

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN LA
CONSTRUCCIÓN DEL MERCADO LAS AMÉRICAS,
DISTRITO DE ABANCAY, REGIÓN APURÍMAC”**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOEL ENRIQUE LADERA OLIVA

Lima- Perú

2015

	N° PAG.
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE ECUACIONES	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: RENDIMIENTOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	8
1.1. DEFINICIÓN	8
1.2. FACTORES QUE AFECTAN Y DETERMINAN LOS RENDIMIENTOS	8
1.2.1. Economía General	8
1.2.2. Aspectos Laborales	9
1.2.3. Clima	10
1.2.4. Actividad	10
1.2.5. Equipamiento	11
1.2.6. Supervisión	12
1.2.7. Trabajador	12
1.3. TIPOS DE RENDIMIENTOS	15
1.3.1. Rendimiento para Materiales	15
1.3.2. Rendimiento de Equipo y Herramientas	15
1.3.3. Rendimiento de Mano de Obra	15
1.4. METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LOS RENDIMIENTOS	16
1.4.1. Cálculo de Rendimiento según Cuadrilla Equivalente	16
1.4.2. Determinación de la Cuadrilla Óptima	16
1.5. BASE DE DATOS DE RENDIMIENTOS	22
1.6. PROBLEMÁTICA ASOCIADA A LOS RENDIMIENTOS COMO HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN	22

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE CASO MERCADO LAS AMÉRICAS	25
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	25
2.2. ESTRUCTURAS	25
2.2.1. Zapatas	26
2.2.2. Muros de Contención	26
2.2.3. Columnas	27
CAPÍTULO III: TOMA DE DATOS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	28
3.1. DISEÑO DE LA MATRIZ DE ELEMENTOS	28
3.2. TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO	31
3.3. FÓRMULAS DE CÁLCULO Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	32
3.3.1. Cálculo para el Volumen	32
3.3.2. Cálculo para la Cuadrilla Equivalente	32
3.3.3. Cálculo para la Duración Bruta	33
3.3.4. Cálculo para la Duración Neta	33
3.3.5. Cálculo para la Duración Proyectada	33
3.3.6. Cálculo para el Rendimiento	36
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	37
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
4.1. CONCLUSIONES	40
4.2. RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	43

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia tiene como objetivo principal el análisis de rendimientos de mano de obra para algunas actividades de construcción en la rama de edificaciones, como son la construcción de estructuras de concreto. Este análisis fue realizado, tomando como base la ejecución de una construcción real, la del Mercado Las Américas, Distrito Abancay, Región Apurímac.

Dicho análisis se realiza con el fin de encontrar un estándar de rendimiento que permita la comparación de estas actividades en la realización de proyectos de características similares; esto se lleva a cabo por medio del análisis de los datos de rendimiento y mano de obra que fueron medidos en campo por mi persona y un auxiliar, quienes realizamos el seguimiento a cada actividad. Se parte de la base que estos rendimientos se ven afectados por múltiples factores de carácter ambiental, según el personal, etc.

No obstante son una buena referencia para proyectos futuros similares. Durante la ejecución de la obra se registró información relacionada con la fecha y hora de ejecución, ubicación del elemento, cantidad y mano de obra que ejecuta dicha actividad, esta información se tabuló y permitió calcular los rendimientos asociados a cada una de las actividades estudiadas, obteniendo como resultado principal una unidad de medida comparativa a partir de la experiencia.

LISTA DE CUADROS:

	N° PAG.
Cuadro 01.- Cuadro Resumen de la descripción del Mercado Las Américas.	25
Cuadro 02.- Encabezado de la Matriz de elementos de los datos de campo.	28
Cuadro 03.- Control de productividad por cuadrilla.	31
Cuadro 04.- Resultados del Análisis de Rendimiento de Mano de Obra.	39
Cuadro 05.- Determinación de la cuadrilla óptima.	44
Cuadro 06.- Matriz de elementos.	45
Cuadro 07.- Rendimientos mínimos oficiales.	48
Cuadro 08.- Rendimientos promedios según CAPECO.	52

LISTA DE FIGURAS:

		N° PAG.
Figura 01.-	Análisis de causa efecto Ishikawa, Aspectos que afectan los rendimientos.	15
Figura 02.-	Muestra de un análisis de precios unitarios del expediente técnico.	18
Figura 03.-	Evaluación del triángulo de desperdicio. Abaco para el balanceo de cuadrillas.	20
Figura 04.-	Triángulo de desperdicios.	21
Figura 05.-	Cálculo analítico del desperdicio ayudante.	22
Figura 06.-	Cálculo analítico del desperdicio operario.	23
Figura 07.-	Modelo exponencial y lineal del porcentaje de ajuste.	34

LISTA DE ECUACIONES

		Nº PAG.
Ecuación 01.-	Contenido total de trabajo.	19
Ecuación 02.-	Relación de contenido de trabajo de operario y contenido de trabajo ayudante.	19
Ecuación 03.-	Relación de contenido de trabajo de operario y contenido de trabajo ayudante.	19
Ecuación 04.-	Cálculo de pendiente de la recta para la determinación de cuadrilla óptima, caso 1.	21
Ecuación 05.-	Cálculo de pendiente de la recta para la determinación de cuadrilla óptima, caso 2.	22
Ecuación 06.-	Cálculo de la duración neta de un trabajo.	36

INTRODUCCIÓN

En la Ejecución de los trabajos de Ingeniería Civil influye de manera determinante el tiempo y la calidad en los procesos que se realizan por la mano de obra; de manera que los rendimientos que se producen de esta son parte fundamental que pueden generar disminución en el tiempo de ejecución, aumentando la calidad y mejora de la economía en las actividades.

En el Perú solo se tiene dos referencias en cuanto a rendimientos de mano de obra, estos se pueden apreciar en la Resolución Ministerial N° 175 del 09 de abril de 1968 del Ministerio de Vivienda y Construcción. Dicha Resolución Ministerial define el rendimiento que debe realizar un operario promedio en una jornada de ocho horas.

También podemos apreciar los Rendimientos Promedio que corresponde a la recomendación de la Cámara Peruana de los Constructores CAPECO para las empresas afiliadas. Ambos estándares son aplicables a las provincias de Lima y Callao del Departamento de Lima.

En el Capítulo I se detalla las diferentes condiciones en las que se ve afectada la ejecución de un proyecto relacionada a la mano de obra, así también los tipos de rendimientos y las metodologías para el cálculo de rendimientos de mano de obra.

En el Capítulo II se ve el caso específico de la construcción del Mercado Las Américas y los diferentes tipos de elementos estructurales que se analizaron.

En el Capítulo III se procede a realizar los cálculos en una matriz de elementos la toma de información de campo y la presentación de resultados

En el Capítulo IV se desarrolla el análisis de los resultados.

Los factores que hacen parte de esta categoría y que deben ser tenidos en cuenta son los siguientes:

- Disponibilidad de mano de obra, en los casos de actividades que requieran personal calificado (operarios de construcción)
- Disponibilidad de supervisores (maestros y residentes de obra)
- Disponibilidad de insumos.

1.2.2. Aspectos Laborales

Existe una relación importante entre productividad de la mano de obra y las condiciones laborales e que se realiza el proyecto. La disponibilidad de personal experto y capacitado en la zona donde se realizan los trabajos o la necesidad de desplazar personal de otros sitios con condiciones de pago algunas veces diferentes a las de la zona, son aspectos muy importantes a tener en cuenta. Los aspectos a considerar bajo esta categoría son los siguientes:

- **Tipo de Contrato.** El sistema de contratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara por un sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración).
- **Sindicalismo.** El contar con obreros sindicalizados, influye negativamente en el rendimiento de la mano de obra, ya que el sindicalismo mal entendido disminuye la productividad.
- **Incentivos.** La asignación de tareas o labores a destajo con recompensas por la labor cumplida, favorece el mejoramiento de la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de incentivos aumenta el rendimiento en las cuadrillas de trabajo.
- **Salarios o pago por labores a destajo.** La justa remuneración por labor realizada, motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra.
- **Ambiente de trabajo.** Las relaciones cordiales entre compañeros y entre personal obrero y jefes, sumado a un ambiente de trabajo con condiciones en las que se tengan en cuenta el factor humano, garantizan un mayor desempeño de la mano de obra.

- **Seguridad social.** La tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubra al trabajador y su familia, incentiva el rendimiento de la mano de obra.
- **Seguridad industrial.** La implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajo, disminuyen los riesgos que afectan negativamente la productividad de la mano de obra.

1.2.3. Clima

Los antecedentes del estado tiempo en el área en la que se construye el proyecto deben ser considerados, tratando de prever las condiciones durante el periodo de ejecución de la obra. Los factores a considerar dentro de esta categoría son los siguientes:

- **Estado del tiempo.** Condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos.
- **Temperatura.** El exceso de calor afecta el desempeño del obrero.
- **Condiciones del suelo.** Las lluvias ocasionan condiciones críticas del estado del suelo donde las cuadrillas realizan las actividades, viéndose afectadas negativamente en su desempeño bajo condiciones críticas.
- **Cubierta.** Los factores negativos de la condición del tiempo, pueden ser mitigados si se realizan las actividades bajo cubierta, en cuyo caso se favorece el rendimiento de la mano de obra.

1.2.4. Actividad

Las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo para la ejecución de la misma, los medios para realizarla y el entorno general de la obra, son aspectos que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes:

- **Grado de dificultad.** La productividad se ve afectada al tener actividades con un alto grado de dificultad.

- **Riesgo.** El peligro al cual se ve sometido el obrero al realizar ciertas actividades, disminuye su rendimiento.
- **Discontinuidad.** Las interferencias e interrupciones en la realización de actividades, disminuyen la producción de la mano de obra
- **Orden y aseo.** El rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajo limpio y organizado.
- **Actividades predecesoras.** La calidad de la superficie o sitio de trabajo sobre la que se realizara una actividad, afecta los rendimientos de la mano de obra.
- **Tipicidad.** Los rendimientos se ven afectados positivamente si existe un alto número de repeticiones de actividad iguales, ya que facilita al obrero desarrollar una curva de aprendizaje.
- **Tajo.** Si se dispone de un trabajo limitado a pequeños espacios, el rendimiento del obrero disminuye.

1.2.5. Equipamiento

El disponer del equipo apropiado para la realización de las diferentes actividades, su estado general, su mantenimiento y a reparación oportuna, afectan el rendimiento de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta área son:

- **Herramienta.** La calidad, estado y adecuación a la operación realizada, afecta el rendimiento.
- **Equipo.** El estado y la disponibilidad del mismo facilita la ejecución de las diferentes actividades.
- **Mantenimiento.** La oportunidad en el mantenimiento de equipos y herramientas afectan la productividad.
- **Suministro.** Disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorecen un alto desempeño del operario.
- **Elementos de protección.** Debe considerarse como parte del equipamiento, todos aquellos elementos de protección personal tendientes a garantizar la seguridad industrial, que como se dijo anteriormente, facilita la relación de actividades.

1.2.6. Supervisión

La calidad y experiencia del personal utilizado en la supervisión de las operaciones en la obra, influye considerablemente en la productividad esperada. Los factores que deben tenerse en cuenta en esta categoría son los siguientes:

- **Criterios de aceptación.** El contar con criterios definidos de aceptación o rechazo de las diferentes actividades, facilita la labor de supervisión e influye positivamente en el rendimiento de la mano de obra.
- **Instrucción.** Al personal capacitado y con instrucciones claras, se le facilita la realización de las actividades.
- **Seguimiento.** El grado de supervisión en las diferentes etapas del proceso, facilita una mejor productividad.
- **Supervisor.** La idoneidad, experiencia y relación del maestro en relación con los obreros que supervisa, son factores que favorecen el desempeño del operario.
- **Gestión de calidad.** El desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad en las empresas y su aplicación en los proyectos, crean el ambiente propicio para un aumento en la productividad.

1.2.7. Trabajador

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta área son:

- **Situación personal.** La tranquilidad del trabajador y de su grupo familiar, generan un clima propicio para la realización de las actividades. Definir políticas de recursos humanos y apoyo al trabajador, traerá como consecuencia efectos positivos sobre el rendimiento de la mano de obra.
- **Ritmo de trabajo.** El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.

- **Habilidad.** Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientemente del grado de capacitación alcanzado, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentando su productividad.
- **Conocimientos.** El nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen en alto grado la mayor eficiencia de su labor.
- **Desempeño.** Algunas personas no ponen todo de sí en el desempeño de sus actividades. Esta situación debe ser controlable con un adecuado proceso de selección.
- **Actitud hacia el trabajo.** Se debe contar con trabajadores con actitudes positivas hacia la labor a realizar, para que dicha situación se refleje en un adecuado desempeño. Esta situación se logra con un buen sistema de selección de personal y con la existencia de buenas relaciones laborales.

En la figura 1 se presenta un formato de diagrama causa efecto el análisis de los estudios, para esto se utilizará la metodología propuesta por Ishikawa o también llamado diagrama de espina de pescado, el cual consiste en una representación gráfica con forma de espina central horizontal y con sus causas a los lados como otras espinas.

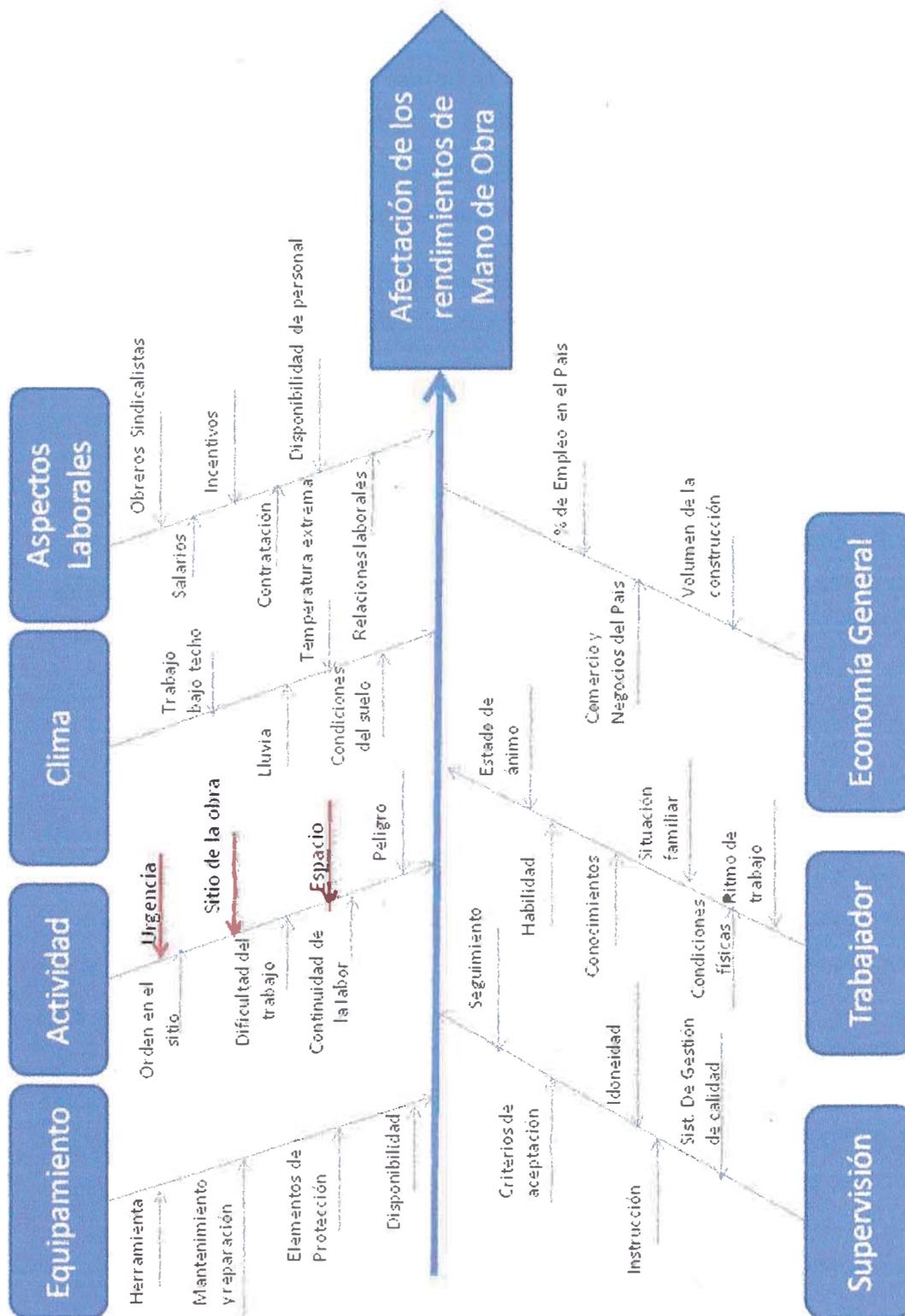


Figura 1: Cuadro Análisis de Causa Efecto Ishikawa. Aspectos que afectan los rendimientos.

1.3. TIPOS DE RENDIMIENTOS

Los tipos de rendimiento en las obras civiles se distribuyen en tres grupos, los rendimientos en materiales los cuales están dados cantidad de material entre unidad de material; mientras que la mano de obra y herramienta y equipo se mide por tiempo de uso sobre unidad de actividad.

1.3.1. Rendimiento para Materiales

Es la relación entre cantidad de material y la unidad de medida de la actividad, es decir que durante la ejecución de los trabajos se encuentra un desperdicio por cada material instalado, por ejemplo en la construcción de un muro de mampostería, se encuentra un desperdicio en los cortes que se requieren para la traba de los ladrillos, ya que al cortarlos, no todos alcanzan la longitud apropiada para su instalación y por lo tanto se desechan, luego existe un rendimiento calculable dependiendo de las características de cada materia; también existen otros factores como: transporte, acopio, calidad del producto, limpieza, organización, almacenamiento entre otros.

1.3.2. Rendimiento de Equipo y Herramientas

Este rendimiento se define como el tiempo de uso de la maquinaria, equipo o herramienta en la elaboración de una actividad, depende de la cantidad de trabajo que pueda realizarse con el equipo o herramienta y el tiempo que lleve hacerlo, también influye tipo de herramienta o equipo que se use, por ejemplo los rendimientos de una retroexcavadora dependen de la capacidad de esta, la vida útil y el desempeño del operario. Este tipo de rendimiento presenta dificultad en el momento de medición ya que no existe información sobre el porcentaje de uso y el tiempo necesario de una herramienta durante la ejecución de una actividad, por ejemplo, el uso de un vibrador para concreto en la colocación de concreto de varias columnas, ya que este no se utiliza para una sola columna, sino en todos los elementos que se estén ejecutando en ese momento. Para el cálculo de este tipo de rendimientos se hace necesario el conocimiento y la experiencia.

1.3.3. Rendimiento de Mano de Obra

Estos dependen directamente de los factores que afectan las condiciones del trabajador, como son el estado de ánimo, situación personal, habilidades, conocimientos, condiciones físicas y ritmo de trabajo. Este rendimiento se

calcula como el tiempo empleado de un trabajador o cuadrilla al desarrollo de una actividad específica. Uno de los problemas más grandes que se presentan en el momento de evaluar los rendimientos de la mano de obra son que no se pueden unificar, ya que son típicos de cada región, y dependen de factores como el clima, altitud y el tipo de obra a realizar.

1.4. METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LOS RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

La planeación de una obra a construirse se enfoca principalmente en los procesos constructivos. Estos procesos que ejecuta el profesional o constructor, tradicionalmente están basados en su experiencia conjuntamente con los datos que provienen de obras similares ya construidas.

Resulta significativo contar con una herramienta que permita tomar decisiones acertadas basadas en un modelo debidamente formulado, desarrollado, validado y de fácil utilización que permita establecer cuál es la cuadrilla óptima para realizar una tarea en función de estándares de rendimiento de mano de obra obtenidos de datos de campo

En la figura 2 podemos apreciar que el rendimiento de mano de obra está asociado a un cuadrilla por lo tanto lo que se calcula es un rendimiento de mano de obra de una determinada cuadrilla, por lo que planteo un método para obtener una cuadrilla óptima.

Por lo tanto se establece una metodología para el cálculo de la mano de obra y la otra metodología para determinar la cuadrilla optima:

- METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RENDIMIENTO SEGÚN CUADRILLA EQUIVALENTE
- METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CUADRILLA ÓPTIMA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0202045	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE COMERCIALIZACION DEL MERCADO LAS AMERICAS, DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY, REGION APURIMAC				
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS				
Parida	02.04.03.01	CONCRETO f'c= 210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3		350.31
Codigo	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	15.92	0.71
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8889	13.65	12.13
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.4444	12.31	54.71
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.8889	15.92	14.15
0101010007	OPERARIO	hh	2.0000	0.8889	15.92	14.15
95.85						
Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.1800	12.33	2.22
0207010001	PIEDRA CHANCADA	m3		0.7300	59.32	43.30
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5100	59.32	30.25
0207070002	AGUA	m3		0.1900	0.85	0.16
0213010007	CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO TIPO IP (42.5 kg)	bis		9.0000	18.22	163.98
239.91						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	95.85	2.88
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.4444	11.26	5.00
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8 HP 9.p3	hm	1.0000	0.4444	15.00	6.67
14.55						

Figura 2: Ejemplo de un Análisis de Precios Unitarios.

A continuación se describen las metodologías propuestas:

1.4.1. Metodología para el Cálculo de Rendimiento según Cuadrilla Equivalente:

Debido a la necesidad de comparar los rendimientos de mano de obra obtenidos en los diferentes elementos estudiados, se estandarizó la mano de obra ya que para la realización de una misma actividad fueron utilizados diferentes cuadrillas, y por tanto esto no permite el equilibrio en cuanto al personal requerido para la ejecución de una actividad. Así que apoyados en la experiencia y tradición en la ejecución de las tareas de un proyecto, se trasladaron los rendimientos a una cuadrilla conformada por un operario y un ayudante, o cuadrilla base. El desarrollo de la metodología se explica en el ítem 3.3.2.

1.4.2. Metodología para la Determinación de la Cuadrilla Óptima:

Con el objeto de profundizar el análisis de tiempos de duración de una tarea y de acuerdo con las conformaciones usuales de equipos de trabajo (cuadrillas) compuestos por operarios y ayudantes, se desarrolla una

metodología para optar por la cuadrilla que produzca menor desperdicio de tiempo (cuadrilla óptima) en la ejecución del trabajo encomendado.

Conocidos los estándares de insumo de mano de obra directa para una determinada actividad, se trata, a través de un modelo matemático, de diseñar una metodología que permita seleccionar la cuadrilla óptima.

El contenido total del trabajo se obtiene como suma de un contenido de trabajo de operario y un contenido de trabajo de ayudante resultando la Ecuación (1):

$$C_{tot} = C_{ope} + C_{ayu} \quad \text{Eq (1)}$$

Estos dos sumandos, C_{ope} y C_{ayu} reflejan la composición de una cuadrilla ideal, donde los operario y ayudantes realizan únicamente tareas propias de operario y ayudante respectivamente. Si se cumple esta premisa, se puede decir que la relación entre los contenidos de trabajo de operario y ayudante, equivale a la relación entre la cantidad de operarios y ayudantes integrantes de la cuadrilla ideal. A esta relación se la denomina

$$\gamma_i = \frac{C_{ope}}{C_{ayu}} \quad \text{Eq (2)}$$

De las cuadrillas reales que se pueden formar, habrá una Ecuación (3) cuya relación γ sea la que más se aproxime a la relación ideal γ_i :

$$\gamma = \frac{N^{\circ}_{ope}}{N^{\circ}_{ayu}} \quad \text{Eq (3)}$$

La Figura 3 muestra las 49 conformaciones posibles de cuadrilla, desde la mínima $1_{ope} \times 1_{ayu}$ hasta la elegida como máxima $7_{ope} \times 7_{ayu}$. En ordenadas se representan los puntos correspondientes a la cantidad de operarios y en abscisas, cantidad de ayudantes. En los cruces de las semirrectas representativas de la cantidad de operarios y ayudantes, se muestran circulados los puntos representativos de cada conformación de cuadrilla básica. Los cruces no circulados indican conformaciones de cuadrillas múltiplos enteros de otras cuadrillas básicas. Como ejemplo de esto, el cruce (A) de OP=6 y AY=4, no está circulado por ser múltiplo entero de la cuadrilla básica [3x2].

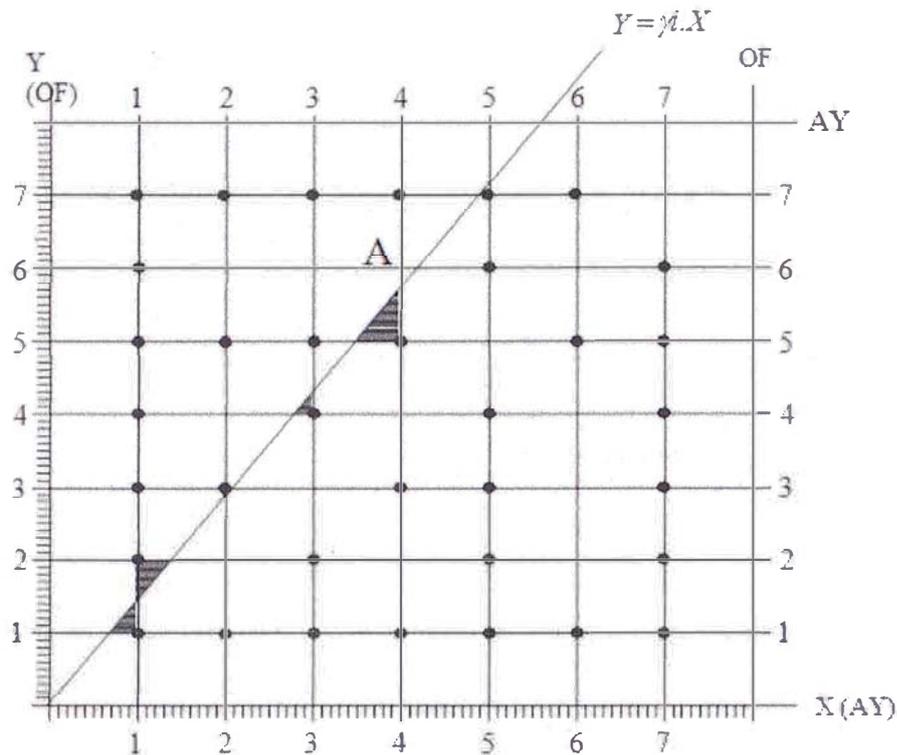


Figura 3: Evaluación del Triángulo de Desperdicio. Ábaco para el balanceo de cuadrillas

Este ábaco permite obtener rápidamente un listado de las cuadrillas susceptibles de ser seleccionadas. El procedimiento es el siguiente:

- a) En la ecuación (2) se calcula γ_i ;

$$\gamma_i = \frac{C_{ope}}{C_{ayu}} \quad \text{Eq (2)}$$

- b) Conocido γ_i , se traza una semirrecta de ecuación $Y = \gamma_i X$
 c) Esta semirrecta forma diversos triángulos en su intersección con la cuadrícula. Si el vértice opuesto a la hipotenusa de cada triángulo está circulado, esa será una conformación de cuadrilla susceptible de ser seleccionada.

Genéricamente se denomina a estos triángulos como “triángulos de desperdicio” ya que, como se explica más adelante, uno de sus dos catetos es representativo de un exceso de horas-operario o de horas-ayudante.

Según se observa en la Figura 4, se forman dos tipos de triángulos según que la semirrecta deje a su derecha o a su izquierda al punto circulado.

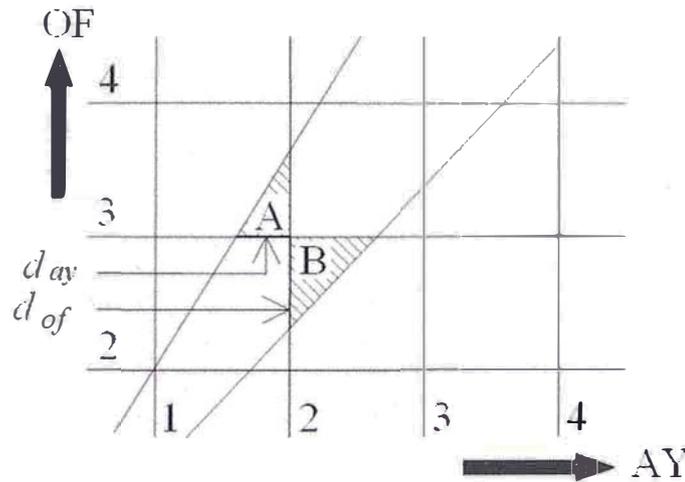


Figura 4: Triángulo de desperdicios

En el primer caso, se forma el triángulo A cuyo cateto horizontal indica un exceso (desperdicio) de hora ayudante.

En efecto, si se forma la cuadrilla [3 * 2], el trabajo de 3 operarios durante una hora ($3 h_{ope}$) necesitará del concurso de algo menos de 2 ayudantes, en el mismo lapso ($2 h_{ayu}$). Como realmente están presentes 2 ayudantes, por horas de trabajo de la cuadrilla [3*2], habrá un desperdicio de d_{ayu} (h_{ayu})

Si se analiza el segundo caso, o sea que la semirrecta deje a su izquierda el punto circulado, se forma el triángulo B, cuyo cateto vertical indica un exceso (desperdicio) de hora-operario.

Formando la misma cuadrilla [3*2] del caso anterior, el trabajo de 2 ayudantes durante una hora ($2 h_{ay}$) requiere el concurso simultáneo de algo menos de 3 operarios en el mismo lapso ($3 h_{ope}$). La presencia efectiva de 3 operarios lleva a la conclusión que, por hora de trabajo de la cuadrilla [3*2] habrá un desperdicio de d_{ope} (h_{ope}).

CÁLCULO ANALÍTICO DE LOS DESPERDICIOS

Primer caso: Cálculo de d_{ayu} (Figura 5). Si la conformación de la cuadrilla seleccionada es, genéricamente $[I_{ope} * J_{ayu}]$ y P es el punto representativo de la misma según se observa en la ecuación 4:

$$\tan \delta = \frac{MN}{ON} \text{ Eq (4)}$$

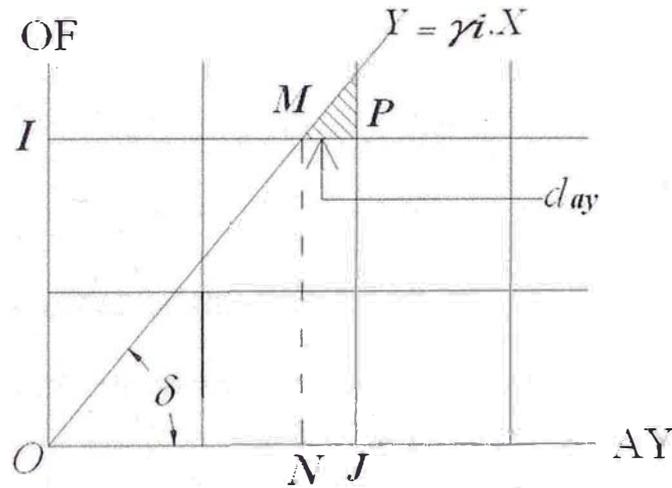


Figura 5: Cálculo analítico de desperdicio ayudante

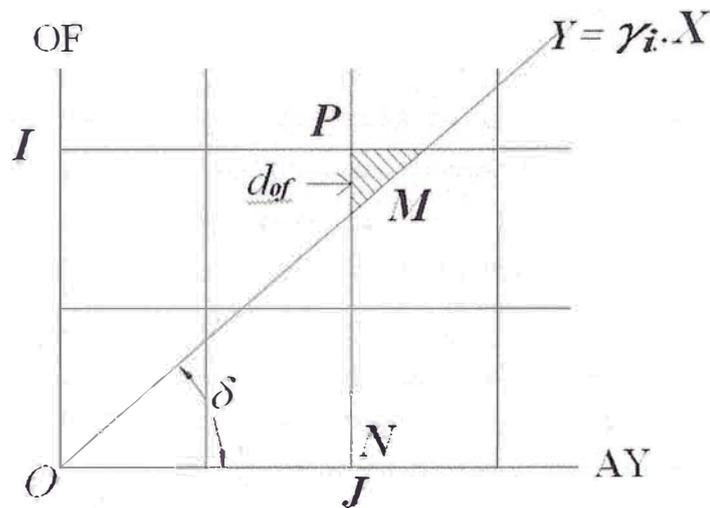


Figura 6: Cálculo de desperdicio operario

Siendo $\tan \delta = \gamma_i$; $MN=1$; $ON=J-d_{ayu}$, reemplazando en Eq(4):

$$\gamma_i = \frac{1}{J-d_{ayu}}$$

$$\therefore J - d_{ayu} = \frac{1}{\gamma_i} \rightarrow d_{ayu} = J - \frac{1}{\gamma_i}$$

Segundo caso: cálculo de d_{ope} (Figura 6).

$$\tan \delta = \frac{MN}{ON} \quad \text{Eq (5)}$$

Siendo $\tan \delta = \gamma_i$; $MN=1$; $ON=J$, reemplazando en Eq (5):

$$\gamma_i = \frac{I - d_{ope}}{J}$$

$$\gamma_i J = I - d_{ope}$$

$$d_{ope} = I - \gamma_i J$$

1.5. BASE DE DATOS DE RENDIMIENTOS

Una base de datos de rendimientos es un conjunto de datos o información que se encuentra guardada y se caracteriza porque pertenece a un mismo contexto y generalmente está disponible para consultas de otros, es producto de estudios realizados anteriormente y cuentan con la aprobación de personal experto en el tema.

Las bases de datos de rendimientos se contextualizan dependiendo de las condiciones de cada obra, sus actividades, su sitio de ejecución, el tiempo de ejecución, presupuesto, especificaciones técnicas y personal por lo tanto son variables dependiendo de estas y otras características externas o imprevistas, y de tal modo no son patrón de medida para todas las obras; por ejemplo una base de datos realizada en Lima no es aplicable totalmente a una obra a realizar todas las provincias del Perú, ya que las características que se presentan en este tipo de ciudades son muy diferentes tales como el clima, la presión, los trabajadores, tecnología, etc.

1.6. PROBLEMATICA ASOCIADA A LOS RENDIMIENTOS COMO HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN

En la programación de un proyecto que involucre mano de obra se deben tener en cuenta los rendimientos de esta, y toda la problemática asociada; es así como una de las mayores falencias en este campo de la ingeniería es que en las obras realizadas no se tiene estudios de rendimientos y muy pocos constructores dedican tiempo e inversión a lo relacionado con la toma de datos para el cálculo de rendimientos; lo que genera que no se cree un ambiente de estudio y por lo tanto no se encuentre gran cantidad de documentación al respecto. Siendo éste una parte del estudio de la ingeniería civil muy importante ya que en los rendimientos se encuentra el

óptimo avance en la ejecución, presupuesto y programación de proyectos civiles.

Como hay pocos estudios y el ánimo de obtener proyectos en calidad de licitación, se ven problemas como la manipulación de los rendimientos en la programación, dando como resultado falsos rendimientos en la ejecución de los proyectos.

En los casos en que las empresas cuenten con bases de datos de rendimientos en las obras que han ejecutado, estos deberían ser publicados para que estén al servicio de otros que ejecuten proyectos de características similares, con el ánimo de mejorar la exactitud en costos.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE CASO MERCADO LAS AMÉRICAS

A continuación se presenta la descripción general del proyecto, la descripción del sistema estructural y la descripción de las principales labores de acabados.

2.1. DESCRIPCION GENERAL

El proyecto “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE COMERCIALIZACION DEL MERCADO DE ABASTOS LAS AMERICAS ABANCAY, PROVINCIA ABANCAY - APURIMAC” se ubica en la actual localización del mercado, es decir en la zona Nor-oeste de la ciudad de Abancay entre la Av. Venezuela y el Jr. Nicaragua.

En el Cuadro 1 se aprecia las características generales del proyecto:

Cuadro 1: Cuadro Resumen. Obra Mercado las Américas.

Ubicación:	Av. Venezuela s/n	Plazo de ejecución:	300 días calendarios
Distrito:	Abancay	Área 1er nivel:	S/ 1,381.98 m ²
Provincia:	Abancay	Área 2do nivel:	S/ 1,381.98 m ²
Región:	Apurímac	Área 3er nivel:	S/ 522.27 m ²
Presupuesto:	S/. 8,776,589.24	Área 4to nivel:	S/ 494.43 m ²

2.2. ESTRUCTURA

La estructura es la unión de varios elementos que trabajan en conjunto para dar estabilidad a esta, se caracteriza por brindar comodidad en la distribución de espacios, seguridad al diseño estructural entre otros; está compuesta principalmente por dos partes dentro de las que se cuentan la superestructura que hace referencia a la parte superior que sobresale del nivel del suelo y la cimentación o subestructura la cual es la parte inferior que se encuentra bajo el nivel del suelo.

2.2.1. ZAPATAS

La cimentación es la unión entre la superestructura y el suelo sobre el cual se apoya una edificación, su función es transmitir las cargas al suelo, el cual debe ser capaz de resistirlas, los esfuerzos así generados pueden ser transmitidos y disipados a diferentes profundidades del suelo.

El sistema de cimentación de la edificación es un sistema superficial, ya que las características físicas y mecánicas del suelo de cimentación aportaron resultados eficientes, por dicha razón, la edificación no requirió un sistema de cimentación profunda, y se utilizaron zapatas combinadas que se caracteriza por soportar más de un elemento sobre una misma base y también se utilizaron zapatas corridas en los muros laterales. .

La superestructura hace referencia a todos los elementos que se encuentren ubicados desde el nivel del piso hacia arriba, la cual requiere de dos características fundamentales, la estabilidad y el diseño, lo que permite que las superestructuras tengan un impacto positivo y armónico en el espacio, sin dejar de cumplir con su naturaleza funcional.

Los pórticos son estructuras que trabajan a flexión, están compuestos por la unión de vigas y columnas. Es la forma más común en el medio para la construcción de edificaciones.

El sistema estructural utilizado en la construcción de este proyecto fue un sistema tipo pórtico, debido a que este sistema es el que permite la mayor libertad en la propuesta arquitectónica, cumpliendo con los requerimientos estructurales de la normatividad.

2.2.2. MUROS DE CONTENCIÓN

Los muros son elementos constructivos y su principal objetivo es servir como, pantallas que retienen un material que debe conservar características como volumen, forma y sección, bien sea de un terreno natural, un relleno artificial o de un elemento a almacenar.

La edificación cuenta con muros a lo largo de tres ejes (1,9 y G), el 1 y 9 sirven para separar la edificación de estructuras existentes, y el muro en el eje G sirve para retener material propio ya que la edificación se encuentra en un terreno a desnivel.

El ancho del muro es de 0.25 m y es constante a lo largo de los tres ejes mencionados, dado que el muro en el primer nivel tenía 7 m de altura aproximadamente se construyó en dos tiempos por lo que se consideró dos tipos de muro, el primer tipo es el de los primeros 3.5 m y el segundo los 3.5 m restantes.

2.2.3. COLUMNAS

Las columnas son elementos verticales que transmiten carga axial de compresión, reciben cargas verticales de pisos y techo y las transmiten a la cimentación, su adecuado tamaño, forma, dimensión, distribución y composición influyen de manera directa en su capacidad de carga. Son muy utilizadas porque proporcionan comodidad para distribuir espacios al tiempo que cumple con su función.

CAPÍTULO III: TOMA DE DATOS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

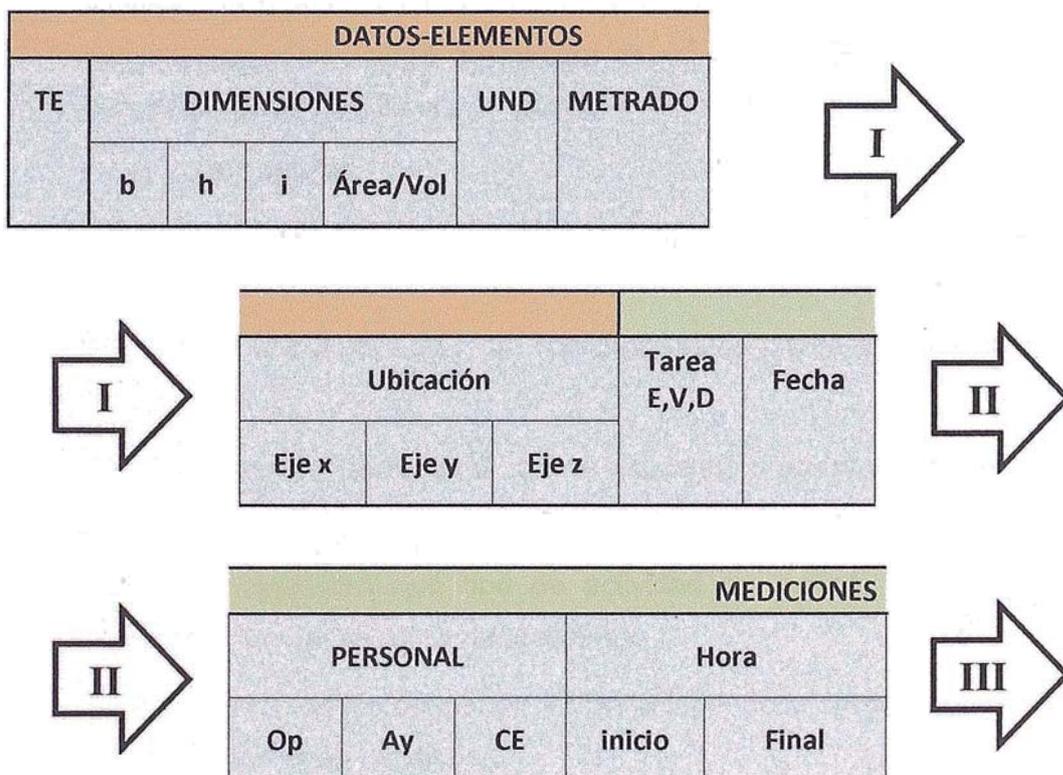
Con la información existente sobre las actividades estudiadas, relacionadas mediante tabulaciones y caracterizadas con cada uno de los requisitos para encontrar los rendimientos, se procedió a formular los cálculos.

Seguidamente se realizó un mecanismo que permitiera por criterios prácticos y analíticos el cálculo de los rendimientos, para esto se realizó una tabla matriz donde se procesa toda la información y esta arroja como resultado final los rendimientos de mano de obra para cada una de las actividades.

3.1. DISEÑO DE LA MATRIZ DE ELEMENTOS

Para la toma de información se diseñó una matriz de datos que incluyera la mayor cantidad de información posible para cada actividad. Los rendimientos calculados en la matriz de elementos se encuentran explicados a continuación para lo cual se toma como ejemplo el Cuadro N°2.

Cuadro 2: Cuadro de Datos. Matriz de Elementos.





A. DIMENSIONES

b: Ancho que presenta la sección del elemento estructural, la unidad de medida está dada en metros.

h: Altura que presenta la sección del elemento estructural, la unidad de medida está dada en metros.

L: Longitud libre que presenta el elemento estructural. La unidad de medida está dada en metros.

Área/Vol. : Volumen total que presenta el elemento. Es el producto de las dimensiones y su unidad de medida es m^3 , para el caso de encofrado y desencofrado se calcula por m^2 (Área).

B. UBICACIÓN

Eje X: es la ubicación en las abscisas en planta donde se encuentra el elemento.

Eje Y: es la ubicación según las coordenadas en planta donde se encuentra el elemento.

Eje Z: es el nivel o planta en el cual se encuentra ubicada el elemento

C. MEDICIONES

Tarea: se especifica qué tipo de actividad se realizó, E: encofrado, F: colocación de concreto y D: desencofrado.

Fecha: se anota el día en que se realiza la toma de la observación para tener una idea general de los datos.

D. PERSONAL

Operario: en esta casilla se indica el número de operarios que laboraron en la actividad.

Ayudantes: en esta casilla se indica el número de ayudantes que laboraron en la actividad.

Ce: Cuadrilla equivalente, en esta casilla se indica la relación de ayudantes correspondientes por cada operario.

E. HORA

Inicio: este parámetro hace referencia al momento en el cual se inicia con la toma de datos y su unidad de medida en tiempo es la hora.

Final: este parámetro hace referencia al momento en el cual el personal deja de realizar la actividad. La unidad de medida está dada en horas.

F. DURACIÓN

Bruta: es el tiempo total en el que se hace la toma de datos. La unidad de medida está dado en minutos.

Dcto: Descuentos, es el tiempo en que la cuadrilla hace una pausa, y deja de realizar la actividad. Dado en minutos.

Neta: es la duración sin descuentos, es la resta de la duración bruta menos los descuentos. La unidad de medida son los minutos.

Avance %: es el porcentaje de ejecución de la actividad durante el tiempo de la toma de datos.

G. DURACIÓN PROYECTADA

Min: es la proyección de la duración neta al 100%. Su unidad de medida esta dada en minutos.

Hora: es la duración proyectada en horas.

H. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN

Hr/und: Es el resultado obtenido de la relación entre la duración proyectada (horas) y de cantidad de obra ejecutada según sea la partida analizada.

I. RENDIMIENTO

Und/día: Es el resultado calculado de la relación entre cantidad de obra ejecutada por día, considerando una jornada de 8 horas.

3.2. TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

Simultáneamente al proceso de construcción de la edificación del Mercado Las Américas, se diseñó un formato para llevar seguimiento de la ejecución de la obra, el cual se muestra en el cuadro 3, en ella se tuvieron en cuenta los aspectos más relevantes para la obtención de rendimientos, tales como ubicación, cantidad de mano de obra y el tiempo empleado en dicha labor. Esta información fue utilizada para alimentar las matrices de datos explicadas en la sección anterior.

La matriz de información realizada por el auxiliar contempló los siguientes parámetros:

Localización, esto se refiere a la ubicación del elemento estudiado en cuanto a los ejes espaciales en x e y.

Proceso, hace referencia a la identificación de la tarea realizada en un mismo elemento que se divide según el proceso constructivo.

Duración, este parámetro se fundamenta en la toma de tiempos de inicio y finalización de cada una de las actividades ejecutadas, contemplando la hora y fecha.

Cuadro 3: Control de productividad por cuadrilla

CONTROL DE PRODUCTIVIDAD POR CUADRILLA								
Fecha:	02/06/2014							
ACTIVIDAD	Vaceado de Concreto en zapatas							
CUADRILLA								
Nº ORDEN	Categoría	APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRES	COND	HORA DE INICIO	HORA TERMINO	HORAS NETAS
1	OP	SALVATIERRA	TOLEDO	JIM	SI	09:30	11:00	2.5
2	OP	PADILLA	GOMEZ	JOSE	CA	14:00	16:00	2
5	PE	BALCEDA	PIETRO	LUIS	CA			
4	PE	ARRIETA	ARANA	EDGAR	ZO			
6	OP	BECERRA	NIETO	JOSE LUIS	ME			
10	PE	GUTIERRES	ALTAMIRANO	FRANK	ZO			
7	PE	IZAGUIRRE	SILVA	ALBERTO	SI			
Obs:	Dia soleado, con interrupciones por ubicación de agregado							4.5
MÉRADO								
ITEM	DESCRIPCION / UBICACIÓN	Und	N de veces	Largo	Ancho	Altura	Parcial	
1	Entre ejes A-B y ejes 1-2, del se	m3	1	3.45	4.6	0.5	7.94	
2	Entre ejes A-B y ejes 1-2, del se	m3	1	2.45	6.7	0.5	8.21	
TOTAL							16.15	

Mano de obra, número de operarios y ayudantes que laboraron en dicha actividad.

Observaciones, espacio limitado para registrar situaciones anómalas o para información que facilitara el posterior cálculo y la identificación de cualquier alteración en el normal desarrollo del proyecto

De la toma de datos en campo se destacan algunos aspectos:

Durante la ejecución de las labores de toma de datos, en los tiempos de receso ofrecidos a los trabajadores, algunos de estos se intercambiaban tareas y no retomaban la actividad inicial, generando dos rendimientos en una misma actividad.

3.3. FÓRMULAS DE CÁLCULO Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Retomando la información obtenida por el auxiliar de campo durante la ejecución de la obra, se procedió a tabularla en las matrices de elementos. Para un mayor entendimiento se toma como ejemplo la colocación de concreto de concreto de una columna de concreto del segundo piso, a continuación se procede a mostrar cada una de las formulas y cálculos utilizados para la obtención de los rendimientos de este elemento:

3.3.1. Cálculo para el volumen

Teniendo la ubicación del elemento se procedió a verificar que tipo de columna y la sección, con estos datos se obtuvieron las dimensiones. Para determinar el volumen se calculó el producto de las dimensiones (base, altura, longitud).

$$b \times h \times l = Vol$$
$$0.5m \times 0.6m \times 3.21m = 0.963 m^3$$

3.3.2. Cálculo para la cuadrilla equivalente CE

Debido a la necesidad de comparar los rendimientos de mano de obra obtenidos en los diferentes elementos estudiados, se estandarizó la mano de obra ya que para la realización de una misma actividad fueron utilizados diferentes cuadrillas, y por tanto esto no permite el equilibrio en cuanto al personal requerido para la ejecución de una actividad. Así que

apoyados en la experiencia y tradición en la ejecución de las tareas de un proyecto, se trasladaron los rendimientos a una cuadrilla conformada por un operario y un ayudante, o cuadrilla base.

Debido a que la bibliografía consultada es de procedencia colombiana, en su régimen de construcción no se consideran tres categorías como en el Perú, solo consideran a los oficiales y ayudantes. Por lo tanto para trabajar según la metodología consultada hacemos una hipótesis de convertir un oficial a 1 o 2 ayudantes.

Teniendo en cuenta la complejidad de ciertas actividades, es necesario trabajar con un mayor número de personas, y en algunas ocasiones el personal presentará una proporción diferente entre operarios y ayudantes, tal es el caso de la actividad tomada como ejemplo, la cual presento una cuadrilla de 4 operarios y 14 ayudantes como personal de trabajo, de lo cual se calcula la cuadrilla equivalente como la relación del número de ayudantes entre el número de operarios arrojando como resultado 3.5.

3.3.3. Cálculo para la duración bruta

Para determinar la duración bruta se hace la diferencia entre la hora final y la hora inicial.

Ejemplo, 4:52 – 4:10 = 42 minutos

3.3.4. Cálculo para la duración neta

Al resultado de la duración bruta se le restan los descuentos que se hayan tenido en cuenta para la actividad; debido que la actividad escogida para el ejemplo es la fundida y esta no presenta ningún lapso de interrupción, entonces la duración neta es igual a la duración bruta

Ejemplo, 42 – 0 = 42 minutos

3.3.5. Cálculo para la duración proyectada [min]

La cuadrilla está conformada por el operario quien es la persona que determina el tiempo de ejecución de una actividad, ya que es el encargado de marcar el ritmo de trabajo, de aportar el conocimiento y la experiencia en una labor; y el ayudante de construcción quien facilita el trabajo, realizando labores tales como el transporte de materiales,

insumos, equipos o realizando labores repetitivas en las cuales no es necesario el conocimiento, ni la mano de obra calificada; haciendo una reducción notoria del tiempo de ejecución en una actividad. Debido a ello para la elaboración de este informe se parte de la hipótesis que a mayor cantidad de ayudantes, menor duración de la actividad, con la observación que existe un límite de ayudantes.

Se asume el porcentaje de reducción de tiempo máximo posible con ayudantes es del 30%, y que cada ayudante adicional a la cuadrilla base puede reducir hasta un 10% el tiempo de ejecución de la actividad, mas no se presenta más reducción de tiempo así se adicione cualquier cantidad más de ayudantes; pues la labor se terminará en el mismo tiempo en el que la realizaran una cuadrilla base y tres ayudantes adicionales; salvo que los trabajadores no presentaran situación de cansancio físico.

En la figura 7 se muestra la reducción de tiempo que debe ser un modelo exponencial decreciente, es decir, a mayor número de ayudantes, cada vez la reducción es mayor. No obstante para una mayor facilidad del modelo, se asume una reducción lineal, dando a cada ayudante un 10% de ajuste.

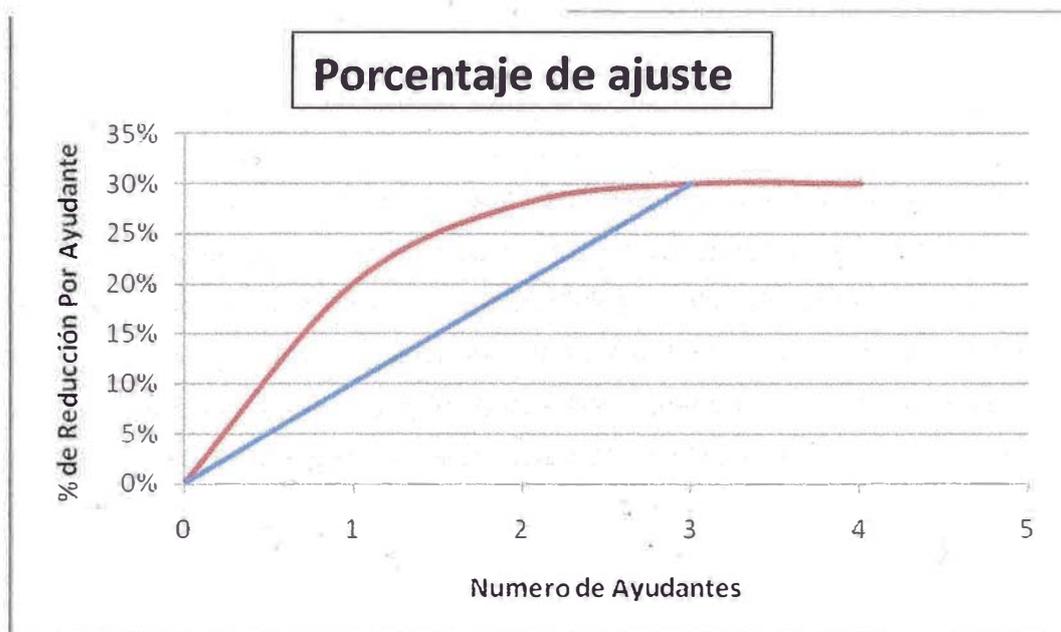


Figura 7. Modelo exponencial y lineal del porcentaje de ajuste

La metodología de ajuste real, parte de la base que cada operario puede conformar una cuadrilla que trabaje en un frente (cuadrilla equivalente) de iguales características. Luego la duración de cada frente será igual a la duración total de la cuadrilla original multiplicada por el número de frentes.

Retomando el ejemplo de colocación de concreto para la columna con 4 operarios y 14 ayudantes, tenemos cuatro frentes, conformados así: dos frentes distribuidos cada uno en: un operario y tres ayudantes, y los otros dos frentes cada uno con un operario y cuatro ayudantes. El tiempo que llevó colocar concreto en la columna fue de 42 min, equivalentes a 0,7 Hr/m^3 con los cuatro frentes de trabajo.

$$42 \text{ min} = \frac{0.7 \text{ Hr}}{m^3/4CE} = \frac{2.8 \text{ Hr CE}}{m^3}$$

Frentes de Trabajo, explicado en el párrafo anterior:

1 Op	1 Op
3 Ay	3 Ay
1 Op	1 Op
4 Ay	4 Ay

Lo cual equivale al tiempo que demorara una sola cuadrilla en hacer todo el trabajo. La duración resultante debe ajustarse en función del número de ayudantes adicionales por cuadrilla equivalente. Para esto se divide el número total de ayudantes de la cuadrilla real entre el número de operarios, de modo que el resultado menos uno será el número de ayudantes adicionales por cuadrilla equivalente, es decir, $14/4=3.5$, entonces $3.5-1=2.5$, que sería el número de ayudantes adicionales por cuadrilla equivalente. Finalmente el porcentaje de ajuste en tiempo será el producto de multiplicar el número de ayudantes adicionales por el 10% que aportaría cada uno, $2.5 \times 10\% = 0.25$.

Entonces los ayudantes adicionales aportan el 25% de descuento para la proyección del tiempo, es decir: se hace la multiplicación entre la duración neta en minutos por el número de frentes, éste resultado se multiplica por la diferencia entre el 100% de ejecución y el porcentaje de descuento, que para este ejemplo sería del 25%.

$$D_{\text{neto}} \times \frac{\text{No de frentes}}{\text{No de Ayudantes Adicionales}} \times [100\% - \{10\% \times (\text{No de Ayudantes Adicionales})\}] \quad \text{Eq(6)}$$

$$42 \times 4 \times \{1 - [0.1 \times (3.5 - 1)]\} = 126 \text{ min}$$

Cálculo para la duración proyecta [hora]

Para determinar la duración proyectada en horas se hace la relación de la duración proyectada en minutos entre los 60 min de una hora:

$$126 \text{ min} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 2.10 \text{ horas}$$

3.3.6. Cálculo para el Rendimiento [Hr/m³]

El rendimiento se determina de la relación entre el tiempo en horas empleado para la ejecución de la actividad por una cuadrilla base.

$$\frac{2.10 \text{ horas}}{0.963 \text{ m}^3} = 2.18 \frac{\text{Hr}}{\text{m}^3}$$

Del mismo modo se realizaron los cálculos para cada una de los elementos estudiados, ya que todos mantienen las mismas características en cuanto al personal utilizado y al óptimo avance de estos en la ejecución de los trabajos.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para las dos metodologías utilizadas en el presente informe de toda la base de datos existente se vio por conveniente agruparlas y solo utilizar las que tenían condiciones similares, estas condiciones se describen en el Capítulo 1.2 del presente informe.

Otro condicionante por ejemplo para colocación de concreto en zapatas se consideró solo las que se logró acarrear el material para la preparación de concreto a pie del elemento, los datos que involucran una mayor distancia de recorrido no se consideraron ya que podría llevar a resultados que no corresponden y por lo tanto un análisis equivocado, esto debido a que probablemente diversos elementos obstaculicen el recorrido o falla en el equipo de acarreo (minicargador), etc.

Para el encofrado de columnas se considera que el operario dispone de sus herramientas y materiales a pie del elemento, en el supuesto que tendría que transportar material para encofrado de un piso a otro o que tenga que desencofrar un elemento para disponer de material podría llevar a resultados que no corresponden.

Para todas estas situaciones se consideró como regla fundamental para el análisis la siguiente:

REGLA PARA EL ANÁLISIS: se considera solo los datos de campo que tengan condiciones similares de comparación, para colocación de concreto cuando el material está a pie del elemento y para encofrados se considera que el material para encofrado se encuentra a pie del elemento a encofrar.

Para los tiempos utilizados en acarrear agregado o transportar madera para encofrado se realiza otro tipo de análisis y debería considerarse en una partida de acarreo, pero este no analizará en el presente informe.

Por lo tanto la extensa base de datos quedo reducida a la que se muestra en el siguiente cuadro, junto con el cálculo de rendimiento según cuadrilla equivalente.

Para la determinación de la cuadrilla óptima se desarrolló una hoja de cálculo pero solo se consideró para el análisis el promedio de los resultados, por lo tanto la hoja de cálculo analiza solo los siguientes trabajos:

- Para Encofrado: Columnas, muros y Placas
- Para Colocación de concreto: Zapatas, columnas, muros y placas.

En el Cuadro 4 luego de los análisis respectivos utilizando las herramientas descritas en el presente informe como la metodología para el cálculo de rendimiento según cuadrilla equivalente y la metodología para la determinación de la cuadrilla ÓPTIMA, se muestran los resultados obtenidos:

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RENDIMIENTO					
	EXPEDIENTE TÉCNICO		RESULTADOS DEL ANÁLISIS	RENDIMIENTO C/DESENCOFRADO	
	CUADRILLA	RENDIMIENTO			
	ENCOFRADOS				
COLUMNAS	0.1 CA+01 OP + 01 OF	20 m2/día	0.1 CA+01 OP + 01 PE	17.19 m2/día	13.97 m2/día
MUROS	0.1 CA+01 OP + 01 OF	20 m2/día	0.1 CA+01 OP + 01 PE	20.78 m2/día	16.31 m2/día
PLACAS	0.1 CA+01 OP + 01 OF	20 m2/día	0.1 CA+01 OP + 01 PE	21.96 m2/día	16.85 m2/día
	COLOCACIÓN DE CONCRETO				
ZAPATAS	0.1 CA+03 OP + 02 OF + 12 PE	20 m3/día	0.1 CA+02 OP + 10 PE	14.41 m3/día	
COLUMNAS	0.1 CA+04 OP + 01 OF + 08 PE	10 m3/día	0.1 CA+02 OP + 06 PE	12.48 m3/día	
MUROS	0.1 CA+04 OP + 02 OF + 10 PE	18 m3/día	0.1 CA+02 OP + 07 PE	11.69 m3/día	
PLACAS	0.1 CA+04 OP + 01 OF + 08 PE	10 m3/día	0.1 CA+02 OP + 05 PE	07.53 m3/día	

Cuadro 4

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES:

- Las tablas publicadas por CAPECO y la RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 175 de 1968, son muy conservadoras, no aplicables al resto del país.
- Para encofrado de columnas se concluye que el rendimiento de la cuadrilla óptima (01 Operario + 01 Peón), es $17.19 \text{ m}^2/\text{día}$ y si se incluye el desencofrado se debe considerar $13.97 \text{ m}^2/\text{día}$.
- Para encofrado de muros divisorios se concluye que el rendimiento de la cuadrilla óptima (01 Operario + 01 Peón), es $20.78 \text{ m}^2/\text{día}$ y si se incluye el desencofrado se debe considerar $16.31 \text{ m}^2/\text{día}$.
- Para encofrado de placas se concluye que el rendimiento de la cuadrilla óptima (01 Operario + 01 Peón), es $21.96 \text{ m}^2/\text{día}$ y si se incluye el desencofrado se debe considerar $16.85 \text{ m}^2/\text{día}$.
- Para la colocación de concreto en zapatas se concluye que el rendimiento de la cuadrilla óptima (02 Operario + 10 Peones), es $14.41 \text{ m}^3/\text{día}$.
- Para la colocación de concreto en columnas se concluye que el rendimiento de la cuadrilla óptima (02 Operario + 06 Peones), es $12.48 \text{ m}^3/\text{día}$.
- Para la colocación de concreto en zapatas se concluye que el rendimiento de la cuadrilla óptima (02 Operario + 07 Peones), es $11.69 \text{ m}^3/\text{día}$.
- Para la colocación de concreto en placas se concluye que el rendimiento de la cuadrilla óptima (02 Operario + 05 Peones), es $7.53 \text{ m}^3/\text{día}$.
- La falta de análisis del rendimiento de mano de obra puede ser causal de que económicamente la obra no sea rentable.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para una obra en provincia es necesario realizar un estudio de rendimientos ya que no se cuenta con el avance tecnológico que influencia directamente en los procesos.
- Al analizar encofrados se debe tener en cuenta que se debe analizar también los desencofrados ya que en el Perú se acostumbra utilizar la partida "Encofrado y desencofrado del elemento".
- En obras de edificación la mano de obra representa el 30% a 35% aproximadamente del presupuesto, cifra significativa, por lo tanto es necesario hacer un estudio de rendimientos de mano de obra.
- Se considera solo los datos de campo que tengan condiciones similares de comparación, para colocación de concreto cuando el material está a pie del elemento y para encofrados se considera que el material para encofrado se encuentra a pie del elemento a encofrar.

BIBLIOGRAFÍA

- Botero Botero, Luis Fernando. *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. Colombia 2002
- Consuegra, Juan Guillermo. *Presupuestos de la Construcción*. Bhandar Editores. Bogota 2006.
- Navas R. F., Ridl M. R., Torés L. *Mano de obra en la construcción, determinación de la cuadrilla óptima por medio de una herramienta de simulación*. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 16-2, pp 151-163, ISSN 1665-529-X. (2012)

ANEXOS

CUADRO 5 DETERMINACIÓN DE LA CUADRILLA ÓPTIMA

C-of	0.22 hr/m ²	Producción a conseguir P	345 m ²	
C-ay	0.08 hr/m ²	Yi	2.75	COORDENADAS PARA GRAFICAR LA RECTA
C-tot	0.3 hr/m ²	Tiempo total necesario T _{tot} ^N	103.5 hr	X Y
		T _{ay} ^N	27.6 hr	2.55 7.00
		T _{of} ^N	75.9 hr	
		RELACION DE JORNALES	1.18	

N°	ALTERNATIVAS		TIEMPO		TIEMPO TOTAL DE EJECUCION			TIEMPO		DESPERDICIOS		DESPERDICIOS TOTALES				
	CUADRILLA		T _{of} ^N	T _{ay} ^N	T _{of} ^E	T _{ay} ^E	T _H ^E	T _{of} ^D	T _{ay} ^D	d _{of} ^H	d _{ay} ^H	d _{of}	d _{ay}			
	OF	AY	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	2	1	75.90	27.60	5.06	3.68	37.95	75.90	37.95	-0.75	0.27	-	10.35	-	1.38	1.38
9	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	3	1	75.90	27.60	3.37	3.68	27.60	82.80	27.60	0.25	-0.09	6.90	-	0.92	-	1.09
13	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	5	2	75.90	27.60	2.02	1.84	15.18	75.90	30.36	-0.50	0.18	-	2.76	-	0.37	0.37
23	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	5	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	6	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	7	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 6: MATRIZ DE ELEMENTOS

TE	UND	METRADO	Ubicación		Tarea E,V,D	Fecha	PERSONAL			Hora		Duración Medida (min)		Duración Proyectada		Índice de Producción	Rendimiento		
			Eje x	Eje y			Eje z	Op	Ay	CE	Inicio	Final	Bruta	Neto	Horas			Horas	Hr/Und
Z	m3	26	G	6-9	1	V	13-6	2	10	5	08:40	19:30	650	60	590	9.83	11.80	0.45	17.63
Z	m3	16.5	G	7-9	1	V	17-6	2	10	5	08:40	20:30	710	120	590	9.83	11.80	0.72	11.19
Z	m2	21	D	5-5	1	E	30-6	1	1	1	08:00	16:40	520	60	460	7.67	7.67	0.37	21.91
Z	m2	20.00	B	3-5	1	E	1-7	2	1	0.5	10:00	15:20	320	60	260	4.33	9.10	0.46	17.58
Z	m3	23.90	D	3-5	1	V	1-7	2	6	3	9:00	21:00	720	110	610	10.17	16.27	0.68	11.75
Z	m2	10.00	A	3-5	1	E	2-7	1	1	1	8:00	14:20	380	60	320	5.33	5.33	0.53	15.00
Z	m2	13.60	D	8	1	E	18-7	1	1	1	8:00	15:00	420	60	360	6.00	6.00	0.44	18.13
C	m2	12	5	E	1	E	25-6	1	1	1	08:00	16:40	520	60	460	7.67	7.67	0.64	12.52
C	m2	12	5	E	1	E	26-6	1	1	1	08:00	16:40	520	60	460	7.67	7.67	0.64	12.52
C	m2	24.00	C	3-4	1	E	1-7	2	2	1	8:00	16:30	510	60	450	7.50	15.00	0.63	12.80
C	m2	24.00	C	3-4	1	E	2-7	1	1	1	8:00	17:20	560	60	500	8.33	8.33	0.35	23.04
C	m3	4.20	D	8	1	V	3-7	2	5	2.5	9:00	12:00	180	0	180	3.00	5.10	1.21	6.59
C	m2	12.00	B	3	1	E	3-7	1	1	1	8:00	17:00	540	60	480	8.00	8.00	0.67	12.00
C	m2	12.00	B	4	1	E	3-7	1	1	1	8:00	17:00	540	60	480	8.00	8.00	0.67	12.00
C	m3	12.4	G	6-8	1	V	7-7	2	4	2	15:00	19:00	240	60	180	3.00	5.40	0.44	18.37
C	m2	24.00	9	F-6	1	E	8-7	1	1	1	8:00	18:30	630	60	570	9.50	9.50	0.40	20.21
C	m2	24.00	G	5-6	1	E	9-7	1	1	1	8:00	17:30	570	60	510	8.50	8.50	0.35	22.59
C	m2	24.00	A	4	1	E	10-7	1	1	1	8:00	17:30	570	60	510	8.50	8.50	0.35	22.59
C	m2	24.00	G	6-9	1	E	16-7	1	1	1	8:00	16:00	480	60	420	7.00	7.00	0.29	27.43
C	m2	12.00	B	3-5	1	E	17-7	1	1	1	8:00	16:00	480	60	420	7.00	7.00	0.58	13.71
C	m2	12.00	D	3-5	1	E	18-7	1	1	1	8:00	16:00	480	60	420	7.00	7.00	0.58	13.71
C	m2	12.00	9	F-6	1	E	19-7	1	1	1	8:00	17:00	540	60	480	8.00	8.00	0.67	12.00
M	m2	103.5	G	7-9	1	E	16-6	4	4	1	08:00	18:30	630	90	540	9.00	36.00	0.35	23.00
M	m2	18.2	G	5	1	E	18-6	2	2	1	08:00	13:30	330	0	330	5.50	11.00	0.60	13.24
M	m3	10.5	G	6-7	1	V	18-6	2	10	5	10:40	17:30	410	60	350	5.83	7.00	0.67	12.00
M	m2	35.7	G	6-8	1	E	23-6	2	2	1	08:00	18:20	620	60	560	9.33	18.67	0.52	15.30
M	m3	8.6	F	5-6	1	V	23-6	2	8	4	14:00	18:00	240	0	240	4.00	5.60	0.65	12.29
M	m2	36.8	G	8-9	1	E	24-6	2	2	1	08:00	18:30	630	60	570	9.50	19.00	0.52	15.49
M	m3	23.4	G	6-8	1	E	24-6	2	10	5	09:30	20:20	650	100	550	9.17	11.00	0.47	17.02
M	m2	37	9	D-F	1	E	24-6	2	2	1	08:00	17:00	540	60	480	8.00	16.00	0.43	18.50
M	m2	30.7	9	F-6	1	E	25-6	2	2	1	08:00	18:00	600	60	540	9.00	18.00	0.59	13.64

Cuadro 6: MATRIZ DE ELEMENTOS

TE	UND	METRADO	Ubicación		Tarea E,V,D	Fecha	PERSONAL			Hora			Duración Medida (min)			Duración Proyectada			Índice de Rendimiento	
			Eje x	Eje y			Eje z	Op	Ay	CE	Inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta	Horas	Horas	Hr/Und	Und/día	
M	m3	16.8	9	F-6	1	V	25-6	2	10	5	08:30	18:00	570	60	510	8.50	10.20	0.61	13.18	
M	m2	30.7	9	F-6	1	E	26-6	2	2	1	08:00	16:00	480	60	420	7.00	14.00	0.46	17.54	
M	m2	34.2	G	7-8	1	D	26-6	1	1	1	08:00	16:00	480	60	420	7.00	7.00	0.20	39.09	
M	m2	30.7	9	F-6	1	E	27-6	2	2	1	08:00	18:00	600	60	540	9.00	18.00	0.59	13.64	
M	m2	37.1	G	5-6	1	E	30-6	2	2	1	08:00	17:00	540	60	480	8.00	16.00	0.43	18.55	
M	m2	18	A	4	1	D	30-6	1	1	1	13:00	16:00	180	0	180	3.00	3.00	0.17	48.00	
M	m2	6.1	G	5-6	1	E	30-6	1	1	1	08:00	12:00	240	0	240	4.00	4.00	0.66	12.20	
M	m2	40.00	G	6-9	1	E	7-7	1	1	1	8:00	18:30	630	60	570	9.50	9.50	0.24	33.68	
M	m3	13.50	B	3-5	1	V	8-7	2	4	2	13:00	19:00	360	0	360	6.00	10.80	0.80	10.00	
M	m2	97.50	9	6-8	1	E	9-7	3	2	0.7	8:00	18:00	600	60	540	9.00	27.81	0.29	28.05	
M	m3	13.80	D	F-6	1	V	9-7	2	5	2.5	13:00	19:00	360	60	300	5.00	8.50	0.62	12.99	
M	m2	73.80	9	5-6	1	E	10-7	3	2	0.7	8:00	18:30	630	60	570	9.50	29.36	0.40	20.11	
M	m2	73.80	G	4	1	E	11-7	3	1	0.3	8:00	18:30	630	60	570	9.50	30.50	0.41	19.36	
M	m3	10.90	A	6-9	1	V	11-7	2	7	3.5	14:00	21:00	420	60	360	6.00	9.00	0.83	9.69	
M	m2	29.00	G	5-6	1	E	11-7	1	1	1	8:00	17:30	570	60	510	8.50	8.50	0.29	27.29	
M	m2	24.90	G	6-9	1	E	14-7	1	1	1	8:00	17:30	570	60	510	8.50	8.50	0.34	23.44	
M	m2	22.00	G	3-5	1	E	14-7	1	1	1	8:00	16:30	510	60	450	7.50	7.50	0.34	23.47	
M	m2	58.30	G	6-8	1	E	15-7	2	2	1	8:00	18:30	630	60	570	9.50	19.00	0.33	24.55	
M	m2	22.00	G	7-8	1	E	15-7	1	1	1	8:00	16:30	510	60	450	7.50	7.50	0.34	23.47	
M	m2	57.10	B	F-6	1	E	16-7	2	2	1	8:00	17:30	570	60	510	8.50	17.00	0.30	26.87	
M	m2	18.00	9	5-6	1	E	16-7	1	1	1	8:00	18:30	630	60	570	9.50	9.50	0.53	15.16	
M	m2	19.00	D	5	1	E	17-7	1	1	1	8:00	15:00	420	60	360	6.00	6.00	0.32	25.33	
M	m2	25.00	9	5-6	1	E	17-7	1	1	1	8:00	17:30	570	60	510	8.50	8.50	0.34	23.53	
P	m2	32	G	6	1	D	17-6	1	1	1	08:00	17:00	540	90	450	7.50	7.50	0.23	34.13	
P	m2	35	C	5-6	1	E	18-6	2	2	1	08:00	17:00	540	60	480	8.00	16.00	0.46	17.50	
P	m2	11	D	6-9	1	E	19-6	1	1	1	08:00	17:30	570	60	510	8.50	8.50	0.77	10.35	
P	m2	30	G	3-5	1	E	23-6	2	2	1	08:00	17:00	540	60	480	8.00	16.00	0.53	15.00	
P	m2	26.70	B	6-8	1	E	4-7	1	1	1	8:00	19:20	680	60	620	10.33	10.33	0.39	20.67	
P	m3	4.10	D	F-6	1	V	4-7	2	5	2.5	17:00	20:00	180	0	180	3.00	5.10	1.24	6.43	
P	m2	35.00	9	5-6	1	E	4-7	2	2	1	8:00	19:00	660	60	600	10.00	20.00	0.57	14.00	
P	m2	26.70	G	6-9	1	E	5-7	1	1	1	8:00	21:20	800	60	740	12.33	12.33	0.46	17.32	

Cuadro 6: MATRIZ DE ELEMENTOS (Continuación)

TE	UND	METRADO	Ubicación		Tarea E,V,D	Fecha	PERSONAL			Hora		Duración Medida (min)			Duración Proyectada		Índice de Producción: Hr/Und	Rendimiento Und/día	
			Eje x	Eje y			Eje z	Op	Av	CE	inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta	Horas			Horas
P	m3	4.80	G	7-9	1	V	5-7	2	5	2.5	16:00	19:00	180	0	180	3.00	5.10	1.06	7.53
P	m2	30.00	G	5-5	1	E	7-7	1	1	1	8:00	17:20	560	60	500	8.33	8.33	0.28	28.80
P	m2	53.00	G	3-5	1	E	7-7	2	2	1	8:00	19:00	660	60	600	10.00	20.00	0.38	21.20
P	m2	97.50	B	3-5	1	E	8-7	3	1	0.3	8:00	18:00	600	60	540	9.00	28.89	0.30	27.00
P	m2	35.40	C	5-6	1	E	17-7	1	1	1	8:00	17:00	540	60	480	8.00	8.00	0.23	35.40
P	m2	30.00	D	6-9	1	E	18-7	1	1	1	8:00	16:00	480	60	420	7.00	7.00	0.23	34.29

CUADRO 7: RENDIMIENTOS MÍNIMOS OFICIALES DE LA MANO DE OBRA EN LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL EN EL RAMO DE EDIFICACIÓN

FUENTE: Resolución Ministerial N° 175 DEL 09.04.68, para Lima y Callao jornada de 8 horas

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8 HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
1	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>							
1.01	Excavación de zanjas para cimientos corridos en terreno normal seco							
	a) Hasta 1.00 m. de prof.	m ³	4	0.1	-	-	1	pico y lampa
	b) Hasta 1.40 m. de prof.	m ³	3.5	0.1	-	-	1	pico y lampa
	c) Hasta 1.70 m. de prof.	m ³	3	0.1	-	-	1	pico y lampa
2	<u>MUROS Y TABIQUES ALBAÑILERÍA</u>							
2.01	Ladrillo K.K. De arcilla o calcáreo, mezcla 1:5							
	a) Muro de cabeza							
	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	350	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	380	0.1	-	-	½	andamio simple
	- De más de 4 m. de longitud	pza.	400	0.1	1	-	½	andamio simple
	b) Muro de soga							
	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	280	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	320	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De más de 4 m. de longitud	pza.	350	0.1	1	-	½	andamio simple
	Nota: Para acabado caravista los anteriores rendimientos se disminuirán en 15% por cara							

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8 HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
2.03	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	360	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	380	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De más de 4 m. de longitud	pza.	400	0.1	1	-	½	andamio simple
	b) Muro de sogá							
	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	280	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	320	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De más de 4 m. de longitud	pza.	360	0.1	1	-	½	andamio simple
	Ladrillo corriente de arcilla o calcáreo mezcla 1:5							
	a) Muro de cabeza							
	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	460	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	510	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De más de 4 m. de longitud	pza.	550	0.1	1	-	½	andamio simple
	b) Muro de sogá							
	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	290	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	330	0.1	1	-	½	andamio simple
- De más de 4 m. de longitud	pza.	360	0.1	1	-	½	andamio simple	
3	<u>REVOQUES Y ENLUCIDOS</u>							
3.01	Tarrajeo acabado en interiores sin pañeteo previo, espesor 1.5 cm mz. 1:5							
	- Muros de menos de 2 m. de longitud	m ²	12	0.1	1	-	½	andamio simple
	- Muros de 2 a 4 m. de longitud	m ²	15	0.1	1	-	½	andamio simple

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr	
				Ca	Op	Of	Pe		
3.02	- Muros de más de 4 m. de longitud	m ²	16	0.1	1	-	½	andamio simple	
	Tarrajeo acabado en interiores con pañeteo previo, espesor 1.5 cm mz. 1:5								
	a) Pañeteo								
	- Muros de menos de 2 m. de longitud	m ²	22	0.1	1	-	⅓	andamio simple	
	- Muros de 2 a 4 m. de longitud	m ²	28	0.1	1	-	⅓	andamio simple	
	- Muros de más de 4 m. de longitud	m ²	34	0.1	1	-	⅓	andamio simple	
	b) Tarrajeo								
	- Muros de menos de 2 m. de longitud	m ²	15	0.1	1	-	½	andamio simple	
	- Muros de 2 a 4 m. de longitud	m ²	18	0.1	1	-	½	andamio simple	
	- Muros de más de 4 m. de longitud	m ²	20	0.1	1	-	½	andamio simple	
3.03	Empastado con yeso en cielorraso sin cintas, en habitaciones:								
	- Menos de 10 m2 de área	m ²	13	0.1	1	-	⅓	andamio	
	- De 10 a 20 m2 de área	m ²	14	0.1	1	-	⅓	andamio	
	- Más de 20 m2 de área	m ²	17	0.1	1	-	⅓	andamio	
3.04	Empastado con yeso en cielorraso con cintas, en habitaciones:								
	- Menos de 10 m2 de área	m ²	10	0.1	1	-	⅓	andamio	
	- De 10 a 20 m2 de área	m ²	12	0.1	1	-	⅓	andamio	
	- Más de 20 m2 de área	m ²	14	0.1	1	-	⅓	andamio	

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
4	<u>PISOS Y PAVIMENTOS</u>							
4.01	Piso de loseta veneciana o corriente de 20 x 20 incluido la fragua en habitaciones:							
	- Menos de 10 m2 de área	m ²	7	0.1	1	-	½	-
	- De 10 a 20 m2 de área	m ²	9	0.1	1	-	½	-
	- Más de 20 m2 de área	m ²	12	0.1	1	-	½	-
4.02	Piso de loseta veneciana o corriente de 30 x 30 incluido la fragua en habitaciones:							
	- Menos de 10 m2 de área	m ²	8	0.1	1	-	½	-
	- De 10 a 20 m2 de área	m ²	10	0.1	1	-	½	-
	- Más de 20 m2 de área	m ²	12	0.1	1	-	½	-
5	<u>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</u>	-	-					
5.01	Zócalo de mayólica de 15 x 15 incluye la preparación mezcla, asentado, cartabones y fraguado, en habitaciones							
	- Menos de 5 m2 de área	m ²	3	0.1	1	-	⅓	-
	- De 5 a 10 m2 de área	m ²	4	0.1	1	-	⅓	-
	- Más de 10 m2 de área	m ²	5	0.1	1	-	⅓	-
5.02	Zócalo de mayólica de 11 x 11 incluye la preparación mezcla, asentado, cartabones y fraguado, en habitaciones							
	- Menos de 5 m2 de área	m ²	2.5	0.1	1	-	⅓	-
	- De 5 a 10 m2 de área	m ²	3	0.1	1	-	⅓	-
	- Más de 10 m2 de área	m ²	3.5	0.1	1	-	⅓	-
5.03	Contrazócalo de loseta de 10 x 20 ó 10 x 30 incluye la preparación mezcla, asentado, cartabones y fraguado							

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
	- Menos de 5 m2 de área	ml	16	0.1	1	-	1/3	-
	- De 5 a 10 m2 de área	ml	18	0.1	1	-	1/3	-
	- Más de 10 m2 de área	ml	20	0.1	1	-	1/3	-
5.04	Contrazócalo de cemento de 10 cm de alto; incluye picado, preparación de mezcla, resanes	ml	24	0.1	1	-	1/3	-
5.05	Contrazócalo de cemento de 30 cm de alto; incluye picado, preparación de mezcla, resanes	ml	17	0.1	1	-	1/3	-
6	<u>TECHADO Y CUBIERTAS</u>							
6.01	Cobertura de ladrillo pastelero, incluye preparación de barro y mezcla de fraguado para:							
	- Asentado (ladrillos pasteleros)	pza	320	0.2	-	1	1/2	-
	- Fraguado	m ²	50	0.1	-	1	1/2	-

FUENTE: Resolución Ministerial N° 175 DEL 09.04.68, para Lima y Callao en jornada de 8 horas

CUADRO 8: RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE MANO DE OBRA PARA OBRAS DE EDIFICACIÓN EN LAS PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO - CAPECO								
N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8 HRS)	CUADRILLA				Equ y/o Herr.
				Ca	Op	Of	Pe	
1	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>							
1.01	Demolición de albañilería	m ²	16	0.1	-	-	1	Comba
1.02	Excavación para zapatas aisladas en terreno normal seco. Prof. de 1.40 a 1.70 m.	m ³	2.5	0.1	-	-	1	pico y lampa
1.03	Eliminación de material excedente Hasta una distancia promedio de 30 m.	m ³	6	0.1	-	-	1	carretilla

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
1.04	Corte o relleno de terreno hasta 0.20 m. de profundidad sin apisonado	m ³	40	0.1	-	-	1	pico y lampa
1.05	Relleno con material propio: manual	m ³	7	0.1	-	-	1	pico y lampa
1.06	Nivelación y apisonado para falso piso o piso (manual)	m ²	120	0.1	-	-	1	1 pisón de mano
2	<u>CONCRETO SIMPLE</u>							
2.01	Cimientos corridos	m ³	25	1	1	2	8	1 mezcl. 9-11p3
2.02	Sobrecimientos							
	a) De 0.25 m. de ancho	m ³	12	1	1	2	8	1 mezcl. 9-11p3
	b) De 0.15 m. de ancho	m ³	10	1	1	2	8	1 mezcl. 9-11p3
2.03	Falso piso de 2"							
	- Reglado	m ²	100	0.1	1	-	3	-
	- Vaciado	m ²	200	0.2	2	1	6	1 mezcl. 9-11p3
2.04	Solado de 3" para zapatas	m ²	80	0.2	2	1	6	1 mezcl. 9-11p3
3	<u>ENCOFRADOS</u>							
3.01	Encofrado de sobrecimientos hasta 0.30 m. de alto:							
	- Habilitación	m ²	40	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	14	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	28	-	-	1	2	-
3.02	Encofrado de vigas de cimentación							
	- Habilitación	m ²	50	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	10	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	35	-	-	1	2	-
3.03	Encofrado de muros de sostenimiento (1 cara)							
	- Habilitación	m ²	48	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	12	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	50	-	-	1	2	-
3.04	Encofrado de muros de sostenimiento (2 cara)							
	- Habilitación	m ²	40	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	10	0.1	1	1	-	-

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
3.05	- Desencofrado	m ²	40	-	-	1	2	-
	Encofrado de cisterna (1 cara interior)							
	- Habilitación	m ²	45	0.1	1	1	-	-
3.06	- Encofrado	m ²	14	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	30	-	-	1	2	-
	Encofrado de cisterna (1 cara interior y 1 exterior)							
3.07	- Habilitación	m ²	40	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	12	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	24	-	-	1	2	-
3.08	Encofrado de columna típica							
	- Habilitación	m ²	40	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	10	0.1	1	1	-	-
3.09	- Desencofrado	m ²	40	-	-	1	2	-
	Encofrado de columna caravista							
	- Habilitación	m ²	40	0.1	1	1	-	-
3.10	- Encofrado	m ²	6	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	25	-	-	1	2	-
	Encofrado de viga típica							
3.11	- Habilitación	m ²	40	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	9	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	36	-	-	1	2	-
3.12	Encofrado de viga caravista							
	- Habilitación	m ²	40	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	6	0.1	1	1	-	-
3.13	- Desencofrado	m ²	12	-	-	1	2	-
	Encofrado de losa aligerada							
	- Habilitación	m ²	75	0.1	1	1	-	-
3.14	- Encofrado	m ²	12	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	36	-	-	1	2	-
	Encofrado de losa maciza							
3.15	- Habilitación	m ²	60	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	15	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	15	-	-	1	2	-
3.16	Encofrado de escaleras							
	- Habilitación	m ²	28	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	6	0.1	1	1	-	-
3.17	- Desencofrado	m ²	18	-	-	1	2	-

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
3.14	Encofrado de caja de ascensor							
	- Habilitación	m ²	40	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	10	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	20	-	-	1	2	-
3.15	Encofrado de tanque elevado (cuba)							
	- Habilitación	m ²	20	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	m ²	12	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	m ²	20	-	-	1	2	-
3.16	Encofrado de caja de frisos							
	- Habilitación	ml	96	0.1	1	1	-	-
	- Encofrado	ml	24	0.1	1	1	-	-
	- Desencofrado	ml	72	-	-	1	2	-
4	<u>CONCRETO ARMADO</u>							
4.01	Zapatas, concreto 140 y 175 Kg/cm ² , dosificación en volumen	m ³	25	0.2	2	2	8	1 mezcl. 9-11p3 1 vibrador trans- porte canaletas
4.02	Vigas de cimentación, concreto 175 y 210 Kg/cm ² , dosificación en volumen	m ³	20	0.2	2	2	8	1 mezcl. 9-11p3
	- Curado	m ³	80	0.1	-	-	1	1 vibrador trans- porte en boogie
4.03	Losas de cimentación, concreto 175 y 210 Kg/cm ² , dosificación en volumen	m ³	22	0.2	2	2	8	1 mezcl. 9-11p3
	- Curado	m ³	88	0.1	-	-	1	1 vibrador trans- porte en boogie
4.04	Muros de sostenimiento (0.20 m. ó más), concreto 175 y 210 Kg/cm ² , dosificación en volumen	m ³	10	0.2	2	2	10	1 mezcl. 9-11p3
	- Curado	m ³	30	0.1	-	-	1	1 vibrador 1 winche
4.05	Tabiques de concreto (0.10 a 0.15 m.) de 175 y 210 Kg/cm ² , dosificación en volumen	m ³	8	0.2	2	2	10	1 mezcl. 9-11p3
	- Curado	m ³	30	0.1	-	-	1	1 vibrador

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
4.14	Ladrillo hueco, subida y colocación Dimensiones: - De 12 x 30 x 30 - De 15 x 30 x 30 - De 20 x 30 x 30	pza pza pza	2000 1600 1300	0.1 0.1 0.1	1 1 1	1 1 1	9 9 9	Ladrillos en el piso hasta 30m. lugar de colocac.
5	MUROS Y TABIQUES ALBAÑILERÍA	-	-	-	-	-	-	-
5.01	Muro de ladrillo K.K. de canto, de arcilla, 200 ladr. ÷ 25	m ²	8	0.1	1	-	½	andamio simple
5.02	Muro de ladrillo pandereta de canto, de arcilla, 200 ladr. ÷ 28	m ²	7.14	0.1	1	-	½	andamio simple
5.03	Muro de ladrillo corriente standard (6 x 12 x 24) de cabeza, 550 ladr. ÷ 99	m ²	5.55	0.1	1	-	½	andamio simple
5.04	Muro de ladrillo corriente standard (6 x 12 x 24) de sogá, 360 ladr. ÷ 52	m ²	6.92	0.1	1	-	½	andamio simple
5.05	Muro de ladrillo corriente standard (6 x 12 x 24) de canto, 200 ladr. ÷ 29	m ²	6.89	0.1	1	-	½	andamio simple
5.06	Muro de ladrillo corriente, 1 caravista de cabeza, 340 ladr. ÷ 110	m ²	3.09	0.1	1	-	½	andamio simple
5.07	Muro de ladrillo corriente, 1 caravista de sogá, 300 ladr. ÷ 57	m ²	5.26	0.1	1	-	½	andamio simple
5.08	Muro de ladrillo Previ (hueco) de cabeza, de 29 x 9 x 9, 400 ladr. ÷ 91	m ²	4.4	0.1	1	-	½	andamio simple
5.09	Muro de ladrillo Previ (hueco) de sogá, de 29 x 9 x 9, 350 ladr. ÷ 31	m ²	11.3	0.1	1	-	1½	andamio simple
6	REVOQUES, ENLUCIDOS y MOLDURAS	-	-	-	-	-	-	-
6.01	Tarrajeo primario (rayado) espesor 1.5 cm. mezcla 1:5	m ²	15	0.1	1	-	½	andamio
6.02	Tarrajeo en interiores, espesor 1.5 cm. - Pañeteo - Tarrajeo	m ² m ²	34 20	0.1 0.1	1 1	- -	⅓ ½	andamio andamio

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
6.03	Tarrajeo en exteriores, espesor 1.5 cm.							
	- Pañeteo	m ²	25	0.1	1	-	1/3	andam. fachada
	- Tarrajeo	m ²	12	0.1	1	-	1/2	andam. fachada
6.04	Tarrajeo de columnas - superficie, espesor 1.5 cm. mezcla 1:5	m ²	8	0.1	1	-	1/3	andamio
6.05	Tarrajeo de columnas - aristas	ml	20	0.1	1	-	1/3	andamio
6.06	Tarrajeo de vigas - superficie, espesor 1.5 cm. mezcla 1:5	m ²	6.5	0.1	1	-	1/3	andamio
6.07	Tarrajeo de vigas - aristas	ml	18	0.1	1	-	1/3	andamio
6.08	Vestidura de derrames	ml	18	0.1	1	-	1/3	andamio
6.09	Bruña de 1.0 cm.	ml	25	0.1	1	-	1/3	andamio
6.1	Enlucido de yeso sobre muros de ladrillo, espesor de 1.0 cm.	m ²	20	0.1	1	-	1/2	andamio
7	<u>CIELO RASO</u>							
7.01	Cielo raso con yeso - sin cintas espesor 1.0 cm.	m ²	14	0.1	1	-	1/3	andamio
7.02	Cielo raso con yeso - con cintas espesor 1.0 cm.	m ²	12	0.1	1	-	1/3	andamio
7.03	Cielo raso con mezcla con cintas, espesor 1.0 cm.							
	- Pañeteo y cintas	m ²	20	0.1	1	-	1/2	andamio
	- Revestimiento	m ²	6	0.1	1	-	1/2	andamio
7.04	Vestidura de fondo de escalera	m ²	8	0.1	1	-	1/2	andamio
8	<u>PISOS Y PAVIMENTOS</u>							
8.01	Contrapiso de 40 mm.	m ²	100	0.3	3	1	6	1 mezcl. 9-11p3
8.02	Contrapiso de 48 mm.	m ²	80	0.3	3	1	6	1 mezcl. 9-11p3
8.03	Piso de loseta veneciana de 20 x 20, base 1.0 cm., mezcla 1:4	m ²	9	0.1	1	-	1/2	-
8.04	Piso de loseta veneciana de 30 x 30, base 1.0 cm., mezcla 1:4	m ²	12	0.1	1	-	1/2	-

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
8.05	Piso de cerámica exagonal, base de 3.0 cm., mezcla 1:4	m ²	8	0.1	1	-	½	-
8.06	Piso de loseta vivílica	m ²	40	0.1	1	-	½	-
8.07	Piso de mármol travertino, base de 2.0 cm., mezcla 1:4	m ²	5	0.1	1	-	2	-
8.08	Piso de concreto 2" sin colorear, base de 4.0 cm., f'c=140 Kg/cm ²	m ²	120	0.3	3	1	6	1 mezcl. 9-11p3
8.09	Piso de concreto 2" coloreado, base de 4.0 cm., f'c=140 Kg/cm ²	m ²	100	0.3	3	1	6	1 mezcl. 9-11p3
8.1	Piso de concreto 4" sin colorear	m ²	105	0.3	3	1	6	1 mezcl. 9-11p3
8.11	Afirmado de 4" para veredas	m ²	200	0.1	1	1	8	Compactador
8.12	Vereda de 4", de 2.0 m. de ancho							
	a) Reglado	m ²	30	0.1	1	-	1	1 mezcl. 9-11p3
	b) Vaciado	m ²	100	0.3	3	1	6	-
	c) Curado	m ²	200	0.1	-	-	1	-
8.13	Pista de concreto de 6", f'c=210 Kg/cm ²							
	a) Reglado	m ²	50	0.1	1	-	1	1 mezcl. 9-11p3
	b) Vaciado	m ²	200	0.4	4	4	14	-
	c) Curado	m ²	200	0.1	-	-	1	-
8.14	Carpeta asfáltica en frío de 2", con equipo	m ²	1600	0.5	-	3	8	Tractor, rodillos, pavimentador a, planta de asfalto.
8.15	Carpeta asfáltica en caliente de 2", con equipo	m ²	1600	1	-	2	8	Cargador, rodillos, pavimentad., volq. planta de asfalto.
9	<u>CONTRAZOCALOS</u>							
9.01	Contrazócalos de loseta veneciana de 10 x 20, base 1.0 cm., mezcla 1:3	ml	18	0.1	1	-	⅓	-
9.02	Contrazócalo de cemento, sin colorear 0.10 m. de alto, espesor 2.0 cm. 1:5	ml	24	0.1	1	-	⅓	-

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
9.03	Contrazócalo de cemento, sin colorear 0.20 m. de alto, espesor 2.0 cm. 1:5	ml	20	0.1	1	-	1/3	-
9.04	Contrazócalo de cemento, sin colorear 0.30 m. de alto, espesor 2.0 cm. 1:5	ml	17	0.1	1	-	1/3	-
9.05	Contrazócalo de aluminio anodizado de h=2"	ml	30	0.1	1	-	1/2	-
9.06	Contrazócalo de madera de cedro de 3/4" x 2"	ml	30	0.1	1	-	1/2	-
9.07	Contrazócalo de madera de cedro de 3/4" x 3"	ml	30	0.1	1	-	1/2	-
10	<u>ZOCALOS</u>							
10.01	Zócalo de mayólica de 15 x 15, base de 2.0 cm., mezcla 1:4	m ²	4	0.1	1	-	1/3	-
10.02	Zócalo de mayólica de 11 x 11, base de 2.0 cm., mezcla 1:4	m ²	4	0.1	1	-	1/3	-
11	<u>REVESTIMIENTOS DE GRADAS Y ESCALERAS</u>							
11.01	Forjado y revestimiento de gradas de escalera - acabado frotachado de 0.17x 0.28, espesor 3.0 cm., mezcla 1:4	ml	8	0.1	1	-	1/2	-
11.02	Forjado y revestimiento de gradas de escalera - acabado cemento coloreado pulido, de 3.0 cm., mezcla 1:4	ml	5	0.1	1	-	1/2	-
11.03	Descanso de escalera - acabado frotachado, base de 3.0 cm, mezc. 1:4	m ²	20	0.1	1	-	1	-
11.04	Descanso de escalera - acabado cemento coloreado pulido de 3.0 cm.	m ²	12	0.1	1	-	1	-
12	<u>CUBIERTAS</u>							
12.01	Ladrillo pastelero de arcilla de 24 x 24 x 3 asentado con mezcla 1:5							
	- Asentado	m ²	30	0.2	-	1	1	-
	- Fraguado	m ²	40	0.1	-	1	1/2	-

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
12.02	Ladrillo pastelero de arcilla de 24 x 24 x 3 asentado con barro, juntas de mezcla.							
	- Asentado	m ²	21	0.2	-	1	½	-
	- Fraguado	m ²	50	0.1	-	1	½	-
12.03	Cobertura de techo con torta de barro de 2"	m ²	40	0.2	-	2	4	-
13	<u>CARPINTERIA DE MADERA</u>							
13.01	Pasamano aislado de cedro de 2" x 3"	ml	6	-	1	-	-	-
13.02	Puertas contraplacadas de 35 mm.	m ²	2	-	1	-	-	-
14	<u>PINTURA</u>							
14.01	Al temple, de cielo raso y muros							
	- Imprimación	m ²	45	-	1	-	-	-
	- Pintura	m ²	40	-	1	-	-	-
14.02	Al latex, de cielo raso y muros, considerar 2 manos e imprimación	m ²	33	-	1	-	-	-
14.03	Pintura de contrazócalo con barniz	ml	60	-	1	-	1½	-
15	<u>INSTALACIONES SANITARIAS</u>							
15.01	Colocación de aparatos sanitarios (corrientes)	pza	4	0.2	2	-	1	-
15.02	Colocación de accesorios sanitarios (papelera, jabonera, etc.)	pza	8	0.1	1	1	½	-
15.03	Salida de desagüe de PVC con tubería PVC de 2" y 4" y de CSN de 6"	pto	4	0.1	1	-	1	-
15.04	Sumidero de 2", de bronce	pza	4	0.1	1	-	½	-
15.05	Registro de 4" de bronce	pza	4	0.1	1	-	½	-
16	<u>INSTALACIONES ELECTRICAS</u>							
16.01	Salida para braquette, con PVC	pto	4	0.1	1	-	¾	-
16.02	Salida para spot-light, PVC	pto	4	0.1	1	-	¾	-

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8HRS)	CUADRILLA				Eq y/o Herr
				Ca	Op	Of	Pe	
16.03	Salida para tomacorriente, bipolar simple, con PVC	pto	4	0.1	1	-	¾	-
16.04	Salida para calentador, con PVC	pto	5	0.1	1	-	2	-
16.05	Salida para cocina, con PVC	pto	8	0.1	1	-	1	-