UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA INDUSTRIAL

Mon
670
V297
2007

ESTUDIO PARA DETERMINAR LOS TIEMPOS, NORMAS Y CONDICIONES SEGURAS PARA LA FABRICACION DE VIVIENDAS EN RESIDENCIAL SAN ANDRES.

ELABORADO POR:

BR. LESMARK BENITO VARGAS PEREZ

TUTOR:

ING. JUAN JOSE LOPEZ GUADAMUZ

ASESOR:

ING. IVAN ROBERTO ZELAYA LACAYO

MANAGUA, 12 OCTUBRE DEL 2007

DEDICACTORIA

A DIOS: que es el alfa y el omega, Padre celestial, quien me guía, más allá de lo que puedo imaginar.

A MI MAMA, ABUELITOS y HERMANOS: imagen y providencia de Dios en mi existencia que, con ilusión, han esperado la culminación de mi carrera, el cual es un paso importante en mi vida.

A MI FAMILIA Y A MIS PROFESORES: hombres y mujeres que han puesto su mayor empeño a lo largo de estos años para la feliz culminación en esta etapa de mi vida.

A LEON: ciudad universitaria y centro de Nicaragua, desde 475 años, en donde se inspiraron bellas composiciones musicales y creaciones poéticas, de fama universal.

RESUMEN EJECUTIVO

Residencial San Andrés tiene como producto principal y único la construcción de viviendas, en donde se ofrece un modelo de casa, la cual es llamada Almendro sencillo, por el cual el área de construcción de la casa es de 50.98 metros cuadrados, con un diseño de ampliación, en donde la proyección de ampliación corresponde al cuarto principal con baño más una terraza techada, por lo que está diseñada de tal manera que al ejecutarse la construcción de ampliación no debe causar trastornos, ni demolición de la edificación básica, en el cual la casa equivale a un lote de 162 metros cuadrados, equivalentes a 230 varas cuadradas con medidas de 9 metros de frente y 18 metros de fondo, en donde consta de servicios básicos como: sala, comedor, área de cocina, área de lavado, dormitorio principal con su baño propio, un baño adicional y terraza.

En el proyecto de construcción de casas residencial San Andrés, surgió una necesidad de gran valor para los organizadores del proyecto, que se enmarcó en la escasa industrialización, por lo que este estudio pretende incrementar la productividad por medio de establecimientos y determinación de tiempos, normas y condiciones seguras para la fabricación de viviendas en residencial San Andrés, por el cual se le brindó solución a través de la implementación de las diferentes técnicas y herramientas de la carrera de Ingeniería Industrial, de manera en específica se realizó un diagrama de flujo para identificar el proceso de construcción de casa, y tener así una mejor visualización del proceso de construcción de casa, en donde posterior al proceso constructivo de la casa se procedió a definir los tiempos y normas de producción actuales, en donde arrojó un resultado que una casa de Almendro sencillo es terminada en 57 días, en donde posterior a ello se evaluó y se comparó los tiempos actuales y reales versus los tiempos estimados por los organizadores del proyecto, en donde brindó una respuesta de una sobre valoración del presupuesto de C$ 535.26 córdobas por casa, sumando un total en el proyecto de C$ 731,165.16 córdobas, esta sobre estimación de presupuesto es debido a que no se tenía claro la norma y el tiempo de producción por casa, una vez finalizado esta fase de comparación de tiempos, fue necesario determinar el número óptimo de fuerza laboral por casa, el cual dió como resultado de 4 obreros por casa, en donde todos estos estudios servirán para brindar las bases para incrementar

la eficiencia del trabajo y de manera en especial servirán de información a otros sistemas de la empresa como el área de costos y de programación de producción.

También dentro de este estudio, se elaboró un diagrama de pescado para observar a través de este método las principales causas problemas que presenta el proyecto, en donde se brindó sugerencias al respecto, otro análisis que se realizó fue la necesidad de crear un diseño de taller en donde se incluyeran las actividades de armado de acero, fontanería, carpintería y electromecánica, el cual servirá para una mejor comodidad y un lugar en específico donde construir y elaborar las piezas correspondientes a estas actividades, dado que antes solo existía un taller el cual era el armado de acero por lo que las demás actividades como fontanería, carpintería y electromecánica no tenían un lugar especifico donde realizar sus actividades por lo cual se dio respuesta como se mencionaba anteriormente a través de un taller en donde se incluyeran todas las actividades dichas .

Otro aspecto que se evaluó y desarrolló fue el tema de seguridad laboral en donde se elaboró un programa de seguridad para disminuir así los accidentes laborales y sentar las bases de un plan de seguridad.

Otra medida que se tomó en consideración fue el definir, determinar y seleccionar un plan de mantenimiento, el cual tenía por objeto evitar un deterioro de maquinaria.

INDICE

I. INTRODUCCION 1

OBJETIVOS 4

GENERAL: 4
OBJETIVOS ESPECIFICOS 4

JUSTIFICACION 5

MARCO TEORICO 9

HIPOTESIS 26

METODOLOGIA 27

II. DESARROLLO 33

GENERALIDADES 33

EL PROCESO Y EL SISTEMA PRODUCTIVO EN SAN ANDRES 37

PROCESO PRODUCTIVO DE CONSTRUCCION EN RESIDENCIAL SAN ANDRES. 41
DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCITIVO 44
FLUJO DEL PROCESO 47
DIAGRAMA ANALITICO 48
TIEMPO ESTANDAR DE LA PRODUCCION 49
DIFERENCIA EN COSTOS. 53
INDICES DE PRODUCTIVIDAD DE LAS PRINCIPALES MAQUINAS DEL PROCESO PRODUCTIVO. 55
DISEÑO DEL NUEVO TALLER 64

CALIDAD 67

SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PRODUCCION DEL PROCESO DE CONSTRUCCION EN SAN ANDRES 67
PROBLEMAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL. 70
DIAGRAMA DE ESQUINA DE PESCADO 80
DIAGRAMA DE CALIDAD 81

SEGURIDAD 82

SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES EN SAN ANDRES 82
LA SEGURIDAD COMO UN SISTEMA 83
LA SEGURIDAD Y EL TRABAJADOR EN PROYECTO SAN ANDRES 85
ACTITUDES DEL TRABAJADOR EN PROYECTO SAN ANDRES 86
CONDICIONES AMBIENTALES. 87
PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE 91

AREA DE MANTENIMIENTO 93

FORMATOS PARA EL AREA DE MANTENIMIENTO 96
MANTENIMIENTO PREVENTIVO 103

CONTROL DE MATERIALES 104

III. CONCLUSION 107

RECOMENDACIÓN 108

BIBLIOGRAFÍA 109

ANEXOS 110

ANEXO 1. FORMATO PARA LOS TRABAJADORES. 110
ANEXO 2. TABLA DE AMBIENTES. 111
ANEXO 3. PLANTA DE DISTRIBUCION DE AMBIENTAS EN VIVIENDAS DE SAN ANDRES. 112
ANEXO 4. MUESTRAS 113
ANEXO 5. TALLER DE ARMADO DE ACERO. 120
ANEXO 6. SUPLEMENTOS 121

I. INTRODUCCION

Construcciones Lacayos Fiallos quien participa como empresa ejecutora de este proyecto, cuenta con una basta experiencia en su campo; surge como pionero de la construcción en los años 30 logrando llevar a cabo la construcción de los principales edificios de la ciudad de Managua. Es una de las empresas líderes en el entorno nicaragüense del sector de la construcción, fue una de las empresas fundadoras de la Cámara Nicaragüense de la Construcción.

A lo largo de 63 años de estar operando, la empresa ha ejecutado diversos proyectos de diferentes especialidades, no obstante la experiencia específica ha sido en las obras verticales.

Ha desarrollado proyectos de viviendas en serie. Entre los más importantes ejecutados por construcciones Lacayo Fiallos se pueden mencionar en Managua el proyecto de: Villa Santa Fe, San Ángel (1ra. Etapa) y además construyó y desarrolló los proyectos de las Cañadas, Villa Fontana Este y actualmente tiene en esta etapa de operación los dos proyectos más grandes como son Sierras Doradas y Altos de Sierras Doradas que son actualmente los de mayor éxito de ventas en el mercado Nicaragüense del sector vivienda.

En esta fase surge el proyecto de residencial San Andrés, el cual pertenece a la sociedad INDECASA, esta es una sociedad de reciente construcción, no obstante los socios son conocidos empresarios con una basta experiencia en la actividad de desarrollo de proyectos especialmente del área urbanística y constructiva quienes a través de su experiencia en Construcciones Lacayo Fiallos en la que también tienen participación accionaria y constituyen su board de dirección ejecutiva, han desarrollado exitosamente varios proyectos urbanísticos, esta sociedad ha suscrito contrato para la ejecución y desarrollo del proyecto con la sociedad Construcciones Lacayos Fiallos quien en calidad en desarrollador del proyecto tiene a su cargo todas las distintas fases como preinversión, estudios técnicos y económicos, obtención de permisos institucionales, análisis y tramitación de las factibilidades técnicas para los servicios públicos del residencial, construcción, administración, promoción y ventas.

En el proyecto residencial San Andrés, surgió una necesidad de gran valor para los organizadores del proyecto, que se enmarca en la escasa industrialización, definido de manera específica en la falta de establecimientos de tiempos, normas y condiciones seguras de producción en la construcción de viviendas.

Por ende el proyecto que se desarrollará a lo largo del estudio, será el incrementar la escasa industrialización del proyecto, por medio de la definición y determinación de los tiempos, normas y condiciones seguras de producción para la construcción de viviendas en residencial San Andrés, con ello se pretende conseguir: incrementar la eficiencia del trabajo y proporcionar estándares de tiempos que sirvan de orientación a otros sistemas de la empresa como por ejemplo el área de costos, programación de producción, de supervisión.

Así mismo el estudio se desarrollará en tres capítulos que conforman la guía básica de la tésis monográfica.

El primer capítulo se presentará los objetivos trazados para el estudio, su justificación correspondiente, así como también el marco teórico, que contiene los principales conceptos a emplear y la metodología a utilizar.

En el segundo capítulo se analizarán los tiempos, normas y condiciones seguras de producción para la fabricación de casas en residencial San Andrés, en donde se evaluó los tiempos y normas que existen actualmente para la construcción de viviendas, para su posterior comparación con los tiempos y normas estimados que tienen los organizadores y encargados en la construcción de casas en residencial San Andrés, evaluando sus respectivos costos, en este capitulo también se elabora el diseño de un taller en donde se incluyen las actividades como: armado de acero, carpintería, electromecánica y de fontanería.

En el tercer capítulo se registrarán las conclusiones y recomendaciones del estudio.

San Andrés es un proyecto que consiste en el desarrollo de 69 manzanas de terreno destinado a la ejecución de obras de urbanización e infraestructura y a la construcción, de 1,366 viviendas destinadas para el segmento de clase media con ingresos familiares no menores de 750 dólares mensuales.

El proyecto se desarrolla en dos grandes etapas 1ra. Etapa consta de 634 viviendas y posteriormente la 2da. Etapa constará de 732 y a su vez cada etapa se realizará en fases de manera gradual obedeciendo dos criterios que son: la lógica del orden geográfico de los bloques o cuadras que conforman el diseño y en segundo lugar el avance de volúmenes de ventas.

El área total del terreno es de 69 manzanas, con un 49.16% esta destinado a áreas verdes, y áreas comunes como calles, parques, equipamiento, andenes, etc. Obteniéndose por tanto un área neta de 30.9 manzanas para viviendas y área comercial.

Residencial San Andrés esta ubicado en el sector Suburbano Occidental de Managua en las inmediaciones del Km. 10.5 de la carretera Managua y León (conocida como carretera nueva hacia León).

La modalidad de ejecución es en forma gradual, en bloques de aproximadamente 15 o 20 viviendas según el diseño de la urbanización, a ello se complementa un programa de mercadeo de viviendas que permita la entrega al usuario final al menor tiempo posible.

El modelo básico de las viviendas contempladas en el presente proyecto tienen un área de construcción de 50.98 m^2 con un área de terreno de 230 v^2 por lote. La infraestructura del proyecto incluye calles pavimentadas, andenes peatonales, caseta de control en la entrada, agua potable, luz eléctrica, alcantarillado sanitario con su propia planta de tratamiento para las aguas negras, desagües pluviales y áreas verdes para esparcimiento.

OBJETIVOS

GENERAL:

- Determinar los tiempos, normas y condiciones seguras para la fabricación de viviendas en el proyecto residencial San Andrés.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar los flujos de procesos en la construcción de casas en residencial San Andrés.
2. Definir los tiempos y normas de producción actuales.
3. Comparar los tiempos y normas de producción actuales versus los estimados por los organizadores del proyecto.
4. Determinar el número óptimo de obreros para la construcción de casas.
5. Elaborar un diseño de taller en donde se incluya el armado de acero, electromecánica, fontanería y carpintería.
6. Realizar y analizar un plan de ahorro, comparando los tiempos y normas de producción reales versus los estimados por los organizadores del proyecto.
7. Definir las condiciones seguras que debe poseer el proyecto para una buena productividad.

JUSTIFICACION

Para las entidades de los países de la región, los nuevos paradigmas ofrecen condiciones que exigen mayor flexibilidad, menos en trabamientos burocráticos, que por ende generan respuestas mas rápidas y creativas.

Por su parte, las características imperantes en el mercado configuran una clientela más exigente en calidad, precio y oportunidad, aunado a una creciente oferta de productos provenientes de los países industrializados, lo que obliga al empresariado a hacer ajustes permanentes en las estrategias de producción, como en la colocación de un mercado cada vez más creciente y competitivo.

El desafió más serio para las empresas, es la globalización y sus tendencias relacionadas, como lo son las nuevas condiciones de libre mercado, liberalización de las economías y la apertura comercial que imponen nuevos factores críticos, tanto externos como internos, a los actores económicos de nuestras sociedades.

Enfatizándose a la industria de la construcción es un área de gran actividad e importancia dentro del desarrollo económico de un país. Muchos están convencidos de que esta actividad es un verdadero motor, que impulsa el progreso de una sociedad. Un análisis simple permite comprobar que todos los seres humanos son usuarios intensivos de productos de la construcción, en la mayoría de las actividades que realizan y que a diferencia de otras actividades industriales, la construcción es parte fundamental del desarrollo de una sociedad y de un país. Entre las muchas razones que explican la gran importancia que tiene este sector industrial dentro de la actividad económica y el progreso de un país, se encuentran los siguientes:

- A través de la construcción y sus productos, se satisfacen las necesidades de infraestructura de la mayoría de las actividades económicas y sociales, como también las necesidades de vivienda.
- La construcción utiliza una cantidad importante de recursos públicos y privados (generalmente escasos), ya que demanda una alta inversión para la gran mayoría de obras que se ejecutan.
- La construcción es una fuente importante de trabajo, ya que se usa mano de obra en forma intensiva.

- La construcción genera una importante actividad indirecta en muchas otras áreas de la economía.

En forma particular el proyecto San Andrés presenta un conjunto de características que explican, en parte mucho de los problemas de desarrollo que presenta, aunque no los justifica en su totalidad. Estas características únicas son las siguientes:

1. Curva de aprendizaje: la continua movilización de personal entre diferentes áreas (diferentes trabajos), su duración limitada, la creación y posterior disolución del proyecto, limita en una gran proporción la capacidad de aprendizaje.
2. Sensitividad al clima: a diferencia de otras industrias la rama de la construcción es afectada por el clima y el entorno natural, dada la condición de que gran parte del trabajo se realiza al aire libre, caracterizándose en particular el proyecto, lo que ocasiona fatiga y cansancio a los trabajadores.
3. Presión de trabajo: este se caracteriza por trabajar contra el tiempo, donde la presión por el cumplimiento de plazos es muy intensa. Esta realidad limita el esfuerzo de la administración por planificar y organizar adecuadamente los trabajos y la hace proclive a una gran cantidad de errores y problemas.
4. Capacitación y reciclaje: el personal no cuenta con programas de capacitación que le permitan un desarrollo sostenido de su capacidad, la cual adquieren principalmente sobre la base de la experiencia.
5. Planificación deficiente: esta es una función que no es realizada en forma efectiva, por lo que muestra un uso inadecuado de la misma planificación, tanto a largo, como a corto plazo, por lo que estos tienden a trabajar en función de lo inmediato, enfatizándose muchas veces en aspectos que no son críticos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
6. Base en la experiencia: esto se valora experiencia, esta realidad lleva a una falta de motivación del personal para reciclarse y adquirir nuevos conocimientos y tecnologías que podrían aportar un mejoramiento general de la actividad.

En síntesis todo lo anteriormente mencionado se enfatiza en la existente escasa industrialización. Ello conlleva a un deficiente control en producción, en si a una escasez de conocimiento de los tiempos, normas de producción y condiciones seguras que deben poseer para la optimización de fabricación de viviendas en residencial San Andrés, en donde estos tiempos y normas se basan a través de métodos poco eficaces y efectivos, como son por ejemplo a base de estimados y experiencias laborales anteriores a otros proyectos.

Una escasa industrialización ocasiona un bajo rendimiento en los obreros, en las estaciones y puestos de trabajo.
El tener consigo una reducida industrialización trae consigo un escaso control de los requerimientos de materiales, lo que conlleva a faltantes y a tiempos ociosos.

Por ende la escasa industrialización trae como consecuencia inmediata, deficiencias y escasa efectividad lo que se traduce a gastos excesivos de los recursos empleados.

Por lo que el estudio se limitó al análisis y determinación de los tiempos, normas y condiciones seguras de producción en la construcción de viviendas en residencial San Andrés, en donde se podrá aseverar los tiempos y normas existentes en el proyecto, cabe mencionar que dentro de ello se analizará y se justificará los costos- beneficios en referente a tiempos y normas de producción actuales versus los estimados por los organizadores, así como obtener el número óptimo de obreros.

De lo escrito en el párrafo anterior se pretende alcanzar dos objetivos: uno es incrementar la eficiencia del trabajo a través de condiciones seguras y dos es proporcionar estándares de tiempos que sirvan de información a otros sistemas de la empresa, como el de costos, programación de producción y de supervisión.

Otro aspecto que se evaluó es la seguridad laboral de los empleados con ello se precisa disminuir los accidentes laborales.

Otras medidas que se tomó en consideración es definir, determinar y seleccionar un plan de mantenimiento, que llevaría por objeto evitar un deterioro de maquinaria, equipo y herramientas utilizadas.

MARCO TEORICO

El proyecto debe analizarse técnicamente, es decir, desde una perspectiva ingenieril, en donde se especifique la técnica, proceso de producción, cumplimiento de normas y alternativas de reducción de costos.

Medición de trabajo: Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo, que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operario para terminar una tarea especifica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado.
De la definición anterior se observa que el objetivo inmediato de la medición del trabajo es la determinación del tiempo estándar, o sea, el medir la cantidad de trabajo humano necesario para producir un artículo en términos de un tipo o patrón que es el tiempo.

Tiempo estándar: Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

Estudio de tiempos con cronometro: Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.
Un estudio de tiempos con cronómetro es lleva a cabo cuando:

a. Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
b. Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
c. Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
d. Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
e. Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna maquina o grupo de máquinas.

Método de lectura de con retroceso a cero: Consiste en oprimir y soltar inmediatamente la corona de un reloj de un golpe al terminar cada elemento, con lo que la aguja regresa a cero e inicia inmediatamente su marcha. La lectura se hace en el mismo momento en que se oprime la corona. La cual tiene por ventajas:

- Proporciona directamente el tiempo de duración de cada elemento, disminuyendo notablemente el trabajo de gabinete.
- Es muy flexible, ya que cada lectura se comienza siempre en cero.
- Se emplea un solo reloj, del tipo menos costoso.

Valoración del tiempo de trabajo: La valoración del ritmo de trabajo y los suplementos son los dos temas discutidos en el estudio de tiempos. Estos estudios, tienen por objeto determinar el tiempo tipo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas, determinar el costo estándar o establecer sistemas de salarios de incentivo.

La calificación de la actuación: es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea. Entendemos por operador normal, al operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo a una marcha, ni demasiado rápida ni demasiado lenta, sino representativa de un término medio.

Suplemento: Es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea.

Suplemento por retrasos por fatiga: Estas son tres definiciones del concepto:
Fatiga: es estado de la actitud física o mental, real o imaginaria, de una persona, que incluye en forma adversa en su capacidad de trabajo.
Fatiga: es cualquier cambio ocurrido en el resultado de su trabajo, que está asociado con la disminución de la producción del empleado.
Fatiga: es la reducción de la habilidad para hacer un trabajo debido previamente efectuado.

Trabajo de pie: Este tipo de trabajo lleva consigo un suplemento adicional. En varios países, la ley ha reconocido últimamente que el trabajo de pie es más cansado y exige que en el lugar de trabajo o cerca de él haya asientos para los periodos de descanso.

Monotonía: Se motiva por anonadamiento, aburrimiento, fatiga casi hipnótica por la repetición exactamente igual del ciclo de trabajo, acompañado con ruido, reflejos, etc.

Monotonía física: Es la sensación causada por el uso repetido de ciertos miembros u órganos (dedos, manos, brazos y piernas).

Esfuerzo físico: Se causa por acumulación de toxinas en los músculos, por lo fatigoso del trabajo típico, el predominante del puesto; por posición incómoda de trabajo, por tensión sostenida muscular, tensión nerviosa, etc.

Elementos causales o contingentes: Son aquellos que se presentan generalmente al empezar o al terminar la operación, tales como montaje de la máquina, preparación de la operación puesta a punto, primeras piezas de prueba.

Trabajo: Es la aplicación de técnicas que determinen el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierta en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

Trabajo no contributorio o no productivo: Cualquier actividad que no corresponde a algunas de las siguientes categorías. Algunos ejemplos son: caminar con las manos vacías, esperar que otro obrero termine su trabajo, etc.

Trabajo contributorio: Aquel trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Algunos ejemplos de actividades en esta categoría: recibir o dar instrucciones, leer planos, retirar materiales, ordenar o limpiar, descargar un camión, etc.

Trabajo productivo: Aquel trabajo que aporta en forma directa a la producción, incluyendo actividades tales como la colocación de ladrillos, el pintado de un muro o la colocación de hierros.

Eficiencia: Alguna medida (razón) de productos a insumos.

Especialización en el trabajo: Concepto que implica el dividir las actividades de un puesto en subactividades especializadas y la reasignación del trabajo de acuerdo a las actividades por realizar.

Satisfacción en el puesto: Comportamiento de los empleados a un grado tal que su trabajo llena o satisface sus necesidades.

Actividad elemental: La más pequeña actividad que puede ser asignada a una estación de trabajo.

Actividad predecesora: Una actividad que se debe llevar a cabo de antes de hacer otra (subsecuente).

Análisis de puestos: Estudio minucioso de una actividad en un esfuerzo para eliminar las que no son necesarias y encontrar formas para hacer dicha actividad más rápida y más fácil.

Mano de Obra: Es el esfuerzo físico y mental que se consume en elaborar un producto. El costo de la mano de la obra es el precio que se paga por emplear recursos humanos. La compensación de los empleados que trabajan en la producción representa el costo de la mano de obra.

Producción: Se entiende por producción la adaptación de valor a un bien, producto o servicio por efecto de una transformación. Producir es extraer o modificar los bienes con el objetivo de volverlos aptos para satisfacer ciertas necesidades.

Productividad: Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicio y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos, trabajo, capital, tierra, materiales, energía, e información en la producción de diversos bienes y servicios. Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos o el logro de una mayor producción en volumen y cantidad con el mismo insumo. Esto se suele representar con la fórmula:

Productividad = Producto / Insumo

Productividad Total: El concepto de productividad está estrechamente vinculado con la calidad del diseño, de los insumos, del proceso del producto. En ese sentido la productividad total es el punto en que los conocimientos técnicos y los intereses humanos, la tecnología, la gestión y el medio ambiente económico, social y empresarial convergen.
Es decir, la productividad total es una combinación de factores externos e internos.

Los factores externos son los que quedan afuera del control de la empresa, y los factores internos son los que están bajo el control de la empresa.

Productividad de los factores externos: Está determinada por los factores macroeconómicos que afectan la productividad de la empresa. Entre los factores externos cabe mencionar:

Ajustes estructurales:

Cambios económicos: Los cambios inducidos por los programas de ajustes estructurales afectan el empleo, la composición del capital, la tecnología, la escala de producción y la competitividad.

Cambios estructurales en la Fuerza de Trabajo: Los cambios estructurales en la fuerza de trabajo son demográficos y sociales: tasa de natalidad, tasa de morbilidad, tasa de mortalidad, densidad demográfica, migración, experiencia laboral, educación, cargas demográficas, esperanza de vida, incorporación de la mujer en el mercado de trabajo, uso intensivo de la mano de obra versus capital, demanda de bienes y servicios, etc.

Recursos Naturales: La capacidad de una nación para generar, movilizar y utilizar recursos naturales como la mano de obra, la tierra, la energía y la materia prima es trascendental para el mejoramiento de la calidad y la productividad industrial.

Mano de Obra: La productividad de la mano de obra está vinculada con su capacidad técnica, su educación y formación profesional, sus actitudes y motivaciones, y su perfeccionamiento profesional. La inversión de estos factores mejoran entre otros la calidad de gestión.

Tierra: La expansión industrial y la agricultura intensiva son grandes consumidoras de tierra. El incremento de la productividad ha acelerado la erosión del suelo e inducido el uso de fertilizantes que contaminan el medio ambiente.

Energía: La oferta de energía incluye en la combinación de capital / trabajo y puede aumentar o disminuir la productividad.

Materias Primas: La disponibilidad, la localización, y la calidad de las materias primas son factores muy importantes para la productividad.

Productividad Total de los Factores Internos: Es la utilización eficaz y eficiente de los recursos involucrados en el proceso de producción: el capital, la tierra, los materiales, la tecnología, la energía, la información, el tiempo, el trabajo y la capacidad de gestión. Es decir, la productividad total de los factores internos es una combinación de la productividad de los factores de operación y la productividad de los factores de producción. Los factores de operación son clasificados como factores blandos porque aparentemente son fáciles de cambiar e incluyen la fuerza de trabajo, la administración, los sistemas y procedimientos de organización y los estilos de dirección; y los métodos de trabajo.

Los factores de producción son clasificados como factores duros, porque no son fácilmente cambiables e incluyen los productos; la tecnología, los materiales. Esta clasificación sirve para establecer prioridades, ya que permite identificar cuales factores son fáciles de cambiar y cuales requieren de inversiones más fuertes para transformarlos.

Productividad de los Factores de Operación: Esta referida a la eficacia y la efectividad y refleja la forma en que se obtiene los resultados y/o el grado en que se logran los objetivos. Es decir, la efectividad refleja el nivel de desempeño alcanzado por cada uno de los factores de operación:

Fuerza de Trabajo: Es el principal factor para el mejoramiento de la productividad. Todas las personas que trabajan en una organización tienen una función que desempeñar como obrero, ingeniero, gerente, director y empresario. Por otro lado, el principal objetivo que persigue la organización al contratar su personal puede resumirse en lo siguiente: que el personal tenga en cada puesto y nivel la capacidad necesaria y que todo el personal preste a la organización su más amplia colaboración:

Capacidad: Si el personal carece de la capacidad indispensable para desarrollar las labores que se encomienden, evidentemente, aunque quisiera, no podría desarrollar adecuadamente su trabajo, con lo que habría ineficacia, aun cuando el personal tuviera voluntad de colaborar.

Planificación: Aquí se establecen objetivos a corto, mediano y largo plazo, las actividades a desarrollar para lograr objetivos y la calendarización para realizar las actividades: reclutamiento y capacitación del personal; necesidades de maquinaria, equipos y herramientas; políticas de compras de materiales y repuestos, etc.

Los directivos eficaces dedican una gran proporción de su tiempo a lo que denomina planificación. Para el director de personal, planificar significa la determinación de los avances de programa de personal, de tal manera que contribuya a la consecución de las metas establecidas por la empresa. El proceso de establecimiento de metas la participación activa e inteligente del director de personal respecto de la administración del área humana.

Organización: Implica todas aquellas actividades que originan una estructuración de tareas y niveles de responsabilidad (organigramas, manual de funciones y responsabilidades, clasificación de las diferentes actividades.

Dirección: Incluye los aspectos relacionados directamente con la realización de los trabajos. La dirección transforma los planes en trabajos terminados apoyándose en los siguientes elementos: la organización, la autoridad, el liderazgo, la motivación y la comunicación.

Métodos de Trabajo: El mejoramiento de los métodos de trabajos, especialmente en los procesos productivos intensivos en el uso de la mano de obra, constituyen el sector más prometedor para mejorar la productividad. Los métodos de trabajo tienen por finalidad lograr que el trabajo manual sea más productivo, mejorando la forma en que se realizan los movimientos, los instrumentos utilizados, la disposición del lugar del trabajo, los materiales manipulados, los equipos de transporte, la maquinaria y los flujos de producción. Se trata de eliminar las actividades que agregan costo pero no agregan valor.

Productividad de los Factores de Producción: Está referida a la eficiencia y refleja la forma en que se utilizan los recursos para obtener los resultados y/o objetivos fijados. La eficiencia está relacionada con la utilización de cada uno de os factores de producción y puede ser calculada a través de la relación entre la cantidad real de productos y/o servicios obtenidos y la cantidad y/o valor de cada uno de los factores de producción utilizados. El índice de eficiencia o índice de productividad parcial de cada factor determinado por la relación entre la productividad real obtenida y la productividad estándar esperada del factor en referencia.

Producto: La productividad del factor producto significa el grado en que el producto satisface las exigencias del segmento de mercado al que esta dirigido. El valor de uso es la suma de dinero que el cliente está dispuesto a pagar por un producto de la calidad determinada. Confiabilidad, durabilidad, seguridad y facilidad de uso: todos estos elementos son parte del desempeño del producto, y deben ser entendidos en términos de lo que el cliente aprecie donde quiere que este se localice. El producto puede ser mejorado mediante un perfeccionamiento del diseño, de las especificaciones y del proceso de fabricación. El valor de lugar, el valor de tiempo y el valor de precio del producto se refiere a la disponibilidad del producto en el lugar adecuado, en el momento oportuno y a un precio razonable.

Planta, Maquinaria, Equipos e instalaciones: Estos elementos desempeñan un papel central en la productividad industrial se fundamenta en los siguientes aspectos:

- Un buen mantenimiento industrial preventivo y correctivo.
- El funcionamiento de la planta en condiciones óptimas.
- La reducción del tiempo de paro y el incremento del índice de utilización productivo de la maquinaria e instalaciones.

La productividad de la maquinaria y equipos se puede mejorar prestando atención al índice de utilización, la antigüedad y la obsolescencia, el costo de operación, partes y equipos producidos internamente, el mantenimiento, los requerimientos de capacidad, la ampliación de capacidad, el control de inventario, la planificación y control de producción, etc. La utilización de paro de la maquinaria, equipos e instalaciones se descompone de la siguiente manera:

Tiempos Máximo de Maquina: Es el máximo teórico durante el cual podría funcionar una máquina en un período dado: 24 horas por días y 365 días por año.

Tiempo Utilizable: Es aquel en que la máquina tiene quien la atienda: la jornada laboral más las horas extras.

Tiempo Inactivo: Es aquel en que la máquina podría utilizarse para producir o con otros fines, pero no se aprovecha por falta de trabajo de materiales o de obreros, comprendido el tiempo en que falta la organización de la fábrica.

Tiempo Muerto: Es aquel en que la máquina no puede funcionar con fines de producción, operaciones de mantenimiento u otras razones análogas.

Tiempo Marcha: Es aquel en que la máquina efectivamente funciona: el tiempo utilizable menos los eventuales tiempos muertos, inactivos o accesorios.

Calidad: La norma internacional ISO 9000 versión 2000 define calidad como: grado en que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos.

Requisito: Necesidad o expectativa declarada; establecida generalmente implícita u obligatoria.

Característica: Rasgo diferenciador.

Característica de Calidad: Característica inherente de un producto o proceso o sistema relacionado con un requisito.

Proceso: Es un sistema de actividades en que se utilizan recursos para transformar elementos de entrada en elementos de salida.

Sistema: Conjunto de elementos interrelacionados.

Control: Consiste en aquellas actividades que permite asegurar que el desempeño global de la organización ocurra de acuerdo con lo planeado, tomando las medidas correctivas que sean necesarias (solicitud de trabajo, orden de trabajo, requisición y devolución de materiales, hoja de registro, hoja de inspección, informes financieros y de producción, cálculo de costo, etc).

Control de la Calidad: Parte de las gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

Gestión de la Calidad: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.

Cliente: Organización o persona que recibe un producto.

Proveedor: Organización o persona que proporciona un producto, situaciones contractuales el proveedor se denomina contratista.

Conformidad: Cumplimiento de un requisito.

No Conformidad: Incumplimiento de un requisito.

Defecto: Incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado.

Especificación: Documento que establece requisitos.

Procedimiento: Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

La calidad es de importancia en todas las fases de actividades de una empresa, es decir, en todos los procesos de desarrollo, diseño, producción, ventas y mantenimiento de los productos o servicios. La gerencia debe introducir el trabajo en equipo entre los operadores, ya que su involucramiento es un aspecto clave.

Las tareas de control de la calidad giran alrededor de la producción de procesos de servicio. La primera tarea de control de la calidad puede denominarse control del nuevo diseño. La segunda tarea de la calidad consiste en el control de la materia prima comprada, esta corresponde los procedimientos de aceptabilidad de materiales, de partes y componentes comprados a otras compañías.

El tercer elemento es el control del producto. Esto implica el control de los productos en el sitio de la producción para que las correcciones que deban aplicarse se lleven a efecto con oportunidad y eviten la manufactura del producto defectuoso. La cuarta tarea es la de estudios especiales del proceso, que significa investigaciones y pruebas que ayudan a localizar causas que originan producto defectuoso y proporcionan medidas correctivas permanentes.

Diagrama de Causa – Efecto: Se utiliza para explorar en forma gráfica la relación que existe entre en un problema (efecto) y todas las causas posibles que lo generan.
El uso de este diagrama promueve el trabajo en equipo, haciendo necesaria la participación de la gente involucrada en el proceso de elaboración y análisis del diagrama. Promueve también el uso de la técnica llamada Lluvia de ideas.

Diagramas de flujo: En la planeación o examen sistemático de cualquier proceso, ya sea una actividad de oficina, de manufactura o gerencial, es necesario registrar la secuencia de actividades, de manera que puedan ser entendidas y comunicadas con facilidad a todos. El método usual para registrar hechos es elaborando diagramas de flujo, conectando los pasos con flechas desde el inicio hasta el final. El solo acto de dibujar el diagrama de flujo mejora el conocimiento del proceso, la comunicación entre los equipos de trabajo y desarrolla un sentimiento de propiedad del mismo.

Organigrama: Es la representación grafica de la estructura organizativa. El organigrama es un modelo abstracto y sistemático, que permite obtener una idea uniforme acerca de una organización.

Ergonomía: Es una disciplina científico-técnica que estudia integralmente al hombre (o grupos de hombre) en su marco de actuación relacionado con el manejo de equipos y máquinas, dentro de un ambiente laboral especifico, y que busca la optimización de los tres sistemas (hombre-máquina-entorno), para la cual elabora métodos de estudio del individuo, de la técnica y de la organización.

El objetivo principal de la ergonomía, es la actividad concreta del hombre aplicado al trabajo utilizando medios técnicos; su objetivo de investigación es el sistema hombre–máquina– entorno.
El valor de la ergonomía radica en su nivel de síntesis de los aspectos humanos y técnicos. Ello presupone una actuación en dos direcciones:

- Análisis de las exigencias presentadas por el hombre a las máquinas y su funcionamiento.

- Análisis de las exigencias presentadas por la máquina (o técnica) al hombre y las condiciones de su actuación.

Seguridad industrial: La posibilidad de que ocurra un accidente existe en todos los campos de la actividad humana y el trabajo no es la excepción.

Toda actividad conlleva un riesgo oculto y ese grado de incertidumbre. Todo accidente es el resultado de la combinación de riesgos físicos y errores humanos. Sin embargo desde el punto de vista hombre-máquina-entorno, se entiende que la mayoría de las veces el accidente es consecuencia del disfuncionamiento de la conducta humana. Un concepto que se añade a la problemática del accidente considera que las condiciones inseguras propician los actos inseguros.

Pero los accidentes se pueden prevenir, pues no ocurren simplemente por que si. Lo normal es que sucedan del resultado de la combinación de diversos factores, de los cuales los principales son: equipo técnico, el medio ambiente y el trabajador.

La prevención de accidentes consiste en eliminar al menos uno de los factores, lo malo que como un accidente ocurre por una compleja combinación de circunstancias, su prevención también es un asunto complejo.

Diseño: Conjunto de procesos que transforma requisitos en características especificadas y en la especificación del proceso de realización del producto.

Diseño de distribución física: Ubicación de los departamentos, de las estaciones de trabajo y del equipo, que constituyen el proceso de conversión; ordenamiento espacial de los recursos físicos que se emplea para fabricar el producto.

Diseño del lugar de Trabajo: Es la distribución en la planta de hombres-máquinas y elementos de control, de tal manera que se encuentren ubicados en forma apropiadas, teniendo en consideración la facilidad de uso de los medios, la velocidad de operación de las máquinas y la precisión del trabajo. Entre los aspectos que deben plantease figuran: la colocación hombres-máquinas, las necesidades de privacidad y de territorio, las diversas posturas del trabajador, espacios entre equipos, colocación de andamios y escaleras y consideraciones de comunicación que obedezcan a requerimientos antropométricos.

El factor humano también tiene que ver con el diseño del lugar de trabajo; normalmente existe una ínteractuación entre trabajadores que pueden afectar el desempeño laboral. Cabe señalar el análisis a los siguientes campos:

Dimensión interespacial del trabajador: Esta comprende:

- Un espacio propio, inconsciente, inherente a su libertad de acción con límites subjetivos que resguardan su personalidad (espacio amigable, actitud intrínseca).
- Un espacio de activación de sus extremidades y de sus movimientos en el desarrollo de sus actividades (espacio limitado para la operación de la tarea).
- Un espacio social, o distancia de intercambio o interacción en la situación de diálogo (espacio limitado para la interrelación en el trabajo).
- Un espacio dinámico grupal, en interrelaciones grupales (espacio dinámico de integración grupal).

- Un espacio público, de cara al entorno con límites máximos o sin límites (espacio abierto para la expansión del individuo.

El comportamiento del individuo se modifica según su actuación en cada espacio y de acuerdo con la no violación de los mismos, creando así espacios abiertos o cerrados de comunicación y de colaboración, conducta defensiva o agresiva, posición o tensión en el desarrollo de la tarea.

Aspectos Humanos:

- **Personalidad:** De acuerdo con el tipo de personalidad o temperamento se necesita de mayores o menores espacios de trabajo.
- **Jerarquía:** De acuerdo con el puesto jerárquico y a la idiosincrasia y cultura, se requiere de mayores espacios para puestos jerárquicos administrativos.
- **Territorialidad:** Concepto de pertenencia espacial cuya violación incomoda a la persona; difiere del espacio personal en que es un espacio delimitado que no es inherente a la persona, ni se traslada con ella. En el trabajo el espacio territorial tiene un valor significativo, ya que es de pertenencia para el trabajador su lugar de trabajo y no acepta la violación del mismo sin incomodarse y reaccionar de inmediato.

Mantenimiento: es la responsabilidad de mantener en buenas condiciones la maquinaria y herramienta, equipos de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral y/o conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones edificios, maquinaria, equipos, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

E l cual tiene por objetivo:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

Mantenimiento Correctivo: Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipos. Se clasifica en:

- **No Planificado:** Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer.
- **Planificado:** Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Mantenimiento Preventivo: Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas.

Costo: Es un recurso que se sacrifica o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico.

Mano de Obra Directa: Valor realizado por los operarios que contribuyen al proceso productivo.

La mano de obra de producción se utiliza para convertir las materias primas en productos terminados. La mano de obra es un servicio que no puede almacenarse y no se convierte, en forma demostrable, en parte del producto terminado.

Muestreo: Es una técnica en la selección de una muestra representativa de la población del universo que ha de investigarse. El muestreo establece los pasos o procedimientos mediante los cuales es posible hacer generalizaciones sobre una población, a partir de un subconjunto de la misma.

Con ayuda de las muestras inferimos:

a) Alguna o algunas propiedades del universo donde se obtienen

b) No tener que estudiar exhaustivamente todos los elementos que lo componen.

Las dos grandes ventajas del muestreo son la economía y la rapidez en la obtención de los datos.

Población: No es que aquel conjunto de individuos o elementos que le podemos observar, medir una característica o atributo.

Muestra: Es medir solo una parte de la población.

Error Muestreal: Es una medida de variabilidad de las estimaciones de muestras repetidas en torno al valor de la población, nos da una noción clara de hasta donde y con qué probabilidad una estimación basada en una muestra se aleja del valor que hubiera obtenido por medio de un censo completo.

Nivel de Confianza: Probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad.

Varianza Poblacional: Cuando una población homogénea la varianza es menor y el número de entrevistas necesarias para construir un modelo reducido del universo, o de la población, será más pequeño. Generalmente es un valor desconocido y hay que estimarlo a partir de datos de estudios previstos.

HIPOTESIS

Si se definen y determinan los tiempos, normas y condiciones seguras para la fabricación de viviendas en residencial San Andrés, se incrementará la eficiencia en el trabajo y este mismo servirá de información a otros sistemas en la empresa como en el área de costos, en la programación de producción y supervisión.

METODOLOGIA

La metodología que se utilizó para la realización para determinar los tiempos, normas y condiciones seguras de producción en la construcción de viviendas en residencial San Andrés, se definieron procedimientos con la finalidad de obtener datos y así la obtención del propósito del proyecto, que es medir la productividad, de manera específica en la determinación de estándares de producción y en la elaboración de un taller en donde se incluyan las actividades de armado de acero, de fontanería, de carpintería y electromecánica.

La elaboración de esta investigación es realizada a través de una metodología cualitativa y cuantitativa, en donde la parte cualitativa está basada en entrevistas realizadas a funcionarios del proyecto y documentación referente al tema a abordar, mientras que la cuantitativa se desarrolló sobre la base de una serie de datos que fueron obtenidos a través de un plan de muestreo determínistico.

Además se utilizaron otros tipos de métodos investigativos como el retrospectivo debido al tiempo y registro de la información, descriptivo por referirse al estudio de variables de tiempos y normas de producción, así mismo como sus estacionalidades y períodos de ocurrencia, explicativo debido al orden que se va a ir expresando y desarrollando el estudio de una manera explicativa de los hechos y ocurrencias a lo largo de la duración del proyecto.

A nivel micro, la investigación es orientada a recopilar y analizar la información existente en el proyecto. Para ello fue necesario un conjunto de técnicas de análisis y de ingeniería industrial como: flujo grama de procesos, flujo grama sinóptico, diagrama de barras, muestreo de trabajo, mantenimiento industrial, ergonomía, seguridad industrial, entrevistas, indicadores y mediciones.

A lo largo de la investigación se procedió a obtener información necesaria, recurriendo tanto a fuentes primarias como secundarias. La recopilación de la información comprende los siguientes datos:

a. Datos primarios:

- Entrevistas directas a los dirigentes del proyecto.
- Plan de muestreo.

b. Datos secundarios:

- Consultas a libros, folletos y documentación relacionada al tema de estudio.

Procedimiento de recolección de datos:

Los procedimientos principales de la recopilación de los datos fueron basados principalmente en la información brindada por los dirigentes del proyecto, observaciones y el plan de muestreo que se realizó, en donde dicho instrumento fue elaborado en estrecha concordancia con los objetivos del estudio y las principales necesidades de información.

Procedimiento de análisis de datos:

Para el procedimiento de los datos obtenidos se utilizaron los software de análisis estadísticos, en donde se hará uso de Microsoft Excel y Microsoft Word.

Técnicas que se utilizaron en el Estudio

Entrevistas:

Se entrevistaron a los encargados del proyecto de cada uno de las áreas del proyecto utilizando cuestionarios abiertos donde se planteaban preguntas abiertas que ayudaban a determinar los problemas reales del proyecto.

Encuestas:

Las encuestas se realizaron en Enero del 2007, a los trabajadores del proyecto, con el propósito de conocer los siguientes aspectos:

- ✓ Condiciones de trabajo (polvo, ruido y temperatura).
- ✓ Seguridad industrial.
- ✓ Relaciones humanas, principalmente con el jefe inmediato y subordinados.
- ✓ Problemas directamente con su trabajo.
- ✓ Servicios generales.

Paralelamente en la encuesta se utilizó el método de observación directa, que consiste en verificar si las respuestas brindadas por los entrevistados coinciden con la realidad, ejemplo las condiciones de trabajo.

Muestreo del trabajo:

El muestreo de trabajo se realizó en las principales máquinas del proceso productivo como brinquina y mezcladora, el objetivo de determinar el tiempo productivo y no productivo de las mismas.

También se llevo a cabo un muestreo de cada una de las actividades para la construcción de casas, para lo cual se empleó el método de medición de tiempo en cada una de las operaciones y estaciones de trabajo, el cual se determinó a través de un método estadístico, en donde el tamaño de la muestra exacta, se presenta a continuación:

De una población de 1,366 casas, se desea tomar una muestra, y para obtener una información adecuada en donde se requiere trabajar con un error estándar del 3 por ciento, al 97 por ciento de confiabilidad.

N = 1,366	N: Población.
SE = 0.03	SE: Error estándar.
$\sigma^2 = (SE)^2 = (0.03)^2 = 0.0009$	σ^2: Varianza de la población
$S^2 = 0.97\ (1-0.97) = 0.029$	$S^{2:}$ Varianza de la muestra
$n' = S^2 / \sigma^2 = 0.029 / 0.0009 = 32$	n: Tamaño de la muestra

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

$$n = \frac{32}{1 + 32/1{,}366}$$

$$n = 32$$

Por ende de una población de 1,366 casas se tomará una muestra de 32 casas, para determinar los tiempos actuales, para posterior evaluación y comparación de los tiempos y normas de producción actuales del proyecto versus las normas de producción que la empresa se planteó y hacer un análisis de costo.

Indicadores de productividad:

Los indicadores de productividad permitieron determinar el rendimiento de la maquinaria y el equipo, facilitando una información objetiva y valiosa, para ello se recopilaron datos de las principales máquinas del proceso productivo, así como su posible mantenimiento que se aplicará, para disminuir el deterioro de la maquinaria y equipo.

Paralelo a ello se llevó a analizar los sistemas de controles que estos realizaban con el fin de observar su metodología, en donde el cual se realizó varias sugerencias con el objetivo de llevar un control más eficiente, otro aspecto el cual se evaluó es la seguridad laboral de los empleados, con esto se precisa disminuir los accidentes laborales.

También cabe señalar que se elaboró un diseño de taller en donde se incluyan las actividades de armado de acero, de fontanería, de electromecánica y de carpintería, porque el que constaba anteriormente solo cubría el área de armado de acero, por lo que las otras áreas no tenían un lugar específico donde realizar sus actividades, sino que estos lo hacían al aire libre.

Todo ello llevará a una productividad más eficiente de los sistemas productivos para la construcción de casas.

Otra herramienta que se implementó fue el diagrama de Causa – Efecto:

Este diagrama es una descripción gráfica de los factores, con inclusión de los trabajadores, máquinas, materiales que provocan mal funcionamiento en el proyecto.
Se realizó un diagrama de causa-efecto para proporcionar una fotografía de los resultados analizados los problemas (efectos) y las causas que contribuyen a ellos.

También se empleo flujo grama de barra, flujo grama de procesos, diagrama analítico, para observar así de una manera adecuada el proceso de producción que se utiliza para la construcción de casas, así como también un diagrama de hilo y una matriz diagonal para elaborar un diseño de taller.

Diseño del taller:

También se realizó un diseño de taller en donde se incluyeran las actividades de armado de acero, fontanería, carpintería y electromecánica, el cual servirá para una mejor comodidad y un lugar en específico donde construir y elaborar las piezas correspondientes a estas actividades, por lo cual se dió respuesta como se mencionaba anteriormente a través del diseño de un taller, para que se elaboró por medio del software de Autocad y Smartdraw, en donde también se utilizó diagramas de hilos y una matriz diagonal, con el fin de ver así la conexión con cada actividad o área

Mediciones de las viviendas:

Durante el período de construcción de viviendas se realizó mediciones de las diferentes actividades en el proceso constructivo de la vivienda, está medición se llevó a cabo por medio del cronometro de vuelta a cero, que consiste en medir el tiempo de una x actividad y al terminar la actividad este vuelve a cero.

Costo:

Dentro de este ámbito se efectuó un análisis de costo en donde se evaluó el costo de mano de obra por cada actividad y cuanto se ahorra el fomentar un estudio de tiempos, normas y condiciones seguras de producción.

II. DESARROLLO

GENERALIDADES

La industria de la construcción es un área de gran actividad e importancia dentro del desarrollo económico de un país. Muchos están convencidos de que esta actividad es un verdadero motor, que impulsa el progreso de una sociedad. Un análisis simple y sencillo, permite comprobar que todos los seres humanos son usuarios intensivos de productos de la construcción, en la mayoría de las actividades que realizan y que, a diferencia de otras actividades industriales, es parte fundamental del desarrollo de una sociedad y de un país. Entre muchas razones que explican la gran importancia que tiene este sector industrial dentro de una actividad económica y el progreso de un país, se encuentran los siguientes:

A través de la construcción y sus productos, se satisfacen las necesidades de infraestructura de la mayoría de las actividades económicas y sociales de un país, como también las necesidades de vivienda de la población.

La construcción utiliza y consume una cantidad importante de recursos públicos, y privados (generalmente escasos), ya que demanda una alta inversión para la gran mayoría de las obras que se ejecutan.
La construcción es una fuente importante de trabajo, ya que usa mano de obra en forma intensiva.
La construcción genera una importante actividad indirecta en muchas otras áreas de la economía de un país.

La construcción al mismo tiempo presenta un conjunto de características que explican, en parte, muchos de los problemas de desarrollo que presenta, aunque no los justifica en su totalidad. Estas características únicas de esta industria y en el cual el proyecto San Andrés también las presenta son las siguientes características:

1. Curva de aprendizaje limitada: La continua movilización del personal entre diferentes proyectos (y diferentes trabajos, en muchos casos) de construcción cuya duración es limitada, y la creación y posterior disolución de las organizaciones que ejecutan estos proyectos, limitan en una gran proporción la capacidad de aprendizaje, tanto del personal, como de las organizaciones de proyectos y de las empresas constructoras.
2. Clima: A diferencia de otras industrias, la construcción es afectada por el clima y el entorno natural, dada la condición de que gran parte del trabajo se realiza al aire libre, característica particular de esta industria.
3. Presión del trabajo: La construcción se caracteriza por ser una actividad contra el tiempo, donde la presión por el cumplimiento de plazos es muy intensa. Esta realidad limita el esfuerzo de la administración por planificar y organizar adecuadamente los trabajos y la hace a una serie de problemas.
4. Capacitación y reciclaje: El personal de la construcción no cuenta con programa de capacitación que le permita un desarrollo sostenido de su capacidad, la que se adquiere principalmente sobre la base de la experiencia. La gran mayoría de ellos aprende se especializa a través de una transferencia de oficios que se produce en el terreno, dentro de un estilo artesanal. Por otro lado, los profesionales y empresarios no tienen oportunidades amplias de capacitación, ni tampoco existe una cultura que los estimule para ello.
5. Planificación poca eficiente: La planificación, herramienta fundamental de la administración, es una función que se es realizada de forma efectiva en la construcción. Experiencias con empresas constructoras muestran un uso inadecuado de la planificación, tanto a largo plazo, como a corto plazo. La alta presión de trabajo y la dinámica intensa de las obras de construcción, lleva a los profesionales y mandos intermedios a trabajar en función de lo inmediato, enfatizándose muchas veces aspectos que no son críticos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, al no tener una clara base de comparación como debiera ser el plan de trabajo del proyecto.

6. Base en la experiencia: En la construcción se valora principalmente la experiencia y del personal en general, en medio del conocimiento. Reconociendo que esta actividad, como en muchas otras, la experiencia es fundamental, esta realidad lleva a una falta de motivación del personal para reciclarse y adquirir nuevos conocimientos y tecnologías que podrían aportar a un mejoramiento general de la actividad. Otra consecuencia con esta

situación es la desconfianza ante ideas y proposiciones de cambio e innovación que plantean los profesionales jóvenes, que salen de la universidad con un conocimiento de gran utilidad para las empresas constructoras, restringiendo así las posibilidades de cambio existentes.

7. Investigación y desarrollo: En la práctica, no se realizan esfuerzos de investigación y su administración. En la mayoría de los casos, ni siquiera se hace el esfuerzo de adaptar nuevas tecnologías que existe en el mercado, debido a la incertidumbre de los resultados de su aplicación. Actualmente esta situación ha ido evolucionando y se aprecian algunos esfuerzos aislados tendientes a iniciar una acción de investigación y desarrollo.
8. Actitud mental: La actitud mental que se aprecia en la construcción no es, en general, favorable para mejorar la situación actual. Entre los aspectos que se relacionan con este punto, están los siguientes:
    - Falta de cuestionamiento de lo que se hace, los métodos de trabajo, etc.
    - Se considera que lo tradicional es eficiente, lo que nuevamente lleva a una falta de cuestionamiento.
    - Falta desafió para mejorar el desempeño (calidad y productividad) de las empresas y obras, lo que ha ido cambiando lentamente, debido al incremento de la competencia de mercado.
    - Descuido de las actividades de apoyo al trabajo productivo, fuente de una gran mayoría de ineficiencias y pérdidas de productividad en obras de construcción.

A pesar de los aspectos negativos descritos anteriormente, la construcción es un sector pujante que presenta grandes posibilidades de desarrollo. Sin embargo, el cambio y mejoramiento de la industria es una necesidad acuciante debido a desafíos que existen actualmente, destacándose los siguientes:

- Mercados más competitivos, con una participación activa y creciente de empresas constructoras internacionales.
- Proyectos de mayor complejidad, con incorporación de tecnologías de uso poco común en nuestro país.
- Mayores requerimientos de calidad, por parte de los mandantes o clientes.
- Exigencia de menores plazos.

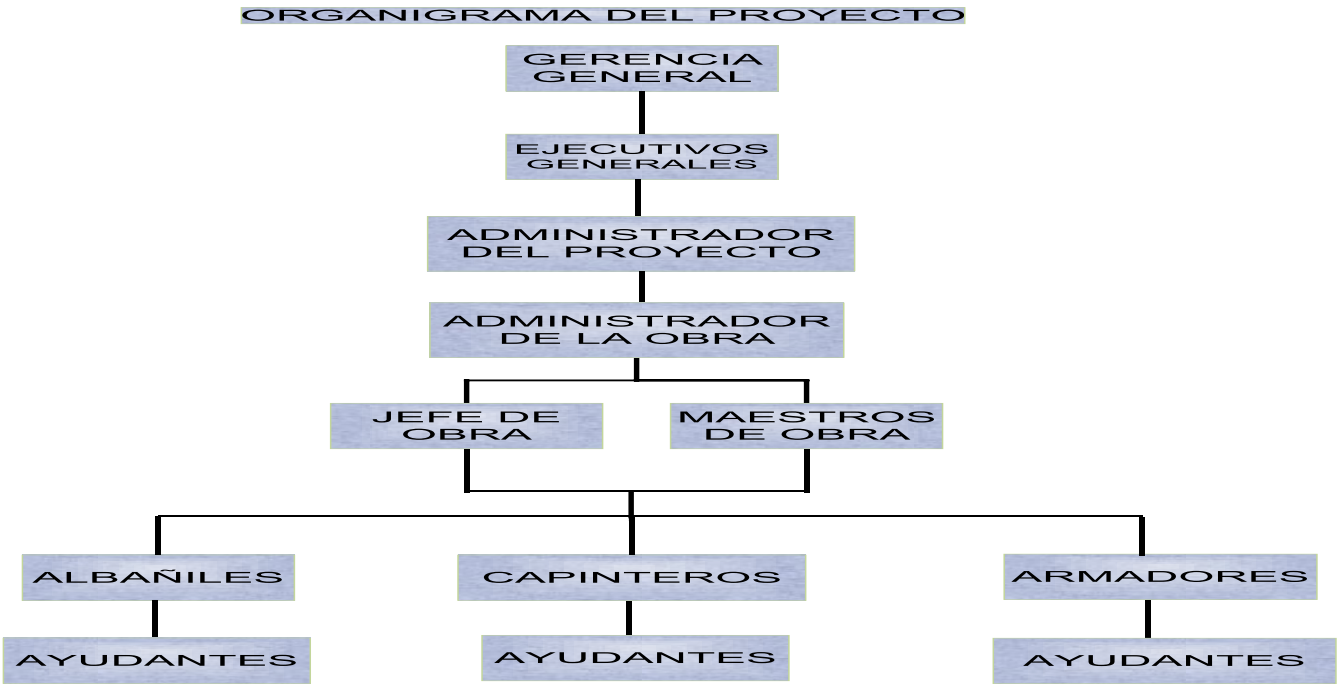
- Mayor presión por reducir los costos de los proyectos.
- El creciente impacto de la mano de obra, junto con la reducción de la oferta en el mercado laboral, frente a una demanda en aumento.

A la vez existen diferentes tipos de proyectos de construcción, de variadas magnitud, con la característica común de ser complejos en la administración de su ejecución, debido a la gran cantidad de agentes participantes en ellos. Los proyectos se clasifican básicamente como sigue:

a. Proyectos de edificación: Proyectos típicos que caen en esta categoría son la construcción con fines habitacionales, educacionales, comerciales, sociales y de recreación, de salud, etc.
b. Proyectos de obras civiles: Se caracterizan por la utilización de maquinaria y equipo pesado, se incluyen en esta clasificación las centrales hidroeléctricas, los túneles, puertos, aeropuertos, etc.
c. Proyectos de construcción de caminos: Constituyen una categoría particular de los proyectos de obras civiles. Están orientados a dar un servicio público.
d. Proyectos de construcción industrial: Corresponden a proyectos que tienen un alto contenido de obras civiles y de montaje de instalaciones para la producción industrial.

EL PROCESO Y EL SISTEMA PRODUCTIVO EN SAN ANDRES

La construcción de una obra es básicamente un proceso productivo, y como tal debe ser administrado. Esto significa planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar todas las actividades del sistema y del proceso productivo de manera de convertir las entradas del sistema en un producto terminado, que en este caso corresponde a una casa. En la administración de este proceso y sistema se identifican varios niveles, el cual se muestra a continuación:



- Gerencia General de la empresa: Ing. Ricardo Lacayo.
- Ejecutivos generales de la empresa: Ing. Ricardo Lacayo, Ing. Roberto Lacayo.
- Administrador del proyecto: Ing. Carlos Lacayo.
- Administrador de la obra: Ing. Heizel Blanco.
- Jefes de obra: Ing. Iván.
- Maestros de obras: Maestro Rojas.

El énfasis a nivel operacional en San Andrés, se centra principalmente en los niveles de administrador de la obra, jefes y maestros de obra, aún los otros niveles también juegan un papel de importancia en el proceso productivo, pudiendo afectarlo considerablemente.

Para la productividad en San Andrés se requiere para su logro, que todos los niveles de la organización aporten a ella. La organización, tanto en su accionar interno como en su interacción con el entorno, debe proveer las condiciones y recursos para que los grupos de trabajo, en su conformación deben aportar a cada uno de los individuos que lo conforman, las condiciones y recursos para permitirles lograr una alta productividad.

Dentro de este tema del proceso y sistema productivo, se observó por medio del método de observación directa e indirecta una serie de efectos que reducen la productividad en San Andrés, el cual puede resumirse en varias categorías de pérdidas de productividad, tal como se muestra en la figura 1:

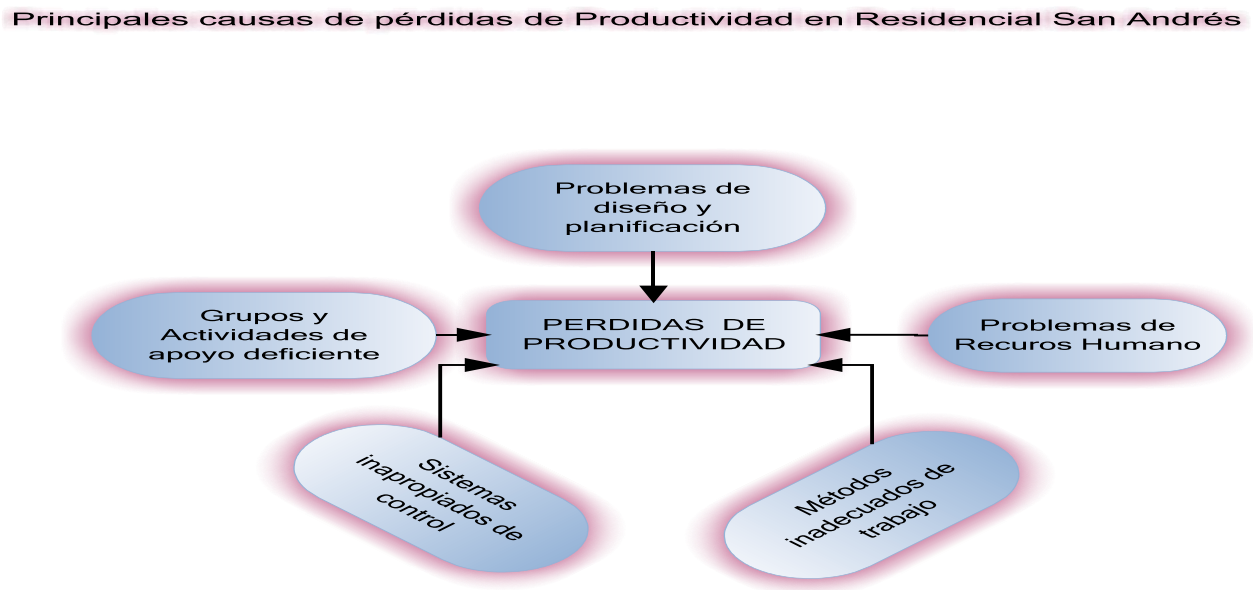


Figura 1.

Principales causas de pérdida de productividad

Cada una de estas causas tiene a su vez un subconjunto de factores que las determinan. Estos factores se describen a continuación:

Problemas de diseño y planificación: el mayor problema de esta categoría se produce por la siguiente deficiencia relevante:

- Falta de información y herramientas adecuadas de control de proceso de ejecución de la obra.

Ineficiencia de la administración: es posible identificar varias deficiencias de la administración que provocan pérdidas de productividad. Las principales son las siguientes:

- Falta de supervisión efectiva, lo que normalmente significa una razón de supervisor/ supervisados muy baja (ejemplo: un maestro para 50 obreros).
- Problemas de coordinación y comunicación debido a una organización mal diseñada.
- Falta de planificación operacional deriva en un déficit importante de control a este mismo nivel.
- La administración generalmente es más reactiva que preventiva. Está trabaja mucho dentro del esquema de apagar incendios, lo que limita su efectividad. Adicionalmente, la obra muchas veces está subdotada de personal ejecutivo o está sobrecargados de tareas administrativas que les impide poder focalizar su esfuerzo en la dirección del proceso de construcción.

Métodos inadecuados de trabajo: dentro de esta categoría, las principales deficiencias se encuentran en las siguientes áreas:

- Deficiente utilización de recursos, maquinaria y equipos subutilizados y mal aprovechamiento de materiales.
- El gran problema de la mala calidad de los procesos de construcción.
- Escasez de utilización y aprovechamiento de experiencias de proyectos anteriores, lo que conlleva a cometer los mismos errores nuevamente.

Grupos y actividades de apoyo deficiente: Normalmente los problemas que se producen debido a las actividades de apoyo tienen relación con la disponibilidad de los recursos, tanto en cantidad como oportunidad.

Es así como se ha identificado los siguientes problemas:

- Insuficiencia de recursos para realizar los trabajos debido a problemas presupuestarios.
- No disponibilidad de recursos, generalmente por razones de mercado y por falta de planificación del proceso de adquisiciones.
- Control inadecuado de la utilización de los recursos, especialmente aquellos que son escasos y caros (como equipos, maquinarias, mano de obra).
- Poca eficiencia en las funciones administrativas, tales como control de bodega e inventarios, tramitación de órdenes de compra.
- Inadecuada manutención de recursos que la requieren, como las maquinarias y equipos.

Problemas de recurso humano: este presenta varios problemas que afectan significativamente el desempeño de la obra, pero el principal sería el siguiente:

- Capacitación deficiente, lo que provoca problemas de calidad, lentitud en la ejecución de los trabajos.

PROCESO PRODUCTIVO DE CONSTRUCCION EN RESIDENCIAL SAN ANDRES.

Introduciéndose a la etapa del proceso productivo, San Andrés tiene como producto la construcción de casas la cual consta de la construcción de viviendas directas. Es decir las obras verticales, en donde se ofrece un modelo de casa. En donde el área de construcción de la casa es de 50.98 metros cuadrados, con un diseño de ampliación, en donde la proyección de ampliación corresponde al cuarto principal con baño más una terraza techada, por lo que está diseñada de tal manera que al ejecutarse la construcción de ampliación no debe causar trastornos, ni demolición de la edificación básica, en el cual la casa equivale a un lote de 162 metros cuadrados, equivalentes a 230 varas cuadradas con medidas de 9 metros de frente y 18 metros de fondo, en donde consta de servicios básicos como: sala, comedor, área de cocina, área de lavado, dormitorio principal con su baño propio, un baño adicional y terraza.

El sistema constructivo es de mampostería confinada en donde se considera todas las regulaciones vigentes en lo referente a normas urbanísticas regidas por la Cámara de la Construcción Nicaragüense.

En el anexo 2, 3 se muestra las especificaciones de cada una de las dimensiones de la casa y la muestra de la casa modelo de residencial San Andrés.

Para la construcción de casas el proceso productivo se desarrolla de la siguiente manera:

Primero se prepara el terreno con maquinaria como palas mecánicas, aplanadora esto para compactar el terreno donde se construirá la casa, luego de este paso, se procede a trazo y nivelación esta actividad esta dada mas que todo a trazar el área correspondiente a como va a estar dividida la casa por ejemplo en cuartos, cocina, sala, patio y baños, posterior a ello se pasa a la fase de fundaciones en donde la primera actividad es excavación en donde se procede a como la palabra misma lo dice a excavar y remover la tierra y darle mejoramiento con material del sitio, para que la tierra quede bien compactada y solidificada se le pasa un equipo que en el área de

campo se llama brinquina, la actividad que sigue a continuación es el de formaletear y/o formaleta en donde se pone estructuras de acero en las partes excavadas. Estas formaletas según la cartilla de la construcción deben ajustarse a las dimensiones mostradas en el proyecto, el cual el espesor mínimo de las formaletas de maderas tienen un mínimo de 3/4'', esto para evitar las pérdidas de lechada, posterior a la formaleta se prosigue a la actividad de acero es donde se pone el acero porque es donde se forma el inicio de parte de las estructuras y bases de la casa una vez terminada la actividad de formaleta se prosigue a concreto y bastoneado que es donde la parte del acero es envuelto por una capa de cemento, la cual se le llama concreto en donde este debe tener una calidad y resistencia no menor a 210 Kg./cm^2, en donde esta compuesto por un proporcionamiento de 1:2:3 lo que equivale en volumen a una parte de cemento, dos partes de arena cribada y tres partes de piedra triturada pasar a concreto y bastoneado, es lo que normalmente se le llama llena este relleno, llena la parte del acero para ahora sí formar las estructuras y bases de la casa, este relleno se inicia 24 horas después del curado del concreto de dichos cimientos, el cual se efectúa en una capa de 20 cm. de espesor, posterior a este proceso se pasa a poner visuales a este se le llama así por el mismo nombre visualizar si el bloque que irán a poner esta en la línea que corresponde.

El paso correspondiente a la construcción de la casa es la parte de estructuras y paredes es donde colocan las primeras hiladas de bloque de 4'' 6'' 8'' este consiste en ir colocando bloques de concreto para ir conformando las paredes de la casa, un paso después a este proceso de construcción es el de estructura de concreto es donde se coloca la losa y viga corona de la casa una vez colocadas ambas partes se dice que esta terminada la parte de obra gris, pero el siguiente proceso es poner estructura metálica para el techo, por lo cual posterior a ello será cubierta por zinc para terminar así el proceso correspondiente al techo.

Una vez que la casa este cubierta en sus alrededores y encima es decir una vez terminada la parte de estructuras, paredes y zinc de la casa se continúa en el proceso de acabado del interior de la casa en donde se prosigue con la parte de cascote que es donde se pasa una capa de cemento a la tierra para luego ser colocado el piso y azulejo de la casa, en donde este pasa por una inspección para corroborar si todo esta bien según las especificaciones dadas anteriormente, una vez culminado

esta inspección de la parte de piso se procede a poner gypsum que se ocupa dentro de San Andrés para hacer los separadores de los cuartos, luego de ello se continúa con las
ventanas y puertas, una vez instaladas se procede a la instalación final de electricidad, sanitarios y grifería, en donde se continua con una inspección de este proceso para verificar si todo esta en orden según lo planeado y la parte antepenúltima de la obra es la pintada final de la casa que es donde se le pone tonalidad de colores a la casa , el penúltimo actividad para finalizar el proceso de construcción de la casa se hace una limpieza final en donde se limpia toda la casa y para finalizar el proceso de construcción de la casa se le da una inspección final minuciosa de la casa para confirmar si todo esta en orden según la especificación de dadas por el departamento de planificación.

DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCITIVO

Dado que se describió el proceso productivo de la construcción de una casa es conveniente ejemplificar este proceso descriptivo, en un proceso de diagrama de flujo de operaciones, por ello para ejemplificar los procesos de las operaciones, los almacenamientos y todo lo que está relacionado con los procesos de elaboración de la casa en Residencial San Andrés, se utilizó un DFO (Diagrama de Flujo de las Operaciones); pero para realizar esto, se debe conocer los siguientes conceptos:

○ OPERACIÓN: indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.

□ INSPECCION: indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad.

⇨ TRANSPORTE: indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipos de un lugar a otro.

▽ ALMACENAMIENTO: indica depósito de un objeto bajo vigilancia de un almacén donde se le recibe o le entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

D DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERA: indica demora en el desarrollo de los hechos.

◎ 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.

A continuación se presenta una tabla 1 con las diferentes actividades para la construcción de casa en residencial San Andrés:

Tabla 1.

Descripción del proceso Procedimiento

Procedimiento	Descripción
1. Almacenamiento	Lugar donde se encuentra maquinaria y equipo
1. Transporte	Llevar equipos al lugar donde se construirá la casa
1. Operación	Trazo y Nivelación
2. Operación	Excavación
2. Transporte	Transporte de formaleta y acero
3. Operación	Formaleta
4. Operación	Acero
5. Operación	Concreto y bastoneado
6. Operación	Visuales
3. Transporte	Transporte de material (bloques) al lugar de construcción
7. Operación	Primeras Hiladas de 4'' 6'' 8''
8. Operación	Bloque de Concreto de 4'' 6'' 8''
9. Operación	Formaleta de Losa
10. Operación	Acero de Losa
11. Operación	Concreto de Losa
12. Operación	Formaleta de Viga de Corona (VC)
13. Operación	Acero de Viga de Corona (VC)
14. Operación	Concreto de Viga de Corona (VC)
1. Inspección	Inspección de obra gris
4. Transporte	Transporte de material (Zinc)
15. Operación	Estructura metálica de Zinc
16. Operación	Cubierta de Zinc
17. Operación	Flashing de Zinc

2. Inspección	Inspección del Zinc
18. Operación	Conformación
5. Transporte	Transporte de material (Piso)
19. Operación	Piso
20. Operación	Azulejos
3. Inspección	Inspección de piso y azulejos
6. Transporte	Transporte de material (plycem, gypsum)
21. Operación	Partición y puesta de gypsum
4. Inspección	Inspección de gypsum
7. Transporte	Transporte de material (Ventanas)
22. Operación	Ventanas
5. Inspección	Inspección de ventanas
8. Transporte	Transporte de material (Puertas)
23. Operación	Puertas
6. Inspección	Inspección de puertas
9. Transporte	Transporte de material (Pinturas)
24. Operación	Pintura
7. Inspección	Inspección de pinturas
25. Operación	Limpieza Final
8. Inspección	Inspección Final

FLUJO DEL PROCESO

Dado que ya se ha describido las diferentes actividades que se necesitan para construir una casa, a continuación se muestra en el diagrama 1, el flujo del proceso productivo de una casa:

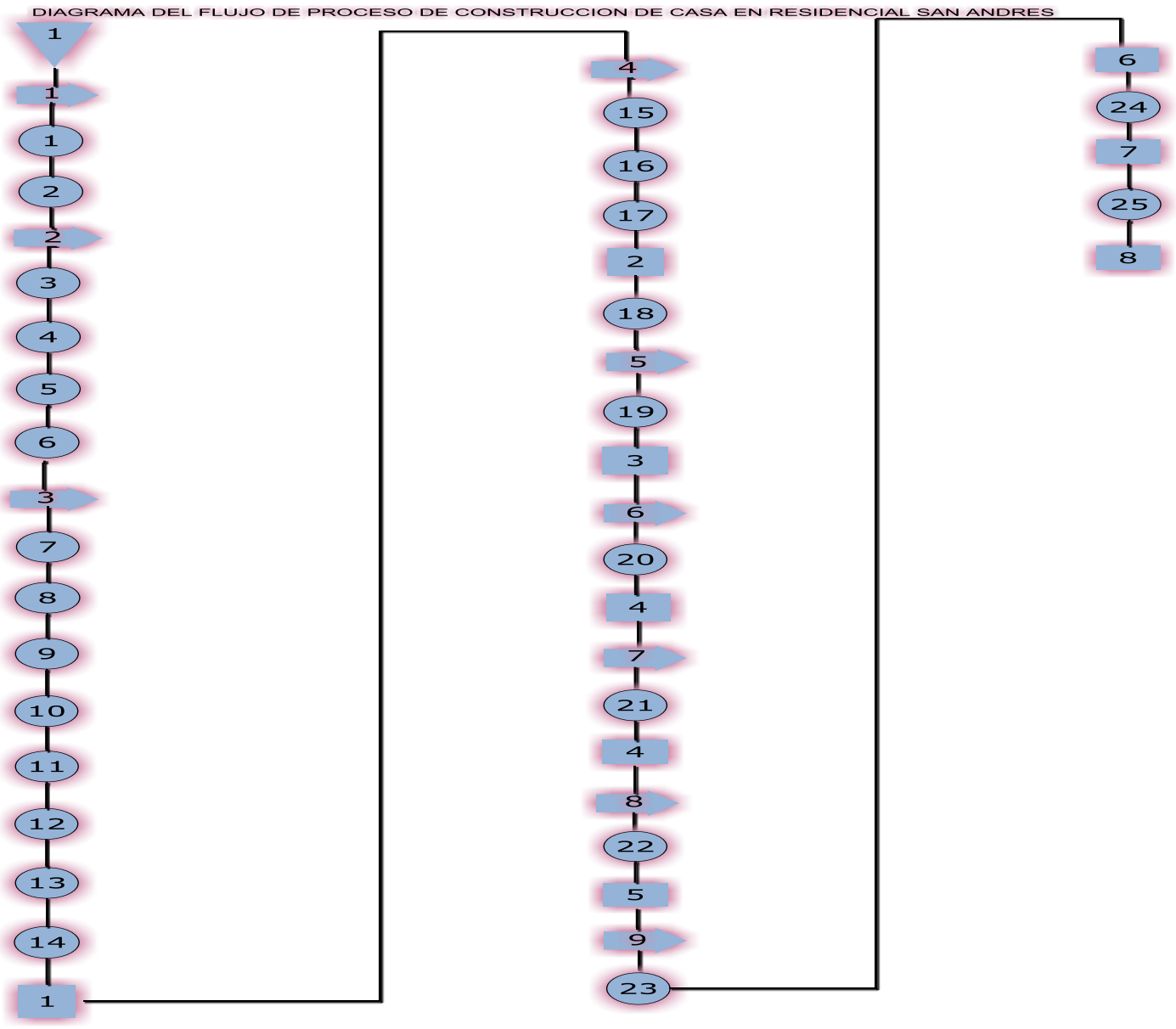


Diagrama1.

Diagrama de flujo del proceso.

DIAGRAMA ANALITICO

Después de haber elaborado el diagrama de proceso de construcción de una casa, se procede a realizar también un diagrama analítico en donde muestra la construcción de casa en otra manera:

Diagrama Analítico				
Diagrama núm 1				
Objeto: Casa de Residencial San Andrés				
Actividad: Construcción de Casa				
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (dia)	Símbolos
Lugar donde se encuentra Maquinaria y equipo				
Transporte de maquinaria y equipo				
Trazo y Nivelación				
Excavación				
Transporte de formaleta y Acero				
Formaleta				
Acero				
Concreto y Bastoneado				
Visuales				
Transporte de bloques				
Primeras 3 Hiladas 4" 6" 8"				
Bloque de Concreto 4" 6" 8"				
Formaleta de Losa				
Acero de Losa				
Concreto de Losa				
Formaleta de Viga Corona (VC)				
Acero de Viga Corona (VC)				
Concreto de Viga Corona (VC)				
Inspección de obra gris				
Transporte de Zinc				
Estructura Metalica para el Zinc				
Cubierta de Zinc				
Flashing de Zinc				
Inspeccion del Zinc				
Conformación				
Transporte de Piso				
Piso				
Azulejos				
Inspección del Piso y Azulejo				
Transporte de Gypsum				
Partición de Gypsum				
Inspección del Gypsum				
Transporte de Ventanas				
Ventanas				
Inspección de Ventanas				
Transporte de Puertas				
Puertas				
Inspección de Puertas				
Transporte de pintura				
Pintura				
Inspección Pintura				
Limpieza Final				
Inspeccion Final de la casa				

Diagrama 2.

Diagrama analítico.

TIEMPO ESTANDAR DE LA PRODUCCION

Ahora bien en páginas anteriores ya se ha realizado un diagrama de flujo y un diagrama analítico de construcción de la casa, pero no se ha determinado la duración de construcción, es decir el tiempo estándar de producción de una casa.

Para ello se realizó un tamaño de muestra de 32 casas, según se muestra en el área metodológica, en donde la muestra se llevó a cabo de Lunes a Sábado, en los horarios laborales que son de 8 AM a 9:10 AM hora en que se realiza un descanso según el código de la cámara de la Construcción, en donde se tiene un período de descanso de 20 minutos, para luego seguir con la jornada laboral que es de las 9:30 AM a las 12 PM, en donde luego se procede al almuerzo, luego de ello se retorna a la jornada laboral de 1:00 PM a las 4:30 PM en donde termina la jornada según convenio colectivo de la Cámara de la Construcción Nicaragüense, por lo que a lo largo del período de la jornada laboral se ivan tomando las anotaciones convenientes. El tipo de muestreo que se implementó fue el cronómetro de vuelta a cero en donde terminaba una actividad, este volvía a comenzar de cero y así sucesivamente hasta completar todas las actividades que se utilizan para construir una casa.

En el anexo 4 se observa la muestra que se realizó, así como las anotaciones pertinentes.

Lo siguiente muestra el procedimiento que se realizó para calcular el tiempo estándar de producción de una casa.

Primero se calculó para cada una de las casas el tiempo de durabilidad en que terminaba esa tarea o actividad, luego de ello sumó el tiempo de duración de cada actividad de las 32 casas y se promedio, para sacar un promedio de duración de cada actividad.

Se tomó también una valoración del 95 %, está se realizó con ayuda del encargado del proyecto, maestro de obra, a través de preguntas como: ¿Si usted valorará a los obreros según su desempeño laboral, cuanto porcentaje le daría usted, con una valoración mínima del 1% y una valoración máxima de más infinito?, y de esa manera se dio respuesta al porcentaje de valoración de desempeño para los obreros.

Luego se multiplicó por la valoración dada que como ya se mencionaba anteriormente había sido del 95% y posterior a ello se llevó a cabo los diferentes suplementos necesarios, para así completar el tiempo estándar de operación.

En donde la casa promedio es de 46 días hábiles y laborales.
Posterior a ello se muestra los procedimientos para establecer el tiempo normal, el cual es el siguiente:

T.N. = 46 (0.95) = 43.7 días

Luego de establecer el tiempo normal, se establecen los diferentes suplementos, así como también el tiempo normal de operación como se muestra a continuación:

Para establecer el suplemento de contingencia se dio un porcentaje del 5%

S.C = 43.7 (0.05) = 2.185 días

Donde luego de ello se puede determinar el tiempo normal de operación el cual es:

T.N.O.P = 43.7 + 2.185 = 45.885 = 46 días

Posterior a ello se determina el tiempo que se tiene que establecer para el suplemento de necesidades personales, el cual es el siguiente:

S.N.P = 46 (0.05) = 2.3 días

Una vez realizado esto, se procede a establecer el tiempo normal, pero antes de ello se establecen los suplementos variables para todas las actividades: el trabajo se realiza de pie, el cual requiere un esfuerzo físico regular, en donde el trabajo es bastante monótono y aburrido y también se da un suplemento base de fatiga. Todos estos suplementos suman un total del 14.4%, los cuales son mostrados en la página de anexo 6, el cual este suplemento es multiplicado por el tiempo normal, tal como se muestra posteriormente:

S.V = 46 (0.144) = 6.336 días

Una vez establecido todos estos suplementos, se determina el tiempo estándar de la operación:

T.E.O.P = T.N + S.C + S.N.P + S.V
T.E.O.P = 46 + 2.185 +2.3 + 6.336
T.E.O.P = 56.821 = 57 días

Por lo tanto se establece que cada casa en residencial San Andrés tiene que durar 57 días.

Posterior a ello, se establece la norma de producción por casa, para esto primero se determina la jornada laboral efectiva, la cual consta de 6.5 hrs. Porque la jornada laboral efectiva se estableció de la siguiente manera: son 8 horas laborales según el convenio colectivo de la construcción, pero de eso se resta 20 minutos porque se le da un refrigerio de este lapso de tiempo, según las normas jurídicas de este país, también se resta 1 hora que se les da de almuerzo y 30 minutos de suplementos especiales, el cual consiste que el trabajador se cambie de atuendo, revise su equipo de trabajo, etc., por todo esto se establece que el tiempo realmente trabajado por el obrero es de 6.5 horas por día, por lo que se determina la norma de producción por casa de la siguiente manera:

$$N.P = \frac{6.5 \text{ horas / día}}{57 \text{ día / casa}} = 0.11 \text{ hora - casa}$$

Una vez establecido el tiempo estándar de operación y su norma de producción correspondiente se evalúa la fuerza laboral óptima que se requiere para trabajar en una el cual se muestra a continuación. En este momento en el proyecto se trabaja con 4 personas, por lo que si se querría mejorar la productividad en terminar la casa en 50 días, es decir un aumento del 14% de productividad, cuantos obreros se necesitarían:

4 ---------- 57 días
X ---------- 50 días

X = 4 (50) / 57 = 3.50
X = 4 obreros.

Por lo que para terminar la casa en 50 días se necesitaría 4 obreros, por ende para terminarla en 7 días más, es decir 57 días también se requeriría de esta misma cantidad de operarios. Por lo que se llega a la conclusión que el número óptimo para terminar la casa en 57 días es de 4 obreros.

Porque si hacemos la misma relación que en vez de terminar la casa 50 días ha de ser finalizada en 57 días, y contando con 3.50 obreros, cuantos obreros se necesitarían para construir la casa:

1.50 ---------- 50 días
X ---------- 57 días.

X = 3.50 (57) / 50 = 4 obreros.

DIFERENCIA EN COSTOS

Después de haber determinado el tiempo real de construcción de casa en residencial San Andrés, así como también su norma de producción y el número óptimo de obrero que se requiere para construir una casa, se procede a evaluar la parte de costo en donde se detalla la sobreestimación de costos, lo cual se muestra en la tabla 2 que se presenta a continuación:

Tabla 2.

Cuadro comparativo de los tiempos reales vs estimados.

CUADRO COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS REALES VS ESTIMADOS CON SUS COSTOS						
Descripción	Estimado	Real	Dif	C.U.	CTO.	Sobrestimado
Trazo y Nivelación	1.00	1.00	-		-	
Excavación	1.00	1.00	-		-	
Formaleta	1.00	1.00	-		-	
Acero	0.50	1.00	0.50	23.06	11.53	
Concreto y Bastoneado	0.50	1.00	0.50	42.48	21.24	
Visuales	-	0.50	0.50	23.06	11.53	
Transporte de bloques			-		-	
Primeras 3 Hiladas 4" 6" 8"	1.00	1.00	-		-	
Bloque de Concreto 4" 6" 8"	13.00	14.00	1.00	42.48	42.48	
Formaleta de Losa	1.00	0.50	-0.50	42.48	-21.24	-21.24
Acero de Losa	1.00	0.50	-0.50	42.48	-21.24	-21.24
Concreto de Losa	1.00	0.50	-0.50	42.48	-21.24	-21.24
Formaleta de Viga Corona (VC)	1.00	0.50	-0.50	42.48	-21.24	-21.24
Acero de Viga Corona (VC)	1.00	0.50	-0.50	42.48	-21.24	-21.24
Concreto de Viga Corona (VC)	1.00	0.50	-0.50	42.48	-21.24	-21.24
Estructura Metálica para el Zinc	3.00	1.20	-1.80	38.84	-69.91	-69.91
Cubierta de Zinc	2.00	1.30	-0.70	38.84	-27.19	-27.19
Flashing de Zinc	2.00	0.50	-1.50	38.84	-58.26	-58.26
Conformación	1.00	1.00	-		-	
Piso	2.00	1.50	-0.50	29.13	-14.57	-14.57
Azulejos	1.00	0.50	-0.50	29.13	-14.57	-14.57
Partición de Gypsum	8.00	7.00	-1.00	38.84	-38.84	-38.84
Ventanas	5.00	1.00	-4.00	19.42	-77.68	-77.68
Puertas	2.00	1.30	-0.70	19.42	-13.59	-13.59
Pintura	4.00	2.60	-1.40	38.84	-54.38	-54.38
Limpieza Final	4.00	2.00	-2.00	19.42	-38.84	-38.84
TOTAL						-535.26

Por lo tanto se muestra una sobreestimación de costo que existe por cada casa de C$ 535.26 córdobas, en donde al multiplicarla por el número total de casa que es de 1,366 casa nos da un costo total de C$ 731,165.16 córdobas, lo cual esto conlleva a la conclusión que existe una sobrestimación de presupuesto inicial y esto por no tener una medida exacta del tiempo y norma de producción.

INDICES DE PRODUCTIVIDAD DE LAS PRINCIPALES MAQUINAS DEL PROCESO PRODUCTIVO.

Una vez establecidos los parámetros de tiempo, norma y número de obreros óptimos, es conveniente medir la productividad de la maquinaria, para lo cual se recopilaron los datos de las principales máquinas del proceso productivo, los cuales fueron brindados por el encargado del proyecto, y los datos son:

Dado a que no existe un área de mantenimiento que lleve registros de los tiempos de reparación en forma global, es decir, por cada sección, por el cual se tuvó que realizar unos cálculos para conocer el porcentaje real del tiempo de mantenimiento, como se muestra en la tabla 3 siguiente:

Tabla 3.

Diferentes tipos de tiempos.

SECCION	*Mezcladora*	*Brinquina*
Tiempo Marcha (Hrs/mes)	148	72
Tiempo Programado (Hrs/mes)	188	188
Tiempo Mtto (Hrs/mes)	24	24
Tiempo Inactivo (Hrs/mes)	16	24
Índice Mtto (%)	13	13
Índice de Inactividad (%)	9	49

Tiempo Inactivo: Tiempo programado – Tiempo de norma – Tiempo de Mantenimiento

Tiempo de Norma (Marcha): Las horas realmente trabajadas.

Índice de Mantenimiento = Tiempo de Mtto / Tiempo Programado

Índice de Inactividad = Tiempo Inactivo / Tiempo Programado

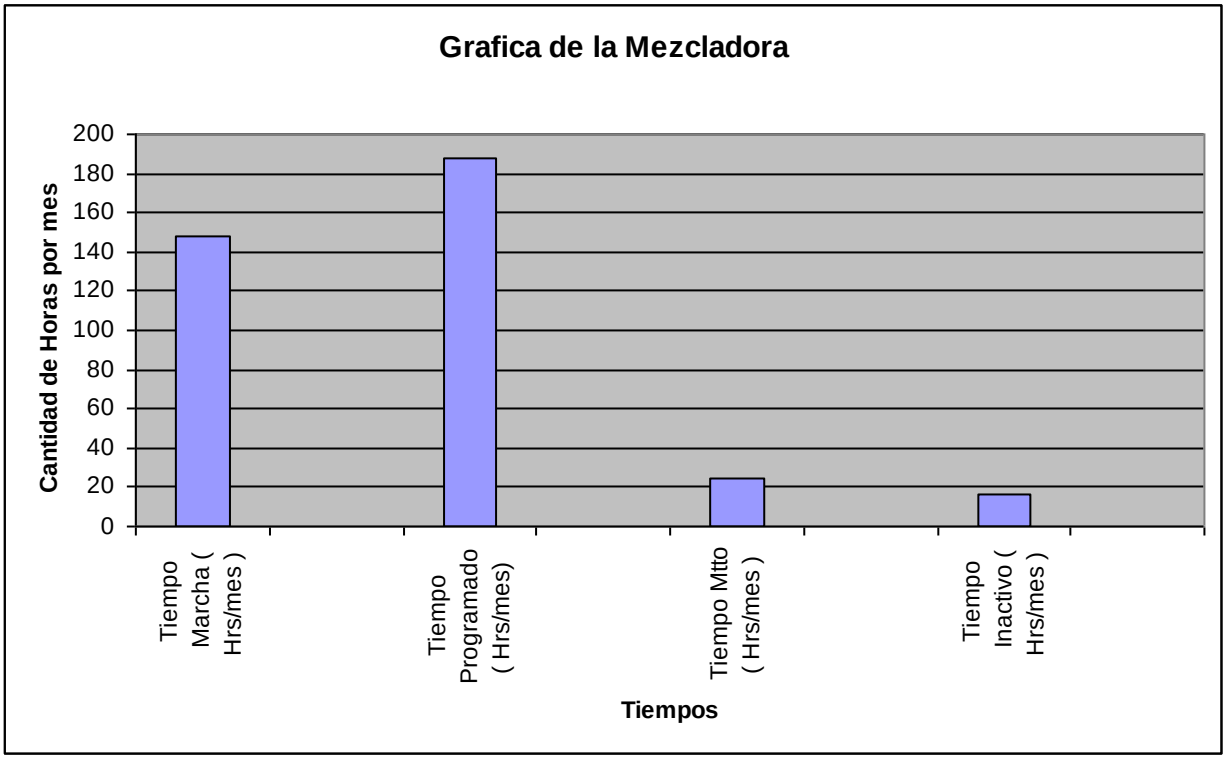
Las horas programadas son: (horas/día) * (día/semana) * (semana/mes)

Por ejemplo:
Para la mezcladora.
Tiempo Programado = 8 hrs. /día * 5 día/semana * 4 semana/mes + 7 hrs. /sábado * 4 sábado/mes

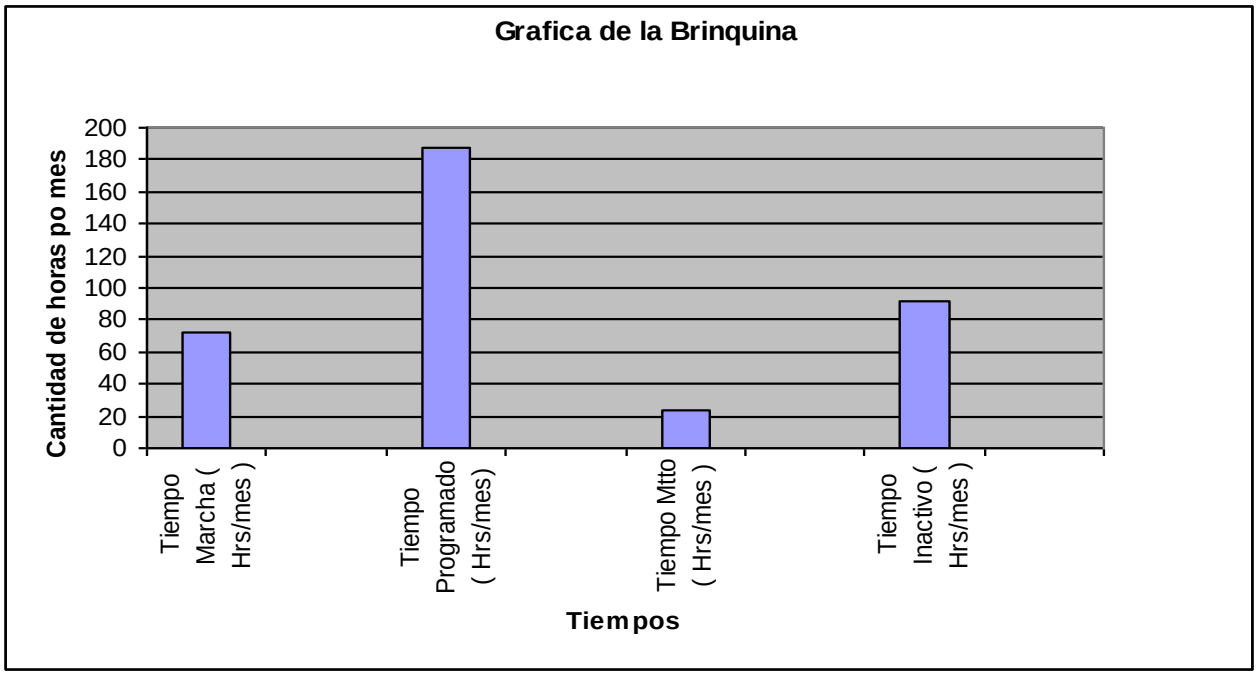
Para la brinquina.
Tiempo Programado = 8hrs. /día * 5 día/semana * 4 semana/mes + 7 hrs. /sábado * 4 sábado/mes

A continuación mediante unas gráficas se muestran los diferentes tipos de tiempos de la maquinaria, así como también el porcentaje de índice de inactividad que tiene cada una de las máquinas.

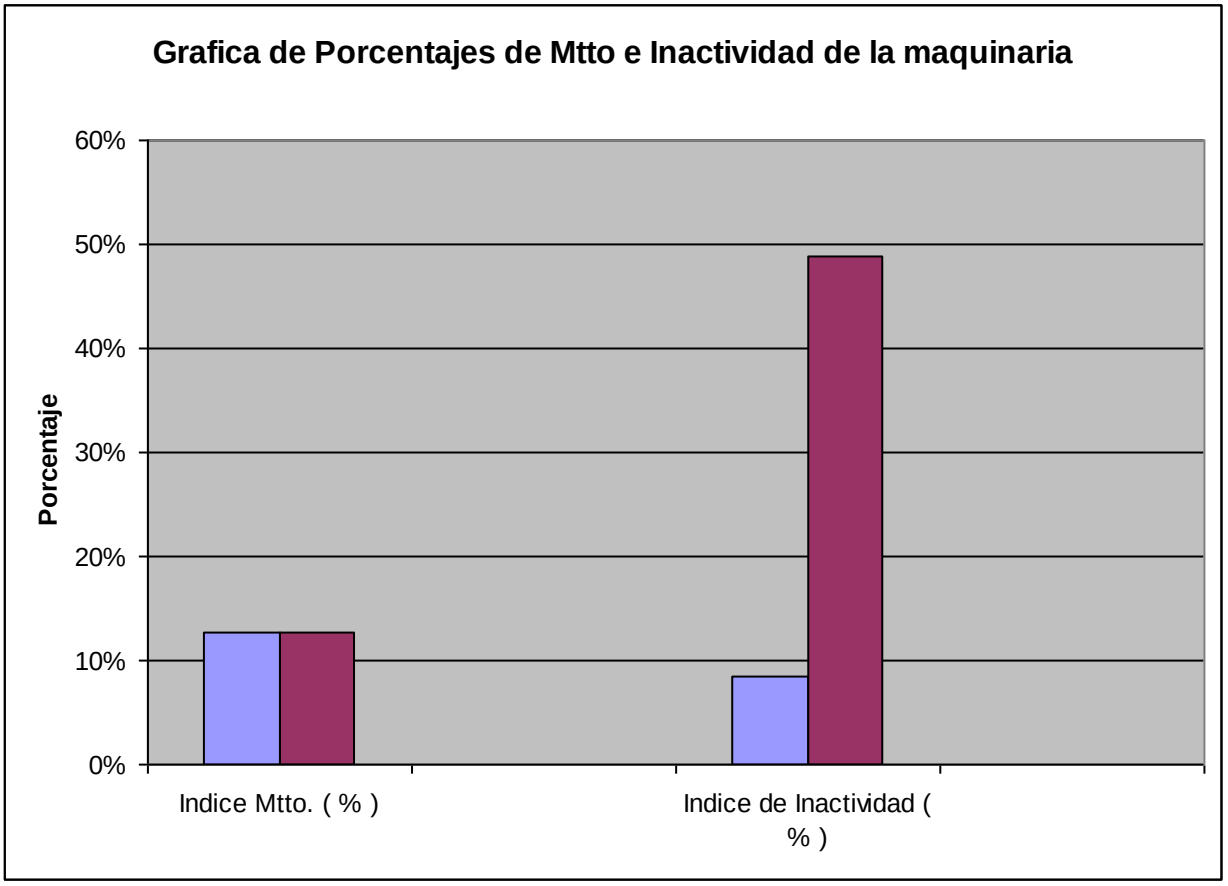
Gráfica 1.


Grafica de la Mezcladora
Cantidad de Horas por mes
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Tiempo Marcha (Hrs/mes)
Tiempo Programado (Hrs/mes)
Tiempo Mtto (Hrs/mes)
Tiempo Inactivo (Hrs/mes)
Tiempos

Gráfica 2.


Grafica de la Brinquina
Cantidad de horas po mes
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Tiempo Marcha (Hrs/mes)
Tiempo Programado (Hrs/mes)
Tiempo Mtto (Hrs/mes)
Tiempo Inactivo (Hrs/mes)
Tiempos

Gráfica 3.



Por lo que se observan en las gráficas anteriores es que existe un porcentaje de inactividad considerable en especial la maquinaria de la brinquina, la cual si se le introdujese la parte de costo, muy probablemente reflejaría una pérdida y un gasto más en el proyecto, por lo que se sugiere que se de una mayor utilización a la maquinaria.

Pasando a otro nivel otro factor que se tomó en cuenta fue dividir el trabajo en categorías para así medir los diferentes tipos de trabajos, por ello entre las categorías están las siguientes:

1. Trabajo Productivo.
2. Trabajo Contributorio:
    - Transporte de algún elemento
    - Retiro de herramientas / materiales
    - Recepción / entrega de instrucciones
    - Planificación del trabajo
    - Lectura de planos
3. Trabajo NO Contributorio:
    - Ocio, no clasificado
    - Esperando
    - Interrupciones no autorizadas
    - Traslado de un lugar a otro
    - Actividades personales
    - Atraso en comienzo / término adelantado del trabajo

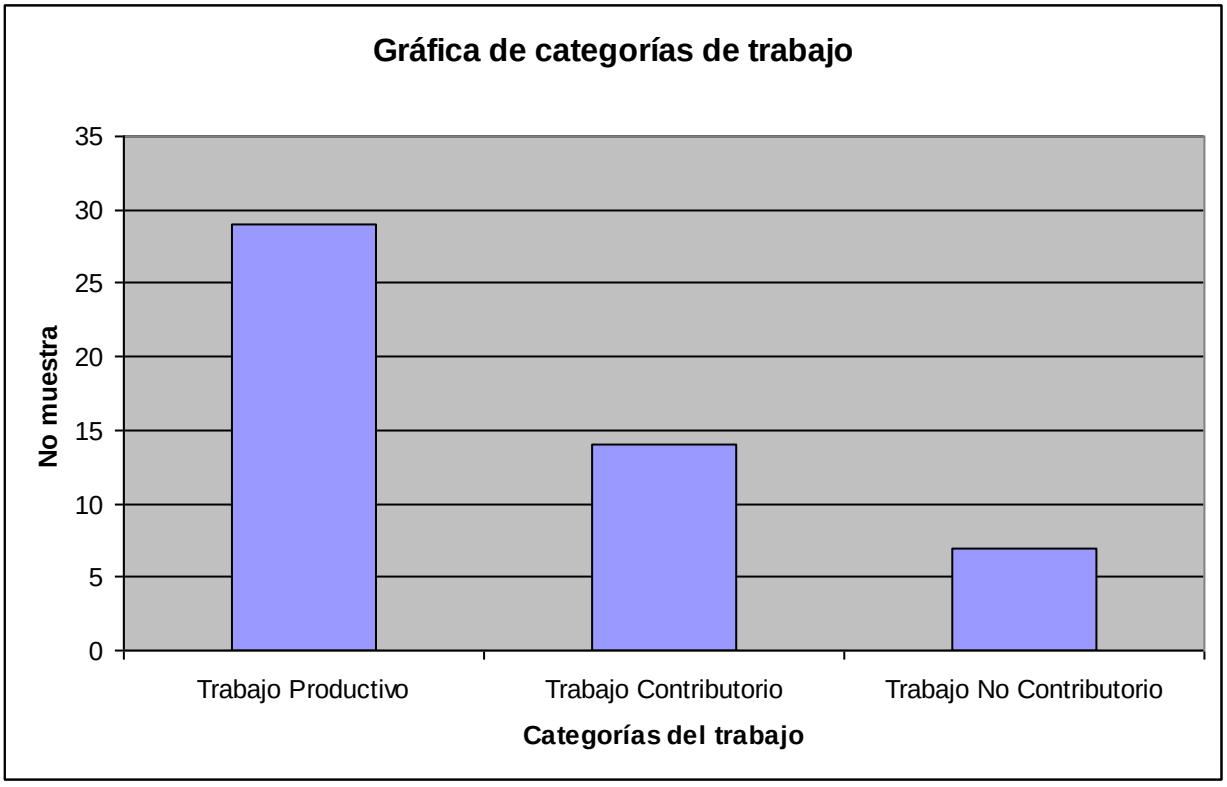
Por lo que se creó un formulario con el objetivo de realizar un muestreo de 50 observaciones con el objetivo de medir las diferentes tipos de categorías de trabajo, en el anexo 1 está la tabla de formulario de muestreo general, y a continuación se muestra el resultado realizado por el método de observación directa, la cual recoge información cualitativa y se pasa a una información cuantitativa en donde los resultados son los siguientes:

Tabla 4.

No muestra	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo No Contributorio	Observaciones
TOTAL	29	14	7	
Porcentajes (%)	58	28	14	

La gráfica 4 muestra la categoría de trabajos:

Grafica 4.



Esto explica que la mayor parte del tiempo pasan en actividades productivas y contributorias con un porcentaje del 76 % por lo que explica que la mayoría de los obreros se mantienen realizando actividades que influyen en el trabajo y un cierto 14 % a actividades no contributorias como ocio no clasificado, traslado de un lugar a otro, etc.

También se realizó un muestreo para identificar con precisión las fuentes más frecuentes de interrupciones, y la incidencia en cada una de ellas en términos de recursos desperdiciados. Se centran en aspectos externos de la gestión de la obra, que afectan el trabajo del albañil y su ayudante. Para ello se realizó una encuesta, el cual fue revisado también por el método de observación para verificar los datos aproximados. La encuesta se realizó a los albañiles y ayudantes de la obra de construcción porque supone que ellos son capaces de identificar y estimar con una exactitud apropiada, las pérdidas de tiempo debido a detenciones.

Para que la encuesta realizada fuera efectiva se confeccionó de forma tal, que fuera rápida y fácil de llenar con la información que en ella se pide. La tabla1 del anexo1 se muestra la hoja de encuesta sobre detenciones y demoras a nivel de albañil y ayudante. A continuación se presenta los resultados de la información recogida a partir de una encuesta de detención.

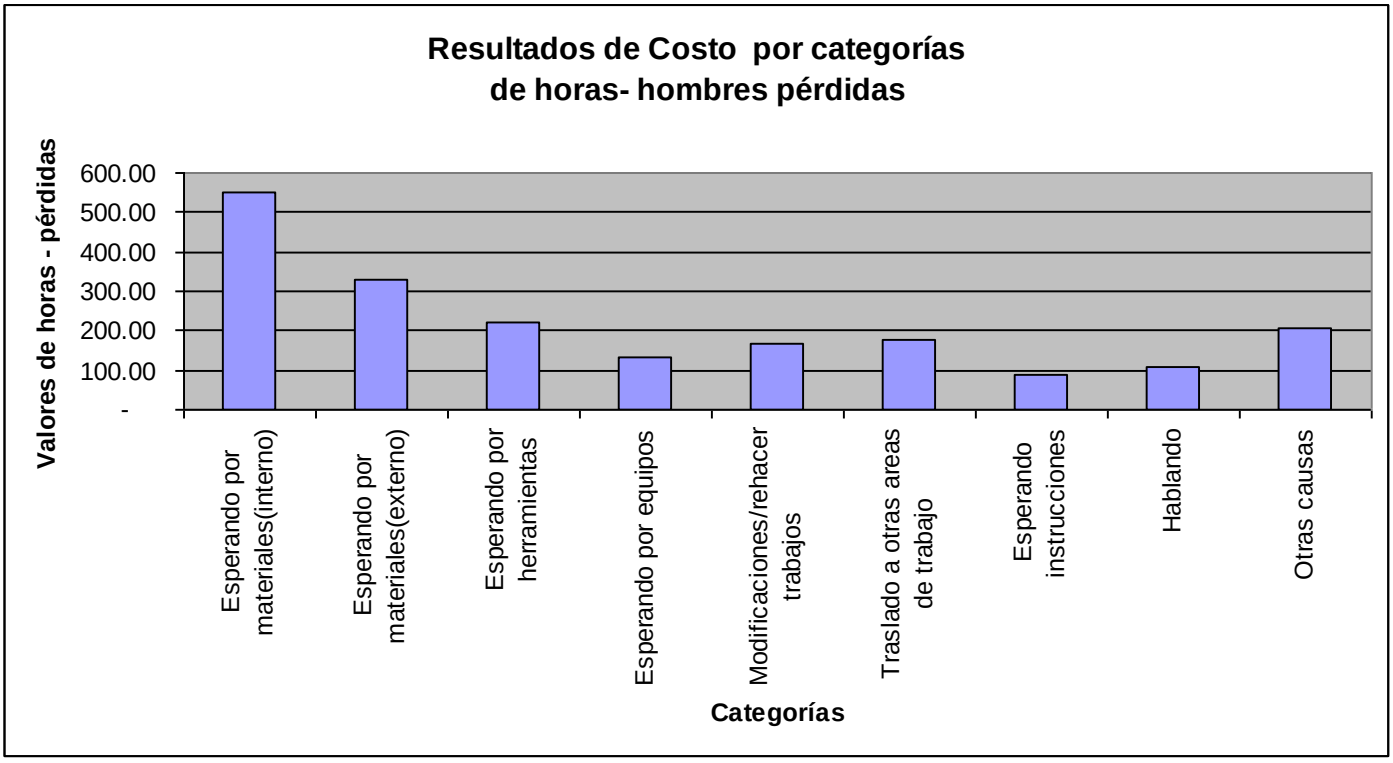
La tabla 5 entrega los datos obtenidos durante los días en que se aplicó la encuesta, la cual fue efectuada de los días del mes de Marzo del 2007.

Tabla 5.

Categoría	TOTAL DE HH PERDIDAS	% DEL TOTAL DE HH PERDIDAS	CTO HH	CTO HH PERDIDAS
Esperando por materiales(interno)	50	0.28	11.00	550.00
Esperando por materiales(externo)	30	0.17	11.00	330.00
Esperando por herramientas	20	0.11	11.00	220.00
Esperando por equipos	12	0.07	11.00	132.00
Modificaciones/rehacer trabajos	15	0.1	11.00	165.00
Traslado a otras áreas de trabajo	16	0.09	11.00	176.00
Esperando instrucciones	8	0.04	11.00	88.00
Hablando	10	0.06	11.00	110.00
Otras causas	19	0.11	11.00	209.00
TOTAL	180	1		1,980.00

Por lo que a continuación se muestra la gráfica 5 de costo horas hombres pérdidas:

Gráfica 5.



Esto da como resultado que se pierden en total de 180 horas hombres pérdidas, con un costo mayor total de C$ 1,980.00 córdobas netos, en donde la mayor causa de horas hombres pérdidas lo producen por espera de material interno (bodega) con un costo de C$ 550.00 córdobas, la cual posterior a ella es esperando materiales externo (compra) produciendo un costo de C$ 330.00 córdobas, lo que implica que la mayor pérdida de horas hombres es por espera de material ya sea de bodega o esperando que lo vayan a comprar, con un monto total de C$ 880.00, lo cual produce pérdidas al proyecto, por un manejo poco eficiente de materiales en existencia tanto en el lugar de trabajo, como en bodega.

DISEÑO DEL NUEVO TALLER

Pasando a otro tema se elaboró un diseño de taller en donde se incluyeran las actividades de armado de acero, de fontanería, carpintería y electromecánica porque estos tres últimos no tenían un lugar especifico donde trabajar, sino que mas bien lo hacían al aire libre, lo que producía incomodad y por ende atraso en la entrega de materiales, porque solo el taller de armado de acero un lugar en especial donde elaborar las piezas, el cual se muestra en el anexo 5 como estaba antes el taller, por lo que fue preciso elaborar un diseño en donde se anexe todas las actividades antes mencionadas, para tener así una mejor comodidad donde elaborar las piezas pertinentes.

Para esto elaborar el diseño se empleo el método SLP (Método de planeación sistemática de la distribución de instalaciones), en específico la matriz diagonal y el diagrama de hilos, donde nos lleva a la conclusión de cómo se elaboro el diseño del taller, el cual se muestra en el diagrama 4 y 5 que a continuación:

Diagrama 3.

Diagrama de Matriz diagonal.

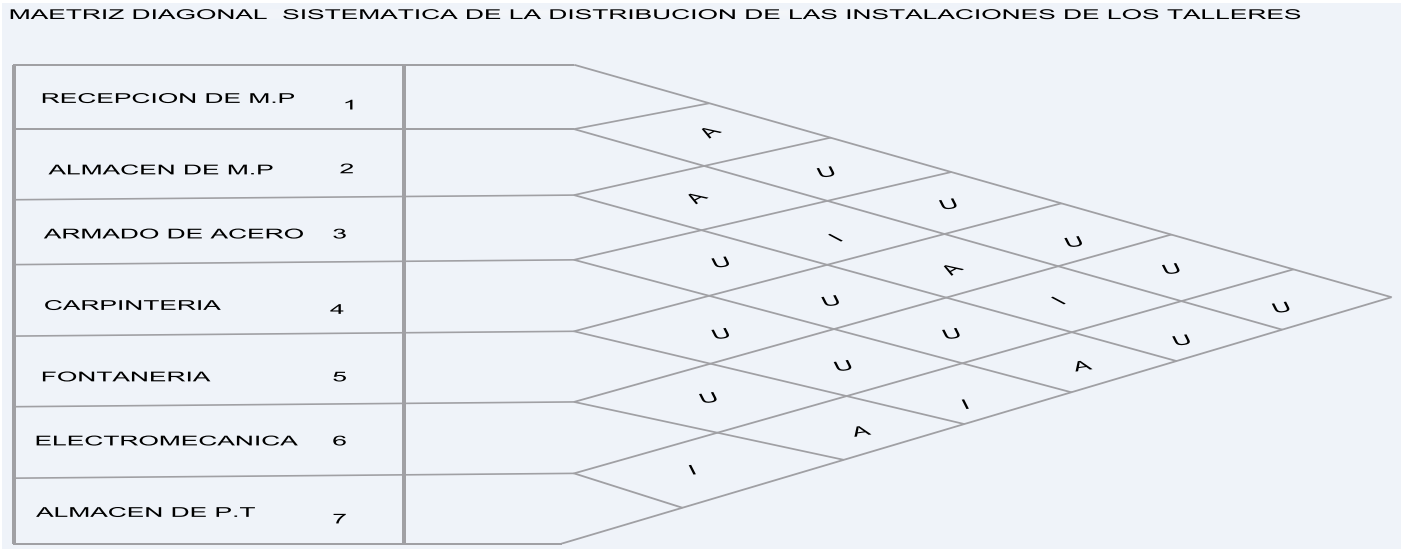
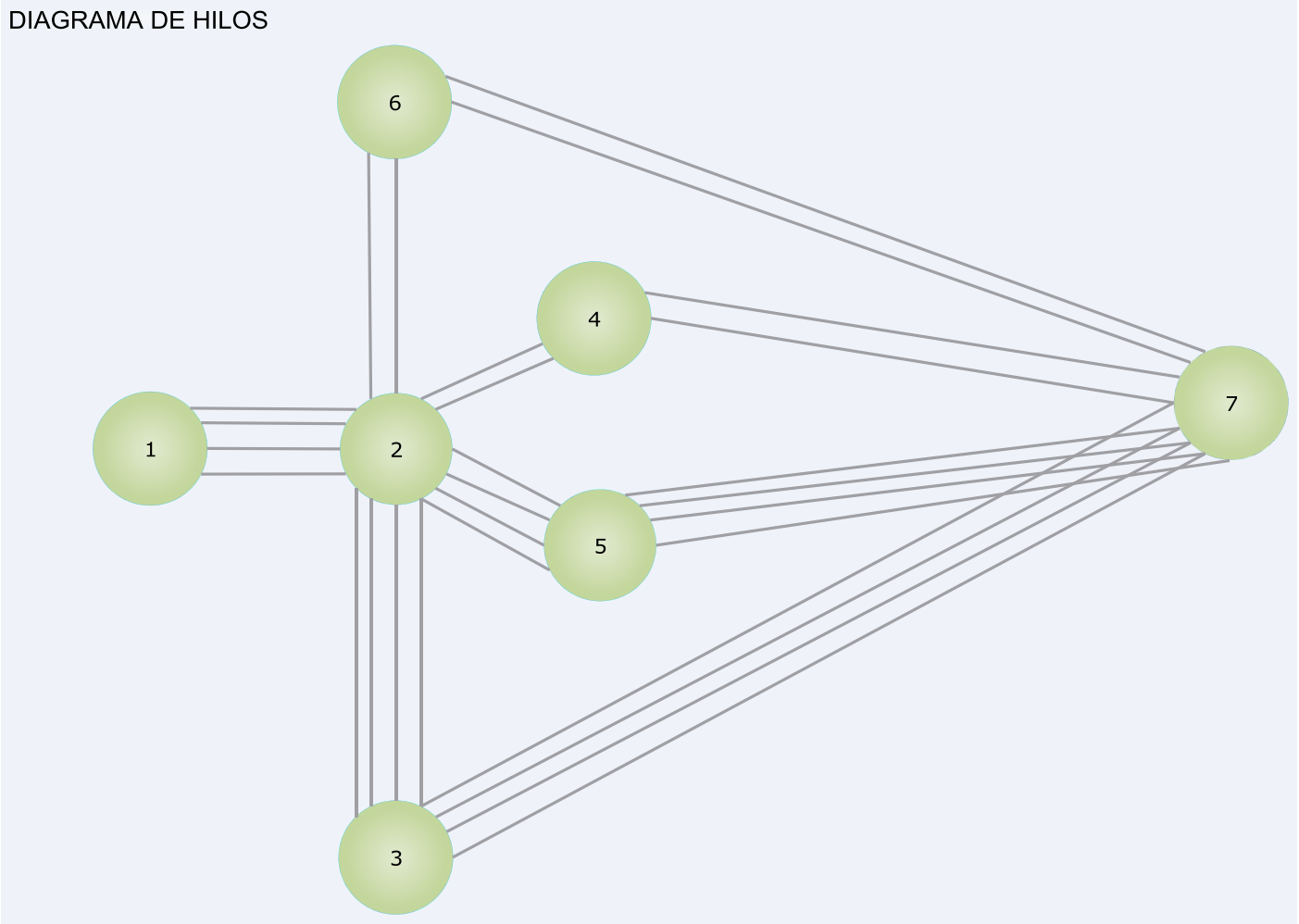


Diagrama 4.

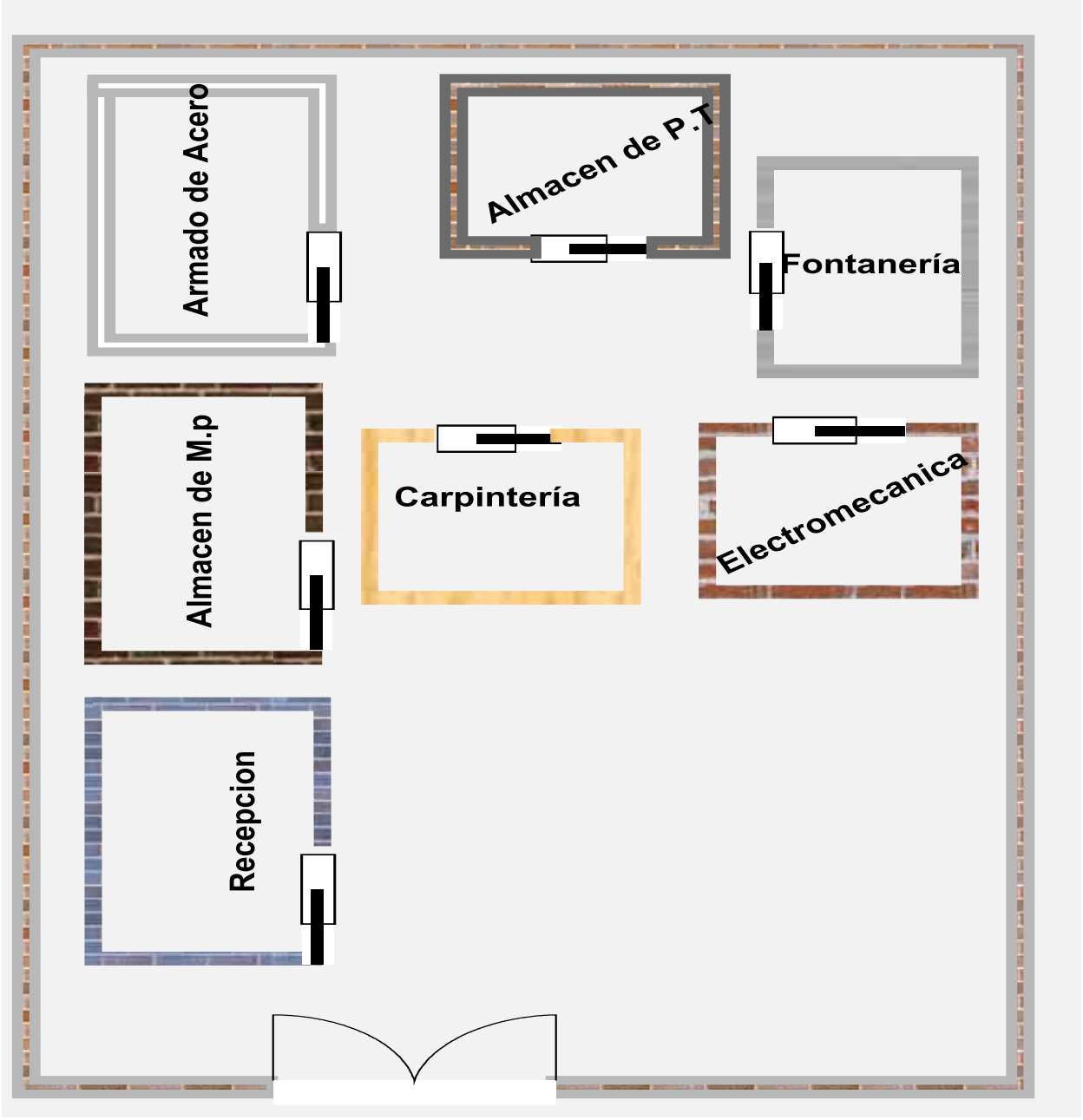
Diagrama de Hilos.



Por lo que todo lo anterior nos lleva a como debe ser el nuevo diseño, el cual se muestra a continuación en el diagrama 6:

Diagrama 5.

Distribución del taller.



CALIDAD

SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PRODUCCION DEL PROCESO DE CONSTRUCCION EN SAN ANDRES

La etapa de seguimiento y control forman parte de la administración de cualquier proceso productivo y, por lo tanto, también de la construcción. Los objetivos del seguimiento y del control son básicamente los siguientes:

1. Verificar que la ejecución de los trabajos se esté realizando de acuerdo a lo planificado y especificado (eficiencia de la gestión).
2. Tomar acciones correctivas que permitan superar las deficiencias, o ajustar la planificación a condiciones actuales diferentes a las supuestas inicialmente.

A los dos objetivos anteriores es necesario agregar un tercero, que debe ser la esencia del rol de un administrador a nivel operacional: aumentar la productividad y la calidad, a través del mejoramiento continuo de la eficiencia y la efectividad en la ejecución de las operaciones.

Para llevar a cabo la evaluación y control de un proceso, es necesario contar con retroinformación en cantidad y calidad suficientes, y además oportuna, que permita a la persona que debe tomar las decisiones, una percepción de la realidad que sea lo más cercana posible a ésta. Lamentablemente, en San Andrés no siempre se logra lo anterior mencionado, debido a varios problemas que se irán revisando a lo largo de este tema y también a que en el proyecto los altos mandos de la gerencia del proyecto no dedican el esfuerzo suficiente a este fundamental aspecto.

En residencial San Andrés se cuenta con dos tipos principales de controles y de información:

1. Formal:
    - Informes de costo
    - Informes de avance

2. Informal:
    - Recorridos de la obra
    - Reuniones
    - Preguntas: ¿Cómo va?, ¿Cómo resulta?, ¿Cómo lo esta haciendo?, etc.

Esto no es suficiente para un control eficiente, porque no consta con los informes necesarios, por lo que no se obtiene un panorama preciso del proyecto. Para lo mencionado anteriormente se recomienda crear o adaptar herramientas particulares de obtención de información con el objeto de evaluar y controlar la gestión de la obra a nivel operacional y para la búsqueda de mejoras o innovaciones en los métodos de trabajo usados. Las principales herramientas que mencionaré son:

1. Informes de control:

❖ Informes de costo
❖ Informes de avance
❖ Informes de productividad
❖ Informes de calidad

2. Información sobre métodos y procedimientos:

❖ Cuestionarios
❖ Encuestas de interrupciones y demoras
❖ Muestreo del trabajo
❖ Técnicas de observación

3. Sistemas informales:

- ❖ Observación directa
- ❖ Reuniones informales
- ❖ Preguntas a los trabajadores

Este tipo de herramienta que se acaba de mencionar ayudarán a establecer un sistema de información y un mejor control en donde en el primer caso, la información obtenida permitirá evaluar la eficiencia de la administración, y descubrir áreas problemáticas sobre las cuales actuar para anular dichos aspectos negativos. En el segundo caso, la información está orientada al mejoramiento de métodos de trabajo actualmente en uso y/o al desarrollo de nuevas técnicas de construcción. Finalmente los sistemas informales serían de gran importancia y eficacia en el proyecto ya que ayudarían a obtener información de forma directa y simple, por lo que debieran ser los que inician un proceso de mejoramiento de la productividad.

Otro punto del control de la producción y específicamente hablando de términos de calidad, se utilizaron herramientas de calidad aplicada en el proceso de elaboración de una casa en residencial San Andrés, en los cuales a través del método de hojas de registros y espina de pescado se dió un diagnóstico de las principales causas y de los paros más importantes que se dan en la ejecución de la obra, en donde en las páginas posteriores se detallan dichos estudios.

PROBLEMAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.

Problemas de los sistemas formales de control: En el proyecto San Andrés se adolecen en varias deficiencias respecto a este tema, los cuales son:

- Normalmente no miden productividad, lo que impide focalizar adecuadamente las acciones correctivas.
- No muestran los problemas de productividad en forma explícita, por lo que muchos de ellos no se identifican y no se corrigen.
- La información incluida en este sistema puede ser distorsionada, con lo que se esconden problemas hasta que es demasiado tarde para corregirlos.

Por ende en el proyecto San Andrés presenta una serie de causas mencionada anteriormente, pero esto no lo es todo, también existe otra cantidad de factores que tienen algún efecto negativo sobre la productividad. A continuación se presentan los más importantes:

1. Fatiga
2. Errores y omisiones en planos y especificaciones.
3. Modificaciones durante la ejecución del proyecto.
4. Actividades atrasadas.
5. Temperatura y/o clima adverso.
6. Ausentismo de los trabajadores.
7. Escasez de materiales cuando se necesitan.
8. Interrupciones no controladas (conversar con cuadrilla de al lado, ida a los servicios).
9. Escasez de equipos y herramientas.
10. Equipos y maquinarias dañadas.
11. Desperdicio de materiales.

En donde también las principales causas que provocan pérdidas en la productividad en el proyecto San Andrés se encuentran en categorías que se presenta en la figura 2:

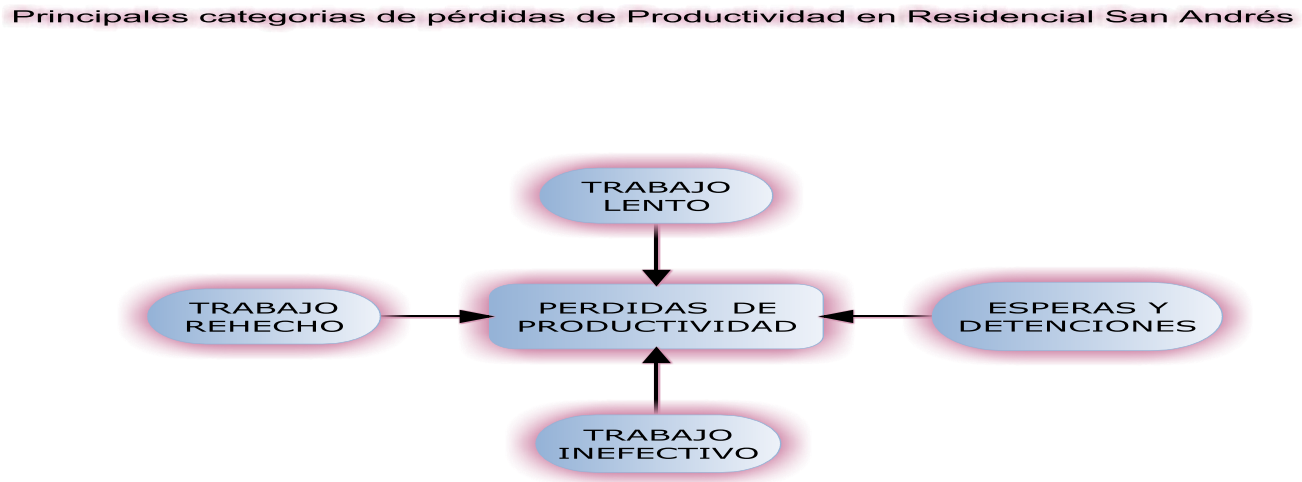


Figura 2.

Principales categorías de pérdidas de productividad.

En donde dentro de estas pérdidas mencionó algunas categorías con el ejemplo de lo que sucede:

2. Esperas y detenciones: esperando por materiales, esperando información.
3. Trabajo un poco lento: fatiga, clima adverso, ausencias, monótono.
4. Trabajo rehecho: reparación de desaplomados, reparación de repello y cascote, fisuras, mala ubicación del pantry.

Por lo que la descripción que se ha presentado en relación al gran número de problemas que afectan la productividad dentro del proyecto, entrega a una pauta para evaluar la situación del proyecto en ejecución y para tomar acciones correctivas orientadas a la solución de los problemas identificados y el mejoramiento de la productividad. Para llevar a cabo lo anterior, es conveniente utilizar el ciclo de mejoramiento de la productividad, tal como se muestra la figura que se presenta a continuación en la figura 3:

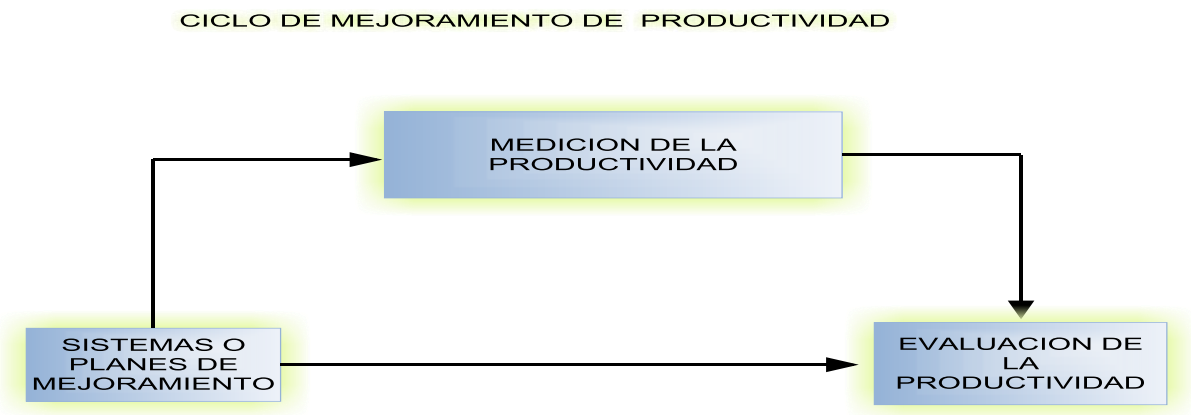


Figura 3.

Ciclo de mejoramiento de productividad.

En donde cada una de las etapas comprende actividades que deben ser realizadas para el mejoramiento estas son:

1. Medición de la productividad.
    - Toma de datos.
    - Análisis y procesamiento de la información

2. Evaluación de la productividad.
    - Diagnóstico
    - Identificación de los problemas
    - Determinación de cursos en acción
    - Evaluación de alternativas

3. Sistemas o planes de mejoramiento
    - Implementación de estrategias y acciones de mejoramiento
    - Seguimiento y control de la implementación y sus realidades

En resumida una de las actividades básicas para el mejoramiento es la medición de la productividad. En la figura 4, se presenta un esquema sencillo que puede ser utilizado para medir la productividad en la obra. Este esquema puede ser aplicado para medir la productividad global, o puede utilizarse para la medición de algunas actividades importantes o un conjunto de ellas.

Ya se hablado de los elementos que pueden ayudar mejorar la productividad, pero para ello es conveniente determinar porque el sistema de medición de productividad es importante, y es porque tiene los siguientes objetivos:

- Determinar las razones que hacen que una actividad sea más productiva que otras similares o iguales.
- Medir e identificar las diferencias existentes

- Evaluar el desempeño en forma objetiva.
- Servir de marco de referencia para las otras etapas del ciclo de mejoramiento de la productividad
- Realizar análisis de tendencia, proyectando los resultados hacia el futuro (término de la obra)

Como anteriormente se mencionaba se realizó un esquema sencillo para valorar la productividad dentro del proyecto de residencial San Andrés y el cual se muestra a continuación:

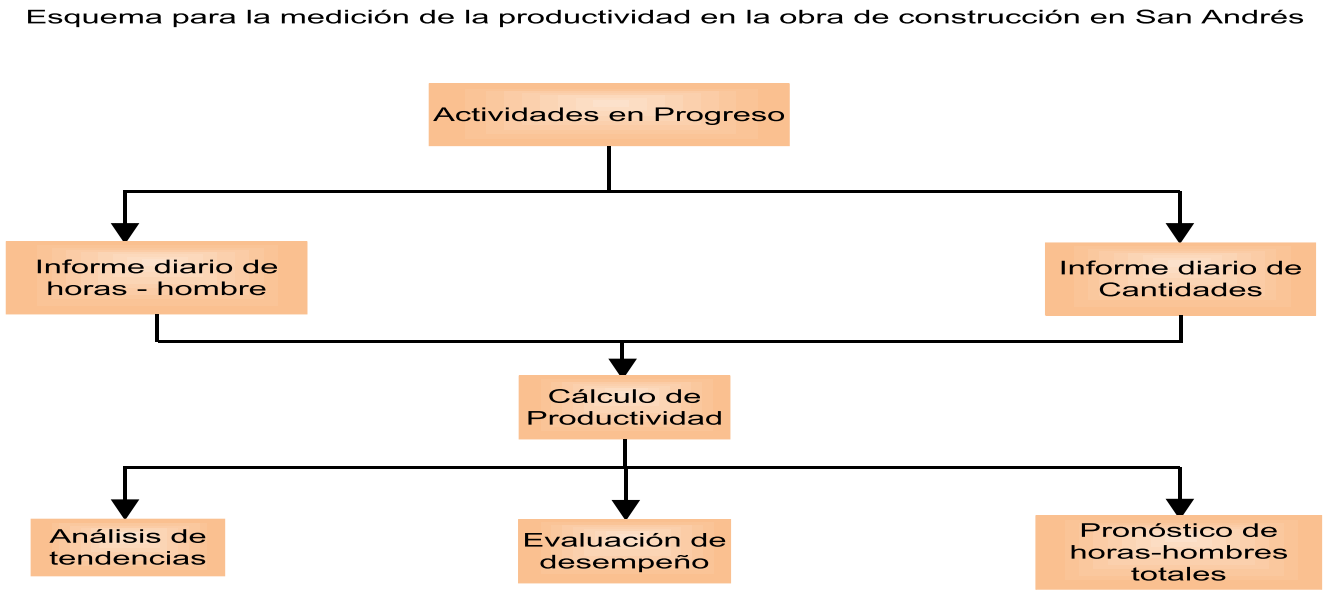


Figura 4.

Esquema para la medición de la productividad.

Dado que se realizó un esquema de cómo medir la productividad dentro del proyecto, también se dan unos elementos los cuales podrían colaborar a mejorar la productividad un poco más y se indican a continuación:

1. Programas de seguridad en la obra.
2. Estandarización de las partes y elementos de la obra.
3. Programación a intervalos cortos, a nivel de cuadrillas.
4. Prácticas eficientes de adquisiciones de materiales.
5. Disponibilidad suficiente de herramientas.
6. Uso de estudios de tiempos, para mejorar la eficiencia, reducir la fatiga.
7. Mantenimiento preventivo.

Hoja de registros de los defectos generados en la producción de construcción de casas en residencial San Andrés.

Una vez que se estableció que se requeriría estudiar e identificar las diferentes no conformidades, en este caso los diferentes paros de producción, se registraron estos en una hoja de registros, la cual indicará la frecuencia de cada paro en la construcción de casa. Como la información a recopilar es cualitativa, los datos se recogieron por observación durante las visitas realizadas al proyecto.

La inspección por observación se realizó durante diez días, en donde el número de observaciones fue de 100, en los turnos de la mañana, de 9:00 am, y de la tarde durante de 2:00 a 4:30 PM, hora que termina la jornada laboral diaria.

En el muestreo que se realizó fue observado cada uno de los atrasos y paros en la obra que son expuestos a continuación de manera general.

Los resultados obtenidos del muestreo son:

Falta de material

Obrero no llego a trabajar

Maquinaria ocasionando problemas

Falta de energía

Trabajador hablando

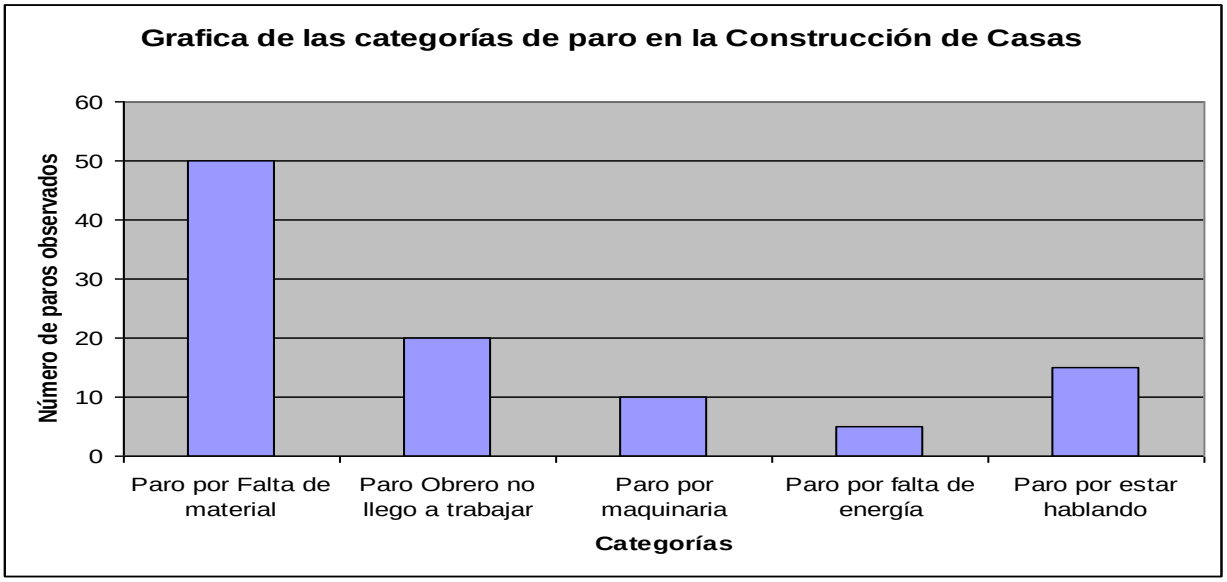
La tabla 6 es detallada a continuación:

Tabla 6.

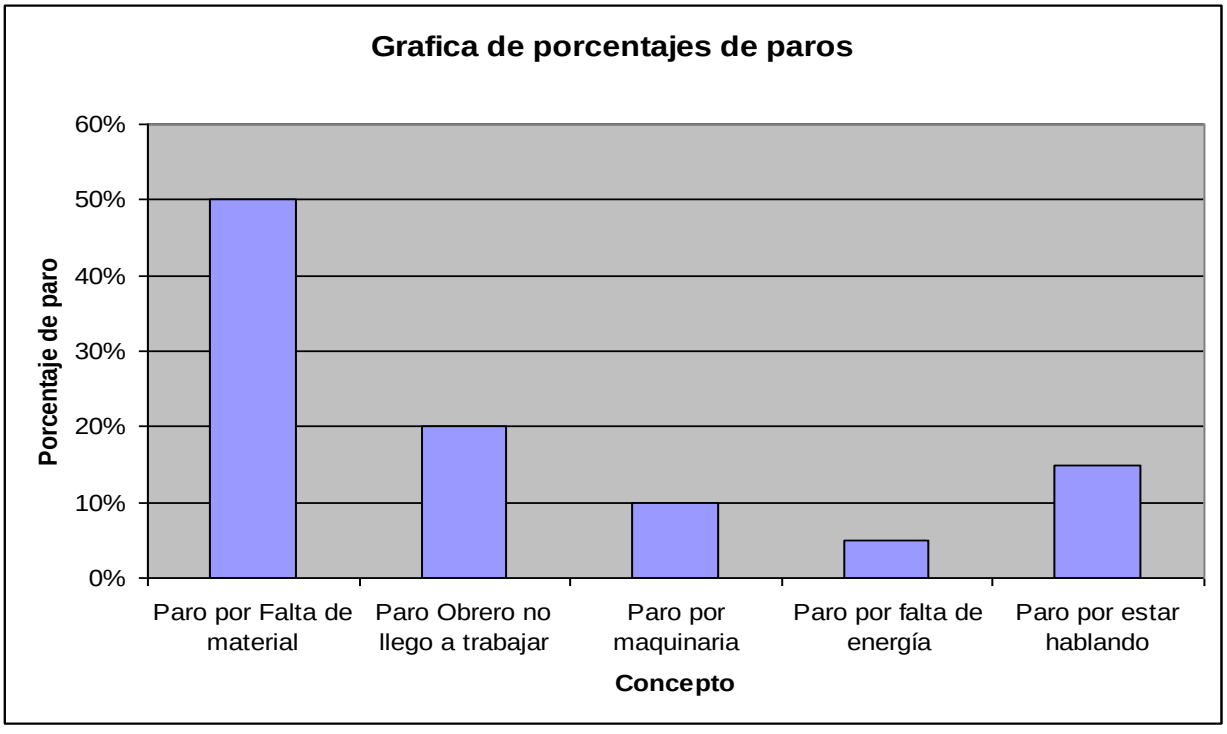
Categorías	Numero de observaciones	(%) de frecuencia de paro	Porcentajes
Paro por Falta de material	50	0.5	50%
Paro Obrero no llego a trabajar	20	0.2	20%
Paro por maquinaria	10	0.1	10%
Paro por falta de energía	5	0.1	5%
Paro por estar hablando	15	0.2	15%
Total	100	1	100%

A continuación de manera ilustrativa se presentan las gráficas 6 y 7 en donde se muestra los paros y dichos porcentajes:

Grafica 6.



Gráfica 7:



En donde se vuelve hacer constar que la mayor parte de paro y atraso se produce por falta de material, el cual produce un porcentaje del 50% de los paros, en donde posterior a ello la mayor parte del paro se da por obreros que no llegan a trabajar, pero esto se debe a que la mayor parte de los obreros que no llegan a trabajar pertenecen a la área de subcontratista por lo que aquí en la obra se puso un reglamento que el que no llegará a las 7:00 AM al lugar de trabajo no entraba a trabajar, quizás por ello se da este porcentaje de obreros que no llegan a trabajar, luego un porcentaje del 10 % por paro de maquinaria, esto es porque en la maquinaria surgió un desperfecto, debido a que no existe un calendario de mantenimiento, por lo que se puede hacer constar que estos son los principales paros que se dan.

Posterior a ello se realiza una interpretación del diagrama de Causa - Efecto del proceso de producción en la construcción de casas en residencial San Andrés.

De acuerdo al estudio realizado a las observaciones efectuadas, se estableció una serie de causas que generan los paros en la construcción de casas.

Las causas que a continuación mencionaré, se determinó como se mencionó en el párrafo anterior a una de series de observaciones realizadas durante dos semanas, específicamente durante diez días hábiles en la construcción y elaboración de casas, además de las entrevistas informales realizadas a los trabajadores y encargados del proyecto en San Andrés, los cuales trabajan diario en este proyecto y por la experiencia y desarrollo en su labor sirven de ayuda en la realización de este diagrama.

Para un mejor entendimiento se dividió los problemas observados en seis categorías (6M):

1) Medición e inspección: Los principales problemas que se generan en este tema de medición se debe a que no existe un área encargada a la medición y control de la producción.

En la inspección, los problemas se generan porque en la parte de la obra se inspecciona hasta que ya esta terminada la obra gris y si esta presenta una falla se desperdicia material, tiempo y costo.

2) Método de trabajo: causa fundamental en este aspecto es la falta de capacitación de obreros, no que estos trabajan en base a experiencia lograda a sus años y a proyectos anteriores similares a estos.

3) Mano de obra: Uno de los problemas que presenta la mano de obra es la falta de especialización a causa de una alta rotación de puestos que existe, otro problema es que la mano de obra sobretodo en la parte de subcontrato realizan una serie de actividades que no producen ningún beneficio en la construcción sino más bien en pérdidas y atrasos.

4) Maquinaria y equipos: en este tema la maquinaria y/o equipo presenta falla en su funcionamiento normal, pero es debido a un problema principal y es que no existe un área y/o encargado de realizar un mantenimiento de tipo preventivo, sino que se lleva a cabo un tipo de mantenimiento correctivo, que es hasta que la maquinaria produce fallos.

5) Materiales: la falta de materiales en existencia, produce atrasos en la obra por lo que se pierde tiempo y lo principal este tiempo perdido en costo.

6) Medio Ambiente: el principal problema es el polvo en el lugar por lo que si el clima esta adverso, es decir con sople de viento, este levanta polvo, por lo que obstruye la visualización y el trabajo se vuelve más complicado.

DIAGRAMA DE ESQUINA DE PESCADO

A continuación se muestra el diagrama 6, en donde se presenta la espina de pescado, que detalla todo lo anteriormente mencionado:

Diagrama 6.

Diagrama de esquina de pescado.

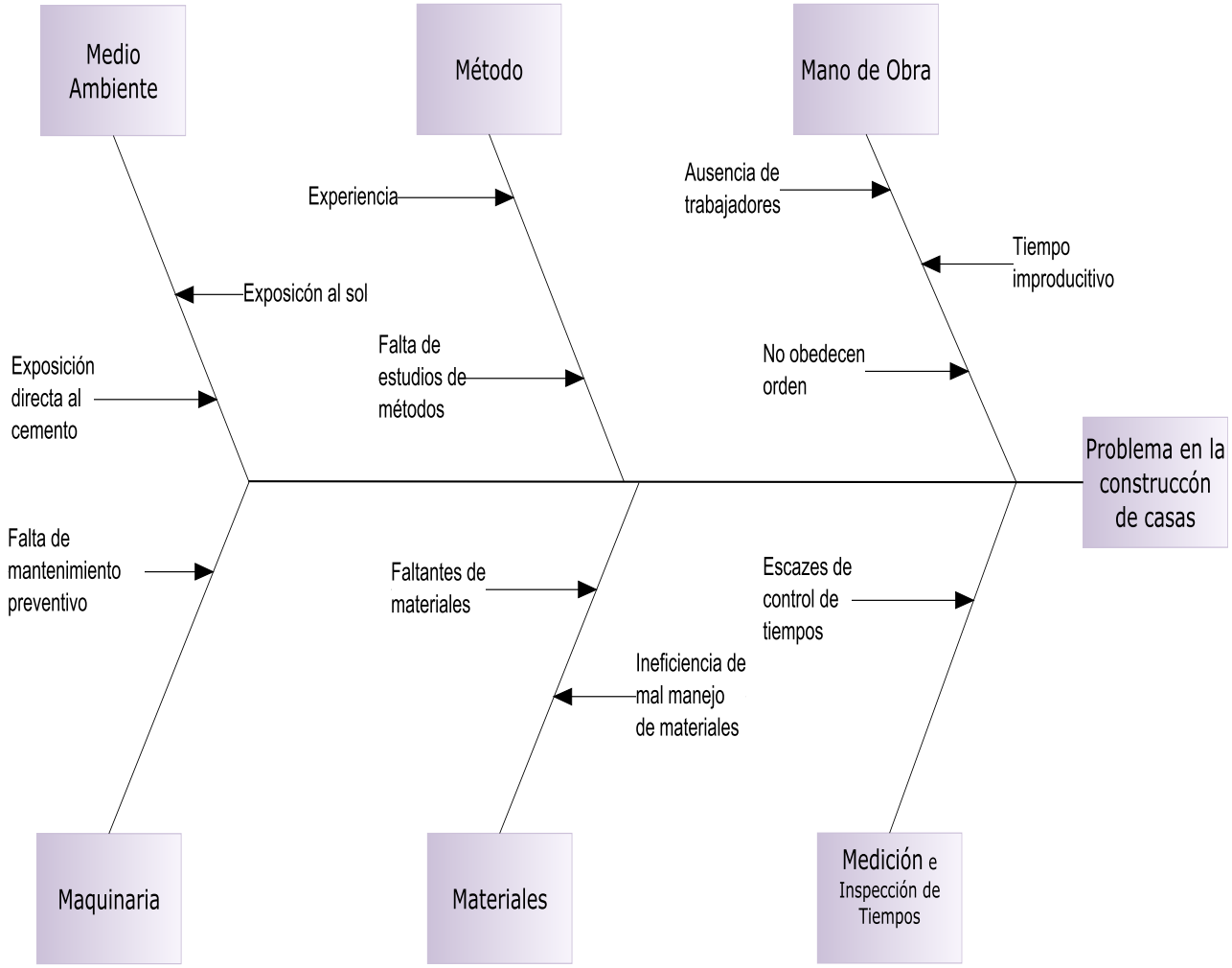
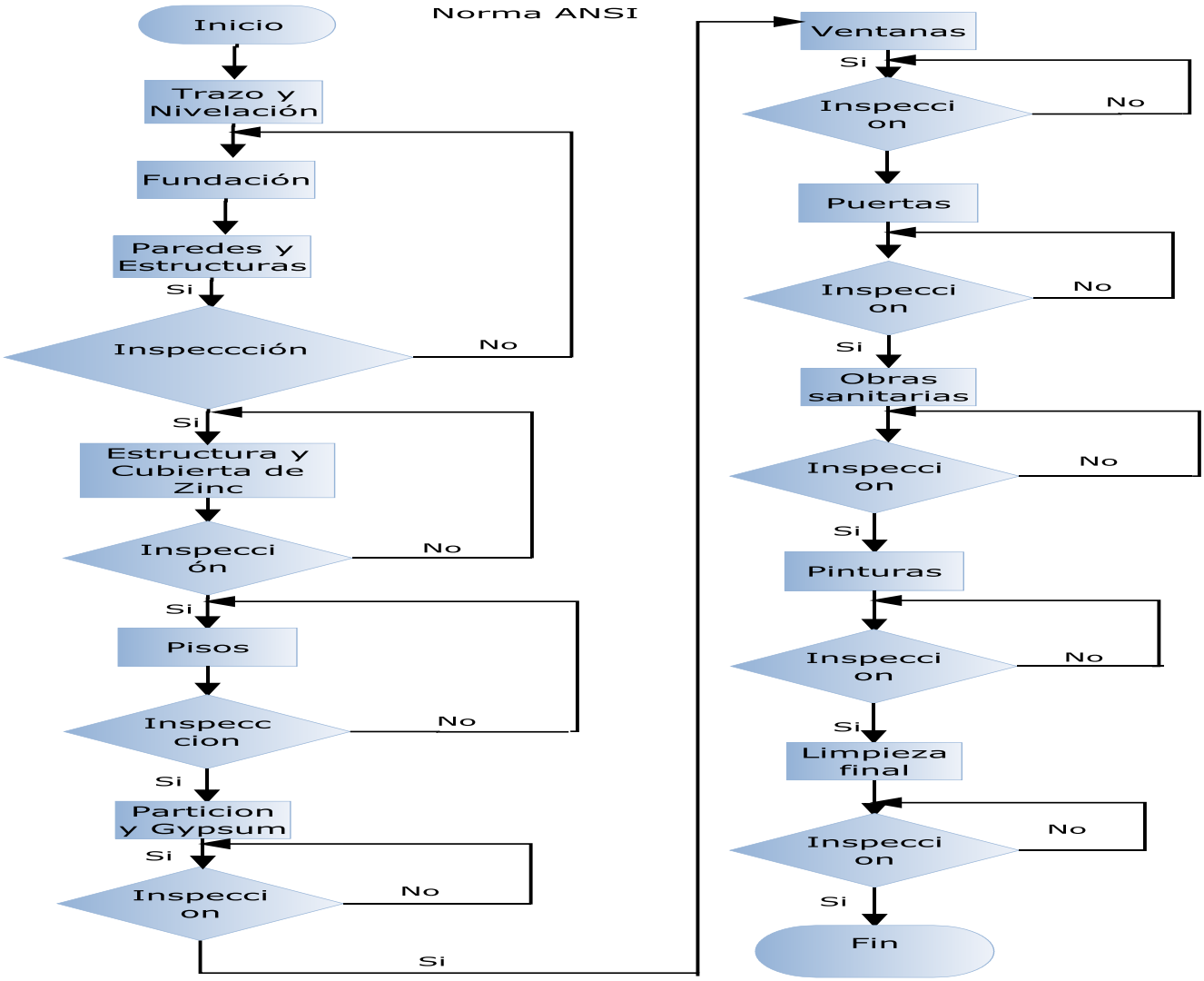


DIAGRAMA DE CALIDAD

También dentro de este tema se elaboró un diagrama dentro del ámbito de calidad según la norma ANSI, la cual es mostrada a continuación en el diagrama 4, para así de esta manera obtener un mejor panorama del proceso de construcción:

Diagrama 7.

Diagrama de calidad de la norma ANSI.



SEGURIDAD

SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES EN SAN ANDRES

Una vez terminada la parte de calidad se aborda el tema de seguridad, lo cual es bueno recordar que los accidentes se traducen en costos; costos en vidas humanas, pérdida de materiales y de equipos. Por lo tanto, un buen programa de prevención de riesgos y accidentes puede producir grandes ahorros. Lo anterior, no pretende desconocer la pena y el sufrimiento que cada accidente trae consigo desde el punto de vista humano, pero si reconocer que para el proyecto se motive este aspecto, la seguridad debe ser considerada desde un punto de vista económico. La figura 5 resume las consecuencias de los accidentes que se producen en el trabajo.

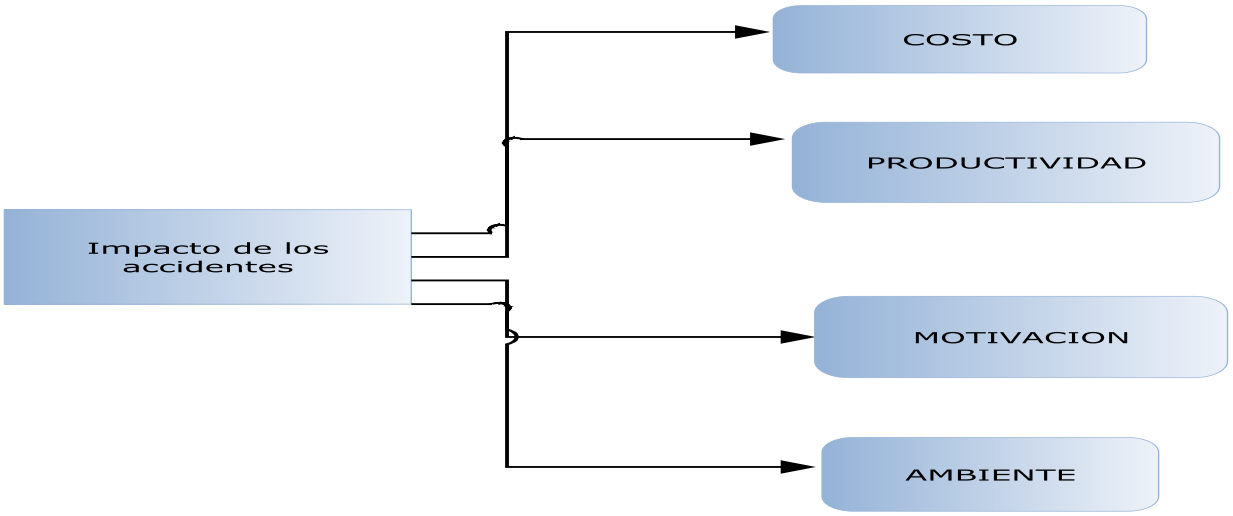


Figura 5.
Impacto de los accidentes.

Además de los costos asociados a los accidentes, también estos tienen un efecto negativo en la productividad de los trabajadores y de la obra en general, al producirse interrupciones en el trabajo y al reducirse la motivación de los trabajadores, sobre todo cuando estos perciben que el accidente se produjo por negligencia de la administración del proyecto; y al crearse un ambiente negativo de trabajo en la obra debido a la existencia de condiciones inseguras.

LA SEGURIDAD COMO UN SISTEMA

Vale la pena tomar en cuenta la seguridad como un sistema por lo que en la figura 6 se muestra un esquema representativo de un sistema de seguridad que indica gráficamente como interactúan las variables o factores inherentes en el proyecto y establecer así cuan seguro es un trabajo

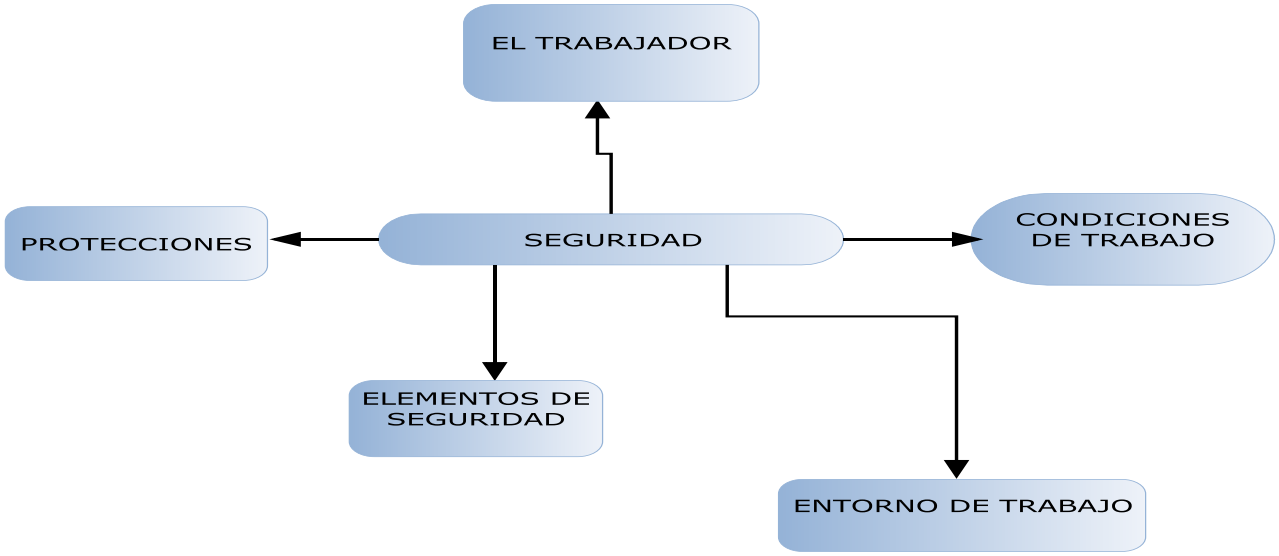


Figura 6.

El sistema de seguridad.

De acuerdo al esquema mostrado en la página anterior, existen cinco variables globales que influyen sobre el balance o equilibrio del sistema de seguridad. Si una de estas variables es deficiente, el sistema completo está desbalanceado. Cada uno de estas variables comprende una serie de factores que determinan lo efectiva que es una variable en particular, dentro del contexto global. La descripción de las variables es la siguiente:

1. **Ambiente de trabajo:** Corresponde a factores tales como las actitudes del ingeniero a cargo, del jefe de obra, de los maestros de obra y del propio trabajador (clima humano).
2. **Condiciones de trabajo:** Peligros o riesgos propios del tipo de trabajo realizado. Además, comprende los peligros para la salud que representa la metodología de trabajo, los materiales usados y la localización geográfica de la obra.
3. **Elementos de seguridad:** Es una variable que mide cuán bien y completamente son resguardados los trabajadores en áreas o situaciones peligrosas, mediante la utilización de elementos de seguridad, tales como barreras, tapas de zanjas, etc.
4. **Protecciones:** Considera los aparatos de protección personal tales como cascos, lentes, zapatos y cinturones de seguridad, tapones de oídos, máscaras antigases, etc.
5. **El trabajador:** Toma en cuenta su interacción con el sistema, lo que incluye factores tales como sus hábitos, creencias, impresiones, nivel educacional y cultural, actitudes sociales y características físicas.

LA SEGURIDAD Y EL TRABAJADOR EN PROYECTO SAN ANDRES

Se habló de la seguridad como sistema y sus condiciones ambientales, pero es conveniente tomar en cuenta al trabajador, ya que este es sumamente importante para toda empresa, y en especial para la construcción de casas, pero en donde la mayoría de los obreros en el proyecto San Andrés por lo general reciben muy poca instrucción sobre seguridad y prevención de riesgos, y cuando la reciben, ésta es poca satisfactoria debido a:

1. Instrucción de baja calidad, pobre.
2. Los materiales utilizados para la instrucción son insuficientes.
3. La más importante falta de comprensión y/o interés por parte de los trabajadores.

Lo cual surge como sugerencia que una herramienta eficaz para mejorar el nivel de instrucción del personal son las reuniones periódicas de seguridad que pueden realizarse al inicio o término de la jornada diaria de trabajo, con una duración de 5 a 10 minutos. Esta instrucción puede ser realizada por el jefe de la obra o por el maestro de obra y deben abordar, principalmente, aspectos relevantes de seguridad asociados a faenas que se están realizando o que se van a realizar.

ACTITUDES DEL TRABAJADOR EN PROYECTO SAN ANDRES

Cabe señalar que las actitudes del trabajador en el proyecto San Andrés en relación a los conceptos de seguridad dependen del nivel de instrucción sobre el tema que éste posee. Sin embargo, aún en aquellos bien instruidos se encuentran ciertas actitudes que son negativas para la seguridad, como son:

1. Considerar que asumir riesgos y sufrir lesiones menores es parte del trabajo en toda obra de construcción.

2. Muchas veces no reconocen la presencia de peligros y, por lo tanto, no se preocupan de estar alerta y preparados para tomar las decisiones necesarias o adecuadas para evitar los accidentes.

3. Lamentablemente algunos se creen superhombres y piensan que a ellos nada les puede pasar.

En este sentido las instrucciones pueden jugar un papel importante cuando se crea conciencia en los trabajadores de lo importante que es ser responsables en el trabajo, protegiéndose, primero así mismos, como también al resto del personal y por último, cooperando apropiadamente con la seguridad general de la obra.

CONDICIONES AMBIENTALES.

Dentro de las condiciones ambientales que se presenta en el proyecto en ejecución San Andrés pueden tener un efecto adverso en la comodidad, productividad y salud de los trabajadores. La magnitud de este efecto depende de la magnitud de la aberración ambiental. La figura 7 muestra las relaciones entre las condiciones ambientales, la seguridad y el trabajador en el proyecto San Andrés:

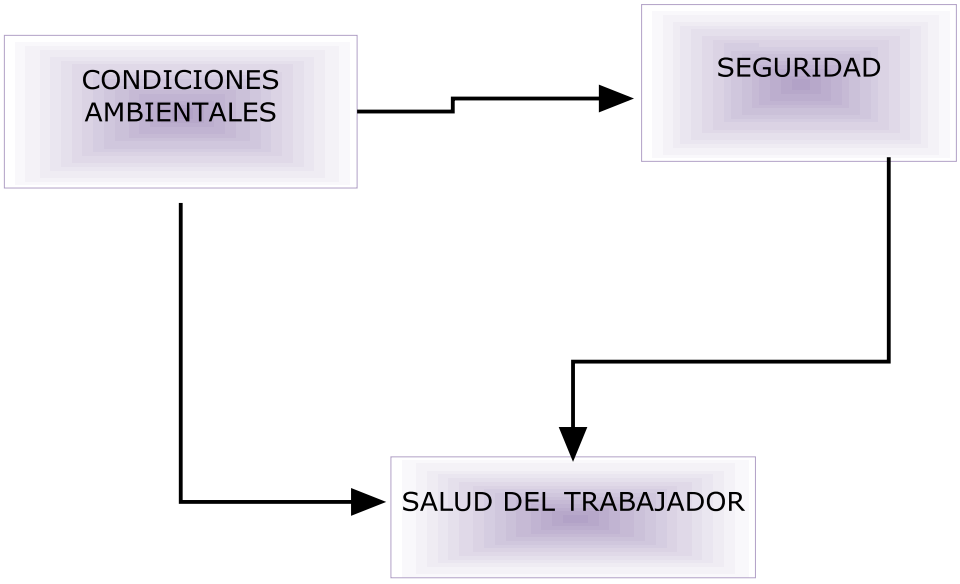


Figura 7.

Relación entre las condiciones ambientales, la seguridad y la salud del trabajador.

Los principales riesgos para la salud, derivan de los siguientes factores ambientales:

1. El polvo.
2. El calor.
3. El ruido.

El polvo: El polvo ha sido siempre un problema importante en los trabajos de ejecución que se realizan en zonas muy secas, excavaciones, etc. Es una de las mayores causas de incapacidad en los trabajadores, debido al daño paulatino la creciente acumulación de polvo en los pulmones, lo cual a lo largo del tiempo afectará su salud, produciendo enfermedades que pueden ser más serias en este aspecto son:

- **Silicosis:** Inhalación de partículas de polvo con alto contenido de sílice, que resultan frecuentemente de faenas tales como perforaciones y movimientos de tierra. Provienen de rocas que incluyen cuarzo, el granito, el mármol, la pizarra, el talco, etc. Muchas investigaciones hechas en esta área han determinado el parámetro más peligroso es el tamaño de la partícula. La silicosis involucra una acumulación de polvo en los pulmones que se va incrementando con el tiempo y que trae como consecuencias una incapacidad pulmonar que puede significar la invalidez o la muerte.
- **Asbestosis: I**nhalación de partículas de polvo de asbesto que también provoca en el largo plazo un deterioro físico.

En consideración a lo anterior, es importante tomar medidas para controlar este problema ambiental que puede afectar la salud de los trabajadores. Entre las medidas más apropiadas a tomar, se puede citar:

- Evacuación controlada del polvo en suspensión, desde la zona de trabajo.
- Humedecer el terreno. Esta acción es mejorada utilizando agua con una pequeña dosis de detergente.
- Ventilación natural y forzada.

- Utilización de respiradores personales en los lugares más agresivos. Tienen el inconveniente de ser incómodos, provocando el rechazo de los trabajadores, pero con una buena instrucción pueden cambiar de parecer.
- Para los operadores de equipos, proveerlos de cabinas cerradas, con filtros de aire.

EL CALOR

El calor y sus efectos pueden disminuir severamente la capacidad de los trabajadores para trabajar en forma segura. Además, puede llegar a provocar un daño fisiológico grave: insolación, quemaduras y deshidratación.

Por lo que en el proyecto se deben tomar algunas precauciones adicionales:

- Mantener una observación permanente de las condiciones del personal, y establecer descansos periódicos como lo dicta la Cámara de la Construcción de Nicaragua.
- Preocuparse de que los trabajadores injieran el líquido vital como agua para que el agua y la sal pérdidas a través de la transpiración y evitar así la deshidratación.
- Proteger a los trabajadores de la radiación directa con el sol.

EL RUIDO

El ruido puede causar un daño irreparable en el sistema auditivo. Además, normalmente produce una reducción en la capacidad de trabajo. Esto se debe a que el ruido puede provocar una fatiga acústica en las personas, la que tiene un efecto similar al de la fatiga física y trae consigo efectos tales como: falta de atención, irritabilidad y propensión a accidentes.
En general, el ruido tiene tres atributos de interés:

- Intensidad: Es función de la presión del aire y generalmente se mide a través un decibelímetro de escala logarítmica.
- Duración: Puede ser de tipo impulsivos (explosivos) o permanentes (maquinaria).

- Frecuencia: Describe la vibración de la fuente que emite el sonido análogo al tono de la música.

Por ende se puede decir que el ruido es un problema para los trabajadores ya que su capacidad fisiológica, su estabilidad psicológica y disminuye su habilidad de comunicación. La pérdida de audición es el principal problema fisiológico como consecuencia del ruido.

La propuesta para un efectivo programa de control del ruido ambiental debe considerar tres aspectos importantes:

- Reducir el nivel de ruido de la fuente generadora.
- Reducir la cantidad de ruido transmitido a través del aire u otro medio.
- Revisar los procedimientos operacionales.

Algunos de los medios que se puede incluir en el programa de este tipo son:

- Adecuada manutención y reparación de equipos, maquinarias.
- Proveer de elementos de protección a los trabajadores.

La recomendación final para este tema de seguridad es que se debe establecer un programa de seguridad efectivo en el cual se muestra a continuación en la página posterior.

PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE

En esta sección se crea un plan de ergonomía y seguridad empleando según el compendio de resoluciones y normativas en materia de higiene y seguridad del trabajo en Nicaragua.
Para emplear un programa en el proyecto debe garantizarse a los trabajadores su respectivo equipo de protección personal como:

- Casco para proteger la cabeza.
- Chalecos, chaquetas.
- Cinturones de seguridad
- Poner medidas de señalización en las áreas de peligro o riesgo.
- Mascarilla antipolvo
- Gafas contra impacto
- Guantes de cuero mangas cortas
- Deberá existir suficiente agua potable para contrarrestar la deshidratación.
- Un botiquín de primeros auxilios que permita brindar asistencia primaria en caso de accidente de trabajo.
- Los equipos de protección personal deberán utilizarse de forma obligatoria y permanente desde que inicia la jornada laboral hasta que finalice la misma.
- Usar botas o zapatos de seguridad, es decir con refuerzos metálicos en la puntera.
- Botas de goma en época de lluvia.
- Tener extinguindores para casos de emergencias como incendios menores.
- Se debe tomar una recopilación realista de registros y estadísticas relacionadas con problemas y programas de seguridad.
- Desarrollar estándares de salud y seguridad.
- Conocer y respetar la legislación y reglamentación vigente respecto a la seguridad laboral.
- Educar al personal en el uso de métodos y procedimientos correctos.

- Reevaluar en forma permanente el programa de seguridad, a través de inspecciones en terreno por especialistas.
- Obtención y utilización correcta de herramientas y equipos de buena calidad y en buen estado de uso.
- Mantener aseada y ordenada la faena.

Por lo que se puede resumir que empleando todas estas medidas cautelares se evitarían un poco más los accidentes laborales.

AREA DE MANTENIMIENTO

Otro ámbito que se tomó en consideración fue el área de mantenimiento, que como ya se mencionaba en páginas anteriores no existe un tipo de mantenimiento, y debido a ello se producen fallas en la maquinaria y los equipos de la construcción son un recurso que varía en importancia de acuerdo al tipo, tamaño y complejidad.
Sin embargo, en la gran mayoría de los casos es importante administrar correctamente este recurso debido principalmente a los efectos asociados que tiene la falla de ellos y, especialmente, en la productividad de la construcción de una obra y San Andrés no deja de ser la excepción.

Dentro de la administración de los equipos existe una actividad importante que es la mantención de ellos debe ser correctamente administrada, con un plan de acción claro, con un sistema de registro de información eficiente y con un buen proceso de análisis, en donde el proyecto de construcción de residencial San Andrés no cuenta con un sistema y área encargada a mantenimiento de los equipos y maquinarias.
Indudablemente este esquema debe dimensionarse acorde a la magnitud del problema que está enfrentando.

El donde un buen mantenimiento de los equipos incluye servicio, ajuste y reparación de los equipos. Por lo que es necesario contar con un buen programa de mantenimiento debido a, entre otras, las siguientes razones:

1. Disminuir las probabilidades de fallas y desperfectos de los equipos.
2. Evitar las interrupciones y demoras durante la ejecución de los trabajos.
3. Disminuir accidentes debido a fallas de los equipos que pueden afectar la seguridad de la obra.

En donde los trabajos de mantenimiento se clasifican en:

Mantenimiento Preventivo (MP): Incluye todos los trabajos programados dirigidos a mantener el equipo operando plena capacidad y con las especificaciones requeridas. Por lo tanto, todos los trabajos de mantenimiento por decisión del área de mantenimiento y no por haber ocurrido una falla en el equipo y maquinaria aleatoria.

El mantenimiento Preventivo se clasifica en:

1. Mantenimiento diario: Consiste en todas las actividades sencillas de mantenimiento que el equipo requiere diariamente, generalmente se trata de limpieza y lubricación.
2. Mantenimiento Pequeño: Consiste en la revisión y/o sustitución de piezas, tales como piezas de unión, principalmente las que transmiten carga dinámica, piezas que transmiten como engranajes, correas, bandas, cadenas.
3. Mantenimiento Mediano: Este comprende la realización de desmontajes parciales del equipo y sustitución del equipo de unidades completas.
4. Revisión General: Es una revisión sistemática del buen funcionamiento del equipo, ya que puede indicar algún desperfecto potencial. En ocasiones incluye limpieza y lubricación de algunos elementos del equipo.
5. Mantenimiento General: En este se realizan el desmontaje y limpieza total de la máquina y sus sistemas hidráulicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos, etc.

Mantenimiento Correctivo (MC): Son todos aquellos trabajos dirigidos a recuperar total o parcial la capacidad productiva del equipo, cuando haya sido mermada por una descompostura aleatoria. Por lo tanto, por definición, la necesidad de un trabajo de mantenimiento correctivo se origina de una falla del equipo y nunca por una decisión del departamento de mantenimiento.

En el proyecto San Andrés como se mencionaba anteriormente no existe un responsable y mucho menos un departamento de mantenimiento, lo cual se recomienda crear un departamento de mantenimiento en donde por lo menos tenga un responsable, este sería el encargado del departamento de mantenimiento y dos ayudantes, con el objetivo principal de garantizar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo, en donde se realicen en el tiempo y forma planeado, a fin de asegurar el buen funcionamiento y estado de la maquinaria, equipos y vehículos de transporte.

En donde se implementarían formatos lo cual estarían diseñados para reflejar la eficiencia del mantenimiento y ejercer doble función que es organizar y controlar. Por medio de estos el mantenimiento reuniría toda la información de las labores y tareas, y así controlar la eficiencia del personal, el avance de los trabajos y la utilización de los materiales y repuestos.

Los formatos necesarios los cuales se implementarían para la organización y control del área de mantenimiento serían los siguientes:

FORMATOS PARA EL AREA DE MANTENIMIENTO

Los formatos necesarios los cuales se implementarían para la organización y control del área de mantenimiento serían los siguientes:

NOMBRE DEL FORMATO	OBEJTIVO
1. Ficha técnica	Resumir todas las características físicas de cada máquina.
2. Orden de trabajo	Autorizar las realización de los trabajos y permite el cálculo posterior de los trabajos de mantenimiento y de las horas paros.
3. Solicitud de trabajo	Solicitar servicios de algún tipo de mantenimiento.
4. Expediente del equipo	Reunir todas las fallas que haya sufrido una máquina y sus reparaciones, permitiendo un análisis histórico.
5. Requisa de materiales y repuestos	Solicitar materiales y repuestos a bodega o para ir a comprarlos.
6. Devolución de materiales y repuestos.	Regresar materiales y repuestos a bodega.
7. Hoja de inspección	Indica la forma precisa de todo lo que hay que inspeccionar, desmontar, sustituir, etc.
8. Reportes periódicos	Se diseñan para el cálculo mensual de costos, elaboración de reportes.

Los formatos se clasificarían en formatos generales y específicos.

Los formatos generales serán utilizados en el área de mantenimiento para lo siguiente:

- Informe de desperfecto de maquinaria y/o equipo.
- Requisa de materiales y/o repuestos.
- Devolución de materiales y/o repuestos.
- Hoja de pago al destajo.
- Reporte de horas extras.
- Ficha histórica de reparaciones.

Mientras que en los formatos específicos se detallarán en la descripción de cada uno de las personas encargadas del mantenimiento.

Las funciones del encargado de mantención de la maquinaria y equipos serían las siguientes:

- Elaborará el programa de mantenimiento mensual, semanal y diario, revisar la maquinaria y equipos.
- Organizará los registros de información sobre los equipos.
- Decidirá sobre la reparación y reemplazo de un equipo.
- Participará en la selección de equipos.

En donde este se dividiría en mantenimiento industrial en donde se tomará en cuenta lo siguiente:

- El estado de la maquinaria y equipo.
- El abastecimiento de los repuestos y materiales.
- El desgaste que presentan las piezas y sus componentes.

Los cuales estarán divididos en:

a. Mantenimiento Preventivo (MP)
b. Mantenimiento Correctivo (MC)
c. Mantenimiento Preventivo Mensual, semanal y diario.

Dentro del mantenimiento preventivo estarán los tipos de intervención:

Los chequeos Generales: estos consistirán en la revisión sistemática de todos los equipos y maquinarias.

La Revisión Mediana: consistirá en la lubricación y limpieza de la maquinaria y/o equipo.

A continuación se detallan formatos a utilizarse:

FICHA TECNICA			
Equipo:		Código:	
Nombre del fabricante:			
Marca:	Modelo:	Año:	Serie:
Fecha de instalación:			
Observación:			

Características técnicas:

Dimensión:	Valor:	Energía:	Valor	Suministros	Cantidad
Ancho:		Hertz:		Agua:	
Largo:		Voltios:		Aire:	
Altura:		Amperios:		Diesel:	
Diámetro:		Kw.:		Gasolina:	
		Fase:			

Orden de trabajo:

Mantenimiento de:
Nombre del trabajador:
Inicio: Fecha: Hora: Finalización: Fecha: Hora:
Tipo de mantenimiento:
Tipo de trabajo: Eléctrico( ) Automotriz( )
Causas de desperfecto:
Firma del trabajador:
Información adicional:

Solicitud de trabajo:

Máquina-instalación:
Nombre del solicitante: Fecha:
Tipo de mantenimiento: Preventivo( ) Correctivo( ) Otro( )
Desperfecto observado:
Descripción del trabajo a realizar:
Firma del solicitante:
Recibido por:

Ficha histórica de reparaciones:

Máquina:

Código:

Fecha	Descripción	Tipo de Mantenimiento	Fecha inicial	Fecha Final	Observaciones	Realizado por:

Ficha de inspección:

Fecha:
Equipo:
Tipo de Mantenimiento: Frecuencia:

No	Descripción	OK	Requiere reparación normal	Requiere reparación urgente
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				

Observaciones:

Inspeccionado por: Tiempo estimado: Firma: Tiempo real:

Mantenimiento Preventivo

Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo el cual tiene por objeto evitar un deterioro menor de la maquinaria utilizada en el proceso productivo de construcción de viviendas en residencial San Andrés el cual es mostrado a continuación:

ias al es	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ezcladora	R								P						M					R						G				
ezcladora		R								R						P					M						R			
aquinaria			R								P						R					R					M			
rinquina 1				R							R							P					R					M		
rinquina 2					R							P							R					M						G

R: Revisión

P: Mantenimiento pequeño

M: Mantenimiento mediano.

G: Mantenimiento general.

CONTROL DE MATERIALES

Dentro del proceso de producción se ha evaluado la parte de producción por medio del diagrama de flujo, se ha abordado en cuanto a calidad, seguridad y mantenimiento, por lo que también se precisa hablar de la adquisición de materiales porque no existe una política de adquisición de materiales, por lo que se debe conocer y llevar a cabo este proceso. Para ello es necesario cubicar y confeccionar una lista de todos los materiales necesarios que se utilizan en la obra. La lista o archivo de materiales debe indicar el código de cada material, una descripción de cada uno, su especificación y la unidad de medida. Todo este proceso debe ser actualizado permanentemente para introducir las modificaciones que se hagan en el proyecto. Los materiales perfectamente pueden clasificarse con los siguientes criterios generales:

- Por partes del proyecto
- Por formas de almacenamiento
- Por si son fungibles o no
- Por tipo de material

Dentro del proceso de adquisición de materiales deberían incluirse las siguientes actividades:
Emisión de la orden de pedido de materiales, la que debe incluir al menos la siguiente información:

- Identificación del material requerido.
- Descripción del material requerido.
- Cantidad requerida.
- Calidad especificada.
- Fecha en que se debe estar en el proyecto y lugar de entrega.

Solicitar ofertas o llamar propuesta: en general se podría hacer por invitación directa a proveedores, en donde adjunten en la solicitud de ofertas en donde se especifique:

- Especificación de material.
- Costo.

Recepción y evaluación las ofertas: en este proceso se comparará las distintas ofertas, considerando entre otros los siguientes aspectos:

- Nombre del oferente.
- Precios unitarios y período de validez de la oferta.
- Descuentos aplicables.
- Condiciones de pago.

Emisión de la orden de compra: una vez elegido o seleccionado el proveedor, debe emitirse la orden de compra, la que debe contener antecedentes tales como:

- Nombre del vendedor.
- Fecha y número de la orden de compra.
- Descripción y cantidades de los elementos ordenados.
- Precios unitarios, totales y descuentos.
- Fecha de entrega.

Luego de ello seguimiento de la compra: inmediatamente después de emitida la orden de compra, se debe un proceso de seguimiento y tramitación del pedido, dirigido a asegurar que se cumpla con el plazo dado, cantidades y calidades establecida en la orden de compra, para controlar el cumplimiento de un pedido se debería incluir el siguiente aspecto:

- Fecha prometida de entrega.

Recepción: cuando los materiales llegan al proyecto, deben ser inspeccionados para verificar que lo recibido esté conforme lo solicitado. La recepción deberá oficializarse mediante una nota de recepción, y en el supuesto que haya diferencia, se deberá dejar una constancia de ello en la guía de despacho del proveedor como en la nota de recepción, en este se incluiría los siguientes aspectos:

- Fecha de recepción.
- Proveedor.
- Número de la orden de compra.
- Recibido de la orden.
- Observaciones en caso que fuese necesario.

Por su importancia, el proceso de adquisición de materiales debe ser permanente controlado en todas sus etapas.

III. CONCLUSION

Se definió un flujo de proceso de construcción de casas, así como también se determinó estándares de tiempos los cuales hacen constar que una casa de Almendro sencillo, la cual mide 50.98 metros cuadrados debe ser construida en 57 días y para la cual se requiere una fuerza laboral óptima de 4 obreros, así como también se elaboró un diseño de taller en donde incluían las actividades de: armado de acero, de electromecánica, fontanería y carpintería, lo cual ayudará a incrementar la eficiencia en el trabajo.

También se definieron las condiciones seguras de producción por medio de un plan de seguridad con el objetivo de disminuir los accidentes laborales, otro aspecto que se determinó fue un plan de mantenimiento preventivo en donde ayudará a disminuir un deterioro de la maquinaria y que esta no produzca fallas a la hora de utilizarla, así como también se dió recomendaciones de los sistemas actuales de control de calidad.

Todo lo anteriormente mencionado ha de servir de información a otros sistemas en la empresa como en el área de costos, en la programación de producción, calidad, seguridad y mantenimiento.

RECOMENDACIÓN

Se debe poner en práctica las normas de producción los tiempos y normas estándares en la construcción de viviendas en residencial San Andrés, así como también implementar el diseño de taller, para así obtener resultados más eficientes en términos de productividad y rentabilidad, otro aspecto que se debiera tomar en consideración es implementar las condiciones seguras de producción que se dieron así como: el plan de seguridad para disminuir los accidentes laborales, el programa de mantenimiento preventivo en donde ayudaría a disminuir el deterioro de la maquinaria de manera especial en la mezcladora y brinquina maquinaria que se utiliza bastante seguido en la construcción de casa y en referente al tema de calidad emplear las sugerencias dadas para los sistemas de controles.

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la Investigación Científica. 3ª edición. McGraw Hill, 2003.

- Sapag Chain, Nassir; Sapag Chain, Reynaldo. Preparación y Evaluación de proyectos. 4ª edición. McGraw Hill, 2000.

- Ramírez Cavaza, Ergonomía y Productividad. Noriega editores. Limusa.

- Roberto García Criollo, Estudio del trabajo. Medición del trabajo. Mc Graw Hill.

Referencia:

- Cartilla de la Construcción

- Convenio colectivo sector de la construcción

ANEXOS

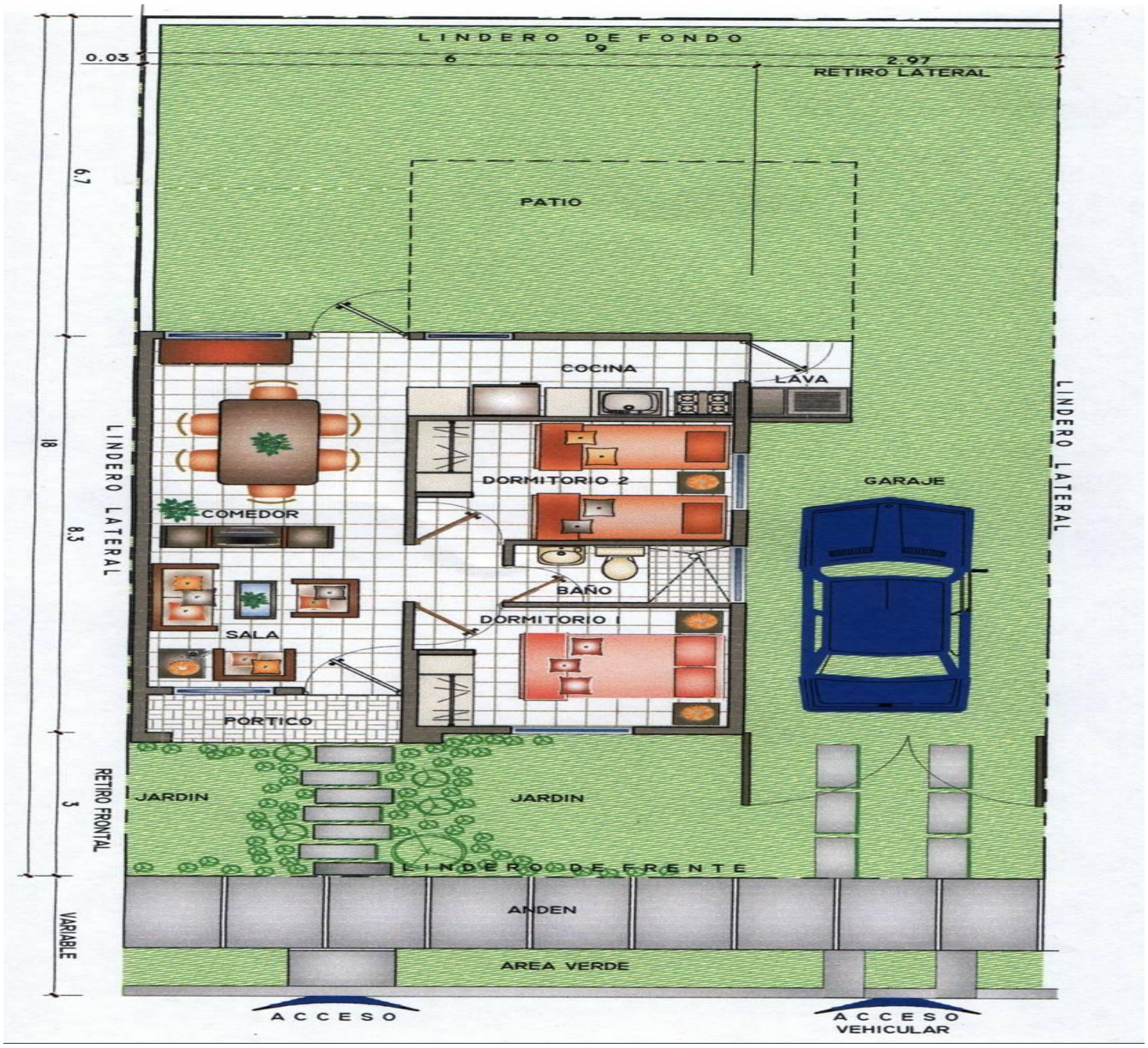
Anexo 1. FORMATO PARA LOS TRABAJADORES.

Cuadrilla: Fecha(día):	Número de Obreros: Actividad:		
	Horas - Hombre Perdidas		
Problemas que producen / Interrupciones en el trabajo	Número de horas	Número de obreros	Horas Pérdidas
Esperando por materiales (Bodega)			
Esperando por materiales (externo)			
Esperando por herramientas no disponibles			
Esperando por equipos			
Modificaciones/ Rehacer el trabajo (Errores de diseño)			
Modificaciones/ Rehacer el trabajo (Errores de Construcción)			
Traslados a otras áreas de trabajo			
Esperando por información			
Interferencia con otras cuadrillas			
Sectores muy atestados de trabajadores			
Otros			
Comentarios:			

ANEXO 2. TABLA DE AMBIENTES.

Ambientes	Área.(M^2)	Observaciones
Modulo Básico		
Sala comedor	19.93	
Dormitorio No.1	8.21	Con closet.
Dormitorio No.2	8.08	Con closet.
Baño	3.06	
Área de cocina.	3.71	Con desayunador y mueble
Lava Plancha	3.15	
Pórtico	2.82	
Resto	1.78	
Totales	**50.740**	

Anexo 3. PLANTA DE DISTRIBUCION DE AMBIENTAS EN VIVIENDAS DE SAN ANDRES.



ANEXO 4. MUESTRAS

Número de muestra	1	2	3	4	5	6	7
ACTIVDADES/ Casas Muestreadas	C - 22	C - 23	C - 24	C - 25	C - 26	C -11	C -12
Trazo y Nivelación	1	1	1	1	1	1	1
Excavación	1	1	1	1	1	1	1
Formaleta	1	1	1	1	1	1	1
Acero	1	1	2	1	2	1	2
Concreto y Bastoneado	1	2	1	1	2	1	1
Visuales	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Primeras 3 Hiladas 4" 6" 8"	1	1	1	1	1	1	1
Bloque de Concreto 4" 6" 8"	15	13	12	14	17	12	12
Formaleta de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Losa	0.50	0.75	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50
Formaleta de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección de obra gris	0.10	0.20	0.30	0.10	0.20	0.20	0.30
Estructura Metálica para el Zinc	1	1	2	2	1	1	1
Cubierta de Zinc	1	1	1	1	2	1	2
Flashing de Zinc	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección del Zinc	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Conformación	1	1	1	1	1	1	1
Piso	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	2.00	1.50
Azulejos	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Partición de Gypsum	7	8	8	7	8	8	7
Inspección del Gypsum	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ventanas	1	2	1	1	2	1	1
Inspección de Ventanas	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Puertas	1.5	1	1	2	1.5	1	1
Inspección de Puertas	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pintura	2	3	2	3	2	3	2
Inspección Pintura	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1
Limpieza Final	2	2	2	3	2	3	3
Inspección Final de la casa	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Número de muestra	8	9	10	11	12	13	14
ACTIVDADES/ Casas Muestreadas	C -13	C -14	C -15	C -16	D - 26	E -22	E- 21
Trazo y Nivelación	1	1	1	1	1	1	1
Excavación	1	1	1	1	1	1	1
Formaleta	1	1	1	1	1	1	1
Acero	1	1	1	1	1	1	1
Concreto y Bastoneado	1	1	1	1	1	1	2
Visuales	0.50	0.50	0.50	0.50	1	0.50	0.50
Primeras 3 Hiladas 4" 6" 8"	1	1	1	1	1	1	1
Bloque de Concreto 4" 6" 8"	13	13	14	15	15	15	13
Formaleta de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.75
Formaleta de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección de obra gris	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.10	0.20
Estructura Metálica para el Zinc	1	1	1	1	1	1	1
Cubierta de Zinc	1	2	1	1	1	1	1
Flashing de Zinc	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección del Zinc	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Conformación	1	1	1	1	1	1	1
Piso	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.00	1.50
Azulejos	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00
Partición de Gypsum	7	7	8	10	6	7	8
Inspección del Gypsum	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ventanas	1	1	1	1	1	1	2
Inspección de Ventanas	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Puertas	1.5	1.5	2	1	1	1.5	1
Inspección de Puertas	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pintura	3	3	3	3	3	2	3
Inspección Pintura	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
Limpieza Final	2	3	2	2	2	2	2
Inspección Final de la casa	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Número de muestra	15	16	17	18	19	20	21
ACTIVDADES/ Casas Muestreadas	E - 20	E - 19	E - 18	E - 05	E - 6	E - 7	E - 4
Trazo y Nivelación	1	1	1	1	1	1	1
Excavación	1	1	1	1	1	1	1
Formaleta	1	1	1	1	1	1	1
Acero	2	1	2	1	2	1	1
Concreto y Bastoneado	1	1	2	1	1	1	1
Visuales	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Primeras 3 Hiladas 4'' 6'' 8''	1	1	1	1	1	1	1
Bloque de Concreto 4'' 6'' 8''	12	14	17	12	12	13	13
Formaleta de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Losa	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Formaleta de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección de obra gris	0.30	0.10	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30
Estructura Metálica para el Zinc	2	2	1	1	1	1	1
Cubierta de Zinc	1	1	2	1	2	1	2
Flashing de Zinc	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección del Zinc	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Conformación	1	1	1	1	1	1	1
Piso	1.50	1.50	1.50	2.00	1.50	1.50	1.50
Azulejos	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Partición de Gypsum	8	7	8	8	7	7	7
Inspección del Gypsum	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ventanas	1	1	2	1	1	1	1
Inspección de Ventanas	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Puertas	1	2	1.5	1	1	1.5	1.5
Inspección de Puertas	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pintura	2	3	2	3	2	3	3
Inspección Pintura	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Limpieza Final	2	3	2	3	3	2	3
Inspección Final de la casa	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Número de muestra	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVDADES/ Casas Muestreadas	E - 03	E - 02	E - 01	E - 23	E - 24	E -08	E -09
Trazo y Nivelación	1	1	1	1	1	1	1
Excavación	1	1	1	1	1	1	1
Formaleta	1	1	1	1	1	1	1
Acero	1	1	1	1	1	2	1
Concreto y Bastoneado	1	1	1	1	2	1	1
Visuales	0.50	0.50	1	0.50	0.50	0.50	0.50
Primeras 3 Hiladas 4'' 6'' 8''	1	1	1	1	1	1	1
Bloque de Concreto 4'' 6'' 8''	14	15	15	15	13	12	14
Formaleta de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.75	0.50	1.00
Formaleta de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección de obra gris	0.30	0.30	0.20	0.10	0.20	0.30	0.10
Estructura Metálica para el Zinc	1	1	1	1	1	2	2
Cubierta de Zinc	1	1	1	1	1	1	1
Flashing de Zinc	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección del Zinc	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Conformación	1	1	1	1	1	1	1
Piso	1.50	1.50	1.50	1.00	1.50	1.50	1.50
Azulejos	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50
Partición de Gypsum	8	10	6	7	8	8	7
Inspección del Gypsum	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ventanas	1	1	1	1	2	1	1
Inspección de Ventanas	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Puertas	2	1	1	1.5	1	1	2
Inspección de Puertas	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pintura	3	3	3	2	3	2	3
Inspección Pintura	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
Limpieza Final	2	2	2	2	2	2	3
Inspección Final de la casa	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Número de muestra	29	30	31	32
ACTIVDADES / Casas Muestreadas	D - 27	D - 28	D - 29	D - 30
Trazo y Nivelación	1	1	1	1
Excavación	1	1	1	1
Formaleta	1	1	1	1
Acero	2	1	2	1
Concreto y Bastoneado	2	1	1	1
Visuales	0.50	0.50	0.50	0.50
Primeras 3 Hiladas 4'' 6'' 8''	1	1	1	1
Bloque de Concreto 4'' 6'' 8''	17	12	12	13
Formaleta de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Losa	0.50	0.50	0.50	0.50
Formaleta de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50
Acero de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50
Concreto de Viga Corona (VC)	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección de obra gris	0.20	0.20	0.30	0.30
Estructura Metálica para el Zinc	1	1	1	1
Cubierta de Zinc	2	1	2	1
Flashing de Zinc	0.50	0.50	0.50	0.50
Inspección del Zinc	0.10	0.10	0.10	0.10
Conformación	1	1	1	1
Piso	1.50	2.00	1.50	1.50
Azulejos	0.50	0.50	0.50	0.50
Partición de Gypsum	8	8	7	7
Inspección del Gypsum	0.30	0.30	0.30	0.30
Ventanas	2	1	1	1
Inspección de Ventanas	0.10	0.10	0.10	0.10
Puertas	1.5	1	1	1.5
Inspección de Puertas	0.1	0.1	0.1	0.1
Pintura	2	3	2	3
Inspección Pintura	0.2	0.1	0.1	0.1
Limpieza Final	2	3	3	2
Inspección Final de la casa	0.5	0.5	0.5	0.5

ACTIVDADES	Duración Promedio (días)
Trazo y Nivelación	1.0
Excavación	1.0
Formaleta	1.0
Acero	1.3
Concreto y Bastoneado	1.2
Visuales	0.5
Primeras 3 Hiladas 4'' 6'' 8''	1.0
Bloque de Concreto 4'' 6'' 8''	13.7
Formaleta de Losa	0.5
Acero de Losa	0.5
Concreto de Losa	0.5
Formaleta de Viga Corona (VC)	0.5
Acero de Viga Corona (VC)	0.5
Concreto de Viga Corona (VC)	0.5
Inspección de obra gris	0.2
Estructura Metálica para el Zinc	1.2
Cubierta de Zinc	1.3
Flashing de Zinc	0.5
Inspección del Zinc	0.1
Conformación	1.0
Piso	1.5

Azulejos	0.5
Partición de Gypsum	7.6
Inspección del Gypsum	0.3
Ventanas	1.2
Inspección de Ventanas	0.1
Puertas	1.3
Inspección de Puertas	0.1
Pintura	2.6
Inspección Pintura	0.1
Limpieza Final	2.3
Inspección Final de la casa	0.5
DURACION TOTAL	46

ANEXO 5. TALLER DE ARMADO DE ACERO.

Anexo 6. SUPLEMENTOS

Suplemento base por fatiga: 4 %

Suplemento por trabajar de pie: 2 %

Esfuerzo físico regular: 5.4 %

Trabajo bastante monótono: 1 %

Trabajo aburrido: 2 %

TOTAL DE SUPLEMENTOS: 14.4 %