bisagras.
Para optimizar el proceso se presentan las siguientes sugerencias:

- Emplear una lijadora automática o semiautomática con un tiempo de vida igual o mayor al de la rutiadora (hoja de corte para hacer el rebajo de la puerta) del cepillo manual.
- Utilizar un molde que abarque toda la longitud del marco y puerta, el cual tiene cuchillas ubicadas en los puntos donde se deben colocar las bisagras. El molde tiene el siguiente funcionamiento: se coloca sobre la superficie del marco o puerta donde se deben hacer los rebajos, se ejerce presión sobre esta área y se procede a retirarlo, con lo cual se logra cortar de forma eficiente los puntos requeridos.
- Utilizar la máquina atornilladora y no el atornillador manual. Esta medida permitirá la reducción de la acción de colocar los tornillos, la cual según los resultados tiene una incidencia importante.

PARTIDA:	**Pintura**
PROCESO:	**Pintura de muros**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El proceso de pintura se ejecuta después de haber dado dos pasadas de empaste y una de remasillado a los muros; y habiendo instalado previamente las puertas, carpintería de aluminio, aparatos sanitarios y muebles de la cocina.

El análisis comprende las operaciones realizadas después de haber protegido los elementos instalados y preparado la mezcla de pintura, con la dosificación respectiva; y finaliza al haber cubierto completamente la superficie de los muros con pintura.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

Cantidad: 2 frentes / día = 4 departamentos / día

	hh/m2	Metrado del frente (m2)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.002	520.66	1.04	1
Análisis 2	0.003	520.66	1.56	1

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

- 1 operario
- 1 ayudantes

1.5 Materiales

Descripción	Und.	Cant/frente
Pintura látex Rocky	gln	11.00

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Und.	Cantidad
Compresora	und	1.00
Soplete	und	1.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requisitos de seguridad	
Arnés Normado	Línea de vida 5/8"
Botas con punta de Acero	Protector auditivo
Casco	Respiradores contra polvo
Guantes de cuero/jebe	Respirador contra vapores tóxicos
Lentes Antiempañantes	Uniforme completo

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Cobertura total de la superficie
Cobertura uniforme
Evitar ensuciar los muros
Evitar ensuciar los cerámicos
Evitar ensuciar las ventanas
Evitar ensuciar las puertas
Evitar ensuciar aparatos sanitarios y griferías

Condiciones de entrada
Zona de trabajo ordenada y limpia
Zona de trabajo sin personal laborando

Condiciones de salida
Zona de trabajo ordenada y limpia
Zona de trabajo sin personal laborando

Ver anexo # 3

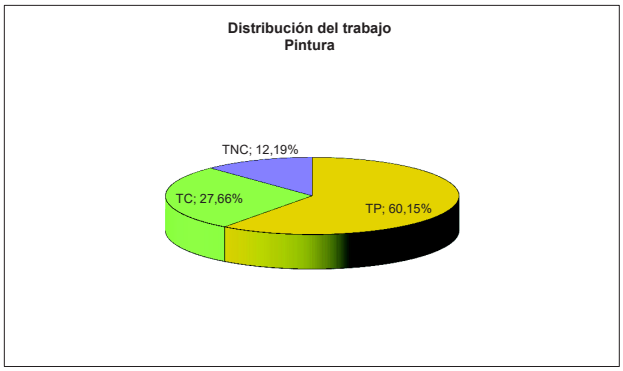
2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

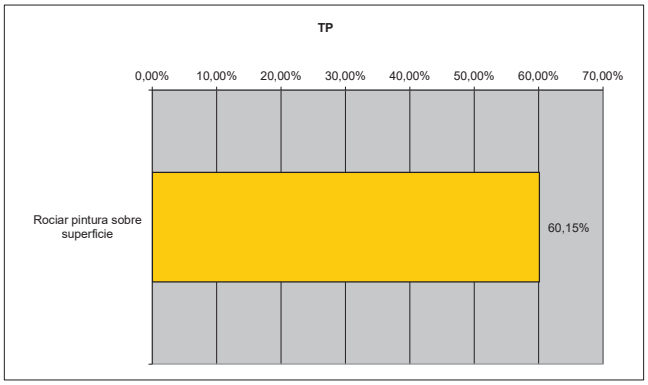
A continuación se muestra el diagnóstico de los resultados obtenidos del estudio de tiempos y movimientos realizado al proceso de pintura de muros. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

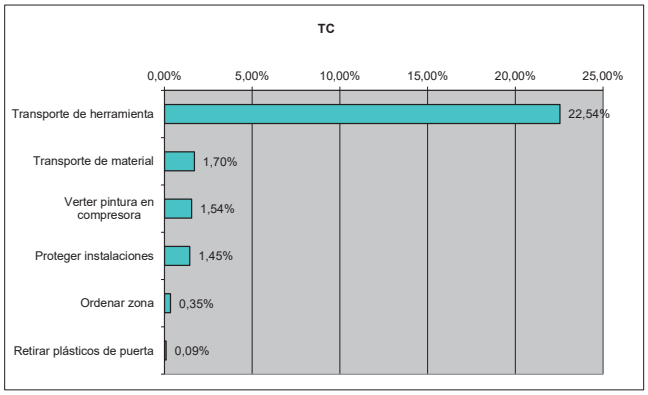
PINTURA

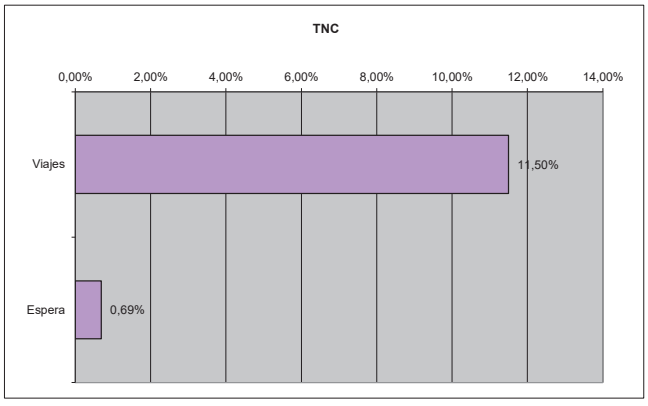
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Rociar pintura sobre superficie	60,15%	62,83%	57,47%
2	TC	Transporte de herramienta	22,54%	22,28%	22,81%
3	TC	Transporte de material	1,70%	1,38%	2,02%
4	TC	Verter pintura en compresora	1,54%	2,25%	0,82%
5	TC	Proteger instalaciones	1,45%	1,13%	1,76%
6	TC	Ordenar zona	0,35%	0,00%	0,69%
7	TC	Retirar plásticos de puerta	0,09%	0,00%	0,19%
8	TNC	Viajes	11,50%	10,14%	12,85%
9	TNC	Espera	0,69%	0,00%	1,39%
			100,00%	100,00%	100,00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	60,15%	62,83%	57,47%
TC	Trabajo Contributorio	27,66%	27,03%	28,29%
TNC	Trabajo No Contributorio	12,19%	10,14%	14,24%
		100,00%	100,00%	100,00%


Distribución del trabajo
Pintura
TNC; 12,19%
TC; 27,66%
TP; 60,15%


TP
0,00%
10,00%
20,00%
30,00%
40,00%
50,00%
60,00%
70,00%
Rociar pintura sobre superficie
60,15%


TC
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
25,00%
Transporte de herramienta
22,54%
Transporte de material
1,70%
Verter pintura en compresora
1,54%
Proteger instalaciones
1,45%
Ordenar zona
0,35%
Retirar plásticos de puerta
0,09%


TNC
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
14,00%
Viajes
11,50%
Espera
0,69%

MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Análisis	Microprocesos de mayor incidencia en el subproceso	Porcentaje
1	Rociar pintura sobre superficie	62.83%
	Transporte de herramienta	22.28%
2	Rociar pintura sobre superficie	57.47%
	Transporte de herramienta	22.81%

Comentarios generales

Este proceso no presenta subprocesos porque la cantidad de movimientos realizados es pequeña y corresponden a la misma actividad. Sólo se han considerado los microprocesos en el análisis.

El subcontratista encargado de la ejecución del pintado utiliza un soplete y una compresora en lugar de brochas y/o rodillos, herramientas tradicionalmente empleadas para pintar superficies. Esta innovación presenta ventajas tales como la reducción del tiempo de ejecución del proceso, la realización de un trabajo limpio y además propicia la cobertura uniforme de la superficie. Debe agregarse que el uso de esta tecnología demanda menor esfuerzo del trabajador, pues en el procedimiento usual el trabajador debe agacharse repetidas veces para pintar la parte inferior de los muros. Con el uso del soplete estos movimientos son minimizados.

Los resultados del análisis reflejan que el uso del tiempo es eficiente, pues se emplea la mayor parte del mismo en la operación de rociar pintura sobre la superficie.

En segundo lugar se encuentra el transporte de herramienta, el cual se basa en mover la manguera del soplete hacia la zona de trabajo. El tiempo de esta actividad se prolonga debido a que la manipulación de la manguera debe ser cautelosa para no ensuciar la superficie de los muros. El tiempo invertido podría reducirse si se empleara un dispositivo que regule la longitud de la manguera o mejorando la forma de maniobrarla.

PARTIDA:	**Cerámico**
PROCESO:	**Colocación de cerámico**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El proceso se inicia después del solaqueo del tabique y finaliza luego de colocar el cerámico y las crucetas respectivas.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario.

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	hh/m2	Lugar	Metrado del frente (m2)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.44	Baño 1	18.26	8.00	1.00
		Baño 2	18.96	8.30	1.00
		Cocina	21.11	9.20	1.00
Análisis 2	0.48	Baño 1	18.26	8.80	1.00
		Baño 2	18.96	9.20	1.00
		Cocina	21.11	10.20	1.00

1.4 Componentes de cuadrilla estimada

- 3 operarios

1.5. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad / frente	Ratio (bls/m2)
Cerámico granilla blanco	caja	12.5	----
Cerámico marmolizado Viena	caja	28	----
Cerámico américa blanco	caja	2	----
Pegamento (1 bolsa x 25 kg.)	bls	22	0.345

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Unidad	Cantidad
Amoladora	und	2.00
Batea	und	4.00
Cizalla	und	4.00
Alicate	und	2.00
Raspín	und	4.00
Wincha de 3m	und	4.00
Badilejo de 2"	und	4.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requerimientos de seguridad
Casco
Uniforme completo
Botas con punta de Acero
Lentes Antiempañantes
Protector auditivo - Tipo orejera
Respiradores contra polvo - P100
Guantes de cuero/jebe
Respirador contra vapores tóxicos (Este se usará cuando existe exposición a productos químicos: desmoldante, pintura, etc)
Iluminación con parante

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor

Piezas cerámicas sin roturas
Piezas cerámicas alineadas
Uso apropiado del pegamento según cartilla
Piezas niveladas con el piso
Adherencia de las piezas con el piso
Separación de las piezas uniforme
Respetar modulación según planos
Cortes para sumideros y registros
Devolución de material sobrante a almacén
Cortes para cajas eléctricas
Cuadrar cajas eléctricas

Condiciones de entrada
Superficie uniforme
Zona de trabajo limpia

Condiciones de salida
Zona de trabajo limpia
Pisos con superficie lisa
Zócalo con superficie lisa

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

A continuación se presentan los gráficos de distribución del trabajo y los subprocesos y microprocesos de mayor incidencia obtenidos a partir del análisis. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

De acuerdo al análisis del proceso se encontró que está compuesto por diferentes subprocesos. Sin embargo para el análisis de los resultados se consideraron los subprocesos más relevantes en el proceso.

Además, se ha dividido el proceso en tres partes. Ello se debe a que durante la observación en campo se notó que la colocación de cerámicos tenía un orden secuencial según la parte del baño a enchapar, pero principalmente, a que los movimientos realizados en cada una de las partes del proceso son diferentes.

Estos resultados se muestran a continuación:

SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Análisis de Contrazócalo

Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subprocesos	Porcentaje
1	Colocación de cerámico	41.86%	Colocación de mezcla	19.54%
			Colocación de cerámico	16.63%
			Transporte de material	15.18%
			Viaje	11.64%
			Colocar cruceta	11.02%
	Limpieza	24.89%	Limpieza de superficie	34.97%
			Viaje	19.58%
			Limpieza de rebabas	18.88%
	Medición	16.28%	Colocar tope	56.15%
			Transporte de papel	19.79%
2	Medición	36.27%	Colocar tope en cerámico	60.45%
			Viaje	12.99%
	Colocación de cerámico	33.91%	Transporte de material	32.33%
			Viaje	31.72%
	Cortar cerámico con cizalla	16.09%	Transporte de material	35.03%
			Cortar cerámico	33.12%

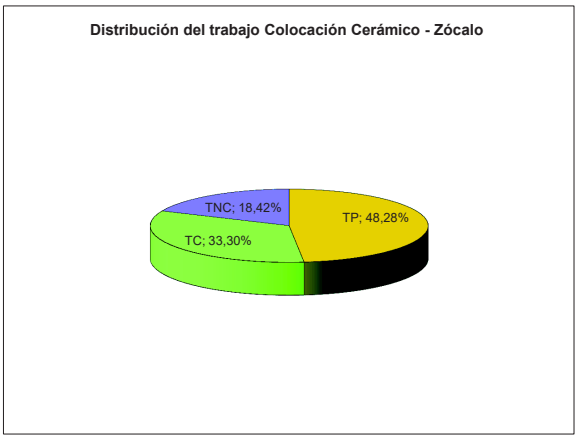
Análisis de piso

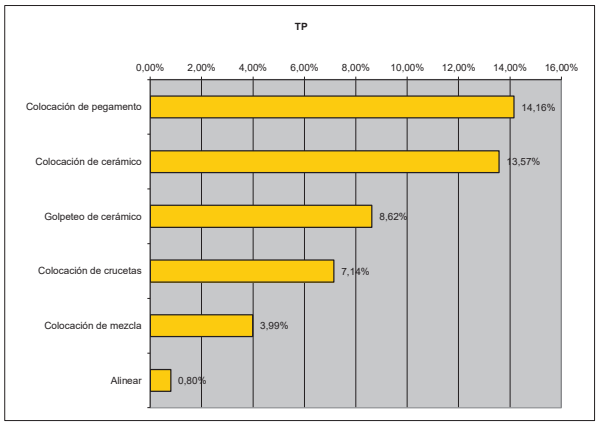
Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subprocesos	Porcentaje
1	Colocación de cerámico	32.79%	Colocación de cerámico	22.84%
			Transporte de material	21.12%
			Viaje	14.66%
			Golpeteo de cerámico	13.15%
	Medición	20.85%	Medición	46.78%
			Transporte de material	23.73%
	Colocación de mezcla	19.79%	Esparcir mezcla	37.50%
			Colocar mezcla	27.14%
			Transporte de material	15.36%
2	Limpieza	37.49%	Limpieza de rebabas	47.47%
			Limpieza de superficie	20.93%
			Viaje	11.38%
	Medición	20.59%	Trazar cerámico	30.69%
			Medición	28.39%
			Transporte de material	16.37%
	Cortar cerámico con cizalla	12.64%	Transporte de material	44.58%
			Cortar cerámico	38.75%
	Colocación de mezcla	8.90%	Colocar mezcla	63.91%
			Transporte de material	18.93%

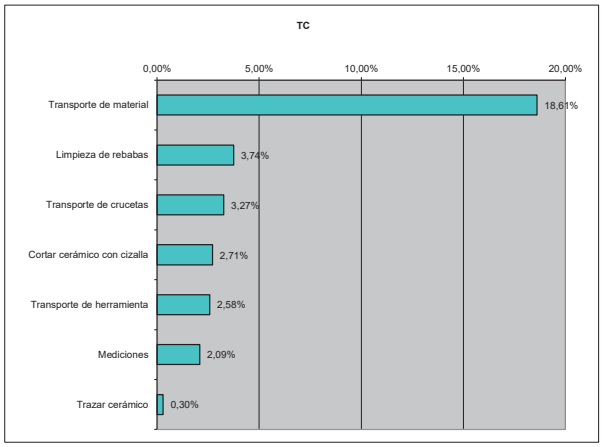
COLOCACIÓN DE CERÁMICO

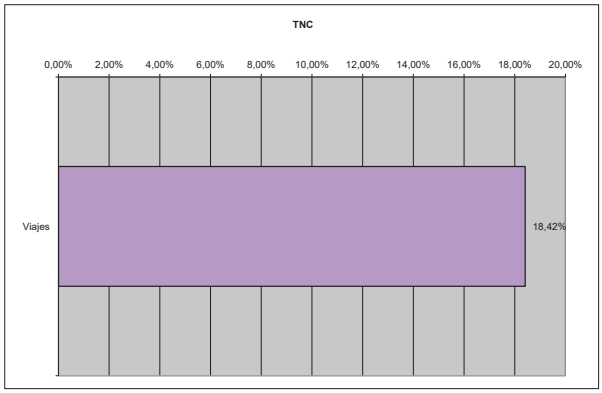
ZÓCALO					
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Colocación de pegamento	14,16%	11,86%	16,45%
2	TP	Colocación de cerámico	13,57%	2,19%	24,95%
3	TP	Golpeteo de cerámico	8,62%	17,25%	0,00%
4	TP	Colocación de crucetas	7,14%	5,58%	8,70%
5	TP	Colocación de mezcla	3,99%	7,98%	0,00%
6	TP	Alinear	0,80%	1,60%	0,00%
7	TC	Transporte de material	18,61%	15,45%	21,76%
8	TC	Limpieza de rebabas	3,74%	2,39%	5,10%
9	TC	Transporte de crucetas	3,27%	2,29%	4,25%
10	TC	Cortar cerámico con cizalla	2,71%	1,40%	4,03%
11	TC	Transporte de herramienta	2,58%	3,99%	1,17%
12	TC	Mediciones	2,09%	1,10%	3,08%
13	TC	Trazar cerámico	0,30%	0,60%	0,00%
14	TNC	Viajes	18,42%	26,32%	10,51%
			100,00%	100,00%	100,00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	48,28%	46,46%	50,11%
TC	Trabajo Contributorio	33,30%	27,22%	39,38%
TNC	Trabajo No Contributorio	18,42%	26,32%	10,51%
		100,00%	100,00%	100,00%


Distribución del trabajo Colocación Cerámico - Zócalo
TNC; 18,42%
TP; 48,28%
TC; 33,30%

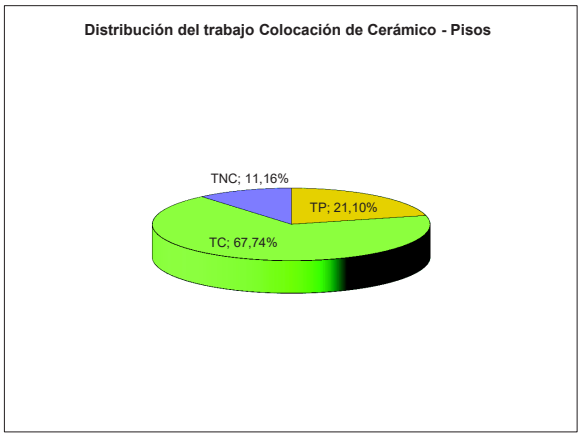

TP
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
14,00%
16,00%
Colocación de pegamento
14,16%
Colocación de cerámico
13,57%
Golpeteo de cerámico
8,62%
Colocación de crucetas
7,14%
Colocación de mezcla
3,99%
Alinear
0,80%

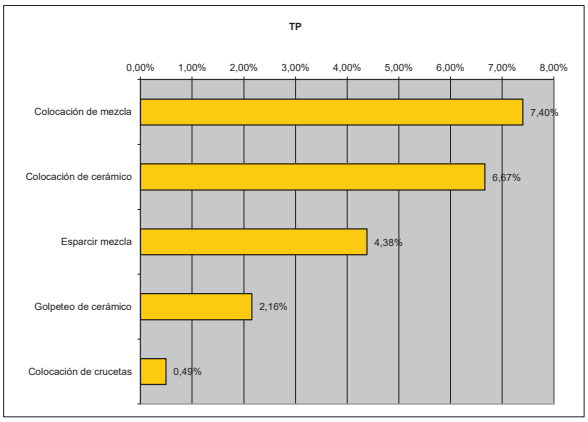

TC
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
Transporte de material
18,61%
Limpieza de rebabas
3,74%
Transporte de crucetas
3,27%
Cortar cerámico con cizalla
2,71%
Transporte de herramienta
2,58%
Mediciones
2,09%
Trazar cerámico
0,30%

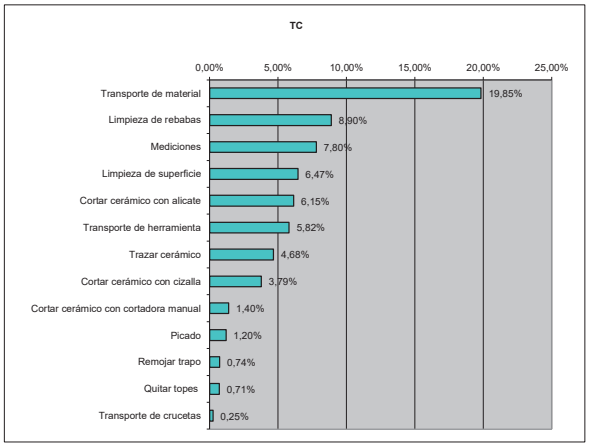

TNC
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
14,00%
16,00%
18,00%
20,00%
Viajes
18,42%

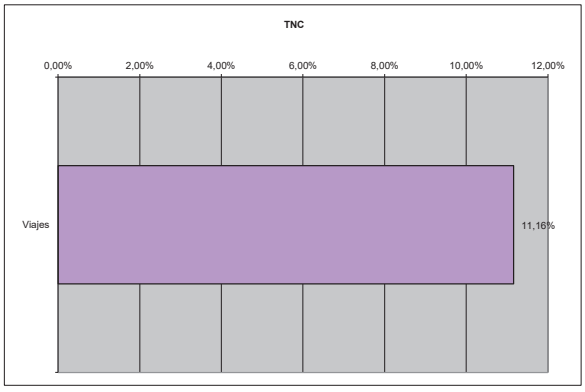
PISO					
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Colocación de mezcla	7,40%	9,12%	5,69%
2	TP	Colocación de cerámico	6,67%	7,49%	5,85%
3	TP	Esparcir mezcla	4,38%	8,76%	0,00%
4	TP	Golpeteo de cerámico	2,16%	4,31%	0,00%
5	TP	Colocación de crucetas	0,49%	0,35%	0,63%
6	TC	Transporte de material	19,85%	22,05%	17,64%
7	TC	Limpieza de rebabas	8,90%	0,00%	17,80%
8	TC	Mediciones	7,80%	9,75%	5,85%
9	TC	Limpieza de superficie	6,47%	5,09%	7,85%
10	TC	Cortar cerámico con alicate	6,15%	5,30%	7,00%
11	TC	Transporte de herramienta	5,82%	7,00%	4,63%
12	TC	Trazar cerámico	4,68%	3,04%	6,32%
13	TC	Cortar cerámico con cizalla	3,79%	2,69%	4,90%
14	TC	Cortar cerámico con cortadora manual	1,40%	0,00%	2,79%
15	TC	Picado	1,20%	2,40%	0,00%
16	TC	Remojar trapo	0,74%	0,00%	1,47%
17	TC	Quitar topes	0,71%	1,41%	0,00%
18	TC	Transporte de crucetas	0,25%	0,49%	0,00%
19	TNC	Viajes	11,16%	10,74%	11,59%
			100,00%	100,00%	100,00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	21,10%	30,04%	12,16%
TC	Trabajo Contributorio	67,74%	59,22%	76,25%
TNC	Trabajo No Contributorio	11,16%	10,74%	11,59%
		100,00%	100,00%	100,00%


Distribución del trabajo Colocación de Cerámico - Pisos
TNC; 11,16%
TP; 21,10%
TC; 67,74%


TP
0,00%
1,00%
2,00%
3,00%
4,00%
5,00%
6,00%
7,00%
8,00%
Colocación de mezcla
7,40%
Colocación de cerámico
6,67%
Esparcir mezcla
4,38%
Golpeteo de cerámico
2,16%
Colocación de crucetas
0,49%


TC
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
25,00%
Transporte de material
19,85%
Limpieza de rebabas
8,90%
Mediciones
7,80%
Limpieza de superficie
6,47%
Cortar cerámico con alicate
6,15%
Transporte de herramienta
5,82%
Trazar cerámico
4,68%
Cortar cerámico con cizalla
3,79%
Cortar cerámico con cortadora manual
1,40%
Picado
1,20%
Remojar trapo
0,74%
Quitar topes
0,71%
Transporte de crucetas
0,25%


TNC
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
Viajes
11,16%

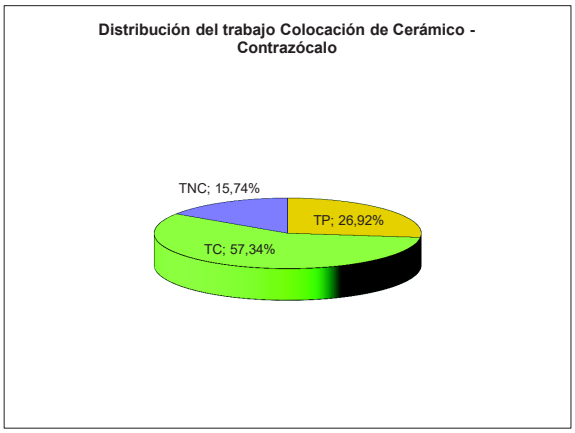
CONTRAZÓCALO

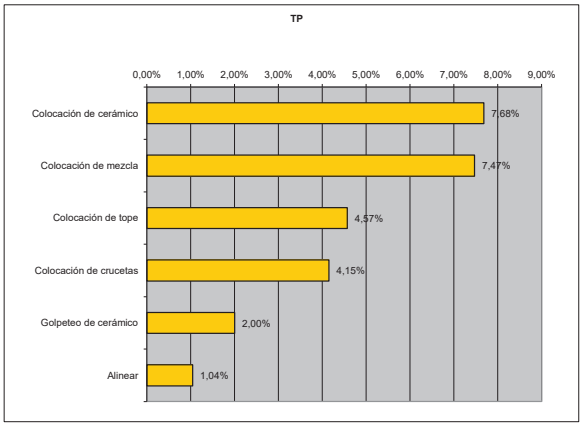
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS

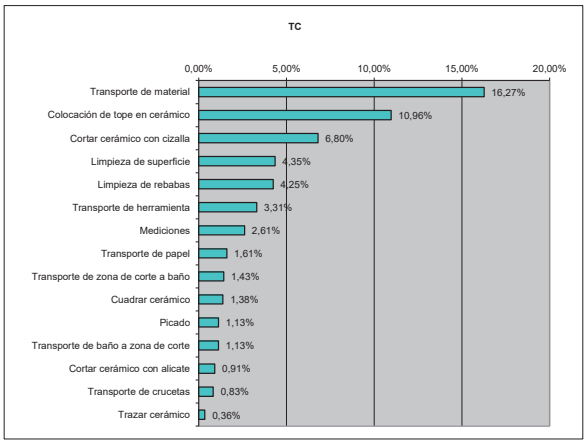
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Colocación de cerámico	7,68%	6,96%	8,40%
2	TP	Colocación de mezcla	7,47%	8,18%	6,76%
3	TP	Colocación de tope	4,57%	9,14%	0,00%
4	TP	Colocación de crucetas	4,15%	4,61%	3,69%
5	TP	Golpeteo de cerámico	2,00%	4,00%	0,00%
6	TP	Alinear	1,04%	2,09%	0,00%
7	TC	Transporte de material	16,27%	13,49%	19,06%
8	TC	Colocación de tope en cerámico	10,96%	0,00%	21,93%
9	TC	Cortar cerámico con cizalla	6,80%	8,27%	5,33%
10	TC	Limpieza de superficie	4,35%	8,70%	0,00%
11	TC	Limpieza de rebabas	4,25%	4,70%	3,79%
12	TC	Transporte de herramienta	3,31%	5,48%	1,13%
13	TC	Mediciones	2,61%	1,13%	4,10%
14	TC	Transporte de papel	1,61%	3,22%	0,00%
15	TC	Transporte de zona de corte a baño	1,43%	0,00%	2,87%
16	TC	Cuadrar cerámico	1,38%	0,00%	2,77%
17	TC	Picado	1,13%	2,26%	0,00%
18	TC	Transporte de baño a zona de corte	1,13%	0,00%	2,25%
19	TC	Cortar cerámico con alicate	0,91%	1,83%	0,00%
20	TC	Transporte de crucetas	0,83%	1,57%	0,10%
21	TC	Trazar cerámico	0,36%	0,00%	0,72%
22	TNC	Viajes	15,74%	14,36%	17,11%
			100,00%	100,00%	100,00%

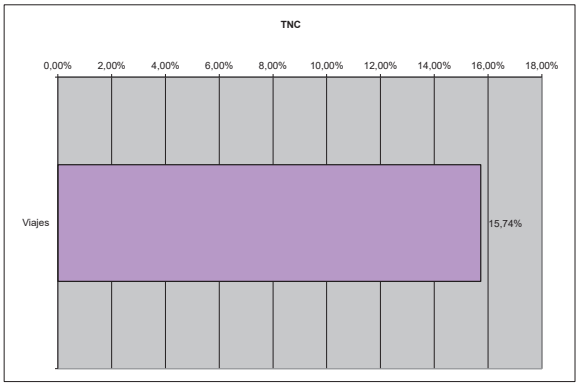
		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	26,92%	34,99%	18,85%
TC	Trabajo Contributorio	57,34%	50,65%	64,04%
TNC	Trabajo No Contributorio	15,74%	14,36%	17,11%

100,00% 100,00% 100,00%









Análisis de zócalo

Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subprocesos	Porcentaje
1	Colocación de cerámico	66.90%	Viaje	26.53%
			Golpeteo de cerámico	25.78%
			Transporte de material	13.26%
			Colocación de mezcla	11.92%
	Colocación de mezcla	19.24%	Colocación de pegamento	61.66%
			Transporte de material	24.35%
2	Colocación de cerámico	47.03%	Colocar cerámico	53.05%
			Colocar crucetas	18.51%
	Colocación de mezcla	25.16%	Colocación de pegamento	65.40%
			Transporte de material	22.36%

Comentarios Generales

Durante las observaciones en campo se notó una deficiencia en el layout. En ambas filmaciones se colocaban los materiales y herramientas en diferentes ubicaciones y con ello aumentaran los flujos por transporte de material y viajes. Además, se observó que los trabajadores seguían una secuencia desordenada, por ejemplo realizaban mediciones y luego preparaban la mezcla; cortaban cerámico y luego colocaban pegamento en la superficie a enchapar, etc. Estos aspectos implican que el proceso no está estandarizado.

Se sugieren las siguientes medidas para mejorar el desarrollo del proceso:

- Hacer una distribución de materiales y herramientas de forma tal que estos se ubiquen cerca de la zona de trabajo y de acuerdo a la secuencia del proceso constructivo.
- Emplear una batea con las siguientes características:
    - Dimensión menor a la utilizada por los operarios, para hacer un uso eficiente del espacio.
    - Colocarla sobre una base de 40 – 50 cm de altura, para reducir los ciclos de agacharse-levantarse del operario.
    - Colocar ruedas a la base del punto anterior, para facilitar el transporte de material entres los frentes de trabajo.
    - Forma de prisma con sección semicircular o semielíptica para facilitar la operación de sacar la mezcla.
    - Incluir asas en el perímetro exterior de la batea para colgar algunas herramientas. Con ello se propicia una zona de trabajo más ordenada.

PARTIDA:	**Cerámico**
PROCESO:	**Fraguado de cerámico**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1. Extensión del proceso

El proceso se inicia luego de haber colocado el cerámico y que éste se encuentre firmemente adherido a la superficie. El proceso finaliza luego de haber limpiado los restos de fragua que se han colocado en el enchape de cerámico.

1.2. Componentes de la subcuadrilla analizada

- 1 operario

1.3. Producción estimada

Cantidad: 1 frente / día = 2 departamentos / día

	hh/m2	Metrado del frente (m2)	Tiempo (hrs)	N° de obreros
Análisis 1	0.10	58.32	5.80	1.00
Análisis 2	0.07	58.32	4.10	1.00

1.4. Componentes de la cuadrilla estimada

- 1 operario

1.5 Materiales

Descripción	Cantidad
Fragua granilla (bolsa de 1kg.)	6.00
Fragua blanco (bolsa de 1kg.)	2.50
Fragua beige (bolsa de 1kg.)	14.00

Ver anexo # 1

1.6. Herramientas y Equipos

Descripción	Cantidad
Frotacho largo	1.00
Balde de 5 gln	1.00
Espátula de 3”	1.00
Escobilla	1.00
Trapo industrial	1.00

Ver anexo # 2

1.7. Elementos de seguridad

Requerimientos de Seguridad
Casco
Uniforme completo
Botas con punta de Acero
Lentes Antiempañantes
Protector auditivo
Respiradores contra polvo
Línea de vida
Guantes de jebe
Iluminación con parante

1.8. Calidad

Requisitos de ejecutor
Cobertura uniforme sobre los cerámicos
Cobertura total sobre los cerámicos
Uso apropiado de la fragua según cartilla
Devolución de material sobrante a almacén
Colocado de fragua blanca en la bruña
Condiciones de entrada
Piezas alineadas
Piezas niveladas
Piezas adheridas
Separación de piezas uniforme
Zona de trabajo limpia
Condiciones de salida
Zona de trabajo limpia

Ver anexo # 3

2. RESULTADOS Y PROPUESTAS

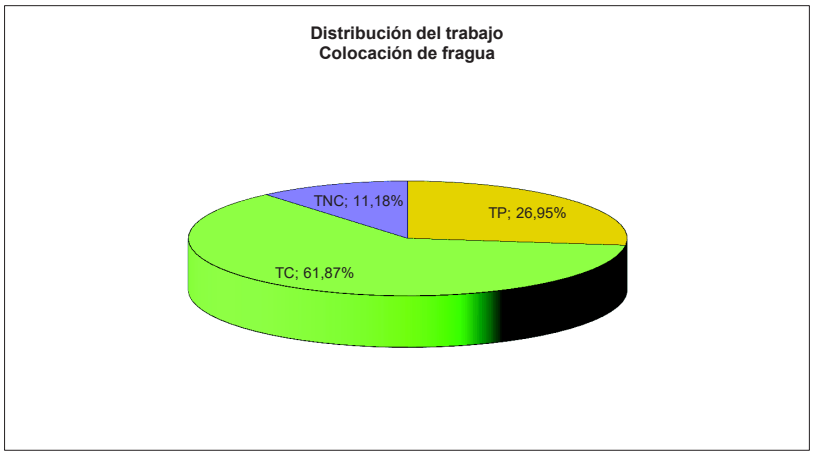
A continuación se muestra el diagnóstico y los comentarios de los resultados obtenidos del análisis del fraguado de cerámico. Para revisar con mayor detalle la secuencia y la duración de estos ver *Diagramas de estudio de tiempos y movimientos.*

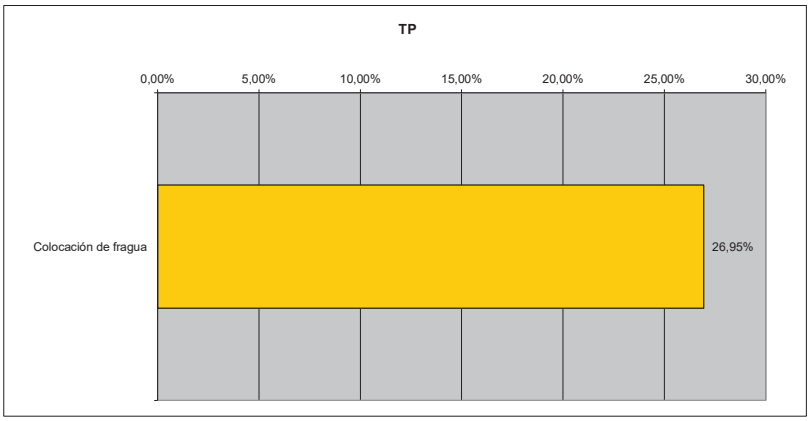
De acuerdo al análisis del proceso se encontró que está compuesto por diferentes subprocesos. Sin embargo para el análisis de los resultados se consideraron los subprocesos más relevantes en el proceso.

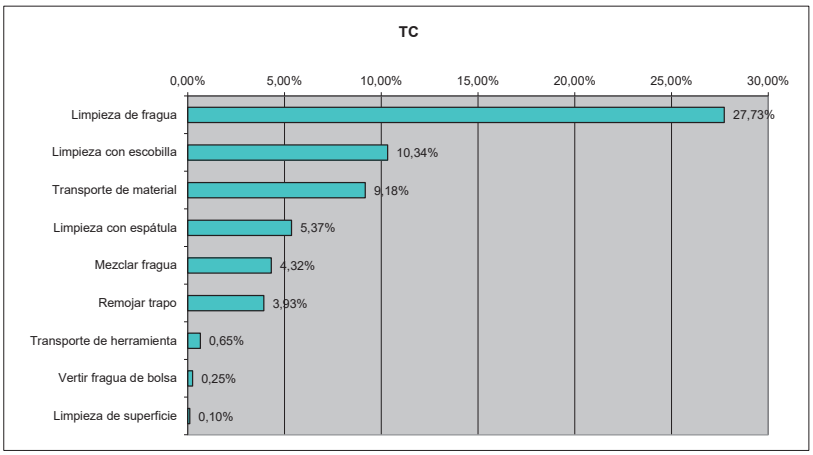
COLOCACIÓN DE FRAGUA EN CERÁMICO

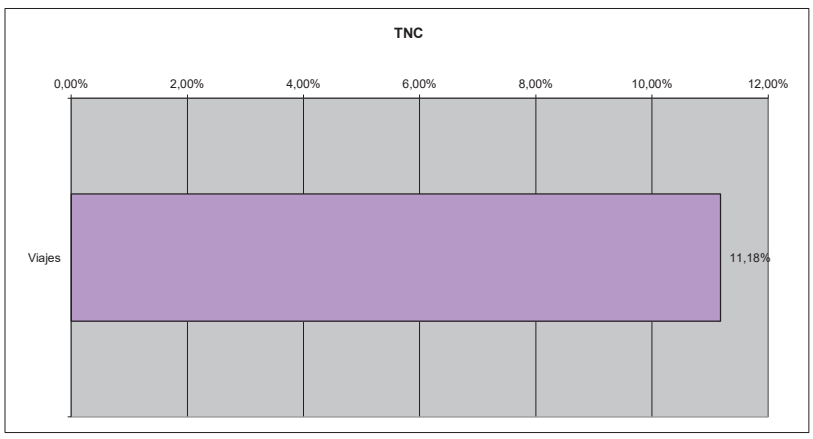
INCIDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPROCESOS					
Nº	TIPO DE TRABAJO	MICROPROCESOS	Promedio	Muestra 1	Muestra 2
1	TP	Colocación de fragua	26,95%	24,08%	29,81%
2	TC	Limpieza de fragua	27,73%	33,14%	22,33%
3	TC	Limpieza con escobilla	10,34%	9,41%	11,27%
4	TC	Transporte de material	9,18%	6,02%	12,34%
5	TC	Limpieza con espátula	5,37%	6,14%	4,61%
6	TC	Mezclar fragua	4,32%	2,43%	6,21%
7	TC	Remojar trapo	3,93%	4,21%	3,66%
8	TC	Transporte de herramienta	0,65%	0,44%	0,86%
9	TC	Vertir fragua de bolsa	0,25%	0,50%	0,00%
10	TC	Limpieza de superficie	0,10%	0,00%	0,21%
11	TNC	Viajes	11,18%	13,65%	8,72%
			100,00%	100,00%	100,00%

		Promedio	Muestra 1	Muestra 2
TP	Trabajo Productivo	26,95%	24,08%	29,81%
TC	Trabajo Contributorio	61,87%	62,27%	61,47%
TNC	Trabajo No Contributorio	11,18%	13,65%	8,72%
		100,00%	100,00%	100,00%


Distribución del trabajo
Colocación de fragua
TNC; 11,18%
TP; 26,95%
TC; 61,87%


TP
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
25,00%
30,00%
Colocación de fragua
26,95%


TC
0,00%
5,00%
10,00%
15,00%
20,00%
25,00%
30,00%
Limpieza de fragua
27,73%
Limpieza con escobilla
10,34%
Transporte de material
9,18%
Limpieza con espátula
5,37%
Mezclar fragua
4,32%
Remojar trapo
3,93%
Transporte de herramienta
0,65%
Vertir fragua de bolsa
0,25%
Limpieza de superficie
0,10%


TNC
0,00%
2,00%
4,00%
6,00%
8,00%
10,00%
12,00%
Viajes
11,18%

SUBPROCESOS Y MICROPROCESOS DE MAYOR INCIDENCIA

Análisis	Subprocesos de mayor incidencia	Porcentaje	Microprocesos de mayor incidencia en el subprocesos	Porcentaje
1	Limpieza de fragua	46.79%	Limpieza de fragua	70.83%
			Viaje	17.30%
	Colocación de fragua	30.65%	Colocación de fragua	75.98%
2	Colocación de fragua	39.60%	Colocación de fragua	75.29%
	Limpieza de fragua	31.13%	Limpieza de fragua	71.73%

Comentarios Generales

Limpieza de Fragua

El alto porcentaje de limpieza de fragua se debe a que en una operación previa el operario embarra toda la superficie de cerámico con fragua lo cual conlleva a una mayor limpieza de la misma. Por tanto se sugieren las siguientes alternativas:

- Utilizar en vez del trapo industrial una herramienta alargada que tenga como función la limpieza de la fragua. Con esta herramienta el operario podría limpiar la superficie de cerámico impregnada con fragua con sólo un movimiento de arriba hacia de abajo.
- Utilizar en reemplazo del trapo industrial una máquina lustradora manual la cual además de minimizar el tiempo de limpieza de fragua, disminuye el esfuerzo del operario al girar y trasladar la herramienta de limpieza de fragua.

Colocación de fragua

Este alto porcentaje se debe a que el operario embarra toda la superficie del cerámico con fragua. Al igual que en el subproceso anterior se tienen las siguientes sugerencias:

- Emplear una máquina lustradora que al momento de girar sus cepillos impregne la fragua en la superficie del cerámico logrando minimizar el tiempo y el esfuerzo desplegado por el operario durante la ejecución del proceso.

5. Recomendaciones

A continuación se presentan recomendaciones que consideramos importantes para complementar e incrementar la productividad en la obra. Estos no han sido obtenidos sólo del estudio de tiempos y movimientos sino que han sido adquiridos durante la experiencia en obra a partir de observaciones e interrelación con los trabajadores.

El tema de productividad generalmente es relacionado con el ahorro de costos mediante el uso racional de recursos para incrementar la producción en una determinada actividad. Puede entenderse de esa forma, sin embargo el concepto es más profundo.

Debemos entender que la productividad no solo tiene el objetivo de generar ahorro a la empresa, sino lograr el desarrollo de la ingeniería civil a través de nuevas tecnologías, innovadores conceptos de producción que permitan ofrecer un producto de mayor calidad al mercado. Otro punto importante es entender que la empresa no sólo la conforma el área ejecutiva o gerencial sino que está compuesta fundamentalmente por todos los actores que participan en la realización de cada una de la obras que se ejecuta, por tanto las ganancias y pérdidas que se obtengan de la mejora de la productividad deben ser repartidas de forma proporcional entre todos los que participen en ella. La productividad es una suma de factores técnicos, logísticos, administrativos y sobre todo humanos que hacen que una empresa sea competitiva en el mercado.

5.1. Calidad y Productividad

En general, el tema de productividad no puede abordarse sin tomar en consideración el de calidad. Entregar un producto de calidad es una condición importante para satisfacer los requerimientos del cliente. En los diferentes procesos de la cadena de producción ocurre la relación proveedor-cliente. En ese sentido, debe buscarse el cumplimiento de los requerimientos de calidad en cada proceso para no detener o retrasar la producción rectificando las no conformidades que se generen. Corregir errores de calidad representa pérdidas de mano de obra por trabajos rehechos, material, desgaste de herramientas y equipos, etc. Es decir, afecta la productividad de los procesos.

Por otro lado, el tema de calidad va más allá de supervisar la ejecución de los procedimientos constructivos del proyecto. En la obra Condominio del Aire se aplicó un plan de calidad integral. Este consiste en crear una cultura de calidad en la obra. Requiere que tanto los responsables de la obra, subcontratistas y trabajadores se involucren.
A continuación de detallan las medidas implementadas.

- Cartillas de calidad

Las cartillas de calidad son una herramienta que permite identificar los problemas o defectos que se encuentran durante la ejecución de los trabajos. Estas funcionan como una lista de verificación (check list) en la cual se detallan los requerimientos de calidad en tres niveles: proveedor, ejecutor y cliente.

El objetivo de ellas es conocer los problemas y solucionarlos mas no sancionar a los responsables de las fallas.
Las propuestas de solución se logran a través de reuniones de calidad donde participan cada uno de los responsables de las cuadrillas y se discuten las fallas observadas.
Algo importante que se identificó al aplicar las cartillas fue que algunos trabajadores no conocían los requerimientos de calidad de sus clientes internos. Es decir, se les exigía “trabajar con calidad”, pero ellos no tenían claro lo que ello implicaba. Era necesario explicar a cada cuadrilla estos requerimientos. Para solucionar este inconveniente se tuvo la idea de entregar a cada trabajador una cartilla de calidad de bolsillo.

- Cartillas de calidad de bolsillo

En estas cartillas se indican los requisitos de calidad que deben respetar los trabajadores. Cada proceso constructivo tiene una cartilla con los requerimientos de calidad específicos de tal actividad. Además se incluyeron los equipos de protección personal que deben emplearse en los diferentes procesos, con lo cual la cartilla cumpliría una doble función: guía de calidad y guía de seguridad.

Se hizo entrega de las cartillas de bolsillo a todos los trabajadores de la empresa.
La dinámica que se siguió para el control de calidad consistía en recorrer la obra y revisar de forma aleatoria el producto entregado. Si se encontraba alguna falla de calidad se llamaba al trabajador responsable y se le solicitaba mostrar su cartilla para repasar los requisitos que no fueron cubiertos.

Los objetivos principales de la difusión de las cartillas de bolsillo son los siguientes:

- Establecer un acuerdo con los trabajadores en todos los procesos. Al aceptar las cartillas de calidad los trabajadores están reconociendo los requisitos que deben ser cumplir para que su trabajo sea aprobado.
- Crear una cultura de calidad. Los trabajadores conocen los requisitos para garantizar la calidad y los van asimilando conforme se rectifiquen las no conformidades que eventualmente ocurran en la ejecución de los procesos.
- Promover la participación del personal. La aplicación de las cartillas de calidad permite a todos los trabajadores evaluarse mutuamente y reportar cuando surja algún error de calidad. En el caso de las fallas más frecuentes, se induce a los trabajadores a ser creativos para buscar mejoras, con lo cual se da inicio al proceso de mejora continua en los procesos.

- Reuniones con jefes de grupo y subcontratistas

Promover las reuniones de coordinación en una organización es una forma de enriquecerla, pues en ellas se debaten temas referentes a los problemas que acontecen en la zona de producción y proponer mejoras.
En el caso de la obra Condominio del Aire, se implantaron los círculos de calidad a través de reuniones en las que participen el director de la obra, los encargados de producción y calidad, los jefes de grupo (o capataces) y subcontratistas.
Las reuniones se realizan con una frecuencia semanal. En éstas se reportan los problemas existentes, se llega a un consenso entre todos los involucrados con el tema y también se detallan las metas que deben alcanzarse en la semana siguiente.
Las reuniones son un complemento a la aplicación de las cartillas de calidad, pues se conversan los resultados obtenidos a través de éstas y se identifican a los responsables de las no conformidades existentes.

En la obra estudiada también se realizaron almuerzos a los cuales asistieron el director de obra, el ingeniero de producción y los trabajadores de las diferentes cuadrillas. Cada cuadrilla tenía un día destinado para esta reunión, la cual tenía como objetivo conocer los problemas que ocurren en cada grupo de trabajadores y recoger sus sugerencias e ideas para mejorar la situación.

Todas las reuniones mencionadas permiten la interacción entre trabajadores e ingenieros y propicia la participación de todos en la mejora continua de la obra. Se puede afirmar que las reuniones aportaron a la obra Condominio del Aire el compromiso de los trabajadores en todos los niveles para entregar un producto de calidad.

- Charlas de calidad

Antes de implantar las cartillas de calidad se descubrió que los trabajadores tenían un concepto de calidad poco claro. Se decidió acompañar la aplicación de éstas con una capacitación dirigida a todo el personal, en la cual se educaría a los trabajadores en el tema de calidad.

Para el dictado de las charlas se tuvo en consideración los siguientes aspectos:

- Las charlas deben ser dictadas empleando un idioma sencillo, con el lenguaje que manejan los obreros para que sean comprendidas fácilmente y para crear un ambiente de confianza y diálogo.
- Las charlas no deben ser muy extensas para no agotar la capacidad de concentración de los trabajadores ni causarles la sensación de que están perdiendo el tiempo en lugar de trabajar. Se recomienda un tiempo máximo de 30 minutos para estas sesiones. Dado que los trabajadores tienen jornadas de trabajo intensas sería una falta de respeto hacia ellos agobiarlos con discursos prolongados.
- El contenido de las charlas debe involucrarlos completamente. Para ello se incluyó además del tema de calidad un espacio llamado “Reporte fotográfico” en el cual se muestran imágenes con las faltas de calidad más frecuentes y/o significativas ocurridas en la obra.
- Se emplean también fotografías de los trabajadores donde se observa su forma de trabajar, sus herramientas, etc.

- En las charlas se recalca siempre la importancia de sentirse parte de la empresa y velar por su crecimiento, el cual finalmente beneficia a todos los que trabajan en ella.
- Se convoca a los trabajadores a proponer mejoras en su forma de trabajar.
- Se reconoce a los trabajadores cuando han hecho un buen trabajo. Es importante reconocer sus méritos para incentivarlos a continuar mejorando.

Las charlas de calidad se pensaron inicialmente como un plan piloto. Se quería conocer la acogida de éstas en los trabajadores antes de implantarlas definitivamente. Por ello se preparó un sílabus que desarrollaba sólo siete temas de calidad.

- Elaboración de panel de calidad

Publicar las charlas de calidad en el panel es una forma de reforzar los temas expuestos. En el panel de la obra también se anuncian los cumpleaños de los trabajadores, los mejores trabajadores de la quincena y artículos de interés. Empleando fotos y gráficos que capten la atención de los trabajadores se muestran los logros alcanzados en la obra y se continúa con la educación del personal.

5.2. Incentivos a trabajadores

Un recurso importante sobre el cual se apoya una empresa es el recurso humano. Los trabajadores son los agentes que hacen posible el avance de la producción del proyecto.

Mantener un personal motivado y satisfecho con su trabajo es una forma de incrementar la productividad de la empresa y garantizar la continuidad del proyecto.

Además de la remuneración por el trabajo realizado, existen otras formas de motivar al personal.

A continuación se detallan algunas ideas para promover un ambiente de trabajo agradable.

Reconocimiento al mejor trabajador

Se sugiere evaluar continuamente a los trabajadores, en los criterios de asistencia, producción, calidad, seguridad e higiene. Los resultados se publican con una frecuencia determinada (quincenal o mensualmente) haciendo el reconocimiento de los trabajadores que cumplan con todos o la mayoría de los requisitos evaluados. Ello mantiene al personal constantemente involucrado y evaluado.
El reconocimiento podría consistir en un premio simbólico y un certificado firmado por el director de obra, el maestro de obra y prevensionista de riesgos.

Proyección de videos y/o fotos de obras

Una forma de promover la identificación del trabajador con la empresa es mostrándoles las fotos de diferentes obras que se están ejecutando. Con ello se les haría partícipes de lo que ocurre fuera de la obra y sentirse "parte de un todo". Esto podría aplicarse también en las demás obras.

Foto grupal

Tomar una foto de todo el personal uniformado y publicarlo crearía una idea de identidad con la empresa. Podría distribuirse esta foto a todos los trabajadores con motivo del aniversario de la empresa o el término de una etapa del proyecto.

6. Conclusiones

- El análisis de procesos basado en un estudio de tiempos y movimientos proporciona resultados que son el punto de partida para elaborar propuestas de nuevas tecnologías, prácticas y sencillas, para la mejora de los procesos.

- La aplicación del método de estudio de tiempos y movimientos en una obra de edificación demanda un tiempo prolongado para la obtención de resultados y la respectiva implementación de las mejoras. Por ello, la aplicación de este método debe estar dirigido principalmente a la ejecución de obras de larga duración y con procesos de carácter repetitivo. Asimismo, se debe buscar la forma de aprovechar las mejoras alcanzadas aplicándolas en otros proyectos.

- Respecto a los resultados que se obtienen de la aplicación del método, debe señalarse que éstos por sí solos no indican si el proceso ha sido productivo o no. Los valores obtenidos son indicadores de un potencial de mejora en la ejecución de los procesos, es decir, muestran cuál es aquella operación que demanda más tiempo y que por tanto debe ser optimizada. Además, debe verificarse el grado de efectividad en cada una de las tareas realizadas.

- De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se observa que en varios procesos los trabajadores alcanzaron rendimientos altos. Adicionalmente, mediante los análisis de los procesos se encontró que existen diversos flujos que pueden ser optimizados. Todo esto demuestra que existe en los trabajadores un alto potencial para efectuar otras labores durante el día.

- El esfuerzo hacia la estandarización de los procesos debe ser el punto de partida para todas las empresas que se dedican a obras de edificación, especialmente en aquellas con procesos repetitivos. Esto conlleva a la disminución de las acciones de transportes y viajes, las cuales representan los flujos de mayor incidencia en la investigación realizada.

- A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio se deberán estandarizar los procesos teniendo en cuenta la secuencia constructiva y la reducción de los flujos no productivos.

- El estudio de micromovimientos basado en los therbligs debe aplicarse en los microprocesos y subprocesos más importantes encontrados en el análisis. Este estudio permitirá conocer la forma más eficiente de ejecutar una operación.

- Las innovaciones tecnológicas no deben ser impuestas a los trabajadores. Es necesario tomar en cuenta sus sugerencias y puntos de vista dado que son ellos los que conocen la ejecución de los procesos y quienes finalmente aplicarán dichas innovaciones.

- Se recomienda establecer una cultura de comunicación y coordinación con los responsables de cada uno de los trabajos realizados en la obra mediante reuniones semanales. Esto es importante debido a que controlar todos los procesos que se ejecutan de forma simultánea resulta complicado y demanda un gran esfuerzo. Por otro lado, en estas reuniones se pueden resolver, coordinar y delegar detalles que hayan sido omitidos durante la planificación o el desarrollo de las actividades en la obra.

- Una forma de lograr que los operadores realicen una labor satisfactoria es demostrando mediante actitudes y/o acciones que se valoran aquellos trabajos con los que se han obtenido buenos resultados. Esto es una forma de motivación, la cual es un factor importante que permite incrementar la productividad y compromiso del personal.

7. BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- BARNES, Ralph. Estudio de movimientos y tiempos. Madrid, Ed. Aguilar, 1979. 746 p.

- BLANCHARD, Ken. Bien hecho! Bogotá, Grupo Editorial Norma, 2002. 196 p.

- GHIO CASTILLO, Virgilio A. Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta. Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial, 2001. 196 p.

- GOLDRATT, Eliyahu. La Meta. Madrid, Díaz de Santos, 2005. 402 p.

- JENNINGS, Jason. Menos es más. Bogotá, Grupo Editorial Norma, 2003. 294 p.

- KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report No. 72, Stanford, CIFE, Stanford University, 1992.

- MONDEN, Yasuhiro. El sistema de producción Toyota. Madrid, Ciencias de la Dirección, 1987. 274 p.

- NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial – Métodos, tiempos y movimientos. México, Alfaomega Grupo Editor S.A., 1996. 880 p.

- OHNO, Taiichi. El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala . Barcelona, Gestión 2000, 1991. 180 p.

- SALÍZAR, Candy, FLORES, Ruth, TORRES, Omar. Diagnóstico y evaluación de la productividad en la construcción de obras civiles a nivel de Lima Metropolitana. Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2000. 187 p.

- SERPELL BLEY, Alfredo F. Administración de operaciones de construcción. Santiago, Universidad Católica de Chile, 1993. 292 p.

- SHINGO, Shigeo. El sistema de producción de Toyota: desde el punto de vista de la ingeniería. Madrid, Tecnología de Gerencia y Producción, 1993. 316 p.

- VALERIANO, Luis. Propuesta de un sistema para mejorar la productividad en obras de edificación. Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2004. 99 p.

- VERGE, Xavier, MARTÍNEZ, Joseph. Estrategia y sistemas de producción de las empresas japonesas. Barcelona, Gestión 2000, 1992. 158 p.