



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMAS APLICANDO CPM, PROYECTO
CONSTRUCCIÓN CANAL REVESTIDO AALL, PARROQUIA NOBOA,
CANTÓN 24 DE MAYO, MANABI

BLACIO APOLO HUGO FERNANDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2019



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMAS APLICANDO CPM,
PROYECTO CONSTRUCCIÓN CANAL REVESTIDO AALL,
PARROQUIA NOBOA, CANTÓN 24 DE MAYO, MANABI

BLACIO APOLO HUGO FERNANDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2019



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMAS APLICANDO CPM, PROYECTO
CONSTRUCCIÓN CANAL REVESTIDO AALL, PARROQUIA NOBOA, CANTÓN 24
DE MAYO, MANABI

BLACIO APOLO HUGO FERNANDO
INGENIERO CIVIL

CARRILLO LANDIN ANGEL ANTONIO

MACHALA, 26 DE AGOSTO DE 2019

MACHALA
26 de agosto de 2019

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado PRESUPUESTO Y CRONOGRAMAS APLICANDO CPM, PROYECTO CONSTRUCCIÓN CANAL REVESTIDO AALL, PARROQUIA NOBOA, CANTÓN 24 DE MAYO, MANABI, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



CARRILLO LANDIN ANGEL ANTONIO
0701210668
TUTOR - ESPECIALISTA 1



CABRERA GORDILLO JORGE PAUL
0703092874
ESPECIALISTA 2



TACURI RIVAS MARCO ANTONIO
0702217944
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: lunes 26 de agosto de 2019 - 13:52

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Blacio Hugo_FIC_UTMACH_Complexivo.docx (D54792116)
Submitted: 8/13/2019 3:55:00 AM
Submitted By: hfblacio_est@utmachala.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

Solorzano Portilla Darwin Fabricio. Examen Complexivo. Metodo de la Ruta CríticaCPM.docx (D40296354)

Instances where selected sources appear:

1

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, BLACIO APOLO HUGO FERNANDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado PRESUPUESTO Y CRONOGRAMAS APLICANDO CPM, PROYECTO CONSTRUCCIÓN CANAL REVESTIDO AALL, PARROQUIA NOBOA, CANTÓN 24 DE MAYO, MANABI, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 26 de agosto de 2019



BLACIO APOLO HUGO FERNANDO
0705639029

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres quienes han estado apoyándome constantemente no solo de manera económica sino también de manera emocional durante toda mi vida universitaria y han estado siempre presentes cuando los he necesitado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por regalarme la vida y la salud para alcanzar cada una de las metas que me he propuesto a lo largo de mi vida.

Agradezco a mis padres, por todo el sacrificio que han realizado a lo largo de toda mi formación académica, siendo un pilar fundamental para poder superar todos los obstáculos que se me han presentado en la misma y ayudarme a ser una mejor persona cada día.

RESUMEN

La ingeniería civil es un conjunto de ciencias técnicas, pragmáticas e interdisciplinarias encargadas de gestionar infraestructuras para resolver problemas sociales, partiendo de un análisis de materiales, flujos monetarios, personal e integrar cronogramas que viabilicen la construcción del proyecto en forma eficiente.

La necesidad de implementar un control en la realización de proyectos demanda un análisis detallado de todos los activos e insumos del proyecto, basado en un estudio técnico capaz de justificar la inversión del recurso monetario; por lo tanto, es imperioso investigar, caracterizar y explicar las concepciones del trabajo en forma holística desde el punto de vista del autor empleando el método científico e inferencias afines a la cátedra de programación de obras.

El presente caso práctico tiene por objetivo elaborar el presupuesto y cronogramas valorados de la obra "*Construcción de un canal revestido*", mediante la aplicación del método de la ruta crítica (CPM); con la finalidad de encontrar la mejor planificación en la ejecución de dicho trabajo.

PALABRAS CLAVES: Programación de obras, cronogramas, ruta crítica, canal revestido.

ABSTRACT

Civil engineering is a set of technical sciences, pragmatic and interdisciplinary responsible for managing infrastructure to solve social problems, based on an analysis of materials, monetary flows, personnel and integrate schedules that make the construction of the project efficient.

The need to implement a control in the realization of projects requires a detailed analysis of all the assets and inputs of the project, based on a technical study capable of justifying the investment of the monetary resource; therefore, it is imperative to investigate, characterize and explain the conceptions of work in a holistic way from the point of view of the author using the scientific method and inferences related to the program of works programming.

The purpose of this case study is to prepare the budget and estimated schedules of the work "Construction of a coated channel", by applying the critical path method (CPM); in order to find the best planning in the execution of said work.

KEYWORDS: Programming of works, chronograms, critical route, coated channel.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	- 5 -
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	- 6 -
ÍNDICE DE ANEXOS.....	- 7 -
1. INTRODUCCIÓN.....	- 8 -
2. DESARROLLO	- 10 -
2.1 Marco Teórico	- 10 -
2.1.1 Programación de obras.....	- 10 -
2.1.2 Proyecto constructivo.....	- 11 -
2.1.3 Presupuesto	- 11 -
2.1.4 Cronograma.....	- 11 -
2.1.5 Valorado de trabajo.....	- 11 -
2.1.6 Avance físico	- 11 -
2.1.7 Mano de obra	- 12 -
2.1.8 A.P. U (Análisis de precios unitarios)	- 12 -
2.1.9 Costos directos e indirectos.....	- 12 -
2.1.10 Canal revestido	- 12 -
2.1.11 Ventajas del método CPM.....	- 12 -
2.2 Marco Contextual.....	- 13 -
2.3 Metodología.....	- 13 -
2.3.1 Ruta Crítica:.....	- 13 -
2.3.2 Lista de actividades y tabla de secuencias	- 14 -
2.3.3 Diagrama de flechas	- 14 -
2.3.4 Duración de Rubros	- 14 -
2.3.5 Camino de Ruta Crítica.....	- 15 -
2.3.6 Evaluación de tiempos flotantes	- 15 -
2.3.7 Diagrama de barras IMP-TMP	- 16 -

2.3.8 Cronograma valorado de trabajo programado y avance físico programado ...	- 16 -
2.3.9 Cronograma valorado de trabajo programado	- 16 -
2.3.10 Cronograma valorado de avance físico programado	- 17 -
2.3.11 Cronograma de utilización de equipos, mano de obra y materiales	- 17 -
2.3.12 Cronograma de utilización de equipos	- 17 -
2.3.13 Cronograma de utilización de mano de obra.....	- 18 -
2.3.13 Cronograma de utilización de materiales	- 18 -
2.3.14 Análisis de la Comprobación	- 18 -
3. CONCLUSIONES.....	- 20 -
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	- 21 -
5. ANEXOS.....	- 24 -

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Análisis comparativo de optimizar costos mediante CPM usando programación lineal	- 9 -
Ilustración 2. Control de avance de obra mediante modelado virtual	- 10 -
Ilustración 3. Parroquia Noboa del cantón 24 de mayo.....	- 13 -

ÌNDICE DE ANEXOS

Aneo No 1. Presupuesto General del proyecto	- 24 -
Aneo No 2. Análisis de Precios Unitarios	- 25 -
Aneo No 3. Duraciones de Rubros.....	- 35 -
Aneo No 4. Tabla de Secuencias	- 36 -
Aneo No 5. Tabla de duraciones en porcentajes.....	- 37 -
Aneo No 6. Diagrama de Secuencias	- 38 -
Aneo No 7. Diagrama de la Ruta Crítica del proyecto	- 39 -
Aneo No 8. Tabla de duraciones, tiempos y flotantes	- 40 -
Aneo No 9. Diagrama de Barras IMP-TMP	- 41 -
Aneo No 10. Cronograma valorado de trabajo programado (Barras IMP-TMP).....	- 42 -
Aneo No 11. Cronograma Valorado de Avance Físico Programado (Barras IMP-TMP) .-	43 -
Aneo No 12. Cronograma Valorado de utilización de equipos.....	- 44 -
Aneo No 13. Cronograma Valorado de utilización de mano de obra	- 45 -
Aneo No 14. Cronograma de utilización de Materiales	- 46 -
Aneo No 15. Tabla de Herramienta Menor	- 47 -
Aneo No 16. Tabla de Herramienta Transporte	- 48 -
Aneo No 17. Tabla de Resultados	- 49 -

1. INTRODUCCIÓN

El rol del ingeniero civil en la sociedad contemporánea exige una participación dinámica en la resolución de problemas, con el objeto de encaminar al desarrollo sostenible tanto en infraestructura urbana como innovación científica al facilitar las metodologías o procesos constructivos adecuadas a las exigencias particulares de cada localidad [1]; no obstante, su caracterización deriva de la formación académica, presiones políticas, condiciones económicas e inferencias relacionadas a la logística predominante en su entorno profesional, siempre con la aptitud de concatenar liderazgo y pericia al gestar técnicamente las necesidades cotidianas como movilidad, vivienda, agua potable, desechos sólidos, educación o instituciones públicas/privadas a través de proyectos civiles [2].

La realización de proyectos constructivos exige una gama considerable de recursos tanto humanos como materiales, detalle de uso herramientas/equipos e interacción de actividades que deben conjugarse en forma lógica, con una secuencia óptima para garantizar el éxito de la obra a la vez del cumplimiento de sus términos-condiciones; el proceso más común en lograr dicho fin es la *Ruta Crítica* técnica que analiza principalmente tiempo-costos al determinar la mejor trayectoria para ejecutar el trabajo, llegando inclusive a emplear softwares (Revit, BIM 5D) al monitorear las tareas de mayor categoría con el objeto de minimizar las variaciones del presupuesto ideal [3].

El procedimiento nominal CPM es el siguiente:

- Cuantificar tiempos permisibles y costos para las actividades en especial las más importantes
- Identificar las duraciones/trayectoria de todas las opciones para ejecutar el proyecto
- Secuenciar las actividades para eliminar holguras o retrasos
- Determinar la mejor alternativa (ruta crítica)
- Relacionar las actividades de aceleración sin representar beneficios que superen al presupuesto referencial

Las ventajas principales de aplicar la programación en obra son:

- Incremento de utilidades
- Evitar variación de precios y reducir tiempos de ejecución [4]
- Reducción de costos indirectos
- Desarrollo de la competitividad
- No adjudicar multas o imposiciones contractuales por retraso

En la *Ilustración 1*, se aprecia la optimización en la planificación de una obra gracias al método de la ruta crítica.

Actividad	Descripción	Tiempo (días)		Costos (S/.)		Reducción máxima en días (Mi)	Costo de reducir S/ por día (Ki)
		Normal	Reducción	Normal (Ci)	Reducción (Ci')		
A	Obras provisionales	15	9	4,403	5,283	6	146.8
B	Trabajos preliminares	10	5	5,788	6,889	5	220.2
C	Movimiento de tierras	5	3	17,744	20,947	2	1,601.3
D	Cimentación	12	7	88,552	91,655	5	620.6
E	Columnas y vigas	10	6	98,292	107,596	4	2,326.1
F	Instalaciones sanitarias	15	10	29,172	34,361	5	1,037.7
G	Instalaciones eléctricas	13	7	14,327	16,450	6	353.8
H	Muros	15	8	40,996	44,776	7	540.0
I	Revestimiento	7	4	46,048	52,332	3	2,094.6
J	Instalación de máquinas	20	13	303,100	318,255	7	2,165.0
K	Techo	17	10	32,073	38,488	7	916.4
L	Acabados	15	8	115,442	126,858	7	1,630.8
				795,937	863,889		

Ilustración 1. Análisis comparativo de optimizar costos mediante CPM usando programación lineal

Fuente: [5]

La investigación se enfoca a elaborar el presupuesto y realizar los cronogramas valorado de trabajos, avance físico, de mano de obra, equipo y materiales, por medio del método de la ruta crítica para la “Construcción de un canal revestido”; los objetivos específicos son: Determinar el presupuesto mediante la cuantificación de las cantidades de obra y los APU.; elaborar los cronogramas valorado de trabajos y avance físico, conociendo previamente el plazo con la metodología CPM; definir los cronogramas de utilización de la mano de obra, equipos y materiales.

2. DESARROLLO

Se describe los pasos necesarios para desarrollar la temática, partiendo desde la esquematización de actividades hasta los cronogramas de tareas mediante la ayuda del software Excel, AutoCad y Project.

2.1 Marco Teórico

En esta sección se exponen todos los propuestos conceptuales y términos relacionados a la temática para argumentar el proyecto epistemológicamente, haciendo hincapié en el estado del arte actual de la programación de obras en la ingeniería civil.

2.1.1 Programación de obras

Es el conjunto de procesos enfocados a gestionar una obra civil, planificando su construcción desde el presupuesto, consideraciones técnicas u organización de mano de obra, equipos, avances en contraste con lo estipulado en el plano; su meta en la catedra es dotar al estudiante de saberes prácticos al ejecutar un proyecto con propiedad, solvencia, ética profesional y responsabilidad social [6].

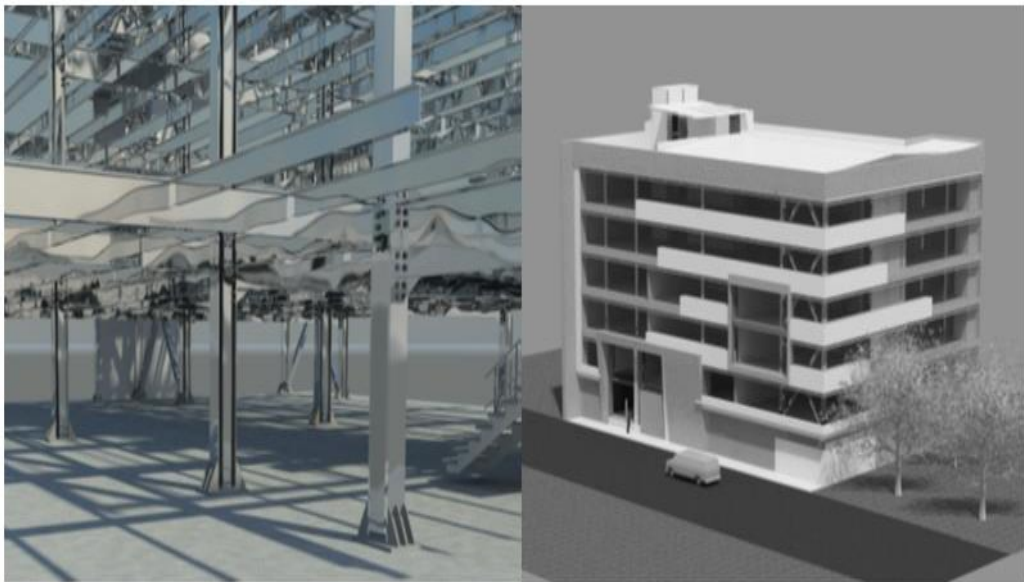


Ilustración 2. Control de avance de obra mediante modelado virtual

Fuente: [7]

Es recomendable diseñar un plan para responder oportunamente ante los riesgos, evitando retrasos, lesiones al personal, gastos innecesarios, adecuarse a las condiciones del proyecto y coordinar todo en base a indicadores claros, esto mejora la eficiencia y éxito en las construcciones [8].

2.1.2 Proyecto constructivo

Es una obra civil, diseñada e implementada para solventar necesidades sociales como carreteras, viviendas, sistemas de agua potable, alcantarillado o vertederos al depositar desechos sólidos, sin importar la función debe existir un diseño programado acorde al contexto del proyecto, respetando tanto delimitaciones técnicas como ambientales.

2.1.3 Presupuesto

Es el detalle de todos los rubros valorados económicamente, en función de las investigaciones técnicas y experiencia del diseñador al cuantificar los costos del proyecto, depende del rendimiento, análisis unitarios, proceso constructivo, modo de trabajo e inferencias prácticas durante la ejecución de la obra, hoy en día se realizan mediante sistemas informáticas para facilitar las interacciones al estimar costos favorables al planificar el proyecto [9].

2.1.4 Cronograma

Es la descripción temporal de las tareas necesarias en la ejecución de un proyecto civil, su trayectoria, duración e interconexión debe ser programada acorde a la realización de las tareas ya sean predecesoras e independientes; en toda obra civil se debe programar las medidas de mitigación de impacto ambiental según estudios contemporáneos de la sostenibilidad urbana [10].

Los tipos de cronogramas realizados en este trabajo son:

2.1.5 Valorado de trabajo

Es la apreciación de los rubros, ordenados en forma secuencial a la realización técnica y desempeño del trabajo, comprende el costo unitario, total y porcentual del proyecto.

Se visualiza a través de barras IMP-TMT denotando su duración en días, orden de ejecución y labores designadas en el periodo (30 días) especificado en el diseño.

2.1.6 Avance físico

Es la programación de las tareas en función de su duración, valorando el costo porcentualmente en su participación del proyecto, facilita identificar las actividades más significativas y de mayor incidencia en la programación de obras, procurando cumplir con la relación de 20% rubros equivale al 80% presupuesto.

2.1.7 Mano de obra

Son el conjunto de equipos, personal, e implementos a utilizar en la ejecución del proyecto, su categoría y salario se toman de la tabla derogada por la Contraloría general del Estado acorde al año de la obra, sirve para controlar la cantidad de trabajadores e inflaciones de costo por rendimientos o depreciaciones teóricas, sin embargo, se caracteriza por derivarse de la pericia del ingeniero a cargo [11].

2.1.8 A.P. U (Análisis de precios unitarios)

Es la sintetización y deducción lógica al valorar el costo de una actividad o proceso, contiene una descripción detallada de los equipos, personal, herramientas, materiales, maquinaria o imprevistos necesarios para construir una unidad de trabajo; en este caso se especifican la excavación, replanteo, hormigón armado, nivelación, suministro e instalación de los componentes del canal revestido.

2.1.9 Costos directos e indirectos

Los directos son aquellos que inciden en forma explícita en el proyecto, comprendiendo diseño, ejecución, fiscalización e imprevisto al gestionar su construcción; mientras que los indirectos son aquellos que no interviene en el proceso de realización como trámites, formalidades, pagos e impuestos [12].

La discretización de variables en la elaboración de los costos varía de acuerdo a la obra a diseñar, además se debe considerar los precios al usar software, licencias, métodos de control, emulación y estudios antes o durante las fases de construcción para garantizar calidad e integridad en el proyecto [13].

2.1.10 Canal revestido

Es una obra de ingeniería cuya función es conducir agua, transportar líquidos o evacuar aguas servidas para su tratamiento; se caracteriza por estar construido de hormigón armado, con sus paredes recubiertas por concreto. Sus dimensiones dependen de las cualidades hidráulicas e inferencias de mecánica de fluidos aplicadas en su diseño, la sección y forma de la eficiencia requerida en el mismo.

2.1.11 Ventajas del método CPM

Aplicar los criterios de la ruta crítica tiene los siguientes beneficios:

- Optimizar tiempos, costos y utilidades
- Minimizar riesgos e imprevistos
- Gestión dinámica de las tareas

2.3.2 Lista de actividades y tabla de secuencias

Permite visualizar en forma ordenada los trabajos a realizar en la obra, considerando sus restricciones físicas, abastecimiento de materiales, seguridad de los obreros y gestionar las tareas conforme se cumpla con lo planificado.

La designación de las actividades depende de la pericia del diseñador, para identificar cuáles son anteriores (predecesoras), que rubros se ejecutan a la vez (simultaneas) y aquellas tareas a realizarse después de una condición previa; en este caso se observa a las actividades de relleno se ejecutan a la vez para garantizar una mayor facilidad en el trabajo e inmediatamente se realizan la protección de márgenes, recubrimiento del canal y refuerzo del hormigón armado, tales rubros son paralelos para lograr una mayor eficiencia adaptándose al modo de trabajo más óptimo, tal como se aprecia en el *anexo No 4*.

2.3.3 Diagrama de flechas

Se realiza a partir de las secuencias, consta de ligar las actividades en forma lógica esquematizando la forma en que se ejecuta el proyecto, las tareas se expresan mediante letras y su orden en números, de tal forma que visualmente se logre identificar cuáles son de mayor relevancia, cuales marcan el inicio y final de la obra, e inferir el desempeño del trabajo al expresar el menor tiempo posible, sin sacrificar calidad ni recursos; además las actividades ficticias son trabajos complementarios necesarios al concatenar dos rubros adecuadamente, dicho diagrama se observa en el *anexo No 6*.

2.3.4 Duración de Rubros

Se calculan a partir del análisis de precio unitario, el rendimiento del personal y equipos condiciona su valor, el número de grupos está en función del modo de trabajo, su jornada, y juicio del constructor.

En primera instancia se obtiene la duración en horas, al multiplicar cantidad contratada por rendimiento y ser dividida para número de grupos; luego se debe transformar las horas semanales calendario a las laborables, para tal efecto se efectúa el siguiente calculo:

Número de horas laborables por días calendario (DN) = $(44 \text{ horas} / 7 \text{ días}) * 0.89 = 5,60$

La razón entre duración en obras sobre el factor de horas trabajables, da la cantidad de días que tarde cada actividad, es necesario recalcar que el porcentaje de efectividad es empírico validándose en la experiencia y apreciaciones prácticas del diseñador; estas operaciones se observan en el *anexo No 3*.

2.3.5 Camino de Ruta Crítica

Es el trayecto más óptimo para ejecutar la obra, donde el tiempo flotante es nulo sin afectar la duración ni comprometer el desarrollo de las demás actividades.

Se calculan los tiempos de:

- Iniciación más próxima (IMP)
- Iniciación más Tardía (IMT)
- Terminación más próxima (TMP)
- Terminación más tardía (TMT)

Los rubros se representan por cirulos distribuidos en tres secciones, a la derecha va el TMP del ultimo evento, a la izquierda la sumatoria de las duraciones hasta dicho rubro (tomando rumbo más corto) y en la parte superior la identificación de dicha tarea.

Se efectúa un proceso iterativo, pretendiendo lograr que ambos los valores en cada actividad sean iguales, es decir el tiempo flotante sea cero; las labores que cumplen dicha condición son la ruta crítica, para este caso la duración total del proyecto es 71 días, las demás tareas pueden retrasarse o adelantarse lo indicado en su esquema sin afectar a la terminación optima del canal revestido.

Las actividades críticas son señaladas con rojo, son: A, B, C, E, G, J con las fechas: 0-1-2-3-4-5-8-10, tal como se observa en el *anexo No 7*.

2.3.6 Evaluación de tiempos flotantes

Es la determinación de la holgura entre la ejecución de las tareas, en el *anexo No 8* se observa las celdas donde el tiempo flotante es 0, dichas actividades corresponden a la ruta crítica.

Los cálculos son los siguientes:

- $IMP = TMP - Duración$
- $IMT = TMT - Duración$
- $FT = TMT - TMP$
- $FL = TMP - Duración - IMP$
- $FI = FT - FL$

Con dichas operaciones se pueden evaluar, si las actividades están bien concatenadas y corresponden el diagrama de la ruta crítica.

2.3.7 Diagrama de barras IMP-TMP

Es una representación gráfica del desarrollo del proyecto, donde se aprecia la participación en días de cada actividad, en el presente documento se observa como *anexo No 9*, donde las tareas críticas están acentuadas son rojo y las demás con gris.

Son realizadas por el método de Gantt, distribuyendo la duración total en periodos de 30 días, siendo tres para este caso; la longitud de la barra expresa la duración de la tarea, por ello en su inicio marca el día donde empieza y al final el día en que termina.

La utilidad de este diagrama es apreciar las diversas opciones al programar un proyecto, visualmente identificar e inferir cuales tareas son más importantes o que rubros son los que provocan un retraso en la obra, de esta forma se demuestra la eficiencia de la solución.

2.3.8 Cronograma valorado de trabajo programado y avance físico programado

Son la representación gráfica de la participación en duraciones, costos y porcentajes en la realización de un proyecto, sirven para comprender superficialmente la calidad de la programación, recomendándose que la curva formada sea una S alargada.

2.3.9 Cronograma valorado de trabajo programado

Es un esquema construido en periodos de 30 días, trimestral, semestral o de acuerdo con el criterio del ofertante según lo requiera la entidad contratante.

La longitud de las actividades en barras, simboliza la duración en días dentro del plano, sin importar si se pasa de un periodo a otro, lo importante es cuantificar el costo de cada tarea porcentualmente en el tiempo de su ejecución. En la construcción del canal revestido se aprecia que:

- Recubrimiento de canal trapezoidal en hormigón simple, expresa un 27.72% del monto del proyecto con una duración de 37 días
- Protección de márgenes del canal con tubo galvanizado, tiene un 14.82% del presupuesto con un plazo de 37 días
- Hormigón armado $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, posee un 42.75% del costo total y una duración de 18 días
- Estas actividades 5, 6, 7 son tipo A, donde se obtiene el 80% del presupuesto con un 20 % de rubros cumpliendo la regla de Pareto; su gestión condiciona tanto la variación en dinero como días del proyecto.

En el *anexo No 10*, se observa la forma de S característica y las denotaciones citadas en este apartado.

2.3.10 Cronograma valorado de avance físico programado

Se realiza en forma similar al valorado de trabajo, empleando las mismas barras, periodos y porcentajes con la diferencia que se expresa los días en lugar de los costos.

Permite interpretar visualmente las actividades de mayor ejecución, aquellas más significativas y las de menor relevancia para la ejecución del canal revestido, tal como lo observado en el *anexo No 11*; se destaca lo siguiente:

- Recubrimiento de canal trapezoidal en hormigón simple, expresa un 31.9% de la duración total del proyecto
- Protección de márgenes del canal con tubo galvanizado, tiene un 31.9% del plazo total de la obra
- Hormigón armado $F^c = 210 \text{ kg/cm}^2$, posee un 15.52% del tiempo en la realización del canal
- Las actividades menores son Sumideros de Piso y Rejilla de protección con un 0.86% respectivamente

Es imperioso elaborar este diagrama para conocer cuales actividades deben coordinarse junto a proveedores, equipos, mano de obra en forma paralela a su avance, a tal grado que su manejo garantiza un desempeño optimo o de lo contrario inconvenientes en obra.

2.3.11 Cronograma de utilización de equipos, mano de obra y materiales

Son la representación temporal en la distribución de recursos al ejecutar la obra, permiten comprender la participación monetaria del personal en función de los días que toma realizar cada actividad.

2.3.12 Cronograma de utilización de equipos

Se realiza en base a los implementos necesarios para efectuar cada actividad, en este caso son los siguientes:

- Equipo topográfico (Estación total)
- Excavadora cat 220
- Compactador
- Concretera
- Soldadora
- Excavadora Oruga

- Retroexcavadora

El costo total de utilizar dichos equipos durante la construcción del canal es 5089.13 USD, representado un 6.06% del monto total; cabe recalcar que el modo de trabajo detallado en el análisis de precios unitarios converge en los días de alquiler e influye en las tecnologías a usar, porque de su rendimiento se retroalimentan tanto costos como duraciones, siendo necesario realizar minuciosamente la selección de equipos en una obra civil, este diagrama se puede ver como *anexo No 12*.

2.3.13 Cronograma de utilización de mano de obra

Es la representación del personal necesario en la correcta ejecución de las tareas, el grado de preparación y tarifa de cada individuo se obtiene de la tabla de la contraloría del estado; el que más participa es el Peón, segundo lugar el ayudante y luego Albañil, la selección de la mano de obra varía en cantidad de acuerdo con la experiencia del ingeniero al dirigir la obra. En total para el pago del recurso humano se estima un costo de 13813.08 USD, siendo el 16.46% del monto total; además se observa variedad al gestionar la construcción del canal, debido a que se procura tener el personal idóneo en el momento adecuado, para no causar repercusiones adversas ni en el costo ni duración; este cronograma se detalla en el *anexo No 13*.

2.3.13 Cronograma de utilización de materiales

Es la representación monetaria de los recursos tangibles utilizados en efectuar el proyecto, en el *anexo No 14* se aprecia este diagrama.

Los materiales de mayor importancia son el cemento con 12318.6 USD y acero de refuerzo con 13986.3 USD, siendo imperioso gestionar su abastecimiento para un uso oportuno en obra.

El monto total de los materiales utilizados es de 43700.1 USD, expresando el 52% del presupuesto; esto indica empíricamente la importancia en la logística de una obra civil, tanto por el costo como el trato con los proveedores e integrar eficientemente las cantidades estrictamente necesarias, evitando inflaciones o estimar un presupuesto inadecuado para el proyecto.

2.3.14 Análisis de la Comprobación

Es una prueba que consta de sumar la participación porcentual monetaria de cada cronograma, debido a ser igual al costo total del proyecto; si es cercana a cero se acepta y valida la programación de la obra.

En este caso se destaca lo siguiente:

- Existe una diferencia de \$29.40 USD, expresando un 0.035% del total, se atribuye a los decimales redondeados, errores por formulas o variaciones despreciables en la ejecución del canal revestido
- El cronograma de materiales es la mayor relevancia, contando con más de la mitad de los costos
- La herramienta menor es la menor significancia con 883.32 USD
- Los costos indirectos son elevados un 20% del total, esto condiciona la utilidad y formalidades del proyecto

Por lo expuesto, se acepta la veracidad de los cálculos en la programación de la obra Construcción de un canal de evacuación de aguas lluvias, esto se observa en el *anexo No 17*.

3. CONCLUSIONES

El costo total del proyecto es 83896,61 USD, definido en 10 rubros, el más significativo es de hormigón armado $f'c=210$ kg/cm² con 35861.62 USD, con una duración de 37 días al igual que la actividad de protección de márgenes de canal con tubo galvanizado.

La ruta crítica del proyecto da un plazo de 71 días calendario, enlazando las actividades A, B, C, E, G y J; los cronogramas valorados de trabajos y avance físico están definidos en tres períodos de treinta días.

El costo directo total para la utilización de mano de obra, equipo y materiales es, 13813,08 USD, 5089,13 USD y 43700,1 USD, respectivamente, mientras que en los costos individuales se destacan el peón con 6175, 41 USD, Excavadora cat 220 con 1764.18 USD y Acero de refuerzo Estructural con 13983.6 USD.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Á. P. García, «Estudio de pertinencia de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo,» *Revista San Gregorio; ISSN 2528-7907.*, pp. 6-17, 2016.
- [2] M. G. E. C. León, D. C. N. R. Rabelo y D. C. G. B. López, «LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN LA ACTUALIDAD. UNA EXPLICACIÓN NECESARIA,» *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos, Vol 1, No 8.*, pp. 21-28, 2016.
- [3] J. J. Bohórquez-Castellanos, H. Porras-Díaz, O. G. Sánchez-Rivera y M. C. Mariño-Espinel, «Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5D,» *Entramado vol.14, No.1* , pp. 252-267, 2018.
- [4] A. Gómez Cabrera, N. Quintana Pulido y J. O. Ávila Díaz, «Simulación de eventos discretos y líneas de balance, aplicadas al mejoramiento del proceso constructivo de la cimentación de un edificio,» *2015*, vol. 11, nº 21, pp. 157-175, Ingeniería y Ciencia.
- [5] C. R. R. A. y C. A. F. B., «REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE FINALIZACIÓN DEL PROYECTO DE UNA PLANTA DE CONSERVAS DE PESCADO UTILIZANDO UN MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL,» *Anales Científicos, 77 (1)*, pp. 110-117, 2016.
- [6] A. B. Castellanos, D. M. F. S. Guzmán y D. D. D. P. Ruiz, «Estrategia de reflexión para enseñanza de proyectos de construcción en Ingeniería Civil,» *Alteridad, 14(1)*, pp. 122-137, 2019.
- [7] A. Mojica Arboleda, D. F. Valencia Rivera, A. Gómez Cabrera y Y. A. Alvarado Vargas, «Planificación y control de proyectos aplicando “Building Information Modeling” un estudio de caso,» *Ingeniería, vol. 20, núm. 1.*, pp. 34-45, 2016.
- [8] D. A. Ariza, «Efectividad de la gestión de los proyectos: una perspectiva constructivista,» *Obras y Proyectos*, vol. 22, pp. 75-85, 2017.

- [9] S. W. E. Jaramillo, «Método “investigación – acción” aplicado al desarrollo de software de presupuestos y programación de obras,» *INNOVA Research Journal*; Vol 3, No. 1, pp. 1-9, 2018.
- [10] I. Eva E. Vélez-Aspiazu, «Impactos ambientales producidos por la construcción de vivienda a gran escala en la ciudad de Guayaquil,» *Dominio de las Ciencias*; Vol. 3, núm. 3, junio, 2017, pp. 1066-1085, 2017.
- [11] S. P. D. FABRICIO, «COSTO Y CRONOGRAMAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN DEL EDIFICIO TERMINAL TERRESTRE DE MACHALA, EL ORO, APLICANDO CPM,» UTMACH-UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL, Machala, 2018.
- [12] A. F. B. Palacios, E. V. C. Bedoya, N. R. Gómez y C. A. R. Torres, «Análisis de costo y ventas de un proyecto con variación en el tiempo de ejecución,» Universidad Católica De Colombia , Bogotá, 2017.
- [13] H. Porras-Díaz, O. G. Sánchez-Rivera, J. A. Galvis-Guerra, N. A. Jaimez-Plata y K. M. Castañeda-Parra, «Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado,» *Entramado*, vol. 11, núm. 1, pp. 230-249, 2015.
- [14] R. Solís-Carcaño y J. A. González-Fajardo, «Analogía hidráulica para la compresión de redes en la planeación de proyectos,» *Ingeniería*, vol. 21, núm. 1, pp. 41-53, 2017.
- [15] GOBIERNO DE MANABÌ, «24 DE MAYO,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.manabi.gob.ec/cantones/24-de-mayo>. [Último acceso: 2019].
- [16] R. Solís-Carcaño y J. A. González-Fajardo, «Analogía hidráulica para la compresión de redes en la planeación de proyectos,» *Ingeniería*, vol. 21, nº 1, pp. 41-53, 2017.
- [17] M. Pulido Polo, «Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica,» *Opción*, vol. 31, núm. 1, pp. 1137-1156, 2015.
- [18] L. G. J. ANTONIO, «ESTUDIO DE CANAL REVESTIDO DE HORMIGÓN, SECCIÓN TRAPEZOIDAL CON MÁXIMA EFICIENCIA HIDRÁULICA, LONGITUD 700M PARA PROYECTO DE IRRIGACIÓN,» UTMACH-UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL, Machala, 2018.

[19] A. Rodríguez Jiménez y A. O. Pérez Jacinto, «Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento,» *Revista Escuela de Administración de Negocios*, nº 82, pp. 1-26, 2017.

5. ANEXOS

Anexo No 1. Presupuesto General del proyecto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL Carrera de Ingeniería Civil						
OBRA:	CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL EN LA PARROQUIA NOBOA					
UBICACIÓN:	CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA					
ELABORADO POR:	Hugo Fernando Blacio Apolo					
RUBRO	APU	RUBRO/DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	APU-01	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	963,000	0,74	713,82
2	APU-02	EXCAVACION Y DESALOJO A MAQUINA	M3	834,43	3,18	2.649,79
3	APU-03	RELLENO DE PIEDRA BOLA SELECCIÓN	M3	87,55	33,67	2.948,02
4	APU-04	RELLENO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO HIDRATADO Y COMPACTADO	M3	65,67	26,82	1.761,24
5	APU-05	RECUBRIMIENTO DE CANAL TRAPEZOIDAL EN HORMIGON SIMPLE F'C=210 Kg/cm2 CON MALLA ELECTROSOLDADA	M3	125,36	185,53	23.257,97
6	APU-06	PROTECCION DE MARGENES DE CANAL CON TUBO GALVANIZADO DE 2"*2MM	M	1361,60	9,13	12.429,56
7	APU-07	HORMIGON ARMADO F'C=210 Kg/cm2 (para ducto de paso vehicular con tapas y columnas de protección de canal trapezoidal)	M3	98,65	363,52	35.861,62
8	APU-08	SUMIDERO DE PISO CONSTRUIDO EN TUBO DE HORMIGON ARMADO d=1200MM	U	1,00	262,13	262,13
9	APU-09	DUCTO HORIZONTAL CONSTRUIDO EN TUBO DE HORMIGON SIMPLE D=600mm	U	60,00	62,90	3.774,12
10	APU-10	REJILLA DE PROTECCION DE HIERRO FUNDIDO PARA SUMIDERO DE PISO D=1200MM	U	1,00	238,34	238,34
SON:	OCHENTA Y TRES MIL OCHOSCIENTOS NOVENTA Y SEIS CON 61/100 DOLARES					
					TOTAL	83.896,61

Anexo No 2. Análisis de Precios Unitarios

OBRA:	CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL EN LA PARROQUIA NOBOA
UBICACIÓN:	CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO: APU-01
REPLANTEO Y NIVELACION
DETALLE: NIVELACION
UNIDAD: M2
RENDIMIENTO: 0,017 H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor 7% de mano de obra	1,00	0,74	0,74	0,012
Equipo topografico (ESTACIÓN)	1,00	1,80	1,80	0,03

Parcial A

0,04

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Topógrafo 2: título exper. Mayor a 5 años (Estr.Oc.C1)	1,00	4,01	4,01	0,07
Cadenero	1,00	3,62	3,62	0,06
Peon	1,00	3,58	3,58	0,06

Parcial B

0,19

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Cuartones	Ml	0,50	0,50	0,25
Clavos	Kg	0,01	1,80	0,02
Tabla de encofrado	U	0,05	2,00	0,10
Otros menores	Global	0,01	2	0,02

Parcial C

0,39

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B

Parcial D

0,00

Total de Costos Directos E =(A+B+C+D)	0,618
Costos Indirectos 20,00%	0,12
Otros Costos Indirectos	
Costo Total de Rubro	\$ 0,74
Valor Ofertado	\$ 0,74

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código: APU-02
Detalle: EXCAVACION Y DESALOJO A MAQUINA

Unidad: M3
Rendimiento: 0,05
H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor al 7% de la mano de obra	1	0,5061	0,5061	0,03
Excavadora cat 220	1,00	45,00	45,00	2,25
			Parcial A	2,28

B. Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Operador Excavadora	1,00	4,01	4,01	0,20
Ayudante de Operador	1,00	3,41	3,41	0,17
			Parcial B	0,37

C. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
			Parcial C	0,00

D. Transporte

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B
			Parcial D	0,00

Total de Costos Directos E=(A+B+C+D)		2,646
Costos Indirectos	20,00%	0,53
Otros Costos Indirectos		
Costo Total de Rubro	\$	3,18
Valor Ofertado	\$	3,18

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código: APU-03

Detalle: RELLENO DE PIEDRA BOLA SELECCIÓN

Unidad: M3

0,31

Rendimiento: H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor 7% de la mano de obra	1,00	0,74	0,74	0,23
Parcial A				0,23

B. Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	1,00	4,01	4,01	1,25
Peon	2,00	3,58	7,16	2,24
Parcial B				3,49

C. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Piedra Bola	m3	1,10	8,77	9,65
Parcial C				9,65

D. Transporte

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B
Piedra Bola	1,2	68	0,18	14,69
Parcial D				14,69

Total de Costos Directos E =(A+B+C+D)		28,06
Costos Indirectos	20,00%	5,61
Otros Costos Indirectos		
Costo Total de Rubro	\$	33,67
Valor Ofertado	\$	33,67

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código: APU-04
Detalle: RELLENO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO HIDRATADO Y
 COMPACTADO

Unidad: M3
 0,33
Rendimiento: H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor el 7% de la mano de obra	1,00	0,74	0,74	0,25
Compactador	1,00	3,82	3,82	1,27
Parcial A				1,52

B. Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1,00	4,01	4,01	1,34
Peón	2,00	3,58	7,16	2,38
Parcial B				3,72

C. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Agua	m3.	0,60	1,5	0,90
Mejoramiento	m3.	1,10	2,50	2,75
Parcial C				3,65

D. Transporte

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B
Mejoramiento	1,1	68	0,18	13,46
Parcial D				13,46
Total de Costos Directos E=(A+B+C+D)				22,35
Costos Indirectos			20,00%	4,47
Otros Costos Indirectos				
Costo Total de Rubro			\$	26,82
Valor Ofertado			\$	26,82

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código: APU-05
Detalle: RECUBRIMIENTO DE CANAL TRAPEZOIDAL EN HORMIGON SIMPLE F'C=210 Kg/cm2
 CON MALLA ELECTROSOLDADA

Unidad: M3
 1,667
Rendimiento: H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor el 7% de la mano de obra	1,00	1,22	1,22	2,034
Concretetera	1,00	4,00	4,00	6,668
Parcial A				8,70

B. Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1,00	4,01	4,01	6,68
Peón	2,00	3,58	7,16	11,94
Ayudante	2,00	3,58	7,16	11,94
Parcial B				30,56

C. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Agua	m3	0,18	1,50	0,27
Arena homogenizada	m3	0,58	13,00	7,54
Cemento	Kg	350,00	0,16	56,00
Ripio	m3	0,84	10,00	8,40
Otros menores	Global	1,00	3,00	3,00
Encofrado	Global	1,00	9,00	9,00
Malla electro soldada de 10 x 10 x 4,5 mm	m2	7,00	2,00	14,00
Parcial C				98,21

D. Transporte

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B
Ripio	0,84	68,00	0,18	10,28
Arena Homogenizada	0,56	68,00	0,18	6,85
Parcial D				17,14
Total de Costos Directos E =(A+B+C+D)				154,61
Costos Indirectos				0,20
Otros Costos Indirectos				
Costo Total de Rubro				\$ 185,53
Valor Ofertado				\$ 185,53

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código: APU-06

Unidad: M

Rendimiento:

Detalle: PROTECCION DE MARGENES DE CANAL CON TUBO GALVANIZADO DE
2"*2MM

0,20

H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor el 7% de la mano de obra	1,00	0,74	0,74	0,14
Soldadora	1,00	2,00	2,00	0,40
Parcial A				0,54

B. Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Soldador	1,00	3,58	3,58	0,72
Peon	2,00	3,58	7,16	1,43
Ayudante	1,00	3,58	3,58	0,72
Parcial B				2,86

C. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Tubo galvanizado 2"	Ml	1,00	4,08	4,08
Soldadura	Kg	0,06	2	0,12
Parcial C				4,20

D. Transporte

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B
Parcial D				0,00

Total de Costos Directos E=(A+B+C+D)	7,61
Costos Indirectos	0,20
Otros Costos Indirectos	
Costo Total de Rubro	\$ 9,13
Valor Ofertado	\$ 9,13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código: APU-07
Detalle: HORMIGON ARMADO F'C=210 Kg/cm2 (para ducto de paso vehicular con tapas y columnas de protección de canal trapezoidal)

Unidad: M3
Rendimiento: 2,083 H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor el 7% de la mano de obra	1,00	1,70	1,70	3,547
Concretera	1,00	4,00	4,00	8,333
Parcial A				11,88

B. Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	1,00	4,01	4,01	8,35
Peon	3,00	3,58	10,74	22,37
Albañil	1,00	3,62	3,62	7,54
Ayudante	2,00	3,58	7,16	14,92
Parcial B				53,19

C. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Cemento	Kg	320,00	0,16	51,20
Ripio	m3	0,90	10,51	9,46
Agua	m3	0,17	1,50	0,26
Arena Homogenizada	m3	0,52	13,00	6,76
Encofrado	Global	1,00	9,00	9,00
Aditivo	Kg	0,20	2,40	0,48
Aceero de refuerzo Estructural	Kg	105,00	1,35	141,75
Parcial C				218,90

D. Transporte

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B
Ripio	0,95	68,00	0,18	11,63
Arena Homogenizada	0,60	68,00	0,18	7,34
Parcial D				18,97

Total de Costos Directos E=(A+B+C+D)			302,94
Costos Indirectos			0,20
Otros Costos Indirectos			
Costo Total de Rubro			\$ 363,52
Valor Ofertado			\$ 363,52

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código: APU - 08
Detalle: SUMIDERO DE PISO CONSTRUIDO EN TUBO DE HORMIGON
 ARMADO d=1200MM

Unidad: U
Rendimiento: 0,29
 H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor el 7% de la mano de obra	1,00	0,78	0,78	0,22
Excavadora Oruga	1,00	50,00	50,00	14,29
Parcial A				14,51

B. Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Albañil	1,00	3,62	3,62	1,03
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1,00	4,01	4,01	1,15
Operador Excavadora	1,00	4,01	4,01	1,15
Parcial B				3,33

C. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Tubería de 1200 mm de H.A	Unidad	1,00	196,37	196,37
Parcial C				196,37

D. Transporte

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B
Tubos de hormigón	1,00	53,00	0,08	4,24
Parcial D				4,24
Total de Costos Directos E =(A+B+C+D)				218,44
Costos Indirectos			0,20	43,69
Otros Costos Indirectos				
Costo Total de Rubro			\$	262,13
Valor Ofertado			\$	262,13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código: APU-09
Detalle: DUCTO HORIZONTAL CONSTRUIDO EN TUBO DE HORMIGON SIMPLE
 D=600mm

Unidad: U
 0,286
Rendimiento: H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor el 7% de la mano de obra	1,00	0,78	0,78	0,222
Retroexcavadora	1,00	30,00	30,00	8,571
			Parcial A	8,79

B. Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Albañil	1,00	3,62	3,62	1,03
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1,00	4,01	4,01	1,15
Operador Excavadora	1,00	4,01	4,01	1,15
			Parcial B	3,33

C. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Tubería de H.S diámetro = 600mm	Unidad	1,00	36,06	36,06
			Parcial C	36,06

D. Transporte

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B
Tubos de hormigón	1,00	53,00	0,08	4,24
			Parcial D	4,24
Total de Costos Directos E =(A+B+C+D)				52,42
Costos Indirectos			0,20	10,48
Otros Costos Indirectos				
Costo Total de Rubro			\$	62,90
Valor Ofertado			\$	62,90

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código: APU-10
Detalle: REJILLA DE PROTECCION DE HIERRO FUNDIDO PARA
SUMIDERO DE PISO D=1200MM

Unidad: U
Rendimiento: 0,29
H/U

A. Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Herramienta menor el 7% de la mano de obra	1,00	0,78	0,78	0,23
Retroexcavadora	1,00	30,00	30,00	8,70
Parcial A				8,93

B. Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo-Hora C=A*B	Costo D=C*R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1,00	4,01	4,01	1,16
Albañil	1,00	3,62	3,62	1,05
Peón	2,00	3,58	7,16	2,08
Operador Excavadora	1,00	4,01	4,01	1,16
Parcial B				5,45

C. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Rejilla para sumidero D=1200 mm	Unidad	1,00	180,00	180,00
Parcial C				180,00

D. Transporte

Descripción	Volumen A	Distancia B	Tarifa C	Costo D=A*B
Rejilla para sumidero D=1200 mm	1	53	0,08	4,24
Parcial D				4,24

Total de Costos Directos E =(A+B+C+D)	198,62
Costos Indirectos 20,00%	39,72
Otros Costos Indirectos	
Costo Total de Rubro \$	238,34
Valor Ofertado \$	238,34

Anexo No 3. Duraciones de Rubros

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS
LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL
EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

Rubro	Descripción	Duración	Cantidad contratada	Rendimiento (h/u)	Numero grupos	Duración (h)	Duración (d)
1	Replanteo y nivelación	M2	963,00	0,017	1,00	16,10	3
2	Excavación y desalojo a maquina	M3	834,43	0,050	1,00	41,70	7
3	Relleno de piedra bola selección	M3	87,55	0,313	1,00	27,40	5
4	Relleno de material de mejoramiento hidratado y compactado	M3	65,67	0,333	1,00	21,90	4
5	Recubrimiento de canal trapezoidal en hormigón simple f'c=210 kg/cm2 con malla electro soldada	M3	125,36	1,667	1,00	209,00	37
6	Protección de márgenes de canal con tubo galvanizado de 2"*2mm	M	1361,60	0,200	1,50	181,50	37
7	Hormigón armado f'c=210 Kg/cm2 (para ducto de paso vehicular con tapas y columnas de protección de canal trapezoidal)	M3	98,65	2,083	2,00	102,80	18
8	Sumidero de piso construido en tubo de hormigón armado d=1200mm	U	1,00	0,286	1,00	0,30	1
9	Ducto horizontal construido en tubo de hormigón simple d=600mm	U	60,00	0,286	1,00	17,10	3
10	Rejilla de protección de hierro fundido para sumidero de piso d=1200mm	U	1,00	0,290	1,00	0,30	1

Horas Laborables = 44 horas
Días en semana calendario = 7 días
Factor de efectividad = 0.89

Anexo No 4. Tabla de Secuencias

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS
LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL
EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBO

Rubro	Descripción	Símbolo	Porcentaje %	Duraciones (d)	Anterior	Simultaneo	Posterior
1	Replanteo y nivelación	A	100,00%	3	-	-	B
2	Excavación y desalojo a maquina	B	100,00%	7	A	-	C - d
3	Relleno de piedra bola selección	C	100,00%	5	B	D	E - f
4	Relleno de material de mejoramiento hidratado y compactado	D	100,00%	4	B	C	E - f
5	Recubrimiento de canal trapezoidal en hormigón simple f'c=210 kg/cm2 con malla electro soldada	E	100,00%	37	C - d	F	G - h - i
6	Protección de márgenes de canal con tubo galvanizado de 2"*2mm	F	100,00%	37	C - d	E	G - h - i
7	Hormigón armado f'c=210 kg/cm2 (para ducto de paso vehicular con tapas y columnas de protección de canal trapezoidal)	G	100,00%	18	E - f	H - i	J
8	Sumidero de piso construido en tubo de hormigón armado d=1200mm	H	100,00%	1	E - f	G - i	J
9	Ducto horizontal construido en tubo de hormigón simple d=600mm	I	100,00%	3	E - f	G - h	J
10	Rejilla de protección de hierro fundido para sumidero de piso d=1200mm	J	100,00%	1	H - g - i	-	-

Anexo No 5. Tabla de duraciones en porcentajes

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS
LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL
EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

RUBRO	DESCRIPCION	DURACION	PORCENTAJE %	SIMBOLO	DURACION %
1	Replanteo y nivelación	3	100	A	3
2	Excavación y desalojo a maquina	7	100	B	7
3	Relleno de piedra bola selección	5	100	C	5
4	Relleno de material de mejoramiento hidratado y compactado	4	100	D	4
5	Recubrimiento de canal trapezoidal en hormigón simple f'c=210 kg/cm2 con malla electro soldada	37	100	E	37
6	Protección de márgenes de canal con tubo galvanizado de 2"*2mm	37	100	F	37
7	Hormigón armado f'c=210 kg/cm2 (para ducto de paso vehicular con tapas y columnas de protección de canal trapezoidal)	18	100	G	18
8	Sumidero de piso construido en tubo de hormigón armado d=1200mm	1	100	H	1
9	Ducto horizontal construido en tubo de hormigón simple d=600mm	3	100	I	3
10	Rejilla de protección de hierro fundido para sumidero de piso d=1200mm	1	100	J	1

Horas Laborables = 44 horas
Días en semana calendario = 7 días
Factor de efectividad = 0.89



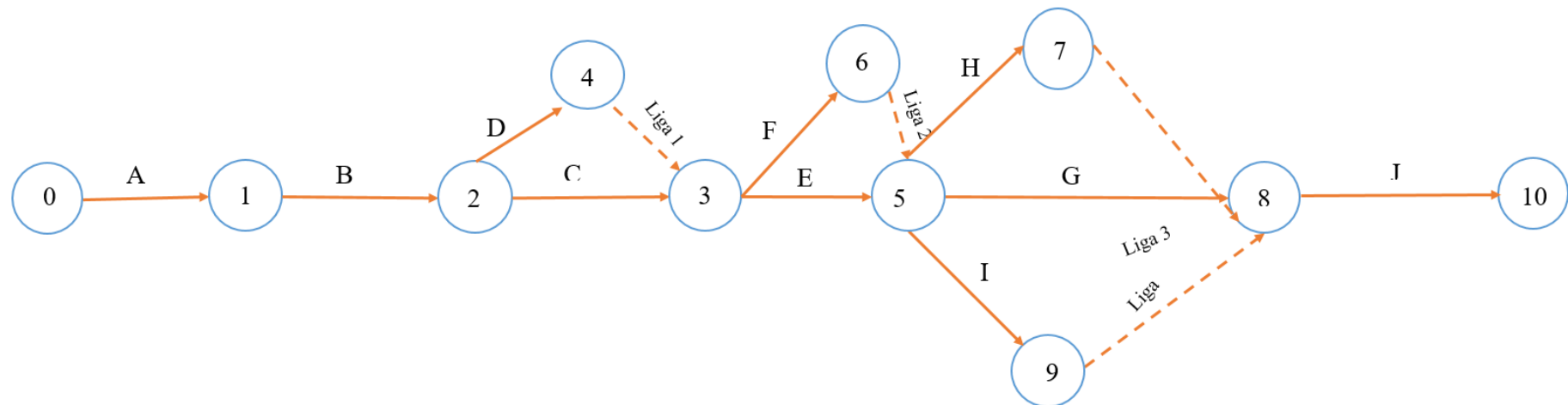
Anexo No 6. Diagrama de Secuencias
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÈMICA DE INGENIERÌA CIVIL
Carrera de Ingeniería Civil



OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

ELABORADO POR: Est. Hugo Fernando Blacio Apolo





Anexo No 7. Diagrama de la Ruta Crítica del proyecto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

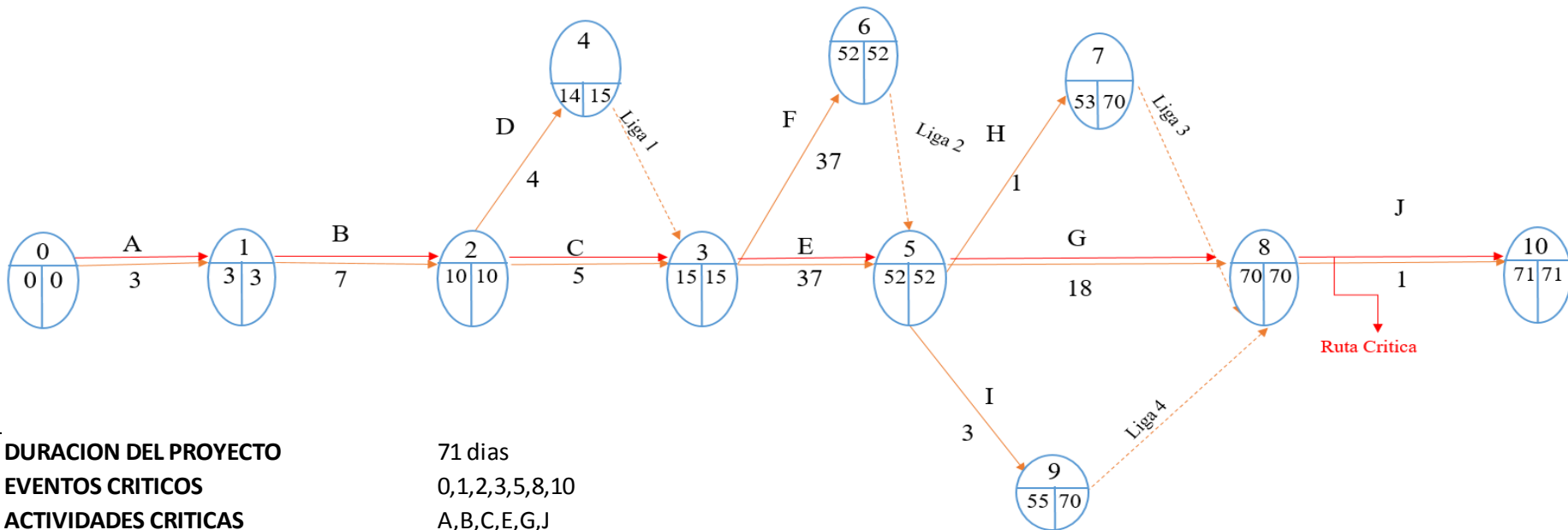
Carrera de Ingeniería Civil



OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

ELABORADO POR: Est. Hugo Fernando Blacio Apolo



DURACION DEL PROYECTO 71 dias
EVENTOS CRITICOS 0,1,2,3,5,8,10
ACTIVIDADES CRITICAS A,B,C,E,G,J
ruta critica 0 - 1 - 2 - 3 - 5 - 8 - 10

Anexo No 8. Tabla de duraciones, tiempos y flotantes

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS
LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL
EN LA PARROQUIA NOBOA

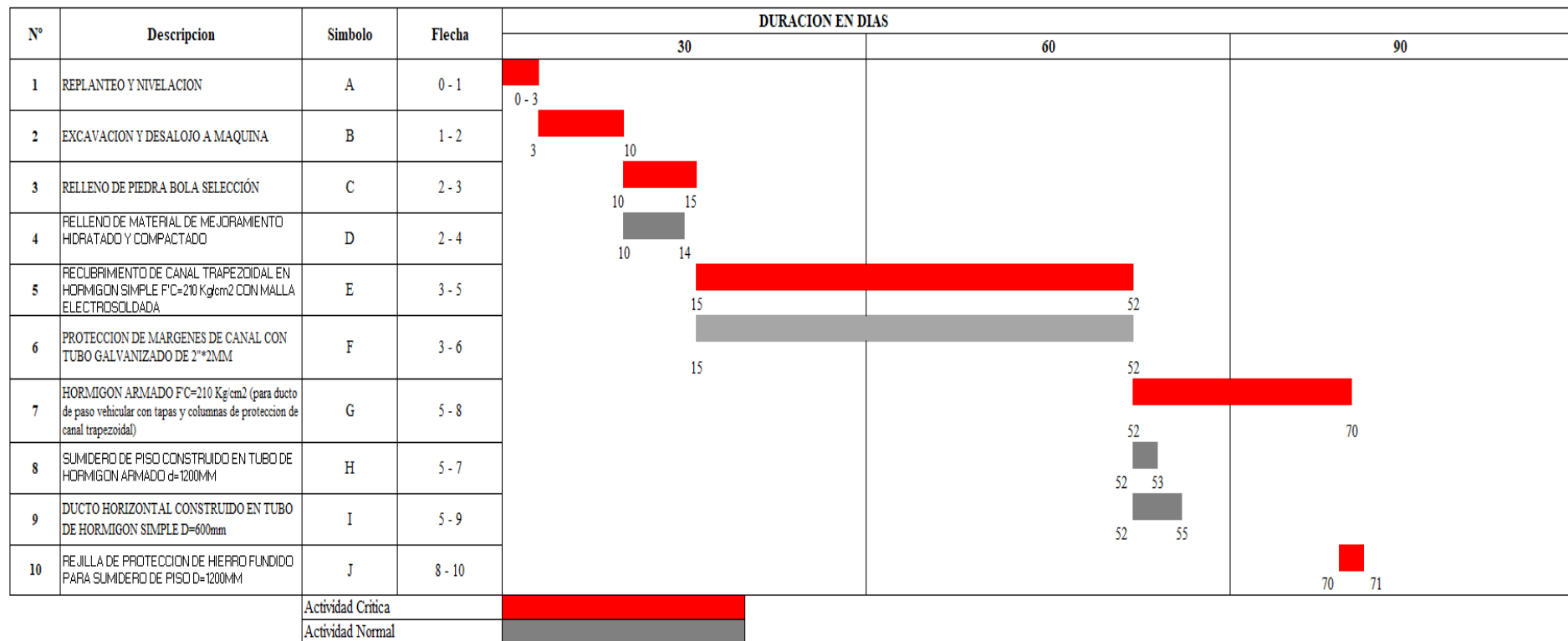
UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

ACTIVIDAD DESCRIPCION	FLECHA	DUR	IMP	IMT	TMP	TMT	FT	FL	FI	Observación
A	0-1	3	0	0	3	3	0	0	0	Actividad Critica
B	1-2	7	3	3	10	10	0	0	0	Actividad Critica
C	2-3	5	10	10	15	15	0	0	0	Actividad Critica
D	2-4	4	10	11	14	15	1	0	1	-
E	3-5	37	15	15	52	52	0	0	0	Actividad Critica
F	3-6	37	15	15	52	52	0	0	0	-
G	5-7	18	52	52	70	70	0	0	0	Actividad Critica
H	5-8	1	52	69	53	70	17	0	17	-
I	5-9	3	52	67	55	70	15	0	15	-
J	8-10	1	70	70	71	71	0	0	0	Actividad Critica
LIGA1	4-3	0	14	14	14	14	0	0	0	-
LIGA2	6-5	0	52	52	52	52	0	0	0	-
LIGA3	7-8	0	53	53	53	53	0	0	0	-
LIGA4	9-8	0	53	53	53	53	0	0	0	-

Anexo No 9. Diagrama de Barras IMP-TMP

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA



Anexo No 10. Cronograma valorado de trabajo programado (Barras IMP-TMP)

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL EN LA PARROQUIA NOBOA

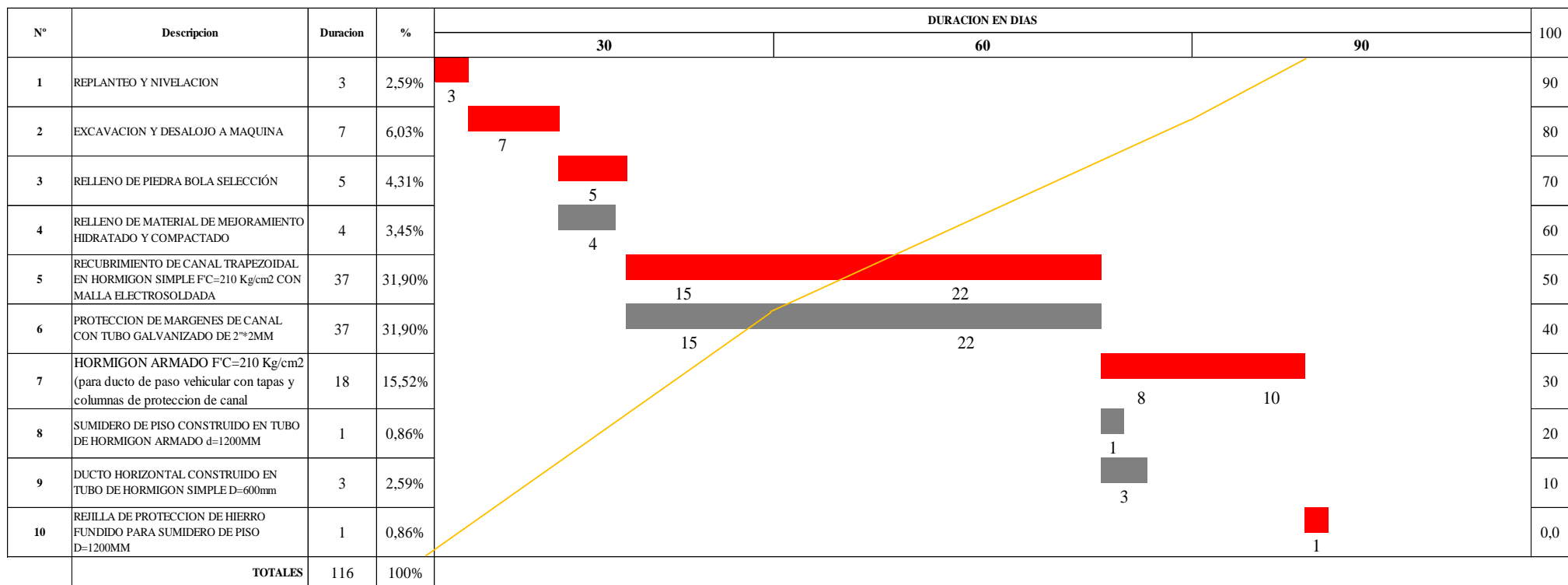
UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

N°	Descripcion	Costo De Actividad	Duracion	%	DURACION EN DIAS			100
					30	60	90	
1	REPLANTEO Y NIVELACION	713,82	3	0,85%	713,82			90
2	EXCAVACION Y DESALOJO A MAQUINA	2649,79	7	3,16%	2649,79			80
3	RELLENO DE PIEDRA BOLA SELECCIÓN	2948,02	5	3,51%	2948,02			70
4	RELLENO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO HIDRATADO Y COMPACTADO	1761,24	4	2,10%	1761,24			60
5	RECUBRIMIENTO DE CANAL TRAPEZOIDAL EN HORMIGON SIMPLE FC=210 Kg/cm2 CON MALLA ELECTROSOLDADA	23257,97	37	27,72%	9428,91	13829,06211		50
6	PROTECCION DE MARGENES DE CANAL CON TUBO GALVANIZADO DE 2"X2MM	12429,56	37	14,82%	5039,01	7390,546944		40
7	HORMIGON ARMADO FC=210 Kg/cm2 (para ducto de paso vehicular con tapas y columnas de proteccion de canal trapezoidal)	35861,62	18	42,75%		15938,50	19923,12	30
8	SUMIDERO DE PISO CONSTRUIDO EN TUBO	262,13	1	0,31%		262,13		20
9	DUCTO HORIZONTAL CONSTRUIDO EN TUBO DE HORMIGON SIMPLE D=600mm	3774,12	3	4,50%		3774,12		10
10	REJILLA DE PROTECCION DE HIERRO FUNDIDO PARA SUMIDERO DE PISO D=1200MM	238,34	1	0,28%			238,34	0,0
TOTALES		83896,61	116	100,00%				
Programado		Parcial			22540,79	41194,36	20161,46	
		Acumulado			22540,79	63735,15	83896,61	
		% Parcil			26,87%	49,10%	24,03%	
		% Acumulado			26,87%	75,97%	100,00%	

Anexo No 11. Cronograma Valorado de Avance Físico Programado (Barras IMP-TMP)

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA



Parcial	49,00	56,00	11,00	
Acumulado	49,00	105,00	116,00	
% Parcil	42,24%	48,28%	9,48%	
% Acumulado	42,24%	90,52%	100,00%	

Anexo No 12. Cronograma Valorado de utilización de equipos

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

Descripción	PERIODO	3	10	14	15	52	53	55	70	71	Días equipo	Costo diario	Costo Total
Equipo	DURACION	3	7	4	1	37	1	2	15	1			
Equipo topográfico (ESTACIÓN)		1									3	10,08	30,24
Excavadora cat 220			1								7	252,03	1764,18
Compactador				1							4	21,39	85,58
Concretetera						1	2	2	2		73	22,40	1635,37
Soldadora						1,5					55,5	11,20	621,66
Excavadora Oruga							1				1	280,03	280,03
Retroexcavadora							1	1		1	4	168,02	672,07
TOTAL													5089,13

Anexo No 13. Cronograma Valorado de utilización de mano de obra

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

Descripción	PERIODO	3	10	14	15	52	53	55	70	71	Días equipo	Costo diario	Costo Total
Equipo	DURACION	3	7	4	1	37	1	2	15	1			
Topógrafo 2: título exper. Mayor a 5 años (Estr.Oc.C1)		1									3	22,46	67,37
Cadenero		1									3	20,27	60,82
Peón		1		2	2	5	6	6	6	2	308	20,05	6175,41
Operador Excavadora			1				2	1		1	12	22,46	269,50
Ayudante de Operador			1								7	19,10	133,69
Maestro mayor en ejecución de obras civiles				1	1	1	4	3	2	1	83	22,46	1864,04
Ayudante						2,5	4	4	4		164,5	20,05	3298,23
Albañil							4	3	2	1	41	20,27	831,24
Soldador						1,5					55,5	20,05	1112,78
TOTAL													\$13813,08

Anexo No 14. Cronograma de utilización de Materiales

Descripción	Periodo	3	10	14	15	52	53	55	70	71	Materiales Totales	Costo Materi al	Costo Total
Equipo	Duración	3	7	4	1	37	1	2	15	1			
Cuartones		481,5									481,5	0,5	240,8
Clavos		9,6									9,6	1,8	17,3
Tabla de encofrado		48,2									48,2	2,0	96,3
Otros menores		9,6				125,4					135,0	2,0	270,0
Piedra Bola				77,0	19,3						96,3	8,8	844,6
Agua				39,4		22,6	0,9	1,9	14,0		78,7	1,5	118,1
Mejoramiento				72,2							72,2	2,5	180,6
Arena homogenizada						72,7	2,8	5,7	42,7		124,0	13,0	1612,1
Cemento						43876,0	1753,8	3507,6	27854,1		76991,5	0,2	12318,6
Ripio						105,3	4,9	9,9	74,0		194,1	10,0	1940,9
Encofrado						125,4	5,5	11,0	82,2		224,0	9,0	2016,1
Malla electro soldada de 10 x 10 x 4,5 mm						877,5					877,5	2,0	1755,0
Tubo galvanizado 2"						1361,6					1361,6	4,1	5555,3
Soldadura						81,7					81,7	2,0	163,4
Aditivo							1,1	2,2	16,4		19,7	2,4	47,4
Acero de refuerzo Estructural							575,5	1150,9	8631,9		10358,3	1,4	13983,6
Tubería de 1200 mm de H.A							1,0				1,0	196,4	196,4
Tubería de H.S diámetro = 600mm							20,0	40,0			60,0	36,1	2163,6
Rejilla para sumidero D=1200 mm										1,0	1,0	180,0	180,0
TOTAL													\$43700,1

Anexo No 15. Tabla de Herramienta Menor

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS
LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL
EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

N°	HERRAMIENTA MENOR				
	Descripción	Unidad	Herramientas manuales (7%)	Cantidad contratada	Costo
1	Replanteo y nivelación	M2	0,012	963	11,98
2	Excavación y desalojo a maquina	M3	0,025	834,43	21,12
3	Relleno de piedra bola selección	M3	0,233	87,55	20,38
4	Relleno de material de mejoramiento hidratado y compactado	M3	0,248	65,67	16,29
5	Recubrimiento de canal trapezoidal en hormigón simple f'c=210 kg/cm2 con malla electro soldada	M3	2,034	125,36	254,95
6	Protección de márgenes de canal con tubo galvanizado de 2"*2mm	M	0,143	1361,6	194,98
7	Hormigón armado f'c=210 kg/cm2 (para ducto de paso vehicular con tapas y columnas de protección de canal trapezoidal)	M3	3,547	98,65	349,87
8	Sumidero de piso construido en tubo de hormigón armado d=1200mm	U	0,222	1	0,22
9	Ducto horizontal construido en tubo de hormigón simple d=600mm	U	0,222	60	13,31
10	Rejilla de protección de hierro fundido para sumidero de piso d=1200mm	U	0,226	1	0,23
TOTAL					\$883,32

Anexo No 16. Tabla de Herramienta Transporte

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS
LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL
EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

N°	HERRAMIENTA TRANSPORTE				
	Descripción	Unidad	Costo de transporte	Cantidad contratada	Costo
1	Replanteo y nivelación	M2	14,688	87,55	1285,9344
2	Excavación y desalojo a maquina	M3	13,464	65,67	884,18088
3	Relleno de piedra bola selección	M3	10,282	125,36	1288,901376
4	Relleno de material de mejoramiento hidratado y compactado	M3	6,854	125,36	859,267584
5	Recubrimiento de canal trapezoidal en hormigón simple f'c=210 kg/cm2 con malla electro soldada	M3	11,628	98,65	1147,1022
6	Protección de márgenes de canal con tubo galvanizado de 2"*2mm	M	7,344	98,65	724,4856
7	Hormigón armado f'c=210 kg/cm2 (para ducto de paso vehicular con tapas y columnas de protección de canal trapezoidal)	M3	4,240	1,00	4,24
8	Sumidero de piso construido en tubo de hormigón armado d=1200mm	U	4,240	60,00	254,4
9	Ducto horizontal construido en tubo de hormigón simple d=600mm	U	4,240	1,00	4,24
10	Rejilla de protección de hierro fundido para sumidero de piso d=1200mm	U			
TOTAL					\$6452,75



Anexo No 17. Tabla de Resultados

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL



Carrera de Ingeniería Civil

OBRA: CONSTRUCCION DE CANAL REVESTIDO DE AGUAS
LLUVIAS DESDE EL SECTOR MERCADO CALLE DIEGO NOBOA HASTA GUINEAL
EN LA PARROQUIA NOBOA

UBICACIÓN: CANTON 24 DE MAYO - PARROQUIA RURAL NOBOA

COMPROBACION		
1	PRESUPUESTO	83896,61069
2	CRONOGRAMA DE EQUIPO	5089,13
3	CRONOGRAMA DE MANO DE OBRA	13813,08
4	TRANSPORTE	6452,75
4	CRONOGRAMA DE MATERIALES	43700,06
5	5 % HERRAMIENTA MENOR	883,32
6	20 % DE COSTOS INDIRECTOS	13987,6678
7	TOTAL	83926,01
8	DIFERENCIA	-29,40

Diferencia

0,035%