

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Construcción
Programa de Licenciatura**

**Aplicación de la Técnica del Estudio de Métodos para Mejorar la Productividad en
Procesos Constructivos**

**Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción**

Alfonso Ricardo corrales Morales

Cartago, Diciembre 2003

Aplicación de la Técnica del Estudio de Métodos para mejorar la Producti- vidad en Procesos Constructivos



Abstract

The current Project details the study method technique application used to increase productivity in construction processes. The application was performed in the following house construction project in masonry of natural stones activities: solid ground floor, formwork of beam placement, block adding and ceramic floor adding. The construction area is 50 m² and it has similar characteristics. There is a description of the construction process, a labor productivity measure, in order to increase the quality of the process and procedures involved (giving better use to the available resources, reducing program timing and budget costs). Applying this technique it is required to select a defined area to study, establish the limits and register the relevant facts by using the different methods. Later on, there is a critic evaluation to define a better and more efficient method proceeding then to implemented and control its execution. This technique's application produced results such as: improvement of the solid ground floor performance (from 0.56 m³ / labor/time to 0.89 m³/ labor time). For the formwork of beam the task time was reduced (3.36 m/ labor time a 3.29 m/ labor time). In the block and ceramic placement the accurate and efficient procedures were reinforced. The process hygiene and security was improved getting into the conclusion that this technique applies to the construction processes in an appropriate manner.

Keywords: Study method technique application used to increase productivity in construction processes.

Resumen

El presente proyecto detalla la aplicación de la técnica de estudio de métodos para mejorar la productividad en procesos constructivos. La aplicación de la técnica se realizó a las actividades de chorro de contra piso, colocación de formaleta de viga, pega de bloques y pega de piso cerámico, correspondientes a la construcción de un proyecto de vivienda en mampostería confinada, con una área aproximada de 50 m² cada vivienda y con características similares. Se describe el proceso constructivo, se mide la productividad de la mano de obra, se procura mejorar los procesos y procedimientos involucrados (mejorando el uso de los insumos disponibles, reduciendo tiempos en la programación y costos del presupuesto). Al aplicar esta técnica se selecciona el trabajo en estudio, se definen sus límites y se registran los hechos relevantes con la utilización de varios métodos. Posteriormente se examina en forma crítica, y se establece un método más práctico y eficaz; se procede a implantarlo y a controlar su ejecución. La aplicación de esta técnica produjo resultados como: mejoramiento de rendimientos en la chorro de contrapiso (de 0.56 m³ / hora-hombre a 0.89 m³/ hora-hombre). Para la actividad de la formaleta se redujo el rendimiento (3.36 m/ hora hombre a 3.29 m/ hora hombre). En la pega de bloques y de cerámica se reforzaron los procedimientos adecuados y productivos. Se mejoró la higiene y la seguridad en los procesos involucrados. Esta técnica es aplicable a la industria de la construcción contribuyendo a la productividad y mejoramiento de los procesos constructivos.

Palabras claves: Aplicación de la técnica de estudio de métodos para mejorar la productividad en procesos constructivos

Aplicación de la Técnica del Estudio de Métodos para mejorar la Productividad en Procesos Constructivos

Aplicación de la Técnica del Estudio de Métodos para mejorar la Productividad en Procesos Constructivos

ALFONSO RICARDO CORRALES MORALES

DICIEMBRE del 2003

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO	1
RESUMEN EJECUTIVO	3
INTRODUCCIÓN.....	4
MARCO TEÓRICO	5
METODOLOGÍA.....	10
APLICACIÓN DE LA TÉCNICA.....	20
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	46
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	54

Prefacio

En la industria de la construcción, se desarrollan actividades que implican procesos productivos que varían según el tipo de proyecto, así como las actividades o tareas que el mismo con lleva.

Es importante recalcar que todo proceso productivo se relaciona estrechamente a la productividad con la cual es llevado a cabo, de donde se puede afirmar que el término productividad es la relación existente entre la producción en si y los insumos involucrados. Una mayor productividad implica un mayor número de unidades de un producto elaboradas con la misma cantidad de insumos. Algunos de los insumos para crear un producto deseado son: materiales, energía, maquinaria y equipo, recurso humano y capital (financiamiento para el pago o compra de los insumos antes mencionados).

La utilización de todos estos recursos o insumos agrupados determina la productividad de una empresa. La dirección de una empresa esta a cargo de velar porque los recursos de una empresa antes mencionados se combinen de la mejor manera posible para alcanzar la máxima productividad. Si la dirección no hace lo necesario para coordinar de una forma adecuada los recursos disponibles, la empresa terminará por fracasar. El mejoramiento de la productividad o el mejor rendimiento posible de los recursos aprovechables no significa que se incurra en explotar a la mano de obra por el contrario busca utilizar todos los recursos disponibles para estimular un mayor índice de crecimiento que puede emplearse para mejorar el servicio a la sociedad, el nivel y la calidad de vida. En la industria de la construcción todos los procesos constructivos involucrados pueden ser mejorados, ya sea corrigiendo los sistemas ya implantados o aplicando nuevas técnicas. Esto se traduce en una mejor productividad, que conlleva la reducción de costos, la agilización, efectividad y eficacia del proceso, factores que resultarán en una mayor competitividad para la empresa constructora en este caso.

Actualmente en la industria de la construcción es común presenciar diversos resultados negativos

referentes al desarrollo de inadecuados procesos productivos, derivados de una mala planeación, implementación y control de procesos por parte de la administración, que llega a generar bajas en la productividad. Dentro de estas situaciones se pueden mencionar: los atrasos en los plazos de entrega de las obras, aumento en los costos no contemplados en el presupuesto inicial, insatisfacción del inversionista con respecto al producto final, mal flujo de la información reflejado en pérdidas de tiempo y materiales por falta de control en las actividades del proceso.

El problema descrito anteriormente se puede manejar por medio de la aplicación de la "técnica del estudio de métodos" que consiste en el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar las actividades, con el fin de realizar mejoras. La aplicación de esta técnica se desarrollará en la construcción de un proyecto de vivienda llamado Villa Verde que está cargo de la Fundación Promotora de Vivienda (FUPROVI); es un residencial de 66 casas, para la venta, cada una con un área aproximada de 50 m². Además, estas cuatro actividades serán definidas en el campo, con la participación de los encargados de la obra, debido a que deben ser actividades repetitivas y realizarlas la misma cuadrilla, con el fin de obtener valores representativos necesarios para un adecuado análisis del proyecto.

La técnica implica desglose detallado y claro de los procesos de las actividades constructivas, de esta manera se puede detectar cualquier fallo o carencia que deberá ser corregido, así como se implementa un control intensivo durante el proceso que vela porque lo planeado se ejecute correctamente. De este modo cualquier señal de baja productividad será descubierta y corregida tanto al inicio, como al final del proceso constructivo.

El conocimiento del campo de acción de esta técnica y su aplicación constituyen un instrumento útil para utilizar de mejor manera los recursos y lograr así una mayor productividad en la construcción.

Quisiera agradecer a todas las personas que estuvieron involucradas de una u otra forma en el desarrollo de este proyecto; al Ing. Eduardo Paniagua Madrigal por darme la confianza y ser mi profesor guía en este trabajo. A todo el personal de la Fundación Promotora de Vivienda (FUPROVI), especialmente a los que trabajaron en el proyecto de vivienda Villa Verde. Los cuales me facilitaron la toma de datos en el campo. Además agradezco al Lic. Gerardo Fuentes Bolaños por su apoyo y comprensión a lo largo de este proyecto. A mi novia Mirjan Quesada Araya por su apoyo incondicional.

Resumen ejecutivo

Este proyecto de graduación trata de la aplicación de la técnica de estudio de métodos para mejorar la productividad en procesos constructivos. Esta técnica se aplicó a cuatro actividades de la construcción de un proyecto de vivienda en mampostería confinada, con una área aproximada de cincuenta metros cuadrados y con características similares. Las actividades son: chorrea de contra piso, Colocación de formaleta, pega de bloques en paredes de mampostería y pega de piso cerámico, A estas se les describe los procesos constructivos, se mide la productividad de la mano de obra previo y posterior a la aplicación de la técnica, se procura mejorar procesos y procedimientos a estas actividades. Además se compara la productividad de la mano de obra, antes y después de la aplicación de la técnica. Asimismo trata de mejorar el uso de los insumos disponibles (materiales, energía, maquinaria, equipo, y recurso humano) y reducir tiempos en la programación y reducir costos del presupuestos. En la aplicación de la técnica se recurre a seleccionar el trabajo en estudio y definir sus límites, registrar los hechos relevantes con la utilización de varios métodos, entre los cuales tenemos: cursograma sinóptico del proceso, cursograma analítico del proceso y el diagrama de actividades múltiples. Después se examina en forma crítica por medio de la técnica de interrogatorio, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados, para después establecer un método más práctico, económico y eficaz. Seguidamente se evalúa y define el nuevo método para después implantarlo y controlar su ejecución. Con la aplicación de esta técnica se obtuvo como por ejemplo: el mejoramiento de rendimientos en la chorrea de contrapiso este pasó de $0.56 \text{ m}^3 / \text{hora-hombre}$ a $0.89 \text{ m}^3 / \text{hora-hombre}$ y por consiguiente se redujo tiempos en la

programación y se reduce costos en el presupuesto. Además se mejoró los procedimientos de la chorrea, respetando los diseños de las especificaciones y los planos. En la actividad de la formaleta, al reducir la cuadrilla a un operario y un ayudante, tuvo resultados positivos, debido a que el rendimiento se mantuvo prácticamente igual, este paso de $3.36 \text{ m} / \text{hora hombre}$, a $3.29 \text{ m} / \text{hora hombre}$. En la actividad de pega de bloques y pega de cerámica se reforzaron los procedimientos, siendo estos adecuados y productivos para la construcción. Se mejoró la higiene y la seguridad en los procesos de chorrea de contra piso colocación de formaleta y pega de bloques. Se recomienda la aplicación de la técnica de estudio de métodos a procesos constructivos, en el estudio de la ingeniería en construcción, para obtener una actitud más crítica en el desarrollo de los procesos constructivos.

Introducción

Este proyecto de graduación tiene la intención de mejorar los métodos constructivos de cuatro actividades de la construcción de un proyecto de vivienda a cargo de la Fundación Promotora de Vivienda organización privada sin fines de lucro (FUPROVI). El proyecto de construcción se llama Residencial Villa Verde, cuenta con 66 casas para la venta, con un área aproximada de 50 m² cada una. A través de la aplicación de la técnica de estudios de métodos para mejorar la productividad en los procesos constructivos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

En el proceso de este se recurre a describir procesos constructivos. Además, se mide la productividad de la mano de obra a las cuatro actividades previo a la aplicación de la técnica, para después aplicar la técnica de estudios de métodos y medir la productividad de la mano de obra posterior a esta.

Con la aplicación de la técnica, se pretende mejorar los procesos y procedimientos implicados en las cuatro actividades de estudio de esta construcción. Se proyecta además mejorar el uso de los insumos disponibles (materiales, energía, maquinaria y equipo, y recursos humanos). Así como reducir los tiempos en la programación y bajar los costos del presupuesto.

Marco Teórico

2.1 *La productividad*

La productividad es la relación entre producción e insumo. Esta definición se aplica a una empresa, a un sector de actividad económica o a toda la economía. El término productividad puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado.

El mejoramiento de la productividad o la extracción del mejor rendimiento posible de los recursos disponibles, no significa que se explota a la mano de obra sino que se aprovechan todos los recursos disponibles para estimular un mayor índice de crecimiento, que puede utilizarse para mejorar las prestaciones sociales, el nivel de vida y la calidad de vida.

2.2 *La productividad empresarial*

Las empresas disponen de ciertos recursos o insumos con los que crea el producto deseado. Estos son:

- Terrenos y edificios: Terrenos y edificios en un emplazamiento conveniente.
- Materiales: Materiales que pueden transformarse en productos destinados a la venta.
- Energía: energía en sus diversas formas como electricidad, gas, petróleo o energía solar.
- Máquinas y equipo: Necesarios para las actividades de explotación de la empresa, incluso los destinados al transporte y la manipulación.
- Recursos humanos: Hombres y mujeres capacitados para desempeñar diferentes actividades

- Capital: Se emplea para financiar la compra de terrenos, maquinaria, equipo, materiales y trabajo, y para pagar los servicios prestados por los recursos humanos.

La utilización que se hace de todos estos recursos agrupados determina la productividad de la empresa.

2.3 *Compromiso de la administración de la empresa*

En cualquier empresa el cometido de la administración es coordinar los recursos mencionados con anterioridad y utilizarlos de una manera equilibrada.

En la búsqueda de una mayor productividad, una administración preocupada por la eficiencia trata de influir en alguno de los dos componentes o en ambos: la producción (es decir, los productos y servicios) o los insumos (es decir, los cinco recursos a su disposición).

De ese modo la administración puede producir una cantidad mayor de productos o servicios con los mismos insumos, o unos productos o servicios de mejor calidad y/o de mayor valor

2.4 *El estudio de trabajo*

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.

2.5 Tiempo total de un trabajo

El contenido básico de trabajo es el tiempo mínimo irreducible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción.

Estas son evidentemente condiciones teóricas perfectas que nunca se dan en la práctica, aunque a veces se logre una aproximación considerable.

Existe además el contenido de trabajo improductivo que se da debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto o de sus partes, o a la utilización inadecuada de los materiales.

El tiempo y los desechos innecesarios (que producen un aumento del costo del producto) pueden atribuirse de diversas formas a deficiencias del diseño del producto o de sus partes o a un control incorrecto de la calidad.

2.6 Tipos de deficiencias del trabajo

2.6.1 Deficiencia y cambios recuentes del diseño

Una variedad excesiva de productos y la falta de normalización de los productos entrañan la realización del trabajo con pérdidas de tiempo cuando el operario tiene que efectuar constantemente cambios .

2.6.2 Desechos de materiales

Los componentes de un producto pueden estar diseñados de tal modo que sea necesario eliminar una cantidad excesiva de material para darles su torna definitiva. Esto aumenta el contenido de trabajo de la tarea y la cantidad de desechos de materiales. En particular es necesario examinar meticulosamente las operaciones que requieren el corte de materiales para averiguar si los desechos resultantes se pueden reducir a un mínimo o volver a utilizar.

2.6.3 Normas incorrectas de calidad

Las normas de calidad que pecan por exceso o por defecto pueden incrementar el contenido de trabajo. La elección de la norma de calidad y del método de control de calidad adecuados es trascendental para garantizar la eficiencia.

2.6.4 Mala disposición y utilización del espacio

El espacio utilizado para cualquier operación representa una inversión. La utilización adecuada del espacio es una fuente importante de reducción de los costos. Además, una disposición adecuada reduce los movimientos innecesarios y la pérdida de tiempo y energías.

2.6.5 Inadecuada manipulación de los materiales

La utilización del equipo y las materias primas en forma adecuada puede ahorrar tiempo y esfuerzos.

2.6.6 Interrupciones frecuentes al pasar de la producción de un producto a la de otro

Mediante una planificación y un control de las actividades de producción adecuados se puede lograr eliminar o reducir al mínimo el tiempo improductivo de la maquinaria, el equipo o el trabajador.

2.6.7 Método de trabajo ineficaz

Aunque su secuencia esté bien planificada, todas o algunas de las operaciones pueden resultar complicadas. Es posible reducir el tiempo improductivo examinando cómo se realizan ciertas operaciones e ideando mejores métodos.

2.6.8 Mala planificación de las existencias

En cada operación normalmente se piden y almacenan con antelación materias primas. Esas diversas existencias representan una inversión inmovilizada. Con la instalación de un sistema adecuado de control de las existencias se pueden reducir al mínimo las inversiones improductivas, al mismo tiempo que se garantiza que los operarios no carezcan del material necesario.

2.6.9 Absentismo y falta de puntualidad

Si la administración no crea un clima de trabajo seguro y satisfactorio, los trabajadores pueden

reaccionar ausentándose del trabajo, llegando tarde o trabajando despacio deliberadamente.

2.6.10 Mala ejecución del trabajo

Si los trabajadores están inadecuadamente capacitados, es posible que haya que volver a realizar el trabajo debido a su mala ejecución. Se pueden producir también pérdidas a causa de un desperdicio de materiales.

2.6.11 Riesgo de accidentes y lesiones profesionales

Si la dirección no consigue establecer un lugar de trabajo seguro e higiénico, se pueden producir accidentes o enfermedades profesionales que afectarán a la moral del personal y aumentarán el absentismo.

2.7 Utilidad del estudio del trabajo

Es un medio de aumentar la productividad de un proyecto de construcción mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo.

- Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes ni al crear otras nuevas, y que se recogen todos los datos relacionados con la operación.
- Es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y el control eficaces de la producción.
- Puede contribuir a la mejoría de la seguridad y las condiciones de trabajo al poner de manifiesto las operaciones riesgosas y establecer métodos seguros para efectuar las operaciones.
- Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en su forma mejorada.
- Es un instrumento que puede ser utilizado en todas partes. Dará buen resultado dondequiera que se realice.

- Es relativamente barato y de fácil aplicación.
- Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que dispone la dirección. Por eso es un arma excelente para atacar las fallas de cualquier organización, ya que al investigar un grupo de problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos.

El estudio del trabajo solo surtirá todo su efecto cuando haya sido aplicado en todas partes y cuando todo el personal de la organización esté convencido de que es preciso rechazar el desperdicio en todas sus formas - de materiales, tiempo, esfuerzo o dotes humanas - y no aceptar sin discusión que las cosas se hagan de cierto modo porque siempre se hicieron así.

2.8 El factor humano en las actividades de la empresa

El factor humano es uno de los elementos más fundamentales en las actividades de la empresa, porque es por medio de personas como la dirección puede controlar la utilización de sus recursos y la venta de sus productos o servicios. Para dar lo mejor de sí mismo, un empleado debe estar motivado para hacerlo.

Una de las mayores dificultades para obtener la cooperación activa de los trabajadores es el temor de que un aumento de la productividad produzca desempleo. A los trabajadores les asusta la idea de que a causa de su propio esfuerzo puedan perder su empleo.

Frecuentemente es posible reducir esta resistencia a un mínimo si todas las personas afectadas entienden la índole y la razón de cada medida adoptada y participan en su aplicación.

Para que el estudio del trabajo contribuya seriamente al mejoramiento de la productividad, las relaciones entre la dirección de la empresa y los trabajadores deben ser razonablemente buenas antes de que se haga ningún intento de introducirlo y los trabajadores deben confiar en la sinceridad de la dirección con respecto a ellos, de lo contrario, pensarán que el estudio es una manera de sacar de ellos más trabajo sin que obtengan a cambio ninguna ventaja.

Si la administración es capaz de crear un entorno de trabajo satisfactorio en la empresa y una

cultura que tenga en cuenta y estimule la mejora de la productividad, el personal directivo los supervisores y los trabajadores de la empresa podrán considerar que poseen conjuntamente el programa de realización de un estudio del trabajo.

2.9 El papel de la administración en el estudio de trabajo

Todo estudio analítico del trabajo bien hecho es tan sistemático que implacablemente va poniendo al descubierto, uno por uno los puntos donde se desperdician tiempo y energías. Para suprimir ese desperdicio hay que determinar sus causas, que suelen ser la mala planificación y organización, un control insuficiente o una formación inadecuada.

Si no se establece claramente y si el especialista en estudio del trabajo no tiene mucho don de gentes, el personal de la empresa se ligará contra él para hacerle obstrucción, posiblemente hasta el punto en que no pueda seguir.

2.10 El estudio del trabajo y los Maestros de obras

El problema más difícil del especialista en estudio del trabajo tal vez estribe a menudo en la actitud de los Maestros de obras. Tendrá que conquistarlos si desea lograr buenos resultados; si le son hostiles, pueden incluso impedirle cualquier realización. Para el obrero, el maestro de obras y sus ayudantes representan la dirección y basará su actitud en la de ellos, del mismo modo que los jefes de departamento en la del director.

Es probable que el Maestro de obras ponga dificultades, si no verdaderas trabas, por muchas razones, como por ejemplo:

- Es el más afectado por el estudio del trabajo; le están impugnando el trabajo que ha dirigido muchos años; si gracias al estudio del trabajo aumenta considerablemente la eficacia de las operaciones bajo su responsabilidad, tal vez piense que quedará desprestigiado ante sus superiores y sus subordinados.
- En la mayoría de las empresas que no emplean especialistas con ese fin, le compete al Maestro de obras dirigir la ejecución de una operación determinada: establecer los programas y métodos de

trabajo, fijar los horarios y tasas a destajo, contratar y despedir a los obreros.

- El Maestro de obras pensará que ha perdido categoría por el simple hecho de que le hayan quitado algunas de esas funciones, y a nadie le gusta perder categoría.
- Si surgen conflictos o si hay agitación, el Maestro de obras es el primer llamado a resolver la situación, y le será difícil hacerlo con justicia si no comprende el problema.

2.11 Rol del especialista de trabajo

2.11.1 Indicaciones de utilidad

- El problema del aumento de la productividad debe abordarse con ponderación, sin dar demasiada importancia a la productividad de la mano de obra.
- Es importante que el especialista en estudio del trabajo hable abierta y francamente del objetivo de su estudio. No hay nada que dé más lugar a sospechas que el intento de ocultar lo que se está haciendo, y no hay nada que las disipe como la franqueza, tanto al contestar preguntas como al mostrar el resultado de las observaciones. El estudio del trabajo honradamente aplicado no tiene nada que ocultar.
- Debe informarse completamente a los representantes de los trabajadores sobre el objeto y el porqué del estudio. Se les debe dar una formación básica en estudio del trabajo para que puedan comprender correctamente lo que se trata de hacer. Si se hace participar a los trabajadores en el desarrollo de un nuevo método perfeccionado, también es posible que se conviertan en partidarios de dicho método, a veces con resultados imprevistos.
- Aunque pidiendo a un trabajador que presente sugerencias e ideas se reconoce implícitamente su individualidad, se le puede dar la misma satisfacción en forma más directa reconociéndole sus méritos en el momento oportuno. Muchas veces, las

sugerencias del Maestro de obras, de un operario o de un encargado del personal ayudan al especialista en estudio del trabajo a idear un método mejor de trabajo.

- El especialista debe dejar en claro que su tarea consiste en estudiar el trabajo y no los trabajadores.
- En ciertos casos, es posible aumentar la participación de los trabajadores de forma más directa parase persuadirlos de que el objeto del estudio no son ellos, sino el trabajo.
- El especialista debe recordar que su finalidad no es sólo aumentar la productividad, sino también mejorar la satisfacción derivada del trabajo; por ello, debe dedicar suficiente atención a este último punto buscando medios para minimizar la fatiga y volver el trabajo más interesante y satisfactorio.

2.12 Salud y seguridad ocupacional

Un medio ambiente de trabajo peligroso puede constituir la causa directa de accidentes y enfermedades profesionales, así como la insatisfacción de los trabajadores cuyas condiciones de trabajo no están adaptadas a su nivel cultural y social actual puede provocar también la disminución de la calidad y la cantidad de la producción, una rotación excesiva de la mano de obra y un mayor absentismo.

Los trabajadores deben tener siempre derecho a retirarse de una situación de trabajo que tienen razones para creer que entraña un peligro inminente y grave para su vida o su salud.

La responsabilidad de la seguridad y la higiene en una empresa no puede aislarse de funciones cotidianas como la administración, la producción, el mantenimiento y otras actividades de servicio conexas. Esta responsabilidad debe constituir un aspecto integrante del lugar de trabajo y seguir la estructura administrativa desde el personal directivo de categoría superior hasta los supervisores de la cadena de producción.

2.12.1 Locales de trabajo

Al preparar la disposición del lugar de trabajo, deberá hacerse hincapié en la necesidad de aislar toda actividad que sea peligrosa o que pueda resultar perjudicial.

2.12.2 Orden y limpieza

No basta tener áreas de trabajo que se ajusten a las reglas de seguridad e higiene, sino que es necesario, además, que la bodega o el taller se mantengan limpios y ordenados. El orden, que en el caso de una construcción es un término general que abarca todo lo referente a pulcritud y estado general de conservación, no sólo contribuye a prevenir los accidentes, sino que constituye igualmente un factor de productividad. De hecho, examinando aspectos como la forma en que están almacenados los materiales y el equipo, si los pasillos están libres de estorbos y la limpieza de las zonas de trabajo, es posible hacerse una idea de la actitud general de la dirección de la empresa con respecto a la productividad y a la seguridad.

2.12.3 Equipo de protección personal

Para ciertos riesgos profesionales graves, ni la prevención técnica ni las disposiciones administrativas pueden ofrecer un grado suficiente de protección.

Por consiguiente, es necesario aplicar un tercer tipo de defensa, que es, el equipo de protección personal.¹

¹ Oficina Internacional del trabajo. Introducción al estudio del trabajo. Cuarta edición revisada 1996

Metodología

En este trabajo se va aplicar la técnica del estudio de métodos, en un proyecto de vivienda en mampostería, para mejorar la productividad en procesos constructivos, la cual es el registro y examen crítico sistemáticos de modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.

Para la realización de todas las etapas del estudio de métodos se utilizara la técnica de observación directa y continua durante el período de ejecución de las actividades que se van a seleccionar. El enfoque básico consta de ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo completo, dichas etapas se mencionan a continuación:

1. Seleccionar el trabajo que se ha de estudiar y definir sus límites.
2. Registrar por observación directa los hechos relevantes relacionados con ese trabajo y recolectar de fuentes apropiadas todos los datos adicionales que sean necesarios.
3. Examinar de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.
4. Establecer el método más práctico, económico y eficaz, mediante los aportes de las personas concernidas.
5. Evaluar las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación costo-eficacia entre el nuevo método y el actual.
6. Definir el nuevo método de forma clara y presentarlo a todas las personas a quienes pueda concernir (dirección, capataces y trabajadores).
7. Implantar el nuevo método como una práctica normal y formar a todas las personas que han de utilizarlo.
8. Controlar la aplicación del nuevo método e implantar procedimientos adecuados para evitar una vuelta al uso del método anterior.

Estas ocho etapas constituyen el desarrollo lógico que el especialista del estudio de métodos debe seguir normalmente. No obstante, en la práctica, estas etapas pueden variar si se tiene la justificación, sin alterar el resultado del estudio.

3.1 Selección del trabajo para estudio

Cabe afirmar que prácticamente toda actividad efectuada en un entorno de trabajo puede ser objeto de una investigación con miras a mejorar la manera en que se realiza. Ese argumento colocaría sobre las espaldas del especialista en el estudio del trabajo una carga ilimitada, que en parte podría no resultar muy productiva.

Sin embargo, concentrando la atención en algunas operaciones esenciales, un especialista en el estudio del trabajo puede conseguir resultados de gran alcance en un período relativamente breve de tiempo. Son tres los factores que se deben tener presentes al elegir una tarea:

- Consideraciones económicas o de eficiencia en función de los costos
- Consideraciones técnicas
- Consideraciones humanas

Entre otras opciones evidentes del estudio cabe mencionar las siguientes:

- Operaciones esenciales generadoras de beneficios o costosas, u operaciones con los máximos índices de desechos.
- Estrangulamientos que están entorpeciendo las actividades de producción u operaciones largas que requieren mucho tiempo.
- Actividades que entrañan un trabajo repetitivo con un gran empleo de mano de obra o actividades que es probable duren mucho tiempo.
- Movimientos de materiales que recorren largas distancias entre los lugares de trabajo o que entrañan la utilización de una proporción relativamente grande de

mano de obra o requieren una manipulación repetida del material.

3.1.1 Limitación del alcance del trabajo en estudio:

Una de las primeras decisiones que ha de adoptar un especialista en el estudio del trabajo es la de definir exactamente el tipo de trabajo que se va a estudiar, fijar sus límites y señalar qué abarcará exactamente.

3.2 Registrar los hechos

Después de elegir el trabajo que se va a estudiar, la siguiente etapa del procedimiento básico es la dedicada a registrar todos los hechos relativos al método existente. El éxito del procedimiento íntegro depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear el método perfeccionado.

El registro constituye esencialmente una base para efectuar el análisis y el examen subsiguientes; no es un fin en sí mismo. Puede hacerse en dos etapas: primero, un croquis o un gráfico rudimentarios, para determinar si los datos reunidos son útiles; después un diagrama o un gráfico más elaborados y precisos que podrán servir para un informe o una presentación. Se presentan a continuación los diagramas o gráficos utilizados:

- El cursograma sinóptico
- El cursograma analítico
- El diagrama de actividades múltiples

3.2.1 El cursograma sinóptico del proceso

Con frecuencia es útil ver de una sola ojeada la totalidad del proceso o actividad antes de emprender su estudio detallado, y para eso, precisamente, sirve el cursograma sinóptico.

El cursograma sinóptico es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.

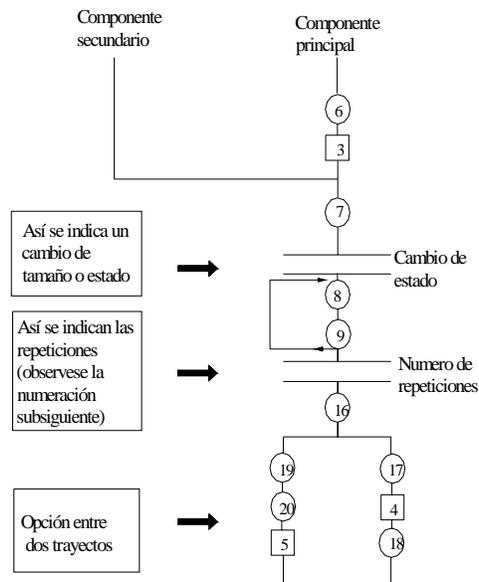
3.2.1.1 Características del cursograma

- Sólo se anotan las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar su resultado, sin tener en cuenta quién las ejecuta ni dónde se lleva a cabo.
- Para preparar ese cursograma se necesita solamente los símbolos correspondientes a:

Operación  y a inspección .

- A la información que dan por sí solos los símbolos y su sucesión, se añade paralelamente una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección y, cuando se conoce, el tiempo se le fija.
- Al hacer un cursograma sinóptico suele ser práctico comenzar trazando una línea vertical a la derecha de la página para anotar las operaciones e inspecciones de que sea objeto la unidad o componente o compuesto principal. Enumerando las operaciones e inspecciones por separado en orden descendente.
- Si el proceso principal incluye otros procesos de menor escala, estos se colocaran en columnas aparte siguiendo un orden de derecha a izquierda, unidos a la columna principal en el lugar exacto donde este comienza y termina, siguiendo un orden de sucesión en el proceso principal.
- El tiempo fijado se indica en horas, a la izquierda de cada operación. No se asigna un tiempo dado para cada inspección porque los inspectores no son retribuidos por tarea.
- Si el proceso es largo las notas que se añaden normalmente al lado de cada símbolo se omiten para no recargar la figura. Estas notas se colocan en la parte de abajo del cursograma sinóptico, con el símbolo, número y descripción de operaciones e inspecciones.
- Para facilidad del método, en la figura #1 se representan algunas de las convenciones al trazar cursogramas sinópticos:

FIGURA #1. REPRESENTACIONES CONVENCIONALES PARA CURSOGRAMA SINÓPTICO.



Como se menciono anteriormente el cursograma sinóptico, este sirve para ver de una sola "ojeada" la totalidad del proceso o actividad de que se trata, con el objeto de eliminar las innecesarias o de combinar las que se pueden hacer juntas. Por lo general no basta con el grado de detalle que da esa sinopsis y hay que recurrir al cursograma analítico.

3.2.2 El cursograma analítico

Una vez trazado el cuadro general del proceso con el cursograma sinóptico, se puede entrar en mayores detalles, con este cursograma.

El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

Existen tres tipos de cursogramas:

- Cursograma de operario: Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.

- Cursograma de material. Diagrama en donde se registra cómo se manipula o trata el material.
- Cursograma de equipo: Diagrama en donde se registra cómo se usa el equipo.

El cursograma analítico se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando, además de los símbolos de operación, inspección, los de transporte, espera y almacenamiento.

Sea cual sea la base del cursograma que se establezca, siempre se utilizan los mismos símbolos y se aplican procedimientos similares. Es preferible acostumbrarse a emplear los verbos en la voz activa (taladra, lleva, recoge, verifica, etc.,) cuando la base del cursograma es el operario, y la voz pasiva (pieza taladrada, llevada al banco, recogido el perno, etc.,) cuando la base es el material o las máquinas y herramientas.

Es usualmente utilizado un formulario único para los tres tipos, donde se utiliza hojas impresas.

Este método es mucho mas detallado por lo general no abarca tantas operaciones por hoja como puede hacerlo el sinóptico, de modo que se acostumbra establecer un cursograma aparte por

cada procedimiento secundario para completar el principal, si este existiera.

3.2.2.1 Aspectos que se deben de tener en cuenta a la hora de la preparación de los diagramas:

- Con la representación grafica de los hechos se obtiene una visión general de lo que sucede y se entiende más fácilmente tanto los hechos en sí como su relación mutua.
- Los gráficos ilustran con claridad la forma en que se efectúa un trabajo. Aun cuando los capataces y los obreros no estén al tanto de las técnicas de registro, pueden comprender que un grafico o diagrama con muchos símbolos de -espera- o -transporte- indica la necesidad de introducir modificaciones a los métodos de trabajo.
- Los detalles que figuran en el diagrama deben recogerse por **observación directa**. Una vez inscritos, puede uno despreocuparse por recordarlos, pero ahí quedan para consultarlos, o para utilizarlos como ejemplo para darles explicaciones a terceros. Los cursogramas no deberán hacerse de memoria, sino a medida que se observa el trabajo(salvo, evidentemente, cuando se trate de ilustrar un proyecto para el futuro).Deben confirmarse con el capataz los detalles registrados en el grafico. Esta confirmación responde a dos propósitos: verificar la corrección de los datos y poner de relieve la importancia de la contribución del capataz.
- Los cursogramas basados en observaciones directas deberán pasarse en limpio con el mayor cuidado y exactitud, puesto que las copias se utilizaran para explicar proyectos de normalización del trabajo o de mejora de los métodos, y un diagrama chapuceado hace mala impresión y puede causar errores.
- Para que siempre sigan sirviendo de referencia y den el máximo posible de información, todos los diagramas deberían llevar como encabezamiento espacios donde anotar la siguiente información:

a)El número del producto, material o equipo representado, con el numero del dibujo o número de clave.

b)El trabajo o proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida y de termino y si el método es el utilizado o el proyectado.

c)El lugar en que se efectúa la operación.

d) El numero de referencia del diagrama y de la hoja y el número de hojas.

e)El nombre del observador y, en caso oportuno, el de la persona que aprueba del diagrama.

f)La fecha de estudio.

g)La clave de los símbolos empleados, por si acaso utilizan el diagrama posteriormente personas habituadas a símbolos distintos. Resulta práctico exponerlos como parte de un cuadro que resuma las actividades según los métodos actuales y según los propuestos.

h)Un resumen de la distancia, tiempo, y, si se juzga conveniente, costo de la mano de obra y de los materiales, para poder comparar los métodos antiguos con los nuevos.

- Antes de dar por terminado el diagrama, se debe verificar lo siguiente :

a)¿Se han registrado los hechos correctamente?

b)¿Se han hecho demasiadas suposiciones y es la investigación tan incompleta que quizá sea inexacta?

c)¿Se han registrado todos los hechos que constituyen el proceso?

Para conocer la presentación de un formulario para un cursograma analítico aplicable a Operario, Material y Equipo, **ver Anexo #1**

3.2.3 Los símbolos empleados en los cursogramas sinóptico y analítico son los siguientes:

Para hacer constar en un cursograma todo lo referente a un trabajo u operación resulta mucho

mas fácil emplear una serie de cinco símbolos uniformes que conjuntamente sirven para presentar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica, oficina o construcción.

Las dos actividades principales de un proceso son la operación y la inspección, que se representa con los símbolos siguientes.

OPERACIÓN

Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.

La operación hace avanzar al material elemento o servicio un paso más hacia el final. Bien sea al modificar su forma (como en el caso de una pieza se labra) o su composición química (tratándose de un proceso químico) o bien al añadir o quitar elementos (si se hace un montaje).

INSPECCIÓN

Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad.

La inspección no contribuye a la conversión del material en producto acabado. Sólo sirve para comprobar si una operación se ejecuto correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad. Si los seres humanos fueran infalibles, la mayoría de las inspecciones serían innecesarias.

TRANSPORTE

Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

Hay transporte cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, salvo que el traslado forme parte de una operación o sea efectuado por un operario en su lugar de trabajo al realizar una operación o inspección. En esta obra aparecerá el símbolo del transporte siempre que se manipulen materiales para ponerlos o quitarlos de camiones, banco, depósitos, etc.

D DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERA

Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

Por ejemplo es el caso del trabajo amontonado en el suelo del taller entre dos operaciones, de los cajones por abrir, de las piezas por colocar en sus casilleros o de las cartas por firmar.

ALMACENAMIENTO PERMANENTE

Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

Hay almacenamiento permanente cuando se guarda un objeto y se cuida de que no sea trasladado sin autorización. La diferencia entre almacenamiento permanente y depósito provisional es que generalmente, se necesita de un pedido de entrega, un vale u otra autorización para sacar los objetos dejados en almacenamiento permanente, pero no para los depositados en forma provisional.

ACTIVIDADES COMBINADAS

Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo: un círculo dentro de un cuadrado representa la actividad de operación e inspección.

3.2.4 Diagrama de actividades múltiples

Este diagrama sirve para representar en un mismo gráfico las actividades de una persona o cosa en relación con las de otra.

El diagrama de actividades múltiples es un diagrama en que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellas.

Al representar en distintas columnas verticales, según una escala de tiempos común, las actividades de diversos obreros o máquinas, se

ve de una ojeada en qué momentos del proceso está inactivo cualquiera de dichos.

Las actividades de diversos operarios o de diferentes máquinas y operarios se registran en este diagrama en función del tiempo activo o inactivo. En periodos de trabajo o de inactividad (minutos o segundos), se utiliza un reloj de pulsera corriente o un cronómetro, pero no se necesita una precisión rigurosa, aunque sí la suficiente para que el diagrama sirva.

El diagrama de actividades múltiples es sumamente útil para organizar equipos de trabajadores cuando la producción es en serie, o bien trabajos de mantenimiento cuando no se puede dejar detenida una maquinaria costosa más de lo estrictamente necesario. Se puede utilizar asimismo para determinar cuántas máquinas debería poder atender un operario o grupo de operarios.

Después de haber registrado los hechos se procede a *examinar con espíritu crítico*.

3.3 Examinar con espíritu crítico: la técnica del interrogatorio.

La técnica del interrogatorio es el medio de efectuar el examen crítico sometido sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas. Esta conformada por dos etapas: la primera a las preguntas preliminares y la segunda a las preguntas de fondo.

Las cinco clases de actividades registradas en el diagrama pueden clasificarse en dos grandes categorías:

1. Aquellas en que le sucede efectivamente algo a la materia o pieza objeto del estudio, es decir, se la trabaja, traslada o examina. Estas corresponden a los símbolos de operación, transporte e inspección.
2. Aquellas en que no se la toca y está, o bien almacenada o bien detenida en una espera. Estas corresponden a depósito provisional o espera y almacenamiento permanente.

3.3.1 Aspectos necesarios para tomar en cuenta antes de iniciar la técnica del interrogatorio:

- En la mayoría de las ocasiones el ideal consiste en lograr la mayor proporción posible de operaciones, puesto que son las únicas que hacen evolucionar el producto de su estado de materia prima al producto final. Por esto las operaciones se consideran como actividades *productivas*; todas las demás, por necesarias que sean, pueden considerarse *no productivas*.
- La actividad de inspección se hace imprescindible en ciertos tipos de procesos, por esto, esta se incorpora en posiciones estratégicas para optimizar el proceso. Además se busca disminuir al máximo posible las actividades de transporte.
- Es necesario examinar e identificar, en primer lugar, las operaciones claves, después de esto, eliminar todas las actividades improductivas y si es posible eliminar algunas operaciones que no sean claves para el proceso.
- Para las actividades de depósito provisional o espera y almacenamiento permanente, se busca que la espera o almacenamiento sea el mínimo para disminuir tiempos en el proceso y entrega del producto.

La primera etapa de la técnica del interrogatorio corresponde a **las preguntas preliminares**:

En esta etapa del interrogatorio se pone en tela de juicio, sistemáticamente y con respecto a cada **actividad registrada**, el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución, y se le busca justificación a cada respuesta.

En el **Cuadro #1** se muestra las preguntas preliminares con el objetivo buscado:

Cuadro #1. Preguntas con el objetivo buscado

Ítem	Tema	Preguntas	Objetivo
1	Propósito	¿ Qué se hace en realidad? ¿ Por qué hay que hacerlo ?	Eliminar partes innecesarias del trabajo
2	Lugar	¿ Dónde se hace ? ¿ Por qué se hace allí?	Combinar siempre que sea posible u Ordenar de nuevo la sucesión de las operaciones para obtener mejores resultados.
3	Sucesión	¿ Cuándo se hace? ¿ Por qué se hace en ese momento ?	
4	Persona	¿ Quién lo hace ? ¿ Por qué lo hace esa persona?	
5	Medios	¿ Cómo se hace? ¿ Por qué se hace de ese modo ?	Simplificar la operación.

La segunda fase del interrogatorio son **las preguntas de fondo**, estas prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona y/o los medios. Se profundizan las respuestas, combinando las dos

preguntas preliminares y las dos preguntas de fondo para averiguar qué más podría hacerse, y por tanto, qué se debería hacer, en cada tema (propósito, lugar, sucesión, persona y medios.). Así, se llega a la lista completa de interrogaciones, como se presenta en el **Cuadro #2**.

Cuadro #2. Lista completa de interrogaciones

Ítem	Tema	Preguntas
1	Propósito	¿ Qué se hace ? ¿ Por qué se hace ? ¿ Qué otra cosa podría hacerse ? ¿ Qué debería hacerse ?
2	Lugar	¿ Dónde se hace ? ¿ Por qué se hace allí ? ¿ En qué otro lugar podría hacerse ? ¿ Dónde debería hacerse?
3	Sucesión	¿ Cuándo se hace? ¿ Por qué se hace en ese entonces ? ¿ Cuándo podría hacerse? ¿ Cuándo debería hacerse?
4	Persona	¿ Quién lo hace ? ¿ Por qué lo hace esa persona? ¿ Qué otra persona podría hacerlo? ¿ Quién debería hacerlo?

5	Medios	<p style="text-align: center;">¿Cómo se hace? ¿Por qué se hace de ese modo ? ¿ De qué otro modo podría hacerse ? ¿ Cómo debería hacerse ?</p>
---	--------	--

Además, las preguntas, en este orden que se presentan, deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición básica de un buen resultado.

Según un viejo dicho hacer la pregunta correcta equivale a tener ya la mitad de la respuesta correcta. Esto es particularmente cierto en el estudio de los métodos.

Al utilizar las preguntas en el orden en que figuran, se puede tener una idea bastante atinada de las deficiencias de la operación presente y de las posibilidades de que surja un nuevo método perfeccionado. En muchos casos, sin embargo, la solución no es tan evidente y es posible que haga falta hacer investigaciones en otro lugar. Por lo tanto, no es prudente adoptar precipitadamente soluciones antes de investigar en otras esferas conexas. Otras cuestiones relacionadas con la disposición o con la manipulación apropiada de los materiales pueden producir igualmente el mismo efecto. Por este motivo, los especialistas en el estudio del trabajo deben conocer todo el conjunto de técnicas disponibles para crear un nuevo método perfeccionado.

3.4 *Evaluar, definir, implantar y mantener en uso.*

3.4.1 **Evaluar diversos métodos**

La etapa de elaboración del procedimiento del estudio de los métodos debe dar origen a propuestas de cambios en las formas actuales de realizar el trabajo objeto de examen.

Algunas veces los cambios que se han de introducir son claros y es posible definir claramente un método revisado. En muchos casos, sin embargo, el estudio de los métodos señala varios cambios posibles y, en consecuencia, varios nuevos métodos posibles. Algunos de éstos pueden implantarse de inmediato, mientras que otros - como la introducción de nuevo equipo, la construcción de nuevas armaduras para montaje o instalaciones,

la capacitación del operario, etc., pueden requerir que se adopten previamente otras medidas.

Los patrocinadores de la investigación (normalmente los directores o supervisores en la esfera en la que se está realizando) deben decidir cuál es la solución preferida. Para adoptar esta decisión, necesitan disponer de información adecuada sobre los diversos métodos, los resultados probables de los cambios propuestos y los costos de la implantación.

Como primer paso se debe determinar qué costos y beneficios en un sentido muy amplio están vinculados con cada cambio potencial. Esto se puede realizar a menudo muy rápidamente y aporta suficiente información para excluir varios cambios y métodos posibles del proceso de evaluación más detallado.

Al examinar los beneficios, conviene incluir no sólo los que son fáciles de cuantificar (como los ahorros financieros directos), sino también los que se pueden expresar únicamente en términos cualitativos.

La principal ventaja de ese método no es que produce un resultado numérico, sino que obliga a los que participan en el proceso de evaluación a tomar en cuenta todos los factores (incluso los que no son fácilmente mensurables) y a reflexionar cuidadosamente acerca de la importancia relativa de cada uno de ellos. Las cifras finales sólo son indicativas.

El objetivo del informe es resumir la investigación, presentar las conclusiones, aportar datos de evaluación y formular recomendaciones apoyadas en su contenido.

Cuando se recomienda muy firmemente la aplicación de un nuevo método particular y se prevé claramente que se va a adoptar la decisión consiguiente, el informe puede incluir un plan detallado de aplicación de los cambios que se han de adoptar. En caso contrario, la elaboración del plan detallado puede dejarse hasta después

de que se haya adoptado la decisión, pero se deberá elaborar un esbozo de plan con el fin de que los costos de aplicación se puedan incluir en la valoración de los diversos métodos.

3.4.2 Definir el método perfeccionado

Una vez tomada la decisión acerca de los cambios que se adoptarán, es importante que el nuevo método sea definido cuidadosamente.

3.4.2.1 Normas de ejecución escritas

En todos los trabajos que no se ejecuten con máquinas herramientas de tipo uniforme o con maquinaria especial que virtualmente regule el proceso y los métodos, más vale consignar por escrito las normas de ejecución, es decir, llenar la hoja de instrucciones del operario, que tiene varios propósitos:

- Deja constancia del método perfeccionado, con todos los detalles necesarios, que puede ser consultada más tarde.
- Puede utilizarse para explicar el nuevo método a la dirección, a los capataces y a los operarios. Informa a los interesados.
- Facilita la formación o readaptación de los operarios, que la pueden consultar hasta que se familiarizan por completo con el nuevo método.

La hoja de instrucciones indica en términos sencillos los métodos que debe aplicar el operario. Por lo general se necesitan tres tipos de datos:

- Herramientas y equipo que se utilizarán y condiciones generales de trabajo.
- Método que se aplicará. La abundancia de detalles dependerá de la naturaleza de la tarea y del volumen probable de la producción.
- Un diagrama de la disposición del lugar de trabajo y posiblemente croquis de las herramientas, plantillas y dispositivos de fijación especiales.

A medida que se generalizan los cursogramas trazados en formularios ya impresos, se acostumbra cada vez más añadir a la hoja de instrucciones una copia en limpio del cursograma que corresponda, para aclarar mejor la breve descripción de la hoja.

3.4.3 *Implantar el método perfeccionado*

Las fases finales del procedimiento básico son tal vez las más difíciles, y se necesita entonces la cooperación activa de la dirección y de los sindicatos. Ahí adquieren especial importancia las dotes personales del especialista en estudio del trabajo, su capacidad para explicar clara y sencillamente lo que propone, su don de gentes y su aptitud para inspirar confianza.

La implantación del nuevo método puede subdividirse en cinco fases:

- Obtener la aprobación de la dirección.
- Conseguir que acepte el cambio el jefe del departamento o del taller. Sería inútil empeñarse en seguir adelante si han sido un fracaso en estas dos etapas.
- Conseguir que acepten el cambio los operarios interesados y sus representantes.
- Enseñar el nuevo método a los trabajadores.
- Seguir de cerca la marcha del trabajo hasta tener la seguridad de que se ejecuta como estaba previsto.

Los planes para cambiar la distribución de la mano de obra se deben estudiar con todo cuidado, a fin de ocasionar el mínimo de trastornos o molestias.

Al llevar a cabo las tres primeras etapas de la implantación resalta la importancia de dar instrucción y capacitación previas en estudio del trabajo a todos los interesados: dirección, personal dirigente subalterno y representantes de los trabajadores, para así recibir una respuesta positiva a la hora de implementar los nuevos procedimientos.

3.4.3.1 Preparar la introducción de cambios

Cuando no es probable que se produzca una reducción o una transferencia de personal, es muy posible que los trabajadores acepten nuevos métodos si se les ha permitido participar en su establecimiento.

El encargado del estudio del trabajo debe tener confianza en el operario desde el comienzo, explicándole lo que está tratando de hacer y por qué y los medios con que espera hacerlo. Si el operario muestra interés, se le debe explicar los usos de los diversos instrumentos de investigación. El diagrama de secuencias es uno de los más útiles para atraer el interés: a la mayor parte de las personas les gusta que sus actividades estén representadas, y la idea de que

da tantos pasos en la ejecución de su trabajo de la mañana a menudo sorprende al trabajador y le hace que se sienta encantado con la idea de reducir su esfuerzo. Es preciso que los trabajadores participen lo más plenamente posible en el establecimiento del nuevo método, para que lleguen a pensar que éste es principal o parcialmente obra suya.

No siempre será posible obtener una cooperación muy activa del personal no calificado, pero estos trabajadores suelen tener algunas opiniones sobre cómo sus tareas se podrían facilitar - o someter menos a interrupciones - que darían pistas importantes al encargado del estudio del trabajo para reducir el desperdicio de tiempo y esfuerzos.

Por último, los especialistas en el estudio del trabajo deben convencer a los trabajadores de que no van a influir en su seguridad de empleo.

3.4.3.2 Capacitación y readaptación profesional de los operarios

El grado en que los trabajadores necesitarán una readaptación profesional dependerá íntegramente de la índole del puesto de trabajo. Será mayor para los puestos de trabajo que entrañen un alto grado de pericia manual en los que se aplican desde hace tiempo métodos tradicionales. En esos casos es posible que sea necesario recurrir a películas para demostrar los métodos antiguos y los nuevos y la manera de efectuar los movimientos. Cada trabajo tendrá que tratarse con arreglo a sus propias circunstancias.

En la capacitación o readaptación profesional de los operarios, lo importante es crear el hábito de hacer la tarea de la manera correcta. El hábito constituye un elemento inapreciable para aumentar la productividad al reducir la necesidad de una reflexión consciente. Es tan fácil inspirar un buen hábito como uno malo.

Uno de los elementos de la implantación esencial consiste en mantener un estrecho contacto con el trabajo, una vez que se ha iniciado, para verificar que el operario está adquiriendo velocidad y pericia y que no surgen inconvenientes imprevistos. A esta actividad se la designa a menudo con la expresión cuidados aplicados del nuevo método, y la expresión es apropiada. Sólo cuando el especialista en el estudio del trabajo está convencido de que la productividad alcanzó por lo menos el nivel previsto y de que el operario

domina su trabajo podrá descuidar su vigilancia, por cierto tiempo.

3.4.3.3 Controlar el cambio

La sustitución de un método por otro debe planificarse y controlarse. En la etapa anterior el especialista en el estudio del trabajo ha puesto al descubierto, planificado y programado todas las tareas que constituyen un requisito previo para la introducción del nuevo método. Ahora es necesario asegurarse de que han quedado completadas según el calendario y que todo está listo para efectuar la sustitución.

Lo primero es decidir cuándo se realizará la sustitución. Incluso si un nuevo método es más eficiente y permitirá obtener con el tiempo una mayor producción. A menudo existe un intervalo durante el cual la producción disminuye, mientras los trabajadores adquieren velocidad con el nuevo método. Por lo tanto, se debe elegir la fecha del cambio más conveniente posible, particularmente cuando se han de efectuar transformaciones radicales en el lugar.

3.4.4 Mantener en uso el nuevo método

Una vez implantado el nuevo método, es importante mantenerlo en uso tal como estaba especificado y no permitir que los operarios vuelvan a lo de antes o introduzcan elementos no previstos, salvo con causa justificada.

Para mantener un método es necesario primero definirlo y especificarlo claramente. Es preciso especificar las herramientas, la disposición del lugar de trabajo y los elementos de movimiento, de forma que no exista posibilidad alguna de mala interpretación. La minuciosidad de los detalles que hayan de darse dependerá de la tarea misma.

Si se ve que se puede hacer una mejora se procede entonces a incorporarla oficialmente, establecer una nueva especificación y fijar nuevas normas de tiempo.

El procedimiento para mantener un nuevo método puede depender del tipo de relaciones establecidas entre el especialista en estudio del trabajo y el sector de la empresa en donde se ha implantado dicho método.²

²Oficina Internacional del trabajo. Introducción al estudio del trabajo. Cuarta edición revisada 1996

Aplicación de la Técnica

CHORREA DE CONTRAPISO DE CASA DE HABITACIÓN

Esta actividad se realizó en la casa F-06 del Residencial Villa Verde, con un área aproximada de 50m², ubicado en Moravia. A cargo de la Fundación FUPROVI.

▪ MÉTODO CONSTRUCTIVO ACTUAL

4.1 *Registro de la actividad*

4.1.1 **Actividades predecesoras**

Esta actividad se inicia después de haber terminado la colocación de tubería eléctrica y mecánica, así como la compactación del lastre en la base y la colocación de las maestras de concreto sobre el lastre compactado.

4.1.2 **Recursos**

Los recursos que lleva esta actividad se presentan a continuación:

Mano de obra

- Una cuadrilla formada por dos operarios y cinco ayudantes

Materiales

- Madera reglas de 7.6x2.54 cm, que sirve para codales³

Equipo y Herramientas

- Una mezcladora de 8 m³ de capacidad
- Siete palas pequeñas
- Dos cintas métricas

- Dos lápiz para carpinteros
- Un serrucho

4.1.3 **Rendimiento**

El rendimiento estimado de esta cuadrilla es de 0.56 m³ por hora hombre, o 1.8 horas hombre por m³.

4.1.4 **Descripción del proceso actual**

Con las actividades predecesoras con un alto grado de avance, el maestro de obras procede a programar la chorrea, solicitando a la empresa suplidora el concreto con una resistencia de 175 kg/ cm², necesario para esta actividad. Esta solicitud se realizó con un día de anterioridad.

Una vez que la mezcladora llega al lugar de trabajo, el maestro de obras le indica al conductor la localización de la chorrea. Posteriormente este procede al acomodo de la mezcladora, mientras tanto el maestro de obras va en busca de la cuadrilla que en ese momento se encuentra trabajando en otras actividades.

Posteriormente, con toda la cuadrilla lista, con el material, las herramientas y la mezcladora en su lugar, se procede a la colocación del concreto pre-mezclado en la casa, esta actividad es realizada a través de la ventana del cuarto que da al frente de la casa (ver figura #3). El concreto se descarga primeramente en este cuarto, en la zona A (ver figura #2), los ayudantes y operarios distribuyen el material por el resto de la casa a las partes más cercanas en las zonas B, C, D y una pequeña parte de E (ver figura #2 y #3).

³ Piezas de madera utilizadas para alinear y aplomar, en este caso en particular la formaleta.

Seguidamente los operarios realizan las labores de emparejar el concreto con los codales hasta el nivel de las maestras, las cuales tienen el mismo espesor que el contrapiso y están distribuidas a lo largo de cada zona (ver figura #5). Paralelamente a esta actividad la mezcladora cambia de lugar, a la ventana de la sala zona E, (ver figura #4) y deposita el material en la sala. Nuevamente los ayudantes distribuyen el concreto por la sala-comedor (zona E).

Una vez que la mezcladora ha depositado lo suficiente, sale del área de descarga y se dirige a otra casa. Los ayudantes una vez que distribuyen el material se van para la otra casa dejando a los dos operarios en labores de emparejar el concreto, hasta el nivel de las maestras. Una vez emparejado todo el concreto del contrapiso se da por finalizada esta actividad.

4.1.5 Observaciones obtenidas en el muestreo

- En la zona F (ver figura #2) el lastre no estaba colocado ni compactado, en el momento de la colocación la cuadrilla decidió aprovechar el concreto y procedió a colocar lastre sin compactar en esta zona, hasta nivel adecuado colocando el concreto hasta nivel de la formaleta instalada. Esta práctica es inadecuada dado que puede provocar agrietamientos o asentamientos en el contrapiso.
- En la Zona F (ver figura #2), el concreto colocado no alcanzó para completar esta zona, por esa razón cuatro operarios se encargaron de transportar en baldes el concreto de la casa del frente (casa donde la mezcladora estaba colocando concreto al contrapiso). Esta práctica desperdió tiempo de cuatro ayudantes por un mal cálculo de la cantidad de material.
- El promedio de espesores calculado según tabla #2 es de 6.26 cm lo cual refleja que el espesor especificado en planos (ver Figura #6) no se está respetando. Cada una de las mediciones para obtener el promedio, se obtuvo mediante la colocación de una pieza de metal en perfecto estado, entre cada maestra (ver figura # 5), para posteriormente con una cinta métrica de

mano tomar las mediciones a criterio. Estas mediciones fueron realizadas aproximadamente cada 2.3 metros, en cada aposento de casa, realizando tres mediciones distribuidas a lo ancho.

- La superficie del lastre compactado no fue homogénea, existió mucho material suelto (agregado grueso y pedazos de concreto), materiales que quedaron después de confeccionar las maestras.
- Los tacos de madera utilizados en la confección de las maestras no fueron removidos para la colocación del concreto.
- La tubería eléctrica se coloca por encima del lastre compactado, provocando un espesor libre de concreto en algunos casos de 3.5 cm.
- Se encuentran cabos de madera en todo el contrapiso, los cuales no son retirados en su totalidad a la hora de la colocación del concreto.
- Al existir tantas personas trabajando en un espacio reducido, se dan choques entre sí, lo que dificulta su labor.(ver figura #3 y #4 así como la tabla #1).
- Se observa que un ayudante de esta cuadrilla trabaja con los pies descalzos, práctica inadecuada en términos de salud y seguridad ocupacional.
- Inmediatamente después de colocado y emparejado el concreto de esta casa, se observa el ingreso de un perro el cual atraviesa la misma desde la puerta principal hasta el patio trasero, dejando sus huellas marcadas y en consecuencia dañando la superficie lisa del concreto.
- Al concreto del contrapiso se le realizan pruebas de resistencia, tomando tres muestras por cada casa y al lastre se le realizan dos pruebas de compactación. Estas últimas obtuvieron resultados positivos.(ver anexo #7)
- No se utiliza vibrador a la hora de colocar el concreto.
- El lugar de descarga y la cantidad de concreto para la descarga fue distribuido de la siguiente forma (Ver Figuras #2 y #3):
- En la primera descarga se cubrió un área de 32m² y se colocaron 1.8 m³ de concreto. Esta descarga se realizó a

través de la ventana del cuarto del frente de la casa.

- En la segunda descarga se cubrió un área de 18m² y se colocaron 1.02 m³ de concreto. Esta descarga se realizó a través de la ventana de la sala. Con esto se observa que la mayoría de concreto es descargado en la primera etapa y este es distribuido por los cuartos, el baño y parte de la sala comedor. Esta distribución se realiza por el pasillo, el cual es estrecho, creando dificultad para un adecuada distribución del concreto.
- En esta actividad los trabajadores están trabajando por horas.

4.2 Examinar e idear

Una vez realizado y analizado el diagrama de actividades múltiples (ver tabla #1) a la cuadrilla, aplicamos la técnica de interrogatorio de la siguiente forma:

4.2.1 Aplicación de la técnica del interrogatorio al espesor del contrapiso y al lastre compactado (propósito)

Se plantean las siguientes preguntas, con su respectivo resultado:

- **¿Qué se hace ?**
Se construye el contrapiso con un espesor aproximado de 6.26 cm. Y el lastre no es homogéneo en su totalidad.
- **¿Por qué se hace ?**
Por descuido y falta de controles.
- **¿Qué otra cosa podría hacerse ?**
Se tiene que respetar el diseño de los planos, para un adecuado funcionamiento del mismo (ver figura # 6).
- **¿Qué debería hacerse ?**
Lo propuesto en el punto anterior.

Con esto se pretende que la cuadrilla realice una colocación que esté de acuerdo con o especificado en los planos.

4.2.2 Aplicación la técnica del interrogatorio a la distribución del personal en el lugar (Medios)

- **¿Cómo se hace?**
Con dos operarios y cinco ayudantes.
- **¿Por qué se hace de ese modo ?**
Porque es lo normal y siempre se hace así.
- **¿De qué otro modo podría hacerse ?**
Alquilando una bomba estacionaria para distribuir el material por la casa con una manguera flexible y de esta manera disminuir la cantidad de personal aproximadamente a la mitad.

Sin embargo esto no es rentable debido a que el alquiler de la bomba para ocho m³ es de cuarenta cinco mil colones, razón por la cual es mucho más rentable el método que se está utilizando actualmente.

- **¿Cómo debería hacerse ?**
Con el método actual.

Al aplicar el método actual, la chorroa es rentable debido a que el número de casas que se construyen a un mismo tiempo es reducido (1 o 2 casas como máximo). Si el número de casas fuera mayor, entonces probablemente la implementación de una bomba estacionaria si llegaría a ser rentable.

4.2.3 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la inspección del contrapiso (persona)

- **¿Cómo se hace?**
No se realiza o se observa por encima el trabajo.
- **¿Por qué se hace de ese modo?**
Porque se confía en el trabajo de los demás, es lo normal y nadie le indica que se lleven a cabo otro tipo de medidas.
- **¿De qué otro modo podría hacerse ?**

Verificando niveles con cinta métrica en los diferentes sectores de la casa así como llevar un control, anotarlos en una bitácora o formulario. Además revisar el lastre compactado con una varilla #3 y anotarlo en el formulario.

- **¿Cómo debería hacerse ?**
Se debería hacer como se plantea anteriormente.

Con este formulario se generarían una serie de beneficios en la calidad del contrapiso, ya que se lograría rectificar los niveles en caso de que presentaran algún desajuste. Adicionalmente se garantizaría que la vida útil sea igual a la que se diseñó del contrapiso.

4.2.4 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la limpieza del lugar

- **¿Cuándo se hace?**
Simultaneo a la chorrea de Contrapiso.
- **¿Por qué se hace en ese entonces?**
Es ahí donde se observa que la base esta sucia.
- **¿Cuándo podría hacerse?**
Esto podría realizarse 1 hora antes de que se inicie la chorrea del contrapiso.
- **¿Cuándo debería hacerse?**
Como se mencionó anteriormente.

4.2.5 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la instalación de tubería eléctrica y mecánica (propósito)

- **¿Qué se hace ?**
Se instala la tubería a criterio del fontanero y del electricista.
- **¿Por qué se hace?**
Porque siempre se realiza así.
- **¿Qué otra cosa podría hacerse ?**
Se podría indicarles al fontanero y al electricista cuales son los niveles que no debe sobrepasar la tubería. Además que se deben confeccionar unos ganchos para mantener en posición la tubería.

- **¿ Qué debería hacerse ?**
Lo propuesto en el punto anterior.

4.2.6 Aplicación de la técnica de interrogatorio a la colocación de concreto (medios)

- **¿Cómo se hace?**
Se coloca el concreto directamente de la mezcladora a la casa, distribuyéndolo con las palas.
- **¿Por qué se hace de ese modo ?**
Porque es lo normal y siempre se a trabajado de ese modo.
- **¿De qué otro modo podría hacerse ?**
Descargando el concreto directamente en la casa, distribuyéndolo con las palas y además utilizar un vibrador.
- **¿Cómo debería hacerse ?**
Se debería hacer como se plantea anteriormente.

Con la utilización de este vibrador se pretende mejorar la calidad del contrapiso haciéndolo más compacto y en consecuencia eliminando los vacíos internos. Garantizando que la vida útil de este sea la adecuada.

4.2.7 Aplicación de la técnica del interrogatorio al lugar de descarga y la cantidad de concreto para esta descarga (medios)

- **¿Cómo se hace?**
El lugar de descarga lo escoge la misma cuadrilla y lo realiza a criterio propio. Además la cantidad de concreto descargado es calculada también a criterio propio.
- **¿Por qué se hace de ese modo ?**
Porque es lo normal y siempre se ha trabajado de ese modo.
- **¿De qué otro modo podría hacerse ?**
Cambiando el orden de descarga de la siguiente manera:

La primera descarga se realice por la ventana de la sala-comedor, distribuyendo el concreto en esta y además distribuir una pequeña parte en el pasillo y el baño.

La segunda descarga se realiza por la ventana del cuarto del frente, distribuyendo el concreto en los dos cuartos y el pasillo.

▪ **¿Cómo debería hacerse ?**

Se debería hacer como se plantea anteriormente.

Con esto se pretende aumentar el rendimiento de la cuadrilla, disminuyendo el paso del concreto por la zona mas estrecha de la casa (el pasillo).

4.3 Definición del nuevo método

Con base en el análisis de la información presentada anteriormente, se proponen los siguientes cambios:

- Se tiene que respetar el diseño de los planos, para un adecuado funcionamiento del Contrapiso.
- Chequear niveles con cinta métrica en los diferentes sectores de la casa y anotarlos en una bitácora o formulario. Y al lastre compactado chequearlo visualmente o con una varilla #3 y anotarlo también en el formulario. Y sobre todo, estar siempre atento a los resultados de laboratorio.
- La limpieza debe realizarse una hora antes de que inicie la chorrea de contrapiso. Tomando en cuenta que se debe eliminar los cabos de madera utilizados para la colocación de las maestras de concreto.
- Indicarle al fontanero y al electricista los niveles que no debe sobrepasar la tubería. Además indicarle que debe confeccionar unos ganchos para mantener en posición la tubería.
- Se deben seguir realizando las pruebas de laboratorio de resistencia al concreto y de compactación al lastre.

- No se debe permitir a ningún trabajador realizar sus labores descalzo en ningún sector de la construcción.
- No se deben admitir perros ni ninguna clase de animal en la urbanización, este lineamiento lo debe conocer todo el personal.
- Se debe utilizar un vibrador manual para mejorar la calidad del concreto.
- Se deberá cambiar el orden de descarga de la siguiente manera:
 - La primera descarga se realizara por la ventana de la sala-comedor, distribuyendo el concreto en esta zona y además distribuir una pequeña parte en el pasillo y el baño.
 - La segunda descarga se realice por la ventana del cuarto del frente, distribuyendo el concreto en los dos cuartos y el pasillo.

La cantidad de trabajadores de la cuadrilla será el mismo, solamente se le incluirá una persona mas para el manejo de el vibrador manual.

Con estas modificaciones se pretende realizar la construcción del contrapiso respetando las especificaciones dadas en los planos, esperando así mejorar la calidad del producto. Además, aumentar el rendimiento de la cuadrilla con el cambio de espesores y el orden de la descarga de la mezcladora. Cabe mencionar, que se pretende un incremento en la seguridad y la calidad de la salud ocupacional de los trabajadores.

4.3.1 Evaluación, definición y implantación del nuevo método

Una vez presentado el informe del nuevo método a las partes involucradas, Ingenieros de FUPROVI, Ingeniero de la empresa contratada (Tecnología en Construcción de Cartago) y Maestros de obra; estos lo evaluaron y aceptaron que se implantara en las casas restantes del residencial.

Después de este paso se le explicó el nuevo método a los trabajadores y se procedió a implantarlo.

El nuevo método se implanta en la casa F-11 del Residencial, con un área aproximada de 50m².

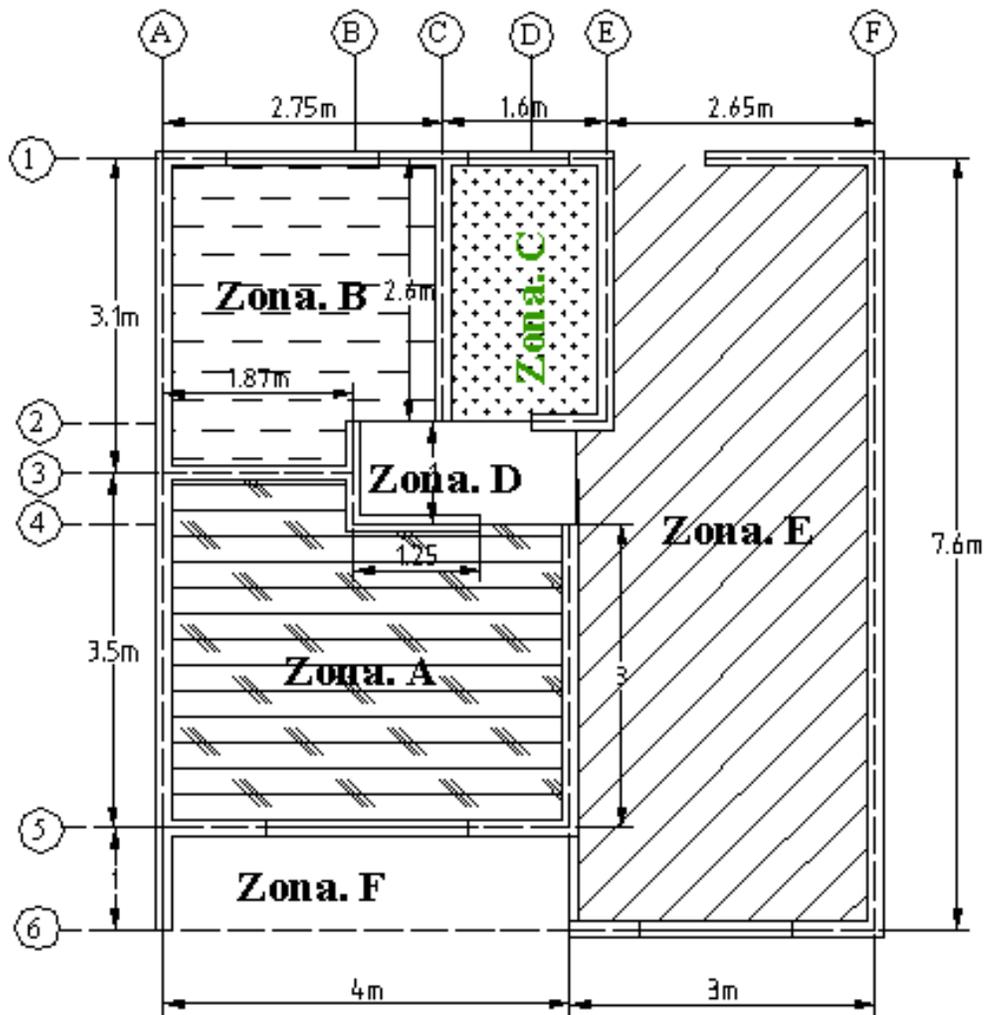
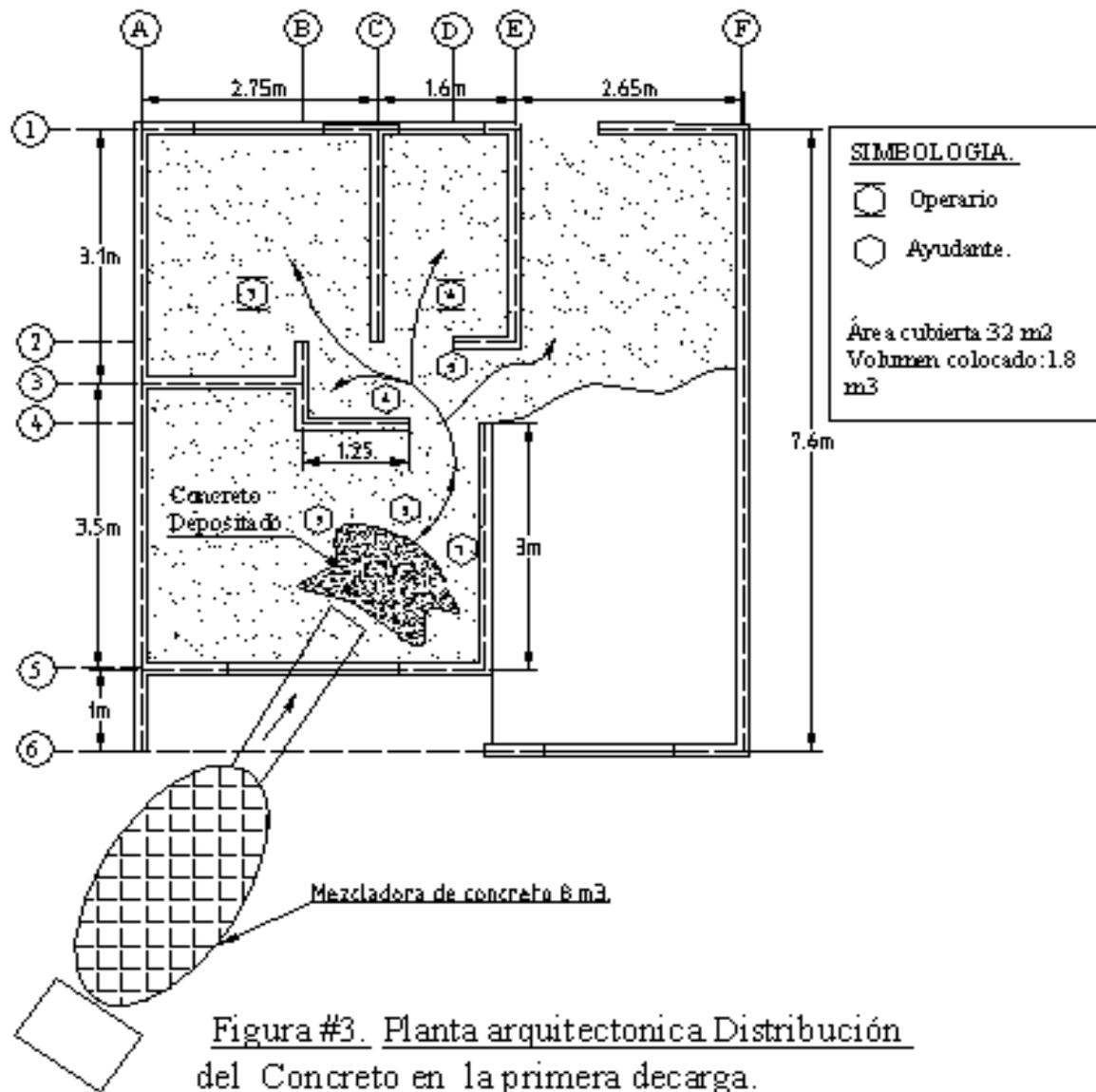


Figura #2. Planta arquitectonica.
Zonas de colocación del contrapiso.



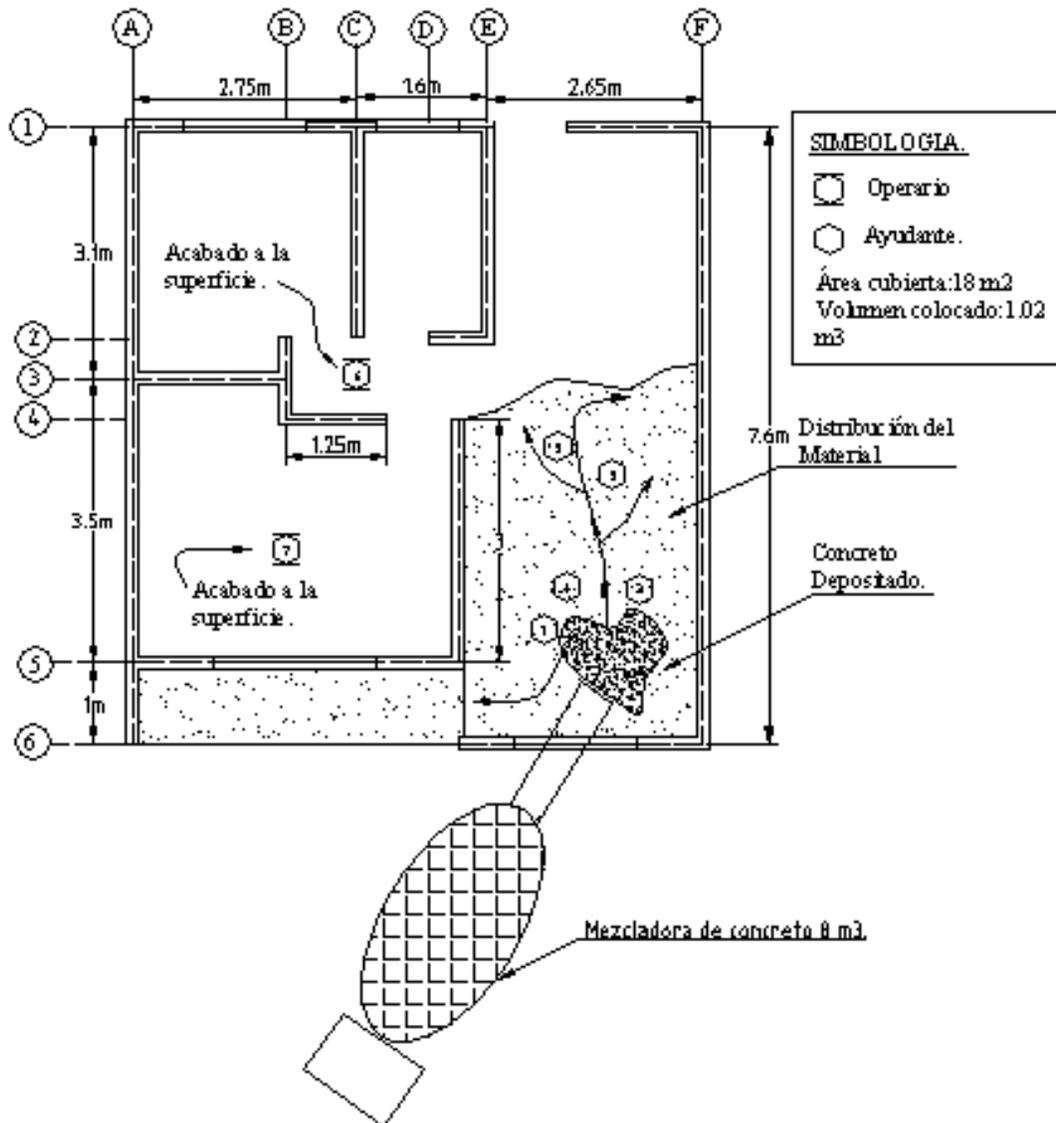


Figura #4 Planta arquitectonica.
Distribución del Concreto en la
Segunda descarga.

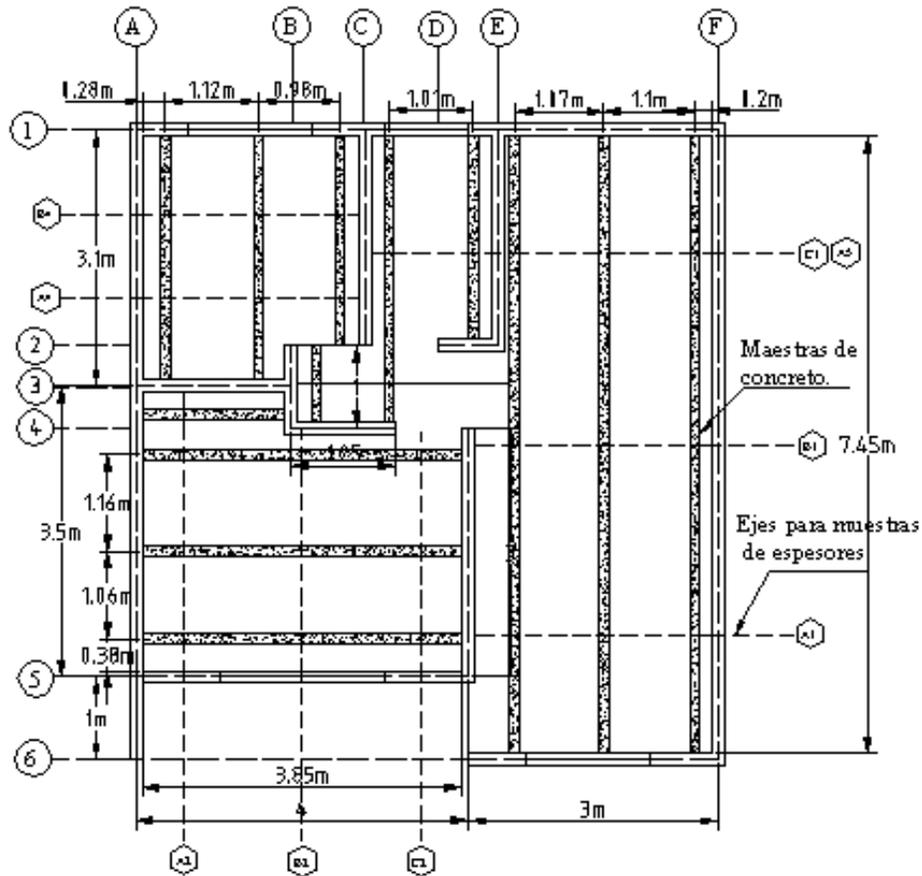


Figura #5. Planta arquitectonica.
Distribución de maestras de concreto
y ejes de toma de muestras.

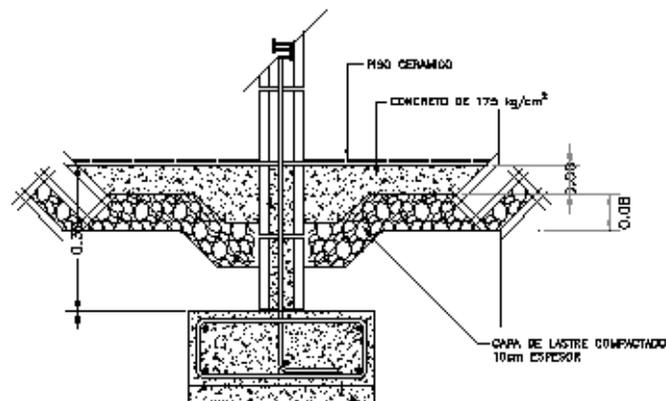


Figura #6. Detalle de contrapiso.

INSTALACIÓN DE FORMALETA PARA VIGA CORONA DE CASA DE HABITACIÓN

Esta actividad se realizó en la casa F-12 de Residencial Villa Verde, con un área aproximada de 50m², ubicado en Moravia. A cargo de la Fundación FUPROVI.

▪ MÉTODO CONSTRUCTIVO ACTUAL

4.4 *Registro de la actividad*

4.4.1 **Actividades predecesoras**

Esta actividad inicia después de haber terminado de pegar los bloques en las paredes y de colocar la armadura de la viga.

4.4.2 **Recursos**

Los recursos que involucra esta actividad son los siguientes:

Mano de obra

Una cuadrilla formada por dos operarios y un ayudante

Materiales

- Madera; tablas de 30cm x 2.54 cm, reglas de 7.6 x 2.54 cm y de 5 x 2.54 cm.
- Clavos.

Equipo y Herramientas

- Un nivel de manguera
- Dos cintas Métricas
- Dos lápiz para carpinteros
- Tres martillos
- Un serrucho
- Cuerda de nylon
- Dos nivel de mano
- Dos escuadras
- Dos tarros 50 cm
- Escaleras(incorporadas en el transcurso de la actividad)

4.4.3 **Rendimiento**

El rendimiento estimado de esta cuadrilla es de 3.36 metros por hora hombre, o 0.3 horas-hombre por metro.

4.4.4 **Descripción del proceso actual**

Una vez que la cuadrilla se encuentra en el lugar de trabajo, con las herramientas a su disposición y parte de la formaleta en el frente de la casa (ver figura #10) se procede a iniciar la actividad de la siguiente manera:

Se obtiene el nivel adecuado en la puerta principal de la casa (en este caso el nivel es 2.15 m), se marca un punto de referencia a 1 m sobre el nivel de contrapiso; seguidamente se señala este punto de referencia en todos los lugares donde van ubicadas las puertas y las ventanas, con el nivel de manguera y una tiza con color rojo.

A continuación se procede a realizar la medición, confección e instalación de la formaleta tanto horizontal como vertical, esta última sirve para soportar el concreto por la parte de abajo de la viga cargador en las puertas y ventanas.

La cuadrilla instala solamente las puertas P3, P4, P5, y la ventas V3 y V4 (ver figura #9), que representan solamente una parte de la totalidad. Además esto lo hacen a criterio propio.

Posteriormente se colocan los codales y las cuerdas de nivel en las esquinas de las paredes, esto se hace con la ayuda de los niveles de mano, para luego medir, confeccionar e instalar la formaleta en las paredes de las vigas, en los tramos del 1 al 6 (ver figura #9). Se utilizan tablas de 30 cm x 2.54 cm, para la viga v-1 (ver figura #11) cuya altura es de 15 cm y 2 tablas de 30 cm x 2.54 cm unidas con transversales (reglas de 2.54 cm x 7.5 cm y de 2.54 cm x 5 cm) a cada 60 cm para la viga v-2(ver figura #11).

Cabe mencionar que en esta medición, la formaleta ya se había utilizado previamente y en el caso de la formaleta para la viga v-2 esta casi en su totalidad estaba con los transversales instalados.

Una vez colocado la formaleta inferior en los buques de puertas y en las ventanas, de la viga

cargador, así como la formaleta de las paredes de la viga. Se procede a colocar las piezas de madera (ver figura #12) para dar la separación necesaria (15 cm) entre las dos paredes de la formaleta, así como para soportar las presiones que ejerce el concreto a la formaleta.

Esta cuadrilla está organizada de la siguiente manera, con el objetivo para llevar a cabo esta actividad:

Los dos operarios se encargan de sacar los niveles, colocar cordales, medir, confeccionar e instalar la formaleta (ver figura #10).

El ayudante se encarga de seleccionar y ordenar la formaleta que esta en el frente de la casa, sacar clavos a esta formaleta y buscar formaleta en otras casas de la urbanización (ver figura #10).

4.4.5 Observaciones obtenidas en el muestreo

- En el muestreo del trabajo se observó la ausencia de una secuencia ordenada en los pasos de esta actividad, la razón es que no existe un plan para la colocación de la formaleta, además se observó cambios de planes por parte de los operarios, lo que genera tiempo de trabajo desperdiciado. Siempre se midió un tramo, se alistó y se colocó. En realidad se debería de alistar más y colocar en mayor cantidad.
- Después de analizado el cursograma analítico (ver tabla #5), el cual tuvo una duración de 1,54 horas, se observó, que los dos operarios estuvieron en actividades improductivas por un tiempo de setenta y cuatro minutos entre los dos, es decir no estaban ni confeccionando ni instalando la formaleta. Además el ayudante en todo el transcurso de la actividad esta en actividades no productivas(limpieza, transporte y sacar clavos a la formaleta).
- Se observa que hace falta la inspección en esta actividad.
- La limpieza de las tablas no es la mejor ya que queda concreto impregnado y además estas están sucias con tierra. Así como las paredes de bloques, que no quedan limpias en su totalidad en el sector donde se coloca la formaleta. Lo

anterior debido a que se utiliza un martillo para la limpieza.

- En los alrededores y dentro de la construcción, existen tablas con clavos. Lo que aumenta el riesgo de accidentes para los trabajadores y visitantes de las casas.
Se realizan las labores de carpintería en el suelo con la ayuda de un tarro.
- Se mide un tramo de viga, se confecciona y se instala.
- La formaleta disponible no es suficiente para toda la casa. Se espera que se utilice la formaleta en la chorrea del concreto, para después utilizarla en un nuevo tramo de la viga.
- La falta de inspección a la cuadrilla se pone de manifiesto en la inactividad de los trabajadores. Además se podría hacer una reasignación de tareas más efectiva que la actual. Cabe mencionar que esta cuadrilla trabaja por horas. Además en ciertos momentos llegan compañeros de otras construcciones a distraer a esta cuadrilla.(al parecer son contratistas de otras casas).
- El acarreo de formaleta de la casa contigua atrasa la instalación de formaleta en forma considerable.
- A la hora de colocar la formaleta de la parte de afuera, esta se confecciona en la parte de adentro, y cuando se da la interacción entre las dos partes se de una contaminación el lastre ya colocado en la parte de adentro. Se debería situar tablas alrededor o confeccionar la formaleta en la parte de afuera.
- El nivel superior de la formaleta no quedó nivelado en algunos sectores, por desperfectos de esta, y por consiguiente la viga de concreto quedó irregular.
Se observó que la armadura en algunos sectores está totalmente pegada a la pared de mampostería, esto se debe corregir para efectos de obtener un buen funcionamiento de la viga.
- En esta actividad los trabajadores están trabajando por contrato.

4.5 Examinar e idear

Una vez realizado el diagrama de actividades múltiples (ver tabla #5) a la cuadrilla, se aplica la técnica del interrogatorio de la siguiente forma:

4.5.1 Aplicación de la técnica del interrogatorio al orden en que se realizan las tareas (propósito)

- **¿Qué se hace?**
Se instala la formaleta en tramos o por paredes. A estos tramos, se les instala la formaleta de los buques de la viga cargador y después se coloca la formaleta de las paredes.
- **¿Por qué se hace?**
Porque a los trabajadores les parece que esta es la forma más sencilla de hacerlo.
- **¿Qué otra cosa podría hacerse?**
Se podría realizar un plan con un orden estratégico para la colocación de la formaleta. Dicho plan podría tener el siguiente orden:
 - Instalación de formaleta en las puertas y ventanas.
 - Instalación de la formaleta en las paredes exteriores (con una ruta adecuada para no contaminar el lastre de contrapiso).
 - Instalación de la formaleta en paredes interiores.
- **¿Qué debería hacerse?**
Lo propuesto en el punto anterior.

Con este plan estratégico para la colocación de formaleta. Los operarios sabrían por donde empezar y donde terminar la colocación. Se ganaría tiempo en la planeación, por parte de los operarios y no se empezaría por sectores, que después se dejan incompletos.

Además con la aplicación de la ruta de confección e instalación de formaleta exterior, se procuraría no contaminar el lastre del contrapiso.

4.5.2 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la confección de la formaleta (Medios)

- **¿Cómo se hace?**

Se traslada desde el frente de la casa y de la casa contigua a la zona de sala-comedor (ver Figura # 10), y ahí se le realizan las siguientes actividades:

El ayudante:

- limpia
- saca los clavos

Los dos operarios:

- diseñan la formaleta a criterio
- miden
- marcan
- cortan
- clavan

Estas acciones se llevan a cabo con la ayuda de herramientas manuales y con un balde de plástico.

- **¿Por qué se hace de ese modo?**

Porque es lo normal y siempre se ha hecho así.

- **¿De qué otro modo podría hacerse?**

La formaleta debe traerse limpia y sin clavos de la casa contigua. Además se debe utilizar una espátula adecuada para la limpieza.

Se debe construir un andamio o banco, con una altura apropiada(90 cm) para una adecuada confección de la formaleta (con esto se evitarán problemas físicos futuros a las personas).

- Este banco se colocará en la zona sala-comedor o en la parte del frente de la casa, donde quede más cómodo.
- Se debe contar con el diseño de toda la formaleta de las vigas que se confeccionarán, respetando los diseños(optativo).

- **¿Cómo debería hacerse?**

Debería hacerse de la forma expuesta anteriormente.

Con estas medidas se ahorraría tiempo debido a que la limpieza y la sacada de clavos no pertenecerán a esta actividad. Además con la extracción de los clavos inmediatamente después que se desprende de la viga se evita que ocurra algún accidente laboral.

Con la confección del banco de trabajo se beneficiaría la calidad de la formaleta y además se velaría por la salud física de los trabajadores. Con la utilización de la espátula se contribuiría a la calidad de la formaleta instalada.

4.5.3 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la Instalación de la formaleta

- **¿Quién lo hace?**
Los dos operarios en conjunto.
- **¿Por qué lo hacen esas personas?**
Lo hacen porque esa es la manera en que acostumbran hacerlo.
- **¿Qué otra persona podría hacerlo?**
Lo puede hacer un operario en conjunto con un ayudante.
- **¿Quién debería hacerlo?**
El operario con el ayudante.

Con la incorporación del ayudante a las labores de confección e instalación, se esperaría un incremento en la productividad de la cuadrilla.

4.5.4 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la inspección de la formaleta (persona)

- **¿Quién lo hace?**
Maestro de Obras
- **¿Por qué lo hace esa persona?**
Esa es la persona disponible.
- **¿Qué otra persona podría hacerlo?**
Lo podría hacer un Maestro de Obras o un Ingeniero de FUPROVI utilizando un formulario adecuado, para chequear la instalación de la formaleta en tiempos adecuados, donde se deberá anotar la cantidad de formaleta evaluada , tipo, fecha, estado, numero de usos, cantidad desechada y personas involucradas en la inspección.
- **¿Quién debería hacerlo?**

Un Maestro de Obras o Ingeniero de FUPROVI, con un formulario adecuado.

Con este formulario se favorecería la calidad de la formaleta, ya que se identificaría la formaleta que no sirve, se chequearían los niveles, y se podrían encontrar errores constructivos, etc.

4.6 Definición del nuevo método

Con base en el análisis de la información se proponen los siguientes cambios:

- Realizar un plan estratégico para la colocación de la formaleta con el siguiente orden:
 - Instalación de formaleta en las puertas y las ventanas.
 - Instalación de la formaleta en las paredes exteriores (con una ruta adecuada para no contaminar el lastre de contrapiso)
 - Instalación de la formaleta en paredes interiores.
- La formaleta debe traerse limpia y sin clavos desde la casa contigua. Además se debe utilizar una espátula adecuada para la limpieza.
- Convendrá construir un banco para la adecuada confección de la formaleta (con esto se garantizará la salud ocupacional del personal).Este banco se colocara en la zona sala-comedor o en la parte del frente de la casa, donde quede mas cómodo.
- La instalación de la formaleta la realizará un operario en conjunto con el ayudante. Con esto el personal se reducirá a dos personas y se estará trabajando sin el otro operario.
- La inspección de la formaleta la puede hacer un Maestro de Obras o un Ingeniero de FUPROVI, con un formulario adecuado, para chequear la instalación de la formaleta.

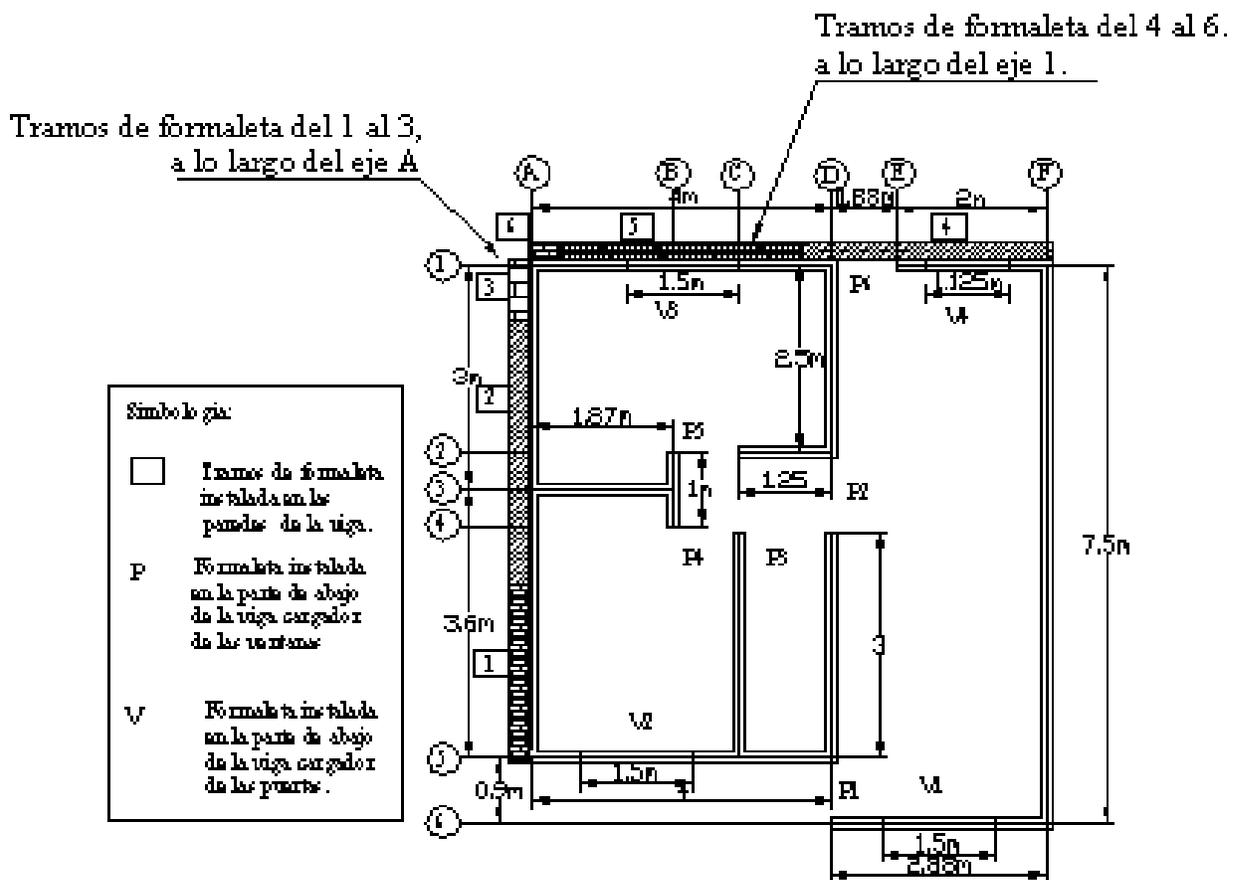
Con estas modificaciones se pretende aumentar el rendimiento de la cuadrilla, disminuyendo al máximo las actividades improductivas, así como mejorar la calidad del producto terminado. Del mismo modo aumentar la seguridad y la calidad ocupacional del personal de trabajo.

4.6.1 Evaluación, definición y implantación del nuevo método

Una vez presentado el informe del nuevo método a las partes involucradas, Ingenieros de FUPROVI, Ingeniero de la empresa contratada (Tecnología en Construcción de Cartago) y Maestros de obra; estos lo evaluaron y aceptaron que se implantara en las casas restantes del residencial.

Después de este paso se le explicó el nuevo método a los trabajadores y se procedió a implantarlo.

El nuevo método se implanto en la casa F-20 del Residencial, con un área aproximada de 50m².



PEGA DE BLOQUES EN CASA DE

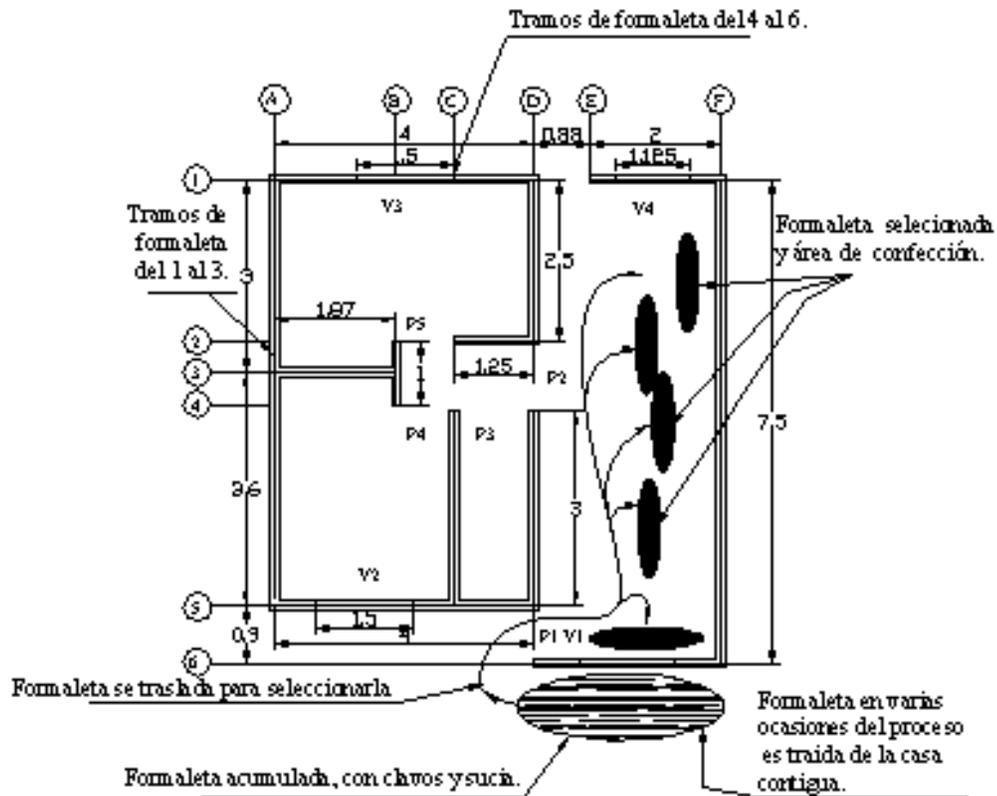


Figura #10. Planta arquitectonica. Zona de colocación de formaleta y área de confección.

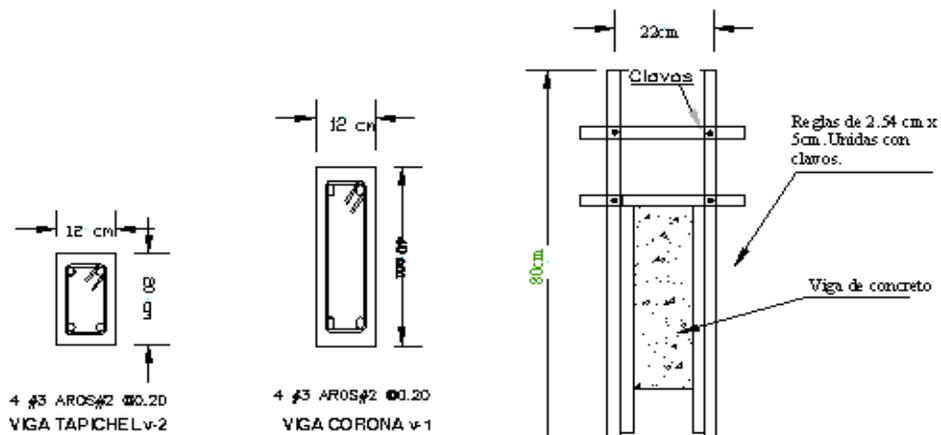


Figura #11. Detalle de vigas coronas.

Figura #12. Detalle de separador de formaleta

HABITACIÓN

Esta actividad se realizó en la casa F-20 del Residencial Villa Verde, con un área aproximada de 50m², ubicado en Moravia. A cargo de la Fundación FUPROVI.

▪ **MÉTODO CONSTRUCTIVO ACTUAL**

4.7 Registro de la actividad

4.7.1 Actividades predecesoras

Esta actividad se inicia después de haber terminado la placa corrida y colocado el acero vertical de las paredes de bloques.

4.7.2 Recursos

Los recursos que lleva esta actividad se presentan a continuación:

Mano de obra

- Una cuadrilla formada por un operario y un ayudante.

Materiales

- Bloques de 12 x 20x 40 cm
- Madera reglas de 5 x 2.54 cm, que sirve para codales⁴
- Arena
- Piedra
- Cemento
- Agua
- Varilla Nº 2 (0.635 cm de diámetro)
- Varilla Nº 3 (0.952 cm de diámetro)
- Alambre negro (hierro negro calibre #16)

Equipo y Herramientas

- 2 palas
- 2 cucharas
- 2 martillos
- 2 cuerdas
- 5 baldes
- 2 andamios provisionales
- 2 carretillos

⁴ Piezas de madera utilizadas para alinear y aplomar, en este caso en particular las paredes de bloques.

- 2 niveles de mano
- 1 nivel de manguera
- 2 lápices de carpintero
- 1 tenaza
- 1 batea o tabla para colocar mortero o concreto
- 1 escuadra metálica
- 1 zaranda

4.7.3 Rendimiento

El rendimiento estimado de esta cuadrilla es de 16 bloques / hora hombre, o 0.0555 horas hombre/ bloque. Además el rendimiento de total de la cuadrilla es 32 bloques / hora cuadrilla.

4.7.4 Descripción del proceso actual

Para iniciar con la pega de bloques se tiene que realizar la colocación de codales en todas las esquinas de la futura casa, utilizando el plano de la casa, esto con el fin de encontrar los niveles verticales y horizontales óptimos para las paredes (esta actividad no fue estudiada debido a que se realizó en conjunto con otros operarios y el maestro de obras). Después de esta etapa inicial se procede a realizar varias actividades para comenzar con la colocación de los bloques. Dichas actividades se detallan a continuación:

- Transporte de los bloques:
Los bloques son trasladados al sitio de colocación mediante carretillos, desde el sitio donde se encuentran apilados (ver figura #14), hasta varias zonas, donde se colocan en grupos pequeños, estratégicamente (ver figura #15) para una facilidad de colocación. Al inicio, de esta la actividad lo realizan en conjunto el operario con el ayudante, pero cuando el operario inicia la colocación de bloques, el acarreo lo realiza solamente el ayudante.
- Preparación y acarreo de mortero de pega y concreto de relleno:
El mortero y concreto se preparan en dos zonas separadas de la casa (ver figura #15). Estos son trasladados a los lugares de colocación en carretillo y en balde. Al inicio, de esta la actividad lo realizan en conjunto el operario con el ayudante, pero cuando el operario inicia la colocación de bloques, la preparación y el acarreo lo realiza solamente el ayudante.

- Una vez que se tiene los bloques, el mortero y concreto cerca se pasa a la pega de bloques. Para esto se procede de la siguiente forma:
 - Se suelta la varilla horizontal que sujeta las varillas verticales (colocada por los operarios encargados de la construcción de la placa corrida).
 - Seguidamente se coloca la cuerda de nylon (amarrándola a dos clavos, que están clavados en los codales), entre los dos codales a lo largo de todo el cimiento a la altura de un bloque más el mortero de pega. Esta cuerda se coloca con niveles de mano y de manguera por parte del operario, para no cometer ningún error.
 - Posteriormente se coloca el mortero sobre el cimiento, en una longitud aproximada de 6 bloques y seguidamente se colocan los bloques sobre este, colocando primeramente mortero en el lado mas corto de los bloques, para obtener la pega lateral. Esto se realiza hasta completar la primera hilada de bloques en toda la casa. Paralelo a esto se le va colocando concreto de relleno a todas las celdas (esto se realiza a la primera y segunda hilada de bloques).
 - Una vez que se tiene la primera hilada completamente lista, se procede a completar todas las hiladas de bloques en los tramos completos de pared, con la ayuda de las cuerdas de nylon y los niveles, esto con el fin de garantizar una verticalidad y alineamiento de las hiladas y de la pared completa, para llegar a una altura de bloques de 2.6 m (altura de viga corona). Además, cada dos hiladas(40 cm) se coloca el acero de refuerzo horizontal (varilla #2), cada hilada (20 cm) ganchos y escuadras de las mochetas (ver anexo #6), acero vertical (varilla #3) cada 60 cm y en las mochetas, y se realiza un empalme de varilla en el acero vertical para garantizar que esta se una correctamente a la viga corona.

4.7.5 Observaciones obtenidas en el muestreo

- La medición del proceso se realizo posterior a la colocación de los codales.
- El ayudante lanza los bloques de afuera hacia dentro por la ventana de la casa, lo que provoca que algunos de estos bloques se quiebren.
- Enl la hilada octava de la pared de bloques se fabrica un andamio provisional, con los mismos bloques y con tablas de formaleta, sin ninguna unión, por lo que puede provocar algún accidente.
- Los bloques apilados se encuentran aproximadamente a 15 m.(ver figura #14).
- La arena fina la traen de la casa F11 (ubicada aproximadamente a 50 m), debido a que esta en el lugar esta, mojada y por esta razón no pasa por la saranda.
- El operario se dedica exclusivamente a la colocación de los bloques y el ayudante realiza labores complementarias.
- El Operario y el Ayudante siempre se mantienen trabajando y tienen una buena coordinación para la realización de sus actividades.
- La distribución del material en el lugar esta bien planeada, los trabajadores recorren distancias adecuadas para el acarreo de los materiales.
- En esta actividad los trabajadores están trabajando por contrato.

4.8 Examinar e idear

Una vez realizado y analizado el diagrama de actividades múltiples (ver tabla #7), el cursograma sinóptico (ver figura #16) y el cursograma analítico (ver tabla #8), del proceso, aplicamos la técnica de interrogatorio de la siguiente forma:

4.8.1 Aplicación de la técnica del interrogatorio al manejo de los bloques (propósito)

- **¿Qué se hace?**
Se lanza los bloques desde el carrito al suelo.
- **¿Por qué se hace?**
Por descuido y falta de controles.
- **¿Qué otra cosa podría hacerse?**
Colocar los bloques, de las manos al suelo, con cuidado.
- **¿Qué debería hacerse ?**
Lo propuesto en el punto anterior.

Con esto se pretende que los bloques no sufran daño y así mejorar la calidad de las paredes de mampostería.

4.8.2 Aplicación la técnica del interrogatorio a la confección de andamios (Medios)

- **¿Cómo se hace?**
Con bloques uno encima del otro y se coloca una formaleta arriba de estos. Sin ninguna unión.
- **¿Por qué se hace de ese modo?**
Porque es lo normal y siempre se hace así.
- **¿De qué otro modo podría hacerse?**
Confeccionando andamios de madera con adecuadas uniones y dimensiones que se ajusten a los anchos de pared y tengan suficiente altura para una adecuada colocación de los bloques.
- **¿Cómo debería hacerse ?**
De la manera propuesta en el punto anterior.

Lo anterior pretende, aumentar la seguridad en el proceso de pega de bloques, previniendo cualquier accidente futuro.

4.8.3 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la distribución del material en el lugar y áreas de preparación de las mezclas en la zona de trabajo (Lugar).

- **¿Dónde se hace?**

En la parte del frente y adentro de la casa.

- **¿Por qué se hace allí?**
Debido a que es lo más cómodo y cercano del lugar de colocación. Además no estorba el paso de las personas.
- **¿En qué otro lugar podría hacerse?**
El lugar que esta actualmente es adecuado para una adecuada distribución y preparación de mezclas.
- **¿Dónde debería hacerse?**
En el lugar que se encuentra actualmente.

Lo anterior indica que se mantendrá, la distribución del material en el lugar y áreas de preparación de las mezclas en la zona de trabajo

4.8.4 Aplicación de la técnica del interrogatorio al personal de la cuadrilla?

- **¿Quién lo hace ?**
Un operario y un ayudante.
- **¿Por qué lo hace esa persona?**
Porque son personas capacitadas y con experiencia.
- **¿Qué otra persona podría hacerlo?**
Otros Trabajadores con similares características.
- **¿Quién debería hacerlo?**
El operario y el ayudante que trabajan actualmente.

4.8.5 Aplicación de la técnica del interrogatorio a todo el proceso de la pega de bloques (Medios).

- **¿Cómo se hace?**
Con un proceso bien definido y estructurado.
- **¿Por qué se hace de ese modo?**
Porque es la forma de trabajar de esta cuadrilla.
- **¿De qué otro modo podría hacerse?**

La forma de trabajar de esta cuadrilla es adecuada para el tipo de actividad que practica.

▪ **¿Cómo debería hacerse ?**

Con el proceso que se realiza actualmente.

4.9 Definición del nuevo método

Con base en el análisis de la información presentada anteriormente, al proceso actual se le proponen solamente los siguientes cambios:

- Se debe colocar los bloques de concreto del carrito al suelo y no lanzarlos para que estos no pierdan sus características estructurales.
- Se debe eliminar el uso de los andamios confeccionados con bloques y formaleta y elaborar andamios de madera para aumentar la seguridad de los trabajadores, esto con el fin de prevenir accidentes.
- Con estas modificaciones se pretende, que los bloques de concreto no pierdan las características estructurales y además, exista un incremento en la seguridad y la calidad de la salud ocupacional de los trabajadores.

4.9.1 Evaluación, definición y implantación del nuevo método

Una vez presentado el informe del nuevo método a las partes involucradas, Ingenieros de FUPROVI, Ingeniero de la empresa contratada (Tecnología en Construcción de Cartago) y Maestros de obra; estos lo evaluaron y aceptaron que se implantara en las casas restantes del residencial.

Después de este paso se le explicó el nuevo método a los trabajadores y se procedió a implantarlo.

El nuevo método se implanto en la casa F-35 del Residencial, con un área aproximada de 50m².

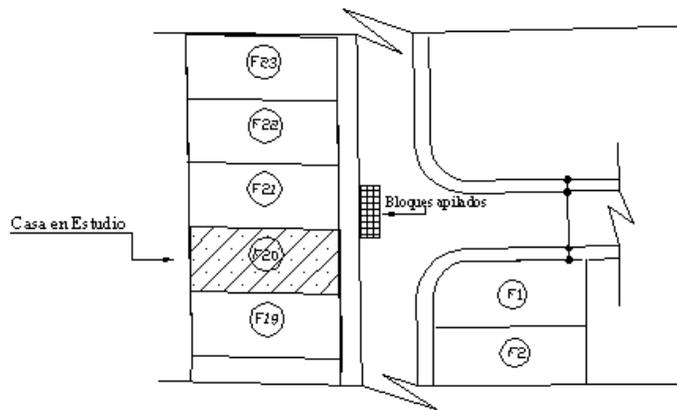


Figura # 14. Distribución de los bloques en el lugar.

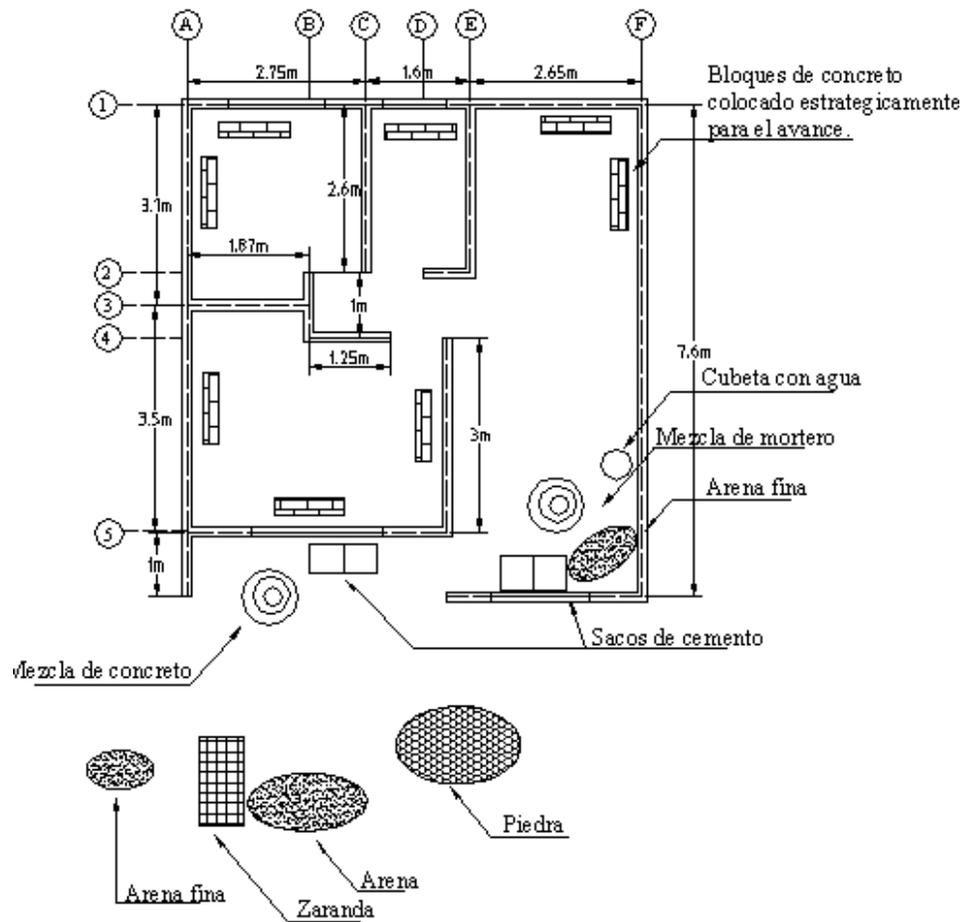


Figura #15. Distribución de los materiales en el lugar.

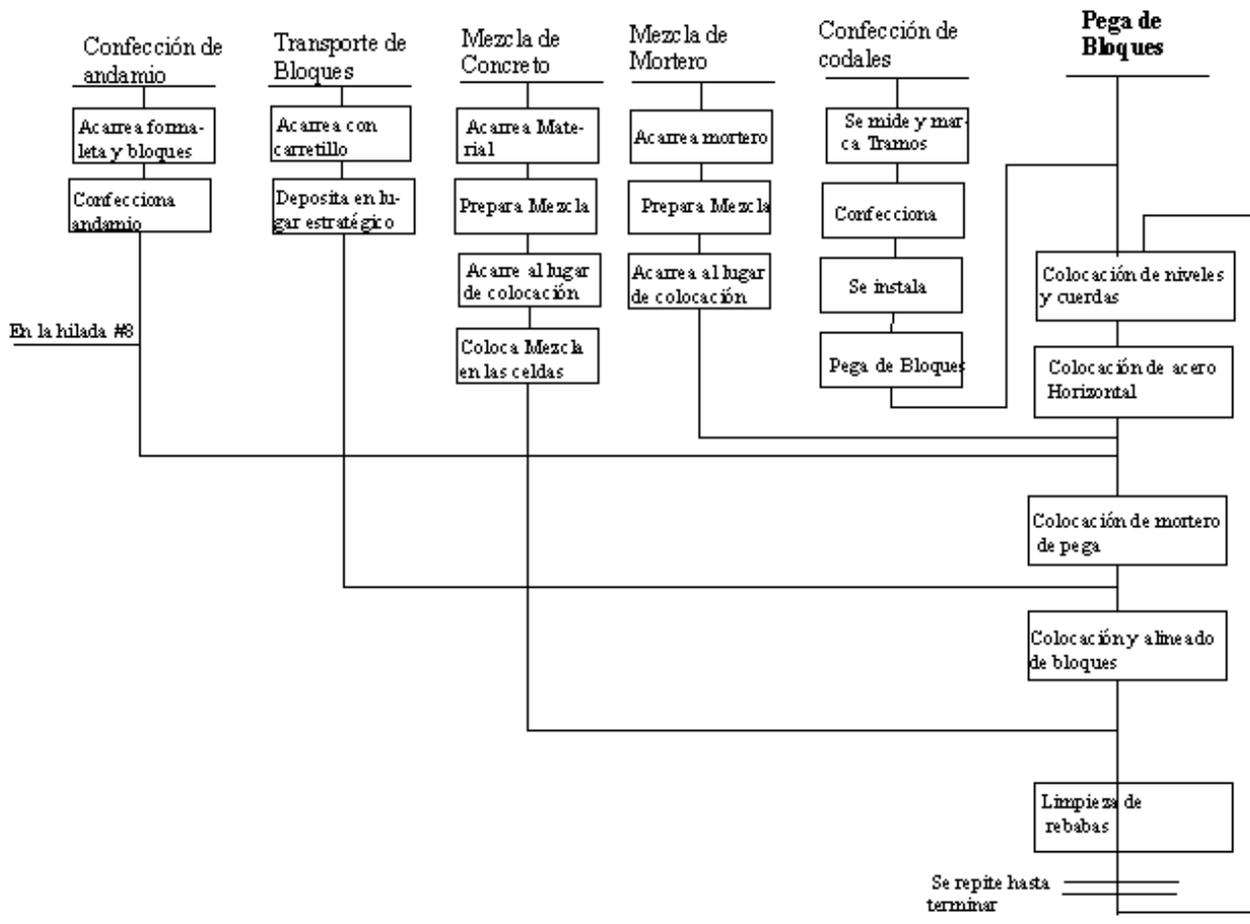


Figura #16. Cursograma Sinóptico del proceso

PEGA DE PISO CERÁMICA EN CASA DE HABITACIÓN

Esta actividad se realizó en la casa C-30 del Residencial Villa Verde, con un área aproximada de 50m², ubicado en Moravia. A cargo de la Fundación FUPROVI.

▪ MÉTODO CONSTRUCTIVO ACTUAL

4.10 Registro de la actividad

4.10.1 Actividades predecesoras

Esta actividad se inicia después de haber terminado el contrapiso, la cubierta de techos, el cielorraso, el repello y empaste.

4.10.2 Recursos

Los recursos que lleva esta actividad se presentan a continuación:

Mano de obra

- Un operario.

Materiales

- Piezas de cerámica de 40.8 cm x 40.8 cm
- Mortero de pega (marca Laticrete)
- Agua
- Fragua para piso (marca Laticrete)
- Clavos de acero

Equipo y Herramientas

- Un Carretillo
- Una pala
- Un balde
- Una escoba
- Una cuchara de albañil
- Un mazo de hule
- Una llaneta dentada
- Una tenaza
- Una maquina cortadora de cerámica
- Un martillo
- Un cincel
- Una escuadra metálica
- Una cuerda de nylon
- Una llaneta con hule
- Una brocha
- Una esponja grande
- Una espátula

- Separadores de cerámica en cruz

4.10.3 Rendimiento

El rendimiento estimado de esta cuadrilla es de 2.9 m² por hora hombre, o 0.34 horas hombre por m².

4.10.4 Descripción del proceso actual

La pega de cerámica se divide en dos actividades las cuales son, colocación de las piezas y aplicación de la fragua.

Una vez que la casa cuenta con una limpieza exhaustiva de la superficie del contrapiso, eliminando basura, polvo y las rebabas que dejó la actividad de chorrea de contrapiso, realizada esta limpieza por el Operario con un ayudante, utilizando cinceles, martillos, espátulas y la escoba, y además se cuenta con todo el material y herramienta en el lugar (ver figura #17) se procede a iniciar con la actividad de pega de cerámica.

Esta actividad inicia con el acarreo de piezas, al lugar donde se instalarán, seguidamente se prepara el mortero de pega, mezclando el mortero preparado con agua, en el carretillo, con ayuda de la pala. Después de realizadas estas actividades el operario procede a colocar una cuerda (anclada al contrapiso con clavos de acero y con ayuda de la escuadra) a lo largo de la sala comedor y otra cuerda a lo ancho de esta pasando por el pasillo de los cuartos y el baño, esto con el fin de colocar una hilada de piezas de cerámica que sirvan de guía para todo el resto de la pega de cerámica. Una vez que se pegan estas dos hiladas se procede a colocar piezas en el área de la cocina "zona A" (ver figura#18), para después seguir por el pasillo de la casa "zona B", seguidamente se coloca una cuerda del pasillo a la pared del fondo del cuarto "zona C" y se procede a la colocación de una hilada de piezas de cerámica, y se colocan todas las piezas del cuarto. Una vez que se tenga terminada la colocación de piezas del primer cuarto se procede en idéntica forma con el segundo cuarto "zona D". Una vez que se termina la pega en los dos cuartos se procede a la colocación de la

cuerda, del pasillo a la pared del fondo del baño y se pega una hilada de cerámica, posterior a esto se colocan todas las piezas del piso del baño "Zona E". Luego de la colocación de todas las piezas del baño se procede a la colocación de las piezas restantes del pasillo "zona B" y seguir con la sala comedor "zona F ". Y por último se colocan las piezas del corredor del frente "zona G". Cabe mencionar, que adicionalmente la limpieza inicial, cada área a colocar la cerámica se barre previo a la colocación.

Para la colocación de cada pieza se sigue el siguiente procedimiento, primero se coloca el mortero de pega con la pala en el lugar, seguidamente se esparce el mortero con la llaneta dentada, en forma inclinada dejando el espesor requerido (entre 4 mm y 5 mm), después de esto se pasa la cuchara suavemente por el borde donde ira colocada la pieza(para que el mortero no quede en la sisa) y se asienta la pieza sobre el mortero, para después golpearlas, alinearlas con el mazo de hule y además se colocan los separadores en cruz la dejar el ancho de la sisa requerida. Para las piezas que no calzan enteras en la casa se cortan con la maquina cortadora de cerámica a la dimensión requerida, para después colocarlas.

Una vez que se concluye con la colocación de las piezas en toda la casa, el siguiente paso es la colocación de la fragua, esta se realiza 12 horas más tarde, para dar el tiempo necesario para que el mortero adquiera su resistencia, en este caso se realizo al día siguiente.

La colocación de la fragua, se inicia con la limpieza del lugar, eliminando todas las basuras y polvo que existan en las piezas y en las sisas. Posteriormente se prepara la fragua en un balde con la ayuda de una cuchara de albañil y se aplica a la superficie con una llaneta con el borde de hule, procurando llenar las sisas de las piezas. La aplicación se realiza por zonas (ver figura # 18) y cada una de estas se le aplica tres pasadas o aplicaciones de fragua para procurar que todas las sisas queden cubiertas con esta fragua, terminando así todo el proceso de enchape de pisos

4.10.5 Observaciones obtenidas en el muestreo

- La medición del proceso se realizo posterior a la limpieza del contrapiso de

la casa, debido a que esta actividad la realizo el operario con varios ayudantes.

- Los materiales se colocan en la sala de la casa (ver figura #17) y de ahí se distribuyen a toda la casa.
- El acarreo de los materiales desde la bodega principal hasta la casa lo realiza el operario con ayuda de otros trabajadores de la construcción.
- La escogencia de la cerámica la realiza el cliente, por esto las dimensiones pueden variar, en este caso se utilizó cerámica de 40.1 cm x 40.1 cm.
- La pega de cerámica y la colocación de fragua se ve interrumpida en varias ocasiones debido a que el operario se dedica a realizar otras actividades y además la falta de material (mortero de pega y fragua) imposibilita que este realice su actividad continua y completa.
- Se coloca una hilada de piezas a lo largo de todos los aposentos, que sirve de guía para alinear y unir todas las áreas, esto con el fin de no incurrir en errores.
- La llaneta dentada se pasa con el mortero con un ángulo de 45° para pasar de 9 mm (dimensión de la abertura) a 4-5 mm(espesor recomendado de pega para piso).
- Debido a que el proceso fue interrumpido debido a la asignación de otros trabajos al operario durante la pega de cerámica y a la falta de mortero y fragua esta actividad tuvo un a duración de una semana y un día.
- El Operario siempre se mantienen trabajando y tienen una buena coordinación para la realización de sus actividades.
- La distribución del material en el lugar esta bien planeada, el trabajador recorre distancias adecuadas para el acarreo de los materiales (ver figura #1).
- En esta actividad los trabajadores están trabajando por horas.

4.11 Examinar e idear

Una vez realizado y analizado el calculo de rendimientos (ver tabla #12), y el cursograma analítico (ver tabla #13), del proceso, aplicamos la técnica de interrogatorio de la siguiente forma:

4.11.1 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la distribución del material en el lugar y áreas de preparación de las mezclas en la zona de trabajo (Lugar).

- **¿Dónde se hace?**
En la sala de la casa.
- **¿Por qué se hace allí?**
Debido a que es lo más cómodo y cercano del lugar de colocación. Además no estorba el paso de las personas.
- **¿En qué otro lugar podría hacerse?**
El lugar que esta actualmente es adecuado para una adecuada distribución y preparación de mezclas.
- **¿Dónde debería hacerse?**
En el lugar que se encuentra actualmente.

Lo anterior indica que se mantendrá, la distribución del material en el lugar y áreas de preparación de las mezclas en la zona de trabajo

4.11.2 Aplicación de la técnica del interrogatorio al personal de la cuadrilla (persona)

- **¿Quién lo hace ?**
Un operario.
- **¿Por qué lo hace esa persona?**
Porque es la persona capacitada y con experiencia.
- **¿Qué otra persona podría hacerlo?**
Otros Trabajadores con similares características.
- **¿Quién debería hacerlo?**
El operario que trabaja actualmente.

Lo anterior indica que no se realizara ninguna modificación y se mantendrá el personal trabajando en el lugar.

4.11.3 Aplicación de la técnica del interrogatorio a todo el proceso de la pega de cerámica (Medios)

- **¿Cómo se hace?**
Con un proceso bien definido y estructurado.
- **¿Por qué se hace de ese modo?**
Porque es la forma de trabajar de este operario.
- **¿De qué otro modo podría hacerse?**
La forma de trabajar de este operario es adecuada para el tipo de actividad que practica.
- **¿Cómo debería hacerse ?**
Con el proceso que se realiza actualmente.

Lo anterior indica que se mantendrá el proceso actual.

4.11.4 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la continuidad del proceso (propósito).

- **¿Qué se hace ?**
Se le asignan otros trabajos al operario, interrumpiendo la continuidad.
- **¿Por qué se hace ?**
Por mala distribución del personal en el lugar.
- **¿Qué otra cosa podría hacerse ?**
Distribuir mejor el personal para no perder la continuidad en el proceso.
- **¿ Qué debería hacerse ?**
Lo expuesto en el punto anterior.

Lo anterior pretende que la actividad sea continua y se mejore el proceso.

4.11.5 Aplicación de la técnica del interrogatorio a la entrega de materiales (propósito).

- **¿Qué se hace ?**
Los materiales no son llevados a tiempo al lugar de trabajo.
- **¿Por qué se hace ?**
Por mal cálculo y mala coordinación del operario con el maestro de obras.
- **¿ Qué otra cosa podría hacerse ?**
Una mejor comunicación y mejores cálculos para obtener el material en el tiempo requerido.
- **¿Qué debería hacerse ?**
Lo expuesto en el punto anterior.

Lo anterior pretende que la actividad sea continua y se mejore el proceso.

4.12 **Definición del nuevo método**

Con base en el análisis de la información presentada anteriormente, al proceso actual se le proponen solamente los siguientes cambios:

- Se debe mantener al operario trabajando solamente en la actividad hasta que esta se termine, para que no pierda continuidad el proceso.
- Se debe tener mejor comunicación y mejores cálculos de cantidades para obtener el material en el tiempo requerido.
-

Con estas modificaciones se pretende, que la actividad sea continua y a la vez se mejore el proceso.

4.12.1 **Evaluación, definición y implantación del nuevo método.**

Una vez presentado el informe del nuevo método a las partes involucradas, Ingenieros de FUPROVI, Ingeniero de la empresa contratada (Tecnología en Construcción de Cartago) y Maestros de obra; estos lo evaluaron y aceptaron que se implantara en las casas restantes del residencial.

Después de este paso se le explicó el nuevo método a los trabajadores y se procedió a implantarlo.

Este resultado se obtuvo de la observación de procesos posteriores, se realizó una toma de tiempos únicamente al proceso en general. No se profundizó en la toma de datos más detallados.

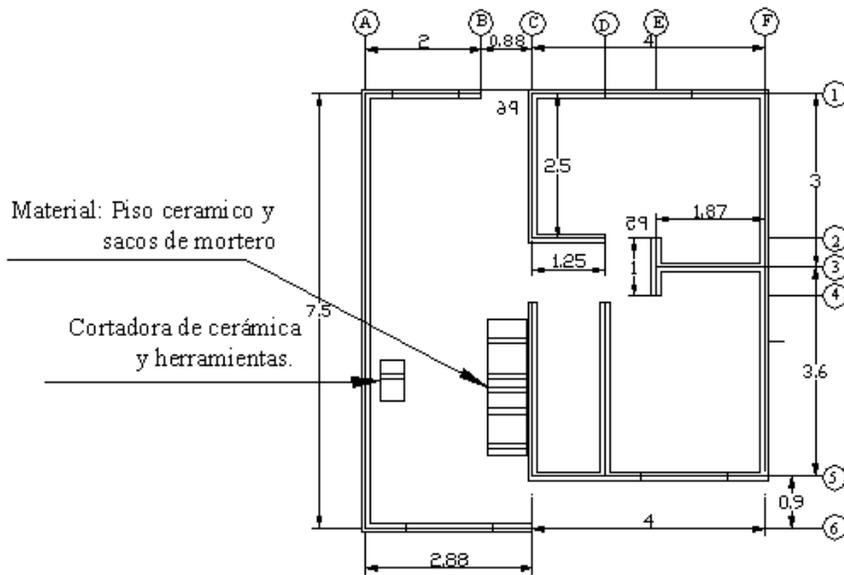


Figura #17. Planta arquitectonica. Distribución del material y herramientas en el lugar.

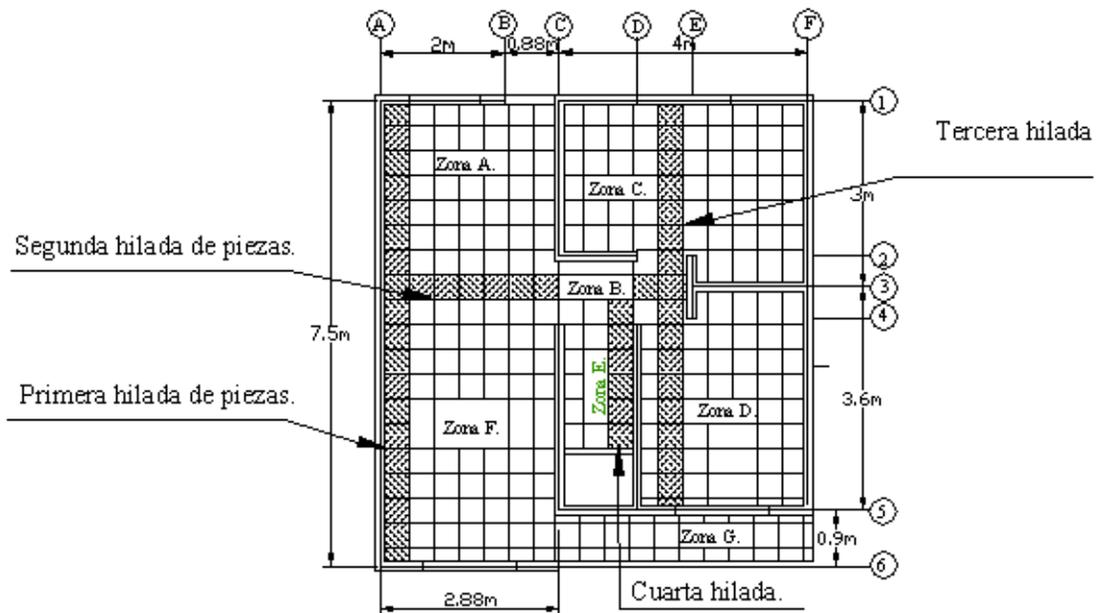


Figura #18. Planta arquitectonica Zonas de colocación e hiladas de piezas para guía.

Análisis de los resultados

5.1 Chorrea de contrapiso

- El diseño del contrapiso especificado en los planos (ver figura #6) se respetó a la hora de la construcción. El Espesor del lastre fue el adecuado así como su compactación. Además el espesor del concreto (ver tabla #3 y tabla #4) mejoró considerablemente, paso de 6.26 cm a 8.32 cm, lo que representa en 45 m², un volumen de 0.956 m³ de concreto, el cual, no se estaba colocando anteriormente.
- La limpieza se realizó una hora antes de la chorrea y en esta se eliminó toda la basura que pudiera contaminar el lastre y el concreto, mejorando así la calidad del mismo.
- El fontanero y el electricista respetaron los niveles del contrapiso y además instalaron las tuberías con ganchos, confeccionados con varilla #2 (0.635 cm).
- Las pruebas de laboratorio, realizadas al lastre y al concreto previas y posteriores a la aplicación del nuevo método fueron las adecuadas. Lo que demuestra que independientemente del método utilizado los resultados permanecieron positivos.(ver anexo #7)
- Se prohibió que los trabajadores realizaran sus labores descalzos, velándose por el aumento de la seguridad y la calidad del trabajo de las personas.
- Los animales (perros) que rondaban la construcción, fueron expulsados de la misma, previendo así daños en el concreto fresco, que se colocase en el futuro.
- Al utilizar el vibrador en la colocación de concreto, se mejoró significativamente la calidad de este, al eliminar posibles vacíos internos que podrían provocar fracturas al concreto.
- Al cambiar el orden de descarga y cantidad de concreto suministrado (ver figura #7 y # 8) por cada descarga, se incrementó positivamente el rendimiento de la cuadrilla (ver cuadro #4), este pasó de 0.56 m³ / hora-hombre a 0.89 m³/ hora-hombre.

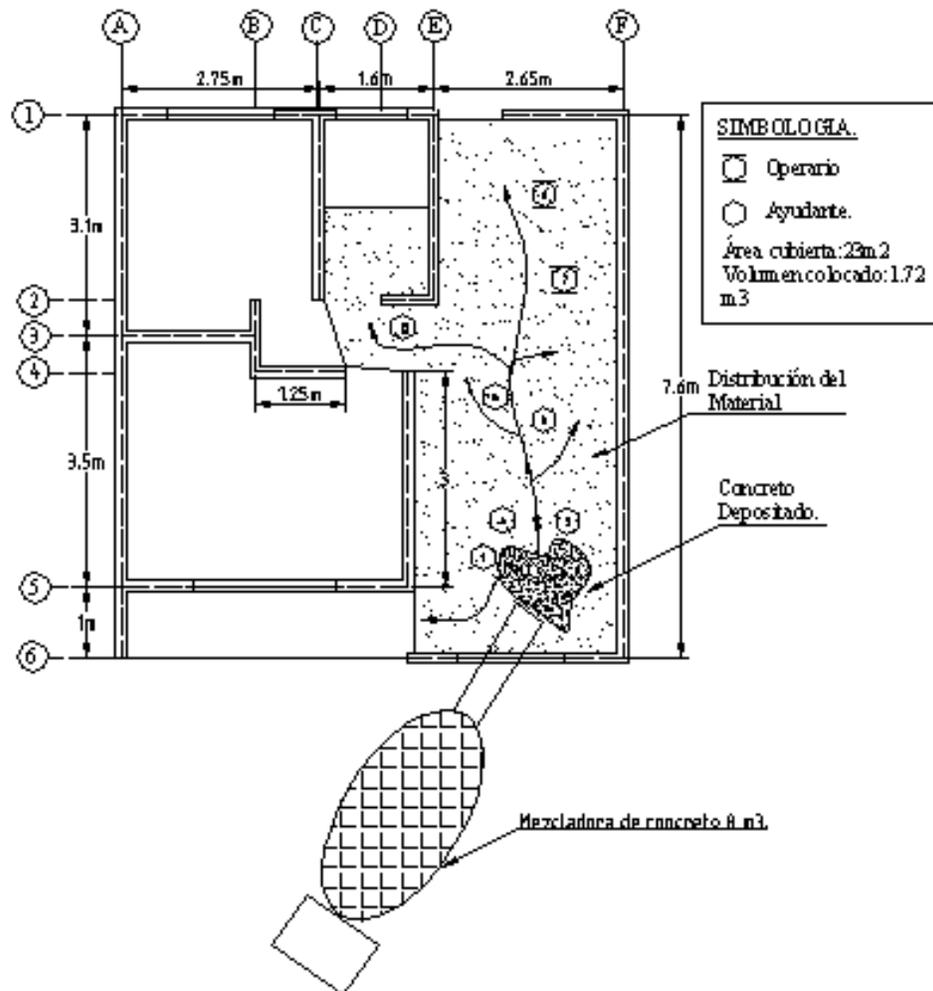


Figura #7. Planta arquitectonica.
Distribución del Concreto en la Primera
descarga Método nuevo.

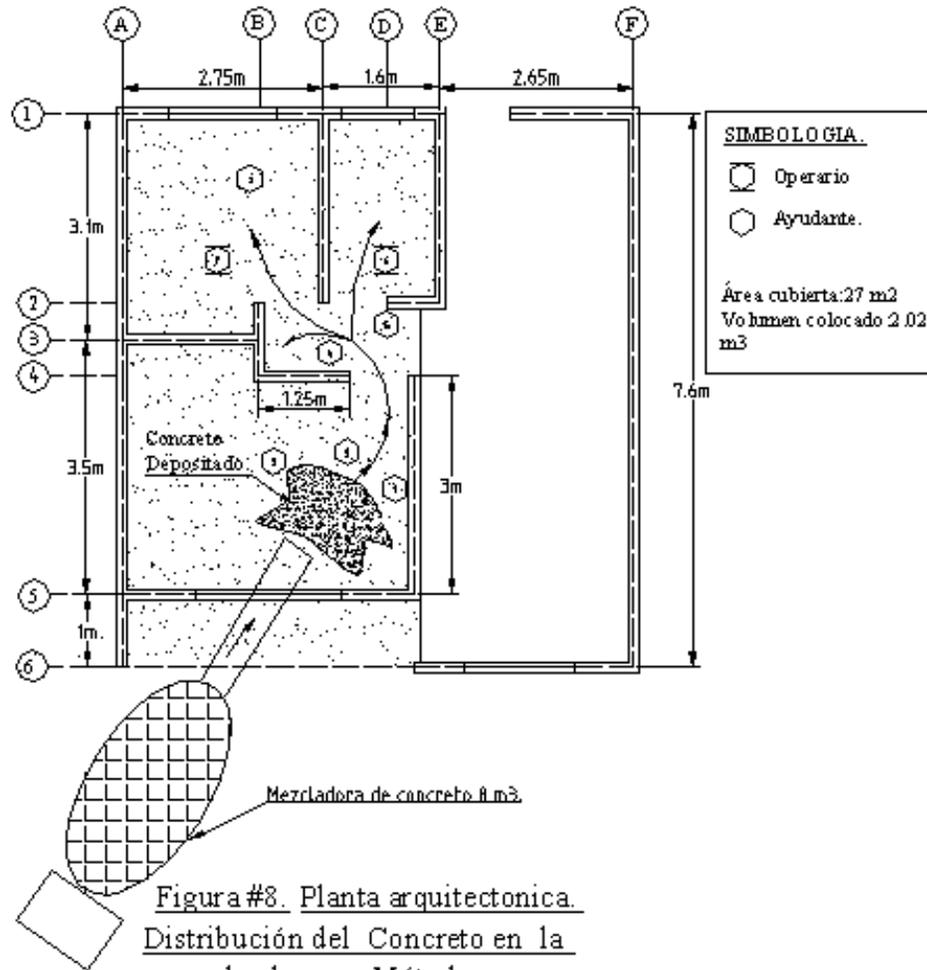


Figura #8. Planta arquitectonica.
Distribución del Concreto en la
segunda decarga Método nuevo.

5.2 Instalación de Formaleta en viga corona

- El plan estratégico para la colocación de la formaleta se respetó conforme lo propuesto, en el siguiente orden:
 - Instalación de formaleta en las puertas y las ventanas.
 - Instalación de la formaleta en las paredes exteriores.
 - Instalación de la formaleta en paredes interiores.

Con esta práctica se ordenó el proceso de la instalación.

- La formaleta se trajo limpia y sin clavos de la casa contigua, eliminando esta actividad en el proceso de la colocación de la formaleta. Además la seguridad de los trabajadores y visitantes del residencial aumento considerablemente.
- El banco que se incorporo a la confección de la formaleta, ayudo grandemente a la calidad de esta y además, garantizo una adecuada salud de los trabajadores, al no tener que inclinarse hasta el suelo para poder cortar la formaleta.
- Al reducir la cuadrilla a un operario y un ayudante, tuvo resultados positivos debido a que el rendimiento de esta se mantuvo prácticamente igual, este paso de 3.36 m/ hora hombre, a 3.29 m/ hora hombre. Lo que nos indica que el operario que anteriormente estaba trabajando estaba siendo innecesario. (ver tabla #5 y #6)
- El formulario que se quería implantar en el nuevo método para la inspección, ya existía en FUPROVI, este se puso en practica y lo utiliza el Maestro de obras. Con excelentes resultados en la calidad de la formaleta.

Tramos de formaleta del 1 al 3,
a lo largo del eje 1

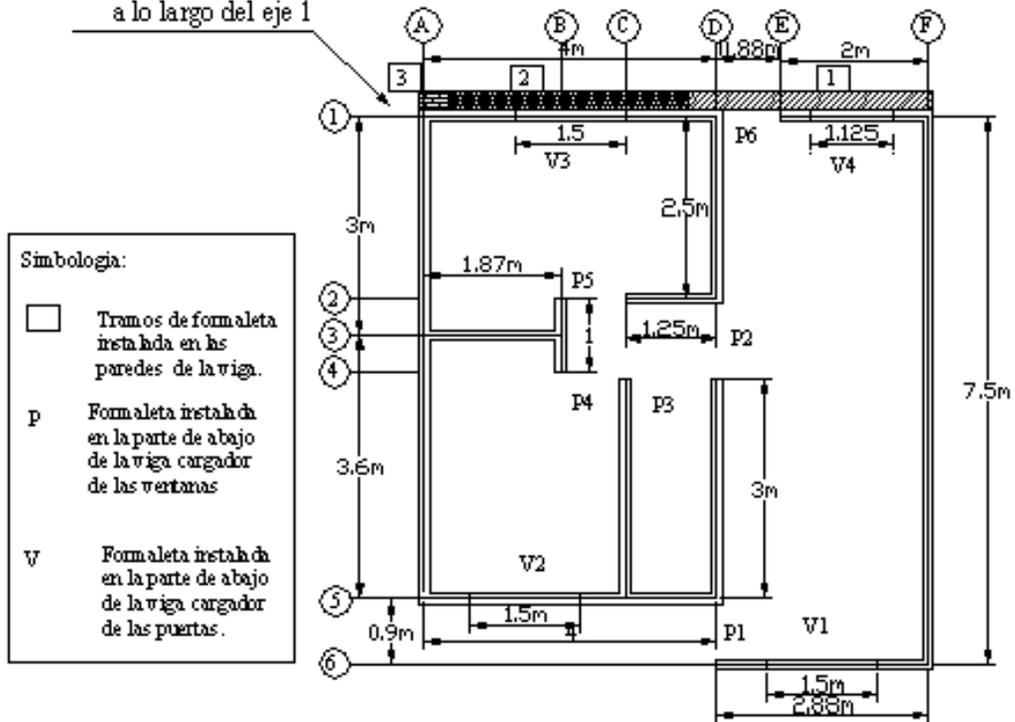


Figura #13. Planta arquitectonica. Tramos y Buques de puertas y ventanas, para la instalación de formaleta.

5.3 Pega de bloques

Para los resultados de este análisis se mantuvo el proceso anterior, se eliminó el proceso de confección de andamios con bloques y se incluyó el proceso de confección del andamio de madera (ver tabla # 10 y #11).

- Al no lanzar los bloques de concreto del carrito al suelo se garantiza que estos tendrán sus características estructurales en óptimas condiciones.
- La confección del andamio redujo el rendimiento de la cuadrilla de 18 bloques/hora hombre a 16.4 bloques/hora hombre. Pero con esto se aumentó la seguridad y la calidad de los trabajadores. Además este rendimiento, posiblemente se recupere y hasta se aumente por los varios usos que se le da, a este andamio, conforme avance la construcción de las casas en el residencial.

5.4 Pega de Cerámica

Para los resultados de este análisis se mantuvo el proceso anterior y se mejoraron la continuidad del proceso y la comunicación del operario con el maestro de obras.

- El rendimiento de la pega es el mismo, sin embargo la continuidad del proceso mejora, pasó de una semana y un día, a tres días completos. Este resultado se obtuvo de la observación de procesos posteriores, se realizó una toma de tiempos únicamente al proceso en general. No se profundizó en la toma de datos más detallados.
- La comunicación del operario con el Maestro de obras y viceversa, mejoró grandemente debido a que el material fue llevado al lugar de trabajo a tiempo.

El cálculo de los materiales, también mejoró, estos fueron los suficientes y el sobrante fue mínimo.

Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Con la aplicación de esta técnica se describen los procesos constructivos de las actividades, detalladamente lo que permite conocer todas y cada una de las partes del proceso.
- La aplicación de esta técnica permite que se detecten y mejoren los procesos y procedimientos de las actividades que se están construyendo mal.
- El aprovechamiento de los insumos disponibles y la calidad de estos (materiales, energía, maquinaria, equipo, y recurso humano), con la aplicación de esta técnica incrementaron satisfactoriamente.
- Con la aplicación de la técnica se logra reducir la duración de las actividades a los procesos que están mal planificados y por consiguiente disminuye tiempos en la programación así como en los costos.
- En el desarrollo de la técnica se conoce si un proceso constructivo se está llevando a cabo adecuadamente o no.
- La organización de los trabajadores en la cuadrilla de trabajo es un factor importante a considerar para mejorar la productividad de las actividades constructivas.
- En las actividades que se realizan por contrato, los trabajadores descuidan la calidad del producto, sin la adecuada inspección.
- La inspección del ingeniero residente como del maestro de obras, en la construcción es vital para un desarrollo adecuado de los procesos constructivos.
- Los encargados de solicitar y suplir los materiales y los que realizan los cálculos de estos en el campo tienen que estar concientes de que pueden incurrir en atrasos considerables, por alguna deficiencia.
- La seguridad en la construcción es un muy importante y si no se toman las medidas adecuadas, la empresa puede incurrir en grandes gastos y atrasos en la programación. Aparte de un bajo desempeño de los trabajadores por la inseguridad que están viviendo.
- La higiene en el lugar tiene que ser apropiada para dar una buena imagen de la empresa y además, se evitaren posibles enfermedades.

6.2 Recomendaciones

- La técnica de estudio de métodos es aplicable a la industria de la construcción con el objetivo de aumentar la productividad, mejorar procesos constructivos y obtener un mejoramiento continuo de la empresa.
- Este método es útil para el mejoramiento continuo de una empresa de construcción.
- Se recomienda la aplicación de la técnica de estudio de métodos a procesos constructivos, en el estudio de la ingeniería en construcción, para obtener una actitud más crítica y conocer el desarrollo de los procesos constructivos.

Bibliografía

- Oficina internacional del trabajo.1996..
INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO. GINEBRA. SUIZA. Cuarta edición revisada
- Krick Edward V.1970.**INGENIERIA DE METODOS. MÉXICO.** Primera edición. Editorial Limusa
- Pérez Marcial.1970.**COMO MEJORAR LOS METODOS DE TRABAJO.** Primera edición. Ediciones de Deusto.
- Castro Alfaro Victor,Gonzalez Alvarado Fernando.1987.**APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DEL ESTUDIO DE METODOS AL MEJORAMIENTO DE PROCESOS.** Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago
- Solano Siles Javier.1985.**PRACTICA DE ESPECIALIDAD TF 1101.** Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago

Anexos

Anexo #1 Formulario cursograma Analítico
Oficina Internacional del trabajo. Introducción al estudio del trabajo. Cuarta edición revisada 1996.

Anexo #2 Tablas para la actividad de chorrea de contrapiso

Anexo #3 Tablas para la actividad de formaleta de viga corona.

Anexo #4 Tablas para la actividad de pega de bloques.

Anexo #5 Tablas para la actividad de pega de cerámica.

Anexo #6. Detalles Constructivos típicos de las casas en estudio.
Fundación Promotora de Vivienda organización privada sin fines de lucro (FUPROVI).

Anexo #7. Informes de laboratorio de resistencias de concreto y compactación de lastre.
Fundación Promotora de Vivienda organización privada sin fines de lucro (FUPROVI).

