



UNIVERSIDAD VILLA RICA

**ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD, OBJETIVOS PRINCIPALES
DE LAS COMPAÑÍAS CONSTRUCTORAS.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA CIVIL

PRESENTA:

CECILIA AVENDAÑO JIMÉNEZ

DIRECTOR DE TESIS

ING. EDUARDO FABIÁN NIETO GARCÍA

REVISOR DE TESIS

ING. JOSÉ VLADIMIRO SALAZAR SIQUEIROS

BOCA DEL RÍO, VER.

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE.

	Página
INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO 1.-CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.	9
1.1. Introducción.	9
1.2. Definición De Calidad Total.	10
1.3. Proceso De La Calidad Total.	11
1.4. Impacto De La Calidad En Empresas De Construcción.	13
1.5. Estrategias Para Lograr La Calidad.	14
1.6. Ventajas de la calidad en empresas de construcción.	16
1.7. Métodos para evaluar y controlar la calidad.	17
1.7.1. Técnicas de Benchmarking.	19
1.7.2. Costo de la mala calidad.	20
1.7.3. Soluciones con tormentas de ideas.	20
1.7.4. Listas de comprobación.	21
1.7.5. Gerencia total de productividad y calidad (TPQM).	22
1.7.6. Control Estadístico de Procesos (CEP).	24

1.7.7. Construcción sin pérdidas.	27
1.7.7.1. El nuevo enfoque de la gestión de producción aplicado a la construcción.	27
1.7.7.2. Identificación de las pérdidas como	30
CAPÍTULO 2.- PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.	34
2.1. Introducción.	34
2.2. Definición de productividad.	35
2.3. Impacto de la productividad en empresas de construcción.	36
2.4. Estrategias para mejorar la productividad.	37
2.5. Ventajas de la productividad en empresas de construcción.	38
2.6. Métodos para evaluar y controlar la productividad.	40
2.6.1. Estudio de Trabajo.	40
2.6.2. Muestreo de Actividades.	47
2.6.3. Incentivos.	50
CAPÍTULO 3.- PLANEACIÓN TRADICIONAL.	56
3.1. Introducción.	56
3.2. Codificación de las actividades.	57
3.2.1. Flechas.	57
3.2.2. Nodos.	57
3.2.3. Actividades ficticias.	58

3.2.4. Método de numeración de los eventos.	58
3.3. Reglas básicas para la construcción de una red de CPM.	58
3.4. Cálculo de tiempo de los eventos.	59
3.4.1. Duración (D).	59
3.4.2. Tiempo más temprano o primer inicio (PI).	59
3.4.3. Tiempo más tardío o última terminación (UT).	59
3.4.4. Primera terminación (PT).	59
3.4.5. Último inicio (UI).	60
3.4.6. Tiempo cero.	60
3.4.7. Holgura total (HT).	60
3.4.8. Holgura libre (HL).	61
3.5. Ruta Crítica.	61
3.6. Ajustes de tiempo-costos.	63

CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DE LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD	65
EN LA CONSTRUCCIÓN.	
4.1. Introducción.	65
4.2. Programación	66
4.3. Medición de la productividad.	68
4.4. Aplicación del modelo de los factores.	68
4.5. Aplicación de medición del trabajo o estudio de tiempos.	72
4.6. Aplicación del estudio de métodos.	81
4.7. Factores asociados al comportamiento de la productividad.	83
4.8. Medición de la calidad.	85
4.9 Aplicación de gerencia total de la calidad y productividad (TPQM).	85
CAPÍTULO 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	98
BIBLIOGRAFÍA.	101
ANEXO.	
Análisis presupuestal.	104
Planos constructivos.	

LISTA DE TABLAS.

Tabla 0.- Lista De Comprobación De Calidad De Producto.	21
Tabla 1.- Planes De Incentivos Económicos.	53
Tabla 2.- Costos Directos Y Tiempos Normales De Obra.	66
Tabla 3.- Calculo De La Ruta Critica Del Proyecto.	67
Tabla 4.- Resultados De La TUP.	69
Tabla 5.- Cuadro De Clasificaciones.	72
Tabla 6.- Medición Del Tiempo Básico.	73
Tabla 7.- Normativa De Tolerancia De Relajación.	76
Tabla 8.- Obtención Del Tiempo Estándar.	77
Tabla 9.- Símbolos ASME.	81
Tabla 10.- Costos Directos Ajustados.	84
Tabla 11.- Pareto Antes De Implementación De Cambios.	89
Tabla 12.- Cambios Y Personas Encargadas.	91
Tabla 13.- Pareto Después De Implementación De Cambios.	92

INTRODUCCIÓN

En los albores del el siglo XXI los tiempos que acontecen se dificultan o niegan cada vez más, para toda organización del tipo empresarial, como lo es una compañía constructora de Ingeniería Civil, motivado todo esto por un acelerado proceso de cambio y de competición global, globalización, estimulado por el arribo de los tratados del libre comercio y la desnacionalización de las economías, que concurren a establecer el argumento de cordialidad para el sector empresarial.

Con estos argumentos, las empresas tienen que seguir aceptando el protagonismo que les corresponde para contribuir a la evolución y desarrollo de la nación, obteniendo mayor eficiencia al ofrecer productos y servicios de calidad.

Hoy más que nunca parece existir un amplio consentimiento respecto a la imperiosa necesidad de que las organizaciones empresariales vinculadas a la construcción de obras de ingeniería civil, se desempeñen en una correcta competición, es decir, construir con calidad.

El vetusto procedimiento de proteccionismo administrativo gubernamental en nuestro país, como en el resto de América Latina, había obstaculizado valorar las difíciles condiciones de la competencia internacional y los máximos niveles de requerimiento que actualmente demandan los compradores;

- Mayor calidad en los productos terminados
- Confianza en las entregas
- Análisis de precios unitarios razonables
- Y un refinamiento en la atención.

Todas las organizaciones empresariales vinculadas con la industria de la construcción, han hecho suya esta realidad iniciada en los años noventa y los efectos consecuenciales de la globalización, que está sacudiendo bruscamente a todas las organizaciones empresariales del ramo constructivo, específicamente en los países subdesarrollados de nuestra América latina, obligándolas a buscar rápidamente nuevas tácticas o estrategias para adaptarse con éxito a la progresiva competencia internacional.

El perfeccionamiento continuo en busca de la calidad, es una de las estrategias que las empresas mexicanas en la industria de la construcción han comenzado a ejecutar para el desarrollo de sus actividades, basándose en los conceptos de calidad total y productividad.

Ricchard J. Schonberger (1987), una autoridad en esta material, la puntualiza como “La calidad es como el arte. Todos la ensalzan, todos la buscan, pero cada uno tiene su propia definición de lo que es”.

La orientación al cliente, los avances continuos y un permanente trabajo en equipo, son los principios en que se cimienta el concepto ideológico de la calidad, el cual contempla aspectos técnicos, humanos y materiales a través de una perspectiva de procedimientos, estrategias y progreso permanente.

Hoy por hoy, las empresas constructoras en su acostumbrada comercialización, confrontan a un cliente progresivo, culto, respetuoso y razonado en sus decisiones, es un consumidor exigente. Este cliente está alertado a no conllevar la falta de calidad, el mal servicio y no admite excusas, por lo que la calidad total representa una forma de no quedarse atrás de las exigencias del cliente, por lo contrario, de promover continuamente su curiosidad de motivar sus exigencias y acrecentar permanentemente su satisfacción.

Si añadimos a esto, que la calidad es una permanente oportunidad de agrandar la riqueza, es eficaz, es productiva, es decir, que los procesos y programaciones que son vigilados y supervisados desde su origen, evitando costos innecesarios y certificando el producto final bien elaborado, se puede

suponer que son las empresas constructoras que se identifican por la calidad de sus productos y de sus servicios, estas empresas permanecen en el mercado, alcanzan notoriedad y progresan; la calidad sin duda alguna es el concepto o principio más importante para una competitividad.

Las empresas constructoras no han sido ajenas a esta nueva filosofía, y hoy en día se preocupan más por el aspecto corporativo de la misma, cuidando mas la calidad de su producto para que pueda mantenerse en el medio, cosa que hasta hace unos pocos años era de interés totalmente para las empresas manufactureras y de servicios.

Por otro lado, la productividad es discurrida como la clave para la bonanza y prosperidad del negocio; es el resultado de optimizar la conducción de los conocimientos o procesos para la realización de bienes capitales, con base en el establecimiento de tecnologías tanto en lo referente al producto terminado como a sus procesos constructivos.

Para mejorar un determinado proceso es forzoso el seguimiento simultaneo de los siguientes pasos:

- Actitud de querer mejorar
- El saber cómo y el tener con que mejorar
- La aceptación y la voluntad de actuar en consecuencia
- Una nueva visión gerencial

El querer mejorar, está directamente relacionado con la actitud de los directivos y de los trabajadores que intervienen en el diseño, lo que es resultante de la institucionalidad, el grado de compromiso que se tiene con la empresa, la motivación, los incentivos y la propia personalidad de los que conforman el equipo.

El poder mejorar, depende a su vez de dos condiciones, el saber cómo mejorar y el tener los medios necesarios y suficientes recursos para hacerlo. El saber cómo se refiere al conocimiento, experiencia y habilidad del trabajador, no solo para ejecutar bien sus tareas, sino también para estar en posibilidades de mejorarlas.

El tener se refiere a contar con los medios necesarios: la tecnología y la materia prima. Es indispensable que la empresa cuente con la tecnología adecuada, que no debe ser necesariamente la de punta y evitar que su nivel de deterioro frenen los esfuerzos por mejorar la productividad. Lo mismo sucede con la materia prima, debido a que, si la empresa toma el cuidado necesario para garantizar su abastecimiento en la cantidad y la calidad necesarias a todo lo largo de la cadena productiva, se facilitarán sensiblemente los esfuerzos por mejorar la productividad.

El actuar en consecuencia se refiere concretamente al papel que desempeña la dirección de la empresa, son los directivos los que tienen la

responsabilidad de promover entre todos los miembros de la misma el querer y el poder mejorar para que actúen en consecuencia y con la oportunidad necesaria para obtener el incremento en la productividad.

El deseo de la gerencia es esencial para el logro de la productividad, esto es, que la cultura de productividad debe nacer en los altos directivos y posteriormente ser transmitida hacia el resto del personal. Si la cabeza de la organización carece de visión, entonces, el resto del equipo no podrá actuar, en consecuencia y por lo tanto, los procesos pueden resultar improductivos.

Por todo lo anterior, el trabajo que a continuación se presenta tiene por objeto exponer los conceptos de calidad y productividad enfocados a las empresas constructoras de Ingeniería Civil y con base en un proyecto realizado en el área de construcción, se utilizan tres métodos para evaluar la productividad, que pueden servir como herramienta para comparar los datos de rendimiento del proyecto con otras empresas, determinar el tiempo que tardan algunas actividades y establecer los factores por los que no se logró la productividad planeada. Una vez obtenidos los datos, es necesario evaluar los problemas generados en base a actividades con baja productividad, con la ayuda de un método relacionado con la calidad para resolverlos y lograr con esto una mejora continua.

Es necesario aclarar que el proyecto a evaluar es de un proceso constructivo común, (Casa habitacional) donde los resultados obtenidos serán representativos para el tipo de proyecto seleccionado y la calidad del diagnóstico estará en función de la información contenida en el proyecto.

En el capítulo segundo se explicará el concepto de calidad, las estrategias que deberán seguir las empresas para lograrla y los beneficios que se pueden obtener; así como, las ocasiones en que no es muy conveniente llegar a esta. Asimismo, se exponen las herramientas para mejorar la calidad y un método para resolver los problemas relacionados con la baja productividad.

De igual manera, en el tercer capítulo se describirá el concepto de productividad y sus aplicaciones, ventajas y desventajas en las empresas de construcción, los modelos teóricos que se utilizan para su estudio y los métodos para medir la productividad.

El capítulo cuarto reseña los conceptos básicos de planeación y control de proyectos que fueron utilizados en la programación de la obra en estudio, básicamente el método tradicional de ruta crítica, necesario para desarrollar el quinto capítulo. En éste, se aborda un caso práctico con cantidades de obra reales, permitiendo realizar un análisis del grado en que los aspectos del costo y tiempo son afectados, para conocer la conveniencia de tomar en consideración la calidad y la productividad en la ejecución de la obra.

En el quinto capítulo también se discuten los resultados obtenidos y en el último capítulo se enuncian las conclusiones asumidas por el autor, reflexionando acerca de los objetivos planteados. A partir de estas conclusiones, se hacen algunas recomendaciones encaminadas a mejorar el funcionamiento de la empresa con vistas al incremento de la productividad y la calidad.

Finalmente, se incluyen las referencias bibliográficas utilizadas durante el desarrollo del presente trabajo y se anexa información técnica del caso en estudio, como son los planos y presupuesto de la obra estudiada.

CAPÍTULO 1

CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

1.1. Introducción.

Como se menciona en el capítulo anterior, el proceso de globalización de la economía hace que la competencia entre países y entre empresas sea en la actualidad más intensa.

Consumidores más educados, más exigentes y con más opciones para satisfacer sus necesidades contribuyen a la presión que reciben las empresas por parte de los mercados para mejorar su competitividad. Por ello, es necesario que las empresas, incluyendo en la industria de la construcción, inviertan tiempo y capital en el mejoramiento de la calidad de sus productos y sus directivos logren el mejoramiento de la Calidad Total en todos los niveles de su empresa.

El Instituto Mexicano de Control de Calidad (IMECCA) expresó que las empresas mexicanas no podrán competir en los mercados internacionales si no mejoran en áreas como: calidad, productividad y distribución.

Además, el acceso de los productos y servicios mexicanos a los mercados mundiales sólo estará disponible para aquellas empresas que certifiquen la calidad; debido a que en los últimos años la certificación de la calidad se ha convertido en la carta de presentación de las empresas para ingresar a nuevos mercados.

1.2. Definición de calidad total.

Para comprender el concepto de Calidad Total es necesario definir el concepto de calidad, el cual Iliana Aguilar en su monografía La calidad Total aplicada a una empresa de servicios, editada por el Instituto Tecnológico de Mérida en el año mil novecientos noventa y nueve, consiste en cumplir con los requerimientos o especificaciones del cliente, a través de la comparación de estándares para lograr la satisfacción plena del cliente.

El concepto de Calidad Total se origina a partir del concepto ampliado de control de calidad (técnicas y actividades para asegurar que se cumple con las especificaciones del cliente). La calidad es total porque comprende e involucra todos y cada uno de los aspectos y personas de la organización. La calidad

tradicional trataba de arreglar la calidad después de cometer errores, pero la Calidad Total se centra en conseguir que las cosas se hagan bien a la primera.

Por lo tanto, la Calidad Total significa reunir los requisitos convenidos con el cliente y superarlos (debemos partir por ser exactos con los requisitos o especificaciones); con esta concepción de Calidad Total, se supera la imprecisión del pasado, no sólo tiende a ser exacta sino además medible.

La Calidad Total significa un cambio de paradigmas en la manera de concebir y gestionar una organización. Uno de estos paradigmas fundamentales y que constituye su razón de ser, es el perfeccionamiento constante o mejoramiento continuo. La Calidad Total comienza comprendiendo las necesidades y expectativas del cliente para luego satisfacerlas y superarlas.

1.3. Proceso de la calidad total.

El control de calidad moderno comenzó en las primeras décadas del siglo XX con la aplicación del cuadro de control Shewhart de Bell Laboratories. La segunda guerra mundial dio la pauta de inicio para la aplicación de la calidad total ya que fue necesario producir artículos militares de bajo costo a gran escala, así como el control de calidad estadístico que estimuló los avances tecnológicos.

En el campo de la administración durante la posguerra, Japón mantenía utilizando el método de Taylor, que exigía a los obreros especificaciones estrictas enfocándose hacia la producción y costo, pero no en la calidad. Seguía siendo la época de los productos “baratos y malos”. Más tarde, el Dr. Deming, enseñó a la industria japonesa a utilizar la estadística como lenguaje común para mejorar los procesos productivos y así lograr el involucramiento de los trabajadores en todos los niveles.

La calidad ha ido evolucionando por etapas a lo largo de cuatro eras a saber:

- La de Inspección (siglo XIX) que se caracterizó por la detección y solución de problemas generados por la falta de uniformidad del producto.
- La era del control estadístico del proceso (1930 a 1940), enfocada al control estadístico de los procesos y reducción de los niveles de inspección.
- La era del aseguramiento de la calidad (década de 1950), cuando surge la necesidad de involucrar a todos los departamentos de la organización en el diseño, planeación y ejecución de políticas de calidad.
- Finalmente, la era actual de la administración estratégica de la calidad se concibe como una oportunidad de competitividad.

1.4. Impacto de la calidad en empresas de construcción.

Con la presión que ejercen otras empresas y las exigencias de los clientes, las empresas en el área de construcción como otras empresas que se preocupan por ser más competitivas, han tenido que:

- Crear una cultura y ética de trabajo, en la cual cada empleado asume su responsabilidad para lograr el mejoramiento de la calidad.

- Dedicar todo su esfuerzo para satisfacer los requerimientos del cliente.

- Desarrollar un ambiente de trabajo disciplinado, orientado al trabajo en equipo, motivando a cada persona a rendir su máximo esfuerzo.

- Medir causales de incumplimiento.

- Mejorar los canales de comunicación interdepartamentales.

- Capacitar a su personal con respecto a la cultura de calidad.

- La creación de una cultura ética de trabajo en la cual cada empleado realice sus tareas de la mejor manera, con la mejor calidad para resolver problemas y satisfacer los requerimientos de los clientes (externos e internos), así como tener un ambiente de trabajo disciplinado, orientado al trabajo en equipo y en donde cada persona expanda su creatividad y encuentre su máximo desarrollo, es un proceso que busca la satisfacción de todo aquel que se encuentre involucrado, tanto fuera como dentro de la misma empresa.

Así como importa el cliente, también importa el empleado, el proveedor, es decir, todos aquellos que integran la sociedad de la empresa.

1.5. Estrategias para lograr la calidad.

Algunas estrategias que podrían implementar las empresas de construcción que se preocupan por realizar sus actividades y productos de calidad, serían:

- Visitar a proveedores y subcontratistas para comprobar su aptitud para la ejecución de trabajos para la obra.

- Calibrar sus equipos, por ejemplo de topografía, manómetros de la prensa de rotura de probetas, entre otros utilizados en diferentes actividades de una obra.

- Calificar el personal que participará en la ejecución de la obra.

- Contratar cursos o charlas necesarias para mejorar los resultados de obra, etc.

Empresas de otras industrias, como por ejemplo manufacturera, han desarrollado diferentes actividades para mejorar la Calidad Total de su empresa, que se podrían implementar en la industria de la construcción, las cuales se basan en desarrollar internamente y en las personas que se relacionan con la empresa (proveedores, distribuidores, entre otros) una cultura de calidad, la cual

se basa principalmente en el trabajo en equipo, en la capacitación de los directivos para que se comprometan con esta cultura y en el desarrollo de hábitos, costumbres y actitudes congruentes con los principios de Calidad Total en sus individuos y organizaciones de las cuales se apoyan.

Es necesario que las empresas en el área de construcción identifiquen los parámetros, procesos y estrategias de valor que satisfacen las necesidades y expectativas del cliente, es decir, que incluyan el valor del cliente como objetivo fundamental.

Para lograr esto, es necesario crear programas para el mejoramiento continuo en el servicio a clientes, en actividades relacionadas con la construcción de la obra y en la innovación de productos que satisfagan las necesidades de los clientes, utilizando metodologías para el mejoramiento continuo de procesos sencillos o complejos y la reformulación de los diferentes procesos en obra mediante el análisis de las prácticas y procedimientos de los mejores competidores e industrias de la construcción.

El mejorar la comunicación interdepartamental en la empresa ayuda a que no queden dudas sobre cómo realizar el trabajo, a medir causales de incumplimiento y a implementar el trabajo en equipo, como elemento necesario para lograr la calidad, empleando dinámicas de cooperación y coordinación de equipos, creando la participación, involucramiento y comportamiento cooperativo

que son herramientas básicas y necesarias para consolidar y hacer fuerte una empresa.

1.6. Ventajas de la calidad en empresas de construcción.

Mediante el afianzamiento de la aplicación de la filosofía de la calidad al negocio de la construcción, se logra que las empresas en este negocio puedan ser más competitivas, entendiéndose por esto, que sus ineficiencias no son cargadas a sus precios, al contrario, podrán mejorar sus precios sin afectar fuertemente a sus utilidades.

Una vez que las empresas han implementado el sistema de calidad total en sus operaciones y servicios, han logrado incrementar la productividad y la reducción de desperdicios, lo cual las ha llevado al afianzamiento de la imagen de su empresa y al mismo tiempo, han visto que sus clientes tienen mayor confianza en sus servicios, dado que su satisfacción es máxima, lo que conlleva a una mejora en el posicionamiento de su mercado competitivo.

Si se construye con calidad se tendrá la certeza de una mayor capacidad de resistencia, aguante y manejo de las obras civiles, por ejemplo frente a movimientos telúricos, como dijo la profesora de la Escuela de Arquitectura de la Universidad del Valle, Luisa Esperanza (1999). Además, teniendo controlada la calidad en la empresa, el tiempo de respuesta a problemas y necesidades es mínimo, como también los costos.

No necesariamente es competitiva la empresa que mejor precio ofrece al mercado, sino aquella que ofrece mejor calidad, innovación, tecnológica y satisfacción plena al cliente.

1.7. Métodos para evaluar y controlar la calidad.

Algunas personas sostienen que la administración de la calidad total es muy vaga y que dicha indefinición crea problemas para las empresas deseosas de lograr una calidad total. Por consiguiente, es importante llevar a cabo mediciones, ya que si una empresa no mide su desempeño actual, no le será posible fijar objetivos. Y sin objetivos no hay manera de medir el progreso.

Las empresas que se reconocen por la preocupación de obtener una calidad total, registran mediciones indicativas de lo que realmente está sucediendo en el negocio. Estas mediciones ayudan a las compañías a predecir los cambios en el nivel de ingresos. Entre estas mediciones, tenemos (Kit Sadgrove, 1997):

Productividad: Es una medición fácil, pues toda empresa sabe cuánto produce. La tarea consiste entonces en fijar metas de mejoras.

Desempeño financiero: Las empresas generan registros financieros detallados, pero estas cifras no siempre son informativas; por esta razón, se utilizan razones financieras que permiten determinar el progreso corporativo. Es conveniente hacer notar que, aun cuando los datos financieros reflejan los éxitos o fracasos, no explican por qué han aumentado o disminuido los ingresos.

- Calidad de la producción: Se centra en medir el servicio al cliente.
- Satisfacción del cliente: La organización debe verificar su respuesta a las demandas de los clientes (tiempos de entrega, confiabilidad, entre otros). También puede referirse a medir la lealtad de los clientes y el número de quejas.
- Actitudes del personal: Si los obreros y empleados están desmotivados, la calidad de la obra o producto declinará y lo mismo sucederá con la productividad.
- Higiene, seguridad y medio ambiente. Una empresa constructora medirá el número de accidentes anuales.

Las mediciones ayudan a la empresa a evaluar las mejoras y determinar los ahorros logrados. Resulta especialmente importante contar con registros de mediciones antes de iniciar los proyectos de mejoras; de otra manera, no sería posible apreciar el efecto real de un programa de calidad total. Una vez que se comienzan a obtener mejoras, es muy difícil conocer cuál era la situación antes de iniciar el programa.

1.7.1. Técnicas de Benchmarking.

Las técnicas de referenciación o benchmarking sirven para preguntarse: “¿Qué tan bueno es nuestro desempeño con respecto al de nuestros competidores en los aspectos importantes para los clientes?” Entre dichos aspectos están el buen diseño, una alta calidad de respuesta o el apoyo técnico. Primero se investiga cuáles son los factores importantes o que sentimos que no son muy competitivos. Después se analiza cómo se comparan con los de los competidores y si es necesario se aplican mejoras. De esta manera, el benchmarking asegura que su empresa está a un nivel igual o superior al de sus mejores competidores en el mercado.

No siempre es fácil obtener información sobre los competidores. Por otra parte, medir el desempeño de empresas no competidoras puede ser poco indicativo. Algo de información puede obtenerse de los reportes anuales o de publicaciones especializadas. Las entrevistas con clientes también generan datos informativos. Algunas asociaciones industriales publican datos globales de su sector.

Ciertas empresas efectúan su benchmarking con respecto a sus propios datos históricos, pero el mejor método consiste en compararse contra las mejores empresas del mundo. Este método es utilizado por algunas empresas temerosas de estar cediendo terreno. Los verdaderos líderes del mercado no suelen mirar por encima del hombro, están demasiado ocupados en su siguiente etapa estratégica. Por tanto, no es conveniente considerar al benchmarking como la

principal herramienta empresarial. Sin embargo, si no compara su desempeño con las demás empresas, le será difícil saber que tan buena es su empresa.

1.7.2. Costo de la mala calidad.

La mala calidad tiene un costo, cada vez que un obrero hace mal alguna pieza en la obra, la empresa necesita gastar tiempo y dinero en corregir la situación. La pieza dañada puede estarlo a tal grado que constituya un desperdicio, se ha perdido el costo de los materiales y de la mano de obra utilizados. Sin embargo, pocas empresas conocen su verdadero “costo de la mala calidad”.

El tiempo aplicado a la prevención de defectos es un tiempo útil, pues evita la ocurrencia de errores. El tiempo utilizado en la evaluación de los defectos es un desperdicio, pues los errores ya ocurrieron.

1.7.3. Soluciones con tormentas de ideas.

Toda organización necesita pensamiento creativo y nuevas ideas. Una de las mejores técnicas a este respecto es la de tormenta de ideas.

En una sesión de tormenta de ideas, se alienta a todos los participantes a expresar sus ideas; todas las ideas se escriben en las hojas de un rotafolio que se adhieren a los muros, sin permitir que alguien critique alguna idea, pues ello desmotivaría a los participantes a expresarse libremente. Conviene fijar una meta de un número de ideas definido para luego, al haber alcanzado el número acordado, éstas puedan analizarse para implementar las mejores.

1.7.4. Listas de comprobación.

Otra herramienta dentro del concepto de calidad que se debe emplear, es una lista de comprobación, utilizada por el residente de obra para minimizar defectos de construcción durante la ejecución del proyecto, la cual se aprecia en la tabla de abajo:

No.	Aspecto Revisado	Calificación	Observaciones
1	Dimensiones de acuerdo a planos		
2	Verticalidad de muros		
3	Aparición de grietas o defectos en acabados		
4	Desperdicio de materiales		
5	Ejecución de pruebas de resistencia		
6	Utilización de dosificaciones especificadas		
7	Utilización de herramienta adecuada		
8	Observancia de medidas de seguridad y protección		
9	Cumplimiento de normatividad ambiental		
10	Verificación de licencias y permisos		

Tabla 0.- Lista de comprobación de calidad de producto

La columna de calificación se utiliza anotando simplemente “cumple” o “no cumple” y se deja un campo de observaciones para cualquier otro apunte que el residente considerara como relevante.

1.7.5. Gerencia total de productividad y calidad (TPQM).

Este método se basa en la mejora continua de los procesos desarrollados en una obra.

En este, nos podemos enfocar en las partidas que más influyen en el tiempo de la obra, evaluarlas, detectar problemas y con el apoyo de los miembros de la empresa, mediante un círculo de calidad, resolver los problemas encontrados para así, ir puliendo los procesos utilizados en nuestra empresa enfocados a una mejor productividad y al acercamiento de la calidad de nuestros procesos y productos.

Este método se basa en el seguimiento de una serie de pasos que nos llevan a una mejora continua como se hizo mención en el párrafo anterior, estos pasos son:

- Identificación del defecto o problema. En este paso es necesario identificar, como su nombre lo indica, las causas que están provocando problemas en el desarrollo de la obra, de una forma descriptiva.

- Diseño de acciones correctivas del grupo. Aquí se registran las personas que están a cargo de las actividades a evaluar, es decir, con problemas en la productividad. También, es conveniente detallar algunas actividades para mejorar en estas actividades mencionadas.

- Colección y análisis de la información. Es importante en este paso desarrollar en forma de lista las actividades con problemas, para luego especificar en un diagrama de causa y efecto (Ishikawa), las posibles causas que conllevan a un mayor tiempo de retraso en la obra.

- Círculos de calidad con lluvia de ideas (brainstorming) para el mejoramiento. En este apartado se realiza una tabla de Pareto, como veremos en el caso de estudio de este trabajo, donde enunciaremos las actividades con problemas, duración, porcentaje de cada una con respecto al retraso total y el porcentaje acumulado. Todo esto con el fin de realizar una grafica de Pareto, en donde observaremos la importancia que tiene cada uno de los problemas sujetos a estudio.

- Implementación de los cambios. Se hace una tabla exponiendo la actividad con problemas, implementación o soluciones de los problemas y la persona encargada de cada una de las actividades, para delegar la responsabilidad de llevar a cabo las mejoras a la persona correspondiente.

- Control de la implementación. Significa evaluar los cambios implementados para ver si han sido positivos. Esto se logra volviendo a evaluar las actividades con problemas con la tabla y gráfica de Pareto, con las implementaciones y nuevos porcentajes, como se hizo en el paso 4.

- Mejora continua. Con los resultados obtenidos en el paso anterior, se observan y analizan los resultados para determinar si todavía se pueden hacer cambios para mejorar aún más, esto es, volviendo a realizar los pasos del 1 al 7, logrando así la mejora continua.

1.7.6. Control Estadístico de Procesos (CEP).

A la medición de procesos realizados en una empresa se le suele llamar control estadístico de procesos (CEP). Aunque parece muy técnico, es necesario:

Obtener datos de los procesos principales.

Analizar las cifras.

Tomar decisiones basadas en la información obtenida.

Todo esto puede expresarse simplemente como una comprobación de cuántas características no se conforman a las especificaciones, determinar dónde radica el problema y resolverlo. El CEP es noventa por ciento solución de problemas y diez por ciento estadística.

Al principio, la fuerza laboral podrá quejarse del esfuerzo adicional para obtener registros adicionales. Pueden decir que esta tarea adicional los hace menos productivos, pero después de un tiempo apreciarán que los registros y su análisis les proporcionan una información muy valiosa y un mayor control sobre su trabajo.

El CEP también sirve para detectar el origen de problemas, es decir, si la proporción de rechazos está creciendo, el hecho es indicativo de que un equipo requiere mantenimiento o remplazo. Hay muchas maneras de medir un proceso y resolver los problemas. Algunas de las técnicas más utilizadas son:

- Gráficas de control.
- Gráfica de barras o histograma.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama causa-efecto.

1.7.7. Construcción sin pérdidas.

Ha sido tradicional que la industria de la construcción aun conserve principios inalterados durante mucho tiempo; los procesos de diseño y construcción están insertos en paradigmas muy arraigados en la cultura de esta industria.

Como contraste a las tendencias tradicionales en el desarrollo de proyectos de construcción, surgen nuevas corrientes orientadas a mejorar la concepción de los procesos productivos.

Como consecuencia de la búsqueda de un mejoramiento progresivo de los procesos concernientes a la industria de la construcción desde el punto de vista global del desarrollo de proyectos surge la filosofía "*Lean Construction*" (Construcción sin pérdidas), cuyos métodos aplicados en la construcción buscan la optimización de recursos, costos y tiempos teniendo como base conceptual la teoría de la producción Lean.

1.7.7.1. El nuevo enfoque de la gestión de producción aplicado a la construcción.

La baja productividad, el resultado de calidad, las pobres condiciones de trabajo y también los problemas de seguridad industrial, han sido características comunes a la mayoría de los proyectos de construcción.

Por muchos años, la industria manufacturera, ha sido tomada como modelo para la realización de innovaciones en la industria de la construcción. Sistemas integrados de construcción y la automatización tienen su origen en otras industrias y su aplicación se encuentra muy desarrollada si se compara con la construcción.

Actualmente, se ha desarrollado otra tendencia en la producción manufacturera, cuyo impacto parece ser mayor que el realizado por la aplicación de nuevas tecnologías. Dicho enfoque, basado en una nueva filosofía de producción, denominada "*lean production*", enfatiza en la importancia de los principios teóricos del proceso de construcción. De acuerdo a la nueva orientación, el proceso de construcción es en esencia el flujo de materiales y de información hacia el producto final. En este flujo, los materiales son procesados, se inspeccionan, están en espera y se transportan. Los procesos representan las conversiones en la producción, mientras que inspecciones, esperas y transportes, representan los flujos dentro de la misma.

De acuerdo a "*lean production*", el proceso productivo se compone de conversiones y flujos, a diferencia del sistema tradicional de producción, donde sólo se consideran las primeras. Se denominan conversiones a todas las actividades de transformación que convierten los materiales y la información en productos pensando en los requerimientos del cliente, por lo tanto en el proceso de construcción son las actividades que agregan valor. Mientras que las pérdidas, por el contrario, se consideran a todas las actividades que no agregan valor, pero

que consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de construcción.

Como objetivo de la utilización del nuevo enfoque de producción, se encuentra el hacer más eficientes las actividades de transformación que agregan valor, minimizando o eliminando las actividades que no lo generan (pérdidas).

En construcción, el enfoque tradicional de producción para la medición del desempeño de los proyectos, enfatiza en las variables de costo y tiempo.

Recientemente y con la implementación de sistemas de gestión de calidad, esta última también ha sido considerada. Algunos autores consideran el desempeño, desde una visión más amplia. Oglesby, Parker y Howell en el libro "*Productivity improvement in Construction* (1989)" involucran cuatro elementos, productividad, seguridad, tiempo y calidad.

Lauri Koskela (1992), académico finlandés y pionero en el mundo en el desarrollo de los conceptos teóricos de la aplicación de "*lean production*" en la construcción, ha señalado la necesidad de nuevas mediciones de desempeño en los proyectos de construcción, entre ellas medición de pérdidas, valor, tiempo de ciclo y variabilidad.

Se consideran pérdidas, todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto. Ejemplos de pérdidas en los procesos de construcción son las esperas ocasionadas por falta de instrucción, de materiales, interferencias, transportes innecesarios de materiales, equipos y obreros, por mala distribución de los recursos o ausencia de planificación, tiempo ocioso por actitudes del trabajador, reprocesos por actividades mal ejecutadas o dañadas por otras cuadrillas de trabajo, entre otras.

1.7.7.2. Identificación de las pérdidas como herramienta de mejoramiento en proyectos de construcción.

La medición del desempeño actual del sistema de producción, se convierte en punto de partida en la implementación de cualquier sistema de mejoramiento. La identificación de pérdidas, a través de técnicas, ha sido utilizada como medida indirecta de productividad, ya que asume que al identificar las categorías y causas de las pérdidas en la construcción y reducirlas, se incrementa la productividad.

En la industria de la construcción, una herramienta útil en este caso es el empleo de listas de comprobación, donde se verifican los aspectos relevantes de la obra, antes, durante y después de la construcción, a saber:

- Licencias y permisos en orden
- Observancia de normatividad ambiental
- Uso de herramientas adecuadas
- Observancia de medidas de seguridad
- Cumplimiento de especificaciones de construcción.

También, es necesario para llevar a cabo el estudio, evaluar el trabajo dividiéndolo en diferentes categorías para observar y evaluar qué hace cada obrero dentro de la obra.

Dichas categorías son las siguientes:

- Trabajo productivo.
- Trabajo contributivo.
- Trabajo no contributivo.

Trabajo Productivo (TP).

Este es definido como el tiempo empleado por el trabajador en la producción de alguna unidad de construcción. Ejemplo de trabajo productivo es la colocación de la armadura de refuerzo y el vaciado de concreto en algún elemento estructural, la pega de ladrillos en muros, etc.

Trabajo Contributivo (TC).

Es el tiempo que emplea el trabajador realizando labores de apoyo necesarias para que se ejecuten las actividades productivas, como limpieza de superficies y encofrados, mediciones previas y de inspección, transportes de materiales, armado de plataformas y andamios para trabajo en altura y seguridad industrial, etc.

Trabajo no Contributivo (TNP).

Se define como cualquier otra actividad realizada por los obreros y que no se clasifica en las anteriores categoría, por lo tanto se consideran pérdidas. Ejemplos de esta categoría son los tiempos dedicados a esperas, tiempo ocioso, reprocesos, descansos, etc.

Como principio de mejoramiento del desempeño de proyectos de construcción y una vez categorizado el tiempo empleado e identificadas las causas de ocurrencia de pérdidas, se propone buscar la eficiencia del trabajo productivo, minimizando el tiempo destinado al trabajo contributivo y eliminando el tiempo no contributivo (pérdidas). Esta técnica presenta múltiples ventajas por su sencillez, tiene validación estadística, permite medir la variabilidad de las diferentes actividades durante la obra y permite detectar oportunidades de mejoramiento en los proyectos de construcción, situación no evidente utilizando los sistemas tradicionales de control de la producción.

De los métodos expuestos en este capítulo, el que más se acopla a cualquier tipo de obra es el de Gerencia total de la calidad y productividad (TPQM). Por tal motivo, este método servirá de base para la evaluación de la calidad en el caso de estudio del capítulo 5.

CAPÍTULO 2

PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

2.1. Introducción.

En esta época donde la competencia obliga a que los niveles de producción sean cada vez más altos, la productividad ha sido objeto de análisis profundo por parte de todo tipo de industrias y empresas, sin embargo, en la industria de la construcción en nuestro país escasos son los estudios de productividad que se han realizado, porque se excluyen iniciativas para crearlos y se piensa que por el bajo costo de la mano de obra, es absurdo fincar la atención en gastos de este tipo, menospreciando el beneficio que tienen estos estudios en la planeación y control de una obra, esencialmente en lo que se refiere al rendimiento y mejor uso del recurso tiempo.

En nuestro ámbito profesional la negación absoluta de herramientas metodológicas sobre estudios de productividad en el ramo constructivo y reconociendo su enorme importancia, se elaboró el presente trabajo; en este capítulo se deja claro el conocimiento de la productividad, la huella que se deja en empresas de construcción, ventajas y desventajas de las secuelas metodológicas para conseguir el mejoramiento de la productividad, que permita cuantificarla e identificar los agentes que la afectan.

La revista Bit, en el año 2001 su artículo editorialista “Índice de la productividad en la construcción” refiere lo siguiente: Por productividad debemos deducir la evidente relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Incluyendo como recursos productivos, el factor trabajo, factor capital y otros insumos como es la energía, la materia prima e incluso la información.

2.2. Definición de productividad.

La relación entre producción final y factores productivos, tierra, equipo y trabajo utilizados en la producción de bienes y servicios, puntualizan la productividad

De un modo general, la productividad se refiere a lo que genera el trabajo, la producción por cada trabajador, la producción por cada hora trabajada o cualquier otro tipo de indicador de la producción en función del factor trabajo.

Una productividad mayor significa hacer más con la misma cantidad de recursos o hacer lo mismo con menos capital, trabajo y tierra.

Esencialmente Niebel, escribe que la perfección de la productividad se refiere al incremento de la producción por hora-trabajo o por tiempo gastado. Fundamentalmente para el mejoramiento de la productividad se encuentran los recursos humanos, ya que estos son el capital más importante de toda la empresa. Varios describen al capital como el recurso primordial para el desarrollo industrial y otros aluden la tecnología como el factor que amplía la misma. Si bien estos recursos son importantes, el capital puede ser desperdiciado por las personas y la tecnología no sirve de nada sin personas que se comprometan y aprendan a utilizarla bien.

2.3. Impacto de la productividad en empresas de construcción.

El campo de la industria de la construcción en los últimos años, la problemática generada por las altas tasas de desocupación laboral, el generalizado sentir de frustración de la sociedad por el gran esfuerzo que requiere conservarse y desarrollarse, donde la consigna es competir en costo y calidad para mantenerse en el mercado, debido a una economía establecida por los cambiantes manejos de un mundo globalizado, induce a pensar con mayor intensidad en la Productividad, como elemento generador de competitividad, ya que ésta surge como una condición sustancial para el desarrollo económico y progreso social.

Al incrementar la competitividad y la productividad de la industria de la construcción, se pueden inferir los efectos positivos potenciales en los demás sectores, en el empleo, en el crecimiento que genera la industria de la construcción y esto constituiría a nivel nacional, el beneficio económico y social por lograr.

En la necesidad de incrementar la productividad, las empresas han tenido que mejorar los aspectos de calidad, la capacitación, adiestramiento y las innovaciones, en pro de aumentar su nivel de participación dentro de la competencia que existe entre las empresas de esta industria.

2.4. Estrategias para mejorar la productividad.

- Asesoramiento práctico (ayudar en el “cómo hacer” en lugar de imponer el “usted debe”).

- Identificar y aplicar soluciones de bajo costo.
- Desarrollar soluciones orientadas a mejorar simultáneamente las condiciones de trabajo, la calidad de la construcción y la productividad del trabajo.
- Concebir mejoras adaptadas a las situaciones reales totales.
- Poner énfasis en la obtención de resultados concretos.
- Vincular las condiciones de trabajo con los demás objetivos gerenciales.

- Usar como técnica el aprendizaje a través de la práctica.
- Alentar el intercambio de experiencias.
- Promover la participación de los trabajadores.
- Diseñar correctamente los puestos de trabajo.
- Usar eficientemente la maquinaria.
- Tener servicios de bienestar en el lugar de trabajo.
- Mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo.

2.5. Ventajas de la productividad en empresas de construcción.

- Mayor competitividad.
- Satisfacción del cliente.
- Confianza de clientes y proveedores.
- Permanencia en el mercado a mediano y largo plazo.
- Disminución y cumplimiento de los plazos de entrega
- Disminución de costos.

- Uso eficiente de los recursos naturales y de la fuerza laboral, logrando con esto la reducción de desperdicios de materias primas.
- Eliminación de desplazamientos innecesarios de materiales y de trabajadores.
- Evita atrasos en las fechas de terminación de cada elemento en la obra.
- La reducción de los tiempos muertos de máquinas.
- Ahorro de energía.
- Se incorporan medidas serias para controlar los efectos negativos para el entorno de accidentes imprevistos.
- Recuperación de espacios de trabajo inutilizados.
- Disminución de la rotación del personal.
- Mejoramiento continuo del capital humano y de un entorno que fomente la creatividad y la innovación, así como las relaciones laborales entre trabajadores.

2.6. Métodos para evaluar y controlar la productividad.

En esta sección se muestran diferentes métodos para obtener una mejor productividad. Encontrando en su desarrollo el Estudio de Trabajo que trata de las técnicas de estudio de métodos, estudio de tiempos y control de retrasos de los períodos de tiempo. También, el Muestreo de actividades, que describe un método para comprobar la productividad sin tener que esperar hasta que finalice una fase de trabajo o tener que seguir las operaciones de forma continúa. Y por último Incentivos, que asocia el uso de los esquemas de incentivos económicos como elemento base para que las personas trabajen de forma positiva, logrando un mayor rendimiento individual y reduciendo el tiempo de realización de la actividad.

2.6.1. Estudio de Trabajo.

Se entiende por estudio del trabajo genéricamente a ciertas técnicas que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada con el fin de efectuar mejoras. El estudio del trabajo tiene dos aspectos muy importantes y bastante diferenciados:

- I. Encontrar un mejor modo de realizar una tarea.
- II. Determinar cuánto se debe tardar en esa tarea.

Así, el estudio del trabajo consta de dos técnicas relacionadas entre sí. La primera, el estudio de métodos, se ocupa del modo de hacer un trabajo. La segunda, la medición del trabajo, tiene como meta averiguar cuánto tiempo se requiere para ejecutarlo.

La relación entre el estudio del trabajo y la remuneración, sea ésta el salario o un incentivo, es directa y muy importante mientras más complicado sea un trabajo, es decir, mientras más preparación y calificación requiera el individuo que desarrolla el trabajo, mayor va a ser la compensación y mientras mejor lo haga, entonces se merece ganar el incentivo.

Estudio de Métodos.

Es el registro de los procedimientos de trabajo y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras.

Surgen muchas situaciones en el trabajo de construcción, que se podrían identificar y mejorar al introducir el estudio de métodos. Dichas situaciones podrían manifestarse con los siguientes síntomas:

- Recurrir a un exceso de horas extras laborales.
- Si existen cuellos de botella en el flujo de materiales.
- Un excesivo desperdicio de materiales.
- Frecuentes averías en la maquinaria.
- Trabajos que provocan agotamiento físico.
- Un programa atrasado.
- Mala calidad en la ejecución de los trabajos.

- Retrasos provocados por subcontratistas, o subcontratistas afectados por retrasos.

- Excesivos fallos y errores.
- Escasez de recursos.
- Información insuficiente.
- Obra congestionada.
- Malas condiciones de trabajo.
- Costes excesivos.
- Alta rotación de personal.
- Trabajos temporales mal programados.
- Mala distribución de la obra.

Los pasos a seguir en el estudio de métodos sirven para analizar y reducir los problemas mencionados en la lista anterior mediante una serie de medidas que veremos a continuación:

1. Obtención de los hechos: Reunir todos los hechos importantes en relación al producto.

2. Presentación de los hechos: Toda la información se registra en orden para su estudio.
3. Efectuar un análisis: Para decidir cual alternativa produce el mejor servicio o producto. El análisis requiere un examen crítico de cada operación registrada, en forma de preguntas y respuestas.
4. Desarrollo del método ideal: Seleccionar el mejor procedimiento para cada operación.
5. Presentación del método: A los responsables de su operación y mantenimiento.
6. Implantación del método: Considerando todos los detalles del centro de trabajo.
7. Desarrollo de un análisis de trabajo: Para asegurar que los operadores están adecuadamente capacitados, seleccionados y estimulados.
8. Establecimiento de estándares de tiempo: Estos deben ser justos y equitativos.
9. Seguimiento del método: Hacer una revisión o examen del método implantado a intervalos regulares.

Medición del trabajo o Estudio de tiempos

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. Es necesario disponer de dicha información durante el proceso de estimación, para poder establecer incentivos económicos, como parte de los

datos del estudio de métodos y también se puede emplear para contrastar los niveles de ejecución reales con los niveles teóricos.

El propósito de la medición del trabajo es averiguar cuánto debe tardarse en realizar el trabajo. Esta información se puede usar para dos objetos principales:

En primer lugar, se puede emplear retrospectivamente para valorar el rendimiento en el pasado.

En segundo lugar, se puede utilizar mirando hacia adelante, para fijar los objetivos futuros.

Las aplicaciones de datos de medición del trabajo son muy amplias y se pueden utilizar en:

La determinación de niveles de mano de obra en actividades de la construcción.

La determinación de niveles de referencia de utilización de maquinaria y rendimiento humano.

Proporcionar las bases para metas de incentivos financieros seguros.

Proporcionar las bases para el control de costos fijando niveles de referencia para los objetivos de rendimiento.

El método de estudio de plazos intenta cuantificar los factores que interfieren con las condiciones normales para poder establecer un plazo “correcto” para el trabajo en cuestión, como son: la habilidad del trabajador, el estado de los equipos empleados, entre otros. El procedimiento a seguir para la medición del trabajo es el siguiente:

1. El trabajo a observar se deberá dividir en elementos, para facilitar su posterior síntesis. Así, una observación directa, no sería necesaria una vez que la base de datos esté lo suficientemente desarrollada, para incluir la mayor parte de los elementos o tareas de la construcción.
2. Contar con los equipos básicos para lograr la medición y el registro de información relativo al avance de la obra que consisten en un cronómetro, una tabla de estudio y unas hojas de estudio de plazos preparados con antelación, además de una calculadora de bolsillo, una cinta métrica, un micrómetro, entre otros, según el tipo de trabajo en cuestión.
3. Hablar con los trabajadores y con su encargado para explicarles el objetivo del ejercicio. En la mayor parte de los casos los trabajadores desean colaborar si el estudio va a tener como resultado unos ingresos más elevados o un trabajo menos fatigoso.
4. Es aconsejable elaborar un croquis del trabajo y anotar los detalles generales como las condiciones meteorológicas y las condiciones en la obra, la fecha, la hora, apuntes sobre el acceso al lugar de trabajo,

proximidad de suministros, herramientas y equipos a utilizar, mencionando algunos ejemplos.

Sin embargo, debido a que el objetivo del estudio es obtener un plazo de tiempo realista para el elemento, el observador deberá juzgar el ritmo de trabajo efectivo de las personas bajo observación, ya que el tiempo empleado por un trabajador u otro diferente para hacer la misma tarea puede variar.

El observador deberá tratar de estimar el nivel de esfuerzo real necesario para ejecutar el trabajo en cuestión.

Factores que influyen en el plazo de observación:

- Calidad de las herramientas empleadas.
- El tipo y la calidad del material sobre el que se está trabajando.
- Condiciones laborales.
- El periodo de aprendizaje necesario antes que el trabajador esté familiarizado con la tarea.
- Interrupción en el suministro de materiales.
- La supervisión.
- Las especificaciones de calidad, entre otros.

Factores atribuibles al trabajador:

- Nivel de inteligencia y estudios.
- Actitud y motivación.
- Aptitud y formación.
- Disciplina y organización personal.
- Salud.
- Nivel de fatiga.

Es difícil determinar el tamaño correcto del muestreo, pero se deberán realizar las suficientes observaciones para cubrir los posibles cambios que se puedan llevar a cabo a lo largo de un día laboral.

2.6.2. Muestreo de Actividades.

A diferencia del método de estudio del trabajo, el muestreo de actividades es un método sencillo que puede ser empleado por personal no especializado para estimar la eficiencia productiva. Muchas veces se utiliza este método, debido a que en construcción las condiciones en que se labora en obra no son lo suficientemente estables para que se puedan realizar los procedimientos administrativos correctamente. Pero el gerente del proyecto tiene que saber de forma continua si la obra está funcionando eficazmente. Esta técnica

de muestreo de actividades es un método que facilita al gerente del proyecto una herramienta bastante sensible para realizar un trabajo similar al de estudio de plazos, pero sin la desventaja del tiempo que transcurre entre la observación y la entrega del informe, a la hora de aplicarse a trabajos de construcción.

Cálculo a pie de obra.

Este cálculo en obra facilita información preliminar, antes de la elaboración de un muestreo de actividades completo. Por ejemplo:

Cuota de actividad = $(\text{Personas activas observadas} / \text{total de trabajadores en obra}) \times 100$ (4)

Si la cuota es preocupante, se justifica una investigación más a fondo. El número total de hombres observados deberá estar entre un 75% y un 80% del total de la mano de obra empleada. La técnica de cálculo a pie de obra sólo puede servir de guía, ya que el número de observaciones es reducido.

Procedimiento para realizar un muestreo de actividades.

1. Elaborar un sondeo preliminar con el fin de obtener una idea general del problema. La información recopilada ayudará a la hora de decidir el tamaño de la sección de trabajo a estudiar y el número de trabajadores implicados.

2. Identificar los trabajadores por su nombre y elaborar una lista de las operaciones y tareas a estudiar. A veces, no hace falta entrar en más detalle que especificar “trabaja” o “no trabaja”, pero en el caso de una investigación más a fondo será necesario más precisión respecto al tipo de trabajo.
3. Preparar una hoja de observaciones para registrar la información.
4. Consultar al supervisor de las obras y asegurarse de que todo el mundo esté debidamente informado. En todo caso se podría crear un estado de malestar, que podría ir en aumento y servir de justificación a supuestos agravios.
5. El número de observaciones necesarias suele ser bastante grande; así que se deberá planificar una tabla de tiempos de observación. Las observaciones se pueden realizar a intervalos regulares.
6. Escoger un lugar adecuado de observación.
7. Registrar cada actividad que esté en ejecución en el mismo instante en que es observada, además del nombre del trabajador en cuestión.
8. A partir de los porcentajes de las actividades observadas, escoger la actividad o las actividades que muestren un tiempo de ejecución desproporcionado. Si la técnica de muestreo de actividades se aplica

correctamente y con cuidado, se puede utilizar para determinar los datos de salida de producción para utilizar en los procesos de estimación y planificación de la duración de las actividades.

2.6.3. Incentivos.

La forma más segura de lograr que las personas actúen de manera deseable es recompensarlas por hacerlo, en otras palabras, darles incentivos. Esto es tan cotidiano y claro para todos que se podría pensar que difícilmente merece mencionarse, pero sí lo merece. Se puede decir que las personas no deberían ser recompensadas (sobornadas) para hacer cosas deseables; aún cuando acepte que los incentivos son necesarios, no resulta siempre claro el cómo establecer cuáles son aquellos que motivarán a las acciones deseadas.

Convencer a la gente que los incentivos son apropiados es un desafío, pero más lo es el determinar los incentivos apropiados. Por supuesto, queremos incentivos que motiven a las personas a actuar en las formas deseadas, pero ¿qué es lo deseado? En algunas situaciones, la respuesta es fácil de contestar, pero no siempre.

Los esquemas de incentivos son muy utilizados en la industria de la construcción, hasta el punto en que en muchos casos no se puede contratar a trabajadores si no se les ofrece un plan de incentivos. La historia de las remuneraciones incentivadas habla de la problemática y conflictos que existen entre dirección y trabajadores.

En la industria de la construcción la recopilación de datos no es muy confiable debido a que se basa en trabajos sobre proyectos específicos, restringiendo las ventajas que se obtendrían en condiciones más estables. Las metas productivas fijadas por la dirección, y sobre las que dependen las primas, suelen ser normalmente imprecisas. Como resultado, los trabajadores sufren grandes variaciones en sus ingresos, lo que lleva a algunos sindicatos a pedir la sustitución de incentivos económicos por un salario mínimo más elevado, situación que la dirección no está dispuesta a llevar a cabo por temor a incrementar el costo del proyecto. La situación que actualmente prevalece consiste en el pago de primas a cambio de incentivar al trabajador para que rinda a un nivel normal.

Sistemas de pago, remuneración y rendimiento.

Los métodos dentro de la industria de la construcción que consisten en ofrecer incentivos económicos a trabajadores manuales e incentivos no económicos o sólo parcialmente a trabajadores administrativos y directivos.

Incentivos no económicos.

Este tipo de incentivos son bastante intangibles y son los relacionados con las necesidades superiores de Maslow, que son: las personas esperan sentirse necesitados en el trabajo, ganarse el respeto de la dirección y de sus compañeros e identificarse con una especialidad en particular; En especial, suponen el cumplimiento de aquellas necesidades denominadas "motivadoras" por Herzberg, las cuales son: logros, reconocimiento, el trabajo en sí, adquirir responsabilidades y oportunidades de mejorar. Así que los incentivos ofrecidos suponen un reconocimiento de la importancia del individuo y la necesidad de participación en grupo para lograr una satisfacción social.

Incentivos semieconómicos.

Este tipo de incentivos no se basa en el pago de dinero en efectivo, sino que se concentran en ventajas cambiables, como pueden ser vacaciones pagadas, comedores, bonos de restaurante, instalaciones deportivas, planes de pensiones, coches de empresa, facturas telefónicas a cargo de la empresa, cuentas de gastos, entre otros. Este tipo de beneficios suele ofrecerse generalmente a personal asalariado cuyos puestos son difíciles de cuantificar en términos productivos puros.

Planes de incentivos económicos.

Este tipo de incentivos provocan que la gente se encuentre más motivada a la hora de trabajar, en especial si el trabajo se basa en un rendimiento cuantificado. Los objetivos de los planes de incentivos económicos son:

- Mejorar la productividad.
- Fomentar mejores sistemas de trabajo.
- Proporcionar la oportunidad de tener ingresos superiores, pero sin aumentar los costos unitarios.

Los tipos de planes de incentivos económicos, sus ventajas y desventajas son:

<i>Esquema de incentivos</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
1. Trabajo diario.- Al empleado se le paga un sueldo básico por asistir al trabajo.	1.- Sencillo y fácil de comprender. 2.- Sencillo calcular sueldos. 3.- No requiere mucho trabajo administrativo. 4.-Proporciona flexibilidad laboral.	1.- No se recompensa la eficiencia. 2.- Los trabajadores débiles se benefician con los rápidos. 3- Se necesita una supervisión estricta. 4- Es difícil elaborar previsiones presupuestarias.
2.- Trabajo a destajo.- Se paga un precio uniforme por trabajo o unidad ejecutada.	1.- Incentivo directo para incrementar el rendimiento. 2.- Fácil de comprender. 3- El costo salarial por unidad de producción es constante.	1.- Cambios en las cuotas salariales conllevan una modificación de los objetivos. 2.- Puede llevar a una calidad inferior.
3.- Esquema proporcional directo de horas ahorradas.- El tiempo ahorrado respecto a los objetivos se da al trabajador.	1.- El incentivo está relacionado con el esfuerzo. 2.- Hay un sueldo garantizado. 3.- Facilita datos de control de costes. - Mejor control de calidad que con el trabajo a destajos.	1.- Es caro de operar. 2.- Favorece a trabajadores rápidos. 3.- Requiere datos fiables. 4.- Causa un problema inicialmente cuando la mano de obra no tiene experiencia.
4.- Esquemas engranados.- Como él (3) pero sólo una proporción de tiempo ahorrado se da al trabajador.	1.- Son útiles para nuevos trabajos. 2.- Es un incentivo para trabajadores lentos o sin experiencia.	1.- Fomenta la fijación de cuotas bajas. 2.- No se recompensa debidamente a los trabajadores rápidos.
5.- Esquemas de grupo.- Como (3) y (4) pero se paga a individuos en bases proporcionales.	1.- Ayuda en la eliminación de trabajadores débiles. 2.- Recomendable cuando son necesarios equipos de trabajadores, es decir, adecuados para la industria de la construcción.	1.- Aumenta el trabajo administrativo. 2.- Los trabajadores más rápidos sufren a costa de trabajadores lentos

Tabla 1.- Planes de incentivos económicos.

Principios de un buen esquema de incentivos.

La prima se pagará a los trabajadores en directa proporción al esfuerzo aplicado.

Los ingresos del trabajador no se limitarán de ninguna forma.

Las metas fijadas serán factibles y se mantendrán inalteradas.

Se deben excluir los inevitables retrasos de las horas pagadas como prima y se pagarán a la cuota base.

El esquema deberá ser totalmente comprensible para el trabajador para que pueda calcular su prima.

Los esquemas de incentivos pueden provocar trabajo de calidad inferior, así que se deberán incluir y aplicar sanciones.

El esquema deberá cumplir la normativa sindical específica.

Buena planificación para asegurar que los planos se actualicen, los materiales lleguen a tiempo, etc.

El esquema deberá estar integrado con el sistema de control de costos.

Fijación de metas.

Algunas de las fuentes de información a disposición del gerente de una obra, a la hora de fijar metas de ejecución para fines de incentivos, son las siguientes:

- Experiencia personal.
- Retroalimentación.
- Datos de estudio de trabajo.
- Cuotas de los fabricantes.
- Demostración en obra.
- Información estándar.

CAPÍTULO 3

PLANEACIÓN TRADICIONAL

3.1. Introducción.

En el presente capítulo, se resume la teoría básica del método de ruta crítica, utilizada tradicionalmente en la planeación y control de todo tipo de proyectos de construcción. Este método de la ruta crítica conocido como CPM por sus siglas en inglés, en esencia consiste en la representación del plan de un proyecto a través de un diagrama esquemático o red que bosqueja tanto la secuencia y la interrelación de todos los componentes del proyecto, como el análisis lógico y la manipulación de dicha red para determinar el mejor programa general de operación. La red está orientada por actividades representadas por flechas que llegan a cada nodo indicados por círculos que representan un evento. Generalmente, la longitud de la flecha no tiene significado y solo indica el paso del tiempo en una dirección dada. El inicio de todas las actividades que parten de un nodo dependen de la terminación de todas las actividades que llegan a él; por ello, el evento que representa cualquiera no se logra hasta que todas las actividades que concurren no han terminado.

3.2. Codificación de las actividades.

3.2.1. Flechas.- Se utilizan para señalar una actividad; la cola representa el inicio y la punta la terminación de la misma; la dirección convencional es de izquierda a derecha. Las flechas no tienen a escala, excepto para diagramas a escala de tiempo, y deben ser horizontales o inclinadas pero siempre con dirección hacia el frente.

Ejemplos:

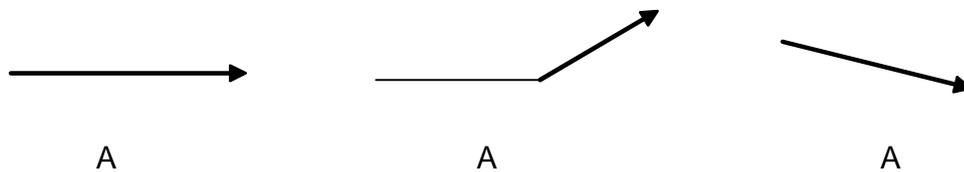


Fig. 1.- Flechas

3.2.2. Nodos.- Los nodos representan un evento y no tienen duración. Toda actividad está ligada a dos eventos. Se representan con círculos; el evento i corresponde a un punto en el tiempo en el cual para que suceda, todas las actividades que le preceden deben estar terminadas. El evento j ocurre al final de una o varias actividades. Ejemplo:

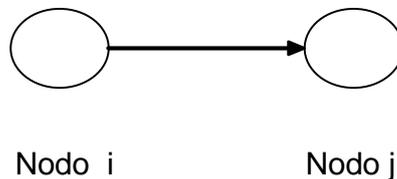


Fig. 2.- Nodos

3.2.3. Actividades ficticias.- Se representan por medio de flechas con línea punteada y no tienen duración. Se utilizan únicamente para indicar una dependencia en la secuencia lógica de las actividades normales.

3.2.4. Método de numeración de los eventos.- Una vez que la red está formada, los eventos se numeran barriendo de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, utilizando números pares, dejando los impares para el caso de que se haya omitido alguna actividad.

3.3. Reglas básicas para la construcción de una red de CPM

Deberán seguirse 5 pasos sencillos que se enlistan a continuación:

- 1) Antes de que una actividad comience, todas las actividades precedentes deben estar terminadas.
- 2) Las flechas indican solamente precedencias lógicas.
- 3) Los números de los eventos no deben duplicarse.
- 4) Cualquiera de dos eventos puede estar directamente conectado por no más de una actividad.
- 5) La red tiene un solo evento o nodo inicial y uno final.

Un punto importante que debe observarse en el método es que consiste en un proceso abierto que permite diferentes grados de intervención por la dirección de acuerdo a las distintas necesidades y objetivos que se tienen en el proyecto.

3.4.- Cálculo de tiempo de los eventos.

Los eventos son un punto en el tiempo, sin duración y solamente suceden, por lo que el evento tendrá cuatro tiempos de ocurrencia.

3.4.1. Duración (D).- Representa la duración de la actividad en jornales o días de trabajo.

3.4.2. Tiempo más temprano o primer inicio (PI).- Es el tiempo más pronto en que puede iniciar una actividad.

3.4.3. Tiempo más tardío o última terminación (UT).- Es el tiempo más tardío en que puede suceder un evento o actividad

3.4.4. Primera terminación (PT).- Se define como el tiempo más temprano que un evento o actividad puede terminar. Este valor, resulta de la suma del primer inicio y la duración de la actividad.

$$PT = PI + D$$

(5)

3.4.5. Último inicio (UI).- Se define como el tiempo más tardío en que un evento o actividad puede iniciar. Es el valor resultante de la diferencia de la última terminación y la duración de la actividad.

$$UI = UT - D \quad (6)$$

3.4.6. Tiempo cero.- Es el final del día anterior al inicio del proyecto y punto de partida para el cálculo de todas las actividades en la red.

Una vez trazada la red, se procede a calcular los tiempos más próximos y tardíos de inicio y terminación para todos los eventos del proyecto; con estos datos se pueden obtener las holguras y determinar la ruta crítica del proyecto.

3.4.7. Holgura total (HT).- Es el lapso de tiempo que puede posponerse la terminación de una actividad, sin que se modifique la duración total del proyecto. Su valor será la diferencia entre su última y su primera fecha de terminación, o entre su última y primera fecha de inicio.

$$HT = UT - PT - D \quad (7)$$

3.4.8. Holgura libre (HL).- Es la cantidad de tiempo que la terminación de una actividad puede ser demorada sin afectar el primer inicio de cualquier otra subsiguiente en la red.

$$HL = P_{lj} - P_{li} - D \quad (8)$$

3.5. Ruta Crítica.

Las actividades que forman la ruta crítica son aquellas que no tienen holgura, es decir, si existiese algún atraso en cualquiera de esas actividades, el proyecto en cuestión se atrasaría en igual medida, debido a que no se tendría más tiempo para ejecutar dicha actividad. Con la suma de las duraciones de estas actividades, se obtiene la duración total del proyecto.

CONCEPTO		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	TOTAL
PRELIMINARES	P	■								
	R									
	E									
CIMENTACIÓN	P		■							
	R									
	E									
ESTRUCTURA	P			■						
	R									
	E									
ALBAÑILERÍA	P						■		■	
	R									
	E									
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA	P							■		
	R									
	E									
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	P								■	
	R									
	E									
PINTURA E IMPERBEABILIZANTE	P					■				
	R									
	E									
ACABADOS	P								■	
	R									
	E									
LIMPIEZA DE OBRA	P				■				■	
	R									
	E									

Programa de obra, ruta crítica.

3.6. Ajustes de tiempo-costo.

Cualquier proyecto de construcción se divide con facilidad en un número de procesos u operaciones, cada uno de los cuales puede realizarse mediante diferentes combinaciones de los métodos de construcción, del equipo, de los tamaños de las cuadrillas de obreros, y de las horas de trabajo. Los factores más importantes pueden ser el costo, el tiempo o ambos. La primera impresión es que el costo directo de cada operación debe predominar, con el fin de que las tareas puedan terminarse con el costo total más bajo, pero el costo total del proyecto incluye todas las cargas indirectas y los gastos generales asociados a la ejecución completa de los trabajos, y éstos son proporcionales al tiempo. El problema costo-tiempo tiene un número infinito de soluciones. Si el tiempo careciera de importancia, cada operación, se realizaría de forma que el costo directo fuese el más bajo. Si el costo no tuviera importancia cada proceso podría acelerarse con el fin de terminarlo en el menor tiempo posible. El acelerar un proceso puede aumentar su costo y reducir el tiempo, pero no puede reducir el tiempo total del proyecto a menos que sea una actividad en la cadena de la ruta crítica, por lo que se puede deducir entonces, que existe una relación entre la duración de una actividad y el costo de su ejecución. La solución del problema tiempo-costo no es simple. Todos los costos varían con el tiempo, los costos directos tienden a disminuir si hay más tiempo disponible y los indirectos aumentan con el tiempo, para encontrar una solución real del proyecto, se deben hacer varios supuestos relacionados con la curva tiempo-costo:

El primero, es que cada actividad tiene alguna clase de relación tiempo-costo en la mayoría de los casos, pero podría haber alguna actividad que tuviera un costo fijo sin importar el tiempo que se necesite para ejecutarla. El segundo es que la variación en los tiempos y costos es lineal, es decir, aumentan o disminuyen en forma proporcional. Por lo tanto, el equilibrio correcto entre tiempo y costo es lo que da la solución óptima. La importancia en la planeación de la obra, consiste en fijar de antemano los costos de materiales, equipos y rendimientos de la mano de obra para una duración esperada del proyecto, haciendo los ajustes necesarios durante la ejecución. Con este método se obtienen las actividades a evaluar y observar dentro de un esquema de calidad y productividad.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

4.1. Introducción.

En este capítulo se presenta un caso de estudio donde se analiza el impacto de la calidad y productividad en la construcción de una casa habitación, de acuerdo a los siguientes datos:

Información general

Nombre del proyecto.- Construcción de casa habitación

Procedimiento constructivo.- La construcción consiste en una estructura simple con trabes, columnas y zapatas aisladas, todo de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, y acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$. Los materiales empleados son los comunes de la región, a saber: block hueco de concreto de 15 cm x 20 cm x 40 cm en los

muros, viguetas de concreto pretensado T12-5 y bovedillas de concreto de 15 cm x 20 cm x 56 cm para la cubierta. Se utilizó cemento gris tipo I, cal hidratada, polvo de piedra, grava y armadura electrosoldada 66-1010 de acuerdo al concepto de trabajo a ejecutar; los andamios se habilitaron con bloques y tablas y la cimbra para castillos y cerramientos con perfiles laminados de acero, sujetos con alambre recocido. Los acabados son los tradicionales, denominados en la zona, aplanados, rebatido y enmasillado; el piso de cerámica de 33 x 33 cm sobre firme de concreto, y la cancelería de aluminio con persianas horizontales de vidrio medio doble.

4.2. Programación.

El programa de obra se efectuó utilizando el método de ruta crítica, agrupando las actividades de construcción en partidas, como se aprecia en la siguiente tabla de costos y tiempos:

<i>Descripción</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Dependencia</i>	<i>Duración</i>	<i>Costo</i>
Preliminares	A	--	18	25,257.52
Losas y dala de cerramiento	B	C	10	30,962.52
Albañilería y acabados	C	A	30	50,391.97
Instalaciones	D	C	8	4,875.00
Acabados	E	B	17	25,403.46
Cimentación de obra exterior	F	--	5	3,267.00
Albañilería obra exterior	G	F	10	8,957.38
Instalaciones obra exterior	H	G, D	5	12,435.00
Acabados obra exterior	I	H	2	3,005.00
Total				\$164,554.85

Tabla 2.- Costos directos y tiempos normales de obra.

El cálculo analítico de la ruta crítica se presenta en la siguiente tabla:

<i>Partida</i>	<i>Duración</i>	<i>PI</i>	<i>PT</i>	<i>UI</i>	<i>UT</i>	<i>Holgura total</i>	<i>Ruta Crítica</i>
A	18	0	18	0	18	0	Si
B	10	48	58	48	58	0	Si
C	30	18	48	18	48	0	Si
D	8	48	56	60	68	12	No
E	17	58	75	58	75	0	Si
F	5	0	5	53	58	53	No
G	10	5	15	58	68	53	No
H	5	56	61	68	73	12	No
I	2	61	63	73	75	12	No

Tabla 3.- Cálculo de la ruta crítica del proyecto.

Aquí puede observarse que las partidas D, F, G, H e I, tienen holguras totales que van de los 12 hasta los 53 días, por lo que el estudio se concentró en el resto de las partidas A, B, C y E, las cuales se encuentran en la ruta crítica, es decir, que no tienen holgura y que por tanto rigen la duración total del proyecto que fue de 75 días, consistentes en jornadas diurnas de 8 horas de lunes a sábado.

4.3. Medición de la productividad.

Con los datos obtenidos de la bitácora de obra, se aplicarán tres modelos utilizados para medir la productividad, los cuales son:

1. Modelo de los factores: el cual sirve para calcular los índices de productividad con la tasa unitaria de productividad y todos aquellos factores que la han impactado positiva o negativamente.
2. Estudio de tiempos: para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado para llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida.
3. Estudio de métodos: donde se registran los procedimientos de trabajo de los modos de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras.

4.4. Aplicación del modelo de los factores.

Estos índices de productividad se expresan como una tasa unitaria de productividad (TUP), calculada como sigue:

$$\text{TUP} = \text{Insumo humano (horas/hombre)/cantidad ejecutada} \quad (9)$$

En la tabla siguiente se resumen los resultados de la TUP para las partidas críticas.

<i>Actividades</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad Ejecutada</i>	<i>Horas / hombre</i>		<i>TUP</i>	
			Programa	Real	Programa	Real
A.- Preliminares						
Limpia , trazo y nivelación*	M ²	93.12	16.00	33.00	0.172	0.354
Excavación	M ³	14.50	256.00	258.00	17.655	17.793
Rellenos*	M ³	65.86	48.00	66.00	0.729	1.002
Concreto en cimentación	M ³	2.97	32.00	35.00	10.774	11.785
Cimbras	M ²	26.42	16.00	18.00	0.606	0.681
Acero en cimentación ⁺	Kg.	172.51	24.00	17.00	0.139	0.099
Mampostería*	M ³	12.53	40.00	51.00	3.192	4.070
B.- Losa y cadena de cerramiento						
Losa de azotea de vigueta	M ²	88.84	168.00	172.00	1.891	1.936
Dala de cerramiento	ML	26.96	72.00	70.00	2.671	2.596

C.- Albañilería y acabados						
Cadena de concreto armado	M _L	24.20	24.00	22.00	0.992	0.909
Castillo de concreto armado	M _L	86.02	160.00	164.00	1.860	1.907
Muro de block hueco*	M ²	36.63	32.00	50.00	0.874	1.365
Firme de concreto	M ²	47.10	46.00	48.00	0.977	1.019
Piso de cerámica*	M ²	47.10	32.00	44.00	0.453	0.934
Piso de concreto	M ²	24.60	32.00	33.00		1.341
Aplanados en muros	M ²	94.57	96.00	98.00		1.036
Aplanados en plafones	M ²	89.89	64.00	65.00	0.345	0.723
Pintura vinílica	M ²	254.26	40.00	39.00	2.319	0.153
Limpieza de pisos	M ²	70.60	32.00	32.00	8.000	0.453
E.- Acabados						
Impermeabilizante	M ²	92.88	32.00	28.00		0.301
Forjado de repizón	M _L	6.90	16.00	17.00		2.464
Colocación de cerradura	PZA					
Cancelería de aluminio	M ²	13.78	32.00	34.00	2.322	2.467
Ventilador de techo	PZA	2.00	16.00	14.50	8.000	7.250
Protección en ventanas	M _L	6.80	16.00	16.00	2.353	2.353
Soporte para tablonés	PZA	2.00	16.00	14.00	8.000	7.000

Tabla 4.- Resultados de la TUP

* En estas actividades se encontró un aumento en las horas-hombre considerable, comparando las horas planeadas y las horas que se utilizaron en realidad para realizar la actividad. Mientras que en la actividad marcada con “+” hubo una disminución de horas.

Como puede apreciarse en la tabla anterior, se tuvieron bajas en la productividad programada de algunas actividades de las partidas de Preliminares, como por ejemplo en limpia, trazo y nivelación con una diferencia de la TUP entre lo planeado y lo real de 0.182, y en Albañilería y Acabados, donde en la actividad de muro de block existe una diferencia de 0.491. Cabe aclarar que los valores más bajos corresponden a una productividad más alta como en el caso de acero en cimentación con 0.99 en lo real, a diferencia de lo planeado con un valor de 1.139, como resultado de la fórmula convencional utilizada para su cálculo. Las horas-hombre calculadas corresponden al tiempo acumulado por las cuadrillas de trabajadores, que básicamente se integraron por un obrero calificado oficial o especialista auxiliado por uno o dos ayudantes no calificados (peones). En algunos casos, como en las cuadrillas de limpia, trazo y nivelación, rellenos y las otras marcadas con "*" se tuvieron que reforzar con un segundo oficial especialista y otro ayudante según las necesidades de la constructora, referentes al tiempo de entrega.

Es importante destacar que los índices de productividad dependen de la cantidad ejecutada y el número de horas-hombre empleadas para que se lleve a cabo. Se puede observar que en la actividad de excavación en lo real se obtuvo una TUP de 17.793, en comparación con firme de concreto donde se obtuvo 1.019, lo cual no significa que la segunda fue más productiva, sino que este modelo funciona comparando la TUP de una actividad de la obra con respecto a la misma actividad en otra obra. Los factores por los que las actividades marcadas obtuvieron baja productividad las veremos más adelante.

4.5. Aplicación de medición del trabajo o estudio de tiempos.

De acuerdo al método de estudio de tiempos, se eligieron para análisis las actividades que forman parte de las partidas que se encuentran en la ruta crítica, tomando como base el tiempo observado en minutos de acuerdo a cifras de rendimiento recomendadas por la CMIC. Es necesario para obtener los tiempos básicos obtener la medición del trabajo el cual se muestra en la siguiente tabla:

<i>Clasificación</i>	<i>Descripción</i>
0	No hay actividad.
50	Muy lento, torpes movimientos. El trabajador parece medio dormido sin ningún interés en el trabajo.
75	Calmado, intencionado, una actuación pausada, como trabajador no está en paz en el trabajo, pero bajo su propia supervisión, se mira lento, pero el tiempo laboral no es gastado intencional mientras está bajo supervisión.
100 Estimación Estándar	Vigoroso, desempeño en el trabajo en promedio calificado, a gusto en el trabajo, calidad necesaria estándar y exactitud lograda con confianza.
125	Muy rápido, el operador exhibe un alto grado de seguridad, destreza y coordinación de movimientos, más arriba de lo estimado estándar.
150	Excepcionalmente rápido; demuestra esfuerzos intensos y concentración, no hay inactividad por periodos largos, una actuación excelente y poco usual.

Tabla 5.-Cuadro de clasificaciones

El tiempo básico es el requerido para llevar a cabo un elemento de trabajo en una medición estándar. Los tiempos básicos son calculados con la formula:

$$\text{Tiempo básico} = \text{Tiempo observado} \times (\text{Clasificación observada} / \text{Clasificación estándar})$$

La siguiente tabla nos indicará el tiempo básico para cada actividad que es parte de la ruta crítica. Retomando la tabla 5.

<i>Actividades</i>	<i>Unidad</i>	<i>Tiempo observado (min)</i>	<i>Clasificación observada (%)</i>	<i>Tiempo básico (min)</i>
A.- Preliminares				
Limpia , trazo y nivelación	M ²	480	75	360
Excavación	M ³	3840	100	3840
Rellenos	M ³	1200	75	900
Concreto en cimentación	M ³	1440	100	1440
Cimbras	M ²	720	100	720
Acero en cimentación	Kg.	720	125	900
Mampostería	³	960	75	720
<i>Subtotal</i>		<i>9360</i>		<i>8880</i>
B.- Losa y dala de cerramiento				
Losa de azotea de vigueta	M ²	2400	125	3000
Cadena de cerramiento	ML	1440	100	1440
<i>Subtotal</i>		<i>3840</i>		<i>4440</i>
C.- Albañilería y acabados				
Cadena de concreto armado	ML	720	100	720
Castillo de concreto armado	ML	1920	100	1920
Muro de block hueco	M ²	960	75	720

Firme de concreto	M ²	1440	100	1440
Piso de cerámica	M ²	960	75	720
Piso de concreto	M ²	960	100	960
Aplanados en muros	M ²	2400	100	2400
Aplanados en plafones	M ²	1440	100	1440
Pintura vinílica	M ²	1200	100	1200
Limpieza de pisos	M ²	720	100	720
<i>Subtotal</i>		<i>12720</i>		<i>12240</i>
E.- Acabados				
Impermeabilizante	M ²	1440	125	1800
Forjado de repizón	ML	960	100	960
Colocación de cerradura	PZA	240	100	240
Cancelería de aluminio	M ²	1920	100	1920
Ventilador de techo	PZA	960	125	1200
Protección en ventanas	ML	960	100	960
Soporte para tablonés	PZA	960	125	1200
<i>Subtotal</i>		<i>7440</i>		<i>8280</i>
Total en minutos		33360		33840
Total de horas		556		564

Total de días		70		71
---------------	--	----	--	----

Tabla 6.-Medición del tiempo básico

En la tabla anterior se presenta una diferencia mínima entre el tiempo observado y el tiempo básico. Lo cual es debido a que el número de actividades diferente a la clasificación estándar, resultado de cinco actividades con clasificación de los obreros de 75 y cinco actividades con 125, motivo por el cual no varió mucho el tiempo básico del observado. Es importante hacer notar que cuando un trabajador tiene una clasificación de 125, el número de minutos para realizar la actividad aumenta, esto es debido a que se le da un tiempo de holgura

para realizarla, ya que por la velocidad con que la efectúa, es necesario aumentar el tiempo para determinar el plazo básico promedio y viceversa.

Tolerancia de Relajación.

Con respecto al tiempo básico se puede decir que otorga tolerancias con respecto a la velocidad y efectividad de cada trabajador, sin embargo, no otorga tiempo requerido para la recuperación por fatiga. Por ejemplo, una cuadrilla de excavadores puede trabajar durante 12 minutos sin parar, pero después necesitará descansar por un minuto o algo parecido, para estirar la espalda, flexionar los dedos y luego trabajar.

Para incluir estas necesidades, la tolerancia de relajación es sumada al tiempo básico, esta es expresada usualmente en porcentajes del tiempo básico y son aplicadas según se desee a cada elemento por separado.

La siguiente tabla resume ejemplos de tolerancia de relajación como un porcentaje de tiempo básico.

<i>Naturaleza</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tolerancia expresada como porcentaje del tiempo básico</i>
Estándar	Necesidades personales del obrero además de fatiga básica.	8
Postura	De pie, sentado, en cuclillas o acostado.	2 - 7
Atención	Trabajo fino, trabajo de complejidad mental.	0 - 5
Condiciones	Condiciones inadecuadas de luz.	0 - 5
	Condiciones extremas de ventilación.	0 - 10
	Desde tranquilidad hasta ruido extremo.	0 - 5
	35 grados centígrados y 95% humedad.	0 - 70
Esfuerzo	Levantamiento hasta 5 Kg.	1
	Levantamiento hasta 20 Kg.	1 - 10
	Levantamiento hasta 40 Kg.	10 - 30
	Levantamiento hasta 50 Kg.	30 - 50
Monotonía	Mental Tedioso hasta muy tedioso	0 - 4
		0 - 5

Tabla 7.- Normativa de tolerancia de relajación.

Debido a la poca información que existe con respecto a la evaluación del tiempo de relajación permitido, es extremadamente difícil realizarlo, ya que puede existir variación con respecto al clima, temperatura, humedad, entre otros. Observaremos en la tabla siguiente la diferencia entre el tiempo básico y el tiempo estándar, en donde el segundo es la suma del tiempo básico, el tiempo de tolerancia de relajación total y el cinco por ciento del tiempo

básico, debido a que para obras civiles, el porcentaje que se le aumenta conocido como porcentaje de contingencia es del cinco por ciento.

Actividades	Tiempo básico	Tolerancia del tiempo de relajación						Total de minutos	5% de Contingencia	Tiempo Estándar
		Estándar	Pos-tura	Aten-ción	Condi-ciones	Esfuer-zo	Mono-tonía			
A.-Preliminares										
Limpia, trazo y nivelación	360.0	28.8 (8%)	25.2 (7%)	7.2 (2%)	72.0 (2%)	3.6 (1%)	10.8 (3%)	147.6	18.0	525.6
Excavación	3840.0	307.2 (8%)	268.8 (7%)	76.6 (2%)	1536.0 (40%)	38.4 (1%)	115.2 (3%)	2342.2	192.0	6374.2
Rellenos	900.0	72.0 (8%)	63.0 (7%)	18.0 (2%)	90.0 (10%)	9.0 (1%)	18.0 (2%)	270.0	45.0	1215.0
Concreto en cimentación	1440.0	115.2 (8%)	43.2 (3%)	28.8 (3%)	72.0 (5%)	14.4 (1%)	14.4 (1%)	288.0	72.0	1800.0
Cimbras	720.0	57.6 (8%)	14.4 (2%)	14.4 (2%)	21.6 (3%)	7.2 (1%)	14.4 (2%)	129.6	36.0	885.6
Acero en cimentación	900.0	72.0 (8%)	18.0 (2%)	18.0 (2%)	45.0 (5%)	9.0 (1%)	18.0 (2%)	180.0	45.0	1125.0
Mampostería	720.0	57.6 (8%)	21.6 (3%)	14.4 (2%)	36.0 (5%)	7.2 (1%)	7.2 (1%)	150.0	36.0	906.0
<i>Subtotal</i>	8880.0							3507.4	444.0	12831.4
B.- Losa y cadena borde										
Losa de azotea de vigueta	3000.0	240.0 (8%)	120.0 (4%)	60.0 (2%)	150.0 (5%)	150.0 (5%)	30.0 (1%)	750.0	150.0	3900.0
Cadena de cerramiento	1440.0	115.2 (8%)	57.6 (4%)	28.8 (2%)	72.0 (5%)	72.0 (5%)	14.4 (1%)	360.0	72.0	1872.0
<i>Subtotal</i>	4440.0							1110.0	222.0	5772.0

C.- Albañilería y acabados										
Cadena de concreto armado	720.0	57.6 (8%)	43.2 (6%)	14.4 (2%)	28.8 (4%)	21.6 (3%)	7.2 (1%)	172.8	36.0	928.8
Castillo de concreto armado	1920.0	153.6 (8%)	96.0 (5%)	38.4 (2%)	57.6 (3%)	57.6 (2%)	38.4 (2%)	441.6	96.0	2457.6
Muro de block hueco	720.0	57.6 (8%)	43.2 (6%)	21.6 (3%)	72.0 (10%)	7.2 (1%)	21.6 (3%)	223.2	36.0	979.2
Firme de concreto	1440.0	115.2 (8%)	57.6 (4%)	28.8 (2%)	72.0 (5%)	14.4 (1%)	14.4 (1%)	302.4	72.0	1814.4
Piso de cerámica	720.0	57.6 (8%)	21.6 (3%)	14.4 (2%)	7.2 (1%)	7.2 (1%)	21.6 (3%)	129.6	36.0	885.6
Piso de concreto	960.0	76.8 (8%)	28.8 (3%)	28.8 (3%)	9.6 (1%)	28.8 (3%)	9.6 (1%)	182.4	48.0	1190.4
Aplanados en muros	2400.0	192.0 (8%)	72.0 (3%)	96.0 (4%)	72.0 (3%)	24.0 (1%)	48.0 (2%)	504.0	120.0	3024.0
Aplanados en plafones	1440.0	115.2 (8%)	28.8 (2%)	43.2 (3%)	28.8 (2%)	14.4 (1%)	28.8 (2%)	259.2	72.0	1771.2
Pintura vinílica	1200.0	96.0 (8%)	36.0 (3%)	12.0 (1%)	1.2 (0.1%)	12.0 (1%)	24.0 (2%)	181.2	60.0	1441.2
Limpieza de pisos	720.0	57.6 (8%)	14.4 (2%)	7.2 (1%)	7.2 (1%)	7.2 (1%)	7.2 (1%)	100.2	36.0	856.2
<i>Subtotal</i>	12240.0							2496.6	612.0	15348.6
E.- Adheridos										
Impermeabilizante	1800.0	144.0 (8%)	54.0 (3%)	18.0 (1%)	36.0 (2%)	9.0 (0.5%)	36.0 (2%)	297.0	90.0	2187.0
Forjado de repizón	960.0	76.8 (8%)	19.2 (2%)	19.2 (2%)	28.8 (3%)	9.6 (1%)	9.6 (1%)	163.2	48.0	1171.2
Colocación de cerradura	240.0	19.2 (8%)	7.2 (3%)	2.4 (1%)	4.8 (2%)	2.4 (1%)	7.2 (3%)	43.2	12.0	295.2
Cancelería de madera	1920.0	153.6 (8%)	57.6 (3%)	38.4 (2%)	38.4 (2%)	38.4 (2%)	38.4 (2%)	364.8	96.0	2380.8

Ventilador de techo	1200.0	96.0 (8%)	72.0 (6%)	24.0 (2%)	36.0 (3%)	12.0 (1%)	36.0 (3%)	276.0	60.0	1536.0
Riel de protección en ventanas	960.0	76.8 (8%)	28.8 (3%)	19.2 (2%)	19.2 (2%)	9.6 (1%)	19.2 (2%)	172.8	48.0	1180.8
Soporte Para Tablones	1200.0	96.0 (8%)	36.0 (3%)	24.0 (2%)	24.0 (2%)	12.0 (1%)	24.0 (2%)	216.0	60.0	1476.0
<i>Subtotal</i>	8280.0							1533.0	414.0	10227.0
Total en minutos	33840.0									44179.0
Total en horas	564.0									736.3
Total en días	71.0									92.0

Tabla 8.- Obtención del tiempo estándar.

Los tiempos de relajación de la tabla anterior fueron propuestos con base a la observación y con los resultados obtenidos puede hacerse una gráfica donde se visualiza la diferencia del tiempo básico y estándar de las partidas críticas, A.- Preliminares; B.- Losa y cadena de cerramiento ; C.- Albañilería y acabados; y E.- Acabados ; así:

Con los datos obtenidos en la tabla 8, se puede observar que el tiempo estándar es 21 días mayor al tiempo básico. Asimismo, se observa que en la partida A de preliminares es donde existe la mayor diferencia entre ambos tiempos con 8.2 días de diferencia, lo cual es ocasionado porque las actividades

de la partida mencionada son al aire libre con excesivo calor, exceso de humedad y a diferencia de las demás, bajo el sol sin lugar donde refugiarse y donde los obreros requieren de un gran esfuerzo para realizar las tareas.

En contraste, la actividad B es la que presenta menor diferencia debido a que se encuentra compuesta por dos tareas.

Los datos obtenidos por este método pueden ser archivados para uso futuro como referencia, de manera que se forme una base de datos de tiempos estándar y dicha información podrá ser utilizada en la estimación de costos, planeación de recursos y para determinar un sistema eficiente de incentivos.

4.6. Aplicación del estudio de métodos.

En este apartado se registra una de las actividades de partidas que se encuentran en la ruta crítica y que tuvo problemas denominada muro de block, utilizando una serie de símbolos de la *ASME* (Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos, por sus siglas en inglés), los cuales se presentan a continuación:

Actividad	Acción Predominante	Símbolo
Operación	Produce, realiza, modifica y lleva adelante el proceso	
Inspección	Verifica la cantidad o la calidad	
Transporte	Mueve o traslada	
Almacenamiento	Posee, retiene o almacena	
Retraso	Interferencias o retrasos	

Tabla 9.-Símbolos ASME

Estos símbolos se utilizan para mostrar la secuencia de los trabajos en estudio y facilita la visualización de los procesos que se están estudiando, analizando el tiempo empleado en la ejecución de cada actividad.

En la actividad de muro de block, la cuadrilla original fue conformada por un oficial de albañilería más un peón, pero como se tenían retrasos desde el inicio, y al comienzo de la actividad, se necesitó el apoyo de otro oficial de albañilería.

Con los resultados expuestos se puede formular el siguiente análisis:

El tiempo actual de trabajo es:

O Tiempo total 721 minutos

O Retrasos 222 minutos

O Tiempo actual 499 minutos

Del tiempo actual de trabajo, 370 minutos equivalente al 74.15 % fue de trabajo directo.

Del tiempo actual de trabajo, 72 minutos equivalente al 14.43 % fue de viajes.

Por lo que se puede decir que en su mayoría se realizaron viajes necesarios.

Retrasos que excluyen tiempos de comida y bebida:

O Tiempo de comidas y bebidas 54 minutos

O Total de Retrasos 168 minutos = 23.30% del tiempo total

Debido a lo anterior, se observa que la cantidad de minutos de retraso obtenida no fue tan alta, estos retrasos sucedieron al inicio de la actividad por falta de materiales, en adición con los atrasos ocurridos en la actividad misma. Asimismo, se propone emplear el estudio de métodos para el resto de las actividades que presentaron problemas y que se indicaron previamente con un “*” en la tabla 4 como por ejemplo piso de cerámica, mampostería, entre otras.

4.7. Factores asociados al comportamiento de la productividad.

Se denomina factor asociado a la causa que origina un problema como por ejemplo mal tiempo, ausencia de personal, etc. En este apartado se mencionarán los factores asociados a un TUP alto con respecto a lo planeado. Lo que significa una baja productividad como ya se explicó anteriormente. En general, puede decirse que los trabajos se ejecutaron conforme a lo programado, excepto en la partida A de preliminares, donde la obra inició con dos días de retraso debido al mal tiempo y el suministro a destiempo del material de banco para relleno. En total se perdieron 3 días de trabajo. Asimismo, se observó un rendimiento bajo en la cuadrilla de mampostería, dentro del modelo de los factores, por lo que hubo necesidad de reforzarla con un obrero adicional.

La otra partida que tuvo problemas, fue la de Albañilería y acabados, donde las actividades de muro de block y piso de cerámica tuvieron retrasos, ambas por problemas de suministro inoportuno de los materiales, lo que significaron otros dos días de pérdida.

Para recuperar el tiempo perdido y terminar el proyecto conforme a lo programado, fue necesario intensificar la mano de obra, lo cual significó un incremento en el costo directo y una disminución de la productividad global ya que las horas-hombre de trabajo empleadas se incrementaron.

De acuerdo a lo anterior, la empresa tuvo necesidad de hacer un ajuste en los recursos programados como se muestra en el cuadro siguiente donde se comparan los costos normales con los costó ajustados, observando un incremento que aunque puede considerarse bajo, no lo es dado el tamaño de la obra y de la constructora misma.

<i>Descripción</i>	<i>Duración</i>	<i>Costo normal</i>	<i>Costo ajustado</i>
Preliminares*	18	25,257.52	28,523.77
Losas y cadena de cerramiento	10	30,960.02	30,962.52
Albañilería y acabados*	30	50,391.97	52,527.80
Instalaciones	8	4,875.00	4,870.00
Acabados	17	25,412.46	25,403.96
Cimentación de obra exterior	5	3,267.00	3,277.00
Albañilería obra exterior	10	8,960.36	8,967.54
Instalaciones obra exterior	5	12,435.00	12,445.00

Acabados obra exterior	2	3,005.00	3,095.00
Total		\$164,564.33	\$170,072.59

Tabla 10.-Costos directos ajustados

* Actividades donde hubo mayor variación dentro del presupuesto inicial.

4.8. Medición de la calidad.

Con los resultados obtenidos en los métodos para medir la productividad, enfocados a la actividad de muro de block, se aplica el método TPQM, donde se detectan los problemas de una baja productividad y se mejoran los tiempos de retraso.

4.9 Aplicación de gerencia total de la calidad y productividad (TPQM).

En este apartado se lleva a la práctica lo propuesto en el capítulo dos, siguiendo los pasos para detectar las causas de una baja productividad, que al corregir se mejora la calidad de los procesos.

Paso 1.- Identificación del defecto o problema:

Para empezar con el proceso de mejora de la actividad de muro de block, es necesario identificar las causas que están provocando problemas en el desarrollo de la misma. Haciendo un análisis de los datos obtenidos en el estudio de métodos, se observó que la actividad empezó con retrasos por mal tiempo y falta de materiales, lo que ocasionó un desplazamiento de las actividades.

Asimismo, se obtuvo que los trabajadores perdieran tiempo en visitas al sanitario, en momentos para beber agua, retrasos por revisión, por ir a comer y por regresar al área de trabajo después de comer. Adicionalmente, como se especifica en el estudio de plazos, debido a las condiciones climatológicas, temperatura y humedad, los tiempos estándares tienen un incremento considerable en comparación con el tiempo básico, esto demuestra que los obreros no trabajan a un rendimiento óptimo y necesitan diferentes momentos dentro de la actividad para tomar agua.

Pasó 2.- Diseño de acciones correctivas del grupo:

En las actividades donde se registran retrasos, es conveniente definir quién está a cargo y si está cumpliendo bien con su deber como se especifica a continuación:

1. Espera de materiales: Actividad a cargo del supervisor de la obra. El supervisor debe pedir con tiempo los materiales para que la obra no se frene.
2. Recepción de materiales: Supervisor y proveedor. Es necesario buena comunicación entre ambos para desarrollar la actividad con mayor velocidad y depositar los materiales lo más cercano al lugar de uso, sin estorbar en la obra.
3. Revisiones en general: Supervisor de la obra. Una acción correctiva, sería que el supervisor estuviera presente a la hora de ejecutar trabajos que requieren supervisión, logrando con esto el ahorro de tiempo al no supervisar una vez concluidos los trabajos.

Paso 3.- Colección y análisis de la información:

Como se observa en la tabla, las principales causas de retraso, son:

1. Mal tiempo.
2. Falta de materiales.
3. Llegar tarde a la obra.

Se especifican algunas causas como programación inadecuada de trabajos, pedidos a destiempo, que pueden ser motivos por los cuales se registraron retrasos en el desarrollo de la actividad, que son responsabilidad de la empresa encargada y el supervisor. Todo esto, como herramienta para detectar errores, posibles causas y encontrar soluciones a los problemas. Como veremos en el siguiente apartado.

Pasó 4.- Círculos de calidad con lluvia de ideas (*brainstorming*) para el mejoramiento:

Los círculos de calidad le permiten a la empresa solucionar problemas a nivel corporativo y mejorar la productividad con reuniones periódicas. Con el diagrama de causa y efecto, observando los problemas y posibles causas, es necesario llevar a cabo una reunión donde los gerentes de la empresa platiquen con el representante de la obra que estuvo directamente relacionado con el problema, como puede ser el supervisor y con cada uno de los representantes de cada área de la organización. Todo esto, con el fin de encontrar soluciones a los problemas y mejorar los métodos en la realización de la actividad en cuestión.

Para ello es necesario desarrollar una tabla, que servirá en la obtención de los datos necesarios para realizar una gráfica, donde se muestra gráficamente la importancia que tiene cada uno de los asuntos o problemas sujetos a estudio, como se ve a continuación:

<i>Actividad</i>	<i>Minutos</i>	<i>%</i>	<i>% Acumulado</i>
Espera de materiales	63	28.38	28.38
Llegar tarde a la obra	47	21.17	49.55
Recepción de materiales	20	9.01	58.56
Retraso por revisión	24	10.81	69.37
Bebidas	24	10.81	80.18
Visita al sanitario	7	3.15	83.32
Pausa para comida	30	13.51	96.83
Regreso al área de trabajo	7	3.16	99.99
Total	222	100.00	566.18

Tabla 11.- Tabla de Pareto antes de implementación de cambios.

En la tabla de Pareto se incluyeron todas las actividades que habían retrasado la obra, con el fin de tener una mejor visión de los problemas que más influyen en el retraso de la actividad.

Con los datos obtenidos se propone lo siguiente:

1. Espera de materiales: planear materiales a tiempo.
2. Llegar tarde a la obra: con los datos sobre productividad, organizar planes de incentivos y motivar al personal a llegar a tiempo o facilitar medios de transporte.
3. Retraso por revisión: Planeación a corto plazo.
4. Visita al sanitario: proponer la renta de una letrina móvil cercana a la obra.

Pasó 5.- Implementación de los cambios:

<i>Actividad</i>	<i>Implementación</i>	<i>Quién implementa</i>
Espera de materiales	Planeación de los requerimientos de materiales o Justo a tiempo.	Gerente del proyecto
Llegar tarde a la obra	Planes de incentivos o facilitar medios de transporte.	Gerente de construcción
Retraso por revisión	Planeación a corto plazo.	Supervisor de obra
Visita al sanitario	Renta de letrina móvil	Gerente de construcción

Tabla 12.- Cambios y personas encargadas.

Una vez delegadas las actividades a la persona que le corresponde y a su vez han sido implementadas en la obra, es necesario realizar la tabla y gráfica de Pareto para verificar los resultados obtenidos con los que se tenían antes de la implementación, para ver si funciona el cambio y observar dónde hace falta hacer mejoras.

Pasó 6.- Control de la implementación:

<i>Actividad</i>	<i>Minutos</i>	<i>%</i>	<i>% Acumulado</i>
Espera de materiales	40	30.08	30.08
Llegar tarde a la obra	12	9.02	39.10
Recepción de materiales	10	7.52	46.62
Retraso por revisión	6	4.51	51.13
Bebidas	24	18.05	69.18
Visita al sanitario	4	3.01	72.19
Pausa para comida	30	22.56	94.75
Regreso al área de trabado	7	5.25	100.00
Total	133	100.00	503.05

Tabla 13.- Tabla de Pareto después de implementación de cambios.

Ahora bien, con los datos obtenidos después de la implementación de las mejoras mencionadas con anterioridad, se observa que el número de minutos de retraso han disminuido considerablemente, asimismo, es necesario aclarar que es poco lo que se puede hacer con los retrasos que existen, ya que son necesidades biológicas que los trabajadores necesitan cumplir. Por otro lado, los minutos de retraso por causa del personal que llega tarde a la obra, se han

reducido de 47 minutos a la cantidad de 12 minutos, los cuales no afectan mucho el proceso de la obra ya que son relativamente pocos y no la retrasan mucho.

Pasó 7.- Mejora continúa.

Si sucede que al hacer de nuevo la gráfica de Pareto se descubren otras formas de mejorar la calidad y en este caso de muro de block. Es necesario realizar de nuevo los pasos mencionados, hasta estar satisfechos con el trabajo realizado.

Es necesario implementar este paso para mantener una mejora continua de las actividades que más causan problemas en la obra. En este caso, sería conveniente evaluar por medio de este método, las partidas marcadas con “*” en el método de los factores como limpia, trazo y nivelación, relleno, mampostería, entre otras.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los resultados presentados en el capítulo anterior, se contribuye al conocimiento de la productividad principalmente en trabajos de albañilería, la cual podrá servir para situar el desempeño de las empresas constructoras y el rendimiento de los trabajadores empleados en la obra.

Asimismo, se comprobó que el uso oportuno de las herramientas de calidad, dentro del método para evaluarla, permitieron identificar las prácticas que ocasionan problemas durante la ejecución de la obra, con lo cual es posible encontrar mejores soluciones que ayudan a no incurrir en un costo.

Aunque las mediciones en diferentes obras de construcción en otras latitudes sean realizadas bajo distintas condiciones, la comparación con otras empresas puede llevarse a cabo gracias a los métodos empleados, que parten de una

evaluación unificada del contenido de trabajo y grado de complejidad de los proyectos.

Haciendo un análisis de tales resultados pueden hacerse las siguientes conclusiones:

Para el proceso de análisis empleado se usaron técnicas que permitieron evaluar cada aspecto del trabajo humano aplicado y los factores que afectaron los índices de productividad, con el objetivo de obtener beneficios administrativos para mejorar y alcanzar una buena organización y control sobre el sistema de construcción.

Los métodos de evaluación de la productividad y calidad utilizados en este trabajo se encuentran estrechamente relacionados entre sí y pueden emplearse simultáneamente para obtener un conocimiento más preciso de lo que ocurre en la obra y estar constantemente en mejora continua.

Con la Medición de Trabajo o estudio de tiempos, se encuentra el tiempo estándar que invierte un trabajador calificado en realizar una o varias actividades, incluyendo el tiempo de relajación y el de contingencia. En base a los resultados obtenidos, se pueden implementar planes de incentivos.

Por otra parte, al momento de planear los plazos en futuras obras, se puede acercar el tiempo estimado al tiempo real que ocupa un obrero en realizar alguna actividad.

En lo que respecta al Estudio de Métodos, se realizó un procedimiento de trabajo y con los resultados obtenidos, se hizo una evaluación de los modos de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras y determinar qué actividades no contribuyen al mejoramiento de la productividad.

La metodología anterior, junto con el Modelo de los Factores, permitió observar que las causas asociadas a los días anormales identificados con mayor frecuencia, fueron aquellos relacionados con la administración, principalmente con la disponibilidad de materiales.

En segundo lugar, se tuvo la influencia del clima que no permitió el inicio de los trabajos en la obra durante dos días. En conjunto, la influencia de estos factores significó un atraso del 7%.

Como se dijo en el caso de estudio, para recuperar el tiempo perdido en algunas actividades y concluir de acuerdo a lo programado, fue necesario intensificar la mano de obra, aumentando el número de cuadrillas, lo cual significó un incremento en el costo directo de \$ 5,508.26, equivalente al 3.4% de lo programado originalmente; el cual va directamente a la utilidad.

Las actividades de habilitado y colocación de acero de refuerzo en cimentación, por el contrario, experimentaron una ligera alza en la productividad del 0.099 de acuerdo al TUP real, por efecto del grado de especialización que mostraron los obreros.

Por otra parte, con la utilización del método de evaluación de la calidad (TPQM), se conocieron los motivos por los que la obra tuvo retrasos y baja productividad. Evaluándolos y resolviéndolos mediante herramientas de calidad, como diagrama causa y efecto y gráfica de Pareto; observando que la cuadrilla de muro de block sufrió demoras por falta de materiales al inicio de la actividad, llegada tarde de los obreros y demasiado tiempo perdido en revisiones, entre los más significativos.

La TUP de construcción de muro de block en el caso estudiado fue de 1.37 hrs/m², en contraste a lo hallado por Jiménez en 2001 (0.88 hrs/m²), y González y Arcudia en 1997 (0.53 hrs/m² aproximadamente), bajo condiciones similares en la zona, lo que significó una productividad baja en la obra evaluada. No obstante, es muy similar a lo reportado por Thomas en los Estados Unidos (1999), que fue de 1.35 hrs/m.

Esta similitud, en un país con mayor desarrollo y nivel de organización que el nuestro, quizá pueda tener explicación en dos particularidades de nuestra región aún por demostrar:

El sacrificio de la calidad del producto en aras de aumentar la velocidad de fabricación.

El empleo de un sistema de pago por unidad de trabajo terminado que en teoría propicia un mayor rendimiento.

En relación al punto anterior, se descubrió que al no tener metas ni incentivos, el obrero promedio solamente pretende producir lo necesario para asegurar su remuneración semanal.

Con lo anterior se tendrá una visión más amplia sobre la realidad de la productividad y podrán encontrarse nuevas prácticas de administración que permitan un mejor control sobre los factores que afectan el desempeño del personal y los caminos que lleven a una mejora continua de la calidad en los productos y procesos sin que ello signifique un aumento en los costos de construcción.

Considerando lo antes expuesto, a continuación se plantean algunas recomendaciones encaminadas al mejoramiento de la administración en este tipo de obras y en general al incremento de la productividad de la mano de obra:

Implementación formal de la planeación por parte del contratista.

Llevar a cabo la aplicación de métodos y técnicas de planeación y control de productividad, así como de calidad, para evitar el desfasamiento del tiempo y costo de la obra a realizar.

Aplicar en forma efectiva economías de escala, tratando de construir paquetes de obra en la misma zona y no en forma aislada como realmente sucedió, a fin de lograr menores costos de inversión, mayores rendimientos por persona ocupada, menores costos unitarios de producción, mejor utilización y costo de insumos, etcétera, lo cual aumentará las cifras de productividad y por ende el abaratamiento del costo.

Aumentar el grado de supervisión dentro de la obra, ya que se detectó un solo residente que hacía visitas semanales, y que dejó gran parte de su trabajo a los capataces o maestros de obra, quienes realmente no formaban parte de la empresa, y por tanto no estaban comprometidos con los intereses de la misma.

A pesar que la presente tesis valida una metodología sencilla de aplicar, pero de información difícil de obtener, por las propias empresas respecto al estudio de rendimientos y evaluación de la calidad, además de proporcionar información de primera mano sobre cifras de productividad obrera y factores que la afectan, sería importante introducir otras variables en futuras investigaciones, tales como:

Fijar metas e incentivos para estudiar su impacto en el rendimiento de los trabajadores y, abordar el estudio de la productividad considerando proyectos múltiples y de distinta naturaleza, edificación, carreteras, puentes, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

Jaques Horowitz, La calidad del servicio, Mc Graw Hill, México, 1992, pp. 9-14.

Koontz y Wehrich, Administración una perspectiva global, Mc Graw Hill, México, 1998, 796 pp.

Celina Alvear, Calidad total aseguramiento y mejora continua, Limusa, México, 1999, 167 pp.

Roy Mendelsohn, " Teamwork-the key to productivity" Journal of management in engineering, (Nueva York), 1998, pp. 22-25.

Philip Kotler, Dirección de mercadotecnia, análisis, planeación, implementación y control, Prentice Hall, México, 1997, 800 pp.

Victoria Erossa, Proyectos de inversión en ingeniería, su metodología, Limusa, México, 1993, 227 pp.

Kit Sadgrove, Cómo hacer que funcione la calidad total, Panorama Editorial., Mexico, 1997.

James Adrian y Douglas Adrian, Total productivity and quality management for construction, Stipes Publishing, IL, EU., 1995, 362 pp.

Niebel, B. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, Alfaomega, México, 2001.

José Loría, Principios de Construcción Lean y desarrollo sustentable, reporte inédito de investigación, FIUADY, Mérida, 1999.

L. Koskela, "Application of the new production philosophy to construction.", Center of integrate facility engineering, 1992.

CONACYT, Padrón de excelencia, 2000, <http://www.CONACYT.mx>.

Eric Allmon *et al.*, "U. S. Construction Labor Productivity Trends, 1970-1998" Journal of Construction Engineering and Management, (Va), 126: 2000, núm. 2, pp. 97-104.

Mohammad Khan, "Methods of motivating for increased productivity" Journal of construction engineering and management, (Nueva York), 9: 1993, núm. 2, pp. 148-156.

Harris, F y R. Mc Affer, Construction Management (Manual de gestión de proyecto y dirección de obra), Gustavo Gili, S. A., Barcelona, 1999.

Ewe Chye Lim, "Influence of management and labor of construction productivity in singapore" Building research and information, (Singapur), 21: 1993, núm. 5, pp. 296-303, 2000, <http://www.dialogweb.com>.

Diane E. Papalla y Sally Wendkos, Desarrollo Humano, Mc. Graw Hill, México, 1992, 692 pp.

H. Randolph Thomas y Karl A. Raynar, "Scheduled Overtime and Labor Productivity: Quantitative Analysis" Journal of Construction Engineering and Management, (Nueva York), 123: 1997, núm. 2 pp.181-188.

Antill, James M. y Woodhead Ronald W., Método de la ruta crítica y sus aplicaciones a la construcción, Limusa. México, 2002.

Antonio Garcia, "Cifras de productividad en la Construcción" Revista Mexicana de la Construcción, (México), 2000, núm. 540.

Sarah Case et al, Administración de la Construcción, Gustavo Gili, S. A., Barcelona, 1999, p. 43. quality management for construction.



Villa Rica

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE VERACRUZ
VILLARICA

CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD,
OBJETIVOS PRINCIPALES
EN LAS COMPAÑÍAS
CONSTRUCTORAS.

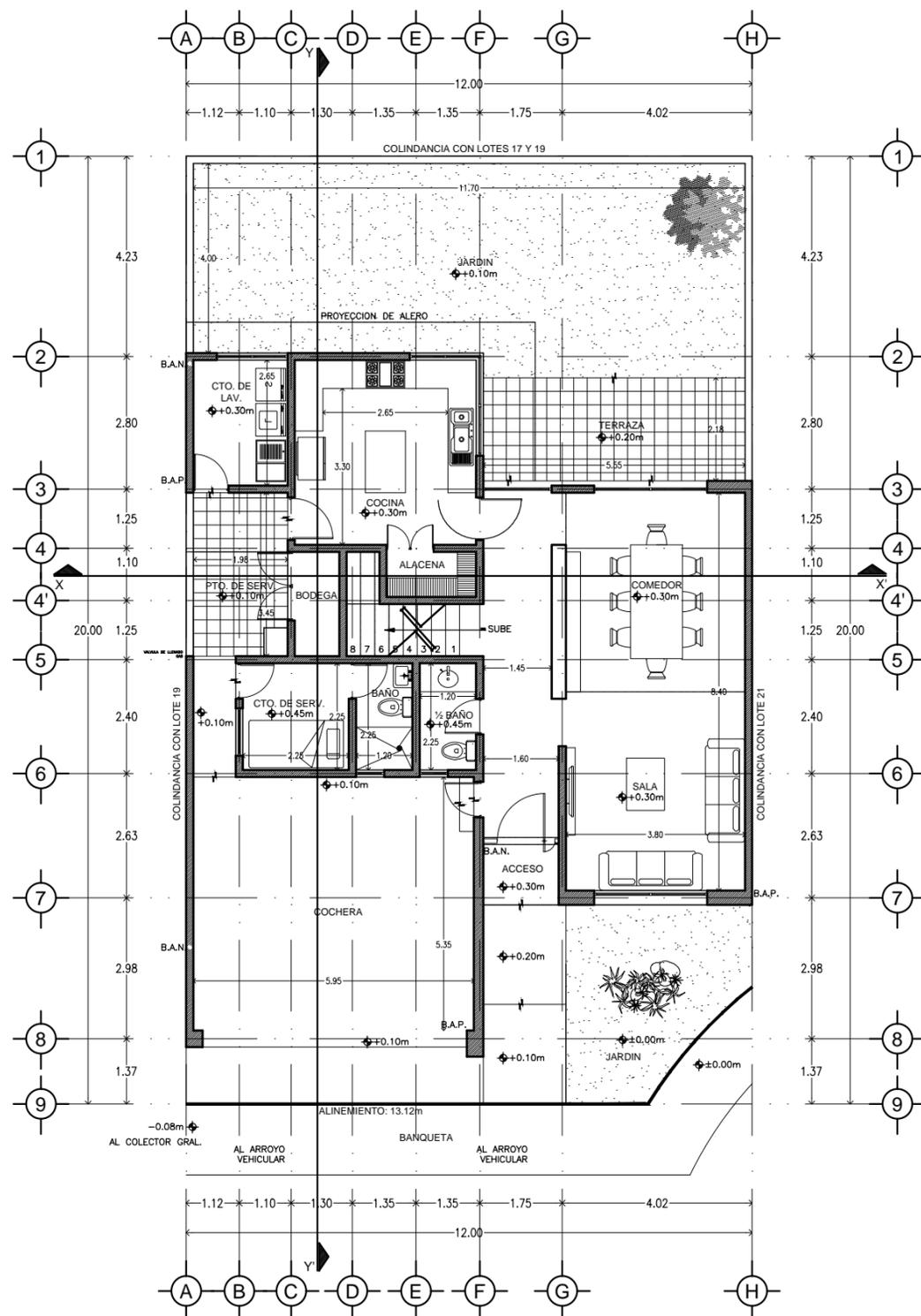
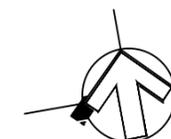
FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL

ASESOR:
ING. EDUARDO FABIÁN NIETO
GARCÍA
ALUMNO:
CECILIA AVENDAÑO JIMÉNEZ

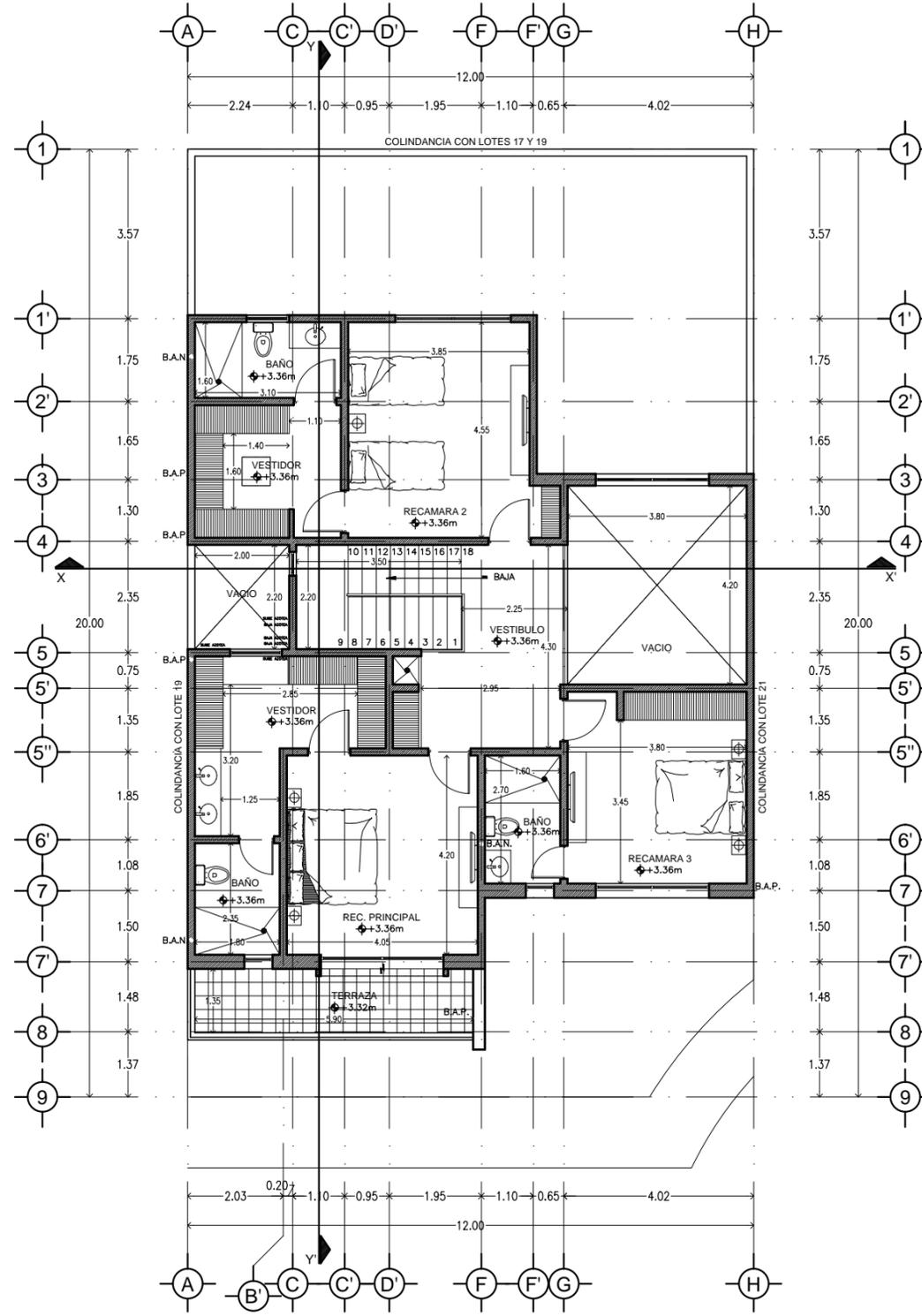
PLANTA
ARQUITECTÓNICA
PLANTA ALTA
PLANTA BAJA

ESC: 1:125 ACOT: METROS

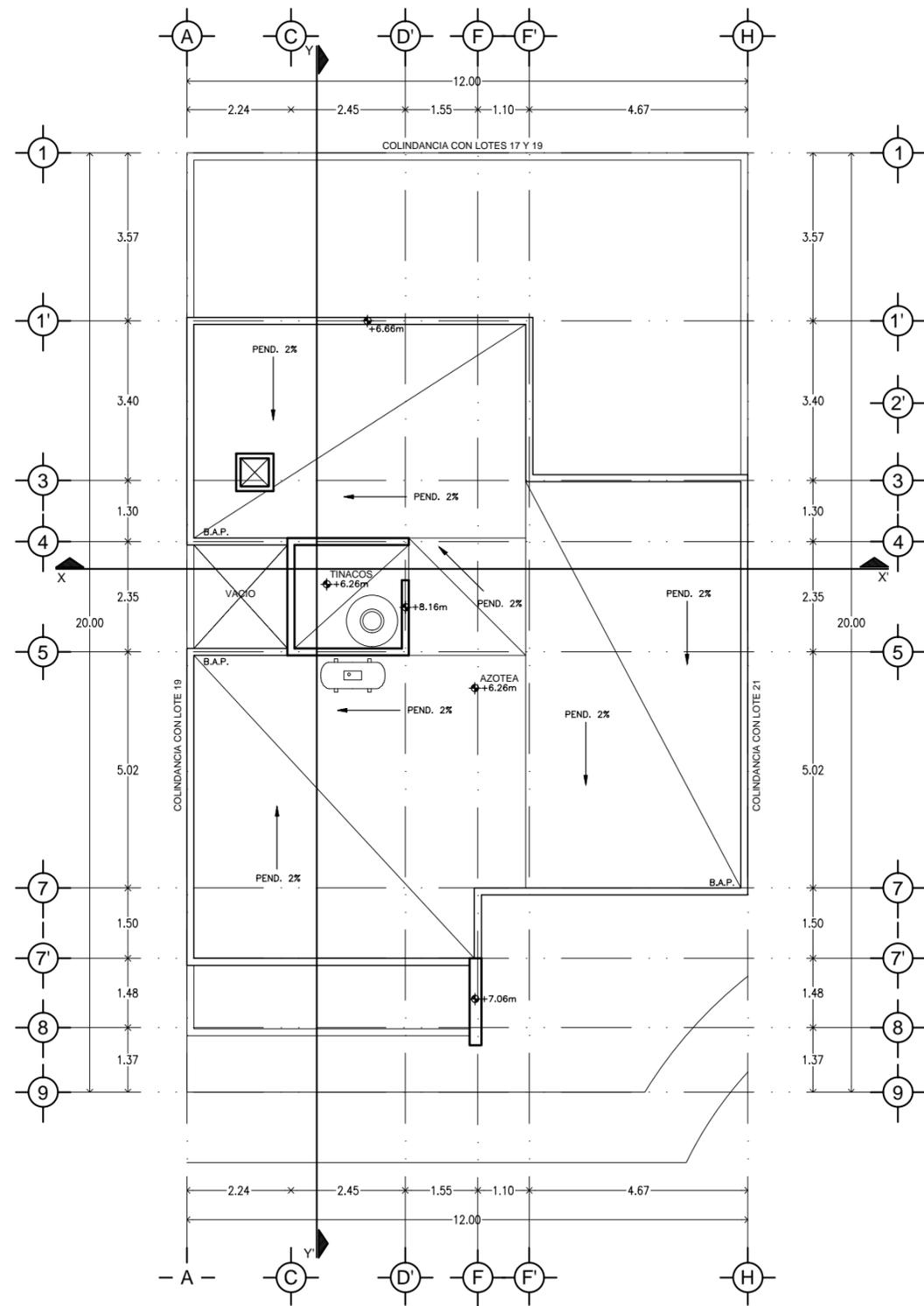
CLAVE:
A-1



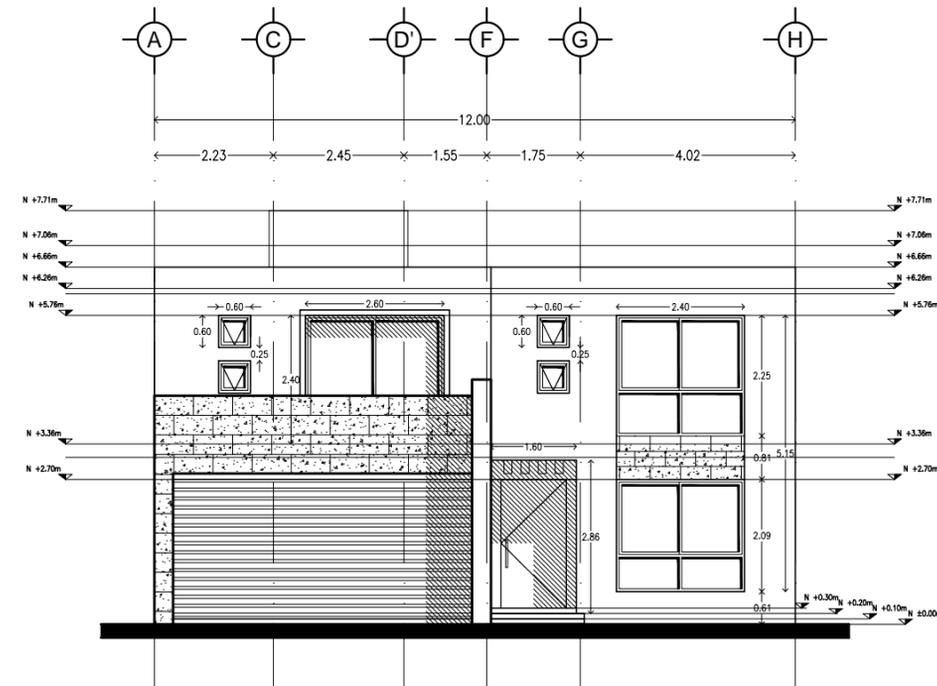
PLANTA BAJA
ÁREA DE CONST: 122.70m²
ESCALA 1:125



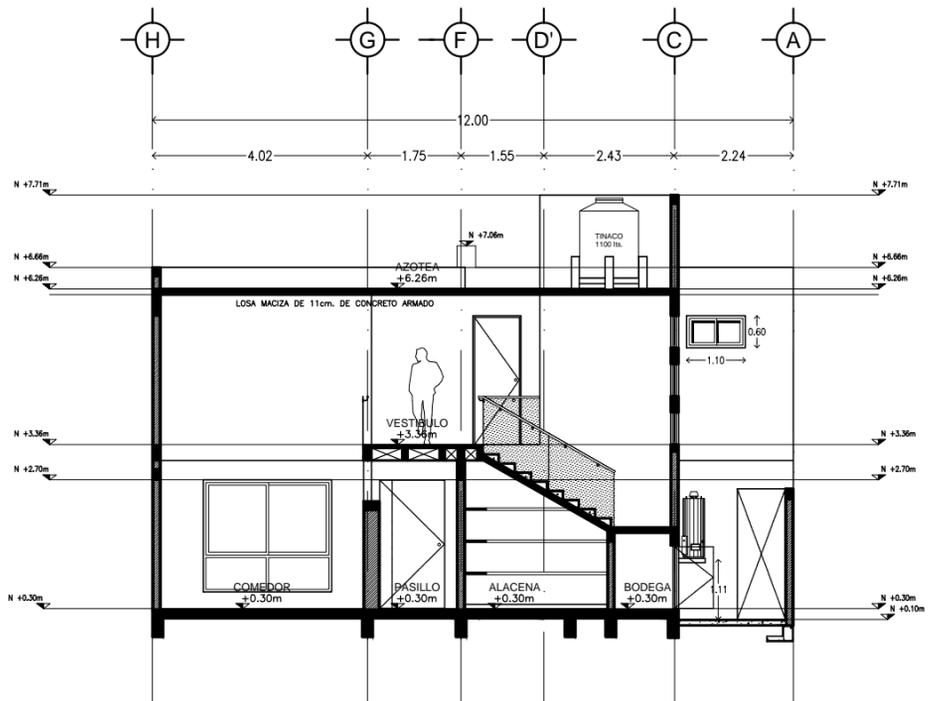
PLANTA ALTA
ÁREA DE CONST: 136.90m²
ESCALA 1:125



PLANTA DE AZOTEA
ESCALA 1:125



FACHADA FRONTAL
ESCALA 1:125



CORTE TRANSVERSAL
ESCALA 1:125



Villa Rica

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE VERACRUZ
VILLARICA

CALIDA Y
PRODUCTIVIDAD,
OBJETIVOS PRINCIPALES
DE LAS COMPAÑÍAS
CONSTRUCTORAS.

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL

ASESOR:
ING. EDUARDO FABIÁN NIETO
GARCÍA

ALUMNO:
CECILIA AVENDAÑO JIMÉNEZ

PLANTA
ARQUITECTÓNICA
PLANTA DE AZOTEA
FACHADA FRONTAL
CORTE TRANSVERSAL

ESC: 1:125 ACOT: METROS

CLAVE:

A-2





UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE VERACRUZ
VILLARICA

CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD,
OBJETIVOS PRINCIPALES
EN LAS COMPAÑÍAS
CONSTRUCTORAS.

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL

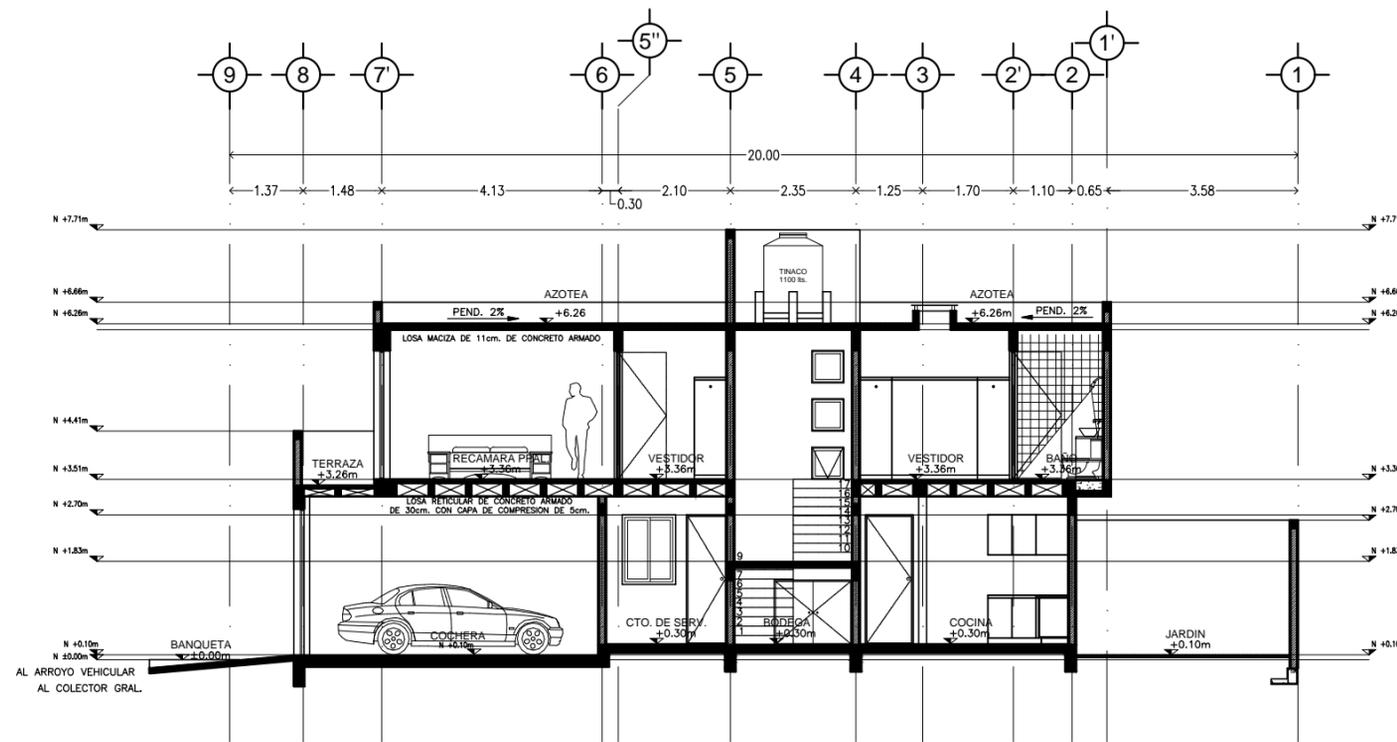
ASESOR:
ING. EDUARDO FABIÁN NIETO
GARCÍA

ALUMNO:
CECILIA AVENDAÑO JIMÉNEZ

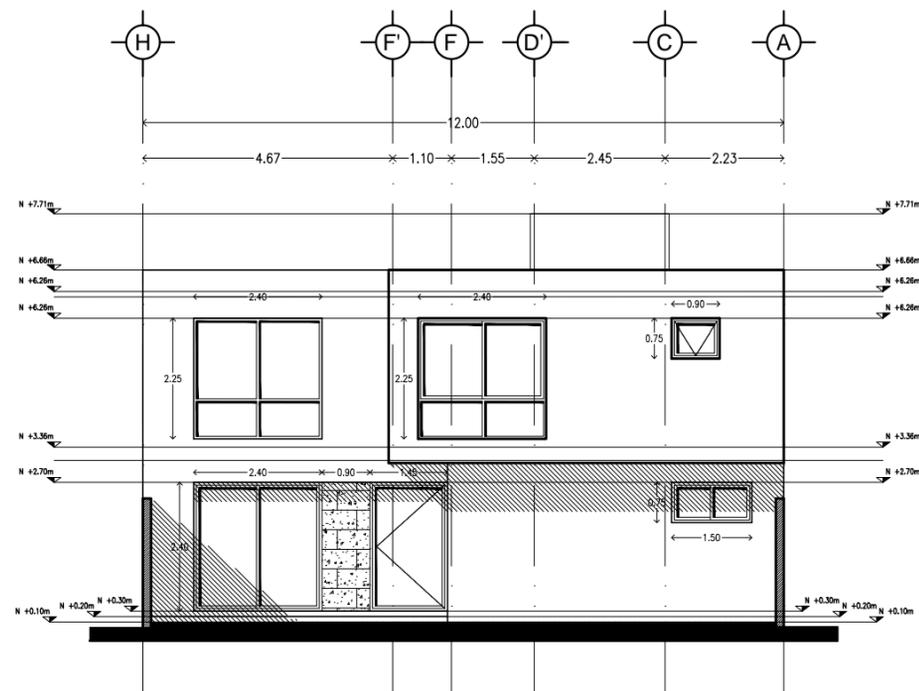
PLANTA
ARQUITECTÓNICA
CORTE LONGITUDINAL
FACHADA POSTERIOR
ISOMÉTRICO HIDRÁULICO

ESC: 1:125 ACOT: METROS

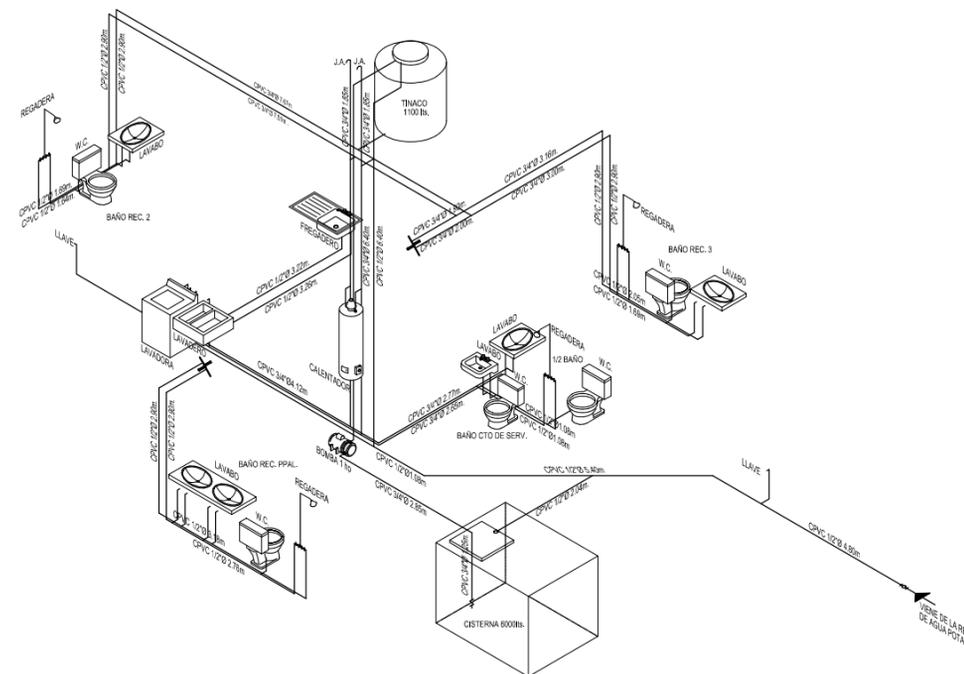
CLAVE:
A-3



CORTE LONGITUDINAL
ESCALA 1:125



FACHADA POSTERIOR
ESCALA 1:125



ISOMÉTRICO HIDRÁULICO
ESCALA 1:125



Villa Rica

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE VERACRUZ
VILLARICA

CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD,
OBJETIVOS PRINCIPALES
EN LAS COMPAÑÍAS
CONSTRUCTORAS.

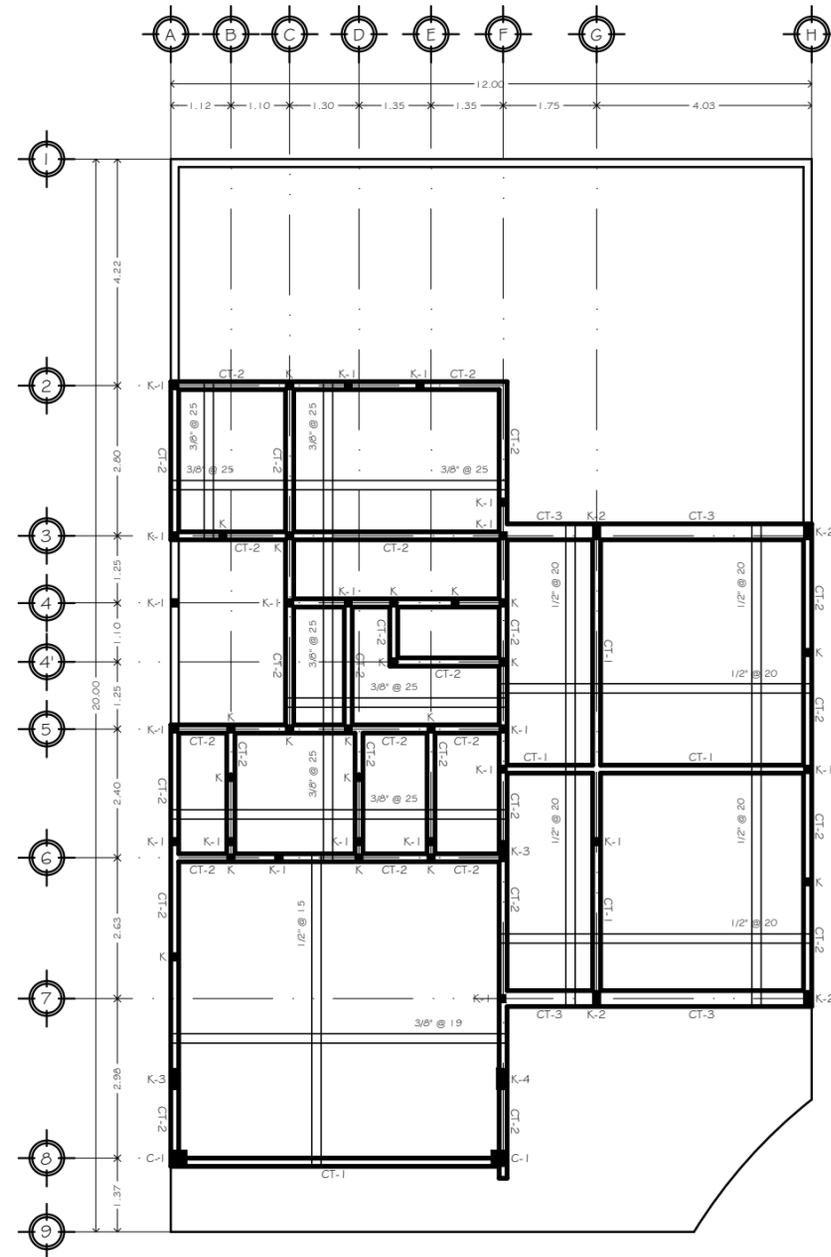
FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL

ASESOR:
ING. EDUARDO FABIÁN NIETO
GARCÍA
ALUMNO:
CECILIA AVENDAÑO JIMÉNEZ

PLANTA
ESTRUCTURAL
PLANTA DE
CIMENTACIÓN
PLANTA DE ENTREPISO

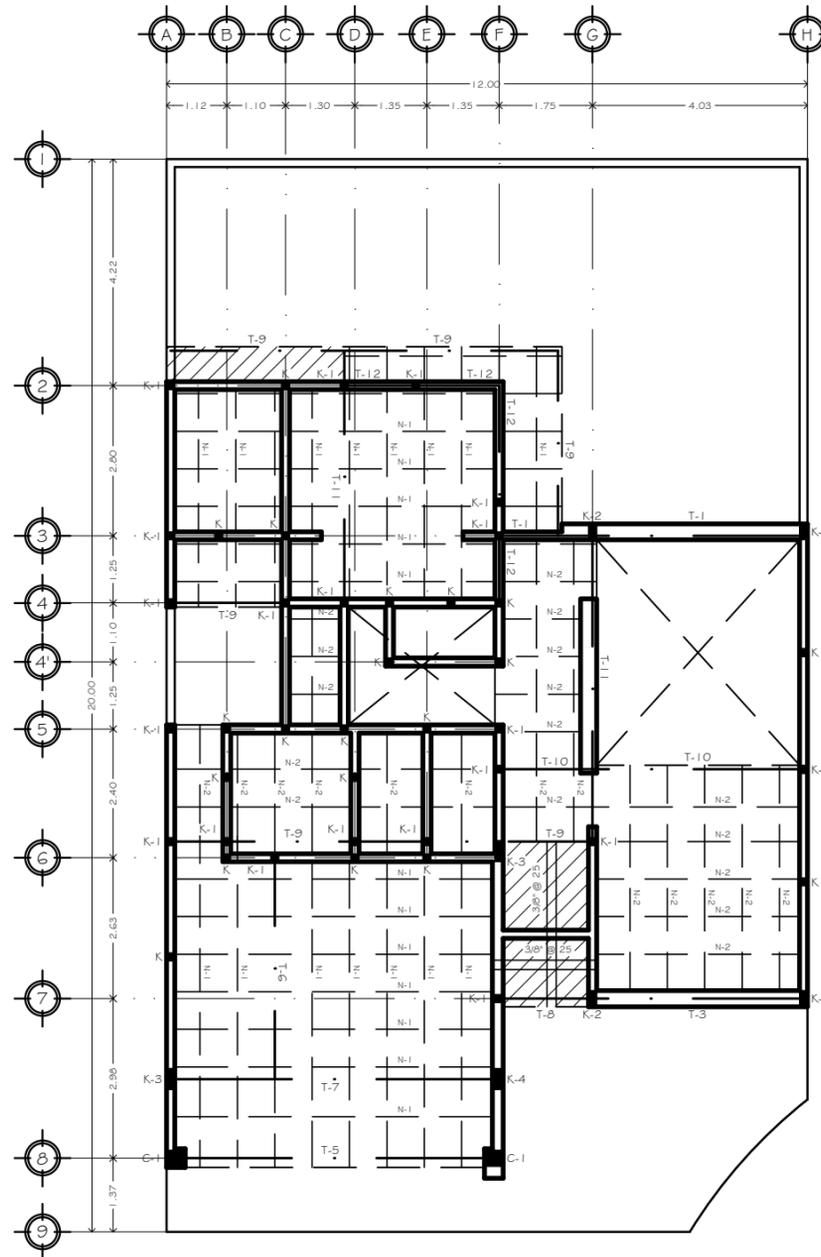
ESC: 1:125 ACOT: METROS

CLAVE:
E-1



PLANTA DE CIMENTACIÓN
ESCALA 1:125

LOSA DE CIMENTACION DE 15 CMS. DE ESPESOR EN AREA DE CASA Y LOSA DE CIMENTACION DE CONCRETO DE 20 CMS. DE ESPESOR EN AREA DE GARAGE.



PLANTA DE ENTREPISO
ESCALA 1:125

LOSA RETICULAR DE CONCRETO DE 80 CMS. DE ESPESOR



Villa Rica

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE VERACRUZ
VILLARICA

CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD,
OBJETIVOS PRINCIPALES
EN LAS COMPAÑÍAS
CONSTRUCTORAS.

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL

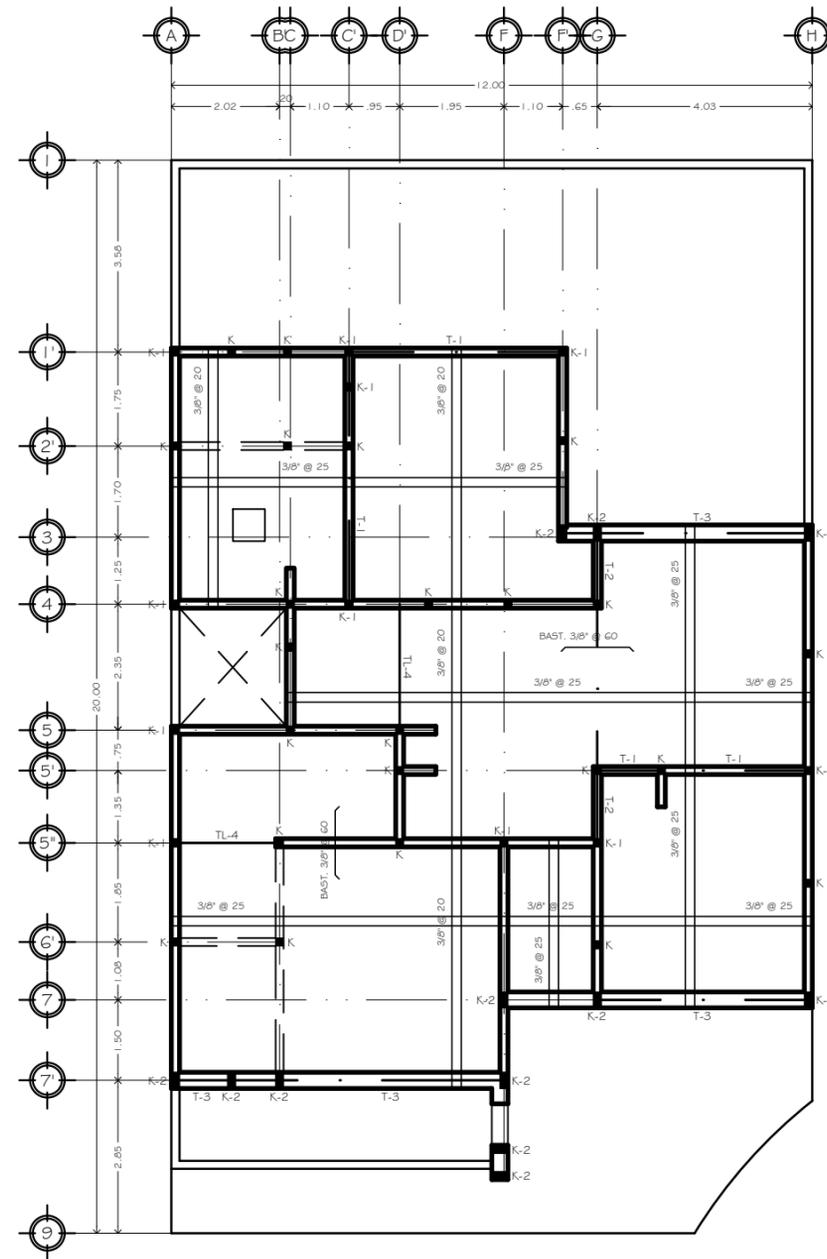
ASESOR:
ING. EDUARDO FABIÁN NIETO
GARCÍA

ALUMNO:
CECILIA AVENDAÑO JIMÉNEZ

PLANTA
ESTRUCTURAL
PLANTA DE AZOTEA

ESC: 1:125 ACOT: METROS

CLAVE:
E-2



PLANTA DE AZOTEA

LOSA PLANA DE CONCRETO DE 11 CMS. DE ESPESOR.



Villa Rica

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE VERACRUZ
VILLARICA

CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD,
OBJETIVOS PRINCIPALES
EN LAS COMPAÑÍAS
CONSTRUCTORAS.

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL

ASESOR:
ING. EDUARDO FABIÁN NIETO
GARCÍA

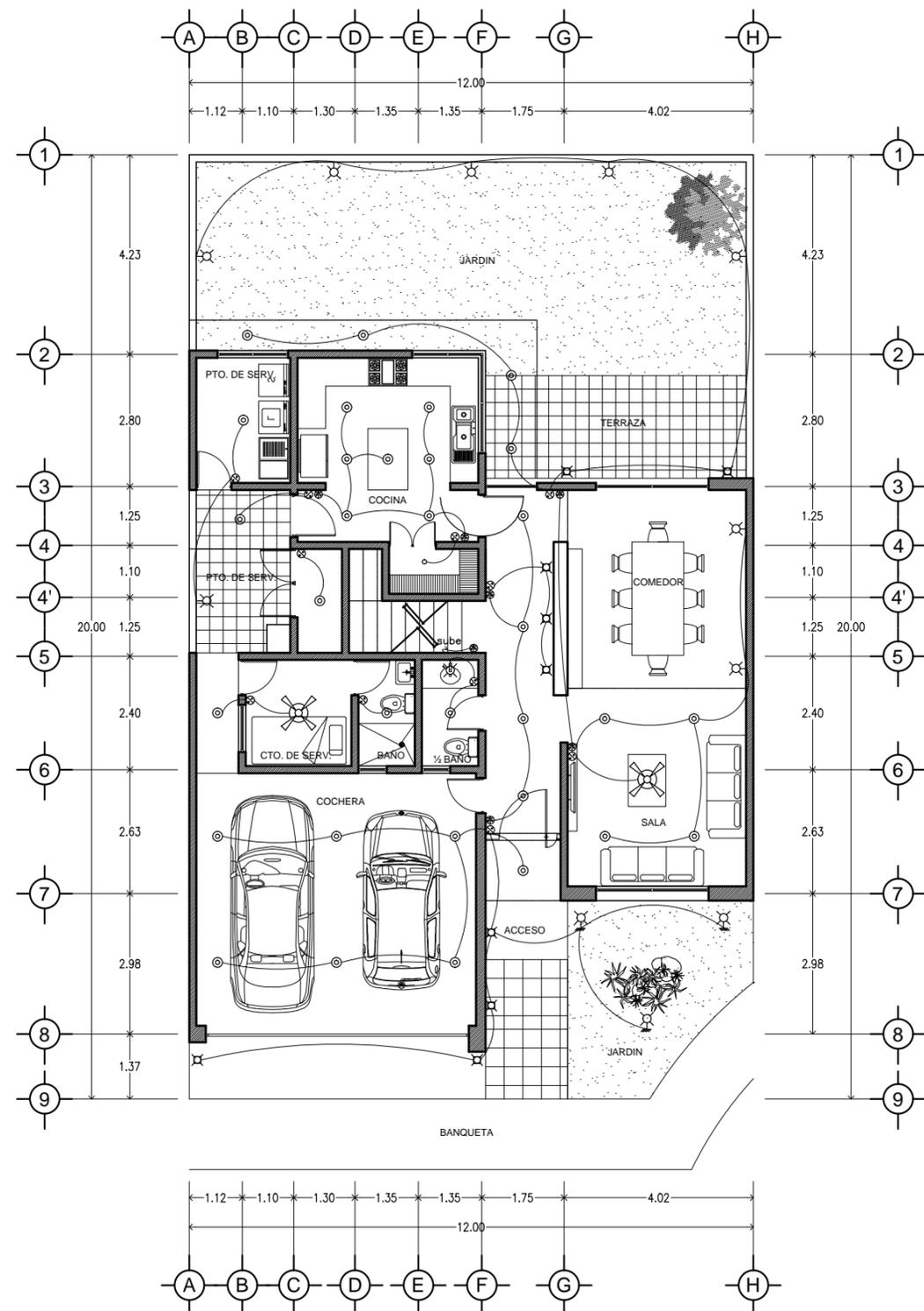
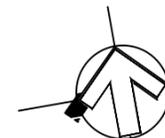
ALUMNO:
CECILIA AVENDAÑO JIMÉNEZ

PLANTA
ELÉCTRICA
PLANTA BAJA
PLANTA ALTA

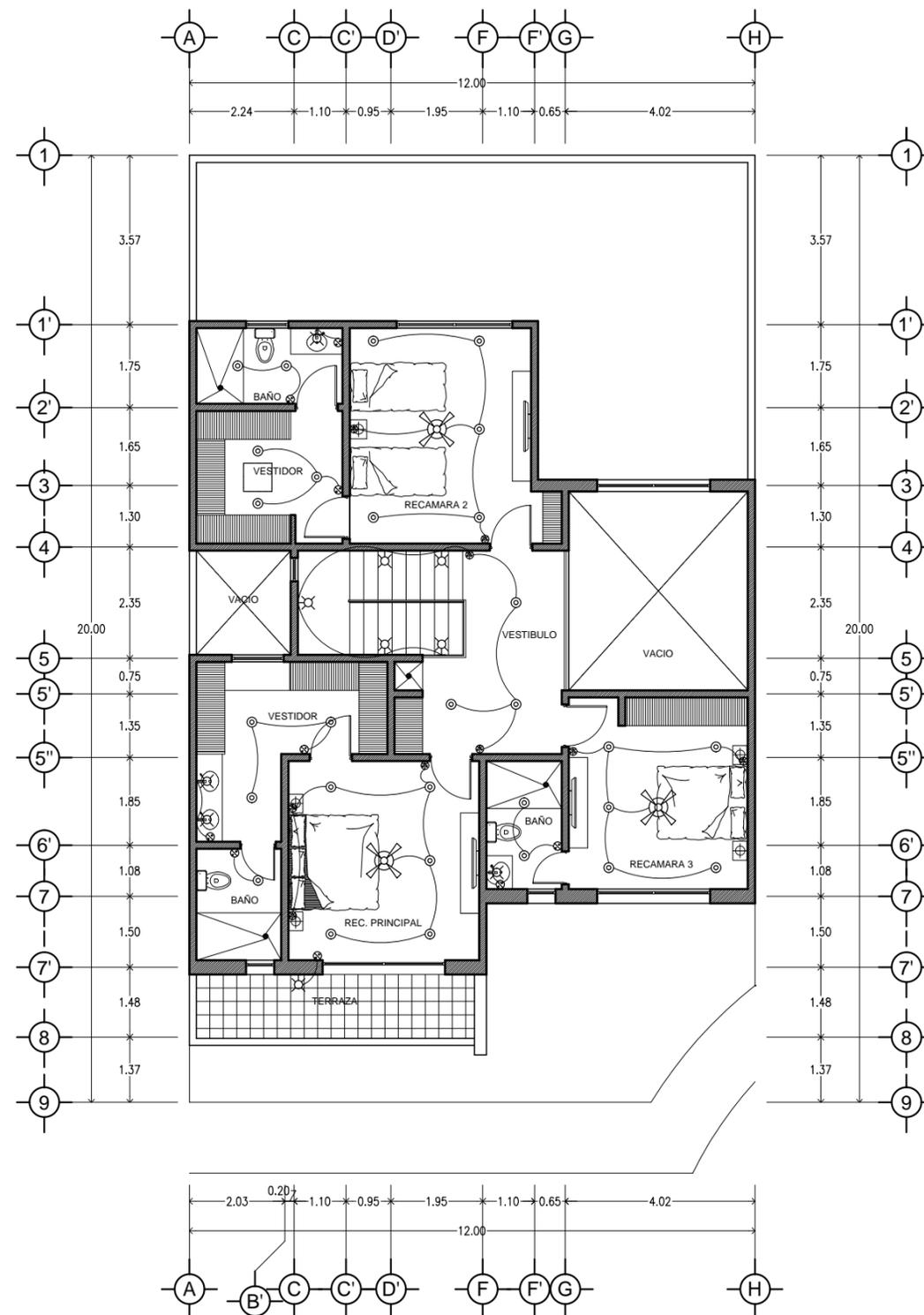
ESC: 1:125 ACOT: METROS

CLAVE:

EL-1



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



Villa Rica

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE VERACRUZ
VILLARICA

CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD,
OBJETIVOS PRINCIPALES
EN LAS COMPAÑÍAS
CONSTRUCTORAS.

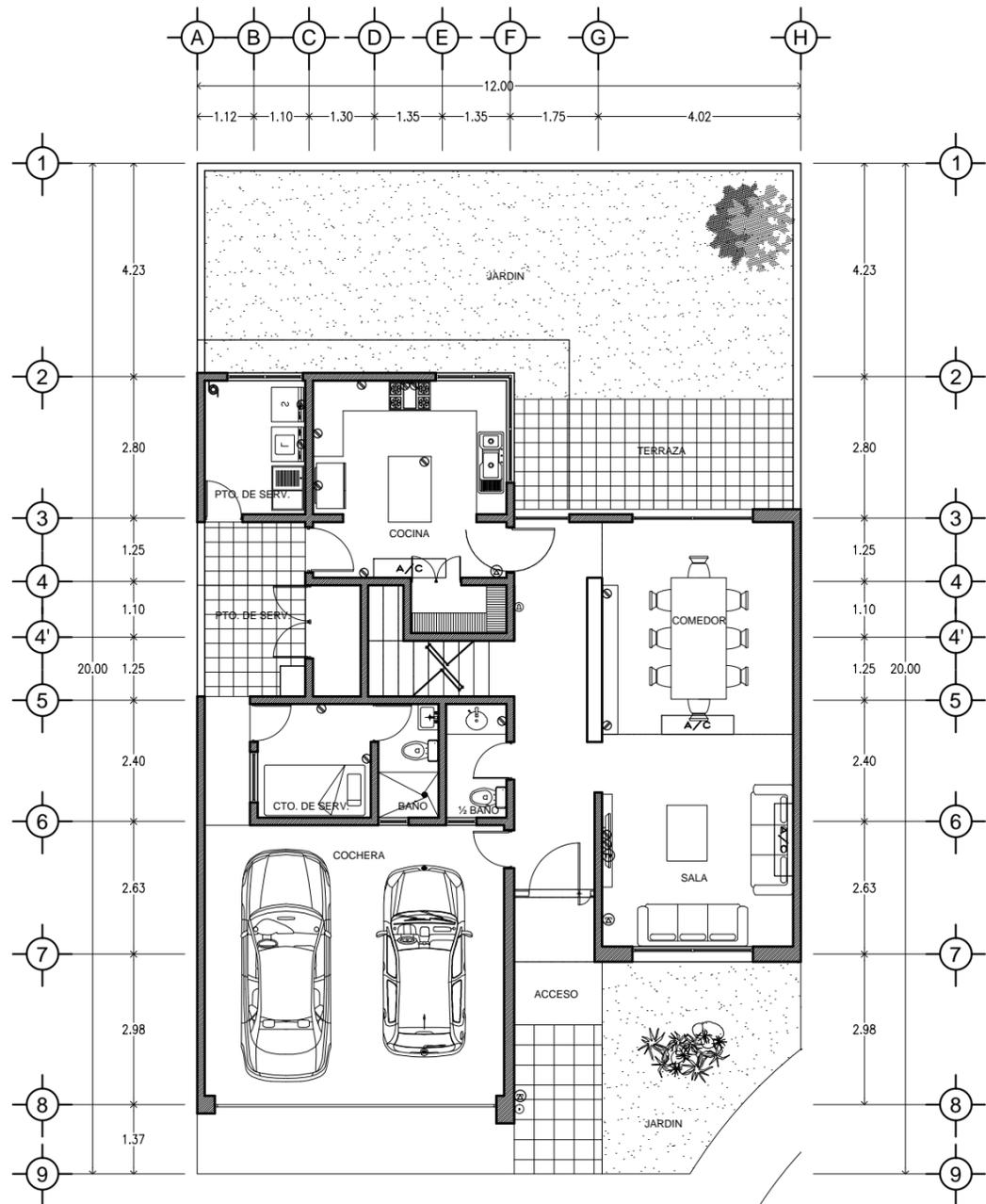
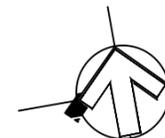
FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL

ASESOR:
ING. EDUARDO FABIÁN NIETO
GARCÍA
ALUMNO:
CECILIA AVENDAÑO JIMÉNEZ

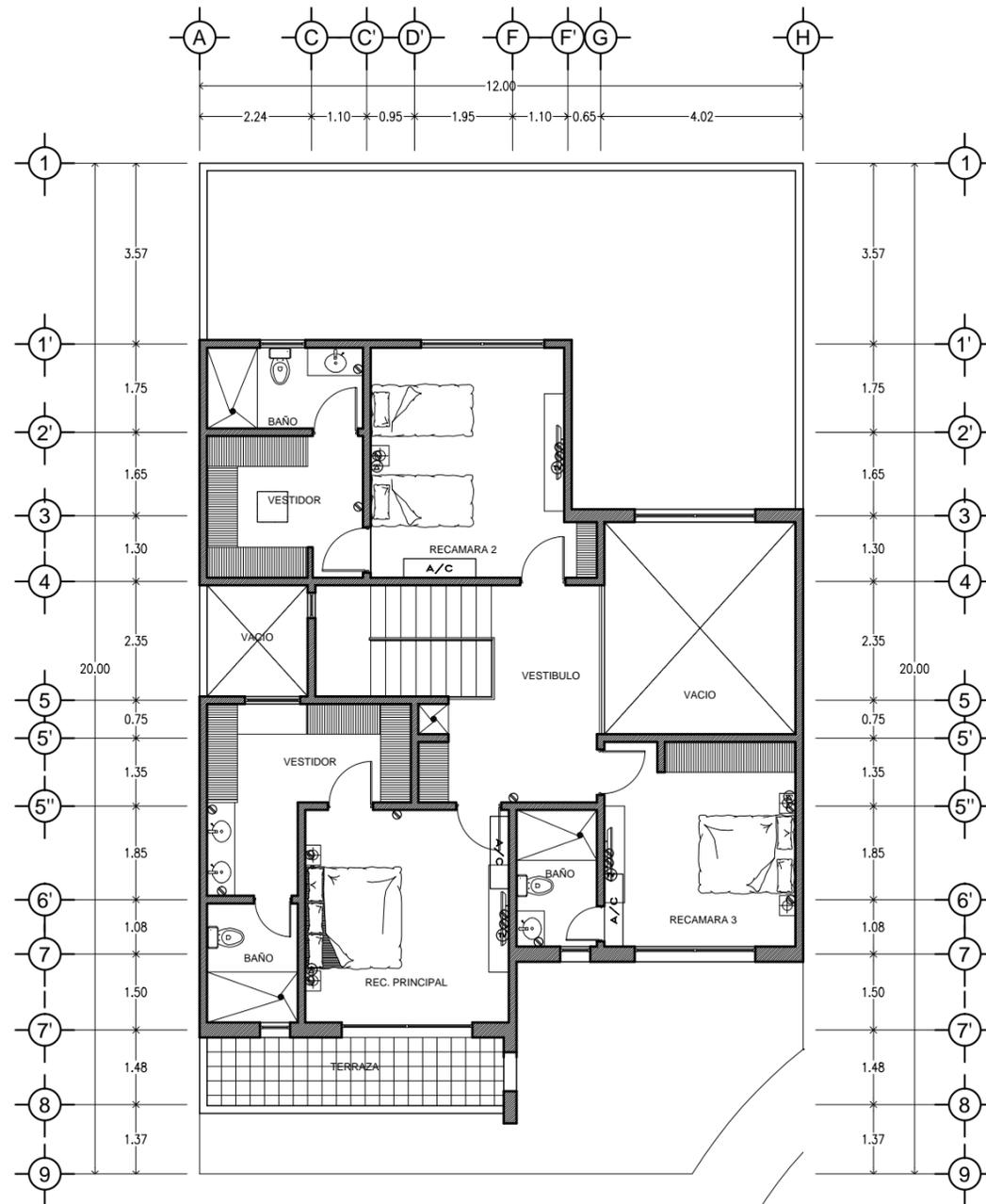
PLANTA
ELÉCTRICA
PLANTA BAJA
PLANTA ALTA

ESC: 1:125 ACOT: METROS

CLAVE:
EL-2



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

PRESUPUESTO											
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL	MATERIALES	M. DE OBRA	EQUIPO	AUXILIARES	P. DIRECTO	%
A.-	OBRA DE EDIFICACIÓN										
A1	PRELIMINARES										
1.1-	Limpieza de terreno y retiro de capa vegetal, en camión de volteo.	M2	236,000	\$ 24,24	\$ 5.720,64	\$0,00	\$5,54	\$18,44	\$0,00	\$23,98	% 0,36
1.2-	Trazo y nivelación de terreno	M2	236,000	\$ 8,55	\$ 2.017,80	\$0,00	\$8,21	\$0,25	\$0,00	\$8,46	% 0,13
1.3-	Excavacion manual para desplante de cimentacion y redes de tuberia sanitaria y pluvial, en terreno tipo II	M3	22,100	\$ 97,00	\$ 2.143,70	\$0,00	\$93,15	\$2,79	\$0,00	\$95,94	% 0,14
1.4-	Acarreos a 20 m. De distancia de producto de excavación, en carretilla.	M3	8,300	\$ 64,46	\$ 535,02	\$0,00	\$61,90	\$1,86	\$0,00	\$63,76	% 0,03
1.5-	Cisterna de tabique repellada con mortero cem arena 1:4 y aditivo impermeable, de 6,000 lts. de capacidad.	PZA	1,000	\$ 10.747,30	\$ 10.747,30	\$1.118,90	\$1.065,23	\$31,96	\$4.047,75	\$10.630,37	% 0,68
1.6-	Carga y Acarreos de material sobrante producto de excavacion.	M3	21,500	\$ 61,04	\$ 1.312,36	\$0,00	\$7,98	\$52,40	\$0,00	\$60,38	% 0,08
1.7.-	Bodega de materiales	PZA	1,000	\$ 3.613,81	\$ 3.613,81	\$2.800,00	\$751,93	\$22,56	\$0,00	\$3.574,49	% 0,23
TOTAL DE PRELIMINARES					\$ 26.090,63						
A2	CIMENTACIÓN										
2.1-	Afine de fondo y cepas de excavacion. Conformación y compactación de cepas para contratrabes.	M2	132,000	\$ 6,87	\$ 906,84	\$1,59	\$5,06	\$0,15	\$0,00	\$6,80	% 0,06
2.3-	Suministro y colocacion de plastico en desplante de cimentacion, a base de polietileno Cal. 600.	M2	198,000	\$ 25,89	\$ 5.126,22	\$18,51	\$6,89	\$0,21	\$0,00	\$25,61	% 0,33
2.4-	Cimbra común en fronteras de losa de cimentación.	M2	28,700	\$ 95,40	\$ 2.737,98	\$69,43	\$24,20	\$0,73	\$0,00	\$94,36	% 0,17
2.5-	Varilla del No. 2 (alambón) en contratrabes de cimentación.	KG	92,600	\$ 20,02	\$ 1.853,85	\$15,23	\$4,44	\$0,13	\$0,00	\$19,80	% 0,12
2.6-	Varilla del No. 5 en contratrabes de cimentación.	TON	0,695	\$ 17.239,89	\$ 11.981,72	\$13.563,81	\$3.386,89	\$101,61	\$0,00	\$17.052,31	% 0,76
2.7.-	Varilla del No. 3 en LOSA de cimentación.	TON	0,384	\$ 17.113,91	\$ 6.571,74	\$13.563,81	\$3.265,92	\$97,98	\$0,00	\$16.927,71	% 0,42
2.8-	Varilla del No. 4 en LOSA de cimentación.	TON	0,776	\$ 17.113,91	\$ 13.280,39	\$13.563,81	\$3.265,92	\$97,98	\$0,00	\$16.927,71	% 0,84
2.9-	Concreto F'c=200 Kg/Cm2 Premezclado En Losa De Cimentacion Y Contratrabes, Tiro Directo.	M3	32,540	\$ 1.334,20	\$ 43.414,87	\$1.214,47	\$99,30	\$5,91	\$0,00	\$1.319,68	% 2,76
2.10-	Zapata Corrida De Barda. Arm. Con Armex 15x30-4 Y Malla 6/6-4/4, Concreto F'c=200 Kg/Cm2. Hecho En Obra.	ML	30,800	\$ 263,18	\$ 8.105,94	\$42,87	\$31,97	\$0,96	\$184,52	\$260,32	% 0,52
2.13-	Impermeabilizacion De Elementos En Cimentacion (Dados, Enrase, Contratrabes y Dalas)	M2	53,000	\$ 39,42	\$ 2.089,26	\$17,05	\$21,30	\$0,64	\$0,00	\$38,99	% 0,13
2.14-	Registros de 40x60x80 en tabique rojo para aguas negras	PZA	5,000	\$ 488,78	\$ 2.443,90	\$66,38	\$325,84	\$9,78	\$81,46	\$483,46	% 0,16
2.15-	Registros de 40x60x80 en tabique rojo para aguas pluviales	PZA	3,000	\$ 488,78	\$ 1.466,34	\$66,38	\$325,84	\$9,78	\$81,46	\$483,86	% 0,09
2.16-	Caja de conexión de 30x30x30 en tabique rojo para lavadero	PZA	1,000	\$ 447,35	\$ 447,35	\$50,55	\$313,30	\$9,40	\$69,23	\$442,48	% 0,03

PRESUPUESTO											
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL	MATERIALES	M. DE OBRA	EQUIPO	AUXILIARES	P. DIRECTO	%
2.17-	Suministro Y Colocación De Tubería De Concreto Simple, Incluye; Trazo, Limpieza Con Cepillo De Alambre Y Humedecido De La Superficie De Contacto, Nivelación, Tendido, Junteado Con Mortero, Cama De Arena De 10 Cm., Elaboración De Mortero, Tub. De 15 Cm. De Diámetro, Cemento - Arena 1:5.	M.	38,200	\$ 150,05	\$ 5.731,91	\$56,22	\$78,96	\$2,37	\$10,87	\$148,42	% 0,36
2.18-	Relleno compactado en capas de 20 cms con pison, incluye suministro de material limpio de relleno.	M3	12,670	\$ 165,24	\$ 2.093,59	\$96,58	\$64,91	\$1,95	\$0,00	\$163,44	% 0,13
TOTAL DE CIMENTACIÓN					\$ 108.251,90						
A3 ALBAÑILERÍA Y ESTRUCTURA											
A3-PB PLANTA BAJA											
3.1.0	Muro de Tabimax 12x15x23	M2	273,200	\$ 262,39	\$ 71.684,95	\$163,52	\$75,20	\$2,26	\$18,56	\$259,54	% 4,56
3.1.1	Castillo K de concreto de 15x15 cms. con armex 15x15-4	ml	90,700	\$ 122,13	\$ 11.077,19	\$19,85	\$37,59	\$1,13	\$62,23	\$120,80	% 0,70
3.1.1.-	Castillo K-1 de concreto de 15x15 cms.	ML	65,600	\$ 164,21	\$ 10.772,18	\$40,81	\$57,65	\$1,73	\$62,23	\$162,42	% 0,68
3.1.2	Castillo K-2 de concreto de 30 x 12 cms.	ML	22,700	\$ 259,62	\$ 5.893,37	\$43,41	\$75,20	\$2,26	\$135,93	\$256,80	% 0,37
3.1.3	Castillo K-3 de concreto de 40 x 12 cms. con 6 varillas 3/8" y estribos del #2	ML	16,800	\$ 294,62	\$ 4.949,62	\$61,44	\$78,96	\$2,37	\$148,64	\$291,41	% 0,31
3.1.3.1	Castillo K-4 de concreto de 40 x 20 cms. con 4 varillas 1/2" y estribos del #2	ML	7,600	\$ 424,02	\$ 3.222,55	\$71,16	\$126,32	\$3,79	\$218,14	\$4.119,41	% 0,20
3.1.4	Columna de concreto C-1 de 30x30 cm armado con 8 Vs. De 1/2" y estribos de 1/4" @ 20 cm.	ML	6,200	\$ 483,96	\$ 3.000,55	\$124,42	\$103,39	\$3,10	\$247,78	\$478,69	% 0,19
3.1.6	Habilitado y armado de dala de 12.5x30 cms. con armex 12x30-4 para losa en tambor de instalaciones sanitarias	ML	8,500	\$ 226,79	\$ 1.927,71	\$109,19	\$37,59	\$1,13	\$76,41	\$224,32	% 0,12
3.1.7	Cadena de cerramiento CD-1, concreto de 12x20 cms. con armex 12x20-4	ML	73,600	\$ 132,27	\$ 9.735,07	\$20,90	\$41,99	\$1,26	\$66,68	\$130,83	% 0,62
3.1.8..	Varilla del No. 2 (alambón) en Nervaduras	KG	135,700	\$ 19,94	\$ 2.705,86	\$14,43	\$5,14	\$0,15	\$0,00	\$19,72	% 0,17
3.1.9..	Varilla del No. 3 en Trabes de losa de Nervaduras	TON	0,114	\$ 17.302,85	\$ 1.972,52	\$13.563,81	\$3.447,36	\$103,42	\$0,00	\$17.114,59	% 0,13
3.1.10.1	Varilla del No. 4 en Trabes de losa de Nervaduras	TON	0,136	\$ 17.302,85	\$ 2.353,19	\$13.563,81	\$3.447,36	\$103,42	\$0,00	\$17.114,59	% 0,15
3.1.11,	Varilla del No. 5 en Trabes de losa de Nervaduras	TON	0,128	\$ 17.302,85	\$ 2.214,76	\$13.563,81	\$3.447,36	\$103,42	\$0,00	\$17.114,59	% 0,14
3.1.11.2	Varilla del No. 6 en Trabes de losa de Nervaduras	TON	0,120	\$ 17.432,10	\$ 2.091,85	\$13.691,65	\$3.447,36	\$103,42	\$0,00	\$17.242,43	% 0,13
3.1.11.3	Varilla del No. 8 en Trabes de losa de Nervaduras	TON	0,384	\$ 17.561,21	\$ 6.743,50	\$13.819,36	\$3.447,36	\$103,42	\$0,00	\$17.370,14	% 0,43
3.1.12	Suministro y Habilitado de acero de refuerzo en losa maciza de entrepiso.	TON	0,060	\$ 17.428,81	\$ 1.045,73	\$13.563,81	\$3.568,32	\$107,05	\$0,00	\$17.239,18	% 0,07
3.1.12..	Cimbra aparente en losa nervada	M2	116,900	\$ 133,59	\$ 15.616,67	\$94,77	\$36,28	\$1,09	\$0,00	\$132,14	% 0,99

PRESUPUESTO											
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL	MATERIALES	M. DE OBRA	EQUIPO	AUXILIARES	P. DIRECTO	%
3.1..56	Cimbra aparente en losa plana maciza.	M2	10,200	\$ 139,90	\$ 1.426,98	\$94,77	\$42,34	\$1,27	\$0,00	\$138,38	% 0,09
3.1.12..1	Habilitado y armado de malla 6x6-6/6	M2	120,000	\$ 41,98	\$ 5.037,60	\$22,83	\$18,15	\$0,54	\$0,00	\$41,52	% 0,32
3.1.12..2	Caseton de poliestireno de 60x60x25	PZA	236,000	\$ 82,33	\$ 19.429,88	\$64,65	\$16,29	\$0,49	\$0,00	\$81,43	% 1,24
3.1.13	Suministro y Vaciado de concreto premezclado F'c= 200 Kg/cm2 en losas, dalas de tambor y trabes	M3	18,390	\$ 1.390,37	\$ 25.568,90	\$1.350,89	\$23,19	\$1,16	\$0,00	\$1.375,24	% 1,63
4.1.0	Trazo y ranurado de rampa de escalera.	ML	19,700	\$ 78,31	\$ 1.542,71	\$0,00	\$75,20	\$2,26	\$0,00	\$77,46	% 0,10
4.1.1	Forjado de escalones con tabique rojo y mortero para escalera.	ML	20,500	\$ 155,40	\$ 3.185,70	\$9,79	\$133,32	\$4,00	\$6,60	\$153,71	% 0,20
4.1.1.60	Losa de concreto en rampa de escalera y descanso.	M2	10,680	\$ 593,01	\$ 6.333,35	\$390,84	\$190,02	\$5,70	\$0,00	\$586,56	% 0,40
4.1.6	Firme de concreto de 10 cms. De espesor armado con malla 6x6 10-10.	M2	6,540	\$ 144,73	\$ 946,53	\$21,48	\$37,59	\$1,13	\$82,60	\$143,16	% 0,06
4.1.10	Aplanados con Yeso en muros interiores	M2	224,600	\$ 82,62	\$ 18.556,45	\$7,54	\$72,02	\$2,16	\$0,00	\$81,72	% 1,18
4.1.10.1	Aplanados con Yeso en plafones	M2	118,600	\$ 82,62	\$ 9.798,73	\$7,54	\$72,02	\$2,16	\$0,00	\$81,72	% 0,62
4.1.11	Aplanados con mortero cemento-cal-arena en muros exteriores	M2	164,000	\$ 94,98	\$ 15.576,72	\$0,00	\$75,20	\$2,47	\$16,28	\$93,95	% 0,99
4.1.12	Emboquillados con mortero cemento-cal-arena en muros, columnas y trabes exteriores	ML	43,130	\$ 49,60	\$ 2.139,25	\$0,00	\$43,86	\$1,53	\$3,67	\$49,06	% 0,14
4.1.13	Emboquillados con mortero cemento-cal-arena en muros, columnas y trabes interiores	ML	93,000	\$ 49,60	\$ 4.612,80	\$0,00	\$43,86	\$1,53	\$3,67	\$49,06	% 0,29
4.1.14	Emboquillado inferior triple para recibir ventanas de aluminio	ML	20,170	\$ 78,65	\$ 1.586,37	\$0,00	\$72,68	\$2,18	\$2,93	\$77,79	% 0,10
4.1.15	Perfilado de aristas y esquinas en muros	ML	145,000	\$ 28,54	\$ 4.138,30	\$0,00	\$25,07	\$0,96	\$2,20	\$28,23	% 0,26
4.1.18	Impermeabilizacion En Pisos De Baño Con Hidroprimer Apcoroof Coating, Perma-Ply Ó Similar, Arena Cernida.	M2	10,360	\$ 55,94	\$ 579,54	\$17,36	\$36,86	\$1,11	\$0,00	\$0,00	% 0,04
4.1.19	Forjado de bajantes de PVC. 3" de diámetro de 12 x 12 cms. Con refuerzo de malla tipo gallinero y mortero enchapado, incluye boquillas y perfilado de aristas	ML	14,800	\$ 74,25	\$ 1.098,90	\$1,63	\$56,39	\$1,90	\$13,52	\$73,44	% 0,07
4.1.21	Colocación de accesorios de baño con cemento blanco (En Cto. De Serv)	JGO.	1,000	\$ 404,39	\$ 404,39	\$238,64	\$156,65	\$4,70	\$0,00	\$399,99	% 0,03
4.1.25	Nivelación y colocación de lavadero de granito	PZA	1,000	\$ 449,49	\$ 449,49	\$367,14	\$75,20	\$2,26	\$0,00	\$444,60	% 0,03
TOTAL DE PLANTA BAJA					\$ 279.419,86						
A3-PA PLANTA ALTA											
5.A3-1	Muro de Tabimax 12x15x23	M2	242,650	\$ 262,39	\$ 63.668,93	\$163,52	\$75,20	\$2,26	\$18,56	\$259,54	% 4,05
5.A3-2	Castillo K de concreto de 15x15 cms. con armex 15x15-4	ML	127,800	\$ 122,13	\$ 15.608,21	\$19,85	\$37,59	\$1,13	\$62,23	\$120,80	% 0,99
5.A3-3	Castillo K-1 de concreto de 15x15 cms.	ML	126,500	\$ 164,21	\$ 20.772,57	\$40,81	\$57,65	\$1,73	\$62,23	\$162,42	% 1,32
5.A3-4	Castillo K-2 de concreto de 30 x 12 cms.	ML	14,200	\$ 259,62	\$ 3.686,60	\$43,41	\$75,20	\$2,26	\$135,93	\$256,80	% 0,23
5.A3-5	Castillo K-3 de concreto de 40 x 12 cms. con 6 varillas 3/8" y estribos del #2	ML	6,850	\$ 294,62	\$ 2.018,15	\$61,44	\$78,96	\$2,37	\$148,64	\$291,41	% 0,13

PRESUPUESTO											
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL	MATERIALES	M. DE OBRA	EQUIPO	AUXILIARES	P. DIRECTO	%
3.1.3.1	Castillo K-4 de concreto de 40 x 20 cms. con 4 varillas 1/2" y estribos del #2	ML	8,100	\$ 424,02	\$ 3.434,56	\$71,16	\$126,32	\$3,79	\$218,14	\$419,41	% 0,22
5.A3-6	Columna de concreto C-1 de 30x30 cm armado con 8 Vs. De 1/2" y estribos de 1/4" @ 20 cm.	ML	7,350	\$ 502,30	\$ 3.691,90	\$123,20	\$122,18	\$3,67	\$247,78	\$496,83	% 0,23
5.4.1	Cadena de cerramiento CD-1, concreto de 12x20 cms. con armex 12x20-4	ML	57,320	\$ 107,10	\$ 6.138,97	\$19,01	\$41,99	\$1,26	\$43,67	\$105,93	% 0,39
5.4.2	Cimbra aparente en losa plana de 10 cms. De espesor	M2	152,600	\$ 124,65	\$ 19.021,59	\$0,00	\$7,98	\$0,24	\$115,07	\$123,29	% 1,21
5.4.3	Suministro y Vaciado de concreto premezclado F'c= 200 Kg/cm2 en losas, dalas de tambor y trabes	M3	12,600	\$ 1.390,37	\$ 17.518,66	\$1.350,89	\$23,19	\$1,16	\$0,00	\$1.375,24	% 1,11
5.4.4	Aplanados con Yeso en muros interiores	M2	115,400	\$ 79,74	\$ 9.202,00	\$4,60	\$72,02	\$2,16	\$0,00	\$78,87	% 0,59
5.4.5	Aplanados con Yeso en plafones	M2	155,700	\$ 79,74	\$ 12.415,52	\$4,60	\$72,02	\$2,16	\$0,00	\$78,87	% 0,79
5.4.6	Aplanados con mortero cemento-cal-arena en muros exteriores	M2	146,280	\$ 94,98	\$ 13.893,67	\$0,00	\$75,20	\$2,47	\$16,28	\$93,95	% 0,88
5.4.7	Emboquillados con mortero cemento-cal-arena en muros, columnas y trabes exteriores	ML	22,000	\$ 49,60	\$ 1.091,20	\$0,00	\$43,86	\$1,53	\$3,67	\$49,06	% 0,07
5.4.8	Emboquillados con mortero cemento-cal-arena en muros, columnas y trabes interiores	ML	84,600	\$ 49,60	\$ 4.196,16	\$0,00	\$43,86	\$1,53	\$3,67	\$49,06	% 0,27
5.4.9	Emboquillado inferior triple para recibir ventanas de aluminio	ML	6,880	\$ 48,85	\$ 336,09	\$0,00	\$43,86	\$1,53	\$2,93	\$48,32	% 0,02
5.4.10.	Perfilado de aristas y esquinas en muros	ML	76,000	\$ 28,54	\$ 2.169,04	\$0,00	\$25,07	\$0,96	\$2,20	\$28,23	% 0,14
5.4.11	Forjado de bajantes de PVC. 3" de diámetro de 12 x 12 cms. Con refuerzo de malla tipo gallinero y mortero enchapado, incluye boquillas y perfilado de aristas	ML	4,700	\$ 74,25	\$ 348,98	\$1,63	\$56,39	\$1,90	\$13,52	\$73,44	% 0,02
5.4.12	Suministro y Habilitado de acero de refuerzo en losa.	KG	135,000	\$ 14,21	\$ 1.918,35	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$14,06	\$14,06	% 0,12
7.1.0	Relleno de tepetzil para tambor de baños	M3	14,970	\$ 693,16	\$ 10.376,61	\$427,46	\$250,64	\$7,52	\$0,00	\$685,62	% 0,66
7.1.1	Sobre piso con firme de concreto simple para área de closet	M2	12,900	\$ 202,64	\$ 2.614,06	\$63,23	\$52,22	\$1,57	\$83,42	\$200,44	% 0,17
TOTAL DE PLANTA ALTA					\$ 214.121,82						
A3AZ AZOTEA											
A3AZ1	Muro de Tabimax 12x15x23	M2	6,430	\$ 262,39	\$ 1.687,17	\$163,52	\$75,20	\$2,26	\$18,56	\$259,54	% 0,11
A3AZ2	Castillo K-2 de concreto de 30 x 12 cms.	ML	3,200	\$ 256,80	\$ 821,76	\$40,62	\$75,20	\$2,26	\$135,93	\$254,01	% 0,05
A3AZ3	Cadena de cerramiento CD-1, concreto de 12x20 cms. con armex 12x20-4	ML	4,100	\$ 107,10	\$ 439,11	\$19,01	\$41,99	\$1,26	\$43,67	\$105,93	% 0,03
A3AZ4	Pretil de azotea de 25 cm. con tabique de 12.5 cms de espesor, incluye boquilla de tres caras y perfiles	ML	34,220	\$ 184,70	\$ 6.320,43	\$33,21	\$137,85	\$4,14	\$7,49	\$182,69	% 0,40
A3AZ5	Entortado en azotea con mezcla de Tepetzil, cemento arena	M3	6,640	\$ 880,00	\$ 5.843,20	\$518,59	\$340,55	\$11,29	\$0,00	\$870,43	% 0,37
A3AZ6	Aplanados con mortero cemento-cal-arena en muros exteriores	M2	8,250	\$ 94,98	\$ 783,59	\$0,00	\$75,20	\$2,47	\$16,28	\$93,95	% 0,05

PRESUPUESTO											
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL	MATERIALES	M. DE OBRA	EQUIPO	AUXILIARES	P. DIRECTO	%
4.1.23	Base con muros de tabique para colocación de tinaco (según diseño)	PZA	1,000	\$ 741,10	\$ 741,10	\$115,36	\$281,98	\$8,46	\$327,24	\$733,04	% 0,05
4.1.24	Base con tabique repellido para sostener tubería en azotea	PZA	6,000	\$ 92,00	\$ 552,00	\$9,47	\$75,20	\$2,26	\$4,07	\$91,00	% 0,04
TOTAL AZOTEA					\$ 17.188,36						
TOTAL DE ALBAÑILERÍA Y ESTRUCTURA					\$ 510.730,04						
TOTAL DE OBRA DE EDIFICACIONES					\$ 645.072,57						
B.- INSTALACIONES											
B1 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS											
5.1.2	Tubo De P.V.C. De 2" De Diametro	ML	42,000	\$ 40,69	\$ 1.708,98	\$14,42	\$25,08	\$0,75	\$0,00	\$40,25	% 0,11
5.1.3	Tubo De P.V.C.S. De 4"	ML	38,500	\$ 71,17	\$ 2.740,05	\$33,71	\$35,62	\$1,07	\$0,00	\$70,40	% 0,17
5.1.4	Tubo De P.V.C.S. De 6" En Linea Pluvial	ML	4,600	\$ 154,89	\$ 712,49	\$109,84	\$42,10	\$1,26	\$0,00	\$153,20	% 0,05
5.1.5	Sumnistro Y Colocacion De Tubo Ventila De 2"	ML	18,200	\$ 66,76	\$ 1.215,03	\$20,48	\$44,22	\$1,33	\$0,00	\$66,03	% 0,08
5.1.6	Tuberia De Cpvc De 1/2" Para Linea Hidraulica, Incluye Codos, Tees Y Coples.	ML	71,400	\$ 34,61	\$ 2.471,15	\$14,20	\$19,45	\$0,58	\$0,00	\$34,23	% 0,16
5.1.7	Tuberia De Cpvc De 3/4" Para Linea Hidraulica, Incluye Codos, Tees Y Coples.	ML	68,900	\$ 57,19	\$ 3.940,39	\$29,85	\$25,94	\$0,78	\$0,00	\$56,57	% 0,25
5.1.8	Valvula Check En Cisterna	PZA	1,000	\$ 794,59	\$ 794,59	\$518,80	\$259,36	\$7,78	\$0,00	\$785,94	% 0,05
5.1.9	Electronivel	PZA	1,000	\$ 373,65	\$ 373,65	\$189,26	\$175,07	\$5,25	\$0,00	\$369,58	% 0,02
8.1.0	Coladeras de fierro fundido en azotea	PZA	3,000	\$ 495,92	\$ 1.487,76	\$340,66	\$129,69	\$3,89	\$16,28	\$490,52	% 0,09
8.1.2.	Coladeras cromada en baños.	PZA	5,000	\$ 332,15	\$ 1.660,75	\$198,72	\$110,23	\$3,31	\$16,28	\$328,54	% 0,11
TOTAL DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					\$ 17.104,84						
B2.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS											
6.1.0	Suministro E Instalación De Salida Para Contacto Doble En Muro.	SAL	34,000	\$ 433,24	\$ 14.730,16	\$280,48	\$143,19	\$4,86	\$0,00	\$428,53	% 0,94
6.1.1	Suministro E Instalación De Salida Para Centro.	SAL	83,000	\$ 382,25	\$ 31.726,75	\$228,47	\$143,19	\$6,43	\$0,00	\$378,09	% 2,02
6.1.2	Suministro E Instalación De Salida Para Apagador Sencillo.	SAL	28,000	\$ 269,69	\$ 7.551,32	\$146,64	\$114,55	\$5,57	\$0,00	\$266,76	% 0,48
6.1.3	Suministro E Instalación De Preparacion De Salida Para Minisplit	SAL	8,000	\$ 148,52	\$ 1.188,16	\$49,20	\$94,85	\$2,85	\$0,00	\$146,90	% 0,08
6.1..4.1	Suministro E Instalación De Preparacion De Salida Sistema De Alarmas	SAL	6,000	\$ 120,29	\$ 721,74	\$49,20	\$67,75	\$2,03	\$0,00	\$118,98	% 0,05
6.1.4	Suministro Y Colocacion De Tablero 1f-3h 120/240 Volts De 8 Espacios Marca Squared.	PZA	1,000	\$ 3.560,99	\$ 3.560,99	\$3.033,78	\$474,24	\$14,23	\$0,00	\$3.522,25	% 0,23
6.1.5	Suministro E Instalación De Murete De Medición Y Control. Incluye:Nicho De Ladrillo Y Cemento Base De Medición . Terminal, Varilla Copperweld De 5/8" X 1.5 M., Tubo Galv. C/R 1/2", Cable Cal. 8 Awg.	PZA	1,000	\$ 3.202,82	\$ 3.202,82	\$1.988,36	\$821,50	\$24,65	\$333,46	\$3.167,97	% 0,20

PRESUPUESTO											
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL	MATERIALES	M. DE OBRA	EQUIPO	AUXILIARES	P. DIRECTO	%
6.1.7	Suministro E Instalación De Acometida De Medicion A Tablero	ML	8,500	\$ 146,39	\$ 1.244,31	\$56,31	\$85,91	\$2,58	\$0,00	\$144,80	% 0,08
6.1.8	Luminaria Ahorradora En Plafond	PZA	59,000	\$ 238,42	\$ 14.066,78	\$180,00	\$54,20	\$1,63	\$0,00	\$235,83	% 0,89
6.1.9	Luminaria Arbotante	PZA	18,000	\$ 400,18	\$ 7.203,24	\$340,00	\$54,20	\$1,63	\$0,00	\$395,83	% 0,46
6.1.10	Luminaria En Piso	PZA	2,000	\$ 400,18	\$ 800,36	\$340,00	\$54,20	\$1,63	\$0,00	\$395,85	% 0,05
6.1.11	Luminaria En Espejo De Baños	PZA	5,000	\$ 865,24	\$ 4.326,20	\$800,00	\$54,20	\$1,63	\$0,00	\$855,83	% 0,28
TOTAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS					\$ 90.322,83						
B3.- INSTALACIÓN TUBERÍA DE GAS											
B3-1	Tubería De Llenado Gas L.P.	ML	6,700	\$ 140,04	\$ 938,27	\$118,49	\$19,45	\$0,58	\$0,00	\$138,52	% 0,06
B3-2	Tubería De Servicios De Gas L.P. Valvulas Y Accesorios Para Linea De Gas	ML	11,300	\$ 93,66	\$ 1.058,36	\$75,27	\$16,86	\$0,51	\$0,00	\$92,64	% 0,07
B3-3	Valvulas Y Accesorios Para Linea De Gas	JGO	1,000	\$ 2.260,12	\$ 2.260,12	\$1.467,48	\$745,68	\$22,37	\$0,00	\$2.235,53	% 0,14
TOTAL DE INSTALACIÓN TUBERIAS DE GAS					\$ 4.256,75						
TOTAL DE INSTALACIONES					\$ 111.684,42						
C.- PISOS Y AZULEJOS											
PB- PLANTA BAJA											
7.1.2	Hechura de fino en losa para recibir piso en PB	M2	138,200	\$ 88,24	\$ 12.194,77	\$0,00	\$68,93	\$2,07	\$16,28	\$87,28	% 0,78
7.1.3	Piso De Marmol Travertino Fiorito Beige	M2	77,650	\$ 498,60	\$ 38.716,29	\$350,00	\$92,71	\$2,78	\$47,69	\$493,18	% 2,46
7.1.3.1	Loseta Ceramica Interceramic Antiderrapante	M2	52,700	\$ 440,38	\$ 23.208,03	\$343,98	\$88,94	\$2,67	\$0,00	\$435,59	% 1,48
7.3.1.1	Lambrin De Marmol Travertino Fiorito Beige	M2	19,630	\$ 498,60	\$ 9.787,52	\$350,00	\$92,71	\$2,78	\$47,69	\$493,18	% 0,62
7.1.4	Colocación De Piso De Marmol Travertino Fiorito Beige En Escalera	M2	20,100	\$ 536,60	\$ 10.785,66	\$340,00	\$156,65	\$4,70	\$29,41	\$530,76	% 0,69
7.1.5	Boleado de nariz en escalones de marmol	ML	20,600	\$ 54,38	\$ 1.120,23	\$0,00	\$52,22	\$1,57	\$0,00	\$53,79	% 0,07
7.1.6	Colocación de zoclo 7.5 cms	ML	90,250	\$ 103,48	\$ 9.339,07	\$40,48	\$47,44	\$1,42	\$13,01	\$102,35	% 0,59
7.1.7	Colocación de zoclo de 7.5 cms. con adhesivo en escaleras, Remetidos.	ML	20,540	\$ 125,18	\$ 2.571,20	\$37,53	\$71,15	\$2,13	\$13,01	\$123,82	% 0,16
7.1.8	Colocación de azulejo de 30x30 cms. En muros con adhesivo	M2	34,650	\$ 219,55	\$ 7.607,41	\$139,58	\$75,32	\$2,26	\$0,00	\$217,16	% 0,48
7.1.10	Colocación de azulejo de 20x20 cms. En baño cto. de serv. y bodega, con adhesivo	M2	29,300	\$ 205,55	\$ 6.022,62	\$125,85	\$75,20	\$2,26	\$0,00	\$203,31	% 0,38
CA-07	Barra De Granito Cocina	PZA	1,000	\$ 12.915,18	\$ 12.915,18	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$12.774,66	\$12.774,66	% 0,82
TOTAL DE PLANTA BAJA					\$ 134.267,98						
PA PLANTA ALTA											
7.1.3	Piso De Marmol Travertino Fiorito Beige	M2	114,000	\$ 498,60	\$ 56.840,40	\$350,00	\$92,71	\$2,78	\$493,18	\$493,18	% 3,61
7.1.3.1	Loseta Ceramica Interceramic Antiderrapante	M2	9,200	\$ 440,38	\$ 4.051,50	\$343,98	\$88,94	\$2,67	\$435,59	\$435,59	% 0,26
7.1.6	Colocación de zoclo 7.5 cms	ML	78,400	\$ 103,48	\$ 8.112,83	\$40,48	\$47,44	\$1,42	\$13,01	\$102,35	% 0,52
7.1.7	Colocación de zoclo de 7.5 cms. con adhesivo en escaleras, Remetidos.	ML	20,540	\$ 125,18	\$ 2.571,20	\$37,53	\$71,15	\$2,13	\$13,01	\$102,82	% 0,16

PRESUPUESTO											
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL	MATERIALES	M. DE OBRA	EQUIPO	AUXILIARES	P. DIRECTO	%
7.1.8	Colocación de azulejo de 30x30 cms. En muros con adhesivo	M2	41,500	\$ 219,55	\$ 9.111,33	\$139,58	\$75,32	\$2,26	\$0,00	\$217,16	% 0,58
TOTAL DE PLANTA ALTA					\$ 80.687,26						
TOTAL DE PISOS Y AZULEJOS					\$ 214.955,24						
F.- PINTURAS											
10.1-	Suministro Y Aplicación De Pintura Vinílica, Incluye: Fondeo, Sellador, Retapado, Emplastecido Y Aplicación De Dos Capas.	M2	1.226,000	\$ 28,82	\$ 35.333,32	\$10,12	\$17,54	\$0,85	\$0,00	\$28,51	% 2,25
10.2.	Suministro Y Aplicación De Impermeabilizante En Azotea, Incluye: Sellador Y Aplicación De Dos Capas.	M2	158,400	\$ 38,57	\$ 6.109,49	\$20,08	\$17,54	\$0,53	\$0,00	\$38,15	% 0,39
TOTAL DE PINTURAS					\$ 41.442,81						
G.. AREAS EXTERIORES											
10.2-	Piso y andador de concreto de 10 cms. De espesor armado con malla 6x6 10-10 en patio trasero y patio de servicio.	M2	23,100	\$ 146,36	\$ 3.380,92	\$21,48	\$39,16	\$1,17	\$82,60	\$144,77	% 0,21
10.3.-	Fachada De Marmol	M2	50,850	\$ 445,54	\$ 22.655,71	\$300,00	\$92,71	\$2,78	\$45,20	\$440,69	% 1,44
10.4-	Suministro y colocacion de pasto alfombra arreglo de plantas	M2	22,600	\$ 245,85	\$ 5.556,21	\$220,00	\$22,50	\$0,68	\$0,00	\$243,18	% 0,35
TOTAL DE AREAS EXTERIORES					\$ 31.592,84						
D.- MUEBLES DE BAÑO											
8.1.1	Wc Linea Kholer	PZA	4,000	\$ 2.323,27	\$ 9.293,08	\$2.128,61	\$164,45	\$4,93	\$0,00	\$2.297,99	% 0,59
8.1.1.1	Wc Linea Economica	PZA	1,000	\$ 929,88	\$ 929,88	\$778,61	\$137,04	\$4,11	\$0,00	\$919,76	% 0,06
8.1.2	Meseta De Marmol Para Lavabo	PZA	3,000	\$ 2.248,64	\$ 6.745,92	\$1.810,20	\$401,91	\$12,06	\$0,00	\$2.224,17	% 0,43
8.1.2.1	Meseta De Marmol Para Lavabo (Baño Rec. Principal).	PZA	1,000	\$ 4.614,62	\$ 4.614,62	\$4.010,20	\$538,07	\$16,14	\$0,00	\$4.564,41	% 0,29
8.1.2.3	Lavabo Linea Economica	PZA	1,000	\$ 1.136,33	\$ 1.136,33	\$928,09	\$190,17	\$5,17	\$0,00	\$1.123,97	% 0,07
8.1.3	Regadera De Chorro Fijo, Helvex Mod. H-100 Ó Similar Con Brazo Y Chapetón Mod. Tr-011; Jgo. De Ensamblados De Empotrar Y Manerales Grandes Cromados Mod. C-12	PZA	4,000	\$ 1.783,82	\$ 7.135,28	\$1.477,23	\$278,82	\$8,36	\$0,00	\$1.764,41	% 0,45
8.1.4	Alimentadores Y Llave De Retención Angular, Filtro Integrado Y Chapetón Mod. Cod. 61072.	PZA	12,000	\$ 176,08	\$ 2.112,96	\$138,10	\$35,01	\$1,05	\$0,00	\$174,16	% 0,13
8.1.5	Manguera Flexible De Acero Inoxidable Para Alimentación De Lavabo De 13 X 13 Mm. Y 40 Cm. De Longitud	PZA	5,000	\$ 132,88	\$ 664,40	\$64,64	\$64,84	\$1,95	\$0,00	\$131,43	% 0,04
8.1.6	Manguera Flexible De Acero Inoxidable Para Alimentación De Fregadero De 13 X 13 Mm. Y 55 Cm. De Longitud.	PZA	1,000	\$ 139,39	\$ 139,39	\$71,08	\$64,84	\$1,95	\$0,00	\$137,87	% 0,01
8.1.7	Llave De Nariz Cromada De 13 Con Rosca De 19 Mm. Fig. 19a Cromada	PZA	2,000	\$ 146,93	\$ 293,86	\$85,89	\$57,71	\$1,73	\$0,00	\$145,33	% 0,02

PRESUPUESTO											
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL	MATERIALES	M. DE OBRA	EQUIPO	AUXILIARES	P. DIRECTO	%
8.1.9	Tarja De Acero Inoxidable En Cocina.	PZA	1,000	\$ 3.509,30	\$ 3.509,30	\$3.203,98	\$259,36	\$7,78	\$0,00	\$3.471,12	% 0,22
8.1.10	Vertedero De Acero Inox	PZA	1,000	\$ 1.532,39	\$ 1.532,39	\$1.303,98	\$205,57	\$6,17	\$0,00	\$1.515,72	% 0,10
TOTAL DE MUEBLES DE BAÑO					\$ 38.107,41						
EE.- EQUIPOS											
EE-1	Bomba 1 H.P.	PZA	1,000	\$ 2.420,24	\$ 2.420,24	\$1.987,19	\$394,87	\$11,85	\$0,00	\$2.393,91	% 0,15
EE-2	Tanque Estacionario De 300 Lts.	PZA	1,000	\$ 5.183,57	\$ 5.183,57	\$4.292,33	\$810,52	\$24,32	\$0,00	\$5.127,17	% 0,33
EE-3	Calentador Automatico	PZA	1,000	\$ 2.844,88	\$ 2.844,88	\$2.413,21	\$389,05	\$11,67	\$0,00	\$2.813,93	% 0,18
EE-4	Tinaco De 1100 Lts, Con Accesorios	PZA	2,000	\$ 2.871,08	\$ 5.742,16	\$2.025,04	\$791,07	\$23,73	\$0,00	\$2.839,84	% 0,37
TOTAL DE EQUIPOS					\$ 16.190,85						
CA.- CARPINTERÍA											
CA-01	Puerta De Tambor 2.40mts De Altura	PZA	12,000	\$ 4.783,39	\$ 57.400,68	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.731,35	\$4.731,35	% 3,65
CA-02	Puerta De Tambor Para Cocina Con Bisagras Doble Accion De Piso	PZA	1,000	\$ 5.740,07	\$ 5.740,07	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$5.677,62	\$5.677,62	% 0,36
CA-03	Vestidor Rec 2	PZA	1,000	\$ 13.680,52	\$ 13.680,52	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$13.531,67	\$13.531,67	% 0,87
CA-04	Closet Rec 3	PZA	1,000	\$ 16.072,22	\$ 16.072,22	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$15.897,35	\$15.897,35	% 1,02
CA-05	Vestidor Recamara Principal	PZA	1,000	\$ 24.778,00	\$ 24.778,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$24.508,41	\$24.508,41	% 1,58
CA-06	Cocina Integral	PZA	1,000	\$ 40.440,00	\$ 40.440,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$40.000,00	\$40.000,00	% 2,57
CA-08	Puerta Principal	PZA	1,000	\$ 10.110,00	\$ 10.110,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$10.000,00	\$10.000,00	% 0,64
CA-09	Chapas De Puerta Interior	PZA	13,000	\$ 353,85	\$ 4.600,05	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$350,00	\$350,00	% 0,29
TOTAL DE CARPINTERÍA					\$ 172.821,54						
G.- LIMPIEZAS											
11.1.	Limpieza Final Para Entrega De Casa Habitacion.	JOR	6,000	\$ 282,57	\$ 1.695,42	\$5,37	\$266,15	\$7,98	\$0,00	\$279,50	% 0,11
11.2.	Limpiezas Gruesas Durante El Proceso De La Obra	JOR	12,000	\$ 277,15	\$ 3.325,80	\$0,00	\$266,15	\$7,98	\$0,00	\$274,13	% 0,21
TOTAL DE LIMPIEZAS					\$ 5.021,22						
AL.- CANCELERÍA											
AL-01	Cancel fijo inferior, XO superior. Medidas: 2.40 X 2.10 mts (SALA)	PZA	1,000	\$ 4.745,13	\$ 4.745,13	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.693,50	\$4.693,50	% 0,30
AL-02	Cancel Xo, Medidas: 2.40 X 2.20 Mts (Comedor)	PZA	1,000	\$ 4.898,20	\$ 4.898,20	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.844,91	\$4.844,91	% 0,31
AL-03	Puerta (Comedor) Medidas: 1.10 X 2.30 Mts	PZA	1,000	\$ 4.056,32	\$ 4.056,32	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.012,19	\$4.012,19	% 0,26
AL-04	Ventana En Escuadra (Cocina)	PZA	1,000	\$ 5.088,58	\$ 5.088,58	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$5.033,21	\$5.033,21	% 0,32
AL-05	Ventana (Cto. De Lavado)	PZA	1,000	\$ 1.320,21	\$ 1.320,21	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.305,85	\$1.305,85	% 0,08
AL-06	Cancel XO, Medidas: 1.00 X 1.30 Mts (Cto. De Servicio)	PZA	1,000	\$ 1.492,42	\$ 1.492,42	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.476,18	\$1.476,18	% 0,09
AL-07	Ventana. Medidas: 0.60 X 0.60 Mts (Baño Cto. De Servicio)	PZA	1,000	\$ 900,23	\$ 900,23	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$890,44	\$890,44	% 0,06
AL-08	Ventana. Medidas: 0.60 X 0.60 Mts (1/2 Baño)	PZA	1,000	\$ 900,23	\$ 900,23	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$890,44	\$890,44	% 0,06
AL-09	Ventana. Medidas: 0.60 X 0.60 Mts (Escalera)	PZA	2,000	\$ 606,54	\$ 1.213,08	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$599,94	\$599,94	% 0,08

PRESUPUESTO											
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL	MATERIALES	M. DE OBRA	EQUIPO	AUXILIARES	P. DIRECTO	%
AL-10	Ventana De Proyeccion. Medidas: 0.60 X 0.60 Mts (Escalera)	PZA	1,000	\$ 900,23	\$ 900,23	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$890,44	\$890,44	% 0,06
AL-11	Ventana. Medidas:1.10x1.30mts(Vestidor Recamara Principal)	PZA	1,000	\$ 1.492,42	\$ 1.492,42	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.476,18	\$1.476,18	% 0,09
AL-12	Ventana. Medidas:0.60x0.60mts (Baño Recamara Principal)	PZA	2,000	\$ 900,23	\$ 1.800,46	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$890,44	\$890,44	% 0,11
AL-13	Cancel. Medidas: 2.60 X 2.20 Mts (Recamara Principal)	PZA	1,000	\$ 5.674,07	\$ 5.674,07	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$5.612,33	\$5.612,33	% 0,36
AL-14	Ventana De Proyeccion. Medidas: 0.60 X 0.60 Mts (Baño Recamara3)	PZA	2,000	\$ 900,23	\$ 1.800,46	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$890,44	\$890,44	% 0,11
AL-15	Cancel Fijo Inferior, Xo Superior. Medidas: 2.40 X 2.25 Mts (Recamara 3)	PZA	1,000	\$ 4.898,20	\$ 4.898,20	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.844,91	\$4.844,91	% 0,31
AL-16	Ventana. Medidas: 2.40 X 2.25 Mts (Doble Altura)	PZA	1,000	\$ 4.332,80	\$ 4.332,80	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.285,66	\$4.285,66	% 0,28
AL-17	Ventana. Medidas: 2.40 X 2.25 Mts (Recamara 2)	PZA	1,000	\$ 4.898,20	\$ 4.898,20	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.844,91	\$4.844,91	% 0,31
AL-18	Ventana. Medidas: 0.90 X 0.75 Mts (Baño Recamara 2)	PZA	1,000	\$ 1.396,76	\$ 1.396,76	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.381,56	\$1.381,56	% 0,09
AL-19	Domo. Medidas: 0.60 X 0.60 Mts (Baño Recamara 2)	PZA	1,000	\$ 649,59	\$ 649,59	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$642,52	\$642,52	% 0,04
TOTAL DE CANCELERÍA					\$ 52.457,59						
HER	HERRERÍA										
AL-20	Barandal En Acero Inoxidable En Escalera Y Doble Altura	LOTE	1,000	\$ 16.580,40	\$ 16.580,40	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$16.400,00	\$16.400,00	% 1,05
TOTAL DE HERRERÍA					\$ 16.580,40						
PG	PAGOS PROGRAMADOS										
PG1	Velador	SEMANA	1,000	\$ 23.354,10	\$ 23.354,10	\$0,00	\$23.100,00	\$0,00	\$0,00	\$23.100,00	% 1,48
PG2	Servicio De Sanitario Portatil	MES	4,000	\$ 1.435,03	\$ 5.740,12	\$1.419,42	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.419,42	% 0,36
TOTAL DE PAGOS PROGRAMADOS					\$ 29.094,22						
AA	AIRE ACONDICIONADO										
AA--01	Equipamiento De Aire Acondicionado Marca York (4 Equipos) Incluye Instalación	LOTE	1,000	\$ 34.171,80	\$ 34.171,80	\$0,00	\$0,00	\$33.800,00	\$0,00	\$33.800,00	% 2,17
TOTAL DE AIRES ACONDICIONADOS					\$ 34.171,80						
HON	HONORARIOS										
HON-01	Administración y Ejecución de Obra	LOTE	1,000	\$ 163.782,00	\$ 163.782,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$162.000,00	\$162.000,00	% 10,41
TOTAL DE HONORARIOS					\$ 163.782,00						
TOTAL					\$ 1.572.974,91						