

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES**



**TRABAJO DE APLICACIÓN DE EXAMEN DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN  
DEL GRADO DE LICENCIATURA**

**PROGRAMACION DE OBRAS PARA LA  
“REINSTALACION SANITARIA, TUBERIAS Y  
CAMARAS” DE LA FACULTAD DE TECNOLOGIA,  
PREDIO AV. ARCE**

**POSTULANTE: UNIV. MELINA GUTIERREZ QUENTA**

**LA PAZ-BOLIVIA**

**2022**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo está dedicado a mis padres, por el apoyo incondicional brindado durante mi vida universitaria y a mis hermanos por su apoyo y comprensión en la elaboración de este proyecto*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios quien me dio sabiduría, firmeza y paciencia durante el desarrollo del proyecto. Mi agradecimiento sincero al Licenciado Wilfredo docente de la asignatura programación de obras.*

## **CAPITULO I**

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	OBGETIVO GENERAL.....	2
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.3	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	2
1.4	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3

## **CAPITULO II**

2.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	FACTORES FUNDAMENTALES.....	4
2.1.1	PLANEACION.....	5
2.1.2	PROGRAMACION.....	5
2.1.3	CONTROL .....	6
2.2	PROGRAMAS DE MANO DE OBRA, EQUIPO Y FINACIERO .....	6
2.2.1	PROGRAMA DE MANO DE OBRA .....	7
2.2.2	PROGRAMA DE EQUIPO .....	8
2.2.3	PROGRAMA FINANCIERO .....	8
2.3	PRESUPUESTO DE OBRA .....	9
2.3.1	FUNCIONES DEL PRESUPUESTO .....	9
2.3.2	FINALIDADES DEL PRESUPUESTO .....	10
2.4	COSTOS.....	10
2.4.1	COSTOS DIRECTOS .....	11
2.4.2	COSTOS INDIRECTOS.....	12
2.5	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU).....	13
2.5.1	IMPREVISTOS.....	14
2.6	METODOS Y TECNICAS DE PROGRAMACION.....	14
2.7	REPRESENTACION GRAFICA .....	15
2.7.1	DIAGRAMA DE FLECHAS .....	15
2.7.2	REGLAS BASICAS.....	17
2.8	DIAGRAMA EN O DE PRECEDENCIAS.....	20

2.9	SISTEMAS DE REDES .....	21
2.10	METODO PERT .....	22
2.11	METODO CPM (CRITICAL PATH METHOD).....	27
2.12	METODO PERT (project Evaluation and Review Techniques).....	29
2.13	DIAGRAMA DE BARRAS O GRAFICO DE GANTT .....	33
2.13.1	CARACTERISTICAS.....	34
2.14	HOLGURA.....	35
2.15	RUTA CRÍTICA .....	36
2.16	CURVA “S” .....	38

### **CAPITULO III**

3.	APLICACIÓN DE PROGRAMACION .....	39
3.1	UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	39
3.2	PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACION DE LA OBRA .....	40
3.3	VOLUMEN DE LA OBRA .....	40
3.4	PRESUPUESTO GENERAL.....	41
3.5	DISTRIBUCIÓN Y NIVEL DE RECURSOS .....	60
3.5.1	MATERIALES.....	60
3.5.2	MANO DE OBRA .....	61
3.5.3	MAQUINARIA Y EQUIPO .....	61
3.5.4	COSTO INDIRECTO .....	62
3.6	MATRIZ DE PRECEDENCIA.....	62
3.7	GRAFO Y DETERMINACIÓN DE RUTA CRÍTICA .....	64
3.7.1	DIAGRAMA DE BARRAS.....	67
3.8	HISTOGRAMAS (MANO DE OBRA).....	68
3.9	HISTOGRAMA MAQUINARIA Y EQUIPO.....	69
3.10	HISTOGRAMA DE MATERIALES.....	70
3.11	CURVA S.....	71
3.12	MICROSOFT PROJECT .....	73

### **CAPITULO IV**

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
4.1	CONCLUSIONES.....	75

4.2	RECOMENDACIONES .....	76
4.3	BIBLIOGRAFIA .....	76
4.4	ANEXOS .....	77

## INDICE DE CUADROS

Figura No 1: Diagrama de Flechas .....	16
Figura No 2 : Representación gráfica actividades real y actividades virtuales .....	16
Figura No 3 : Representación gráfica. Eventos en el Diagrama de Flechas .....	17
Figura No 4: Eventos inicial y final .....	17
Figura No 5: Regla Básica Igual Evento Inicial, Diferente evento Final .....	18
Figura No 6 : Regla Básica Diferente evento Inicial igual evento Final .....	18
Figura No 7: Regla Básica Diferentes eventos Inicial y Final .....	18
Figura No 8: Regla Básica Dos o más actividades no pueden tener el mismo evento inicial y el mismo evento final. ....	19
Figura No 9: Evento inicial y final de red .....	19
Figura No 10: Numero de red diagramas de flechas .....	20
Figura No 11: Diagrama Aen o de Precedencias .....	21
Figura No 12: Precedencias Lineales .....	24
Figura No 13: Precedencias Lineales única actividad que Precede y Procede .....	24
Figura No 14: Representación Gráfica Actividad que Precede y varias actividades que Proceden .....	25
Figura No 15: Representación gráfica Precedencias de divergencia .....	25
Figura No 16: Representación Gráfica numerado todos los Nudos que le Preceden .....	26
Figura No 17: Representación Gráfica principio de Designación Unívoca .....	26
Figura No 18: Representación Gráfica principio de Designación Unívoca .....	27
Figura No 19: Grafo CPM.....	29
Figura No 20: Formula Tiempo Esperado.....	30
Figura No 21:Formula Variación .....	31
Figura No 22: Metodo Pert.....	32
Figura No 23: Grafo PERT .....	33
Figura No 24: Diagrama de Gantt .....	35
Figura No 25: Ruta crítica evento inicial y termina en el evento final .....	37
Figura No 26: Curva S .....	38
Figura No 27: Ubicación del Proyecto .....	39
Figura No 28: Grafo y Determinación de Ruta Critica .....	64

## INDICE TABLAS

Tabla No 1 : Tabla de Precedencias .....	24
Tabla No 2: Grafo CPM .....	28
Tabla No 3: Grafo PERT .....	33
Tabla No 4: Tabla Presupuesto General.....	41
Tabla No 5: Precios Unitarios .....	42
Tabla No 6: Replanteo y Trazado de la Obra.....	43
Tabla No 7: excavación para Tubería.....	44
Tabla No 8: excavación Terreno Semiduro.....	45
Tabla No 9: Prov y Coloc de Sumidero Lineal con Rejilla.....	57
Tabla No 10: Retiro de Escombros .....	58
Tabla No 11: Limpieza General .....	59
Tabla No 12: Lista de Materiales .....	60
Tabla No 13: Mano de Obra.....	61
Tabla No 14: Maquinaria y Equipo.....	61
Tabla No 15: Planilla de Control.....	62
Tabla No 16: Matriz de Precedencia .....	62
Tabla No 17: Matriz de Precedencia .....	63
Tabla No 18: Matriz de Precedencia .....	64
Tabla No 19: Diagrama de Barras.....	67
Tabla No 20: Histograma Mano de Obra .....	68
Tabla No 21: Histograma Maquinaria y Equipo .....	69
Tabla No 22: Histograma de Materiales.....	70



## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia la administración de proyectos es un tema aprendido en algunas carreras como economía o administración de empresas, pero aplicados a sectores de comercio, industriales o de servicios, dejando de lado el de la construcción. Se puede observar incluso, que es muy necesario para organizar de manera óptima todo tipo de actividades y mucho más en la construcción.

En empresas constructoras como clientes en el país, poco se han interesado en la planeación y el control de sus obras, todavía algunos se limitan a la experiencia e intuición, y desarrollan los proyectos sin una planeación formal, y bajo controles sin ningún rigor. Hoy en día, los proyectos se van haciendo cada vez más complejos, la necesidad de optimizar recursos es cada vez mayor y por lo tanto la necesidad de llevar una planeación y un control se hace evidente sobre todo para las grandes empresas. Dependiendo del tamaño del proyecto es como se realizará la planeación del mismo. En caso de tratarse de un proyecto pequeño, y se tenga la certeza de que se conoce completamente, se puede hacer una planeación poco detallada del mismo, pudiendo realizarse la organización y el control del proyecto basado en esta planeación sencilla. En un proyecto grande, dado que las inversiones son mucho mayores, las pérdidas generadas por una mala planeación implican gastos mayores. Es por esto que para este tipo de proyectos es necesario realizar una planeación más detallada del mismo, incluso hacer una programación del total de la obra, con la finalidad de optimizar calidad, tiempo y costo. El propósito de este trabajo es aplicar las técnicas de programación y planeación a un proyecto ya diseñado, con la finalidad de mejorar la eficiencia de la obra civil.





## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar la planificación y programación de la obra “REINSTALACIÓN SANITARIAS, TUBERÍAS Y CÁMARAS DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA, PREDIO AV. ARCE”, esto nos ayuda para planificar las tareas, secuencias y la evaluación de la duración de proyecto

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el tiempo inicio y final mediante las técnicas de programación CPM
- Realizar el diagrama de barras-GANTT.
- Cálculo de la Ruta Crítica.
- Realizar los diferentes histogramas tanto de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo.
- Cálculo de la Curva “S”.
- Determinar la ruta crítica mediante el programa Microsoft Project.

## **1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES**

Lo que se pretende realizar con la elaboración de este proyecto es aplicar todos los Conocimientos adquiridos en la carrera, específicamente en el área de programación de obras con la elaboración de diagramas para la construcción de una obra civil.

Los métodos tanto CPM (Crítical Path Method), el PERT (Program Evaluation and Review Technique) y LPU, ayudan a aportar los elementos administrativos necesarios para formar un método crítico, utilizando el control de los tiempos de ejecución y los Costos de operación, para buscar que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible, si se logra cumplir a cabalidad el proyecto ejecutado y Planificado, de este proceso se encargará el control.



#### **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

En nuestro medio se ha podido observar los problemas que ocasiona, en entidades públicas y privadas el no cumplimiento de las obras en el tiempo programado para el que haya Sido previsto, sin duda esto ha sido la falta de planificación en el proyecto.

El presente trabajo de aplicación tiene el propósito de dar a conocer a los profesionales y estudiantes de construcciones civiles la importancia de un estudio del presupuesto,

Programación y sistemas de control, en la construcción de obras civiles.



## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 FACTORES FUNDAMNETALES

La administración de proyectos en la construcción consiste en disponer en forma efectiva, gente, materiales, dinero y equipo, así como elaborar una calendarización completa para terminar el proyecto en tiempo y costo. Asociado a lo anterior, establecen un método para el control del proyecto.

El trabajo del administrador general es la gerencia de construcción, que implica en primera instancia administrar a la gente. Una de sus funciones primordiales es coordinar a las diferentes partes involucradas en el proyecto, así como delegar responsabilidades a las mismas. El administrador general no se involucra con actividades detalladas, sino que por el contrario se enfoca en los objetivos generales del proyecto que se pretenden alcanzar. Debe tratarse de una persona con la capacidad de resolver los problemas que pueden surgir durante el desarrollo de la obra, debe ser un líder que guíe en forma efectiva a todas las trabajadoras a su cargo, y que cuente con una actitud de “sí se puede” que contagie esa energía positiva y pro-activa a todos los trabajadores. El administrador debe elaborar principalmente un plan en el cual basarse para organizar el proyecto. El nivel de planeación dependerá de los distintos niveles de administración de que se trate. En este caso, el administrador general está encargado de la planeación a largo plazo y a un nivel gerencial. En general la administración de proyectos consiste de 3 funciones básicas:



- Planeación
- Programación
- Control

### **2.1.1 PLANEACION**

La planificación es una actividad de análisis que tiende a ir de lo general a lo particular; en este sentido se convierte en principio, en un proceso fundamentalmente analítico. Consiste en elaborar una estrategia general para la realización del proyecto. Se construye a base de actividades generales de la obra, con la finalidad de estimar los tiempos de realización de cada una, así como las posibles limitaciones o imprevistos que pudieran surgir. Este plan servirá de guía para el desarrollo general del proyecto.

### **2.1.2 PROGRAMACION**

Es la elaboración de un plan más detallado, en la que se integran las diferentes actividades específicas del proyecto. Estas actividades se ordenan de manera sistemática, y se le asigna una duración y una fecha de inicio y de terminación. También se establecen relaciones entre las diferentes actividades, y las posibles restricciones existentes entre unas y otras.

Señala las actividades que pueden ejecutarse después de su fecha programada sin que esto signifique el retraso de la duración de todo el proyecto. Establece la disposición de los medios necesarios para la ejecución de las actividades; es decir, los recursos de personal obrero, materiales, equipo de construcción y programar las erogaciones consecuentes de la ejecución de cada uno de los anteriores.



### **2.1.3 CONTROL**

Es tal vez de las más difíciles partes de la administración de proyectos. Consiste en elaborar un sistema de control que le permita al administrador medir, reportar, y prevenir posibles variaciones en el tiempo o costo de la obra. Debido a esto, se dice que la planeación es un proceso continuo, ya que conforme se mantiene el control de la obra, es probable que en ocasiones se requiera hacer modificaciones en la programación para poder cumplir con lo establecido en el plan general. Se trata de estar al tanto de la situación de la obra, sus avances y posibles anomalías, para poder resolver problemas a tiempo. El control de un proyecto se efectúa mediante la elaboración de reportes periódicos de avance o retraso de las actividades programadas. Mediante reportes, tablas y gráficas se prevén cambios oportunos para terminar la ejecución satisfactoriamente.

### **2.2 PROGRAMAS DE MANO DE OBRA, EQUIPO Y FINANCIERO**

Los factores que intervienen en la determinación de un programa de trabajo son un gran número y que, por lo tanto, no es fácil encontrar directamente la solución. Solo por aproximaciones sucesivas y estableciendo prioridad a algunas variables podremos llegar a la solución más conveniente. En otras palabras, el programa de trabajo no será el mismo si se trata, por ejemplo, de hacer una obra en el menor plazo posible o si se exige que su costo sea el menor posible. Supongamos que se trata de una obra ejecutada por propuesta en el cual el plazo de ejecución está fijado, los costos deberán ser los mínimos compatibles con el plazo dado y no hay limitación para la adquisición de equipos. Este programa indica el tiempo de uso que tendrá el equipo, lo que justifica su adquisición o no. Sirve de base para determinar la inversión en equipos y repuestos, el tiempo de ocupación de los operadores, la fecha en que el equipo debe llegar al proyecto, etc.



### **2.2.1 PROGRAMA DE MANO DE OBRA**

Es necesario conocer el número de trabajadores que habrá en el proyecto. Es necesario realizar un cuadro que indica, por especialidad el número que se necesitará mensualmente, así como del costo por especialidad.

Este cuadro tiene especial importancia para juzgar la bondad del programa de trabajo y puede sugerir modificaciones que eviten el tener que contratar o despedir trabajadores varias veces. La contratación de personal especializado en un gran número puede ser difícil, por lo tanto, obliga a bajar el promedio de preparación exigido.

En cuanto a los despidos, hay leyes que fijan el monto por término de contrato, el cual lo debe cancelar la empresa constructora al trabajador.

Una curva de ocupación más pareja, sin grandes fluctuaciones, reduce los gastos de despido, disminuye los gastos de instalación de campamentos y no produce la desmoralización de los trabajadores por efecto de la inestabilidad del empleo.

La valorización de la mano de obra, se puede lograr mediante la aplicación de diferentes sistemas:

- Por cotización o investigación de los costos de mano de obra, para el proyecto, en especial con las características propias del mismo.
- Por comparación con otros proyectos de similares características, tamaño, ubicación, recursos, etc. Del cual tengamos información reciente y actualizada.
- Por rendimientos de la mano de obra por hora hombre o por hora cuadrilla, tomados en obras de similares características.



### **2.2.2 PROGRAMA DE EQUIPO**

Este programa indica el tiempo de uso que tendrá el equipo, lo que justifica su adquisición o no.

Sirve de base para determinar la inversión en equipos y repuestos, el tiempo de ocupación de los operadores, la fecha en que el equipo debe llegar a proyecto, etc.

La maquinaria para la actividad de la construcción es uno de los bienes de capital más costoso; por ello, quien posee ésta, debe tener en cuenta el capital que ha invertido en su adquisición como un dinero susceptible de ser recuperado como utilidad razonable.

Considerando que el simple hecho de tener la propiedad de una maquina o equipo, implica una erogación permanente de recursos, algunos de ellos se calculan de forma independiente al grado de utilización del aparato; el valor de utilización del equipo, en una determinada actividad, puede establecerse con base en los siguientes factores:

- Tamaño y costo del equipo
- Tiempo de utilización
- Tiempo disponible para realizar la tarea

### **2.2.3 PROGRAMA FINANCIERO**

Para que un programa de trabajo se pueda cumplir es indispensable contar con los fondos necesarios para hacer en las fechas previstas las adquisiciones del equipo, las instalaciones anexas, pago de sueldos, adquisición de materiales, etc. El programa de trabajo será, por lo tanto, la diferencia entre las sumas invertidas en las obras y las recibidas del propietario por cancelación de los estados de pago. Si se lleva en gráficos dichos valores se tendrá el monto del capital de trabajo que se necesite cada mes.

Para mayor claridad se hacen gráficos separados para cada una de las partidas importantes.



## **2.3 PRESUPUESTO DE OBRA**

El presupuesto de obra es la estimación o predicción económica que hace referencia a la suma de las actividades o proyecto a ejecutar. Un proyecto u obra debe contar con un presupuesto el cual está basado en precios estimados que son analizados para cada actividad y proceso a realizar, es decir: el presupuesto de una obra es la suma total de los costos directos e indirectos del proyecto.

Para determinar el presupuesto o costo de una obra civil es necesario realizar el cumplimiento de los siguientes pasos:

- establecer los recursos y la cantidad necesaria de éstos, para desarrollar cada una de las actividades del proyecto u obra. Luego del paso anterior arrojar el costo de cada actividad, realizando la sumatoria de los costos que pertenecen a los recursos.
- elabora el presupuesto de costos directos del proyecto sumando los costos de todas las actividades que hacen parte del proyecto. También podemos decir que es un plan maestro detallado y cuantificado que muestra cómo serán adquiridos y usados los recursos de una empresa con el objeto de lograr éxito en sus operaciones.

### **2.3.1 FUNCIONES DEL PRESUPUESTO**

La principal función de los presupuestos se relaciona con el control financiero de la organización. El control presupuestario es el proceso de descubrir que es lo que se está haciendo, comparando los resultados con sus datos presupuestados correspondientes para verificar los logros o remediar las diferencias. Los presupuestos pueden desempeñar, tanto roles preventivos, como correctivos dentro de la organización.





### 2.3.2 FINALIDADES DEL PRESUPUESTO

- Planear los resultados de la organización en dinero y volumen.
- Controlar el manejo de ingresos y egresos de la empresa.
- Lograr los resultados de las operaciones periódicas.

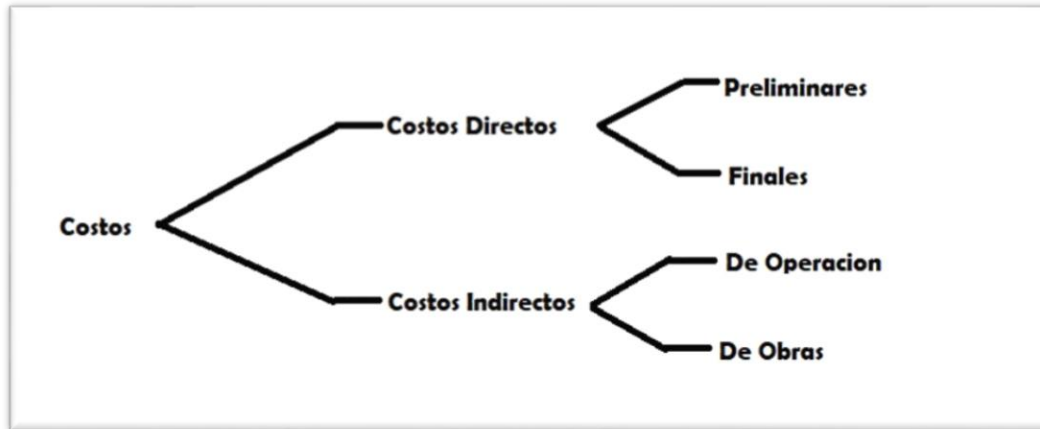
## 2.4 COSTOS

Siempre se han considerado los métodos de ordenamiento, como sistemas con metodologías orientadas en el tiempo. Como herramientas de la planeación, son útiles en la estimación de la duración de los proyectos; como técnicas de programación, nos proporcionan los medios para la construcción de redes y la estimación de las actividades, en donde se involucran los costos de las mismas. Como sistema de control, permite la verificación de los tiempos programados, comparándolos con los reales.

Debemos considerar la función costos-tiempo, no solo para encontrar las duraciones de las actividades, sino para que formen parte de los cálculos en la optimización de los costos del proyecto, tanto la programación del proyecto, como para control del mismo, teniendo en cuenta, que el control a los costos, es tan importante como el control a los tiempos.

Para cualquier proyecto, es útil conocer cuál es el tiempo de gastos de un proyecto con fines específicos de planeación y presupuestación. Se deben estimar los costos para cada actividad o paquetes de trabajo, para facilitar la labor de la proyección de los costos basados en una programación.

Dentro de los costos vamos a encontrar:



### 2.4.1 COSTOS DIRECTOS

Cuando hacemos referencia a los costos directos, deducimos que son de aquellos recursos que hacen parte de las actividades y poseen una relación directa con la elaboración del bien o prestación del servicio. Motivo principal que impulsa el proyecto.

Los costos directos, son los costos consumidos directamente en la producción, como jornales, materiales, maquinaria, etc. Son aquellos gastos que tienen aplicación, a un producto o un proceso determinado. En síntesis, un costo directo, es la sumatoria de la mano de obra, los materiales y el equipo, necesario para la realización de un proceso, bien sea constructivo o de producción.

Dentro de los costos directos, encontramos dos tipos de costos: Costo directo preliminar y Costo directo final.

#### ➤ Costo directo preliminar

Corresponde a la sumatoria de los gastos de mano de obra, materiales y equipos, necesarios para la realización de un subproducto.

El costo directo preliminar, será la sumatoria de los materiales, la mano de obra y equipos de cualquiera de estas actividades, que se denomina subproducto, del paquete de trabajo llamado fundaciones.



➤ **Costo directo final**

Corresponde a la sumatoria de gastos de la mano de obra, los materiales y los equipos, necesarios para la realización de un producto final, en donde cada uno de los subproductos de esta, poseen un costo directo, y la sumatoria de los materiales, mano de obra y equipos de cada uno de estos subproductos, formal el costo directo total.

## 2.4.2 COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos, son los que conforman la estructura organizativa de una empresa, tales como:

- Gastos de oficina
- Intereses
- Financiación
- Utilidad
- Publicidad
- Honorarios, etc.

Los costos indirectos, corresponden a la suma de gastos técnicos, administrativos, legales, etc. Necesarios para la correcta realización de producción, etc.

Estos costos indirectos, se dividen en: Costos indirectos de operación y Costos indirectos de obra.

➤ **Costos indirectos de operación**

Es la suma de todos los costos que, por su naturaleza, se pueden aplicar a todos los conceptos de una obra. Son para el correcto funcionamiento, especialmente administrativo de un proyecto.

Corresponden a estos costos los siguientes:

- Seguridad social
- Servicios públicos oficina
- Imprevistos
- Utilidad
- Nóminas de administración
- Legales
- Promoción



- Gastos generales
- Honorarios, etc.

➤ **Costos indirectos de obra**

Son los costos relacionados con el funcionamiento de la obra, como pueden ser:

- Residentes
- Director
- Vigilancia
- Caja menor obra
- Almacén, etc.

Los costos indirectos, muchos se ven afectados por la duración total del proyecto. A un mayor tiempo, tendremos un mayor costo o gasto.

## **2.5 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)**

Cuando se habla de construcción, conocido también como descomposición de recursos para realizar un precio unitario de cada actividad de un presupuesto, donde se debe descomponer el precio unitario en cuatro partes que son los materiales, mano de obra y otros recursos.

➤ **MATERIALES**

Son los recursos que se emplean para la construcción y ejecución de las diversas actividades de una obra civil.

➤ **MANO DE OBRA**

Rendimientos de los operarios de obra que se utiliza para ejecutar esa unidad de obra, se debe agregar el desgaste de herramientas cuando son obras de larga duración que es un porcentaje, añadiendo los aranceles de las prestaciones sociales.



➤ MEDIOS AUXILIARES

Hace referencia a los andamios, maquinarias, equipos, que se emplean para poder ejecutar la partida por unidad de obra.

### **2.5.1 IMPREVISTOS**

Es un porcentaje que se estima del total final del presupuesto de la obra, con el fin de cubrir gastos imprevistos que se pueden presentar en el transcurso de la planeación del proyecto.

### **OBRA CIVIL**

Está vinculada al desarrollo de infraestructuras para la población. En este caso, el uso del término civil procede de la ingeniería civil, que recibe dicha denominación para diferenciarse de la ingeniería militar.

## **2.6 METODOS Y TECNICAS DE PROGRAMACION**

Las técnicas de programación de proyectos, sin lugar a duda han revolucionado y mejorado la conducción de los procesos productivos en la construcción, principalmente en empresas que requieren administrar los procesos de producción relacionados con su giro empresarial. Estas técnicas han cobrado un auge importante, al grado de extenderse en muchos rubros productivos. Su aplicación es tal, que es factible empelarse desde un trabajo escolar hasta el control de los proyectos realizados en centros de investigación avanzada. Sea un proceso sencillo o complejo, las técnicas de administración propician resultados favorables principalmente en su ejecución.

El CPM y el PERT, son las técnicas de programación de proyectos con mayor aplicación dentro de la producción empresarial, así como en la ejecución y control de obras civiles; técnicas que conceden mejores resultados. Generan la planeación, la programación y el control de las actividades que integran un proyecto. Los métodos se basan en la utilización de diagramas en forma



de redes basándose en flechas y nodos; es decir, una representación gráfica de las actividades.

## **2.7 REPRESENTACION GRAFICA**

Para realizar la representación gráfica de los diferentes métodos de ordenamiento, encontraremos los siguientes diagramas:

- Diagrama de flechas
- Diagrama por nodos o de precedencias

### **2.7.1 DIAGRAMA DE FLECHAS**

#### **➤ ACTIVIDAD**

Es todo aquello que hay que hacer, o acción que hay que realizar. Una actividad es una operación, tarea o trabajo, como fabricación, ensamblaje, inspección, etc. Una actividad puede referirse a una tarea a una serie de ellas y representa un tiempo transcurrido que se mide en términos laborales como por ejemplo una semana, un día, etc. Cuando la duración estimada es distinta de cero, representa un consumo de recursos expresados generalmente en términos de la mano de obra. En general, las actividades consumen tiempo, energía, recursos humanos y dependen del número de personas responsables y de lo elemental de su clasificación, las condiciones y localización del trabajo, costos, etc.

Su representación en los métodos PERT y CPM, es una flecha, y solamente una flecha por cada actividad. La flecha representativa de una actividad no es un vector y su representación puede ser una línea recta, quebrada o curva, en una sola dirección. Su orientación es de izquierda a derecha y hacen referencia a un trabajo en proceso en el tiempo.



*Figura No 1: Diagrama de Flechas*

*FUENTE: libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao*

Dentro las actividades vamos a encontrar:

- **Actividades reales:** Son actividades que poseen tiempo, recursos y costo mayor que cero y corresponden a las tareas de la planeación del proyecto enunciadas en su forma más simple.
- **Actividades ficticias, virtuales o artificiales:** Son actividades que se requieren para hacer la lógica y correcta indicación de la precedencia.

Resultan de la programación de las actividades reales a resolver el problema de dos actividades que salen del mismo modo inicial y llegan al mismo final, independizándolas y resolviendo problemas de identificación. Estas actividades no tienen ni duración, ni recursos, ni costos.



*Figura No 2 : Representación gráfica actividades real y actividades virtuales*

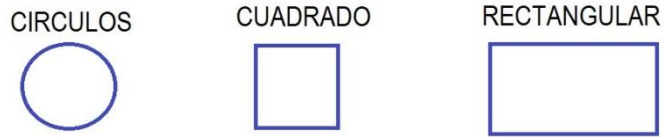
**Fuente:** libro de programación-julio cesar Sánchez Henao

## ➤ EVENTOS

Un evento, nudo o nodo, es un punto en el tiempo que representa la iniciación o terminación de la actividad. Se encuentran separados entre sí por actividades, son instantes fijos que indican la terminación de una etapa del proyecto o la iniciación de otra.



Los eventos están representados generalmente por un círculo o por una figura geométrica cualquiera. Ejemplo.



*Figura No 3 : Representación gráfica. Eventos en el Diagrama de Flechas*  
*Fuente: libro de programación-julio cesar Sánchez Henao*

### 2.7.2 REGLAS BASICAS

En toda actividad siempre vamos a encontrar un evento inicial y un evento final. Con los eventos y las actividades elaboramos una red o malla que es la indicación ordenada de una serie de actividades, las cuales deben ser ejecutadas en una cierta secuencia para alcanzar un objetivo específico.

La longitud de la flecha, no indica ni la importancia ni la duración de una actividad, solo está determinada por la conveniencia del diagrama de red a realizar.



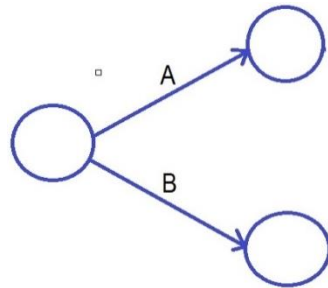
*Figura No 4: Eventos inicial y final*  
*Fuente: libro de programación-julio cesar Sánchez Henao*

Para elaborar una red o diagrama por el sistema de flechas se deben cumplir ciertos requisitos o reglas básicas:



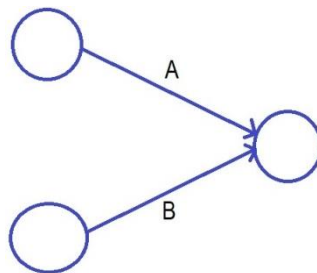


- Dos o más actividades pueden tener, el mismo evento inicial, y diferente evento final.



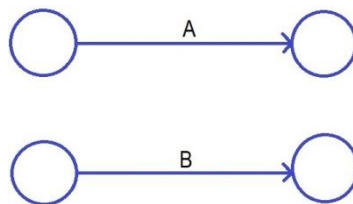
**Figura No 5:** Regla Básica Igual Evento Inicial, Diferente evento Final  
**Fuente:** libro de programación-julio cesar Sánchez Henao

- Dos o más actividades pueden tener, diferente evento inicial y el mismo evento final.



**Figura No 6 :** Regla Básica Diferente evento Inicial igual evento Final  
**Fuente:** libro de programación-julio cesar Sánchez Henao

- Dos o más actividades pueden tener, diferente evento inicial y diferente evento final.

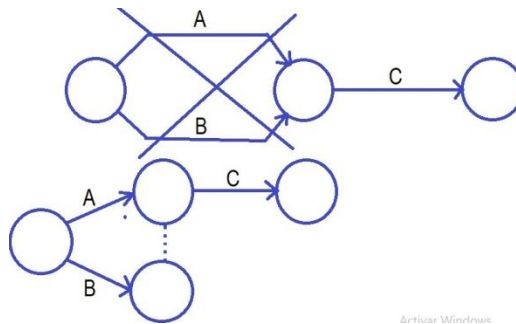


**Figura No 7:** Regla Básica Diferentes eventos Inicial y Final  
**Fuente:** Libro de Programación-julio cesar Sánchez Henao

- Dos o más actividades no pueden tener el mismo evento inicial y el mismo evento



final. Para resolver esta regla, aparecen las actividades ficticias, artificiales o virtuales.



**Figura No 8:** Regla Básica Dos o más actividades no pueden tener el mismo evento inicial y el mismo evento final.  
**Fuente:** Libro de programación-julio cesar Sánchez Henao

- Para realizar una red se debe hacer siempre hacia adelante, es decir hacia la derecha, arrancando siempre desde la izquierda. Toda red siempre debe tener un inicio y un final.

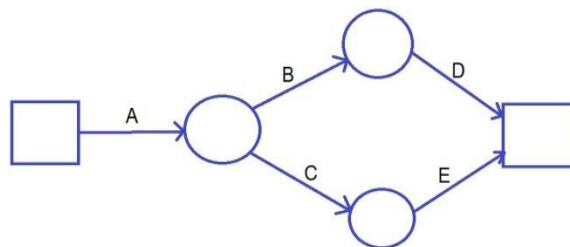
Ejemplo

Actividad- Precedencia

- A - B, C
- B - D
- C - E

**Evento inicial de red**

**Evento final de red**



**Figura No 9:** Evento inicial y final de red  
**Fuente:** libro de programación-julio cesar Sánchez Henao

Para numerar una red se inicia de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha en cada uno de los eventos, sin repetir números y procurando que, en cada una de las actividades, el evento final sea



un número mayor que el evento que el evento inicial, en las actividades reales. En las actividades ficticias no importa que el evento inicial tenga un número mayor que el evento final.

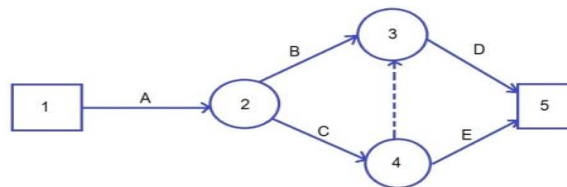
Ejemplo

Actividad- Precedencia

A - B, C  
B - D  
C - E

Evento inicial de red

evento final de red



*Figura No 10: Numero de red diagramas de flechas*  
*Fuente: libro de programación-julio cesar Sánchez Henao*

Para identificar la red, se toman como base los números designados a cada evento, teniendo en cuenta, que el primer número corresponde al evento inicial, y el segundo al evento final: lo anterior para cada actividad así:

- (1,2) A
- (2,3) B
- (2,4) C
- (3,5) D
- (4,3) actividad ficticia
- (4,5) E

## 2.8 DIAGRAMA AEN O DE PRECEDENCIAS

El diagrama AEN, o actividades en los nodos, también se les conoce como diagrama de

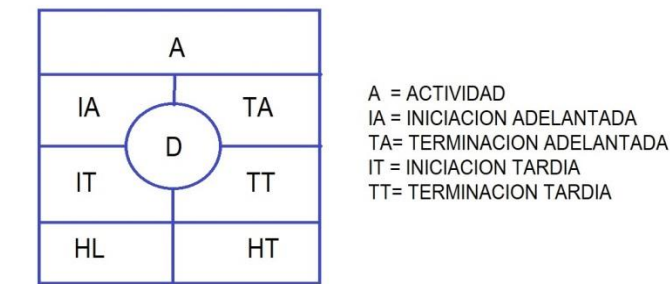
---



precedencias, como su nombre lo indica, las actividades se encuentran en los nodos nudos o eventos, y se relacionan entre sí por medio de líneas de enlace o líneas e unión.

En este diagrama desaparecen las actividades ficticias, pues ya no se presentan dificultades en la identificación de las actividades.

Los métodos de ordenamiento que utilizan este tipo de diagrama son los sistemas LPU.



**Figura No 11:** Diagrama Aen o de Precedencias  
*Fuente:* Lic. Wilfredo Fredy Arriata Guachalla- programación de obras

## 2.9 SISTEMAS DE REDES

En el desarrollo de los programas gerenciales, se involucró el método de la ruta crítica para su aplicación y administración. Consiste principalmente, en la planeación, programación y control de un proyecto, o de un proceso, llevado a un diagrama o red, en el cual se describe las etapas del proyecto, y su relación.

Esta técnica de redes o mallas, no solo se utiliza para la organización de trabajos, sino también para establecer control y vigilancia, en la interrelación de diferentes procesos. De igual forma nos permite:



- Visión del desarrollo de un proyecto a lo largo del tiempo, estableciendo claramente relaciones de precedencia entre sus actividades.
- Indicar puntos críticos en el cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Aplicar medidas correctivas, luego de haber detectado los puntos críticos.
- Alternativas de planificación, para una óptima utilización de los recursos disponibles.
- Tiempos de iniciación y terminación de las etapas, sub-etapas, actividades, y sus variables.
- Duración del proyecto.
- Control del proyecto, de las etapas, sub-etapas y de las relaciones entre sus actividades.

## **2.10 METODO PERT**

El método PERT (Program Evaluation and Review Technique –Técnica de evaluación y revisión de programas) es un método que sirve para planificar proyectos en los que hace falta coordinar un gran número de actividades.

Por ejemplo, en este proyecto, además de utilizar el método, supongamos que las tareas que lo componen, los tiempos de realización de las mismas para realizar cada una de ellas son los siguientes. El PERT es una herramienta que nos permite planificar las diferentes actividades que son necesarias para el éxito del proyecto. Utilizaremos el PERT para encontrar respuesta a una serie de preguntas, como:

El método PERT nos permite representar gráficamente las diferentes actividades que componen el proyecto y calcular los tiempos de ejecución de forma que podamos contestar a esas preguntas.



Para ello debemos seguir 4 pasos:

1. Hacer una lista de actividades o tareas
2. Hacer una “tabla de precedencias”
3. Dibujar el grafo
4. Calcular las duraciones

A continuación, explicamos los diferentes pasos:

El método PERT nos permite representar gráficamente las diferentes actividades que componen el proyecto y calcular los tiempos de ejecución de forma que podamos contestar a esas preguntas.

Paso n° 1: Hacer una lista de las actividades que tienen que llevarse a cabo:

Tenemos que hacer una lista de todas las tareas que son necesarias para poder llevar el proyecto a buen término. En este punto, no es necesario que las tareas estén ordenadas cronológicamente. Simplemente se trata de hacer una lista de tareas lo más completa posible.

Paso n° 2: Hacer una tabla de precedencias:

Para cada actividad, se trata de establecer qué actividades deben precederla. Es decir, vamos a tomar la lista de actividades, que posiblemente estará desordenada, y vamos a ordenar las tareas según una relación de precedencia. En la tabla, indicamos en la columna de la izquierda cada una de las tareas y, en la columna de la derecha, las tareas que la preceden, es decir: aquellas tareas que necesariamente tenemos que haber terminado antes de poder empezar cada tarea.



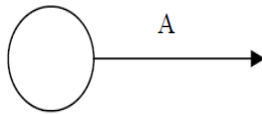
Actividad	Actividades precedentes
A	-
B	A
C	A
D	A
E	B, C, D
F	E
G	F
H	G
I	H
J	G

**Tabla No 1 :** Tabla de Precedencias

**Fuente:** libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

Nudo inicial:

De él deben partir todas las actividades que no tienen precedente. En nuestro caso, sólo hay una actividad sin precedente y por tanto dibujaríamos:

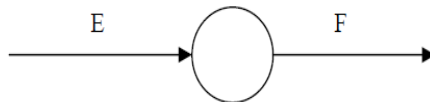


Precedencias lineales:

**Figura No 12:** Precedencias Lineales

**Fuente:** Libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

Corresponden a los casos en los que hay una única actividad que precede y una única actividad que procede. Por ejemplo:

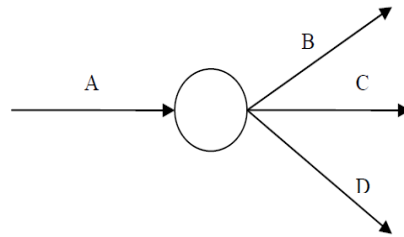


**Figura No 13:** Precedencias Lineales única actividad que Precede y Procede

**Fuente:** libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

Precedencias de divergencia:

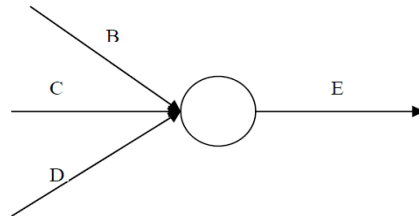
Corresponden a los casos en los que hay una actividad que precede y varias actividades que proceden. En nuestro caso:



**Figura No 14:** Representación Gráfica Actividad que Precede y varias actividades que Proceden  
**Fuente:** libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

Procedencia convergencia;

Corresponden a los casos en los que hay varias actividades que preceden y una única actividad que procede.



**Figura No 15:** Representación gráfica Precedencias de divergencia  
**Fuente:** libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

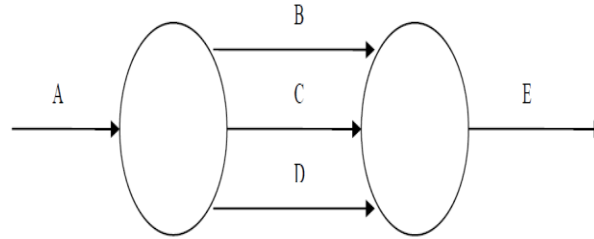
Paso N° 3: Dibujar el grafo:

Se hace siguiendo 3 reglas:

- Un nudo sólo puede numerarse una vez que se han numerado todos los nudos que le preceden (que tienen flechas que llegan hasta él)
- Debe haber un único nudo de comienzo y un único nudo de final.
- Dos flechas que parten del mismo nudo no pueden tener el mismo nudo de destino.

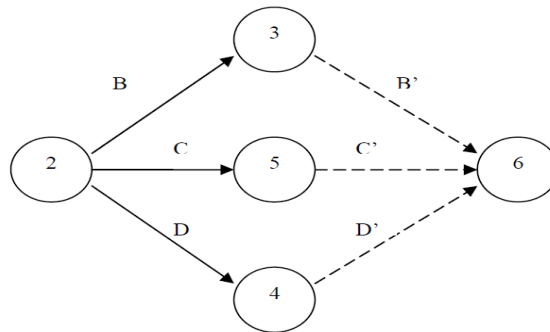
Esta última regla es la menos intuitiva. Puede suceder perfectamente que, para pasar de una fase del proyecto a la siguiente, sean necesarias varias actividades distintas. Por ejemplo, en nuestro proyecto, las actividades B, C y D son proceden de A y preceden a E. En principio, esto se podría representar de la siguiente forma:





**Figura No 16:** Representación Gráfica numerado todos los Nudos que le Preceden  
**Fuente:** Libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

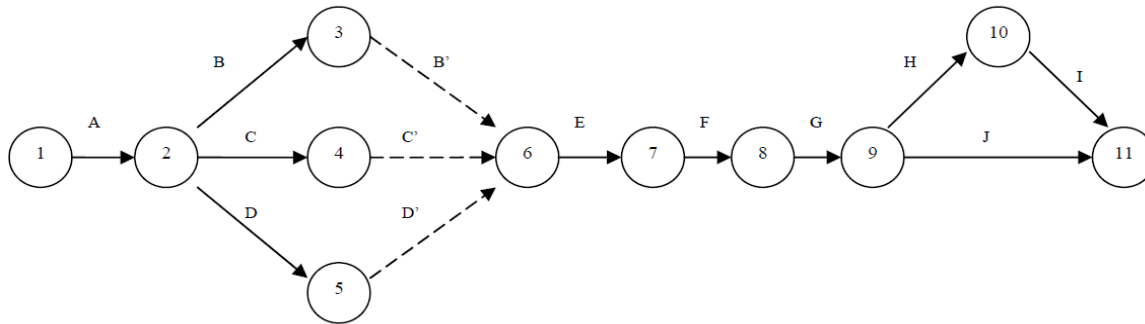
Sin embargo, es interesante (para que la notación no sea demasiado pesada a medida que el PERT se complica) poder definir una actividad como un conjunto de 2 nudos (los 2 nudos que están ligados por esa actividad); y con la forma de representación que acabamos de plantear esto no sería posible. Por eso, utilizamos la siguiente representación:



**Figura No 17:** Representación Gráfica principio de Designación Unívoca  
**Fuente:** Libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

Hemos añadido 3 actividades “ficticias” (con los nombres B', C' y D') y 3 nudos intermedios simplemente para respetar el principio de designación unívoca.

Para construir el grafo completo, utilizamos estas reglas que acabamos de describir y obtenemos el siguiente grafo:



**Figura No 18:** Representación Gráfica principio de Designación Unívoca  
*Fuente:* libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

## 2.11 METODO CPM (CRITICAL PATH METHOD)

El Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method) que, por sus siglas en inglés, también se conoce como CPM, puede describirse como la técnica de programación que define la secuencia de las actividades que requieren mayor atención e interés. Ninguna actividad que forme la ruta crítica puede retrasar su fecha de inicio o de finalización, siendo que un retraso en estas fechas, implica la postergación de la fecha de terminación del proyecto.

El CPM utiliza un diagrama de redes para representar las actividades, facilitar su manejo y comprensión de las secuencias. Programa las actividades de un proyecto u obra, definiendo para cada una de ellas, las fechas de inicio y terminación en base a las duraciones asignadas.

El objeto principal de este método es diseñar y determinar diversos elementos que el proyecto necesite para su adecuada administración. Facilita el trabajo del administrador para que dirija el proyecto y controle las acciones de más importancia; basado en la utilización estratégica de las actividades de menor trascendencia, que permitirá rediseñar el programa. Contempla las fases de la Administración: la Planeación, el desarrollo gráfico y aritmético de la Programación y el Control. Distingue las etapas de cada una de las fases referentes al método.

Características principales del CPM:



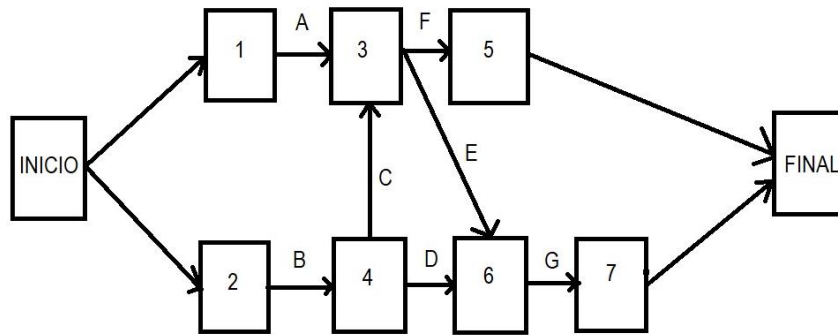
- **Determinativo.** Ya que considera que los tiempos de las actividades se conocen y se pueden variar cambiando el nivel de recursos utilizados.
- A medida que el proyecto avanza, estos estimados se utilizan para controlar y monitorear el progreso. Si ocurre algún retardo en el proyecto, se hacen esfuerzos por lograr que el proyecto quede de nuevo en programa cambiando la asignación de recursos.
- Considera que las actividades son continuas e interdependientes, siguen un orden cronológico y ofrece parámetros del momento oportuno del inicio de la actividad.
- Considera tiempos normales y acelerados de una determinada actividad, según la cantidad de recursos aplicados en la misma.

Ejemplo de cómo realizar un grafo CPM:

ACTIVIDAD	PRECEDENTE
A	-
B	-
C	B
D	B
E	C,A
F	C,A
G	D,E

**Tabla No 2:** Grafo CPM

**Fuente:** Libro de Programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao



**Figura No 19:** Grafo CPM

*Fuente:* Libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

## 2.12 METODO PERT (project Evaluation and Review Techniques)

El método PERT, (Técnica de evaluación y revisión de proyectos), involucra el cálculo de tiempos por probabilidad. Según el proyecto, el cálculo de tiempo se divide:

En probabilístico, en donde se parte de una probabilidad, que es un estudio de planeación teórico, y se escoge una premisa probable con tres estimativos de tiempos, en los cuales posiblemente pueda terminarse la actividad en el supuesto que esta va a desarrollarse en condiciones normales. Estos tres estimativos de tiempo son:

1. Optimista
2. Pesimista
3. más probable

**Tiempo optimista ( $T_o$ ):** corresponde al menor tiempo posible en que se supone podría realizarse una actividad, se si contara con buena suerte excepcional, y todo marchara perfectamente desde el principio.

**Tiempo pesimista ( $T_p$ ):** corresponde al tiempo máximo que duraría la actividad, contando con la mala suerte en su realización. Se tiene en cuenta en esta estimación, la posibilidad de que se retrase la iniciación o se dificulte su desarrollo por causas pertinentes y muy factibles, pero no se tendrá



en cuenta sucesos catastróficos, tales como huelgas, incendios. Derrumbes, etc.

**Tiempo más probable (Tm):** corresponde al tiempo que se consumiría, muy seguramente en la realización de la actividad. Es tal que, si la actividad se repitiera independientemente muchas veces, este tiempo de duración sería el que ocurriría con más frecuencia. Sería entonces en caso de tener un solo estimativo, el tiempo dado.

Determinados estos tiempos, se procederá a aplicar la fórmula del tiempo esperado (promedio). El valor que resulte, será finalmente el que se aplicara en la programación a cada actividad. El tiempo promedio es el valor más representativo, no el más frecuente de todas las estimaciones posibles.

La duración estimada o tiempo esperado (Te), con la cual se va trabajar la red, no es un modo alguno de tiempo exacto. Muy seguramente la actividad va a durar más o menos que “Te”. Aquí aparece entonces de nuevo el valor de incertidumbre.

Con los estimados de tiempo, To, Tp y Tm, podemos obtener estadísticamente el “Te” tiempo esperado aplicando la siguiente fórmula.

$$T_e = \frac{T_o + 4 T_m + T_p}{6}$$

*Figura No 20: Fórmula Tiempo Esperado*

*Fuente: Libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao*

En donde:

To=tiempo optimista

Tp= tiempo pesimista

Tm= tiempo mas probable

Te= tiempo esperado.

De acuerdo a los principios de distribución de frecuencias puede asegurarse que tendremos alta probabilidad que la actividad termine dentro del intervalo, de ahí la conveniencia de calcular la



variación para cada actividad.

La variación es grande, cuando el tiempo optimista y el tiempo pesimista se diferencian mucho, la incertidumbre sobre el tiempo de duración de la actividad es grande, y si la variación es pequeña, la incertidumbre también lo es.

La variación entonces la calculamos aplicando la siguiente fórmula, el cuadrado de la desviación tipo:

$$\sigma = \frac{(T_p - T_o)^2}{6}$$

**Figura No 21:** Fórmula Variación

**Fuente:** Libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

Tiempo pesimista- tiempo optimista, dividido por seis (6), y elevado todo lo anterior al cuadrado.

Es un método de redes que utiliza los tiempos probabilísticos para que puedan ejecutarse una actividad, es decir considera que una actividad puede ser ejecutada de acuerdo a los tiempos probables, según rendimiento en la obra y determinado los respectivos tiempos de duración.

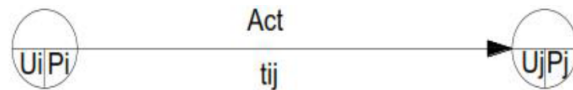
Para lograr una realización económica de obras, individualmente o en conjunto, se puede usar el sistema PERT, “técnicas de evaluación y supervisión de programas”, y que permite una mejor coordinación de los trabajos, la disminución de plazos de ejecución, economía en los costos de producción, conocimientos de probabilidades de cumplir un plazo prefijado de entrega, y, esto es importante, el control y detección con suficiente anticipación de los aspectos críticos que determinan el éxito del programa.

Para realizar la planificación y programación PERT se realizan gráficos de redes, similares a las redes eléctricas. Su utilización sirve para preparar ofertas en licitación, para determinar plazos reales de ejecución, para adoptar durante la obra las correcciones al ritmo o sistemas que prevenga



dificultades de terminación en plazo, proporciona informes periódicos del grado de cumplimiento, permite simular los efectos de varias alternativas antes que ocurra y también informa sobre la probabilidad de cumplir exitosamente el programa tal como ha sido planificado.

El método PERT representa a una actividad de la siguiente manera:



*Figura No 22: Método Pert*

*Fuente: libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao*

### **Dónde:**

- Act = Actividad
- $t_{ij}$  = Tiempo de duración
- $i$  = Suceso de inicio
- $j$  = Suceso de Terminación

**La Actividad.** - Está conformada por los sucesos de inicio y terminación y además debe consignarse la nomenclatura de la actividad y sus correspondientes tiempos de duración.

En el método de redes es posible indicar que una actividad depende de la otra para lo cual se puede separar por un suceso que representa la terminación de una actividad y el inicio de otra actividad.

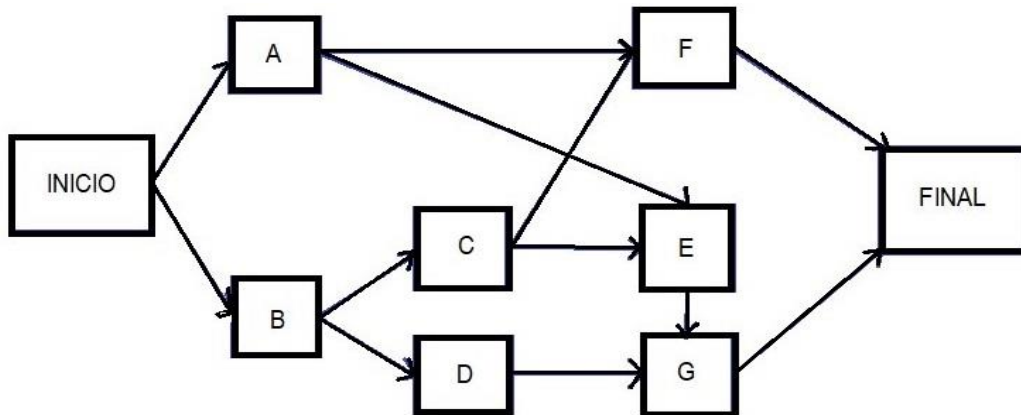


### Ejemplo del grafo PERT

ACTIVIDAD	PRESEDENTE
A	-
B	-
C	B
D	B
E	C,A
F	C,A
G	D,E

*Tabla No 3: Grafo PERT*

*Fuente: Libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao*



*Figura No 23: Grafo PERT*

*Fuente: libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao*

Una de las características que debe tener un proyecto PERT, es que debe de ser un proyecto unitario, es decir que tenga una finalidad específica y no repetitiva. Es un método que posee dificultades para la realización de traslajos de tiempos.

### 2.13 DIAGRAMA DE BARRAS O GRAFICO DE GANTT

Frederick W. Taylor y Henry L. Gantt, trabajaron intensamente en el desarrollo de métodos que permitían agilizar procesos administrativos que se tornaban más complejos y difíciles. Fue entonces cuando Gantt, asociado con Wallance Clark, desarrollaron y aplicaron un método grafico





sencillo, un método administrativo para planear y controlar proyectos.

El diagrama de Gantt, se ha constituido en un medio fundamental para realizar no solo la planificación en la producción industrial, como en su principio se utilizó, sino en cualquier otro tipo de actividad. Se comenzó a utilizar para indicar una comparación entre lo programado y lo desarrollado o ejecutado realmente; en un principio se usó para cuantificar y controlar avance en tiempo, rendimiento de obreros y maquinaria. Los datos incluidos en el diagrama, varían con relación al tipo de trabajo; por eso, es diferente un diagrama de barras en un:

- Proceso de producción
- Proceso constructivo
- Proceso teórico de planeación o
- Proceso administrativo

El diagrama de GANTT es una herramienta que se utiliza para programar actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pueda visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus flechas de inicio y final e igualmente el tiempo total.

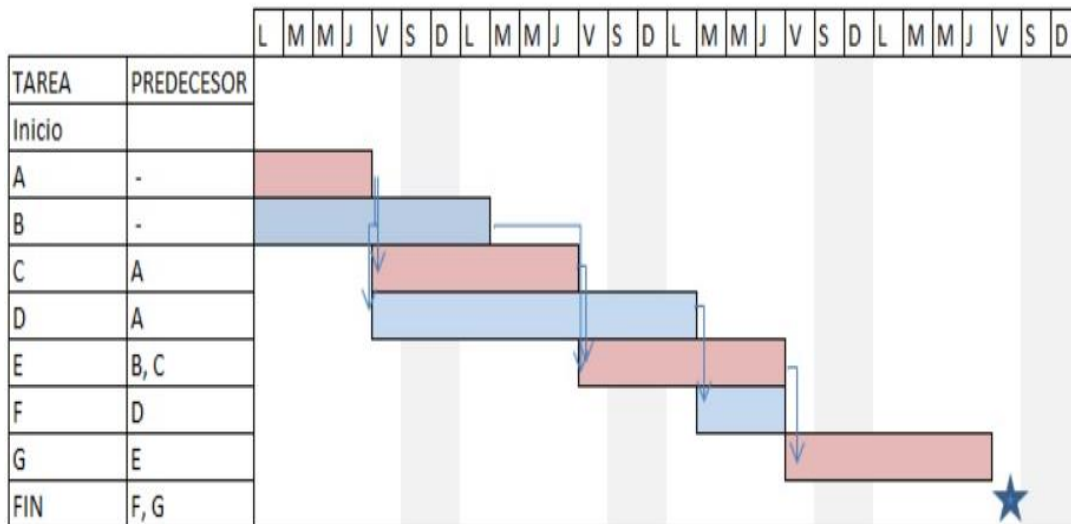
También permite que se siga el curso de cada actividad, al proporcionar información del porcentaje ejecutado de cada una de ellas, así como el grado de adelantado o atraso con respecto al plazo previsto.

### **2.13.1 CARACTERISTICAS**

- Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica duración, la altura carece e significado.
- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.



- Los bloques correspondientes a tareas del camino crítico (sucesión de actividades que dan lugar al máximo tiempo acumulativo), acostumbran a resaltarse para indicar mayor relevancia.
- La ventaja principal del diagrama de Gantt radica en que su trazado requiere un nivel mínimo de planificación, es decir, es necesario que haya un plan que ha de representarse en forma de gráfico. Es un diagrama fácil de construir y de comprender. Tiene como desventajas no mostrar las relaciones entre tareas ni la dependencia que existe entre ellas, y además el concepto de porcentaje de realización es un concepto subjetivo.
- Una variante de diagrama de Gantt es indicar las actividades programadas con color azul y las actividades realizadas con color rojo, como se muestra en el ejemplo.



**Figura No 24:** Diagrama de Gantt

*Fuente:* libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao

## 2.14 HOLGURA



La holgura de una actividad es el margen de tiempo que disponemos para realizar esa actividad sin retrasar el proyecto, según las fechas que hayamos fijado en su planificación.

Lo que se aprecia al realizar el cálculo de las holguras es que todas aquellas actividades que pertenecen a la ruta crítica (el camino más largo A-C-D) tienen una holgura de cero días, esto significa que no pueden retrasarse ni un solo día sin afectar la fecha de finalización del proyecto.

Existen dos conceptos de holgura en la red que forma la planificación de las actividades de un proyecto: holgura libre y holgura total. Además, se trata de propiedades muy distintas pues la holgura total es una propiedad del camino que une el inicio del proyecto con su fin a través de la red de actividades que forma la planificación del proyecto mientras que la holgura libre es una propiedad de la actividad en relación con las que la suceden.

La definición de holgura total: es la cantidad de tiempo que puede retrasarse el final de un conjunto de actividades que forman un camino sin afectar a la finalización del proyecto.

La definición de holgura libre: es el tiempo que puede retrasarse el final de una actividad sin afectar al inicio más temprano (llamado primer inicio) de la siguiente actividad siendo el primer inicio la fecha más temprana en que puede iniciarse una actividad.

## **2.15 RUTA CRÍTICA**

Es un conjunto de nudos unidos por flechas, que empiezan en el evento inicial y termina en el evento final, encontramos las rutas del diagrama. La duración de una ruta, es el tiempo total que se emplea en recorrerla, que equivale al total de la suma de los tiempos individuales de las actividades que unen los eventos a lo largo de la ruta.

Cuando se tenga un proyecto completamente planeado y programado, se conozcan sus actividades,

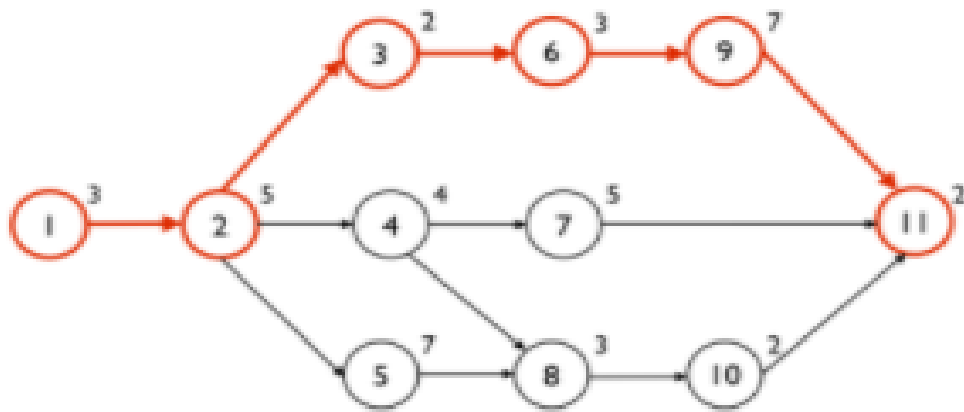


su duración y sus predecesoras, se puede determinar el tiempo mínimo requerido para la determinación de un proyecto.

Para lograr lo anterior, se debe encontrar la ruta más larga que corresponde a secuencia de actividades cuya duración total es la máxima a lo largo de la red.

La ruta crítica o camino crítico, está determinada en la red por el camino más largo entre la actividad inicial y la actividad final del proyecto. Paradójicamente coincide con el tiempo mínimo para terminar un proyecto. Para determinarla se parte desde el evento o nudo inicial, en donde coincidan en un mismo modo la iniciación adelantada y la terminación tardía y teniendo en cuenta la duración de la actividad.

Todas las actividades que conforman la ruta crítica, son todas aquellas cuya holgura total o fluctuación total, sea igual a cero (0).



**Figura No 25:** Ruta crítica evento inicial y termina en el evento final  
*Fuente:* libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao



## 2.16 CURVA “S”

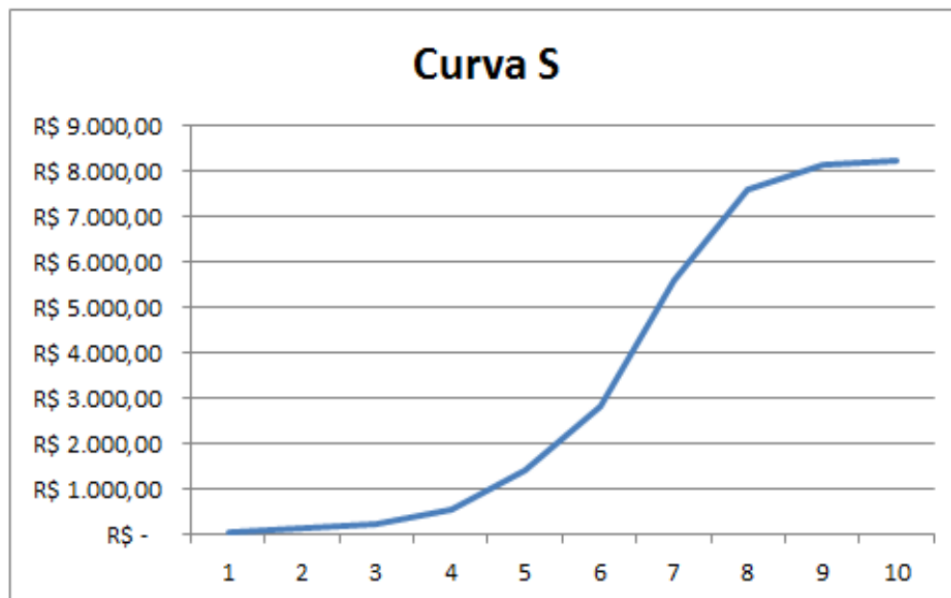
La curva “s”, es la curva que muestra la línea base del desempeño esperado del proyecto. Inicia sin gastos en el día inicial del proyecto, concluyendo con el 100% del gasto en la fecha última del cronograma.

Recibe su nombre de la forma usual que forma la curva, dibujando una S en el gráfico. Esta “S” corresponde al comportamiento del gasto de los proyectos, el cual muestra una ligera pendiente al inicio y al final, y una pendiente vertiginosa en las fases intermedias.

Permite comparar el avance real vs avance planificado, con el propósito de establecer las desviaciones del proyecto y tomar acciones correctivas. Es el punto de partida de la técnica de valor ganado.

La primera versión de la curva S se crea a partir del cronograma vigente y el presupuesto inicial.

Posteriormente se puede actualizar conforme se crean las nuevas versiones.



**Figura No 26:** Curva S

*Fuente:* libro de programación y control de programación-julio cesar Sánchez Henao



## CAPITULO III

### 3. APLICACIÓN DE PROGRAMACION

#### 3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

##### UBICACIÓN FISICA Y GEOGRAFICA

Departamento: La Paz

Provincia: Murillo

Municipio: Nuestra Señora de La Paz

Localidad: Nuestra Señora de La Paz

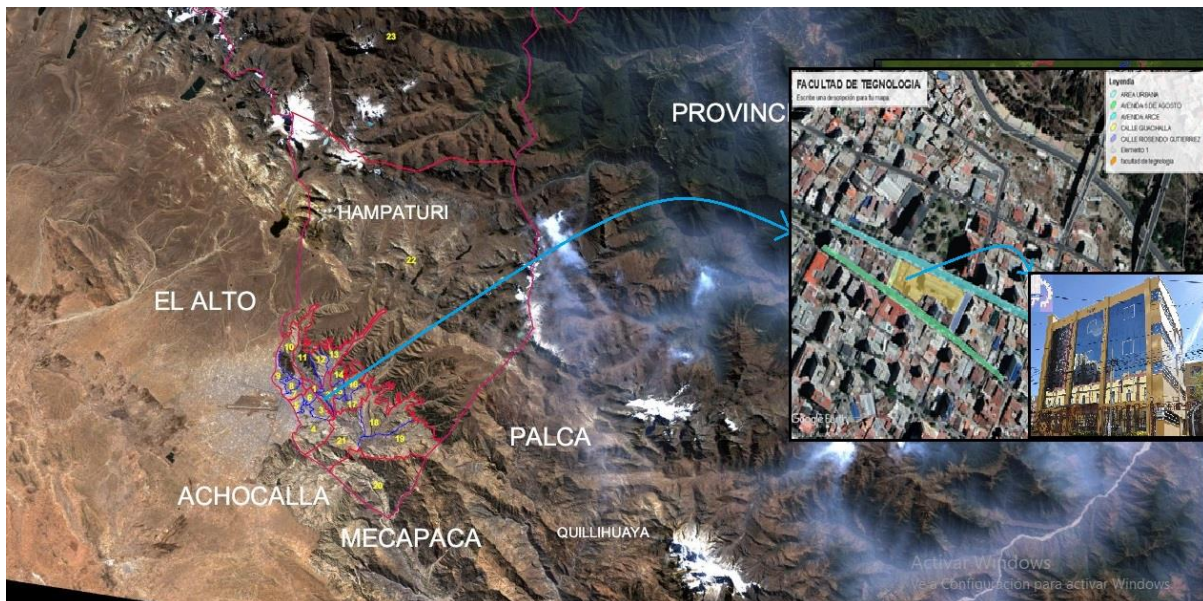
Macro distrito: CENTRO I

##### CORDENADAS GEOGRAFICAS

Latitud: 16° 30'27.12" S

Longitud: 68° 07'37.75"O

Altura: 3548 m.s.n.m



*Figura No 27: Ubicación del Proyecto  
Fuente: Elaboración Propia*



### 3.2 PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACION DE LA OBRA

Para la comprensión del siguiente trabajo de aplicación, se realizó un análisis para optimización del rendimiento de los elementos correspondientes a un proyecto, precios unitarios de cada una de las actividades definidas que determinara el presupuesto correspondiente de la obra.

Tomando en cuenta el proceso de programación se utiliza el método PERT/CPM y Microsoft Project, es el fundamento para el método de programación por el camino crítico, usando el diagrama de Gantt, el cual formula un orden de ejecución del proyecto, hallando la duración de la obra, manipular los tiempos adecuados y requeridos en cada una de las actividades por etapas, para facilitar el manejo del control por medio de los diagramas de Barras Gantt el cual muestra las fechas de inicio y final.

De la misma manera se adquirió los diferentes Diagramas de Planificación y Optimización de Recursos; Diagrama y cálculo de la curva “S”

### 3.3 VOLUMEN DE LA OBRA

La facultad de tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés, los datos obtenidos son los siguientes.

VOLUMEN DE OBRA

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario
1	INSTALACION DE FAENAS	glb	1,00	1.292,01
2	REPLANTEO Y TRAZADO DE LA OBRA	glb	1,00	521,27
3	PICADO DE PISOS	m <sup>2</sup>	35,40	62,14
4	EXCAVACION PARA TUBERIA DE h=1.50m	m <sup>3</sup>	46,52	60,07
5	EXCAVACION TERRENO SEMIDURO	m <sup>3</sup>	22,70	67,65
6	PROV. Y COLOC. DE T.P. DE PVC DE 6" C-9	m	70,50	173,01
7	PROV. Y COLOC. DE T.S. DE PVC DE 6" C-9	m	40,85	168,64
8	CONSTRUCCION CAMARAS 1mx1m MAS TAPAS	pza	5,00	2.515,35
9	CONSTRUCCION CAMARAS 1.30mx1.30m MAS TAPAS	pza	4,00	3.335,72
10	CAMARA DE REGISTRO PLUVIAL 0.40m x 0.40m	pza	7,00	374,34
11	ENLUCIDO DE MORTERO IMPERMEABLE	m <sup>2</sup>	18,92	49,35
12	CAMA DE ASIENTO CON TIERRA CERNIDA	m <sup>3</sup>	4,32	91,15
13	PROV. Y COLOC. DE TUBERIA PLUVIAL DE PVC 4" C-9	m	15,95	83,37
14	RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA CERNIDA	m <sup>3</sup>	5,58	93,03
15	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS	m <sup>3</sup>	5,58	81,03
16	REPOSICIÓN DE PISO DE CEMENTO + EMPEDRADO	m <sup>2</sup>	35,40	101,54
17	PROV. Y COLOC. DE SUMIDERO LINEAL C/REGILLA	m	1,50	555,84
18	RETIRO DE ESCOMBROS	m <sup>3</sup>	1,10	130,55
19	LIMPIEZA GENERAL	m <sup>2</sup>	1,90	196,30





### 3.4 PRESUPUESTO GENERAL

Con la planilla de volúmenes, se procederá a realizar cálculo del presupuesto general del proyecto, con los respectivos precios unitarios.

Proyecto: "REINSTALACION SANITARIA, TUBERIAS Y CAMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA, PREDIO AV. ARCE					
Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
1	INSTALACION DE FAENAS	glb	1.00	1,292.01	1,292.01
2	REPLANTEO Y TRAZADO DE LA OBRA	glb	1.00	521.27	521.27
3	PICADO DE PISOS	m <sup>2</sup>	35.40	62.14	2,199.76
4	EXCAVACION PARA TUBERIA DE h=1.50m	m <sup>3</sup>	46.52	60.07	2,794.46
5	EXCAVACION TERRENO SEMIDURO	m <sup>3</sup>	22.70	67.65	1,535.65
6	PROV. Y COLOC. DE T.P. DE PVC DE 6" C-9	m	70.50	173.01	12,197.20
7	PROV. Y COLOC. DE T.S. DE PVC DE 6" C-9	m	40.85	168.64	6,888.94
8	CONSTRUCCION CAMARAS 1mx1m MAS TAPAS	pza	5.00	2,515.35	12,576.75
9	CONSTRUCCION CAMARAS 1.30mx1.30m MAS TAPAS	pza	4.00	3,335.72	13,342.88
10	CAMARA DE REGISTRO PLUVIAL 0.40m x 0.40m	pza	7.00	374.34	2,620.38
11	ENLUCIDO DE MORTERO IMPERMEABLE	m <sup>2</sup>	18.92	49.35	933.70
12	CAMA DE ASIENTO CON TIERRA CERNIDA	m <sup>3</sup>	4.32	91.15	393.77
13	PROV. Y COLOC. DE TUBERIA PLUVIAL DE PVC 4" C-9	m	15.95	83.37	1,329.75
14	RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA CERNIDA	m <sup>3</sup>	5.58	93.03	519.11
15	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS	m <sup>3</sup>	5.58	81.03	452.15
16	REPOSICIÓN DE PISO DE CEMENTO + EMPEDRADO	m <sup>2</sup>	35.40	101.54	3,594.52
17	PROV. Y COLOC. DE SUMIDERO LINEAL C/REGILLA	m	1.50	555.84	833.76
18	RETIRO DE ESCOMBROS	m <sup>3</sup>	1.10	130.55	143.61
19	LIMPIEZA GENERAL	m <sup>2</sup>	1.90	196.30	372.97
<b>Total presupuesto:</b>					<b>64,542.64</b>
Son: Sesenta y Cuatro Mil Quinientos Cuarenta y Dos con 64/100 Bolivianos					

*Tabla No 4: Tabla Presupuesto General  
Fuente: Elaboración Propia*





#### 4.1 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

##### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Item: 1. INSTALACION DE FAENAS

Unidad: glb

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)	
	A	MATERIALES					
1	-	VARIOS INST. DE FAENAS (NACIONALES)	glb	23.83	22.66	539.99	
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>539.99</b>	
	B	MANO DE OBRA					
1	-	ALBAÑIL	hr	8.00	20.00	160.00	
2	-	AYUDANTE	hr	8.00	12.50	100.00	
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>260.00</b>	
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	150.80	
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	61.37	
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>472.17</b>	
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	23.61	
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>23.61</b>	
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>1,035.77</b>	
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	103.58	
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	113.93	
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>1,253.28</b>	
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	38.73	
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	51.79	
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>1,292.01</b>	
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>1,292.01</b>	
		Son: Un Mil Doscientos Noventa y Dos con 01/100 Bolivianos					

*Tabla No 5: Precios Unitarios  
Fuente: Elaboración Propia*



Item: 2 REPLANTEO Y TRAZADO DE LA OBRA

Unidad: glb

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	ALAMBRE DE AMARRE	kg	1.00	10.00	10.00
2	-	MADERA DE CONSTRUCCION	pie <sup>2</sup>	20.00	7.50	150.00
3	-	CLAVOS	kg	1.00	10.00	10.00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>170.00</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	4.00	20.00	80.00
2	-	AYUDANTE	hr	4.00	12.50	50.00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>130.00</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	75.40
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	30.69
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>236.09</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	11.80
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>11.80</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>417.89</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	41.79
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	45.97
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>505.65</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	15.62
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	20.89
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>521.27</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>521.27</b>
		Son: Quinientos Veintiuno con 27/100 Bolivianos				

Tabla No 6: Replanteo y Trazado de la Obra

Fuente: Elaboración Propia



Item: 4 EXCAVACION PARA TUBERIA DE h=1.50m      Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>0.00</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	AYUDANTE	hr	0.10	12.50	1.25
2	-	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0.02	25.00	0.50
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>1.75</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	1.02
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	0.41
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>3.18</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	RETROSCAVADORA	hr	0.20	224.09	44.82
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0.16
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>44.98</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>48.16</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	4.82
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	5.30
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>58.27</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	1.80
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	2.41
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>60.07</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>60.07</b>
		Son: Sesenta con 07/100 Bolivianos				

Tabla No 7: excavación para Tubería  
Fuente: Elaboración Propia



Ítem: 5 EXCAVACION TERRENO SEMIDURO

Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>0.00</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	AYUDANTE	hr	0.50	12.50	6.25
2	-	PEON	hr	3.17	7.00	22.19
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>28.44</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	16.50
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	6.71
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>51.65</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	2.58
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>2.58</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>54.23</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	5.42
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	5.97
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>65.62</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	2.03
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	2.71
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>67.65</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>67.65</b>
		Son: Sesenta y Siete con 65/100 Bolivianos				

Tabla No 8: excavación Terreno Semiduro  
Fuente: Elaboración Propia



Item: 7 PROV. Y COLOC. DE T.S. DE PVC DE 6" C-9      Unidad: m

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	PEGAMENTO	l	0.07	45.00	3.15
2	-	LIMPIADOR	l	0.06	35.00	2.10
3	-	TUBO DE DESAGUE C9 6"	m	1.10	104.70	115.17
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>120.42</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PLOMERO	hr	0.20	20.00	4.00
2	-	AYUDANTE	hr	0.30	12.50	3.75
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>7.75</b>
F		Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	4.50
O		Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	1.83
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>14.07</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
H		Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0.70
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>0.70</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>135.20</b>
L		Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	13.52
M		Utilidad		10.00% de	(J+L) =	14.87
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>163.59</b>
P		Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	5.05
K		Imprevistos		5.00% de	(J) =	6.76
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>168.64</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>168.64</b>
		Son: Ciento Sesenta y Ocho con 64/100 Bolivianos				



Item: 6 PROV. Y COLOC. DE T.P. DE PVC DE 6" C-9      Unidad: m  
Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	PEGAMENTO	l	0.07	45.00	3.15
2	-	LIMPIADOR	l	0.06	35.00	2.10
3	-	ACCESORIOS	glb	1.00	3.50	3.50
4	-	TUBO DE DESAGUE C9 6"	m	1.10	104.70	115.17
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>123.92</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PLOMERO	hr	0.20	20.00	4.00
2	-	AYUDANTE	hr	0.30	12.50	3.75
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>7.75</b>
F		Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	4.50
O		Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	1.83
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>14.07</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
H		Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0.70
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>0.70</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>138.70</b>
L		Gastos gales. y administrativ		10.00% de	(J) =	13.87
M		Utilidad		10.00% de	(J+L) =	15.26
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>167.82</b>
P		Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	5.19
K		Imprevistos		5.00% de	(J) =	6.93
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>173.01</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>173.01</b>
		Son: Ciento Setenta y Tres con 01/100 Bolivianos				



Item: 8 CONSTRUCCION CAMARAS 1mx1m MAS TAPAS Unidad: pza

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	ARENA COMUN	m <sup>3</sup>	0.56	125.00	70.00
2	-	ARENA FINA	m <sup>3</sup>	0.09	136.50	12.29
3	-	CEMENTO PORTLAND	kg	538.00	1.10	591.80
4	-	GRAVA COMUN	m <sup>3</sup>	0.62	125.00	77.50
5	-	MADERA DE CONSTRUCCION	pie <sup>2</sup>	35.60	7.50	267.00
6	-	CLAVOS	kg	0.50	10.00	5.00
7	-	ALAMBRE DE AMARRE	kg	0.33	10.00	3.30
8	-	FIERRO CORRUGADO	kg	16.20	5.56	90.06
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>1,116.94</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	13.35	20.00	267.00
2	-	AYUDANTE	hr	16.02	12.50	200.25
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>467.25</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	271.01
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	110.30
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>848.55</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	MEZCLADORA	hr	0.49	17.50	8.58
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	42.43
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>51.00</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>2,016.49</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	201.65
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	221.81
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>2,439.96</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	75.39
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	100.82
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>2,515.35</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>2,515.35</b>
		Son: Dos Mil Quinientos Quince con 35/100 Bolivianos				



Item: 9 CONSTRUCCION CAMARAS 1.30mx1.30m MAS T/ Unidad: pza

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)	
	A	MATERIALES					
1	-	ARENA COMUN	m <sup>3</sup>	0.75	125.00	93.75	
2	-	ARENA FINA	m <sup>3</sup>	0.11	136.50	15.02	
3	-	CEMENTO PORTLAND	kg	719.05	1.10	790.96	
4	-	GRAVA COMUN	m <sup>3</sup>	0.85	125.00	106.25	
5	-	MADERA DE CONSTRUCCION	pie <sup>2</sup>	47.40	7.50	355.50	
6	-	CLAVOS	kg	0.50	10.00	5.00	
7	-	ALAMBRE DE AMARRE	kg	0.43	10.00	4.30	
8	-	FIERRO CORRUGADO	kg	19.01	5.56	105.70	
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>1,476.47</b>	
	B	MANO DE OBRA					
1	-	ALBAÑIL	hr	17.78	20.00	355.60	
2	-	AYUDANTE	hr	21.33	12.50	266.63	
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>622.23</b>	
F		Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	360.89	
O		Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	146.88	
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>1,129.99</b>	
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
1	-	MEZCLADORA	hr	0.64	17.50	11.20	
H		Herramientas menores		5.00% de	(G) =	56.50	
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>67.70</b>	
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>2,674.16</b>	
L		Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	267.42	
M		Utilidad		10.00% de	(J+L) =	294.16	
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>3,235.73</b>	
P		Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	99.98	
K		Imprevistos		5.00% de	(J) =	133.71	
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>3,335.72</b>	
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>3,335.72</b>	
		Son: Tres Mil Trescientos Treinta y Cinco con 72/100 Bolivianos					





Item: 10 CAMARA DE REGISTRO PLUVIAL 0.40m x 0.40m Unidad: pza

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	CEMENTO PORTLAND	kg	44.12	1.10	48.54
2	-	ARENA COMUN	m <sup>3</sup>	0.20	125.00	25.00
3	-	FIERRO CORRUGADO	kg	4.09	5.56	22.71
4	-	ARENA FINA	m <sup>3</sup>	0.03	136.50	3.41
5	-	PIEDRAS MANZANA	m <sup>3</sup>	0.06	130.00	7.54
6	-	MADERA DE CONSTRUCCION	pie <sup>2</sup>	2.52	7.50	18.90
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>126.10</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	3.00	20.00	60.00
2	-	AYUDANTE	hr	2.50	12.50	31.25
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>91.25</b>
F		Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	52.93
O		Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	21.54
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>165.71</b>
C		EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
H		Herramientas menores		5.00% de	(G) =	8.29
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>8.29</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>300.10</b>
L		Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	30.01
M		Utilidad		10.00% de	(J+L) =	33.01
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>363.12</b>
P		Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	11.22
K		Imprevistos		5.00% de	(J) =	15.01
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>374.34</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>374.34</b>
		Son: Trescientos Setenta y Cuatro con 34/100 Bolivianos				



Item: 11 ENLUCIDO DE MORTERO IMPERMEABLE Unidad: m<sup>2</sup>

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	SIKA 1 IMPERMEABILIZANTE	kg	0.10	17.05	1.71
2	-	ARENA FINA	m <sup>3</sup>	0.01	136.50	1.09
3	-	CEMENTO PORTLAND VIACHA	kg	3.30	1.06	3.50
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>6.30</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	0.65	20.00	13.00
2	-	PEON	hr	0.64	7.00	4.45
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>17.45</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	10.12
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	4.12
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>31.68</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1.58
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>1.58</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>39.56</b>
	L	Gastos gales. y administrativ		10.00% de	(J) =	3.96
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	4.35
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>47.87</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	1.48
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	1.98
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>49.35</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>49.35</b>
		Son: Cuarenta y Nueve con 35/100 Bolivianos				



Item: 12 CAMA DE ASIENTO CON TIERRA CERNIDA      Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	TIERRA SELECCIONADA	m <sup>3</sup>	1.00	39.30	39.30
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>39.30</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PEON	hr	2.53	7.00	17.71
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>17.71</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	10.27
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	4.18
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>32.16</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1.61
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>1.61</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>73.07</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	7.31
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	8.04
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>88.42</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	2.73
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	3.65
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>91.15</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>91.15</b>
		Son: Noventa y Uno con 15/100 Bolivianos				



Item: 13 PROV. Y COLOC. DE TUBERIA PLUVIAL DE PVC /Unidad: m

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	TUBO DESAGUE C9 4"	m	1.10	40.00	44.00
2	-	PEGAMENTO	l	0.07	45.00	3.15
3	-	LIMPIADOR	l	0.06	35.00	2.10
4	-	ACCESORIOS	glb	1.00	3.50	3.50
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>52.75</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PLOMERO	hr	0.16	20.00	3.20
2	-	AYUDANTE	hr	0.34	12.50	4.19
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>7.39</b>
F		Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	4.28
O		Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	1.74
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>13.42</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
H		Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0.67
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>0.67</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>66.84</b>
L		Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	6.68
M		Utilidad		10.00% de	(J+L) =	7.35
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>80.87</b>
P		Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	2.50
K		Imprevistos		5.00% de	(J) =	3.34
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>83.37</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>83.37</b>
		Son: Ochenta y Tres con 37/100 Bolivianos				



Item: 14 RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA CERNIDA/ Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	TIERRA SELECCIONADA	m <sup>3</sup>	1.00	39.30	39.30
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>39.30</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	0.30	20.00	6.00
2	-	AYUDANTE	hr	1.00	12.50	12.50
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>18.50</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	10.73
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	4.37
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>33.60</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1.68
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>1.68</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>74.58</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	7.46
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	8.20
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>90.24</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	2.79
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	3.73
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>93.03</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>93.03</b>
		Son: Noventa y Tres con 03/100 Bolivianos				



Item: 15 RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS

Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>0.00</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PEON	hr	2.70	7.00	18.90
2	-	OPERADOR DE COMPACTADORA	hr	2.00	5.04	10.08
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>28.98</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	16.81
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	6.84
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>52.63</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	COMPACTADORA DE PLANCHA	hr	0.50	19.40	9.70
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	2.63
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>12.33</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>64.96</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	6.50
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	7.15
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>78.60</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	2.43
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	3.25
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>81.03</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>81.03</b>
		Son: Ochenta y Uno con 03/100 Bolivianos				



Item: 16 REPOSICIÓN DE PISO DE CEMENTO + EMPEDRAI Unidad: m<sup>2</sup>

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	ARENA COMUN	m <sup>3</sup>	0.03	125.00	3.75
2	-	ARENA FINA	m <sup>3</sup>	0.01	136.50	1.37
3	-	CEMENTO PORTLAND	kg	18.00	1.10	19.80
4	-	GRAVA COMUN	m <sup>3</sup>	0.04	125.00	5.00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>29.92</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	0.60	20.00	12.00
2	-	AYUDANTE	hr	1.20	12.50	15.00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>27.00</b>
F		Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	15.66
O		Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	6.37
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>49.03</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
H		Herramientas menores		5.00% de	(G) =	2.45
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>2.45</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>81.40</b>
L		Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	8.14
M		Utilidad		10.00% de	(J+L) =	8.95
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>98.49</b>
P		Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	3.04
K		Imprevistos		5.00% de	(J) =	4.07
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>101.54</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>101.54</b>
		Son: Ciento Uno con 54/100 Bolivianos				



Item: 17 PROV. Y COLOC. DE SUMIDERO LINEAL C/REGILI Unidad: m

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	CEMENTO PORTLAND	kg	25.00	1.10	27.50
2	-	ARENA COMUN	m <sup>3</sup>	0.01	125.00	1.25
3	-	PINTURA ANTICORROSIVA	galón	0.05	80.30	4.02
4	-	MADERA DE CONSTRUCCION	pie <sup>2</sup>	0.05	7.50	0.38
5	-	PIEDRAS MANZANA	m <sup>3</sup>	0.15	130.00	19.50
6	-	SUMIDERO	pza	1.00	300.00	300.00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>352.64</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	1.50	20.00	30.00
2	-	AYUDANTE	hr	1.50	12.50	18.75
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>48.75</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	28.28
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	11.51
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>88.53</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIEN				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	4.43
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>4.43</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>445.60</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	44.56
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	49.02
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>539.18</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	16.66
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	22.28
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>555.84</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>555.84</b>
		Son: Quinientos Cincuenta y Cinco con 84/100 Bolivianos				

Tabla No 9: Prov y Coloc de Sumidero Lineal con Rejilla

Fuente: Elaboración Propia





Item: 18 RETIRO DE ESCOMBROS

Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			(A) =	<b>0.00</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	AYUDANTE	hr	2.30	12.50	28.75
2	-	CHOFER	hr	0.10	16.23	1.62
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			(B) =	<b>30.37</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	17.62
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	7.17
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			(E+F+O) =	<b>55.16</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	VOLQUETA	hr	0.17	271.76	46.74
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	2.76
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			(C+H) =	<b>49.50</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			(D+G+I) =	<b>104.66</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	10.47
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	11.51
>	N	<b>PARCIAL</b>			(J+L+M) =	<b>126.64</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	3.91
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	5.23
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			(N+P) =	<b>130.55</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>130.55</b>
		Son: Ciento Treinta con 55/100 Bolivianos				

Tabla No 10: Retiro de Escombros

Fuente: Elaboración Propia



Item: 19 LIMPIEZA GENERAL

Unidad: m<sup>2</sup>

Proyecto: "REINSTALACIÓN SANITARIA, TUBERÍAS Y CÁMARAS" DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA,  
PREDIO AV. ARCE

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			(A) =	<b>0.00</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PEON	hr	11.79	7.00	82.53
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			(B) =	<b>82.53</b>
	F	Cargas Sociales		58.00% de	(E) =	47.87
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	19.48
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			(E+F+O) =	<b>149.88</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	7.49
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			(C+H) =	<b>7.49</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			(D+G+I) =	<b>157.37</b>
	L	Gastos grales. y administrativ		10.00% de	(J) =	15.74
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	17.31
>	N	<b>PARCIAL</b>			(J+L+M) =	<b>190.42</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	5.88
	K	Imprevistos		5.00% de	(J) =	7.87
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			(N+P) =	<b>196.31</b>
>		<b>PRECIO ADOPTADO:</b>				<b>196.30</b>
		Son: Ciento Noventa y Seis con 30/100 Bolivianos				

Tabla No 11: Limpieza General  
Fuente: Elaboración Propia



### 3.5 DISTRIBUCIÓN Y NIVEL DE RECURSOS

#### 3.5.1 MATERIALES

En la siguiente tabla se proporciona el listado del material a requerir para el proyecto, muestra el precio unitario y así mismo el parcial.

#### LISTA DE MATERIALES

Nº	Descripción insumos	Und.	Cant.	Unit.	Parcial (Bs)
1	ACCESORIOS	glb	86,45	3,50	302,58
2	ALAMBRE DE AMARRE	kg	4,37	10,00	43,70
3	ARENA COMUN	m <sup>3</sup>	8,28	125,00	1.035,00
4	ARENA FINA	m <sup>3</sup>	1,57	136,50	214,31
5	CEMENTO PORTLAND	kg	6.549,77	1,10	7.204,75
6	CEMENTO PORTLAND VIACHA	kg	62,44	1,06	66,19
7	CLAVOS	kg	5,50	10,00	55,00
8	FIERRO CORRUGADO	kg	185,62	5,56	1.032,05
9	GRAVA COMUN	m <sup>3</sup>	7,92	125,00	990,00
10	LIMPIADOR	l	7,64	35,00	267,40
11	MADERA DE CONSTRUCCION	pie <sup>2</sup>	405,31	7,50	3.039,83
12	PEGAMENTO	l	8,91	45,00	400,95
13	PIEDRAS MANZANA	m <sup>3</sup>	0,63	130,00	81,90
14	PINTURA ANTICORROSIVA	galón	0,08	80,30	6,42
15	SIKA 1 IMPERMEABILIZANTE	kg	1,89	17,05	32,22
16	SUMIDERO	pza	1,50	300,00	450,00
17	TIERRA SELECCIONADA	m <sup>3</sup>	9,90	39,30	389,07
18	TUBO DE DESAGUE C9 6"	m	122,49	104,70	12.824,70
19	TUBO DESAGUE C9 4"	m	17,55	40,00	702,00
20	VARIOS INST. DE FAENAS	glb	23,83	22,66	539,99
<b>Total:</b>					<b>29.678,06</b>
Son: Veintinueve Mil Seiscientos Setenta y Ocho con 06/100 Bolivianos					

*Tabla No 12: Lista de Materiales*  
*Fuente: Elaboración Propia*



### 3.5.2 MANO DE OBRA

En la siguiente tabla nos muestra el precio unitario y parcial de cada personal; y también el presupuesto general del mismo.

#### MANO DE OBRA

Nº	Descripción insumos	Und.	Cant.	Unit.	Parcial (Bs)
1	ALBAÑIL	hr	208,33	20,00	4.166,60
2	AYUDANTE	hr	376,50	12,50	4.706,25
3	CHOFER	hr	0,11	16,23	1,79
4	OPERADOR DE COMPACTADORA	hr	11,16	5,04	56,25
5	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0,93	25,00	23,25
6	PEON	hr	132,37	7,00	926,59
7	PLOMERO	hr	24,82	20,00	496,40
<b>Total:</b>					<b>10.377,13</b>
Son: Diez Mil Trescientos Setenta y Siete con 13/100 Bolivianos					

*Tabla No 13: Mano de Obra*

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.5.3 MAQUINARIA Y EQUIPO

En la siguiente tabla nos proporciona el precio unitario y parcial de tipo de maquinaria y/o equipo a requerir, así mismo el presupuesto general.

#### MAQUINARIA Y EQUIPO

Nº	Descripción insumos	Und.	Cant.	Unit.	Parcial (Bs)
1	COMPACTADORA DE PLANCHA	hr	2,79	19,40	54,13
2	MEZCLADORA	hr	5,01	17,50	87,68
3	RETROESCAVADORA	hr	9,30	224,09	2.084,04
4	VOLQUETA	hr	0,19	271,76	51,63
<b>Total:</b>					<b>2.277,48</b>
Son: Dos Mil Doscientos Setenta y Siete con 48/100 Bolivianos					

*Tabla No 14: Maquinaria y Equipo*

*Fuente: Elaboración Propia*



### 3.5.4 COSTO INDIRECTO

#### PLANILLA DE CONTROL

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial	MATERIAL	OBRERO	EQUIPO	Hrs.	Cuadrilla
1	INSTALACION DE FAENAS	glb	1,00	1.292,01	1.292,01	539,99	260,00	0,00	8,00	1,00
2	REPLANTEO Y TRAZADO DE LA OBRA	glb	1,00	521,27	521,27	170,00	130,00	0,00	4,00	1,00
3	PICADO DE PISOS	m²	35,40	62,14	2.199,76	0,00	26,13	0,00	2,09	1,00
4	EXCAVACION PARA TUBERIA DE h=1.50m	m³	46,52	60,07	2.794,46	0,00	1,75	44,82	0,11	1,00
5	EXCAVACION TERRENO SEMIDURO	m³	22,70	67,65	1.535,66	0,00	28,44	0,00	1,84	1,00
6	PROV. Y COLOC. DE T.P. DE PVC DE 6" C-9	m	70,50	173,01	12.197,21	123,92	7,75	0,00	0,25	1,00
7	PROV. Y COLOC. DE T.S. DE PVC DE 6" C-9	m	40,85	168,64	6.888,94	120,42	7,75	0,00	0,25	1,00
8	CONSTRUCCION CAMARAS 1mx1m MAS TAPAS	pza	5,00	2.515,35	12.576,75	1.116,94	467,25	8,58	9,95	1,00
9	CONSTRUCCION CAMARAS 1.30mx1.30m MAS TAPAS	pza	4,00	3.335,72	13.342,88	1.476,47	622,23	11,20	13,25	1,00
10	CAMARA DE REGISTRO PLUVIAL 0.40m x 0.40m	pza	7,00	374,34	2.620,38	126,10	91,25	0,00	2,75	1,00
11	ENLUCIDO DE MORTERO IMPERMEABLE	m²	18,92	49,35	933,70	6,30	17,45	0,00	0,64	1,00
12	CAMA DE ASIENTO CON TIERRA CERNIDA	m³	4,32	91,15	393,77	39,30	17,71	0,00	2,53	1,00
13	PROV. Y COLOC. DE TUBERIA PLUVIAL DE PVC 4" C-9	m	15,95	83,37	1.329,75	52,75	7,39	0,00	0,25	1,00
14	RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA CERNIDA	m³	5,58	93,03	519,11	39,30	18,50	0,00	0,65	1,00
15	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS	m³	5,58	81,03	452,15	0,00	28,98	9,70	1,73	1,00
16	REPOSICIÓN DE PISO DE CEMENTO + EMPEDRADO	m²	35,40	101,54	3.594,52	29,92	27,00	0,00	0,90	1,00
17	PROV. Y COLOC. DE SUMIDERO LINEAL C/REGILLA	m	1,50	555,84	833,76	352,64	48,75	0,00	1,50	1,00
18	RETIRO DE ESCOMBROS	m³	1,10	130,55	143,61	0,00	30,37	46,74	0,86	1,00
19	LIMPIEZA GENERAL	m²	1,90	196,30	372,97	0,00	82,53	0,00	11,79	1,00

Tabla No 15: Planilla de Control  
 Fuente : elaboración Propia

### 3.6 MATRIZ DE PRECEDENCIA

Nº	ACTIVIDADES	TAREAS DE LAS QUE DEPENDEN																			ACTIVIDAD	PREDECESOR	TIEMPO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
1	INSTALACION DE FAENAS	*																			1	-----	1
2	REPLANTEO Y TRAZADO DE OBRA	*																			2	1	1
3	PICADO DE PISOS		*																		3	2	1
4	EXCAVACION PARA TUBERIA DE h=1.50m			*																	4	3	6
5	EXCAVACION DE TERRENO SEMIDURO +1.50m				*																5	3	1
6	PROV. Y COLOC. DE T.P. DE PVC DE 6" C-9		*																		6	2	5
7	PROV. Y COLOC. DE T.S. DE PVC DE 6" C-9					*															7	5	6
8	CONSTRUCCION CAMARAS 1mx1m MAS TAPAS						*														8	5	3
9	CONSTRUCCION CAMARAS 1.30mx1.30m MAS TAPAS							*													9	5	3
10	CAMARA DE REGISTRO PLUVIAL 0.40m x 0.40m								*												10	5	2
11	ENLUCIDO DE MORTERO IMPERMEABLE (1:3) C/SIKA1									*	*	*									11	8,9,10	2
12	CAMA DE ASIENTO CON TIERRA CERNIDA							*													12	7	1
13	PROV. Y COLOC. DE TUBERIA PLUVIAL DE PVC 4" C-9		*																		13	2	2
14	RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA CERNIDA				*	*															14	4,5	1
15	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS				*																15	4	1
16	REPOSICIÓN DE PISO DE CEMENTO + EMPEDRADO															*					16	15	3
17	PROV. Y COLOC. DE SUMIDERO LINEAL C/REGILLA																*				17	16	2
18	RETIRO DE ESCOMBROS			*														*			18	3	1
19	LIMPIEZA GENERAL						*				*	*	*	*			*	*			19	6,11,12,13,14,17,18	1

Tabla No 16: Matriz de Precedencia  
 Fuente: Elaboración Propia



Nº	ACTIVIDADES	NIVELES																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	
A	1	INSTALACION DE FAENAS																				0									
B	2	REPLANTEO Y TRAZADO DE OBRA	1																			1	0								
C	3	PICADO DE PISOS		1																		1	1	0							
D	4	EXCAVACION PARA TUBERIA DE h=1.50m			1																	1	1	1	0						
E	5	EXCAVACION DE TERRENO SEMIDURO +1.50m			1																	1	1	1	0						
F	6	PROV. Y COLOC. DE T.P. DE PVC DE 6" C-9		1																		1	1	0							
G	7	PROV. Y COLOC. DE T.S. DE PVC DE 6" C-9				1																1	1	1	1	0					
H	8	CONSTRUCCION CAMARAS 1mx1m MAS TAPAS				1																1	1	1	1	0					
I	9	CONSTRUCCION CAMARAS 1.30mx1.30m MAS TAPAS				1																1	1	1	1	0					
J	10	CAMARA DE REGISTRO PLUVIAL 0.40m x 0.40m				1																1	1	1	1	0					
K	11	ENLUCIDO DE MORTERO IMPERMEABLE (1:3) C/SIKA1						1	1	1												3	3	3	3	3	0				
L	12	CAMA DE ASIENTO CON TIERRA CERNIDA					1															1	1	1	1	1	0				
M	13	PROV. Y COLOC. DE TUBERIA PLUVIAL DE PVC 4" C-9		1																		1	1	0							
N	14	RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA CERNIDA				1	1															2	2	2	2	0					
O	15	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS				1																1	1	1	1	0					
P	16	REPOSICIÓN DE PISO DE CEMENTO + EMPEDRADO													1							1	1	1	1	1	0				
Q	17	PROV. Y COLOC. DE SUMIDERO LINEAL C/REGILLA															1					1	1	1	1	1	1	0			
R	18	RETIRO DE ESCOMBROS			1																	1	1	1	0						
S	19	LIMPIEZA GENERAL				1						1	1	1	1		1	1				7	7	7	5	4	3	1	0		

Tabla No 17: Matriz de Precedencia  
Fuente: elaboración Propia

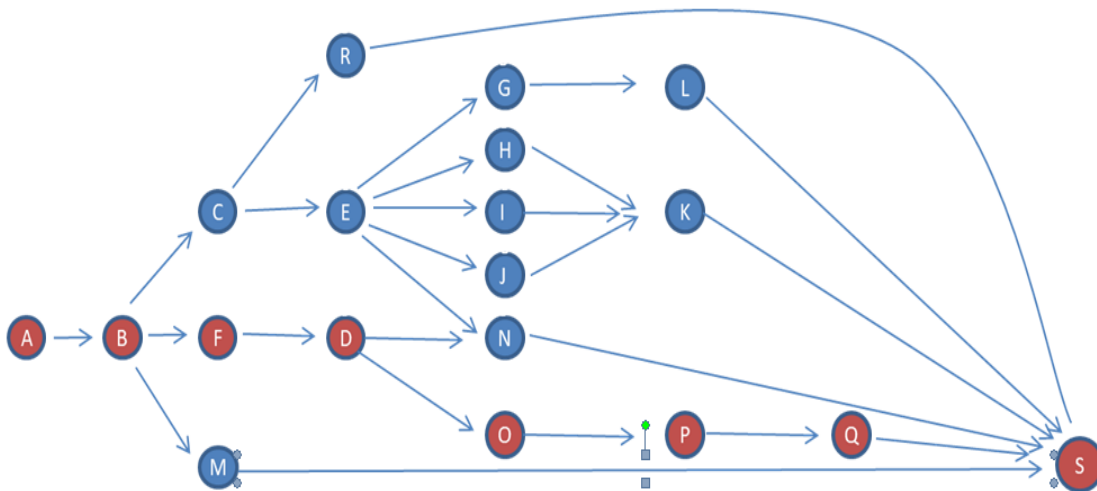


### MATRIZ DE PRECEDENCIA

actividad	actividades anteriores	rend.	tiempos en días	mano de obra	duracion mano de
1	-----	1	1	2	2
2	1	1	1	2	2
3	2	7	1	1	1
4	3	1	6	2	12
5	3	3	1	2	2
6	2	2	5	2	10
7	5	1	6	2	12
8	5	6	3	2	6
9	5	7	3	2	6
10	5	2	2	2	4
11	8,9,10	2	2	2	4
12	7	2	1	2	2
13	2	1	2	2	4
14	4,5	1	1	1	1
15	4	1	1	2	2
16	15	4	3	2	6
17	16	1	2	2	4
18	3	1	1	0	0
19	6,11,12,13,14,17,18	1	1	2	2
					<b>82</b>

Tabla No 18: Matriz de Precedencia  
 Fuente: Elaboracion Propia

### 3.7 GRAFO Y DETERMINACIÓN DE RUTA CRÍTICA

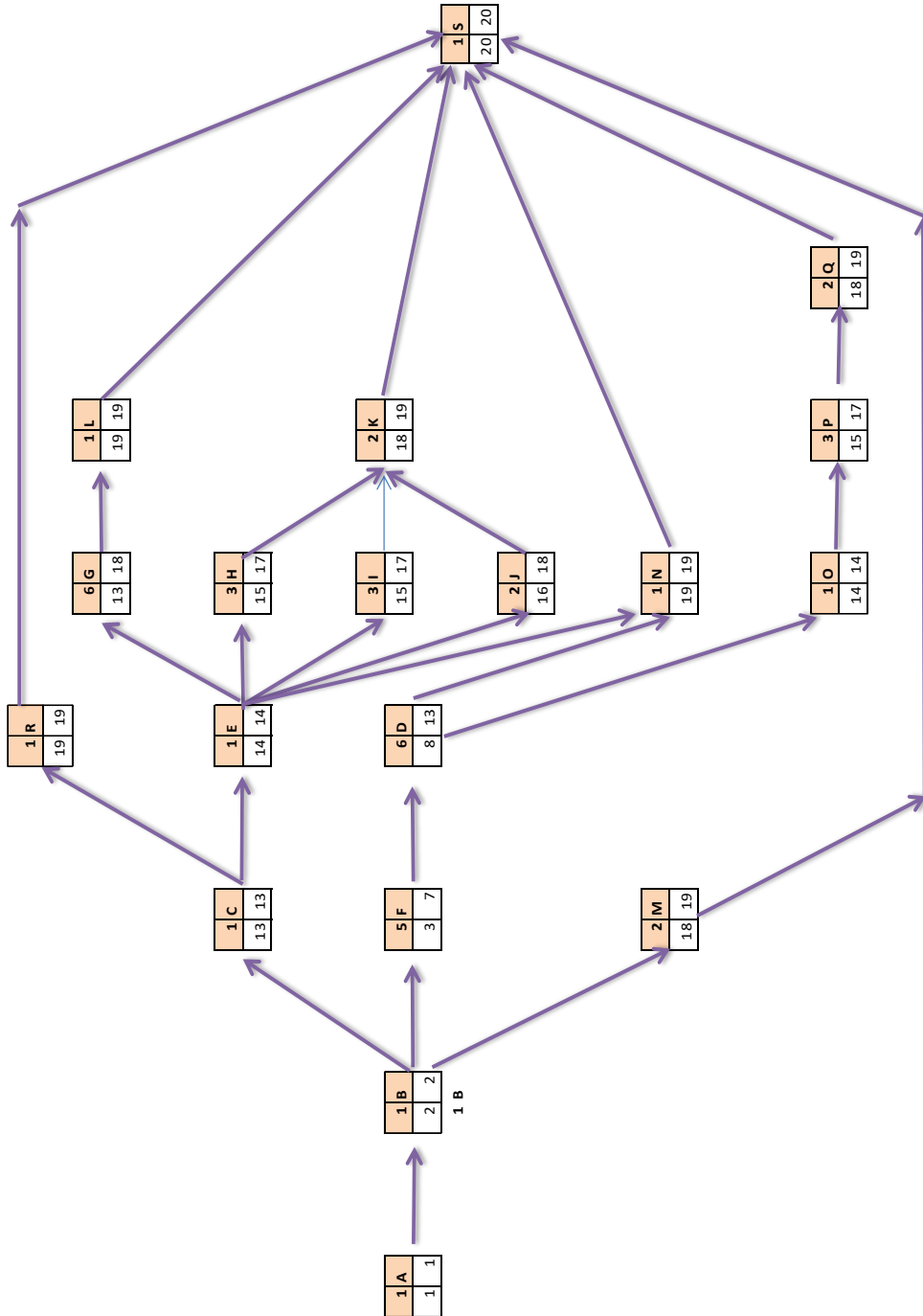


**RUTACRITICA=A,B,F,D,O,P,Q,S**

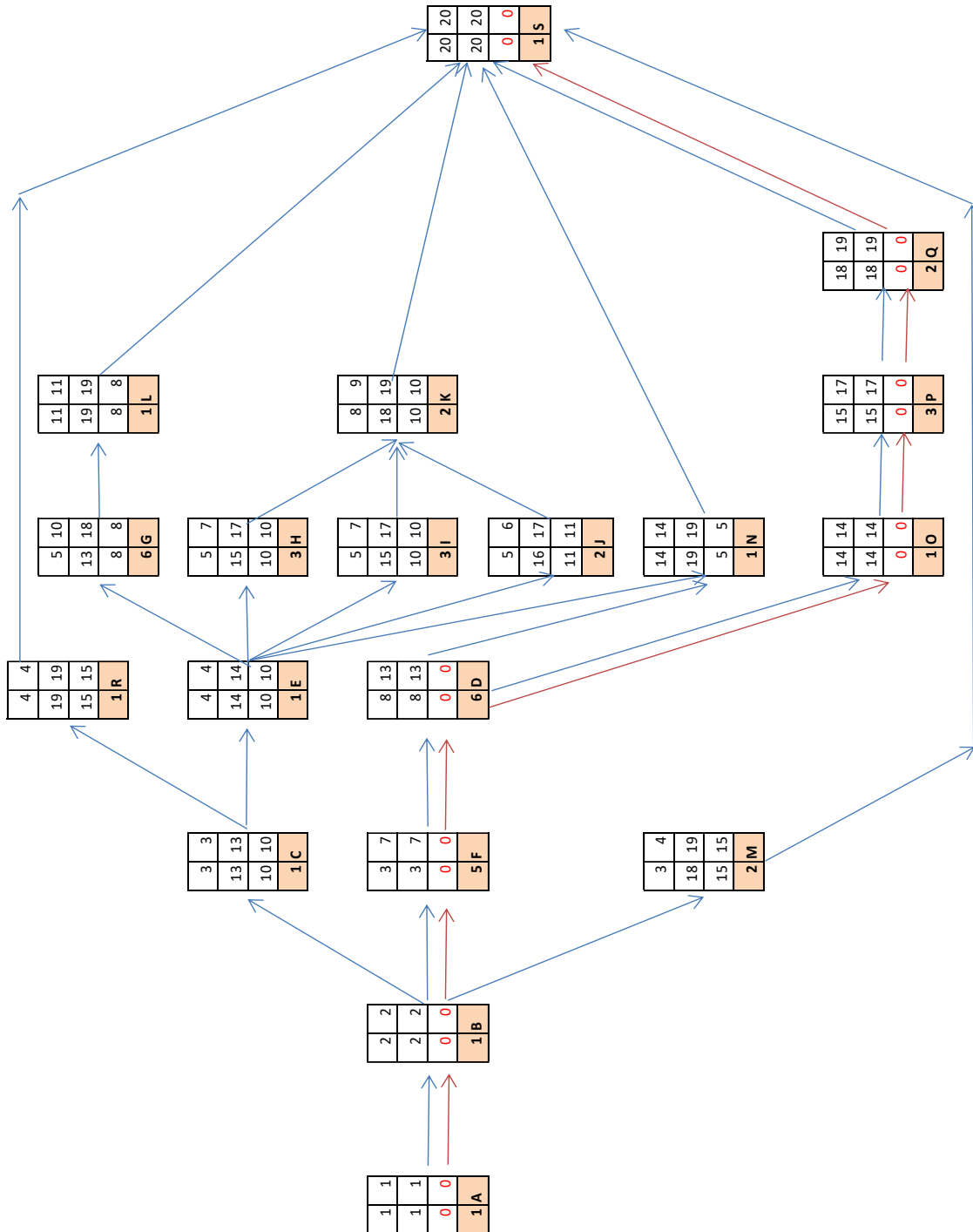
Figura No 28: Grafo y Determinación de Ruta Critica



Fuente: Elaboración Propia











### 3.8 HISTOGRAMAS (MANO DE OBRA)

HISTOGRAMA MANO DE OBRA

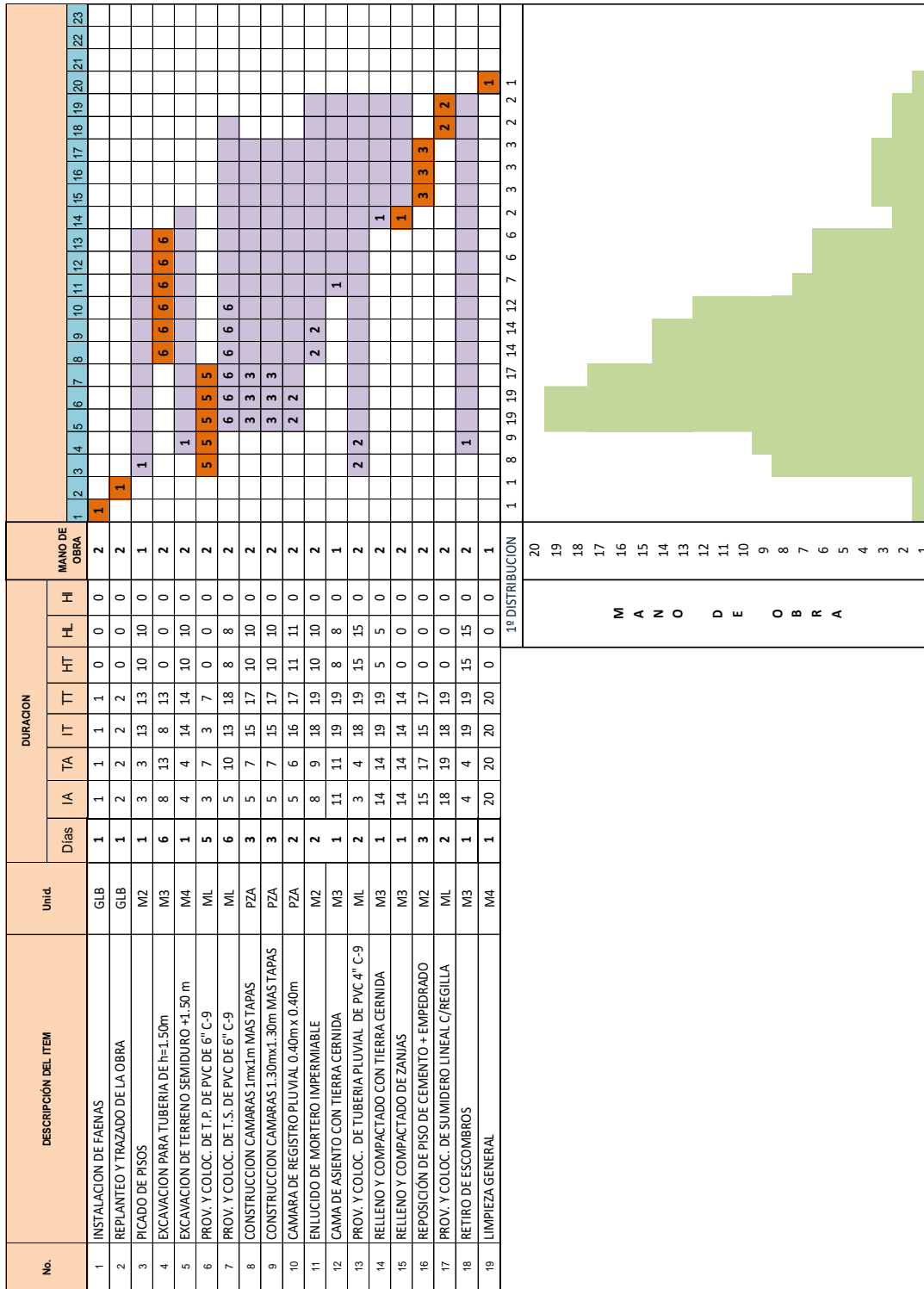


Tabla No 20: Histograma Mano de Obra  
 Fuente: Elaboracion Propia



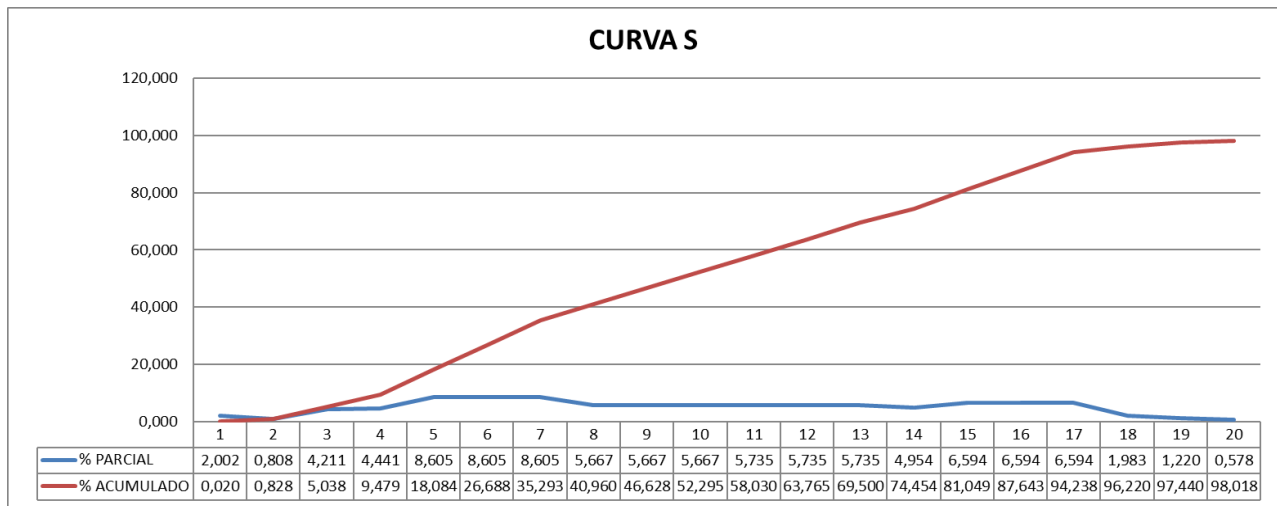
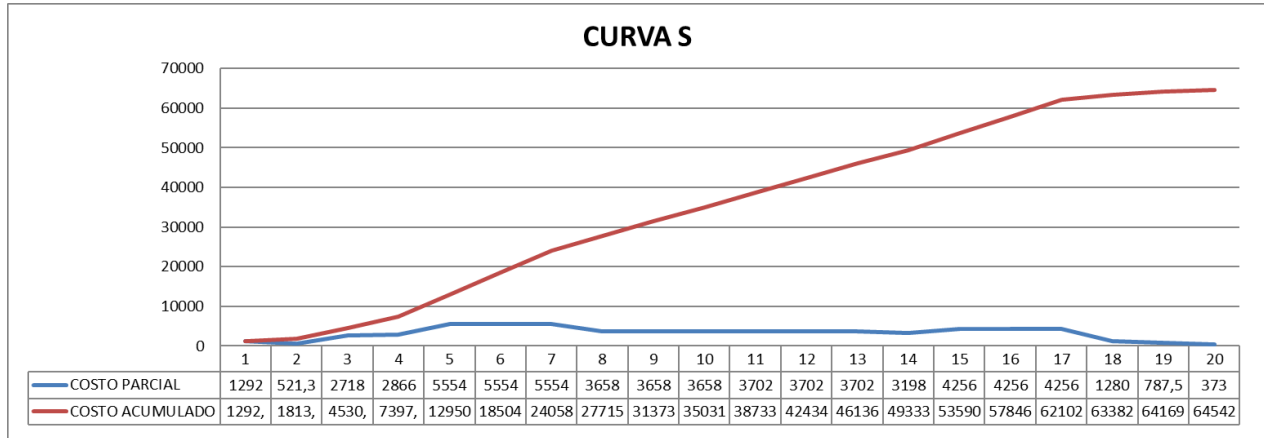




### 3.11 Curva "S"

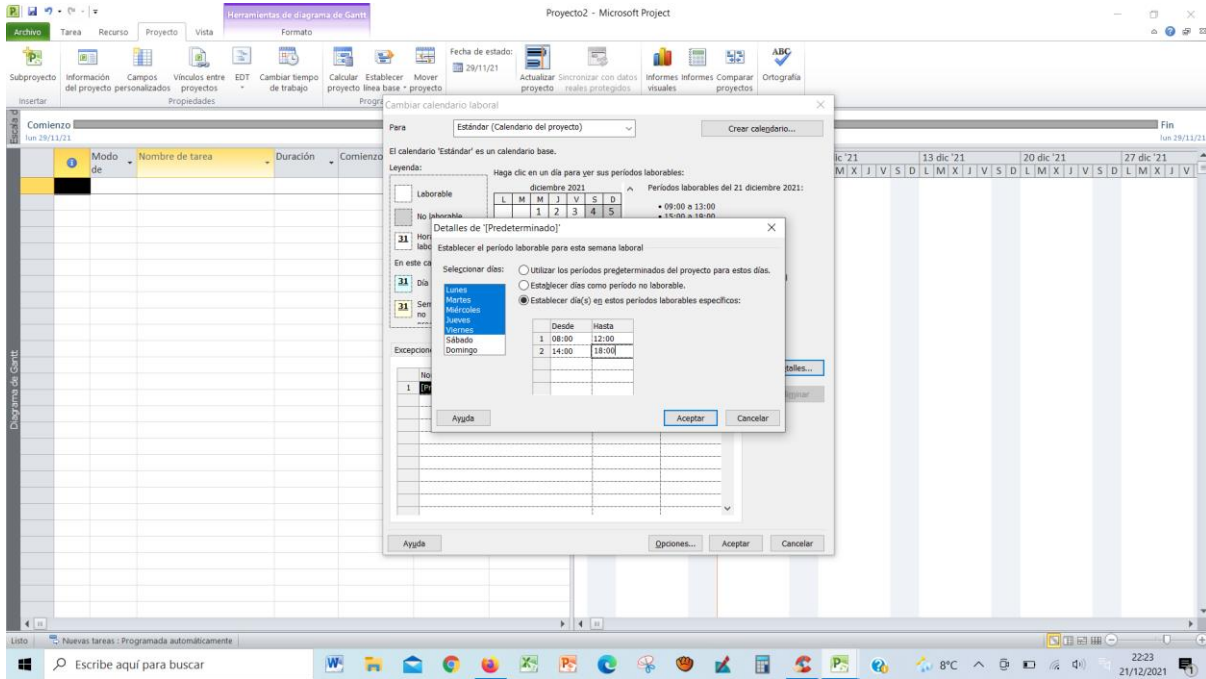
#### CALCULO DE LA CURVA S

No.	DURACION		COSTO DIRECTO	COSTO POR DIA																				
	Días				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	1.292,01	1292,01	1292,01																				
2	1	521,27	521,27	521,27																				
3	1	2.199,76	2199,76	199,98																				
4	6	2.794,46	465,74	199,98																				
5	1	1.535,65	1535,65	139,60																				
6	5	12.197,20	2439,44	2439,44																				
7	6	6.888,94	1148,16	492,07																				
8	3	12.576,75	4192,25	967,44																				
9	3	13.342,88	4447,63	1026,3754																				
10	2	2.620,38	1310,19	201,57																				
11	2	933,70	466,85	77,81																				
12	1	393,77	393,77	43,75																				
13	2	1.329,75	664,875	78,22																				
14	1	519,11	519,11	86,52																				
15	1	452,15	452,15	75,36																				
16	3	3.594,52	1198,17	1198,1733																				
17	2	833,76	416,88	416,88																				
18	1	143,61	143,61	898																				
19	1	372,97	372,97	372,97																				
<b>COSTO PARCIAL</b>				1292,01																				
<b>COSTO ACUMULADO</b>				1292,01	1813,28	4530,92	7397,14	12950,81	18504,48	24058,15	27715,94	31373,72	35031,50	38733,04	42434,57	46136,11	49333,80	53590,06	57846,32	62102,58	63382,16	64169,67	64542,64	372,97
<b>% PARCIAL</b>				2,002	0,808	4,211	4,441	8,605	8,605	8,605	5,667	5,667	5,667	5,735	5,735	5,735	4,954	6,594	6,594	6,594	1,983	1,220	0,578	
<b>%ACUMULADO</b>				0,020	0,828	5,038	9,479	18,084	26,688	35,293	40,960	46,628	52,295	58,030	63,765	69,500	74,454	81,049	87,643	94,238	96,220	97,440	98,018	

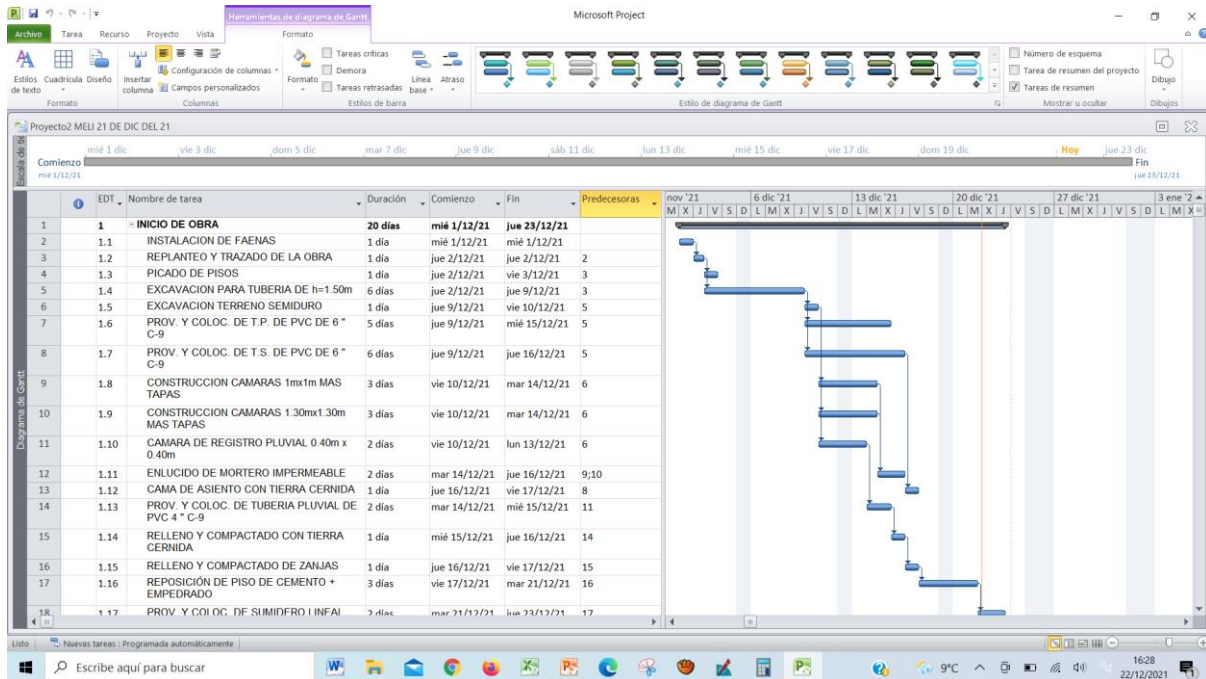




### 3.12 MICROSOFT PROJECT



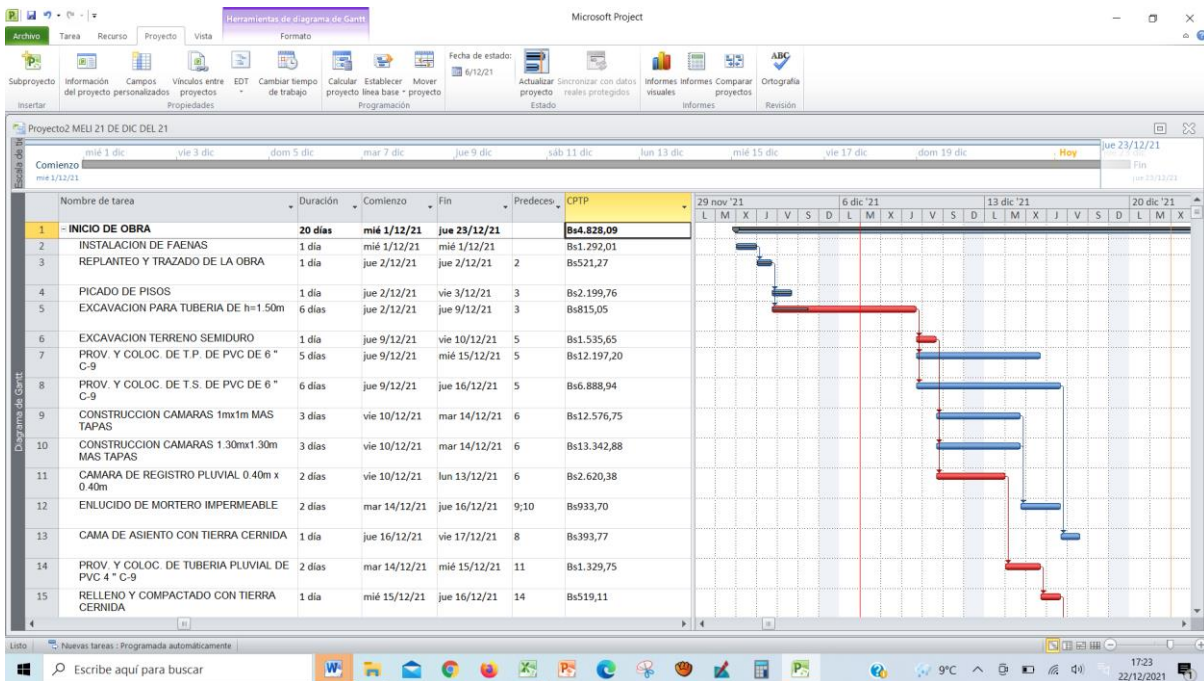
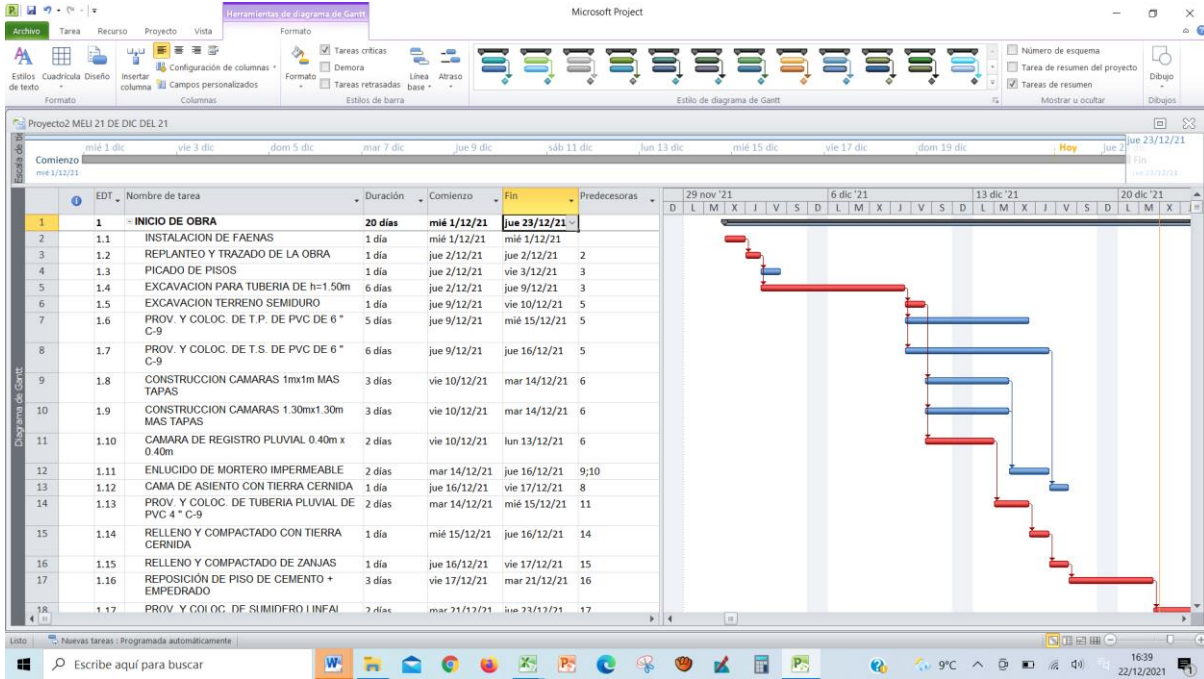
### CALCULO DEL DIAGRAMA DE GANTT







## ruta critica





## CAPITULO V

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- A través de las diferentes actividades que se emplea para realizar el proyecto se hizo un análisis de precios unitarios de cada actividad, donde se obtuvo la matriz de precedencia y con los rendimientos asignados se obtuvo cálculos de los recursos tanto mano de obra, maquinaria y equipo.
- Así también se obtuvo el tiempo de inicio y final del proyecto dándonos como resultado que se ejecutara en 20 días hábiles.
- Mediante los métodos empleados PERT-CPM, se logró identificar la ruta crítica.
- Una vez realizado los cálculos de precedencia y el grafo mediante los métodos PERT-CPM, se realizó el diagrama de barras Gantt; mediante el reflejo del diagrama de barras se procedió a realizar la optimización de los diferentes histogramas de cada recurso (materiales, mano de obra, maquinaria y equipo).
- Se obtuvo gráficamente la curva “S”, donde nos detalla el costo parcial, costo acumulativo, avance parcial y el avance acumulado de cada periodo.
- Mediante el programa Microsoft Project se obtuvo la ruta crítica, así también el inicio del proyecto será 01 de diciembre del 2021 y tendrá una conclusión estimada en fecha 21 de diciembre de 2021.



## 4.2 RECOMENDACIONES

- Para trabajar de manera ordenada se debe tener una secuencia lógica actividades, donde utilizando el método de diagrama de redes PER/CPM, ya que nos proporciona la secuencia de actividades que determina la duración del proyecto llamada ruta crítica, y las actividades que no están en la ruta crítica tienen una cierta cantidad de holgura.
- Para realizar una buena evaluación de la ejecución del proyecto se recomienda utilizar los diagramas de tiempos tempranos y tardíos, lo cual nos dará una visión más clara para el control respectivo.
- Para realizar la programación de un proyecto, es necesario tener los conceptos teóricos del tema a ser analizados.

## 4.3 BIBLIOGRAFIA

Manual de programación y control de programas de obra Julio Cesar Sanchez Henao

[https://www.academia.edu/17051977/Manual\\_de\\_Programacion\\_y\\_Control\\_de\\_Programa\\_de\\_Obras\\_Sanchez\\_Henao\\_Julio\\_Cesar](https://www.academia.edu/17051977/Manual_de_Programacion_y_Control_de_Programa_de_Obras_Sanchez_Henao_Julio_Cesar)

LIC. WILFREDO FREDDY ARRATIA GUACHALLA, Manual Programación de Obras

<https://es.scribd.com>

JOAQUÍN JIMÉNEZ TREJO. ANUARIO 2005

[https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2005/5\\_2005.pdf](https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2005/5_2005.pdf)

CARLOS ALVARADO DE LA PORTILLA

<https://pe.linkedin.com/in/carlos-alvarado-de-la-portilla-237976135>



## 4.4 ANEXOS

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

#### ÍTEM 1

#### UNIDAD DE MEDIDA GLB

#### TRAZADO Y REPLANTEO

##### 1. DEFINICIÓN

Este ítem comprende determinar el trazado y replanteo de las excavaciones y trabajos de instalación de tuberías y cámaras.

##### 2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y EJECUCIÓN

Todos los materiales, herramientas y equipos de protección deberán ser proporcionados por el CONTRATISTA.

##### 3. MEDICION

El trazado y replanteo será medido **GLOBAL (GLB)** debidamente concluida y aprobada por el SUPERVISOR. Los trabajos de excavación e instalación en estas unidades deben ser considerada en el ítem correspondiente a excavaciones e instalaciones.

##### 4. FORMA DE PAGO

El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem cualitativa y cuantitativamente. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR.

#### ITEM 2

#### UNIDAD DE MEDIDA M2

#### PICADO Y RETIRO DE PISO DE CEMENTO

##### 1. DEFINICIÓN

Este ítem comprende el picado y retiro de los paramentos de piso de cemento para la instalación de las tuberías de agua potable.

##### 2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO

Todos los materiales, herramientas y equipos de protección deberán ser proporcionados por el CONTRATISTA.



### **3. FORMA DE EJECUCION**

Al realizar el picado se cuidará de no afectar las instalaciones existentes, siendo responsabilidad del CONTRATISTA cualquier problema que surgiera por este concepto.

### **4. MEDICION**

Este ítem será ejecutado con materiales aprobados por el SUPERVISOR y conforme a las especificaciones descritas, su medición se realizará **METRO CUADRADO (M2)**.

### **5. FORMA DE PAGO**

El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem cualitativa y cuantitativamente. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR.

#### **ITEM 3**

#### **UNIDAD DE MEDIDA M3**

#### **EXCAVACION PARA TUBERIA h=1.5**

### **1. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO**

El contratista realizara los trabajos descritos empleando las herramientas y/o equipos convenientes, debiendo estos contar con la aprobación previa del Supervisor de obra.

### **2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION**

Aprobados los trabajos de replanteo por el supervisor, el constructor notificara con 24 hrs. de anticipación el inicio de estos trabajos, que serán desarrolladas de acuerdo a alineamientos pendientes y cotas indicadas en las hojas de trabajo.

Las excavaciones se realizarán a cielo abierto de acuerdo con los planos de proyecto las dimensiones de la excavación de zanjas y pozos serán las necesarias en cada caso, serán efectuadas con los lados aproximadamente verticales, el fondo nivelado y terminado de manera que la base ofrezca un apoyo firme y uniforme a lo largo de todo el colector.

Podrán ser efectuadas a mano o utilizando maquinaria; en este último caso la excavación será realizada hasta unos 10 cm. Por encima de la cota de excavación y tan angosta como se pueda de manera que no se mueva innecesariamente el terreno existente. Los últimos 10 cm. Serán excavados a mano sin alterar la cota de fondo.

Cualquier exceso de excavación de la zanja deberá ser rellenado por el Constructor a su



cuenta con el material y trabajo realizado deberá ser aprobado por el supervisor.  
La excavación será efectuada por tramos de manera de formar puentes de paso, que posteriormente serán derribados para su compactación en relleno.

El material proveniente de la excavación será apilado a un lado de la zanja, a no menos 1 m. del borde de la zanja de manera tal de no producir mayores presiones en el talud respectivo, quedando el otro lado libre para la manipulación y maniobra de los tubos.

Durante todo el proceso de excavación el Constructor pondrá el máximo cuidado para evitar daños a estructuras y/o edificaciones que se hallen en sitios adyacentes a la excavación y tomará las medidas aconsejables para mantener en forma ininterrumpida todos los servicios existentes, tales como agua potable alcantarillado, energía eléctrica y otros; en caso de daño a las mismas el Constructor deberá reestructurarlas o reemplazarlas a su costo.

En la realización de la excavación se evitará obstrucciones e incomodidades al tránsito peatonal y vehicular, debiendo para ello mantener en buenas condiciones las entradas a garajes, casa o edificios; cuidará de colocar la señalización, cercas, barreras y luces necesarias para seguridad del público.

El ancho de la excavación para los colectores de las alcantarillas pluviales deberá ser el especificado para permitir un económico y buen asentamiento de los colectores.

Los anchos de la zanja serán los que se indican en el siguiente cuadro, asimismo para diámetros menores que no se encuentran indicados en la presente tabla, se tomara como referencia las de diámetro de 150mm o pleno consentimiento del supervisor:

Diámetro tubo (mm)	Profundidad de excavación					
	de 0 a 2 m		de 2 a 4 m		de 4 a 6 m	
	Anchos de zanja (m)					
	s/ entibado	c/ entibado	s/ entibado	c/ entibado	s/ entibado	c/ entibado
150	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	1
200	0,65	0,75	0,75	0,85	0,85	1,05
250	0,7	0,8	0,8	0,9		1,1
300	0,8	0,9	0,9	1	1	1,2
400	0,9	1	1	1,1	1,1	1,3
450	0,95	1,05	1,05	1,15	1,15	1,35
500	1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,4
550	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,5
600	1,15	1,2	1,2	1,4	1,35	1,6
700	1,25	1,35	1,35	1,5	1,45	1,7
800	1,35	1,45	1,45	1,6	1,55	1,8
900	1,5	1,6	1,6	1,75	1,7	1,95
1000	1,6	1,7	1,7	1,85	1,8	2,05
1100	1,8	1,9	1,9	2,05	2	2,25

Para excavaciones donde se tengan que colocar dos o más colectores a la misma profundidad, el ancho de la zanja será igual a la distancia entre ejes de los colectores externos más el sobre



ancho necesario para campos de trabajo y entibamiento (si es necesario). La distancia entre ejes de colectores es variable en función de los diámetros de los mismos.

Las excavaciones para las cámaras o pozos de inspección estándar serán sin entibado y deberán tener las dimensiones de la proyección en planta de los muros más 0,15 m. Alrededor de los mismos y serán ejecutados hasta la profundidad necesaria para alcanzar la cota de desplante de la base, indicada en los planos de construcción respectivos.

En general, en excavaciones para cámaras, cuando sea necesario entubamiento y el Supervisor lo indique, el sobre-ancho para campo de trabajo y entibado será el fijado para el ancho de la zanja adyacente mayor.

Cuando no se encuentre una buena fundación en la cota fijada, debido a la existencia de suelo blando e inestable debajo el colector, deberá retirarse el material existente hasta una profundidad que deberá ser indicada por el Supervisor reemplazando dicho suelo por material seleccionado y convenientemente compactado para obtener un adecuado soporte de fundación.

La base deberá ofrecer un apoyo firme a todo lo largo del colector entre cámara.

Después de haberse terminado un tramo de excavación (comprendido entre dos cámaras de inspección), el Constructor deberá comunicar al Supervisor y no colocar los colectores, ni de vaciar la base de la cámara, en tanto que el Supervisor no haya aprobado la profundidad, pendiente, eje y naturaleza del terreno de fundación.

### **3. MEDICION**

La cuantificación del material excavado se hará en **METROS CÚBICOS (M3)** banco.

### **4. FORMA DE PAGO**

El pago de este trabajo será efectuado en base al precio unitario de la propuesta incluye la compensación por herramientas, equipo y mano de obra empleada.

Dichos precios serán compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los mismos.



**ÍTEM 4**  
**UNIDAD DE MEDIDA ML**  
**PROV Y COLOC DE T.P. DE PVC D=6” C=9**

**1. DEFINICION**

Este ítem comprende la provisión e instalación de Tubería pluvial de acuerdo a los planos respectivos y/o instrucciones del SUPERVISOR, cuyos trabajos específicos se detallan a continuación:

- a) Provisión e instalación de tuberías de alimentación y de distribución.
- b) Provisión e instalación de accesorios en PVC, codos, tees, coplas, niples, uniones universales, válvulas de retención, reducciones, flotadores y otros.
- c) Anclajes de tuberías horizontales y verticales mediante dispositivos apropiados.
- d) Instalación de accesorios para el paso de tuberías a través de tabiques o elementos estructurales.
- e) Ejecución de pruebas de aceptación del sistema (pruebas hidráulicas).

**2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO**

1. El contratista proporcionara todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por el SUPERVISOR. Los materiales a emplearse serán tuberías PVC). Los accesorios como codos, tees, uniones y otros, serán de FG o PVC.
2. Además, deberán cumplir con los siguientes requisitos generales: material homogéneo, sección constante, espesor uniforme, dimensiones, pesos y espesores de acuerdo con los requerimientos señalados en los planos y estar libres de grietas, abolladuras, aplastamientos y otros.
3. El CONTRATISTA estará obligado a reemplazar cualquier pieza que no se encuentre en perfectas condiciones, sin que pueda servir de justificación las causas que hubiera determinado el daño.

**3. PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCION**

1. Las instalaciones del sistema de alimentación y distribución de agua potable deberán ser ejecutadas siguiendo el diseño señalado en los planos correspondientes y las





instrucciones que en su caso sean impartidas por el SUPERVISOR, respetando las especificaciones presentes.

2. Los trabajos se considerarán concluidos, cuando el resultado de las pruebas de presión sea satisfactorio, momento desde el cual comenzara a computarse el periodo de conservación.
3. Todo el trabajo deberá ser ejecutado por personal especializado y con amplia experiencia en el ramo. El CONTRATISTA deberá incluir en sus precios todos los materiales necesarios para una adecuada instalación que garantice su perfecto funcionamiento. Hasta el montaje de los artefactos, todos los extremos libres de las tuberías deberán llevar tapones roscados, quedando prohibido el uso de papel o madera para tal objeto. Las piezas de conexión a ser utilizadas, deberán ser de FG o PVC y de características acordes con las mismas.

#### 4. **MEDICION**

La provisión y el tendido de la tubería de agua potable se medirá por **METRO LINEAL (ML)** ejecutado y aprobado por el SUPERVISOR (incluye pruebas hidráulicas).

#### 5. **FORMA DE PAGO**

El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem cualitativa y cuantitativamente. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR.

### **ÍTEM 5**

#### **UNIDAD DE MEDIDA ML**

#### **PROV Y COLOC DE T.S. DE PVC D=6" C=9**

#### 1. **DESCRIPCIÓN**

Este ítem se refiere a los trabajos de provisión y colocación de bajantes pluviales, ejecutadas mediante accesorios y tubo de PVC CLASE 9 D= 6", los cuales deberán ser aprobados por el SUPERVISOR, así como también los materiales y herramientas necesarias para su ejecución.



## 2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y EJECUCION

1. Para la ejecución de la bajante pluvial se empleara accesorios y tubos de PVC CLASE 9 D=6", con un extremo en espiga y el otro acampanado para posibilitar la soldadura (con pegamento), debidamente certificado por el fabricante o proveedor para conocimiento y registro correspondiente del SUPERVISOR.
2. El material debe ser homogéneo, sección constante, espesor uniforme, dimensión y peso adecuado de acuerdo a los requerimientos del proyecto, libre de defectos de cualquier naturaleza. En la longitud de cada tubo, por lo menos deberá haber impresiones de fábrica que identifiquen el tipo del tubo y su marca. El tubo de PVC deberá almacenarse sobre soportes adecuados y apilarse en alturas no mayores a 1,50 m, sobre todo si la temperatura ambiente es elevada, debido a que las capas inferiores podrían deformarse. Los accesorios y tubos no deberán estar expuestos a la intemperie por periodos prolongados.

## 3. FORMA DE EJECUCION

1. Para la unión de accesorios y tubos PVC se deberá considerar la limpieza de las superficies de contacto entre piezas, por este motivo se debe emplear limpiadores de fábrica, con una brocha especial de ancho de la mitad del diámetro del tubo. De la misma forma, luego se empleará el pegamento sobre la superficie donde se aplicó el limpiador y se realizarán las uniones correspondientes.
2. La bajante pluvial debe ser colocada verticalmente, sujeto a los muros de la edificación, evitando los desplazamientos en sentido horizontal, mediante elementos de fijación como pletinas de 1/8"X3/4", espaciadas cada 0,80 metros.
3. En muros de ladrillo gambote se sujetarán las pletinas mediante ramplug de 2"x6 mm y tornillos de 2 pulgadas de largo.
4. En muros de ladrillo hueco, previamente se picarán y se rellenarán con mortero de cemento los sectores donde se colocarán los ramplug con tornillos de 2 pulgadas de largo.
5. Concluida la colocación de los tubos, el SUPERVISOR efectuará una revisión prolija de la obra ejecutada, luego se procederá a efectuar las pruebas de riesgos establecidos como norma de este tipo de trabajo (prueba hidráulica).

## 4. MEDICION

Este ítem será ejecutado con materiales aprobados por el SUPERVISOR y conforme a las especificaciones descritas, su medición se lo realizará por **METRO LINEAL (ML)** de bajante colocada.

### ÍTEM 6

#### UNIDAD DE MEDIDA PZA

#### CONSTRUCCION DE CAMARAS 1 X 1 MAS TAPAS



## 1. DEFINICION

Este ítem comprende la construcción de cámaras de inspección 1 x 1 más tapas, de acuerdo a las profundidades establecidas en los planos de detalle, formulario de propuestas y/o indicaciones del SUPERVISOR.

## 2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y EJECUCION

1. El CONTRATISTA debe proporcionar los materiales, herramientas y equipos necesarios para la construcción de cámaras, los cuales serán presentados previamente al SUPERVISOR para su respectiva aprobación.
2. Los materiales cemento portland, arena común, grava común, agua y fierro corrugado a emplearse en la preparación del hormigón, deberán satisfacer todas las exigencias para la fabricación, transporte, vaciado, compactado y curado de hormigones, señaladas en la Norma Boliviana del Hormigón Armado CBH-87.
3. Para Hormigón Ciclópeo se debe aplicar una dosificación 1:3:3 con un contenido mínimo de 300[Kg] por metro cúbico de hormigón y se debe emplear piedra desplazadora en una relación del 50% por metro cúbico de Hormigón.
4. En el caso de contar con la autorización del SUPERVISOR para utilizar ladrillos, estos deben ser del tipo gambote o gambote rustico (adobito), de primera calidad, de cocción adecuada (deben emitir sonidos como de golpe a metal cuando se los golpea), libres de rajaduras y de forma regular uniforme (lados y aristas bien conformadas).
5. La piedra a utilizarse deber ser de buena calidad, estructura homogénea y durable, libre de defectos, arcillas y aceites y sustancias adheridas o incrustadas, sin grietas y exenta de planos de fractura y de desintegración. La unidad pétreo en su dimensión mínima, no deber ser menor de 20 centímetros.
6. La dosificación para el hormigón armado de la tapa ser 1:2:3 con un contenido de 335 [Kg] por metro cúbico de Hormigón y la dosificación de morteros tendrá una relación 1:4. El acero debe contar con las especificaciones de ensayos mecánicos en algún laboratorio establecido y certificado en Bolivia, las cuales serán presentadas al SUPERVISOR.
7. En caso de especificarse el uso de tapas metálicas, estas deben estar construidas con plancha de espesor 1/16" x 1,6 mm y angulares de 3/4"x1/8", a lo cual debe integrarse dos bisagras adecuadas para el peso y tamaño de la tapa.

## 3. MEDICION

1. Las cámaras deben ser emplazadas conjuntamente el SUPERVISOR y su construcción será de hormigón ciclópeo, de acuerdo a lo establecido en los planos de detalle, especificaciones generales o propuesta del CONTRATISTA.



2. Los espesores de las paredes laterales deben ajustarse estrictamente a las dimensiones señaladas en los planos respectivos.
3. En la parte del fondo, las paredes laterales y el coronamiento de las cámaras, deben aplicarse revoques con espesor mayor a 1,5 cm, con un mortero de cemento de dosificación 1:3 y bruñidas con una mezcla de mortero 1:1.
4. Las cámaras deben estar provistas de tapa de hormigón armado o tapas metálicas según lo señalado en los planos.
5. El coronamiento de las cámaras deber conformarse de tal manera que permita colocar y retirar la tapa de hormigón con la facilidad adecuada, sin que sufra atascamientos.
6. En tapas de Hormigón Armado, estas deben construirse con un espesor mínimo de 10 centímetros, con varillas de hierro de 3/8" colocadas en dos direcciones cada 10 centímetros y con agarrador para el manipuleo correspondiente.
7. Para el caso de tapas metálicas, estas deben ser fabricadas de acuerdo a las dimensiones establecidas en los planos. Su sistema de cierre (armella, pasador u otro) debe estar ubicado en el extremo opuesto a las bisagras y todo el conjunto deber ser protegido con pintura anticorrosiva en varias capas.
8. Cualquier modificación adicional a las presentes especificaciones técnicas, pueden ser impartidas por el SUPERVISOR en forma escrita y firmada en formulario existente.

#### **4. MEDICION**

La construcción de cámaras de inspección será medida por **PIEZA (PZA)** totalmente concluida y debidamente aprobada por el SUPERVISOR, de acuerdo a lo señalado en el formulario de presentación de propuestas.

#### **5. FORMA DE PAGO**

El pago ser realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem cualitativa y cuantitativamente. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR.



## ÍTEM 7

### UNIDAD DE MEDIDA PZA

### CONSTRUCCION DE CAMARAS 1.30 X 1.30 MAS TAPAS

#### 1. DEFINICION

Este ítem comprende la construcción de cámaras de inspección 1.30 x 1.30 más tapas, de acuerdo a las profundidades establecidas en los planos de detalle, formulario de propuestas y/o indicaciones del SUPERVISOR.

#### 2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y EJECUCION

1. El CONTRATISTA debe proporcionar los materiales, herramientas y equipos necesarios para la construcción de cámaras, los cuales serán presentados previamente al SUPERVISOR para su respectiva aprobación.
2. Los materiales cemento portland, arena común, grava común, agua y fierro corrugado a emplearse en la preparación del hormigón, deberán satisfacer todas las exigencias para la fabricación, transporte, vaciado, compactado y curado de hormigones, señaladas en la Norma Boliviana del Hormigón Armado CBH-87.
3. Para Hormigón Ciclópeo se debe aplicar una dosificación 1:3:3 con un contenido mínimo de 300[Kg] por metro cúbico de hormigón y se debe emplear piedra desplazadora en una relación del 50% por metro cúbico de Hormigón.
4. En el caso de contar con la autorización del SUPERVISOR para utilizar ladrillos, estos deben ser del tipo gambote o gambote rustico (adobito), de primera calidad, de coccion adecuada (deben emitir sonidos como de golpe a metal cuando se los golpea), libres de rajaduras y de forma regular uniforme (lados y aristas bien conformadas).
5. La piedra a utilizarse deber ser de buena calidad, estructura homogénea y durable, libre de defectos, arcillas y aceites y substancias adheridas o incrustadas, sin grietas y exenta de planos de fractura y de desintegración. La unidad pétreo en su dimensión mínima, no deber ser menor de 20 centímetros.
6. La dosificación para el hormigón armado de la tapa ser 1:2:3 con un contenido de 335 [Kg] por metro cúbico de Hormigón y la dosificación de morteros tendrá una relación 1:4. El acero debe contar con las especificaciones de ensayos mecánicos en algún laboratorio establecido y certificado en Bolivia, las cuales serán presentadas al SUPERVISOR.
7. En caso de especificarse el uso de tapas metálicas, estas deben estar construidas con plancha de espesor 1/16" x 1,6 mm y angulares de 3/4"x1/8", a lo cual debe integrarse dos bisagras adecuadas para el peso y tamaño de la tapa.

#### 3. MEDICION



1. Las cámaras deben ser emplazadas conjuntamente el SUPERVISOR y su construcción será de hormigón ciclópeo, de acuerdo a lo establecido en los planos de detalle, especificaciones generales o propuesta del CONTRATISTA.
2. Los espesores de las paredes laterales deben ajustarse estrictamente a las dimensiones señaladas en los planos respectivos.
3. En la parte del fondo, las paredes laterales y el coronamiento de las cámaras, deben aplicarse revoques con espesor mayor a 1,5 cm, con un mortero de cemento de dosificación 1:3 y bruñidas con una mezcla de mortero 1:1.
4. Las cámaras deben estar provistas de tapa de hormigón armado o tapas metálicas según lo señalado en los planos.
5. El coronamiento de las cámaras deber conformarse de tal manera que permita colocar y retirar la tapa de hormigón con la facilidad adecuada, sin que sufra atascamientos.
6. En tapas de Hormigón Armado, estas deben construirse con un espesor mínimo de 10 centímetros, con varillas de hierro de 3/8" colocadas en dos direcciones cada 10 centímetros y con agarrador para el manipuleo correspondiente.
7. Para el caso de tapas metálicas, estas deben ser fabricadas de acuerdo a las dimensiones establecidas en los planos. Su sistema de cierre (armella, pasador u otro) debe estar ubicado en el extremo opuesto a las bisagras y todo el conjunto deber ser protegido con pintura anticorrosiva en varias capas.
8. Cualquier modificación adicional a las presentes especificaciones técnicas, pueden ser impartidas por el SUPERVISOR en forma escrita y firmada en formulario existente.

#### **4. MEDICION**

La construcción de cámaras de inspección será medida por **PIEZA (PZA)** totalmente concluida y debidamente aprobada por el SUPERVISOR, de acuerdo a lo señalado en el formulario de presentación de propuestas.

#### **5. FORMA DE PAGO**

El pago ser realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem cualitativa y cuantitativamente. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR.



**ÍTEM 8**  
**UNIDAD DE MEDIDA PZA**  
**CAMARA DE REGISTRO PLUVIAL 0.4 X 0.4**

**1. DEFINICION**

Este ítem comprende la construcción de cámaras registro pluvial 0.4 x 0.4 de acuerdo a las profundidades establecidas en los planos de detalle, formulario de propuestas y/o indicaciones del SUPERVISOR.

**2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO**

El CONTRATISTA debe proporcionar los materiales, herramientas y equipos necesarios para la construcción de cámaras, los cuales serán presentados previamente al SUPERVISOR para su respectiva aprobación.

**3. FORMA DE EJECUCION**

1. Las cámaras deben ser emplazadas conjuntamente el SUPERVISOR y su construcción será de hormigón ciclópeo, de acuerdo a lo establecido en los planos de detalle, especificaciones generales o propuesta del CONTRATISTA.
2. Las cámaras deben estar provistas de tapa de hormigón armado o tapas metálicas según lo señalado en los planos.
3. Cualquier modificación adicional a las presentes especificaciones técnicas, pueden ser impartidas por el SUPERVISOR en forma escrita y firmada en formulario existente.

**4. MEDICION**

La construcción de cámaras de registro pluvial será medida por **PIEZA (PZA)** totalmente concluida y debidamente aprobada por el SUPERVISOR, de acuerdo a lo señalado en el formulario de presentación de propuestas.

**5. FORMA DE PAGO**

El pago ser realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem cualitativa y cuantitativamente. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR.



**ÍTEM 9**  
**UNIDAD DE MEDIDA ML**  
**PROV Y COLOC DE T.P. DE PVC D=4” C=9**

**1. DEFINICION**

Este ítem se refiere a los trabajos de provisión y colocación de bajantes para la evacuación de aguas de servidumbre, ejecutadas mediante accesorios y tubo de PVC CLASE 9 D=4", los cuales deberán ser aprobados por el SUPERVISOR, así como también los materiales y herramientas necesarias para su ejecución.

**2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y EJECUCION**

1. Para la ejecución de la bajante sanitaria se empleara accesorios y tubos de PVC CLASE 9 D=4", con un extremo en espiga y el otro acampanado para posibilitar la soldadura (con pegamento), debidamente certificado por el fabricante o proveedor para conocimiento y registro correspondiente del SUPERVISOR.
2. El material debe ser homogéneo, sección constante, espesor uniforme, dimensión y peso adecuado de acuerdo a los requerimientos del proyecto, libre de defectos de cualquier naturaleza. En la longitud de cada tubo, por lo menos deberá haber impresiones de fábrica que identifiquen el tipo del tubo y su marca. El tubo de PVC deberá almacenarse sobre soportes adecuados y apilarse en alturas no mayores a 1,50 m, sobre todo si la temperatura ambiente es elevada, debido a que las capas inferiores podrían deformarse. Los accesorios y tubos no deberán estar expuestos a la intemperie por periodos prolongados.

**3. FORMA DE EJECUCION**

1. Para la unión de accesorios y tubos PVC se deberá considerar la limpieza de las superficies de contacto entre piezas, por este motivo se debe emplear limpiadores de fábrica, con una brocha especial de ancho de la mitad del diámetro del tubo. De la misma forma, luego se empleara el pegamento sobre la superficie donde se aplicó el limpiador y se realizaran las uniones correspondientes.
2. La bajante sanitaria debe ser colocada verticalmente, sujeto a los muros de la edificación, evitando los desplazamientos en sentido horizontal, mediante elementos de fijación como pletinas de 1/8"X3/4", espaciadas cada 0,80 metros.
3. En muros de ladrillo gambote se sujetarán las pletinas mediante ramplug de 2"x6 mm y tornillos de 2 pulgadas de largo.
4. En muros de ladrillo hueco, previamente se picarán y se rellenarán con mortero de cemento los sectores donde se colocarán los ramplug con tornillos de 2





<p>pulgadas de largo.</p> <p>5. Concluida la colocación de los tubos, el SUPERVISOR efectuará una revisión prolija de la obra ejecutada, luego se procederá a efectuar las pruebas de riesgos establecidos como norma de este tipo de trabajo (prueba hidráulica).</p>
<p><b>4. MEDICION</b></p> <p>Este ítem será ejecutado con materiales aprobados por el SUPERVISOR y conforme a las especificaciones descritas, su medición se lo realizará por <b>METRO LINEAL (ML)</b> de bajante colocada.</p>
<p><b>5. FORMA DE PAGO</b></p> <p>El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem cualitativa y cuantitativamente. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR.</p>

## **ÍTEM 10**

### **UNIDAD DE MEDIDA M3**

### **RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA SERNIDA**

<p><b>1. DEFINICION</b></p> <p>Efectuado el tendido del tubo deberá recubrirse por su parte superior con material cernido para proteger el mismo y evitar laceración del mismo cuando se efectúe la compactación dinámica.</p>
<p><b>2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y EJECUCION</b></p> <p>El material a usar será tierra cernida obtenida del que se produzca al efectuar la excavación.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>TIERRA CERNIDA</b></li></ul> <p>Una vez concluida la instalación y aprobado el tendido de las tuberías, se comunicará al Supervisor de Obra, a objeto de que autorice en forma escrita el relleno correspondiente.</p>
<p><b>3. FORMA DE EJECUCION</b></p>



Una vez concluida la instalación y aprobado el tendido de las tuberías, se comunicará al Supervisor de Obra, a objeto de que autorice en forma escrita el relleno correspondiente. En el caso de tuberías de alcantarillado se comenzará a rellenar después de transcurridas 12 horas de concluida la ejecución de las juntas y una vez realizadas las pruebas hidráulicas o de acuerdo a las instrucciones del Supervisor de Obra.

La compactación efectuada deberá alcanzar una densidad relativa no menor al 90% del ensayo Proctor Modificado. Los ensayos de densidad en sitio deberán ser efectuados en cada tramo a diferentes profundidades.

#### Relleno con tierra cernida

Una vez tendida la tubería, deberá efectuarse el relleno con suelo seleccionado, compactable y fino. Este material se colocará a lo largo de la tubería en capas no mayores a 15 centímetros. Cada una de dichas capas deberá ser humedecida u oreada, si fuera necesario, para alcanzar el contenido óptimo de humedad y ser compactada con pisones manuales (no se aceptará el compactado mecánico en este tipo de relleno, para no ocasionar daños a la tubería).

Se deberá tener especial cuidado para compactar el material completamente debajo de las partes redondeadas del tubo y asegurarse que el material de relleno quede en íntimo contacto con los costados del tubo. Además, el material de relleno deberá colocarse uniformemente a ambos costados del tubo y en toda la longitud requerida hasta una altura no menor a 20 centímetros sobre la clave del tubo o como indiquen los planos constructivos.

A requerimiento del Supervisor de Obra, se efectuarán pruebas de densidad en sitio, corriendo por cuenta del Contratista los gastos que demanden estas pruebas. Asimismo, en caso de no satisfacer el grado de compactación requerido, el Contratista deberá repetir el trabajo por su cuenta y riesgo.

Se deberá colocar el material cernido en un espesor de 30 cm. sobre la clave del tubo, teniendo el cuidado para evitar desplazamientos o daños de estos, efectuándose la compactación con pisones ligeros y a mano, las capas de compactación no deberán ser mayores a 15 cm. utilizándose para la compactación de la capa final un vibro apisonador dinámico, previa verificación de la altura del material.

La compactación deberá ser uniforme, debiendo emplear el constructor vibro-apisonadores dinámicos, el control de compactación se hará tomando, la densidad de campo cada 50 cm. de altura aceptándose como mínimo 90% de la densidad del ensayo del proctor modificado T-180, la última capa deberá tener el 95% de la densidad del ensayo antes mencionado. El control de densidades se efectuará en tres secciones por cada 100 m.



#### **4. MEDICION**

La medición de este ítem se efectuará por **METRO CÚBICO (M3)** de acuerdo a las secciones indicadas en planos y en las longitudes realmente ejecutadas.

#### **5. FORMA DE PAGO**

Los trabajos correspondientes al este ítem, serán pagados de acuerdo precios unitarios presentados en el formulario de propuesta.

Dichos precios constituirán la compensación y pago total por cualquier concepto de materiales, mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar el trabajo previsto en esta especificación.

### **ÍTEM 11**

#### **UNIDAD DE MEDIDA M3**

#### **RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA NORMAL**

##### **1. DEFINICION**

Este ítem comprende todos los trabajos de relleno y compactado en las zanjas y excavaciones ejecutadas para alojar tuberías y pequeñas estructuras, de acuerdo a lo establecido en el formulario de presentación de propuestas, planos y/o instrucciones del Supervisor de Obra. Esta actividad se iniciará una vez concluidos y aceptados los trabajos de tendido de tuberías y otras obras.

##### **2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y EJECUCION**

El Contratista proporcionará todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de los trabajos, los mismos que deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.

El material de relleno a emplearse será preferentemente el mismo suelo extraído de la excavación, libre de pedrones y material orgánico. En caso de que no se pueda utilizar dicho material de la excavación o el formulario de presentación de propuestas señalase el empleo de otro material o de préstamo, el mismo deberá ser aprobado y autorizado por el Supervisor de Obra.

No se permitirá la utilización de suelos con excesivo contenido de humedad, considerándose como tales, aquéllos que iguallen o sobrepasen el límite plástico del



suelo. Igualmente se prohíbe el empleo de suelos con piedras mayores a 10 cm. de diámetro.

Para efectuar el relleno, el Contratista deberá disponer en obra del número suficiente de pisoneros manuales de peso adecuado y apisonadores a explosión mecánica.

### **3. FORMA DE EJECUCION**

Una vez concluida la instalación y aprobado el tendido de las tuberías, se comunicará al Supervisor de Obra, a objeto de que autorice en forma escrita el relleno correspondiente.

En el caso de tuberías de alcantarillado se comenzará a rellenar después de transcurridas 12 horas de concluida la ejecución de las juntas y una vez realizadas las pruebas hidráulicas o de acuerdo a las instrucciones del Supervisor de Obra.

La compactación efectuada deberá alcanzar una densidad relativa no menor al 90% del ensayo Proctor Modificado. Los ensayos de densidad en sitio deberán ser efectuados en cada tramo a diferentes profundidades.

#### **Relleno común**

1. El relleno restante en tuberías se realizará colocando material común en capas de espesores no mayores a 20 cm. Cada una de estas capas deberá ser humedecida u oreada, si fuera necesario, para alcanzar el grado óptimo de humedad y ser compactadas con apisonadoras mecánicas o neumáticas. Al llegar al nivel de la rasante se dejará un lomo de una altura no mayor a 2.5 centímetros en la parte central.
2. El grado de compactación para vías con tráfico vehicular deberá ser del orden del 95% del Proctor modificado.
3. El Supervisor de Obra exigirá la ejecución de pruebas de densidad en sitio a diferentes niveles del relleno.
4. Las pruebas de compactación serán llevadas a cabo por el Contratista o podrá solicitar la realización de este trabajo a un laboratorio especializado, quedando a su cargo el costo de las mismas. En caso de no haber alcanzado el porcentaje requerido, se deberá exigir el grado de compactación indicado.
5. En caso que, por efecto de las lluvias, reventón de tuberías de agua o cualquier otra causa, las zanjas rellenas o sin rellenas, si fuera el caso, fuesen inundadas, el Contratista deberá remover todo el material afectado y reponer el material de relleno con el contenido de humedad requerido líneas arriba, procediendo según las presentes especificaciones. Este trabajo será ejecutado por cuenta y riesgo del Contratista.



#### **4. MEDICION**

El relleno y compactado será medido en **METRO CÚBICO (M3)** compactados en su posición final de secciones autorizadas y reconocidas por el Supervisor de Obra.

En la medición se deberá descontar los volúmenes de tierra que desplazan las tuberías, cámaras, estructuras y otros.

La medición se efectuará sobre la geometría del espacio relleno.

#### **5. FORMA DE PAGO**

El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el **CONTRATISTA** y el **SUPERVISOR**.

Dichos precios constituirán la compensación y pago total por cualquier concepto de materiales, mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar el trabajo previsto en esta especificación.

### **ÍTEM 12**

#### **UNIDAD DE MEDIDA M2**

#### **REPOSICION DE PISO CEMENTO MAS EMPEDRADO**

##### **1. DEFINICION**

Este ítem se refiere a los trabajos de reposición de piso cemento más empedrado debido a la realización del picado de piso anteriormente para instalación de tubería y cámaras.

##### **2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y EJECUCION**

Todos los materiales, herramientas y equipos de protección deberán ser proporcionados por el **CONTRATISTA**.



### **3. FORMA DE EJECUCION**

Al realizar el picado se cuidará de no afectar las instalaciones existentes, siendo responsabilidad del CONTRATISTA cualquier problema que surgiera por este concepto.

### **4. MEDICION**

Todos los trabajos realizados en este ítem, se medirán en **METRO CUADRADO (M2)** de acuerdo al análisis de precios unitarios, previa verificación y aprobación por el SUPERVISOR.

### **5. FORMA DE PAGO**

El pago de este ítem se realizará por metro lineal, según la propuesta aceptada.

## **ÍTEM 13**

### **UNIDAD DE MEDIDA ML**

### **PROV Y COLOC DE SUMIDERO LINEAL CON REJILLA**

#### **1. DEFINICION**

Este ítem consiste en la construcción de sumideros en las formas y ubicaciones mostradas en los planos y/o indicaciones del SUPERVISOR.

#### **2. MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y EJECUCION**

1. El CONTRATISTA debe proporcionar los materiales, herramientas y equipos necesarios para la construcción del sumidero, los cuales serán presentados previamente al SUPERVISOR para su respectiva aprobación.
2. Los materiales: cemento portland, arena común, grava común, agua y fierro corrugado a emplearse en la preparación del hormigón, deberán satisfacer todas las exigencias para la fabricación, transporte, vaciado, compactado y curado de hormigones, señaladas en la Norma Boliviana del Hormigón Armado CBH-87.
3. Para Hormigón Ciclópeo se debe aplicar una dosificación 1:3:3 con un contenido mínimo de 300 [Kg] por metro cúbico de hormigón y se debe emplear piedra desplazadora en una relación del 50% por metro cúbico de Hormigón.
4. La piedra a utilizarse deber ser de buena calidad, estructura homogénea y durable, libre de defectos, arcillas y aceites y sustancias adheridas o incrustadas, sin grietas



y exenta de planos de fractura y de desintegración. La unidad pétreo en su dimensión mínima, no deber ser menor de 20 centímetros.

### 3. FORMA DE EJECUCION

1. Las rejillas de los sumideros deberán ser colocadas de tal manera que queden embebidas en una masa de hormigón simple (resistencia cilíndrica mínima a la rotura a los 28 días de 180 kg/cm<sup>2</sup>) quedando a una profundidad de 5 cm con respecto al nivel superior del acabado del sumidero.
2. Los sumideros deben estar perfectamente alineados y a las alturas necesarias para quedar parejos con la superficie adyacente.
3. Se deberá tener especial cuidado al colocar los tubos de salida de manera que la junta con la pared del sumidero sea impermeable.
4. El CONTRATISTA está obligado a entregar los sumideros totalmente limpios y bien acabados.
5. Mientras dure la época de prueba hasta la entrega de la obra, el CONTRATISTA deberá realizar continuo mantenimiento a fin de no alterar su funcionamiento.
6. El terminado de la superficie del hormigón debe ser uniforme y en espera de la rejilla de sumidero.
7. El acabado de las superficies vistas (paredes y solera) será ejecutado mientras el hormigón se encuentre aun húmedo, frotachando con una lechada liviana que contenga una dosificación 1:1, hasta darle una textura uniforme y fina.
8. La superficie expuesta de toda estructura además de sus elementos componentes (tapas) deberá curarse por espacio de 7 días.
9. Después de la terminación de cada sumidero se procederá a su limpieza total eliminados todos los residuos de limo y materiales extraños de cualquier tipo, debiendo mantenerse libres de cualquier residuo hasta la aceptación final de la obra.
10. El mortero deberá ser usado dentro del transcurso de una hora después de habersele agregado el agua y no debe ser reavivado agregándosele cemento.

### 4. MEDICION

Los sumideros serán medidos por **METRO LINEAL (ML) debidamente** concluida y aprobada por el SUPERVISOR. La excavación para estas unidades ser considerada en el ítem correspondiente a excavaciones.

### 5. FORMA DE PAGO

El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem cualitativa y cuantitativamente. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR.



**ÍTEM 14**  
**UNIDAD DE MEDIDA M3**  
**LIMPIEZA GENERAL Y RETIRO DE ESCOMBROS**

**1. DEFINICION**

Este ítem se refiere a la limpieza de la obra, retiros, patios, de los materiales sobrantes de todos ítems de la construcción, etc.

**2. FORMA DE EJECUCION**

Se realiza el barrido y retiro los materiales sobrantes y su posterior traslado al depósito de escombros, antes de la entrega de los trabajos ejecutados en obra antes de su entrega.

**3. MEDICION**

La medición se hará en forma **METRO CUBICO (M3)**, y verificado por la supervisión.

**4. FORMA DE PAGO**

Las cantidades medidas serán pagadas en un solo certificado de acuerdo al volumen ejecutado al precio unitario de contrato, el representará una compensación total al contratista por equipos, herramientas, materiales, mano de obra, beneficios sociales y cargas sociales, impuestos, gravámenes, gastos generales y administrativos, utilidad y cualquier otro costo necesario para la ejecución de este ítem.