

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**METODOLOGÍA DE ACTIVIDADES PARA EL  
DESARROLLO DE PROYECTOS DE URBANIZACIÓN**

**Alex Omar Amado Flores**

**Guatemala  
2006**



**METODOLOGÍA DE ACTIVIDADES PARA EL  
DESARROLLO DE PROYECTOS DE URBANIZACIÓN**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**METODOLOGÍA DE ACTIVIDADES PARA EL  
DESARROLLO DE PROYECTOS DE URBANIZACIÓN**

**Trabajo de investigación presentado por Alex Omar Amado Flores  
para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Civil**

**Guatemala  
2006**

**Vo. Bo. :**

(f)



(Ing. Augusto René Pérez Méndez)

**Tribunal Examinador:**

(f)



(Ing. Augusto René Pérez Méndez)

(f)



(Ing. Carlos René Jerez Ramírez)

(f)



(Ing. Alejandro Maldonado Lutomirski)

**Fecha de aprobación: Guatemala, 01 de diciembre de 2006**

# CONTENIDO

<b>LISTA DE FOTOGRAFÍAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xii</b>
<b>Capítulos</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. METODOLOGÍA DE ACTIVIDADES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE URBANIZACIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 VISITA AL TERRENO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 VISITA AL REGISTRO GENERAL DE LA PROPIEDAD INMUEBLE..</b>	<b>3</b>
<b>2.3 APROBACIÓN DEL TERRENO A URBANIZAR .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4 TOPOGRAFÍA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.5 PLANOS PRELIMINARES PARA DISEÑO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.6 DISEÑO Y PLANOS DE LA URBANIZACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2.6.1 Planos topográficos .....</b>	<b>5</b>
<b>2.6.2 Planos urbanísticos .....</b>	<b>6</b>
<b>2.7 LICENCIA MUNICIPAL .....</b>	<b>8</b>
<b>2.8 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>8</b>
<b>2.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>2.9.1 TRABAJOS PRELIMINARES .....</b>	<b>9</b>
<b>2.9.2 TRAZO DE EJES Y LOTES .....</b>	<b>9</b>
<b>2.9.3 LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE .....</b>	<b>10</b>
<b>2.9.4 RETIRO DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y                 OBSTÁCULOS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.9.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS (PREPARACIÓN DEL                 TERRENO) .....</b>	<b>11</b>
<b>2.9.6 DRENAJES (SANITARIO Y PLUVIAL) .....</b>	<b>14</b>



<b>III. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE MAQUINARIA UTILIZADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE URBANIZACIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1 MAQUINARIA PARA CORTE Y EXCAVACIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2 MAQUINARIA PARA CARGA .....</b>	<b>56</b>
<b>3.3 MAQUINARIA PARA ACARREO .....</b>	<b>59</b>
<b>3.4 MAQUINARIA DE CONFORMACIÓN Y AFINAMIENTO .....</b>	<b>60</b>
<b>3.5 MAQUINARIA PARA COMPACTACIÓN .....</b>	<b>62</b>
<b>3.6 MAQUINARIA PARA PAVIMENTACIÓN .....</b>	<b>69</b>
3.6.1 Maquinaria para pavimentación con materiales asfálticos .....	69
3.6.2 Maquinaria para pavimentación de concreto .....	70
<b>3.7 FACTORES DEL RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA .....</b>	<b>72</b>
3.7.1 Naturaleza del material para terracería .....	74
3.7.2 Habilidad del trabajador con el equipo .....	75
3.7.3 Influencia de las variaciones atmosféricas .....	76
3.7.4 Eficiencia óptima .....	77
<b>3.8 OPTIMIZACIÓN DE LA MAQUINARIA EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA .....</b>	<b>78</b>
3.8.1 Selección de maquinaria .....	78
3.8.2 Diseño y mantenimiento de caminos de acceso .....	79
3.8.3 Planeación y administración del área de carga .....	79
3.8.4 Formación del terraplén .....	80
3.8.5 Mezcla y tendido de los materiales .....	80
3.8.6 Técnicas de pavimentación .....	80
<b>IV. TIPOS DE CONTRATOS .....</b>	<b>81</b>
<b>4.1 CONTRATO DE LLAVE EN MANO .....</b>	<b>81</b>
<b>4.2 CONTRATO A PRECIO CERRADO .....</b>	<b>82</b>

4.3	CONTRATO DE PRECIOS UNITARIOS .....	82
4.4	CONTRATO DE COSTO MÁS PORCENTAJE .....	84
4.5	CONTRATO DE COSTO MÁS HONORARIO FIJO .....	87
4.6	CONTRATO ABIERTO .....	90
4.7	LIQUIDACIÓN DE LOS CONTRATOS .....	91
<b>V.</b>	<b>CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS .....</b>	<b>92</b>
5.1	ASPECTOS GENERALES .....	92
5.2	VARIABLES DE CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS .....	94
5.2.1	VISITA DE CAMPO .....	95
5.3	RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA .....	96
5.4	CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO .....	98
5.5	PLAN DE TRABAJO .....	99
5.6	VENTAJAS DE CONTRATACIÓN POR LA MODALIDAD DE PRECIO UNITARIO.....	99
5.7	CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS .....	100
5.7.1	Gastos directos .....	100
5.7.2	Gastos indirectos .....	101
5.7.3	Estimación de imprevistos .....	102
5.8	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS .	104
5.9	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	106
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>108</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>109</b>
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>110</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>111</b>

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía</b>	<b>Página</b>
1. Corte de cajuela de calle .....	12
2. Movimiento y transporte de materiales de excavación .....	13
3. Trazo para drenajes sanitario y pluvial .....	15
4. Excavación de zanja para drenajes .....	16
5. Colocación de tubería de concreto para drenajes .....	17
6. Construcción de pozo de visita .....	19
7. Levantando final de brocal de pozo de visita .....	20
8. Aros de tapadera de metal para pozos de visita .....	21
9. Candelas domiciliars para drenajes pluvial y sanitario .....	22
10. Construcción de tragante de ladrillo tayuyo .....	23
11. Vista de desfogue .....	24
12. Vista de bordillo .....	25
13. Conexiones domiciliars de agua potable .....	26
14. Prueba a presión de la tubería de la red de agua potable .....	27
15. Construcción de caja tipo H .....	31
16. Recubrimiento con mezclón para tubería .....	31
17. Vista de corte de cajuela .....	34
18. Escarificación de calle .....	35
19. Tendido de material para capa de subbase .....	36
20. Tendido de material para capa de base .....	37

21. Imprimación de calle para la protección de humedad .....	38
22. Riego de liga donde se protege el bordillo .....	40
23. Colocación de material asfáltico .....	40
24. Compactación de asfalto .....	41
25. Fundición de pavimento de concreto hidráulico .....	42
26. Vista de formaleta para pavimento de concreto hidráulico .....	42
27. Vista donde se muestra barra y chicote vibratorio .....	44
28. Acabado final de losas de pavimento de concreto hidráulico .	44
29. Vista de banqueteta y bordillo .....	46
30. Vista de construcción de garita de control .....	50
31. Tractor de oruga .....	52
32. Excavadora de oruga .....	55
33. Cargador frontal y camión de volteo .....	57
34. Retroexcavadora .....	58
35. Motoniveladora .....	59
36. Compactador de neumáticos .....	67
37. Compactador vibratorio .....	68
38. Pavimentadora finisher .....	70
39. Mezcladora de concreto .....	71

## RESUMEN

Los proyectos urbanísticos inician con la necesidad de los servicios básicos que debe tener una vivienda. Por ejemplo: acceso, agua, luz, teléfono, drenajes, etc. Previo a la construcción de una urbanización debe encontrarse un terreno apto para desarrollar el proyecto y hacerse un estudio topográfico. Luego se realiza uno o varios diseños geométricos de la urbanización, para lo cual, se escoge el más apto y se crea un juego de planos, lista de renglones y cantidades de la obra a construir. Por último, se realiza un estudio de impacto ambiental y se tramita la licencia de construcción municipal.

De cada renglón de trabajo deben calcularse los materiales, la maquinaria, la mano de obra y el tiempo de construcción necesarios. Éstos servirán para la integración del precio unitario. Luego, con los datos obtenidos anteriormente se elabora y presenta una cotización a los inversionistas. De ser aceptada la misma, se procede a firmar el contrato. En el presente trabajo de graduación se describirán seis tipos de contratos: De llave en mano, precio cerrado, precio unitario, costo más porcentaje, costo más honorario fijo y el contrato abierto.

Después de firmar el debido contrato y acordar la forma de pago, se procede a iniciar la construcción de la urbanización. La metodología de la ejecución se describe de una forma práctica y de fácil comprensión, tomando en cuenta las actividades más comunes involucrando la maquinaria, equipo, materiales y personal, así como la función que cada uno tiene en el proceso constructivo.

Los pasos en el proceso de construcción son los siguientes: Primero, se procede a limpiar y retirar todo tipo de obstáculos para poder trazar los ejes y lotes, lo cual, es indispensable para proceder al movimiento de tierras. Luego, se construye la red de drenajes sanitarios y pluviales. Seguido de la red de agua potable, las instalaciones eléctricas, telefónicas, cable, etc. Y por último, se inicia la pavimentación del trazo de calles, para finalmente construir el bordillo y las aceras.

En cada renglón de trabajo se debe seleccionar la maquinaria adecuada dependiendo el tipo de actividad a realizar. Para el desarrollo de proyectos de urbanización las actividades más comunes son las siguientes: corte, excavación, carga, acarreo, conformación y afinamiento, compactación y pavimentación.

Cuando una persona tiene conocimientos profundos sobre diversas materias y comprende como están subdivididas y, a su vez, sistemáticamente relacionadas, entonces puede darse cuenta que tiene una gran ventaja sobre aquél que posee el mismo conocimiento sin tal distinción. El individuo que se enfrenta a un conjunto de detalles sin saber como se relacionan entre sí, ni conoce su verdadera ubicación en el sistema general, puede cometer muchos errores en el proceso de construcción, lo cual, provocará un alza en los costos de cualquier proyecto.

Este documento tiene como propósito describir una metodología que pretende unificar las actividades para el desarrollo de un proyecto de urbanización, describiendo cada renglón de trabajo y las subactividades que se realizan en el mismo.

# I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación titulado: *Metodología de Actividades para el Desarrollo de Proyectos de Urbanización* tiene como propósito presentar un manual del procedimiento que se realizan en la construcción de una urbanización. Dichas actividades reciben el nombre de renglones de trabajo o simplemente renglones, los cuales, son el punto de partida para el planeamiento y desarrollo de un proyecto urbanístico.

Para el desarrollo de todo tipo de proyectos es de vital importancia la organización de la planeación, ejecución y seguimiento del mismo. Si la misma no se planea correctamente, podría ocasionar un sinnúmero de problemas a resolver. La ingeniería civil posee una diversidad de ramas, las cuales por lo general, se estudian por separado. Al presentar una metodología de pasos a seguir para un proyecto urbanístico, se puede apreciar y unificar un considerable número de procesos en un solo proyecto.

Este documento se dividió en cuatro capítulos, en los cuales se pretende cubrir principalmente la metodología y la maquinaria necesaria para la construcción de una urbanización. Además de esto, también se describirán los tipos de contratos que se pueden utilizar entre el contratista y el inversionista. Y por último, se desarrolla un procedimiento de cálculo de precios unitarios para presentar una cotización acertada.

La metodología es el punto central para poder calcular el tiempo que llevará la realización de toda obra y la cuantificación del costo de la misma. Los métodos de programación requieren el conocimiento de los renglones de trabajo.

El conocimiento de la maquinaria utilizada para la construcción de una urbanización es de gran importancia, ya que juega un papel determinante en la ejecución del proyecto, además conlleva un porcentaje elevado del costo. Por lo tanto, se debe seleccionar la maquinaria adecuada considerando los factores de rendimiento para la optimización en el proceso de construcción.

Después de la cuantificación de las actividades y tiempos de trabajo se creará un presupuesto que servirá de base para estimar y presentar una cotización a los inversionistas. Si la cotización es aceptada por los mismos, se procede a firmar un contrato entre las partes. Todo ejecutor de obra debe conocer los diversos tipos de contratos que existen.

El cálculo de precios unitarios es imprescindible para integrar el precio total de un proyecto. Es importante mencionar que el éxito de una empresa depende en gran parte de esta integración, la cual debe incluir los gastos de: maquinaria, equipo y herramienta, personal de campo y administrativo, materiales de construcción, gastos de oficina, impuestos, fianzas y el porcentaje de utilidad que se pretende obtener, incluyendo cualquier imprevisto.

Este trabajo de graduación es un documento que servirá de guía para la elaboración de proyectos de construcción de urbanizaciones y que tiene como objetivo lograr la optimización de recursos y materiales empleados en todas las actividades del proceso que lo conforman. El mismo está dirigido a estudiantes y profesionales de ingeniería que se estén iniciando en esta rama.

## **II. MARCO TEÓRICO: METODOLOGÍA DE ACTIVIDADES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE URBANIZACIONES**

### **2.1 VISITA AL TERRENO**

Antes de empezar a desarrollar el diseño y los planos de la urbanización el contratista debe hacer, por lo menos, una visita al terreno. El objetivo de esta visita consiste en los siguientes puntos:

- **Localización:** El contratista conocerá el acceso del terreno a urbanizar. Además de esto, también debe poner atención en los linderos, colindancias y restricciones; por último, si existe agua y drenajes municipales. En caso de no ser así, se deberá buscar en los alrededores pozos de agua subterránea y también un área para el desfogue de los drenajes.
- **Ubicación:** El contratista se llevará una idea de la topografía en general, para comenzar a desarrollar el diseño apropiado para el terreno a urbanizar. Además de esto se conocerá el tipo de vegetación y la clase de material superficial del suelo.
- El contratista también deberá ver si existen líneas eléctricas en los alrededores o en la carretera de acceso. Tomará en cuenta los derechos de vía (20 m) de las torres eléctricas o torres del INDE, para ver si es factible la realización del proyecto.

### **2.2 VISITA AL REGISTRO GENERAL DE LA PROPIEDAD INMUEBLE**

El contratista, después de haber hecho la visita al terreno, debe hacer una visita al Registro de la Propiedad, para constatar el área registrada contra el área en posesión del terreno donde se desarrollará la urbanización. Además, deberá hacer una revisión de servidumbres, desmembraciones, gravámenes y limitaciones, anotados en las inscripciones

registrales. Todos estos datos son de suma importancia para hacer el diseño sobre bases firmes y no adjudicarse problemas posteriores.

### **2.3 APROBACIÓN DEL TERRENO A URBANIZAR**

Son necesarios dos aspectos para la aprobación del inicio de los trabajos de una urbanización:

- Después que el contratista visitó el terreno y basándose en sus conocimientos y experiencia aprueba la factibilidad de construcción.
- Luego que el contratista visitó el Registro de la Propiedad inmueble corroborando el área, derechos de paso y por último revisó que todo se encuentra sin problemas legales, se continuará con el proceso de diseño y construcción del proyecto.

### **2.4 TOPOGRAFÍA**

Se efectúan las mediciones necesarias para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie del terreno. Las cuales servirán para la elaboración de los planos y curvas a nivel.

### **2.5 PLANOS PRELIMINARES PARA DISEÑO**

El contratista debe elaborar un plano general del terreno, ya que, por lo regular, los planos que posee el contratante son antiguos y no cuentan con la precisión y exactitud necesarias para el diseño de una urbanización, además ciertas desmembraciones, no aparecen en el plano de la finca matriz, únicamente se conoce el área desmembrada, pero

no su localización exacta. Existen también servidumbres no localizadas, tales como caminos, tuberías, etc. En varias ocasiones la finca que se desea desarrollar ha sido dividida por herencias entre varios familiares, algunos de los propietarios no quiere desarrollar la parte que le corresponde, por consiguiente, hay que determinar el área que le corresponde y la localización dentro de la finca matriz.

## 2.6 DISEÑO Y PLANOS DE LA URBANIZACIÓN

Basándose en los planos preliminares el contratista puede empezar el diseño general de la urbanización.

### 2.6.1 Planos topográficos

- **Planos de curvas de nivel:** Las curvas de nivel, con su respectiva cota, muestran las diferentes alturas del terreno. Las curvas de nivel y las cotas se obtienen de procesar la información contenida en la libreta de campo, donde también se define la separación a la cual deben dibujarse. Sirven para planificar un proyecto, determinando las rasantes y plataformas del mismo.

- **Planos de curvas de nivel + plataformas:** Indican las curvas de nivel con su respectiva cota y las plataformas (terrazas) indicando sus niveles. Son utilizados para el cálculo del movimiento de tierras, replanteo y nivelación.

- **Planos de curvas isóbaras o de presión:** Indican las curvas de igual presión (no piezométricas) mostrando diferencias con una equidistancia de un metro columna de agua (MCA) para el momento de máximo consumo. Las curvas deben ir localizadas sobre la red de distribución debidamente identificadas. También debe contener el diagrama de flujo.

- **Plano de colindancia y medidas del polígono:** Indican toda la información acerca de los terrenos, edificios, calles o avenidas que estén contiguos, el área del polígono, su orientación, colindantes, además, los datos de la libreta de campo que debe indicas:

Est.	P.O.	Azimut	Distancia

- **Planos de ejes de calles:** Indican la forma cómo está distribuido urbanísticamente un proyecto, asimismo, muestra la información topográfica (planimetría) referente al levantamiento de calles y avenidas enlazado con el polígono.

### 2.6.2 PLANOS URBANÍSTICOS

- **Planos de distribución:** De calles, manzanas, lotes, indicando direcciones municipales, calles y lotes, indicando direcciones municipales, calles, y lotes, identificación de manzanas y lotes por medio de letras y números respectivamente, emplazamiento de las casas en los lotes, diferentes usos de la tierra con áreas y porcentajes con relación al área total.

- **Planos de planta y perfil:** De calles, indicando perfil original del terreno, rasantes proyectadas con sus pendientes, cotas del terreno e intersección de calles.

- **Planos de la red general de distribución de agua potable:** Indicando diámetros, longitudes, tipo de tuberías, esquemas a mayor escala de las intersecciones de tubería con sus correspondientes accesorios, válvulas, conexiones domiciliarias, detalles, etc., localización de hidrantes (de conformidad con las “normas para la construcción de

redes de agua potable en la ciudad de Guatemala” de EMPAGUA, para el municipio, indicado y aquellas que rigen particularmente en el interior del país.)

- **Planos de la red general de alcantarillado sanitario:** Indicando diámetros, longitudes, pendientes, tipo de tubería, dirección del flujo, localización de pozos de visita, conexiones domiciliarias, desfuegos, sistemas de tratamiento, etc., así como los parámetros de diseño.

- **Planos de planta y perfil del sistema de alcantarillado sanitario:** Indicando diámetros, longitudes, pendientes, tipos de tubería, dirección del flujo, intersección de calles, perfil original del terreno, rasantes proyectadas con sus pendientes, cotas del terreno y de la tubería (invert), pozos de visita, etc.

- **Planos de la red general de alcantarillado pluvial:** Indicando diámetros, longitudes, tipo de tubería, dirección del flujo, localización de pozos de visita, conexiones domiciliarias, desfuegos, tragantes, etc., así como los parámetros de diseño.

- **Planos de planta y perfil del sistema de alcantarillado pluvial:** Indicando diámetros, longitudes, pendientes, tipo de tubería dirección del flujo, intersecciones de calles, perfil original del terreno, rasantes proyectadas con sus pendientes, cotas del terreno y de la tubería (invert), pozos de visita, etc.

- **Plano de secciones transversales de calles (gabaritos):** Indicando pendientes, ancho de pista, aceras arriates, bordillos, localización típica de postes de alumbrado, tuberías y ductos, especificaciones de aceras y bordillos, indicando espesores de materiales de subbase, base, carpeta de rodadura, etc.

- **Planos de secciones esquemáticas de calles:** Indicando características de subrasante, espesores de subbase, base y carpeta de rodadura. Plantillas descriptivas de los diferentes tipos de pavimento a utilizar.

- **Plano de áreas a pavimentar:** Indicando cada tipo de pavimento diseñado.
- **Plano de electricidad:** Es práctica corriente que se desarrolle por un electricista autorizado por la Empresa Eléctrica.
- **Plano de telefonía:** Indicando diámetros, longitudes, tipo de tubería, cajas, etc.
- **Plano de intercomunicación garita:** Indicando diámetros, longitudes, tipo de tubería, cajas, etc.

## **2.7 LICENCIA MUNICIPAL**

Con el juego de completo de planos, el contratista deberá iniciar los trámites para obtener las respectivas licencias y permisos municipales, necesarios para la ejecución de la obra. Los requisitos para obtener la licencia son los siguientes: plano de localización, plano de ubicación, juego completo de planos de urbanización, estudio de impacto ambiental aceptado por CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente).

## **2.8 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

La conservación del medio ambiente debe ser la intención primera respecto del uso de los recursos naturales y artificiales (hechos por el hombre). Para conservar estos recursos es necesario un estudio de impacto ambiental. Con el juego completo de planos, se contratará un informe de estudio de impacto ambiental, el cual será entregado a CONAMA para la autorización del proyecto.

## 2.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

### 2.9.1 TRABAJOS PRELIMINARES

- **Oficina:** Es el sitio construido con el fin de poder efectuar las labores de cálculo y administración que se requieran en la obra.

- **Bodega:** Es el lugar donde se almacenará el material y la herramienta a utilizarse en la obra para llevar mejor control y que no sufra deterioro.

- **Guardianía:** Es el lugar construido para el alojamiento del guardián de la obra, quien será el responsable de cuidar los trabajos y materiales que se hallan en la obra y evitar el ingreso a extraños en horas inhábiles.

- **Instalaciones provisionales:** Son todas las instalaciones de luz, depósitos de agua, agua potable y letrinas que se hacen, temporalmente, para mayor comodidad de trabajo y rendimiento del personal.

- **Mantenimiento:** Desde el inicio de la obra se debe considerar el mantenimiento de depósitos, drenajes, tragantes, calles, etc. La limpieza del trabajo realizado con frecuencia no se considera dentro de los presupuestos y al no darle el mantenimiento adecuado provoca una mala presentación del proyecto.

**2.9.2 TRAZO DE EJES Y LOTES.** El trazo de ejes será la primera actividad que deba desarrollarse en la realización física del proyecto y la misma se hará de acuerdo con la información indicada en los planos. Para el trazo topográfico es importante partir de las líneas bases que para el efecto se han considerado en los planos, las cuales facilitarán el replanteo.

Al comprobar que los polígonos internos y los polígonos de los macro lotes han cerrado en ángulo y distancia convenientemente, se deberá referenciar para encontrar los puntos principales en cualquier momento.

Se deberán ubicar los bancos de marca en lugares convenientemente distribuidos dentro del proyecto, a manera de verificar los mismos en cualquier momento.

La fase de amojonamiento que tendrá el proyecto, se hará paralelamente al movimiento de tierras. Cada lote quedará identificado por los mojones de concreto que se colocarán en las esquinas y en los puntos que se marquen en los planos. Cada mojón deberá tener escrito en la superficie visible el número de lotes a los que divide. El mojón deberá tener adosado a la fundición un pedazo de tubería de PVC de ¾" de manera que posteriormente pueda ser delimitado por banderolas para efectos de localización y venta del mismo.

**2.9.3 LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE.** Consiste en el retiro de toda la maleza, tala de árboles y corte de la copa de suelo vegetal (aproximadamente 0.15 cms a 0.20 cms) existente en la sección comprendida de las calles, banquetas, bordillos, cunetas, drenajes, etc. Estos renglones se realizan previo al inicio de los trabajos de terracería. Estos trabajos pueden realizarse con maquinaria forestal, equipo como motosierras son muy empleadas, además los tractores de banda que cortan y retiran el material en distancias cortas, a veces es necesario disponer el material de corte en áreas destinadas para ello a distancias más lejanas donde se emplearán cargadores, camiones o volquetas, etc., según sean las condiciones del terreno.

**2.9.4 RETIRO DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS.** Como su nombre lo indica este trabajo consiste en remover todos los obstáculos y estructuras no deseados que existan dentro de los límites del área a urbanizar, como por

ejemplo postes de luz, construcciones como casas o edificios, tuberías de drenajes, etc. Según sea el tipo de estructura este trabajo debe hacerse con maquinaria de demolición, que puede ser un tractor, una excavadora con martillo, un cargador frontal y camiones para la disposición en lugares adecuados, o equipo de menor capacidad como retroexcavadoras, mini cargadores, etc.

**2.9.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS (PREPARACIÓN DEL TERRENO).** Este renglón incluye la excavación y el acarreo de todos los materiales que son necesarios para la conformación final de la subrasante, arriate central, aceras, taludes, etc. La construcción, formación y compactación de terraplenes y rellenos de reemplazo, con materiales adecuados, la limpieza de todos los materiales remanentes, no necesarios para la obra, cuando ésta finalice.

Toda la excavación efectuada bajo el renglón de “Excavación Común”, consiste en la excavación con cualquier tipo de maquinaria y sin uso de taladros y explosivos, de materiales no clasificados como roca. El movimiento y transporte de materiales de excavación, préstamo o de cualquier otro tipo, destinados para la construcción de terraplenes y rellenos, para desperdicio o para cualquier otro uso en la obra, en una longitud igual o menor de 1,000 metros, se considerará como dentro de la distancia de acarreo libre.

Se considera dentro de este renglón el corte de la cajuela de calles, la cual se deberá cortar hasta tener los cortes y taludes terminados hasta el nivel de subrasante.

Los rellenos de terraplenes necesarios para llegar al nivel de subrasante en los puntos indicados en los planos por irregularidades o depresiones, podrán hacerse con materiales provenientes del corte de un banco de préstamo. En los terraplenes con altura menor de 1.20 metros abajo del nivel de subrasante, dicha área será escarificada una profundidad de 15 centímetros. Y compactada al 85% de la densidad máxima determinada por Proctor Modificado AASHO T-180, posteriormente, los rellenos serán construidos en capas horizontales con espesor suelto no mayor de 30 centímetros. Las capas por debajo de los 60

centímetros del nivel de la subrasante deberán compactarse con el mismo grado de compactación. Las capas superiores a los 60 centímetros, deberán compactarse uniformemente a una densidad seca no menos del 90% de la densidad máxima seca obtenida por el método AASHO T-180.

**Fotografía # 01**  
**Corte de cajuela de calle**



Cuando los rellenos tengan que ser construidos y compactados en laderas con pendientes mayores del 25%, se deberán hacer terrazas con un ancho de, por lo menos, el ancho de un tractor o una retroexcavadora, de manera que el relleno se sostenga y pueda ser compactado debidamente.

Los pasos a seguir para la realización de este tipo de trabajo son los siguientes:

- **Trazo:** Consiste en la colocación de estacas, mojones, señales o marcas fijadas en el terreno que sirven para indicar niveles, ejes, elevaciones y referencias de la obra para su ejecución, de acuerdo con el proyecto, los cuales deben obedecer a un diseño previo y ser replanteados por topógrafos.

- **Nivelación:** Actividad que se realiza buscando la horizontalidad del terreno para dejarlo en condiciones óptimas de trabajo, de acuerdo al diseño de plataformas, ejes de calles, zanjas, etc.

- **Excavación (corte):** Es el conjunto de operaciones necesarias para la extracción y conformación del terreno, en áreas en las que el diseño del proyecto así lo exige para lograr los niveles requeridos. Una excavación se entiende como la operación de cortar material dentro o fuera de los límites de construcción. Dentro de la maquinaria más comúnmente empleada para esta actividad tenemos: la excavadora de banda, tractores de banda, cargadores, camiones de volteo, volquetas, etc. La medición para fines de este renglón se efectúa por el número de metros cúbicos obtenidos por medio de secciones transversales del lugar donde fueron extraídos, en su estado natural.

**Fotografía # 02**  
**Movimiento y transporte**  
**de materiales de excavación**



Dentro de los distintos tipos de excavaciones que existen se enumeran las siguientes:

- Excavación no clasificada: de desperdicio y para préstamo.
- Excavación de canales.

- Excavación estructural para estructuras mayores y menores como: cimentaciones de estructuras, para alcantarillas, subdrenajes, gaviones, etc.

- **Relleno y compactación:** El relleno es el conjunto de operaciones necesarias para llenar, hasta completar las secciones que fije el proyecto, los vacíos que existen entre las estructuras y las secciones de las excavaciones.

La compactación es la ejecución del conjunto de operaciones necesarias para lograr una reducción de volumen en los espacios entre las partículas sólidas de un material, con el objeto de aumentar su peso volumétrico y su capacidad de carga.

Dentro de la maquinaria más comúnmente empleada para esta actividad tenemos: la excavadora de banda, tractores de banda, cargadores, camiones de volteo, compactadoras, etc. La medición para fines de este renglón se efectúa por el número de metros cúbicos obtenidos por medio del volumen del material compactado.

Es importante mencionar que el equipo y personal de topografía juega un papel primordial en todas las actividades de movimiento de tierras hasta llegar a la carpeta de rodadura, ya que ellos son los encargados del marcaje de los cortes y niveles de los mismos, información que debe ser expresada a cabalidad y debidamente leída del diseño o los planos.

**2.9.6 DRENAJES (SANITARIO Y PLUVIAL).** Este trabajo se refiere a la construcción de redes de drenajes para calles y lotes. Consisten en: trazo, excavación de zanjas, colocación de tuberías, relleno compactado, construcción de pozos de visita, cajas de registro, candelas domiciliarias, cunetas, tragantes, desfuegos, túneles, etc. Estos renglones se construirán de acuerdo con especificaciones, diseños, características y dimensiones indicadas en los planos, con los niveles y en los estacionamientos indicados en los planos.

- **Trazo:** El trazo para la excavación se hará con topografía, de acuerdo con la alineación de cotas indicadas, dejando el fondo bien conformado sin alteraciones para que permita el acondicionamiento y asegurar la tubería en toda su longitud.

**Fotografía # 03**  
**Trazo para drenajes**  
**sanitario y pluvial**



- **Excavación de zanjas:** Es el conjunto de operaciones para extraer la parte del terreno que se requiera para alojar la tubería en las redes de alcantarillado o introducción de agua o para algún otro propósito. Incluyendo las operaciones necesarias para consolidar, conformar, nivelar o limpiar la plantilla y taludes de la zanja, disponiéndolo de tal forma que no interfiera en el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Las paredes de las zanjas deben ser verticales. El fondo deberá ser lo suficientemente ancho para permitir la compactación del relleno bajo los espaldones y alrededor de la tubería. Dependiendo de la altura del corte, es necesario apuntalar las paredes de la zanja para evitar deslizamientos de tierra o derrumbes sobre los trabajadores.

**Fotografía # 04**  
**Excavación de zanja**  
**para drenajes**



- **Tubería:** Conducto formado por tubos (por lo general de sección circular) por donde se conducirá un fluido. El material más común para las tuberías de drenajes en urbanizaciones es el concreto, pero también se pueden utilizar de PVC. Todo depende del diseño, las especificaciones y el criterio que se utilizó para desarrollar el diseño.

- **Colocación de tubería:** La zanja se deberá conformar en el fondo de manera que por lo menos el 10% del perímetro de la tubería o de la circunferencia exterior haga contacto con el fondo de la zanja excavada. El fondo deberá ser firme y tener una densidad uniforme en todo su ancho y longitud, para asegurar un soporte adecuado y sin asentamientos diferenciales. El afinamiento de los últimos diez centímetros (0.10 metros) del fondo de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería. Si hay exceso en el tiempo transcurrido entre el afinamiento de la zanja y el tendido de la tubería, se requerirá un nuevo afinamiento antes de tender la misma. El producto de la excavación se depositará a ambos lados de la zanja, dejando libre en uno de los lados un pasillo de 50 centímetros entre el límite de la zanja y el pie del talud. Este pasillo se mantendrá libre de obstáculos.

**Fotografía # 05**  
**Colocación de tubería de**  
**concreto para drenajes**



- **Prueba de tubería:** Al finalizar la colocación de la tubería y antes de proceder al relleno de las zanjas se realizará la prueba de los diferentes tramos de la red.

Para lo cual se deberá contemplar lo siguiente:

- Sellar el tramo de tubería a probar en el punto más bajo de la pendiente.
- Llenar totalmente con agua el tramo a probar.
- La tubería deberá permanecer con agua por lo menos una hora para que se pueda revisar todas las uniones y tubos para comprobar que no existan fugas.

- **Relleno de zanjas:** Conjunto de operaciones que se ejecutan para rellenar excavaciones hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto. Si el fondo de la zanja es de material arcilloso o no apropiado, se deberá excavar por lo menos veinte centímetros (0.20 metros) los cuales se rellenarán con material selecto, libre de piedras o materiales duros y se compactará como mínimo al noventa por ciento

(90%) de densidad, según Proctor Modificado de la AASHO T-180. Como alternativa se podrá usar cemento y material selecto, en proporción 1/20.

Los rellenos se harán en capas no menores de veinte centímetros (0.20 metros) ni mayores de treinta centímetros (0.30 metros) de espesor y con una compactación de un 80% de la densidad máxima en áreas verdes y de un 90% de la densidad máxima en área de calles según el método Proctor Modificado (AASHO T-180) contemplando un grado de humedad óptimo, el cual deberá ser ajustado a un valor comprendido entre el 85% y el 110% del contenido de humedad determinado por el ensayo de laboratorio. Si el material para rellenar está contaminado o no es apropiado, no se permitirá que sea empujado a la zanja, además el contratista deberá contar con equipo y personal necesario para verificaciones de compactación.

La compactación de las primeras capas, cercanas a la tubería, se hará con mazo y con la humedad óptima, el resto de las capas se deberán compactar con vibro-compactador y también con la humedad óptima y las densidades máximas. Todo el material a usar en el relleno deberá ser aceptado previamente o se podrá ordenar que el material de relleno sea obtenido en bancos de préstamo previamente designados.

El relleno requerido puede ser denominado común o especial, dependiendo de las cargas a las que será sometida la tubería, así será su grado de compactación o material especial a utilizar.

- **Relleno común:** No requiere alto grado de compactación en las capas de relleno, ni materiales especiales. Rango de compactación menor del 90%.
- **Relleno especial:** Tiene especificado un alto grado de compactación en las capas de relleno o los materiales seleccionados a utilizarse para el efecto. Rango de compactación de 90% o mayor.
- **Pozo de visita:** Los pozos de visita forman parte de la obra civil y sirven de unión a los extremos de tramos de tubería colocándose cuando se inicia el ramal, existen cambios de pendiente, cambios de dirección, cambios de diámetro de tuberías, así como para

inspección o chequeo para mantenimiento. Los pozos de visita no deben estar a más de 100 metros de distancia entre uno y otro. En este caso se podrán construir con ladrillo de barro cocido (ladrillo tayuyo), de concreto armado fundido en el lugar o con tubería de concreto prefabricada, con tubería de PVC o tubería metálica corrugada. Deberán estar ubicados en los puntos que indiquen los planos, debiéndose contemplar lo siguiente:

**Fotografía # 06**  
**Construcción de**  
**pozo de visita**



Los pozos de visita según su profundidad, deberán tener las siguientes características:

<b>PROFUNDIDAD DEL POZO</b>	<b>GRUESO DE PAREDES</b>
De 0.00 a 5.00 metros	Ladrillo de punta o concreto armado
De 5.00 a 7.00 metros	Ladrillo punta y sogá o concreto armado
De 7.01 en adelante	Ladrillo doble punta o concreto armado

El fondo de los pozos deberá ser de concreto Tipo "A" de 3,000 Lbs/plg<sup>2</sup> con un espesor mínimo de 15 centímetros y una parrilla de refuerzo de 3/8". La construcción de la cimentación de los pozos de visita deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería para evitar excavaciones pajo el extremo de los tubos.

Los pozos de ladrillo de barro cocido se unirán con mortero de cemento Tipo I en proporción 1:0.10:3, cemento, cal y arena de río. Se aceptará la alternativa de construir pozos de concreto reforzado siempre cuando tengan un espesor mínimo de paredes de 10 centímetros de concreto Tipo "A" de 3,000 lbs/pulg<sup>2</sup> y refuerzo de 3/8" a 20 centímetros en cada sentido.

**Fotografía # 07**  
**Levantado final de brocal de pozo de visita**  
**(Posterior a la imprimación de la base)**



Después de finalizados los trabajos de imprimación, los pozos deberán levantarse, colocar las tapaderas y ser limpiados en su interior.

Las tapaderas de los pozos serán de metal, según especificaciones aprobadas por EMPAGUA, para resistir cargas de 12 toneladas.

**Fotografía # 08**  
**Aros de tapaderas de**  
**metal para pozos de visita**



Cuando los pozos se localicen en áreas de pavimento, éstos no serán completados sino hasta que se estructure el pavimento mientras tanto el brocal deberá protegerse con tabloncillos de madera a una profundidad de 30 centímetros, por debajo del nivel de subrasante.

Los pozos de ladrillo se harán de acuerdo a los planos y el diámetro interior según la tabla siguiente:

<b>DIÁMETRO DE TUBO DE SALIDA (PULGADAS)</b>	12"	16"	18"	20"	24"	30"	36"	48"	>48"
<b>DIÁMETRO DE POZO DE VISITA (METROS)</b>	1.20	1.20	1.20	1.20	1.50	1.75	2.00	2.25	D + 1

- **Cajas de registro:** Son pequeñas cajas o estructuras hechas de concreto, mampostería u otro material especificado, que dan acceso a los drenajes, permitiendo su

inspección, así como la introducción de varillas u otros dispositivos semejantes para limpieza de los mismos; se usan en inicios de tramos no profundos de tubería.

- **Candelas domiciliarias:** Las candelas domiciliarias se colocan en la acera e incluye el tramo de tubería necesaria para conectarlo a la tubería de la red general. Se deberá construir en los puntos en lo que se indiquen en los planos. Generalmente son estructuras de concreto (tubería de concreto  $\phi$  12" ó  $\phi$  16 colocada verticalmente) que permiten revisar la evacuación de las aguas servidas y las pluviales de una vivienda.

**Fotografía # 09**  
**Candelas domiciliarias para**  
**drenaje pluvial y sanitario**



- **Cunetas (zanjas de desagüe):** Zanjas a los lados de un camino (calles) para recibir las aguas llovedizas. Pueden protegerse con algún tipo de recubrimiento, concreto y/o cualquier tipo de mampostería para mayor rendimiento. También son construidas al pie de talud o en la corona del mismo, en cuyo caso se le denominará contra-cuneta.

- **Tragante:** Los tragantes se contemplan como los puntos de recepción del agua de lluvia en las calles o puntos especiales indicados en los planos e incluyendo la conexión a la red principal. Estas estructuras generalmente son diseñadas y construidas en la orilla de una calle y/o avenida, en puntos intermedios y/o esquinas.

También existen tragantes de rejilla, que funcionan de igual manera, pero éstos son construidos transversal o longitudinalmente a las calles y/o avenidas. La forma del tragante será la indicada en los planos y los materiales a usar serán ladrillo tayuyo o block de concreto totalmente alisados en su interior y levantados con mortero de cemento.

**Fotografía # 10**  
**Construcción de tragante de**  
**ladrillo tayuyo**



Antes de construir los tragantes se deberá hacer la conexión a la tubería general del drenaje. La conexión deberá ser de acuerdo a los planos y cumplir con los diámetros de tubería, profundidad, pendiente y dirección según los planos. Todas las conchas de los tragantes no serán construidas sino hasta que las calles estén imprimadas. Una vez finalizada la construcción del pavimento se deberá limpiar y colocar su tapadera correspondiente. El fondo de los tragantes se hará de concreto con las mismas

especificaciones que para los pozos de visita. Las conchas serán de concreto reforzado, según se indica en los detalles y especificaciones de los planos.

- **Desfogues:** Componentes de protección en un sistema de alcantarillado, donde se ancla la tubería al final, en el punto de descarga para evitar daños a las mismas.

**Fotografía # 11**  
**Vista de desfogue**



- **Túneles:** Paso subterráneo abierto artificialmente para establecer una comunicación a través de un obstáculo natural, en donde la excavación a cielo abierto es antieconómica y riesgosa por su excesiva profundidad.

**2.9.7 BORDILLOS.** En este renglón se deberá contemplar la excavación, conformación, construcción de bordillo, tallado del mismo y el relleno de los laterales. Se podrá construir el bordillo en forma manual o con máquina bordilladora, o bien, colocar bordillo prefabricado.

**Fotografía # 12**  
**Vista de bordillo**



De hacerse a manualmente se deberá considerar lo siguiente:

- El fondo de la excavación de la zanja debe estar bien conformado y plano, sin piedras, ni tierra suelta.
- El bordillo tendrá las dimensiones que indiquen los planos, según el caso. Se deberá emplear concreto de 2,500 PSI, como mínimo.
- La formaleta será metálica o de madera con la cara interior cepillada, deberá ser de una sola pieza para abarcar completamente la altura.
- El bordillo se fundirá sobre terreno firme y en caso de construirse en relleno se deben colocar muros de concreto o mampostería que sirvan de base al mismo.
- Deberá quedar bien alineado, sin combas o abultamientos y el acabado superior debe ser fino y sin desportillamientos.

- El relleno de los laterales se hará con el material proveniente de la excavación debiéndose compactar bien y agregándole el agua para la humedad óptima. Si el material no cumpliera con los requisitos para relleno, de ser necesario, se podrá sustituir por selecto.
- Se deberán dejar las juntas de dilatación a cada 2.5 metros máximo y con espesor de 1.5 centímetros.

El bordillo podrá hacerse con máquina bordilladora, en cuyo caso son válidos los incisos anteriores, pero las juntas de dilatación se dejarán a cada 2.00 metros y con un espesor de 1.5 centímetros.

El bordillo prefabricado podrá utilizarse siempre y cuando sea instalado sobre material firme y además quede bien alineado tanto horizontal como verticalmente.

### **2.9.8 RED DE AGUA POTABLE:**

- **Trazo:** El trazo se hará de acuerdo con la alineación y la pendiente indicadas en el plano de la red de distribución de agua potable.
- **Excavación:** Es el conjunto de operaciones para extraer la parte del terreno que se requiera para alojar la red de distribución del agua potable. Incluye desde la zanja para colocar la tubería, las cajas para llaves y accesorios varios. Se deberá dejar el fondo bien conformado y sin alteraciones. Cuando el fondo sea de material no apropiado, se excavarán 20 centímetros adicionales y se rellenará con material selecto compactado al 85% de la densidad máxima determinada por Proctor Modificado. El ancho mínimo de la zanja será de 30 centímetros y el ancho máximo será de 50 centímetros.

La profundidad será la suficiente para dar protección al tubo contra cargas, determinándose en la siguiente forma:

- En calles de tránsito una profundidad mínima de 100 centímetros a partir de la cota de rasante en los cruces y 70 centímetros paralelo al bordillo.
- En aceras, calles peatonales y áreas verdes la profundidad mínima será de 70 centímetros a partir de la superficie del terreno.
- La tubería de P.V.C. de las dimensiones y clase especificada en los planos.
- Todo lo relativo a la construcción de la red de agua potable estará sujeto a las normas que para el efecto usa la Empresa Municipal de Agua, y/o lo que indiquen los manuales de instalación correspondientes.

- **Relleno de zanjas:** El relleno de zanjas deberá ser contemplado hasta el nivel de rasante en aceras y de la base granular en calles. Después de haber colocado tubería, válvulas, accesorios, etcétera, se procederá a depositar en la zanja simultáneamente en ambos costados de la tubería el material de relleno libre de piedras; el material llegará 15 centímetros sobre la parte superior del tubo y dejará libre las juntas para su inspección. El material deberá colocarse compactado, cuidadosamente para no afectar el tubo.

El relleno se hará en capas no menores de 20 centímetros y no mayores de 30 centímetros de espesor y se compactarán al 85% del Proctor Modificado de la AASHO. La compactación de las primeras capas, se hará con mazo y las últimas con vibrocompactador, teniendo en cuenta la humedad óptima. El relleno deberá llegarse al nivel de subrasante y dejar un sobre relleno para asentamientos. El material de relleno será el obtenido en la excavación; salvo que el material no sea adecuado se usará selecto.

Los pasos de tubería en calles deberán hacerse después de haber trabajado la base de las mismas, debiendo hacerse la zanja de un ancho de 30 centímetros y con una profundidad de 50 centímetros, si el pavimento fuese concreto; y de 60 centímetros si el pavimento es asfalto. La tubería deberá colocarse inmediatamente después de excavada la zanja, recubriéndola con concreto pobre o mezclón y, posteriormente, rellena compactando cemento / selecto en pro porción 1:20.

- **Tubería:** Conducto formado por tubos de sección circular por donde se conducirá un agua potable. El material más común para las tuberías de agua potable es de PVC. La presión mínima de trabajo será de 150 PSI y deberá soportar una prueba de presión de 350 PSI.

- **Accesorios:** Elementos complementarios para lograr continuidad en los sistemas de conducción (uniones). La presión mínima de trabajo será de 150 PSI y deberán soportar una prueba de presión de 350 PSI.

- **Anclajes de concreto para accesorios (muertos):** Elementos que aseguran la inmovilidad en las uniones de las tuberías que conducen el agua, principalmente en los cambios de dirección.

- **Válvulas de compuerta:** Dispositivo de cierre para regular el paso del fluido por las tuberías. Existen de acero al carbón, bronce y PVC. Las válvulas serán de cuña sólida o doble disco con acción de cuña. El vástago de la válvula deberá ser del tipo sin desplazamiento vertical. La presión mínima de trabajo será de 150 PSI y deberá soportar una prueba de presión de 350 PSI. Las cajas de las válvulas se deben colocar en los puntos que señalan los planos y se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Las cajas se construirán de acuerdo a los planos con el material que se indique. La tapadera será de metal, según especificaciones de EMPAGUA.

- La construcción de la cimentación deberá hacerse, previamente, a la colocación de la válvula.

- El fondo deberá quedar perfectamente plano con un lecho de grava y arena de 20 centímetros de espesor para infiltración.

- **Hidrante:** Dispositivo utilizado para abastecer el caudal necesario de agua que permita combatir siniestros provocados por fuego y realizar trabajos de limpieza en calles.

- **Domiciliares (conexión domiciliar):** Es la conexión que se hace con la finalidad de introducir el agua, de la tubería de la red general, al interior de la vivienda. Los domiciliares se colocarán según lo indicado en los planos con los materiales indicados.

**Fotografía # 13**  
**Conexiones domiciliares**  
**de agua potable**



- **Acometida:** Es un conjunto de elementos por medio de los cuales se mantiene el control de un circuito hidráulico, colocados entre la conexión domiciliar de la red general y el circuito de la edificación, a la cual se abastece. Consta de un juego de cajas de concreto, las cuales contienen:

- Llave de paso
- Contador o medidor
- Llave de compuerta
- Llave de cheque

- **Prueba de tubería:** La prueba de tubería se hará en tramos no mayores de 300 metros o entre válvulas, sometándose a una presión hidrostática de 100 PSI, durante un

período de 30 minutos y la variación de la presión registrada no deberá exceder del 5% de la presión original según el manómetro. Se deberá recorrer todo el tramo de prueba, para constatar cualquier falla o fuga. Para esta prueba el contratista deberá proporcionar la bomba, accesorios y los elementos necesarios por su cuenta.

**Fotografía # 14**  
**Prueba a presión de la tubería**  
**de la red de agua potable**



Si la prueba no es satisfactoria se procederá a las correcciones necesarias para una nueva prueba. Cuando el relleno de la zanja se haya completado, se realizará una nueva prueba a una presión de 80 PSI por término de 15 minutos, para comprobar que no se dañó la tubería al momento de la compactación y, en este momento, deberían estar instaladas todas las válvulas de control y domiciliarias.

- **Lavado y desinfección de la tubería:** Antes de poner en servicio la tubería se procederá a lavarla y desinfectarla, tomando en cuenta lo siguiente:

- Se procederá al lavado haciendo circular agua a una velocidad de 0.75 metros por segundo, por un tiempo mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido en la tubería.

- Para la desinfección se deberá vaciar completamente la tubería y, luego, llenarla con agua que contenga 20 p.p.m de cloro, l que se mantendrá por 24 horas.
- Después de 24 horas se vaciará la tubería y se lavará haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar el cloro que se empleó en la desinfección.

**2.9.9 CANALIZACIÓN ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA.** En este renglón se incluyen todas las obras necesarias de excavación, construcción de registros para transformadores y cajas tipo “H” e instalación de las tuberías marcadas en los planos.

Para la excavación y relleno de las zanjas se aplicarán las misas especificaciones que en la red de agua potable. Las zanjas deberán estar perfectamente a nivel en el fondo de manera que la tubería quede en contacto con el suelo. Una vez colocadas las tuberías, éstas deberán ser recubiertas con mezción para protegerlas de golpes.

Las cajas tipo H deberán levantarse según las especificaciones del Manual de Normas para Acometida de Servicio Eléctrico, elaborado por la Empresa Eléctrica de Guatemala.

**Fotografía # 15**  
**Construcción de caja tipo H**



Las tuberías de PVC serán de 80 a 100 PSI. El poliducto será de 2” para todas las acometidas domiciliarias da la caja tipo H al límite de los lotes según se muestra en los planos respectivos. En los casos en que la tubería atraviere una calle el tubo deberá ser de conducto eléctrico galvanizado.

Toda la canalización deberá entregarse totalmente limpia de manera que la empresa autorizada por la Empresa Eléctrica pueda alambrear sin ningún contratiempo.

Los pasos de tubería en calles deberán hacerse después de trabajada la base de las mismas, debiendo hacerse la zanja de un ancho de 30 centímetros y una profundidad de 50 centímetros, si el pavimento fuese concreto y de 60 centímetros si el pavimento es asfalto. La tubería deberá colocarse inmediatamente después de excavada la zanja, recubriéndola con concreto pobre o mezclón y, posteriormente, rellenada con cemento / selecto compactado en proporción 1:20.

No se permitirá dejar zanjas abiertas de un día para otro y deberá evitarse el paso de vehículos por un término de 24 horas.

**Fotografía # 16**  
**Recubrimiento con mezclón**  
**para tubería**



Para que la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. apruebe el proyecto, hay que contratar una empresa autorizada y la misma realizará los siguientes pasos:

- Enviará una carta dirigida a la Empresa Eléctrica de Guatemala., S.A. que contenga la siguiente información.
  - Nombre del propietario y de la empresa solicitante.
  - Nombre de la notificación o colonia.
  - Dirección exacta.
  - Indicar número de lotes o casas.
  - Indicará que clase de servicio se desea: 120 voltios 1 fase, 120/140 voltios 1 fase, 240 voltios 3 fases, otros.
  - Indicará el tipo de instalación: Aérea, semi – subterránea, subterránea.
  - Fecha en que se necesita la instalación.
  
- Suministrar un plano de la urbanización a escala 1:1000 ó 1:2000, que contenga número de lotes, sección o manzanas y nomenclatura de calles.
  
- El proyecto de alumbrado público se puede elaborar simultáneamente con el estudio para servicio domiciliario, siendo necesario cancelar la suma de dinero requerida.

**2.9.10 CANALIZACIÓN TELEFÓNICA.** Esta fase consta de la excavación y relleno de zanjas, construcción de registros y cajas de tipo contador de agua e instalación de tuberías, según se marca en los planos.

Los registros y tapaderas deberán construirse según las especificaciones emitidas por la Empresa de Telecomunicaciones de Guatemala y las puestas en los planos correspondientes.

Toda la canalización deberá entregarse limpia y enguiada con alambre galvanizado calibre 16. sobre la tapadera de los registros de abonados (cajas tipo contador) deberá grabarse el nombre de “TELÉFONOS”, para identificar perfectamente dicha canalización.

Los pasos de tubería en calles deberán hacerse después de trabajada la base de las mismas, debiendo hacerse la zanja de un ancho de 30 centímetros y con una profundidad de 50 centímetros, si el pavimento fuese concreto; y de 60 centímetros si el pavimento es asfalto.. la tubería deberá colocarse inmediatamente después de excavada la zanja, recubriéndola con concreto pobre o mezclón y, posteriormente, rellenada con concreto / selecto compactado en proporción 1:20.

No se permitirá dejar zanjas abiertas de un día para otro y deberá evitarse el paso de vehículos por un término de 24 horas.

**2.9.11 CANALIZACIÓN DE CABLE E INTERCOMUNICADORES.** Este renglón se refiere a la excavación y relleno de zanjas, construcción de registros y colocación de tuberías según las especificaciones de los incisos anteriores.

Las tuberías deberán quedar totalmente alineadas para su fácil identificación y guiadas con alambre galvanizado calibre 16. sobre las tapaderas de los registros de abonados (cajas tipo contador) deberá grabarse el nombre de “cable intercom”, para identificar perfectamente dicha canalización.

Los pasos de tubería en calles deberán hacerse después de trabajado la base de las mismas, debiendo hacerse la zanja de un ancho de 30 centímetros y con una profundidad de 50 centímetros con pavimento concreto y de 60 centímetros con pavimento asfáltico. La tubería deberá colocarse inmediatamente de excavada la zanja, recubrirla con concreto pobre o mezclón y, posteriormente, rellenada con cemento / selecto compactado en proporción 1:20.

No se permitirá dejar zanjas abiertas de un día para otro y deberá evitarse el paso de vehículos por un término de 24 horas.

## 2.9.12 PAVIMENTO

**2.9.12.1 TRAZO DE CALLES.** Con la línea central de la calle, obtenida definitivamente en gabinete, se procede al trazo de la misma en el campo. Se necesitará la información para elaboración de planos, especificaciones y estimaciones del costo. El trazo recibe el nombre de LEVANTAMIENTO DE LOCALIZACIÓN y su desarrollo abarca el replanteo de la línea central de localización, nivelación y secciones transversales de la misma línea.

**2.9.12.2 CORTE DE CAJUELA.** Es el conjunto de operaciones necesarias para la extracción de tierra en los espacios destinados para la circulación de vehículos y/o peatones, debe cumplir con las especificaciones de diseño para el pavimento, desde el nivel de la subrasante hasta la capa de rodadura.

El material de extracción debe retirarse fuera del proyecto a menos que exista un lugar en las áreas aledañas en donde se autorice el depósito del material.

**Fotografía # 17**  
**Vista de corte de cajuela**



**2.9.12.3 SUBRASANTE.** Es la capa de terreno de una calle o carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no le afecta la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. La estabilización de subrasante es la operación que consiste en escarificar o pulverizar, incorporar materiales estabilizadores, homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la mezcla de la subrasante con materiales estabilizadores para mejorar sus características mecánicas y su función como cimiento de la estructura del pavimento, adecuando su superficie a la sección típica y elevaciones de subrasante establecidas en los planos, efectuando cortes y rellenos con un espesor no mayor de 20 centímetros.

**Fotografía # 18**  
**Escarificación de calle**  
**(Tratamiento de subrasante)**



**2.9.12.4 SUBBASE.** Es la capa que se coloca encima de la subrasante e inmediatamente debajo de la capa de base. Por lo general, la subbase consiste en una capa compactada de material granular, tratado o no, o bien en una capa de suelo tratado con un aditivo adecuado. Se diferencia de la capa de base en que se sujeta a especificaciones menos estrictas respecto a la resistencia, los tipos de agregados y la graduación. Si la subrasante satisface los requisitos de una capa subbase, se puede omitir esta última. Sin embargo, además de su importante función estructural como parte de la sección transversal

del pavimento, la capa subbase también puede cumplir con muchas funciones secundarias, como prevenir la acumulación de agua libre dentro de la estructura del pavimento o debajo de ella e impedir la intrusión de suelos de grano fino de la subrasante hacia las capas de base.

**Fotografía # 19**  
**Tendido de Material**  
**Para Capa de Subbase**



**2.9.12.5 CAPA BASE.** Ésta es la capa de material directamente debajo de la capa superficial (concreto asfáltico o concreto hidráulico). La capa base se apoya sobre la subbase, o bien, si no se colocó este último, sobre la subrasante. Como parte estructural del pavimento, la capa base consta de agregados como piedra triturada, escoria triturada, grava y arena, o de una combinación de estos materiales.

**Fotografía # 20**  
**Tendido de material**  
**para capa de base**



Las especificaciones para los materiales de la capa base son mucho más estrictas que para los de la subbase. Específicamente, éste es el caso para propiedades como la resistencia, la estabilidad, la dureza, los tipos de agregados y la gradación. La adición de un aditivo estabilizador, como el cemento portland, el asfalto o la cal, puede mejorar las características de una amplia variedad de materiales que, si no se tratan, no resultarían adecuados para usarse como capa base. Desde un punto de vista económico, ese tratamiento es especialmente benéfico cuando existe un suministro limitado de material no tratado que sea adecuado o cuando por cualquier motivo el material está pasado de humedad y no es posible secarlo en un período deseado.

**2.9.12.6 RIEGO DE IMPRIMACIÓN (EMULSIÓN).** Este renglón contempla el riego de un producto bituminoso sobre la base (o subbase) previamente preparada. El objeto de toda imprimación es mantener la humedad con la cual se colocó el material de base (o subbase). La humedad puede ser afectada por la infiltración por lluvia o la evaporación por temperatura. Para la aplicación del riego de imprimación se debe contemplar lo siguiente:

- Barrer y limpiar la superficie de la base (o subbase), ya sea con barredora mecánica, cepillo o cualquier proceso manual aceptado.
- En caso que el material bituminoso se deba colocar en caliente el transporte del mismo será en camión tanque con equipo de calentamiento y distribuidor. El calentamiento deberá ser uniforme y eficiente así como contar con todos los accesorios necesarios. El producto bituminoso no será aplicado en superficie majada o cuando la temperatura a la sombra sea menor de 16 grados centígrados o cuando las condiciones del tiempo fueran desfavorables, principalmente, cuando hay indicios de lluvia. El producto bituminoso será del tipo Cut-back de curado rápido de RC-250 (RC-2) diluido con kerosene en un porcentaje del 10% al 20% de acuerdo a las especificaciones de la AASHO, con una temperatura de aplicación de 38 a 90° centígrados y una penetración de un centímetro. Se aplicará uniformemente a presión con spray en una proporción entre 0.25 a 0.40 galones por metro cuadrado.

**Fotografía # 21  
Imprimación de calle  
para la protección de humedad**



- En caso que la emulsión se coloque en frío, se puede aplicar de forma manual (regadoras de jardinería) o con regadora mecánica (camión cisterna). Pero en ambos casos se deberá aplicar uniformemente cubriendo completamente el área a imprimir.
- No se permitirá tránsito de vehículos sobre la imprimación durante el período de curado y se deberá aplicar una capa de arena de río cernida.

**2.9.13 PAVIMENTOS FLEXIBLES (CONCRETO ASFÁLTICO).** Los pavimentos bituminosos se clasifican como flexibles. Un pavimento flexible permanece en contacto completo con la capa subyacente. Este se diseña de modo que al deformarse cuando se sujeta a cargas repetidas no puede recuperar su forma original.

**2.9.13.1 CARPETA DE RODADURA (MEZCLA ASFÁLTICA).** Este renglón consiste en la colocación de una superficie de rodadura en caliente formada por agregados gruesos, finos y rellenos minerales uniformemente mezclados en planta con productos asfálticos (concreto asfáltico) y tendrá un espesor según lo determinan los planos o en el diseño del pavimento.

Para la colocación de la carpeta de rodadura se deberá cumplir con lo siguiente:

- Barrer, limpiar y preparar la superficie de la base imprimada, utilizando barredora de cepillo o manualmente con cepillo de cabo o cualquier proceso adecuado.
- Antes de aplicar el concreto asfáltico y una vez limpia y barrida la imprimación se deberá aplicar un ligero riego de liga de manera que permita aumentar la adherencia del concreto asfáltico a la imprimación existente.

**Fotografía # 22**  
**Riego de liga donde se**  
**protege el bordillo**



- El riego de liga será de asfalto líquido o emulsión aplicado en una proporción de 0.20 a 0.60 litros por metro cuadrado (0.05 a 0.15 galones).
- El material asfáltico se deberá aplicar con máquina tipo finisher, debiendo efectuarse en dos carriles que cubran la mitad de la pista a asfaltar.

**Fotografía # 23**  
**Colocación de material**  
**asfáltico**



- **Compactación:** La compactación deberá efectuarse con aplanadora de rodillos lisos y luego rueda neumática tipo Hyster, con un peso no menor de 10 toneladas, provista de un depósito de agua que distribuya agua en las llantas o rodillos, al 95% de densidad. Se deberá tener muy en cuenta que este tipo de máquinas no deben tener fuga de combustible o lubricantes ya que los mismos afectan al pavimento.

**Fotografía # 24**  
**Compactación de asfalto**



La carpeta será para un tránsito de categoría 3 según el manual de asfalto del Asphalt Institute. La mezcla asfáltica deberá cumplir con las especificaciones según la AASHO en lo referente a valores de estabilidad Marchall, flujo, vacíos en la mezcla, vacíos en el agregado y permeabilidad.

**2.9.14 PAVIMENTOS RÍGIDOS (CONCRETO HIDRÁULICO).** Los pavimentos de concreto de cemento portland se clasifican como rígidos. Un pavimento rígido actúa como una viga que se puede tender a través de irregularidades de una capa subyacente. Este se diseña de modo que pueda deformarse como una viga y, a continuación, regresar al estado que existía antes de la aplicación de la carga.

**2.9.14.1 CONCRETO.** Este renglón consiste en la colocación de una superficie de rodadura formada por la fundición formada por agregados gruesos, finos, cemento y agua uniformemente mezclados con concreteras, camiones concreteros y/o en planta. Este tendrá un espesor según lo determinan los planos.

**Fotografía # 25**  
**Fundición de pavimento**  
**de concreto hidráulico**



Para la colocación de la losa deberá cumplir con lo siguiente:

- **Formaleta:** la exactitud de niveles, alineación y el espesor de la losa de concreto dependerá de la adecuada fijación y colocación de la formaleta, la cual deberá ser soportada con estacas de madera o acero, metidas firmemente dentro de la subbase para evitar movimiento durante la fundición, enrasado y vibrado del concreto. Además, deberá colocársele una capa de desencofrante a la formaleta, para evitar que parte del pavimento quede adherido a la misma al momento de separarla.

**Fotografía # 26**  
**Vista de formaleta para**  
**pavimento de concreto hidráulico**



- Momentos antes de la fundición del concreto se deberá dar un riego de agua a la base pero sin dejar acumulaciones o charcos.
- **Tipo de Concreto:** El espesor de la capa de concreto dependerá de los diseños aprobados en los planos. El concreto a utilizar será premezclado, deberá desarrollar una resistencia a la compresión de 3,000 PSI, como mínimo.

- La capa de concreto de no llevar integrado el bordillo, llevará acartelada la orilla en un en una longitud de 90 centímetros del bordillo hacia adentro y con un espesor total de 5 centímetros adicionales al espesor de la losa. La consistencia del concreto deberá ser lo más seca posible, compatible con una colocación eficiente y trabajable con un revenimiento máximo de 7.6 centímetros y mínimo de 3.0 centímetros.
- Deberá hacerse las muestras de resistencia, las cuales se curarán según especificaciones AASHO T-23, deberá hacerse, como mínimo, una muestra por cada camión de concreto.
- Colocación y curado: La colocación deberá ser cuidadosa y coordinada con las operaciones del acabado. No deberá avanzar más rápidamente que los que van efectuando el acabado con el esparcidor, vibrado y enrasado del concreto.
- El vibrado deberá efectuarse con los vibradores en la forma detallada en la especificación ACI-72. después de colocado inmediatamente deberá nivelarse con piezas perfectamente rectas, a manera de no dejar depresiones o protuberancias en la superficie.

**Fotografía # 27**  
**Vista donde se muestra barra**  
**y chicote vibratorio**



- Para el acabado final, evitar alisar en exceso las losas, debido que se deberá pasar un arrastre en forma transversal a modo de obtener una textura rugosa.

**Fotografía # 28**  
**Acabado final de losas de pavimento**  
**de concreto hidráulico**



- El curado deberá iniciarse inmediatamente después de las operaciones anteriores, el cual podrá hacerse por medio de antisol, curado en húmedo, coberturas con papel impermeable, etc. Se deberá evitar el tránsito sobre la losa por un período de siete días.

- Juntas en el pavimento de concreto: Se forman las juntas en el pavimento de concreto para reducir los efectos de la expansión y la contracción, para facilitar el colado del concreto y para dejar espacio para la liga de las losas colindantes. Las juntas pueden ser perpendiculares a la línea central del pavimento (transversales) y, dependiendo de la fundición a la que se les destine, longitudinales. Las juntas de contracción se ponen para limitar los efectos de las fuerzas de tensión en una losa de concreto, causados por una caída en la temperatura. El objetivo es debilitar la losa, de modo que si las fuerzas de tensión son suficientemente grandes como para agrietarla, las grietas se forman en las juntas. En

general, la profundidad de las juntas de contracción sólo es un cuarto del espesor de la losa y la separación entre ellas se harán dependiendo del espesor de la losa.

- Sellado de juntas: Los sellos líquidos se vierten en una junta en donde se dejan fraguar. Los tipos de sellos líquidos que se usan incluyen el asfalto, el caucho colado en caliente, compuestos elastoméricos, silicona y polímeros. También se utilizan sellos de corcho para juntas de expansión.

**2.9.15 BANQUETAS.** Este renglón consta de la preparación del terreno y la hechura de las banquetas. El terreno tendrá el fondo bien nivelado y conformado, evitando que haya piedras sueltas o estratos delgados. Una vez nivelado el fondo, se rellenará con material selecto una capa de base de 10 centímetros, compactándola con vibrocompactador a su humedad óptima del 85% de la densidad máxima, como mínimo, determinada por Proctor Modificado.

La banqueta se harán según lo especificado en planos. Se usará concreto de 2,500 PSI en las banquetas normales y en los pasos peatonales que atraviesan calles con concreto de 3,000 PSI.. Se deberá fundir con una pendiente superficial hacia el bordillo de 1% para facilidad de limpieza.

**Fotografía # 29**  
**Vista de banqueta y bordillo**



El proceso constructivo será: excavación y nivelación, preparación de la base, colocación de arrastres y formaleta, fundición hasta el planchado final. El fraguado podrá hacerse con riegos ligeros de agua, cubriendo la superficie con materiales saturados como arena; se podrá aplicar materiales que formen barreras de vapor como plásticos. El mínimo de curado es de tres días después de fundida la banqueteta y luego se barre y se lava el área con agua a presión.

**2.9.16 ILUMINACIÓN EXTERIOR.** Este renglón se refiere a la excavación y relleno de zanjas, colocación de tuberías, registros, alambrado y colocación de luminarias, según los datos y especificaciones de los planos elaborados para el efecto.

La tubería deberá quedar totalmente alineada para su fácil identificación y enguiadas con alambre galvanizado calibre 16, para su posterior alambrado, actividad que deberá hacerse hasta el momento de colocar las lámparas

Sobre las tapaderas de los registros deberá grabarse el nombre de “iluminación”, para identificar perfectamente dicha canalización.

Las lámparas a usar serán fabricadas con el concepto decorativo, siendo los postes una pieza ornamental, según el detalle mostrado en los planos, pudiendo ser éste elaborado en lámina de metal o en fibra de vidrio y pintados con esmalte color verde. Los faroles podrán ser mostrados en el plano, fabricadas en aluminio repulsado y vidrio o, bien, se podrá usar pantallas esféricas de vidrio color blanco de 12” de diámetro. La bombilla deberá ser incandescente, del tamaño normal. De 100 vatios e instalada en 220 voltios.

Las lámparas deberán quedar totalmente instaladas sobre bases de concreto, según se muestra en los planos, alineadas con respecto al bordillo y los árboles a sembrar en las banquetas.

Los pasos de tubería en calles deberán hacerse después de trabajado la base de las mismas, debiendo hacerse la zanja de un ancho de 30 centímetros y con una profundidad de 50 centímetros con pavimento concreto y de 60 centímetros con pavimento asfáltico. La tubería deberá colocarse inmediatamente de excavada la zanja, recubrirla con concreto pobre o mezclón y, posteriormente, rellena con cemento / selecto compactado en proporción 1:20.

No se permitirá dejar zanjas abiertas de un día para otro y deberá evitarse el paso de vehículos por un término de 24 horas.

**2.9.17 CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS.** Las cisternas y cuarto de bombas se localizarán según lo indican los planos, debiéndose construir bajo las normas y procedimientos constructivos usados en Guatemala y con las especificaciones y materiales indicados en los planos.

La cisterna y el cuarto de bombas serán levantados en block “U” de concreto de 14x19x29 centímetros y llevarán armadura, según se muestra en los planos. La losa superior será de vigueta y bovedilla según las especificaciones del fabricante que se escoja. El concreto a usar en la fundición es de 4,000 PSI y el hierro será grado 40.

El interior de la cisterna será cernido remolineado, aplicándole un sellador espacial para cisternas de agua el cual podrá ser integrado al cernido.

Las cisternas y cuartos de bombas deberán quedar totalmente terminados.

**2.9.18 PLANTA DE TRATAMIENTO.** Conjunto de instalaciones que se utilizan para efectuar la serie de procesos necesarios para tratar las aguas negras. Las estructuras varían dependiendo de la cantidad como el tratamiento que se le quiera dar a las aguas negras.

**2.9.19 EQUIPOS DE BOMBEO.** Se deberá colocar el equipo de bombeo en los pozos de agua, así como los equipos de bombeo hidroneumático para el abastecimiento de agua al condominio, según se muestra en los planos.

En los detalles de plomería se define se definen dichos equipos, por lo que en la oferta se deberá presentar marca y catálogo de los equipos solicitados.

Se deberán dejar instaladas las acometidas y salidas a la cisterna, así como las succiones de las bombas y los electrodos para hacer funcionar el equipo en forma automática. Dentro de este renglón se contempla la construcción de la columna de concreto para la instalación del contador de la energía eléctrica el cual será según las normas de EGAS, así como el armario de tableros y las demás instalaciones eléctricas marcadas en los planos de plomería.

**2.9.20 PARED PERIMETRAL.** Este renglón se refiere a la construcción total de una pared perimetral que permita circular todo el terreno y llevará áreas decoradas, según se muestra en los planos.

Se deberá excavar para la cimentación a una profundidad mínima de 60 centímetros, sobre el nivel del terreno natural. Las dimensiones del cimiento serán de 40 centímetros de ancho por 20 centímetros de espesor y podrán variar dependiendo del tipo de suelo.

Todo el levantado será block de fachada de concreto de 14 centímetros de espesor reforzado con columnas y soleras.

El block será levantado con mortero tipo I en proporción 1:0.10:3, cemento, cal y arena de río. Será limpio por ambas caras, por lo que la sisa deberá quedar embutida en forma de media caña.

La pared deberá construirse en tramos no mayores de 12 metros de longitud, debiendo quedar juntas de construcción entre tramo y tramo de  $\frac{3}{4}$ ", las cuales deberán ser rellenadas con plancha de duroport.

Como alternativa podrá levantarse pared prefabricada, decorada en imitación ladrillo, para lo cual habrá que ajustarse a las especificaciones y recomendaciones del fabricante.

**2.9.21 GARITAS DE CONTROL.** Las garitas de control se localizarán según lo indican los planos, debiéndose construir bajo las normas y procedimientos constructivos usados en Guatemala y con las especificaciones y materiales indicados en los planos.

Las garitas deberán quedar totalmente terminadas y cualquier sugerencia o modificación deberán ser registradas en los planos.

**Fotografía # 30**  
**Vista de construcción de**  
**garita de control**



**2.9.22 ÁREAS VERDES Y DEPORTIVAS.** Estas áreas deberán localizarse según lo muestran los planos correspondientes. El movimiento de tierras deberá hacerse de manera que procedimiento constructivo de las canchas sea continuo, es decir que después de efectuado el corte a los niveles marcados en los planos se proceda hasta dejar las canchas totalmente terminadas.

Los trabajos en las canchas consisten en tratamiento de la subrasante, para la cual deberá seguirse las especificaciones descritas para las calles, una base de material selecto de 15 centímetros de espesor compactada al 95% del Proctor Modificado, fundición de una losa de concreto de 10 centímetros de espesor. El material a usarse entre concreto o asfalto dependerá del tipo de pavimento a usarse en las calles, en las cuales se presentan también las dos alternativas.

Las canchas deberán construirse conforme los reglamentos de cada deporte, es decir, guardando las normas respecto a líneas de marca, redes, postes, aros, las cuales quedarán totalmente pintadas y terminados.

Las áreas destinadas a juegos infantiles quedarán previstas, es decir que únicamente, se cortará la plataforma, para su diseño y desarrollo futuro.

### III. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE MAQUINARIA UTILIZADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE URBANIZACIONES

El tema de la maquinaria está íntimamente ligado con la metodología de actividades para la construcción de urbanizaciones, además, el conocimiento de la maquinaria es imprescindible para el cálculo de precios unitarios, capítulo que se presentará más adelante. En este capítulo se presentará la maquinaria más utilizada en la construcción de urbanizaciones y además la función que tiene en cada una en el proceso constructivo.

#### 3.1 MAQUINARIA PARA CORTE Y EXCAVACIÓN

- **Tractores para obras de tierra.** De ser necesario un corte excesivo o buscar un buen rendimiento estas son las primeras máquinas que entran al corte del terreno. Estos dominan las pendientes fuertes, se pueden emplear para limpia y destronque, excavaciones cortas, escarificar.

**Fotografía # 31**  
**Tractor de oruga**



El equipo de corte está constituido, fundamentalmente, por tractores de oruga provistos de cuchilla cortadora accionado por cable o hidráulicamente, la cual puede estar fija, en posición transversal respecto al eje longitudinal del tractor o en posición esviada respecto al mismo. Estas cuchillas móviles pueden ser accionadas hidráulicamente o por medio de pines para graduar el ángulo de esviaje según convenga. Pueden ser equipados con diversos tipos de accesorios, como: Cuchilla empujadora, cuchilla angular, cuchilla en V, riper, escarificador, compactadora, etc.

Estos tractores, cuando están equipados con cuchilla angular pueden realizar trabajos de afinamiento y tallar los taludes, se ha comprobado que corrige un talud hasta una altura de 5 metros cortados desde el pie del mismo. Las condiciones de carga para el tractor, varían desde las relativamente ligeras y uniformes, hasta la aplicación de la fuerza para mover una piedra muy grande, arrancar una raíz o derribar un árbol. El desmonte o despeje de terrenos es una operación que requiere, frecuentemente, de un tractor con hoja angular especial de empuje y de accesorios de desgarramiento.

Cuando el terreno es rocoso es necesario hacer uso de los explosivos para poderlo remover lo cual implica el uso de un equipo especial de perforación, para poder introducir los explosivos y luego hacerlos estallar. Existen varios tipos de equipo de perforación y son seleccionados dependiendo de la naturaleza del terreno y clase de roca, profundidad y tamaño de las perforaciones, tipo de roca a producirse y tamaño de los bloques a romper.

La operación regular de excavación de tierras es, prácticamente un conjunto de movimientos rectos de avance y retroceso, cuando el tractor se mueve hacia adelante, su hoja frontal se encaja en el terreno, cortándolo para obtener su carga. El tractor debe recorrer algunos metros para obtener su carga completa. El tractor con hoja frontal de empuje es la máquina óptima para el movimiento de tierra a distancias cortas, desde un mínimo de 15 hasta 90 metros.

Existen también, tractores de ruedas, equipados con llantas neumáticas que dan como resultado mayor velocidad de conducción que no es posible con los tractores de oruga (20

km/h) la velocidad que se obtiene con éstos tractores excede a los 45 km/h, son capaces de servir en muchos propósitos en los que no se pueden usar tractores de oruga. La alta velocidad de estos tractores, proporciona mucha ventaja en el acarreo de material a distancias largas. Sin embargo, la alta velocidad que se obtiene disminuye la fuerza de tracción en razón inversa.

Además del trabajo de corte que realizan los tractores de oruga y ruedas, también existen otros tipos de equipo adicional que realiza trabajos que siguen un lineamiento más definido, como zanjas y ciertos vaciados. Entre ellos se tienen:

- Excavadora
- Retroexcavadora
- Pala mecánica
- Draga

Esta maquinaria es usada cuando el terreno está formado por material que no presenta mayores dificultades respecto al corte.

- **Excavadoras.** Las excavadoras son máquinas que cortan material y pueden disponerlo en alrededores cercanos o cargarlo. Son utilizadas en corte de taludes, exportación de bancos de material, excavación de zanjas, etc. Las excavadoras se utilizan, principalmente, para excavar debajo de la superficie natural del terreno, sobre la cual descansa la máquina. Están adaptadas para la excavación de trincheras, pozos, sótanos y trabajos generales de excavaciones escalonadas, en donde se requiere un control preciso de las profundidades. A causa de su rigidez, son superiores a las dragas cuando operan en espacios pequeños, y para cargar camiones. Existen máquinas similares que se utilizan, pero que están quedando rezagadas por las ventajas que tienen las excavadoras, tal es el caso de las palas mecánicas y las dragas.

**Fotografía # 32**  
**Excavadora de oruga**



La excavadora tiene en su extremo frontal una pluma firme que soporta un miembro excavador que tiene un cucharón en su extremo, sujetado directamente al frente de la superestructura giratoria de 360°. Las variables de los cucharones, la longitud de sus plumas, el tamaño de sus bandas, por lo tanto, pueden variar su tamaño y velocidad y la aplicación de cada una de ellas.

Además existen configuraciones especiales que se pueden acoplar a las excavadoras, como por ejemplo: desgarradores, martillos de demolición, dientes especiales según el tipo de material a cortar. Las excavadoras más usadas son las de banda, pero también existen de llantas. Cada una tiene sus propias características que la brindan preferencia según sea la aplicación.

<b>SELECCIÓN DE EXCAVADORAS: CADENAS VS RUEDAS</b>	
<b>CADENAS</b>	<b>RUEDAS</b>
Flotación	Movilidad y velocidad
Tracción	No dañan el pavimento
Maniobrabilidad	Mejor estabilidad con estabilizadores o con hojas
Para terrenos muy difíciles	Nivelación de la máquina con estabilizadores
Cambio de ubicación de la máquina es más rápido	Capacidad de trabajo con la hoja

Si la aplicación no requiere demasiado movimiento de un sitio a otro o en la obra misma, una excavadora de cadenas puede ser la mejor opción. Las excavadoras de cadenas proporcionan buena tracción y buena flotación, en casi toda clase de terrenos. La potencia constante con la barra de tiro proporciona excelente maniobrabilidad. El tren de rodaje de cadenas proporciona buen estabilidad. Si la aplicación requiere caminar con frecuencia la ubicación de la máquina, una excavadora de cadenas proporcionará una operación más eficiente, porque el subir y bajar, frecuentemente los estabilizadores toma demasiado tiempo.

Los neumáticos permiten que la excavadora se deslace por carreteras pavimentadas para trabajar en centros comerciales, zonas de estacionamiento y otras zonas sin dañar el mismo. Su movilidad le permite desplazarse por sí misma con rapidez de un sitio de trabajo a otro. Es ideal para cargar camiones en espacios reducidos.

### **3.2 MAQUINARIA PARA CARGA**

El equipo de carga puede estar compuesto por la siguiente maquinaria:

- **Cargador frontal.** El cargador es un tractor, montado sobre orugas o sobre ruedas, que tiene un cucharón de gran tamaño en su extremo frontal. El cucharón está instalado para excavar o cargar tierra o material granular, levantándolo, acarrearlo cuando sea necesario y vaciarlo desde cierta altura. Un cargador de llantas de hule es comúnmente utilizado para cargar material suelto. Por otro lado el cargador de cadenas por su fuerte tracción es utilizado en bancos de material pudiendo cortar y luego cargar debido a que se equipa con un cucharón con dientes.

**Fotografía # 33**  
**Cargador frontal**  
**y camión de volteo**



El cargador frontal es relativamente nuevo entre la maquinaria para la construcción. Aparentemente se introdujo como otro accesorio para hacer más versátil el tractor de orugas y atender el problema de limpieza de los alrededores de los sitios de construcción. El tractor equipado de hoja topadora sólo podía empujar el exceso de material o desperdicio hacia un lado, en cambio el cargador de cucharón frontal podía levantarlo y cargarlo en camiones.

En la actualidad el cargador frontal tiene gran aplicación y aceptación. Una de las aplicaciones más comunes del cargador es la carga de materiales. Otro uso que se le da, es la excavación para basamentos o cimentaciones. En tal caso sólo son aplicables cuando la dimensión horizontal más pequeña es por lo menos igual al ancho del cucharón, sino es que varias veces mayor. Si la dimensión más corta del fondo de la excavación es por lo menos el doble de longitud del cargador, no contando el cucharón, puede disponerse la operación para cargar camiones a nivel de la cimentación.

Un tercer uso importante del cargador frontal es la carga del material de voladuras, el espacio es limitado en una excavación en roca, de un túnel o cantera. En tales casos, el cargador tiene una ventaja sobre la pala mecánica, por su pluma y además partes saliente

- **Retroexcavadoras.** Estas máquinas son muy versátiles y de gran aplicación en la construcción debido a que pueden realizar algunos trabajos efectuados por una excavadora y un cargador frontal en menor volumen. Debido a que dispone de un cucharón frontal y un brazo con un cucharón pequeño similar al de una excavadora.

Su tamaño permite maniobrabilidad para realizar trabajos livianos como: excavación de zanjas, corte de taludes, cargar material suelto en camiones, traslado de materiales, etc.

**Fotografía # 34**  
**Retroexcavadora**



Las retroexcavadoras están montadas sobre ruedas, lo que permite el desplazamiento rápido a distancias largas. Algunas retroexcavadoras de modelo reciente permiten por medio de acoplamientos especiales utilizar accesorios en el cargador como cepillos barredores, rastrillos, cortador de asfalto, cucharón de descarga lateral; y en el brazo excavador herramientas como: martillo hidráulico, compactador de plancha vibratoria, desgarrador, etc.

- **Pala mecánica.** Este tipo de maquinaria se usa principalmente para excavar tierra y cargarla a los camiones. Tiene la capacidad para excavar toda clase de material, exceptuando la roca sin aflojamiento previo. Estas pueden estar montadas sobre orugas o bien sobre ruedas. Las que están montadas sobre orugas tienen poca velocidad, pero la ventaja que bulle la presión sobre el suelo lo que permite la operación en terrenos suaves o flojos. Las palas mecánicas montadas sobre llantas de hule tienen mayor movilidad debido a su velocidad, por lo cual son usadas para trabajos pequeños donde tienen que trasladarse constantemente.

### 3.3 MAQUINARIA PARA ACARREO

El equipo de acarreo está compuesto básicamente por camiones y volquetas. Los camiones pueden ser clasificados de acuerdo a varios factores, entre los que se pueden incluir los siguientes: tamaño y tipo de motor, número de velocidades, clase de manejo, número de ruedas y ejes, distribución de las ruedas de propulsión, dos ejes, cuatro ejes, seis ejes, método de votar la carga (por atrás o por un lado), clase de material a acarrear, capacidad en toneladas.

La unidad de acarreo de materiales más usada en nuestro medio es el camión de volteo, en algunas ocasiones se usan los camiones de estacas. El camión de volteo es adecuado para emplearse en el acarreo de muchos tipos y clases de materiales. La forma de la carrocería, así como la cantidad de ángulos agudos, esquinas y el contorno de la parte trasera a través de la que deben fluir los materiales durante la descarga, afectarán la facilidad y/o dificultarán la misma.

Las cajas de los camiones que se utilicen para acarrear arcilla húmeda, y materiales semejantes, deben estar libres de ángulos agudos y esquinas. La arena seca y la grava fluirán, fácilmente en casi cualquier tipo de caja. Si se va a acarrear cantera, las cajas deberán ser de poca profundidad y con redilas inclinadas.

La selección del número adecuado de unidades para acarreo en una operación dada en movimiento de materiales, depende de un análisis completo del trabajo. Dicho análisis debe considerar cada una de las partes del ciclo de trabajo de cada máquina. Para una operación de movimiento de materiales el ciclo comprende:

- La carga
- El acarreo
- La descarga
- El retorno y acomodo para la siguiente carga

### **3.4 MAQUINARIA DE CONFORMACIÓN Y AFINAMIENTO**

Cuando el material es colocado sobre las calles es necesario regarlo en capas uniformes y homogéneas con un contenido de humedad determinado, de acuerdo a las especificaciones de laboratorio para lograr una buena compactación.

- **Motoniveladora.** El afinamiento final de la superficie es ejecutado por la motoniveladora o patrol, pues una tarea que requiere bastante exactitud para dejar una superficie perfectamente nivelada.

La motoniveladora es una máquina que se utiliza para mover la tierra u otro material suelto. Generalmente su función consiste en nivelar, moldear o dar la pendiente necesaria al material en el que trabaja, para darle una configuración predeterminada. Es de particular utilidad porque la hoja puede mantenerse en varias posiciones. A esta hoja también se le llama conformadora o moldeadora, su hoja estándar tiene de 3.66 a 4.27 metros de longitud.

**Fotografía # 35**  
**Motoniveladora**



La motoconformadora se usa para una gran variedad de operaciones de construcción. Esta versatilidad se debe a la flexibilidad de sus acciones. Su utilidad se aumenta mediante accesorios que puede manejar. Como por ejemplo dientes o uñas escarificadores, ensanchadores de pavimento y unidades elevadoras de material, accesorios de fácil colocación.

Un uso básico de la motoniveladora es como su nombre lo sugiere, la conformación y nivelación final de toda la anchura del camino. Esto comprende no sólo la base para la superficie del camino sino también los acotamientos transversales, las paredes pendientes laterales de los taludes y las pendientes transversales desde la superficie del camino. Con el accesorio de hoja corta prolonga hacia abajo a la hoja estándar, la motoniveladora puede excavar una trinchera en forma de caja de poca profundidad.

Otro tipo de operaciones de caminos que la motoniveladora realiza es el trabajo que no es de acabado final; una de estas operaciones es por ejemplo el mantenimiento de caminos de acceso para otros equipos de movimiento de tierras o camiones. La motoconformadora sirve para mover y compactar la tierra, para lograr una superficie de recorrido razonable y uniforme y eliminar las huellas longitudinales que se forman en los terrenos blandos sujetos a tránsito.

Otra operación que cabe en esta categoría, requiere la adición de un escarificador montado. Generalmente el equipo puede usarse para romper la superficie de un pavimento viejo (flexible), para reconformación o preparación y recibir una mejor superficie.

La motoniveladora es también muy útil para mezclar y extender materiales sobre una superficie. La hoja conformadora trabaja mezclando los materiales previamente colocados sobre el lecho del camino, en pilas longitudinales. Esto puede hacerse para los rellenos de tierra compactada o para operación de mezcla de pavimentación. En este último caso puede tratarse de mezcla de materiales asfálticos o bituminosos, con agregados para lograr una pavimentación flexible o bien, puede tratarse de mezclar materiales para formar una superficie de suelo cemento.

La gran facilidad de maniobra que tiene la motoniveladora la hace útil para nivelar aeropuertos o grandes áreas para construcción. Para hacer este tipo de trabajos con mauro precisión, las mismas están provistas de controles automáticos de la hoja. Estos permiten al operador: ajustar la hoja a la inclinación deseada y dar na línea de inclinación establecida.

La cuchilla puede ser colocada a la profundidad deseada, girarse también a voluntad, empujar la tierra en línea o en ángulo deseado. Los movimientos de la cuchilla afinadora son hidráulicos para mayor precisión; están equipadas de 3 a 6 engranajes, con velocidades que varían de 3.5 a 36 km/h, las velocidades bajas se usan para la operación de afinamiento y nivelación, las altas para transportarlas.

### **3.5 MAQUINARIA PARA COMPACTACIÓN**

La compactación de los materiales es una de las operaciones más importante y delicada en la construcción de una carretera, por lo tanto es necesario contar con el equipo adecuado de acuerdo a los materiales a trabajar para obtener resultados satisfactorios y así evitar pérdidas de tiempo y elevación en el costo de la obra.

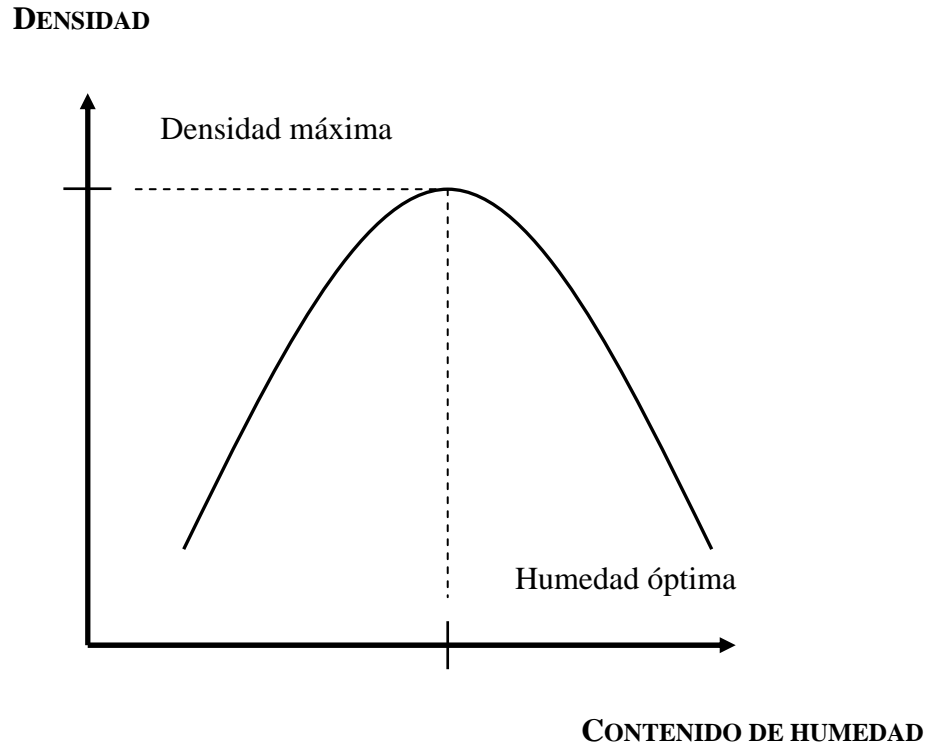
**Compactación:** es la operación mecánica de elevar la densidad del suelo, o sea el peso por unidad de volumen. Se acepta generalmente que la fuerza (valor soporte) del suelo aumenta con la densidad.

Hay tres factores importantes que afectan la compactación:

- **Graduación del material:** es la distribución, % del peso, de las partículas de diverso tamaño en un suelo determinado, se considera que una muestra está bien graduada si contiene una distribución buena y uniforme de tamaños de partículas. Si la mayor parte de las partículas es del mismo tamaño, se dice que su graduación es inadecuada. En términos de compactación, un suelo bien graduado se compactará más fácilmente que un suelo con graduación inadecuada. Cuando el material está bien graduado las partículas pequeñas llenan los espacios vacíos entre las partículas más grandes y quedan menos espacios vacíos después de compactar.

- **Contenido de humedad:** La cantidad de agua que existe en el suelo tiene gran importancia en la compactación. El agua lubrica las partículas de suelo lo que facilita su deslizamiento a las posiciones de mayor densidad. Además el agua mejora la unión entre las partículas de arcilla, que es lo que da cohesividad a diversas materias.

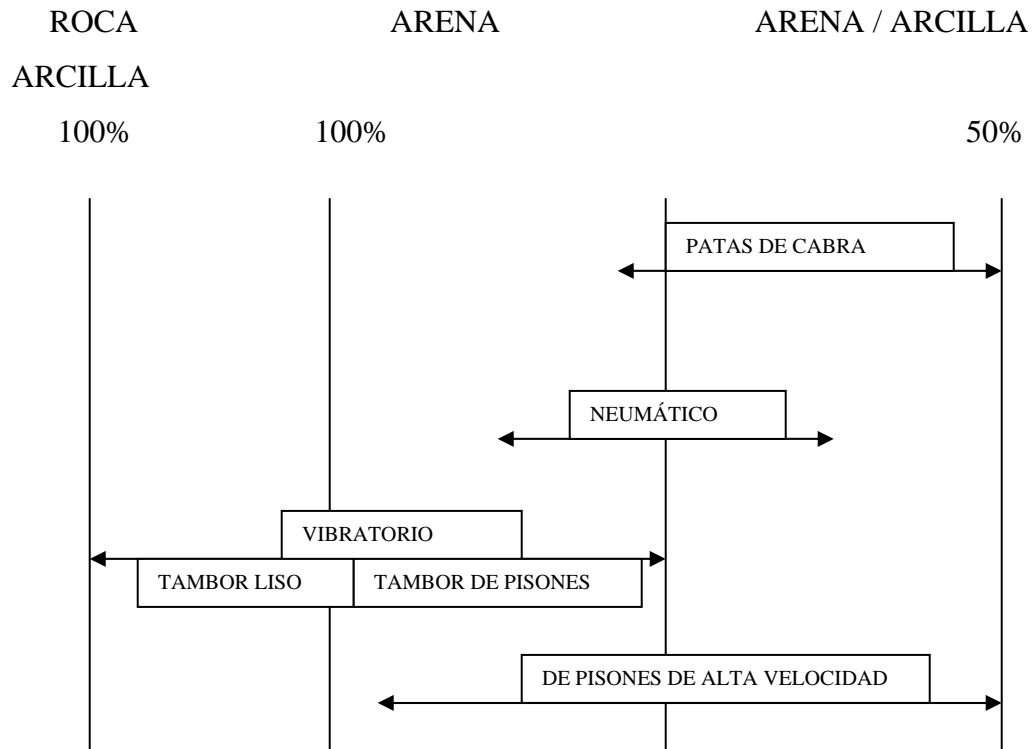
Se sabe por experiencia que es muy difícil y tal vez imposible obtener la debida compactación si los materiales están muy secos o muy húmedos. Se ha demostrado que para casi cualquier tipo de suelo corresponde un cierto contenido de agua, denominado grado óptimo de humedad con el que es posible obtener la densidad máxima con una fuerza determinada de compactación. La gráfica siguiente muestra la relación entre la densidad en estado seco y la que resulta cuando hay humedad. Se denomina gráfica de compactación (Humedad - Densidad) o Proctor.



- **Esfuerzo de compactación:** Se refiere al método que se utiliza con una máquina de compactación a fin de aplicar energía mecánica en el suelo, con el objeto de apisonarlo. Los compactadores se diseñan para utilizar una o varias de las formas siguientes de esfuerzo de compactación:

- Peso estático, o presión
- Acción de amasamiento, o manipulación
- Percusión, golpes fuertes
- Vibración, sacudimiento

Para facilitar la compactación se han colocado los compactadores en la gráfica de zonas de utilización que se muestra a continuación. La gráfica contiene una escala de mezclas de materiales desde el 100% de arcilla hasta el 100% de arena, más una zona rocoso. Cada tipo ha sido ubicado en el lugar correspondiente a la zona de utilización donde es más ventajoso y económico, pero suelen emplearse algunos otras zonas. La posición exacta de las zonas varía según las condiciones existentes.



El equipo de compactación se clasifica generalmente en uno de los tipos siguientes:

- Patas de cabra
- Vibratorio
- Neumáticos
- Pisones de alta velocidad

Hay también disponibles combinaciones de estos tipos, como el tambor vibratorio de acero liso.

- **Compactadores del tipo de pata de cabra.** El principio original para usar el compactador del tipo Pata de Cabra, continúa ampliándose en toda la variedad de diseños modernos. Las pezuñas o salientes de otras formas que pueden encajarse alrededor de medio pie en material suelto, constituye la clave de la ventaja de este tipo de compactador.

Trabajan mejor en materiales arenosos con algo de barro cementante. Si se descarga la tierra suelta en capas de 6 a 10 pulgadas de espesor, se logra correspondencia correcta al

diseño de pata de cabra. Las patas se entierran para amasar y apisonar el material fresco hacia la capa compactada previamente, mientras la parte sólida del compactador aplica presión sobre la parte superior de la nueva capa, a medida que el nivel inferior de la capa se va compactado, el compactador del tipo pata de cabra va pisando en el seno del relleno, niveles más y más altos, al aumentar el número de pasadas. Se dice entonces, que el rodillo va caminando hacia fuera del material. Para producir una masa cohesiva y bien consolidada es mejor no compactar hasta la superficie superior de cada capa.

Generalmente, se usaron tractores de oruga para obtener suficiente esfuerzo de tracción para tirar de los rodillos patas de cabra a la velocidad baja especificada. Para mejorar la velocidad baja de recorrido, se usaron tractores más potentes para halar un tren de compactadores de doble tambor. Cada eje de tambores equivale a una pasada sobre material de relleno en todo lo ancho del conjunto de tambores.

Una característica especial de diseño de las unidades de tambores en ejes alineados, como las ruedas de un camión, es que cada tambor puede moverse, independientemente, hacia arriba y hacia abajo, de acuerdo con la configuración del relleno. Estas unidades tienen dispositivos limpiadores para el material que se haya adherido entre las patas. Ambas características ayudan a reunir la resistencia al rodamiento.

- **Compactadores de neumáticos.** En estas máquinas, los neumáticos producen una acción de amasado del material, que se transmite radialmente, desde abajo del neumático para ayudar a consolidarlo, el compactador de neumáticos es una máquina diseñada, especialmente, como equipo de comparación, que combina la acción de amasado con la del peso estático.

**Fotografía # 36**  
**Compactador de neumáticos**



Las ruedas están montadas en dos ejes, de tal manera que las ruedas posteriores pasan por los centros que quedan entre líneas formadas por los neumáticos frontales. Por lo tanto, tienen un número impar de neumáticos, generalmente, de 9 a 19. Hay en el mercado unidades autopropulsadas de peso total de 5 a 50 toneladas. Las compactadoras de este tipo pueden trasladarse a velocidades no mayores de 50 km/h.

Para la compactación de diseño de los compactadores de neumáticos es que tienen una acción individual de rodilla. Cada neumático puede moverse verticalmente sobre gran cantidad de material descargado, de tal manera que la aplanadora no deje área alguna sin compactar.

- **Aplanadora de rodillo liso.** El tipo más moderno de aplanadora de rodillos lisos de aceros son los llamados **Tandem**. Se le llama aplanadora tandem para indicar que uno de los rodillos sigue la misma trayectoria que el otro. Las aplanadoras de rodillos lisos de acero van equipados generalmente, con barras raspadoras y dispositivos de aspersion. Esto impide que los rodillos arrastren el material en una vuelta completa y que, por lo tanto, se produzcan irregularidades adicionales durante la compactación. La aspersion de agua del

tanque de lastre de aplanadora puede ayudar a la compactación de algunos materiales, pero, posiblemente, no es uniforme. Las aplanadoras pequeñas del tipo tandem de dos ejes, con capacidad de 3 a 5 toneladas, se equipan con neumáticos de rodamiento de ambos lados del aparato, entre los ejes de los rodillos. Estos neumáticos se levantan durante la operación de aplanado pero, pueden bajarse para despegar los rodillos de la superficie y servir como ruedas de arrastre para remolcar la aplanadora con un camión.

- **Compactadores vibratorios.** Recientemente, se diseñó maquinaria de compactación para aplicar acción vibratoria. El efecto consiste en dar más profundidad al esfuerzo del compactador en la mayoría de los materiales granulados, en vez de que se logra con peso estático y acción de amasado. Esto significa que se puede colocar y compactar capas más gruesas del material suelto. Sin embargo, no se aplica a los terrenos del más 15% de arcilla u otro material cohesivo.

**Fotografía # 37**  
**Compactador vibratorio**



Un compactador vibratorio puede hacerse en forma, relativamente, simple con la conversión de una aplanadora ordinaria de rodillos lisos de acero o de un compactador del

tipo de pata de cabra. El diseño consiste, simplemente, en agregar uno o más pesos de rotación, excéntrica, al eje del compactador.

- **Compactadores de placa vibratoria y de impacto.** Además de los diversos compactadores de rodillo, hay dos tipos de compactadores del tipo impacto; estos compactadores son unidades que entregan impactos de sucesión rápida sobre el material que se compacta.

La forma de producir su energía para estos compactadores puede ser simplemente, mediante pistón de aire del tipo martinete, y también, puede producirse por pesos excéntricos situados dentro de un depósito en forma de caja, con una placa en el fondo.

Un compactador de placas requiere menos pasadas que un rodillo vibratorio para obtener la comparación deseada. Generalmente, dos pasadas del compactar de placas vibratorias dan el 90% o más de compactación. La compactación se hace por vibración con frecuencia que oscila entre 1200 y 6000 impactos / minuto.

## 3.6 MAQUINARIA PARA PAVIMENTACIÓN

### 3.6.1 Maquinaria para pavimentación con materiales asfálticos

- **Maquinaria para el rociado de asfalto.** El asfalto se riega sobre la base preparada, como capa de riego de liga. La primera capa se hace de asfalto licuado para proteger a la base de las lluvias y del tránsito propio de la construcción, y segundo, para proporcionar una ligazón entre la capa de base y la del pavimento. Es necesario que haya penetración del asfalto en la capa de base para poder usar grados ligeros de curado medio que no pierdan sus destilados con mucha rapidez.

- **Pavimentación con materiales asfálticos.** Se usan máquinas de diseño especial, las cuales extienden la mezcla caliente de materiales asfálticos que reciben de los

camiones de descarga por su extremo. Estas máquinas se conocen como pavimentadoras, esparcidoras o terminadoras, *Finisher*. La caja de la tolva que recibe la mezcla del material caliente, varía desde la más pequeña con capacidad de 3 toneladas a la unidad mayor de 12 toneladas. El material se envía del fondo de la tolva a la unidad conformadora mediante un transportador plano. La conformadora es la parte más importante de una pavimentadora, la cual debe extender el material de pavimentación uniformemente y con exactitud, para obtener una superficie lisa y homogénea. La conformadora extiende el ancho del pavimento que se está colocando.

**Fotografía # 38**  
**Pavimentadora finisher**



La colocación de un pavimento bituminoso comienza con el acomodo de un camión cargado de mezcla caliente, con la cola apuntada hacia la pavimentadora.

### 3.6.2 Maquinaria para pavimentación de concreto

- **Mezcladoras de concreto.** Es la maquinaria para vaciado de concreto que rige generalmente las capacidades necesarias de toda la maquinaria independiente. Se ha

establecido mediante extensos estudios que, de ser posible, la mezcladora debería cargarse simultáneamente con todos los materiales dosificados.

**Fotografía # 39**  
**Mezcladora de concreto**



En estas máquinas se utilizan gran número de formas y tamaños de tambores mezcladores. Los tambores pueden ser o no inclinables y giran sobre un eje horizontal.

- **Extendedor de concreto para pavimentos.** Se usan para distribuir el concreto mezclado húmedo a lo ancho del pavimento. Puntea el camino a pavimentar, montado sobre ruedas de acero que ruedan sobre la parte superior de los moldes metálicos, cuando se usan éstos para pavimentación.

Generalmente, tienen miembros de puenteo frontal y posteriores con el mecanismo montado entre éstos el emparejamiento se hace mediante transportador de gusano de uno o dos pies de diámetro. Instalado sobre un eje horizontal que cubre todo el ancho del carril que está pavimentando.

La acción de extendido se diseña para evitar la posible segregación del material, tal como si se moviera sobre la subrasante mediante una pala manual o vibraciones.

• **Pavimentadora de cimbra deslizante.** La pavimentadora moderna con moldes deslizantes puede pavimentar una losa de hasta 12 pulgadas de espesor que tenga un ancho de 12 a 28 pies. Para colocar una losa en este intervalo de tamaños, se efectúa media docena o más de etapas de pavimentación. Estas etapas suceden una a una en la pavimentadora del extremo frontal al trasero y se describen de la siguiente manera:

- Extendido del concreto fresco con un transportador de gusano;
- Recorte de excedentes con la emparejadora primaria alimentación de concreto;
- Vibración de elementos vibradores internos introducidos en el concreto fresco;
- Uso de una conformadora oscilatoria con frecuencias que van de 0 a 80 rev/min;
- Conformación de la superficie final con una terminadora oscilatoria de extrusión.

La conservación del alineamiento y de la pendiente es una función clave en el uso de la pavimentadora de formas deslizantes; su velocidad varía desde 0 a 30 pies/min., pero su límite usual es de 20 pies/min., en una sección recta de carretera.

### **3.7 FACTORES DEL RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA**

Es muy importante tener presente que no hay fórmulas exactas para determinar con certeza el rendimiento de la maquinaria, ya que, como se verá depende de una serie de factores adicionales a las características propias de la unidad, las cuales no son constantes. Este trabajo de graduación se enfoca únicamente a dar rendimientos basados en experiencia propia observada en campo con determinada maquinaria.

El rendimiento de una máquina debe medirse como el costo por unidad de material movido, una medida que incluye tanto producción como costo. Influyen, directamente, en la productividad factores como la relación peso a potencia, la capacidad, el tipo de transmisión, las velocidades y los costos de operación.

Hay otros factores menos directos que influyen en el funcionamiento y productividad de las máquinas, pero no es posible mostrarlos en tablas ni gráficas. Son ejemplos de estos la facilidad de servicio, la disponibilidad de piezas de repuesto y las convivencias para el operador. Al comprar las características de operación y rendimiento, deben considerarse todos los factores, pero lo más importante es la experiencia y el conocimiento de las condiciones donde se trabaja, las que permiten obtener estimaciones correctas del rendimiento de una máquina.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que todos los datos se basan en un 100% de eficiencia en las operaciones, lo cual no es posible conseguir de manera continua, ni aun en condiciones óptimas. Por lo tanto, al utilizar los datos sobre operación y productividad, es necesario rectificar los resultados indicados en las tablas, usando factores adecuados a fin de compensar la menor eficiencia en la obra, la habilidad del operador, las características del material, las condiciones de los caminos de acarreo, la altitud y otros factores que puedan reducir la producción o el rendimiento en un trabajo determinado.

Cuando la maquinaria es propia se deberán calcular los costos de posesión y de operación de una máquina, teniendo especial cuidado pues dependen de las condiciones del lugar, de las prácticas de la industria, de las preferencias del propietario y de otros factores. Cuando se emplea con buen criterio, se consiguen resultados bastante exactos. En este sentido se deben considerar las pautas basadas en las condiciones de trabajo que le ayudarán a determinar el consumo de combustible y de lubricante, la duración de los neumáticos y los costos de reparación de las máquinas. Es necesario considerar, sin embargo, que lo que para una persona son condiciones excelentes, para otra posiblemente sean duras, o medianas, pues todo depende de su experiencia y de las bases que usa como referencia. Por esta razón, estas pautas deben considerarse sólo aproximadas.

**3.7.1 Naturaleza del material para terracería.** La planificación correcta de los trabajos de terracerías requiere el conocimiento de la naturaleza del material y la manera de prepararlo para su manejo y colocación final. El material que se encuentra en los trabajos de tierras puede ser desde el extremadamente pegajoso y chicloso, hasta la arcilla esponjosa, el material suelto o la roca sólida. Los distintos tipos de materiales ofrecen diferente resistencia para ser movidos, sus diversos grados de resistencia pueden depender de lo siguiente:

- **Peso del material:** el conocimiento de la densidad del material es sumamente importante, pues conociendo el peso por metro cúbico, se puede estimar la necesidad de potencia para realizar el trabajo. Mientras menos resistencia ofrezca un material para su remoción, mayor será la facilidad para cargarlo, de esto depende el tipo de maquinaria a usar.

- **Dureza:** el material que se va a manejar o trabajar requiere, con frecuencia, cierta preparación. En este caso se necesita comprender, parcialmente, la naturaleza del material y su preparación para las operaciones de construcción. Si se trata de un material duro y tenaz, deben romperse sus ligamentos de solidificación. Los fuertes ligamentos que operan en todas direcciones, deberán romperse probablemente, por voladura, como en la roca sólida.

- **Fricción y cohesión:** son factores internos que determinan la unión entre las partículas y varían según el tipo de material. Un material arcilloso es sumamente cohesivo, mientras que un material arenoso tiene más fricción entre sus partículas.

- **Humedad:** en su estado natural todo material tiene algún contenido de agua, el cual, funciona como lubricante entre las partículas de material y permite acondicionarlas entre sí. Este factor puede modificar cualquiera de las propiedades anteriores, por ejemplo, si se tiene exceso de humedad el peso varía, la dureza puede disminuir y puede volverse cohesivo, también puede alterar la fricción entre las partículas.

Estas son algunas de las muchas consideraciones relativas a la naturaleza del material de terracerías con las que ha de enfrentarse el encargado de la planificación. También, el encargado de la planificación debe determinar la cantidad de material que puede cargarse en un ciclo, es decir la capacidad de carga de la maquinaria para movimiento de tierras.

Para fines de la planificación de la maquinaria para construcción, es importante saber cómo se ha de manejar el material y que maquinaria ha de usarse para tal fin. Esto implica la pregunta relativa al estado o condición del material. En comparación con el estado natural del material en la superficie de la tierra, éste se dilata al excavarlo y se contrae al compactarlo. En su estado natural, la tierra se mide como si estuviera en su lugar o banco de materiales.

MATERIAL	% DE DILATACIÓN	% DE CONTRACCIÓN
Arena o gravas, limpias y secas	12 a 14	12
Arena o gravas, limpias y mojadas	12 a 16	14
Limo y arena limosa	15 a 20	17
Tierra común	25	20
Arcilla densa	13 a 40	25

Cuando se perturba el estado del material, como cuando se detona la roca o se excava la tierra de su lecho natural, utilizando cualquier maquinaria, éste abunda y entonces, se le llama material suelto. Tal abundancia del terreno puede ser, en parte, un aumento real de volumen debido a los esfuerzos de compresión, originados por muchos años de consolidación del material. Pero la mayoría del aumento del volumen de la masa del material sobre su medida en el banco, se debe al espacio que representan los vacíos presentes entre el material suelto.

**3.7.2 Habilidad del trabajador con el equipo.** La habilidad del operador para realizar los trabajos depende de la experiencia que éste tenga en trabajos similares y se refleja en el rendimiento o atraso de las actividades.

Un operador con experiencia, trabajando en condiciones apropiadas y utilizando una máquina moderna y bien equipada constituye un equipo operador-máquina que puede obtener la máxima producción. Estos factores, junto con una normativa adecuada en el sitio de trabajo y procedimientos apropiados de comunicación, son esenciales para coordinar el trabajo de máquinas y operadores. Si se protege y mantiene la máquina, adecuadamente, se reduce la posibilidad de que sufra una avería prematura de un componente y le permite al operador la confianza y la seguridad necesarias para realizar su trabajo.

El empleador tiene la obligación de proporcionar un ambiente de trabajo seguro para sus empleados. El responsable del proyecto debe revisar su aplicación y el lugar de trabajo donde se va a utilizar posibles peligros relacionados con la aplicación o con el lugar de trabajo.

**3.7.3 Influencia de las variaciones atmosféricas.** La influencia o el efecto de las variaciones atmosféricas en la selección de maquinaria es importante. Las condiciones atmosféricas que deben considerarse son: la temperatura, la humedad, el viento y la presión del aire.

Por ejemplo, una forma de ver los efectos de las variaciones atmosféricas es: la lluvia o la humedad excesiva en la atmósfera y en el terreno en que trabaja la maquinaria puede ocasionar problemas, cuando la superficie está mojada, la tracción es más deficiente para la maquinaria. La maquinaria impulsada por neumáticos, tendrá de 5 a 10% menos de tracción en superficies mojadas.

En casos extremos la lluvia puede impedir, totalmente, el trabajo debido a la saturación de los materiales, por lo que se deben prever atrasos en los programas de trabajo. Otra forma en que se notan los efectos de las variaciones atmosféricas es cuando la

potencia de las máquinas disminuye debido a la variación de altura, este efecto también se siente en los operadores.

**3.7.4 Eficiencia óptima.** La eficiencia óptima de una máquina es la relación entre el rendimiento y gastos, que dé como resultado el costo más bajo posible por unidad de material movido. Influyen directamente en el rendimiento, factores como:

- **Factor de carga F.C.** Es la relación entre medida y medida en banco.

$$F.C = \frac{\text{Kg./m}^3 \text{ banco}}{\text{Kg./m}^3 \text{ suelto}}$$

Si se conoce el % de dilatación del material, se puede obtener el factor de carga con la siguiente fórmula:

$$F.C = \frac{100\%}{100\% + \text{DILATACIÓN}}$$

Entonces para determinar la medida en banco, si se conoce la medida suelta, se opera así:

Medida en Banco (m<sup>3</sup>) = medida suelta x factor de carga

- **% de Hinchamiento o dilatación.** Se expresa como porcentaje de aumento en el volumen de expansión volumétrica:

$$\% \text{ Dilatación} = \frac{(\text{volumen suelto peso dado} - 1) \times 100}{\text{volumen banco peso dado}}$$

$$\% \text{ Dilatación} = \frac{\left(\frac{1}{F.C} - 1\right) \times 100}{F.C}$$

- **Factor de eficiencia.** Es el total de minutos que se trabaja en 1 hora. Los factores de eficiencia de la tabla se basan en 60 minutos de trabajo / hora, que es el 100% de eficiencia, lo que nunca se consigue en la práctica. Por lo tanto, el estimador aplica un

factor de eficiencia en el trabajo a las cifras de la tabla, basándose en su criterio o el conocimiento de las condiciones reales de la obra.

JORNADA DE TRABAJO	TIPO DE TRACCIÓN	HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO	FACTOR DE EFICIENCIA
Diurna	Oruga	50min/hora	0.83
	Ruedas	45min/hora	0.75
Nocturna	Oruga	45min/hora	0.75
	Ruedas	40min/hora	0.67

### 3.8 OPTIMIZACIÓN DE LA MAQUINARIA EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

Dentro de las principales etapas de la construcción de una urbanización encontramos las siguientes:

- Selección de maquinaria
- Caminos de acceso
- Corte y relleno
- Área de carga
- Drenaje y subdrenaje
- Formación del terraplén
- Mezcla y esparcido de materiales
- Pavimentación

**3.8.1 Selección de maquinaria.** Aspecto clave para asegurar el éxito en toda construcción, y especialmente, en el área de urbanizaciones. Se tendrán que tomar en cuenta varios factores.

- Determinar producción por hora
- Distancia de acarreo
- Condición del suelo

- Espacio disponible
- Necesidad de excavación
- Movilidad de maquinaria

**3.8.2 Diseño y mantenimiento de caminos de acceso.** Es importante observar los errores más comunes que el contratista comete y que afectan directamente a la productividad del proyecto. Dentro de los factores a tomar en cuenta en el diseño correcto encontramos.

- Utilizar como ruta de acceso el mismo tramo por construir
- Amplitud de los caminos
- Zanjas de desagüe
- Motoniveladora para darle mantenimiento

Un buen diseño reduce tiempos muertos de maquinaria. Técnicas de producción en el área de corte con la excavadora y tractor.

**3.8.3 Planeación y administración del área de carga.** Tips para mejor rendimiento:

- Mantener un frente uniforme de carga
- Mantener el piso uniforme
- Atacar el banco de forma correcta
- Mantener una aceleración uniforme
- Accesar el camión en forma articulada

Recordar que la máquina principal para la producción es el cargador, las otras máquinas sólo sirven de apoyo a ésta.

**3.8.4 Formación del terraplén.** Cada una de las capas que componen el terraplén tiene sus propias especificaciones. Es importante la buena comunicación y coordinación de los procesos para evitar que las máquinas interfieran con el área de trabajo del compactador que es la máquina más importante en este caso.

**3.8.5 Mezcla y tendido de los materiales.** La motoniveladora es la máquina principal de producción en la mezcla de bases. El número de máquinas extras que se usan en el proceso dependerá de la producción de ésta.

**3.8.6 Técnicas de pavimentación.** Tips para pavimentar:

- Pavimentar un carril por cada ½ jornada
- Buena planeación de los acarrees de asfalto
- La pavimentadora debe trabajar lo más continuamente posible, sin parar pues esto causa depresión en la capa asfáltica.
- Los compactadores deben trabajar coordinados con la pavimentadora
- El compactador debe trabajar en primera velocidad y máxima vibración, lo más cerca posible de la pavimentadora
- Hacer pasadas de compactación traslapadas, empezando por las orillas y terminando en el centro.
- La compactadora de neumáticos entra a trabajar cuando este fría la capa.

## IV. TIPOS DE CONTRATOS

### 4.1 CONTRATO DE LLAVE EN MANO

Este sistema se usa cuando el contratista, además de construir la obra, la equipa, la pone en operación y le da mantenimiento durante cierto tiempo. Es adecuado para hospitales, hoteles, sistemas telefónicos, plantas industriales, etc.

El tamaño de la obra se calcula de la siguiente manera: “Hospitales de cierto número de camas”, “Hotel de cierto número de habitaciones”, “ sistema telefónico de X número de líneas”, etc. El contratante entrega al contratista una lista de necesidades, especificaciones generales, dimensiones aproximadas. Los contratistas compiten en diseño y ejecución de la obra. Dan un precio global, definido y determinado. Los márgenes de utilidad del contratista son, generalmente, muy altos para cubrir todos los riesgos que conllevan lo aleatorio al contrato. El contrato por naturaleza tiene un valor determinado.

Los pagos se hacen en forma periódica, de acuerdo con un programa que contempla el progreso de la obra. La obligación del contratista es ejecutar todos los trabajos que sean necesarios, para que la obra funcione como está prevista. Por consiguiente, no es usual el pago de trabajos extras al menos que tengan carácter de “adicionales”.

Pueden dejarse previstas fórmulas para el reajuste de precios, pero deberá ser de aplicación muy general porque el contratante no interviene en la administración de la obra y, por consiguiente, se hace difícil computar la incidencia del alza de los insumos en los costos de la obra.

Hay libertad de administración de la obra. La supervisión se concreta a vigilar que las obras se ejecuten de acuerdo a los diseños y planos que elaboró el mismo contratista. La liquidación del contrato consiste en un inventario de los bienes suministrados y una auditoría a los pagos parciales efectuados.

## **4.2 CONTRATO A PRECIO CERRADO**

El contratante encarga el diseño y planificación de la obra a un Ingeniero o Arquitecto. Ambas partes deben tener suficiente experiencia en el tipo de obra que se va a construir y la naturaleza de la misma. Debe presentarse un juego de planos y especificaciones con la intención que no sufrirán cambio alguno, durante la ejecución de la obra. Por ejemplo: construcción de una cadena de gasolineras o restaurantes con diseños estándar. El contratante entrega al contratista un juego de planos y especificaciones bien detallados. El contratista cuantifica sus cantidades de trabajo con fines de programar los pagos parciales. Por su naturaleza tiene valor determinado.

Los pagos pueden hacerse mediante estimaciones periódicas. Pueden pagarse sólo etapas debidamente terminadas.

Pueden dejarse fórmulas para reajuste de precio, pero las mismas deben ser de aplicación muy general ya que contratante no interviene en la administración de la obra.

El contratante se concreta a supervisar que la calidad de la obra se haga de acuerdo con las especificaciones.

La liquidación del contrato se concreta a una recepción final, un inventario general de los bienes suministrados y una auditoría a los pagos parciales efectuados.

## **4.6 CONTRATO DE PRECIOS UNITARIOS**

El contratante encarga el diseño y planificación de la obra a un Ingeniero o Arquitecto. Las especificaciones con bastante rigidez, no así los planos que están sujetos a muchas variables, dependiendo de la naturaleza de la obra. Por ejemplo: construcción de una carretera, una cimentación, sistema de riego. El contratante entrega al contratista un juego de planos, especificaciones y una lista con cantidades estimadas de los trabajos a

ejecutar. Todos los oferentes calculan sus precios unitarios fijos y los multiplican por las cantidades de trabajos, estimados para obtener el precio total estimado. Los contratos a precio unitario permiten realizar concursos competitivos a la vez que se puede variar en forma razonable las cantidades de las diversas partidas de trabajo sin ordenes formales de modificación.

El contrato tiene un valor total estimado. Si las partes desean pueden usar este valor para “determinar el valor del contrato” haciendo la salvedad que el valor del mismo podrá fluctuar. Si el monto real del contrato se sale del margen de fluctuación, ambas partes tienen derecho a renegociar. El excedente arriba del margen de fluctuación podría dar lugar a un nuevo contrato. Si las partes lo desean pueden ocultar el valor del contrato y declararlo como contrato de “valor indeterminado” indicando en el mismo solo los precios unitarios y aclarando que la oferta forma parte del contrato. En la oferta podrán ponerse cantidades de trabajos y el valor total estimado.

El contratante pagará al contratista en forma periódica, el valor de los trabajos realmente ejecutados. Se hará una cuantificación de los mismos y se multiplicarán por los precios unitarios contratados. En el contrato se establece una cantidad estimada, para cada clase o rubro de trabajo que se hará, por ejemplo: tantos metros cuadrados de paredes. Tantos metros cuadrados de ventanas, etc. El contratante, ya sea directamente o a través de un ingeniero, debe tener el personal adecuado en obra, para determinar las cantidades ya que éstas son la base del pago al contratista. Se establece que cada renglón de trabajo individualmente podrá tener una fluctuación de tal porcentaje en más o menos. (Dependiendo de la exactitud del diseño u de la naturaleza del trabajo, éste porcentaje puede fluctuar entre 20% y 30%). Se consideran “trabajos extras” las cantidades que se salgan de esos márgenes de fluctuación y su precio puede ser motivo de renegociación.

Pueden dejarse previstas las fórmulas para reajuste de precios. Para tal efecto, es necesario que el contratista entregue con su cotización la integración de sus precios unitarios para determinar la incidencia del alza de precios sobre dicho renglón.

El contratante no podrá participar en la administración interna de la obra. Se concretará a supervisar que la calidad de la obra esté de acuerdo a las especificaciones contratadas.

La liquidación del contrato es más laboriosa que los casos precedentes. Es necesario que el liquidador haga una remeida de los trabajos ejecutados, un inventario general de los bienes suministrados y una auditoría de los pagos efectuados.

#### **4.4 CONTRATO DE COSTO MÁS PORCENTAJE**

El contratante entregará al contratista un listado de necesidades y/o un anteproyecto. El contratista actuando con toda ética profesional deberá asumir de una manera aproximada, las dimensiones de estructuras, diámetros de ductos, cantidades de acero, espesores de pavimento, etc. No importa que después de terminado el diseño se modifique. Después cuantificará los renglones de trabajo en forma aproximada y les aplicará los costos unitarios vigentes, para obtener un precio total estimado. El contratista tendrá la responsabilidad profesional de presentar un presupuesto ajustado a la realidad de acuerdo con la información que se conoce en ese momento y los precios de insumos vigentes. Este sistema se usa en forma muy conveniente cuando el contratista no cuenta con los elementos de juicio suficientes para predeterminar un precio exacto y/o condiciones inciertas que le dan al contrato un carácter aleatorio. Las razones más comunes que justifican este tipo de contrato son:

- Falta de planos y especificaciones y/o promover una licitación.
- Tendencia alcista en el precio de los insumos, debido a inflación.
- Inseguridad en el suministro de algún insumo y/o financiamiento.
- Desconocimiento de algunas condiciones y/o necesidades a las cuales estará sujeta la obra. (Por ejemplo: desconocimiento de una carga sobre una estructura, la dimensión de una maquinaria que se instalará bajo la estructura, etc.)
- La falta de alguna licencia estatal que puede dar lugar a suspender la obra.

- Cuando el contratante desea participar en la administración de la obra con el ánimo de conseguir insumos más económicos. Esto sucede cuando el contratante tiene algunos recursos ociosos que puede poner al servicio de la obra, por ejemplo: un camión, un tractor, un departamento de compras, etc.

Ya se indicó que la oferta tiene un valor total estimado. Las partes pueden usar este precio para darle al contrato un “Valor determinado” a sabiendas que el valor total de la obra, lo más probable el que se incrementará. Si desean, también, podrán declararlo con “Valor indeterminado”.

El contratante reintegrará al contratista el valor de todo lo efectivamente gastado más un porcentaje en concepto de planificación, diseño, administración, utilidad. Durante la ejecución del contrato se presentan las siguientes circunstancias:

Aparecen varios grupos de “trabajos adicionales”

**Grupo #1:** aparecen cuando se terminan los planos de construcción.

**Grupo #2:** resultan durante la ejecución de la obra, a medida que se conocen algunas condiciones y/o necesidades a las cuales está sujeta la obra.

**Grupo #3:** son el resultado de demoler y rehacer en obra ya ejecutada a medida que se conocen nuevas condiciones y necesidades de la obra.

**Grupo #4:** otras obras no incluidas en la oferta.

En el contrato deberá quedar prevista la posibilidad de demoler obras ejecutadas. Usualmente, los grupos 1, 2 y 4 son aceptados incondicionalmente por el contratante. En cambio el grupo 3, siendo el más probable, algunas veces es conflictivo, cuando se hace difícil establecer con claridad si el contratista es culpable en el desperdicio de los recursos. Para minimizar el valor de este grupo, el contratista deberá partir de diseños flexibles y muy sencillos, sujetos de adaptarse a las nuevas condiciones, mediante la “adición” y no mediante la “modificación”. Por ejemplo: si se desconoce el tamaño de una maquinaria que

pasará por una puerta, deberá dejarse intencionalmente un vano más grande que lo razonable, porque es preferible cerrar lo que sobra y no demoler lo que estorba.

El precio final de la obra, usualmente, será mayor que el presupuesto estimado, al menos que el contratista anticipadamente y en forma antojadiza, le adicione un fuerte renglón de “Costos imponderables”.

El contrato, también, es conveniente dejar previsto el caso en que la ejecución en la obra se complique o el plazo se prolongue más de lo razonable por causas no imputables al contratista. Para el contratista podía dejar de ser el cobro de una compensación adicional, una suspensión temporal o la rescisión del contrato.

No hay necesidad de proveer fórmulas de reajuste de precios ya que el contratante pagará lo, efectivamente gastado, incluyendo los sobre costos.

Cuando el contratante y el contratista hayan pactado cuál será el porcentaje de honorarios y aceptado el precio total estimado, se podrá predecir cuál será el monto de los honorarios. Este valor se puede dejar “fijo” en el contrato, para evitar que el mismo sea una consecuencia directa del costo de la obra. Esto es una buena medida para evitar que en un momento dado surja conflicto de intereses entre la ética profesional y el interés económico del contratista. Esto es frecuente, ya que los intereses se vuelven encontrados: mientras más tiempo dedique el contratista para cuidar los recursos de la obra, el costo y los honorarios bajan y viceversa.

El contratante tendrá libertad de participar en la administración del proyecto. Tendrá la libertad de seleccionar los proveedores en busca de mejores precios.

La liquidación del contrato es mucho más laboriosa que los casos anteriores. El procedimiento se indicará adelante.

## 4.6 CONTRATO DE COSTO MÁS HONORARIO FIJO

Conviene usar este sistema cuando se presentan las condiciones previstas en el caso del contrato de “costo más porcentaje”.

Ya se indicó que la oferta tiene un valor total estimado. Si las partes desean pueden usar este precio para darla al contrato un “valor determinado” a sabiendas que el valor total de la obra lo más probable es que se incrementará. Si desean, también, podrán declararlo con “valor indeterminado”.

El contratante reintegrará al contratista el valor de todo lo efectivamente gastado más un honorario fijo en concepto de planificación, diseño, administración y utilidad.

Circunstancias que se presentan durante la ejecución del contrato: El contratante entregará al contratista un listado de necesidades y/o un anteproyecto. El contratista actuando con toda ética profesional deberá asumir de una manera aproximada, las dimensiones de estructuras, diámetros de ductos, cantidades de acero, espesores de pavimento, etc. No importa que después de terminado el diseño se modifique. Después cuantificará los renglones de trabajo en forma aproximada y les aplicará a los costos unitarios vigentes, para obtener un precio total estimado. El contratista tendrá la responsabilidad profesional de presentar un presupuesto ajustado a la realidad de acuerdo con la información que conocemos en ese momento y los precios de insumos vigentes. Este sistema se usa en forma muy conveniente cuando el contratista no cuenta con los elementos de juicio suficientes para determinar un precio exacto y/o condiciones inciertas que le dan al contrato un carácter aleatorio.

Las razones más comunes que justifican este tipo de contrato son:

- Falta de planos y especificaciones y/o promover una licitación.
- Tendencia alcista en el precio de los insumos, debido a inflación.
- Inseguridad en el suministro de algún insumo y/o financiamiento.

- Desconocimiento de algunas condiciones y/o necesidades a las cuales estará sujeta la obra. (Por ejemplo: desconocimiento de una carga sobre una estructura, la dimensión de una maquinaria que se instalará bajo la estructura, etc.)
- La falta de alguna licencia estatal que puede dar lugar a suspender la obra.
- Cuando el contratante desea participar en la administración de la obra con el ánimo de conseguir insumos más económicos. Esto sucede cuando el contratante tiene algunos recursos ociosos que puede poner al servicio de la obra, por ejemplo: un camión, un tractor, un departamento de compras, etc.

Ya se indicó que la oferta tiene un valor total estimado. Las partes pueden usar este precio para darle al contrato un “Valor determinado” a sabiendas que el valor total de la obra, lo más probable el que se incrementará. Si desean, también, podrán declararlo con “Valor indeterminado”.

El contratante reintegrará al contratista el valor de todo lo efectivamente gastado más un porcentaje en concepto de planificación, diseño, administración, utilidad. Durante la ejecución del contrato se presentan las siguientes circunstancias:

Aparecen varios grupos de “trabajos adicionales”

**Grupo #1:** aparecen cuando se terminan los planos de construcción.

**Grupo #2:** resultan durante la ejecución de la obra, a medida que se conocen algunas condiciones y/o necesidades a las cuales está sujeta la obra.

**Grupo #3:** son el resultado de demoler y rehacer en obra ya ejecutada a medida que se conocen nuevas condiciones y necesidades de la obra.

**Grupo #4:** otras obras no incluidas en la oferta.

En el contrato deberá quedar prevista la posibilidad de demoler obras ejecutadas. Usualmente, los grupos 1, 2 y 4 son aceptados incondicionalmente por el contratante. En cambio el grupo 3, siendo el más probable, algunas veces es conflictivo, cuando se hace

difícil establecer con claridad si el contratista es culpable en el desperdicio de los recursos. Para minimizar el valor de este grupo, el contratista deberá partir de diseños flexibles y muy sencillos, sujetos de adaptarse a las nuevas condiciones, mediante la “adición” y no mediante la “modificación”. Por ejemplo: si se desconoce el tamaño de una maquinaria que pasará por una puerta, deberá dejarse intencionalmente un vano más grande que lo razonable, porque es preferible cerrar lo que sobra y no demoler lo que estorba.

El precio final de la obra, usualmente, será mayor que el presupuesto estimado, al menos que el contratista anticipadamente y en forma antojadiza, le adicione un fuerte renglón de “Costos imponderables”.

El contrato, también, es conveniente dejar previsto el caso en que la ejecución en la obra se complique o el plazo se prolongue más de lo razonable por causas no imputables al contratista. Para el contratista podía dejar de ser el cobro de una compensación adicional, una suspensión temporal o la rescisión del contrato.

No hay necesidad de proveer fórmulas de reajuste de precios ya que el contratante pagará lo, efectivamente gastado, incluyendo los sobre costos.

Por el honorario fijo pactado, el profesional tiene la responsabilidad de planificar y construir la obra contratada. Si fuera necesario hacer modificaciones y trabajos extras ó adicionales, el contratista tendrá derecha a que se le pague un honorario adicional que también será fijo, no será porcentaje. Este honorario fijo adicional, se justifica con creces ya que las modificaciones y ampliaciones dan al contratista tanto ó mayor trabajo de diseño que la obra original contratada. Por ejemplo: en una casa en la que a última hora se desea adicionar un baño, obliga a hacer una revisión completa de la distribución y el diseño. Si en una fábrica, se desea instalar una maquinaria pesada en el segundo nivel en vez del primero, obligará a revisar todo el diseño estructural y las instalaciones.

Debe quedar claro que el fijar un valor a los honorarios es, únicamente, para que el contratante no tenga un derecho ilimitado de exigir obligaciones nuevas.

Si desde el momento que se hace el contrato se tiene conocimiento de las probables modificaciones ó ampliaciones, se podrá dejar previsto el monto de un probable honorario fijo adicional. Porcentualmente, este honorario debiera ser mayor que el honorario inicial ya que, proporcionalmente, estos trabajos quitan más tiempo al contratista. Si en el contrato no se previó el monto de los honorarios adicionales, se deberá cobrar al mismo porcentaje que sirvió para fijar el honorario principal.

El contratante tendrá la libertad de participar en la administración del proyecto. Tendrá la libertad de seleccionar a los proveedores en busca de mejorar precios.

La liquidación del contrato es mucho más laboriosa que los casos anteriores. El procedimiento se indicará adelante.

#### **4.6 CONTRATO ABIERTO**

Este sistema se usa cuando el contratante tiene continuamente trabajos de construcción y usa en forma permanente los servicios de uno ó más contratistas. Por ejemplo: una empresa constructora de vivienda, o una empresa urbanizadora. En el contrato se fijan con claridad, pero de manera general, las obligaciones de ambas partes, sin referirse a una determinada obra. No se indican precios, especificaciones ni plazos de entrega, los cuales se pactan de común acuerdo en un convenio accesorio que se hace para cada caso. El contrato sirve para disciplinar y legalizar las condiciones generales que se respetarán.

El contrato por su propia naturaleza es de valor indeterminado.

Los pagos se hacen en la forma general prevista en el contrato, pero el monto de los mismos se establece en el convenio accesorio.

En el convenio accesorio se pueden pactar cláusulas de reajuste de precio.

El contratante se concreta a supervisar la calidad de la obra.

La liquidación de la obra se hace en la forma pactada en el contrato o en el convenio accesorio.

#### **4.7 LIQUIDACIÓN DE LOS CONTRATOS**

La liquidación de un contrato de obra, es una evaluación completa que se hace después de terminar la misma. Los alcances y fines de la liquidación dependen de la clase de contrato que se emplee.

En la liquidación del “contrato de llave en mano” se pone más atención a los aspectos “cualitativos” para determinar el buen ó mal funcionamiento de la obra. En el contrato de precios unitarios, en la liquidación se pone más atención a los aspectos “cuantitativos”, ya que se trata de verificar la cantidad de obra realmente ejecutada, porque se supone que la calidad de la misma se controló durante la ejecución de la obra, al menos que existan vicios ocultos, la calidad de la misma ya fue aceptada como buena.

En los contratos a base de “costos más porcentaje” el liquidador, ejerce una mayor acción fiscalizadora, para determinar el grado de honestidad y eficiencia con que se manejaron los recursos del contratante. Esto es así, porque el contratista manejó fondos ajenos. En cambio, este aspecto no interesa al contratante en los dos casos anteriores, porque no le interesa saber si el contratista ganó ó perdió en el negocio. La renuncia de una de las partes en practicar la liquidación del contrato trae los siguientes efectos:

- Es un indicio de incumplimiento del contrato.
- Hace perder la presunción de buena fe en la parte renuente.

Adelante se indicarán todos los aspectos que son motivo de atención en la liquidación, según el sistema de contratación.

## V. CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS

### 5.1 ASPECTOS GENERALES

El éxito de una empresa se alcanza cuando sus productos tienen un precio de venta que genera las ganancias aceptables que cubran los costos de producción y mantengan un rubro administrativo, el cual brinda competitividad en el mercado. Para que un presupuesto mantenga los costos deseados es necesaria la buena administración del proyecto.

La administración de proyectos consiste en dirigir los recursos humanos y materiales para alcanzar objetivos propuestos dentro de los parámetros de tiempo, costo y calidad, y a satisfacción de toda persona involucrada.

Los aspectos que se deben considerar para una buena administración son:

- Planeamiento
- Organización
- Ejecución
- Monitoreo y control

**Aplicación administrativa:** (Administración de proyectos)

- ⇒ **Paso 1:** (Planificación ⇒ Antepresupuesto)
  - Costos (Presupuesto)
  - Tiempo (Calendarización de c/actividad y costo ⇒ Flujo de caja)
- ⇒ **Paso 2:** (Nos rige. Establece un plan de trabajo, se da cuando el equipo, material y el personal se establecen en campo)
  - Calendarización y presupuesto final
- ⇒ **Paso 3:** (Monitoreo de las actividades)
  - Visitas de campo
  - Chequeo (en obra y por realizar):

- Tiempo
- Costo
- Calidad

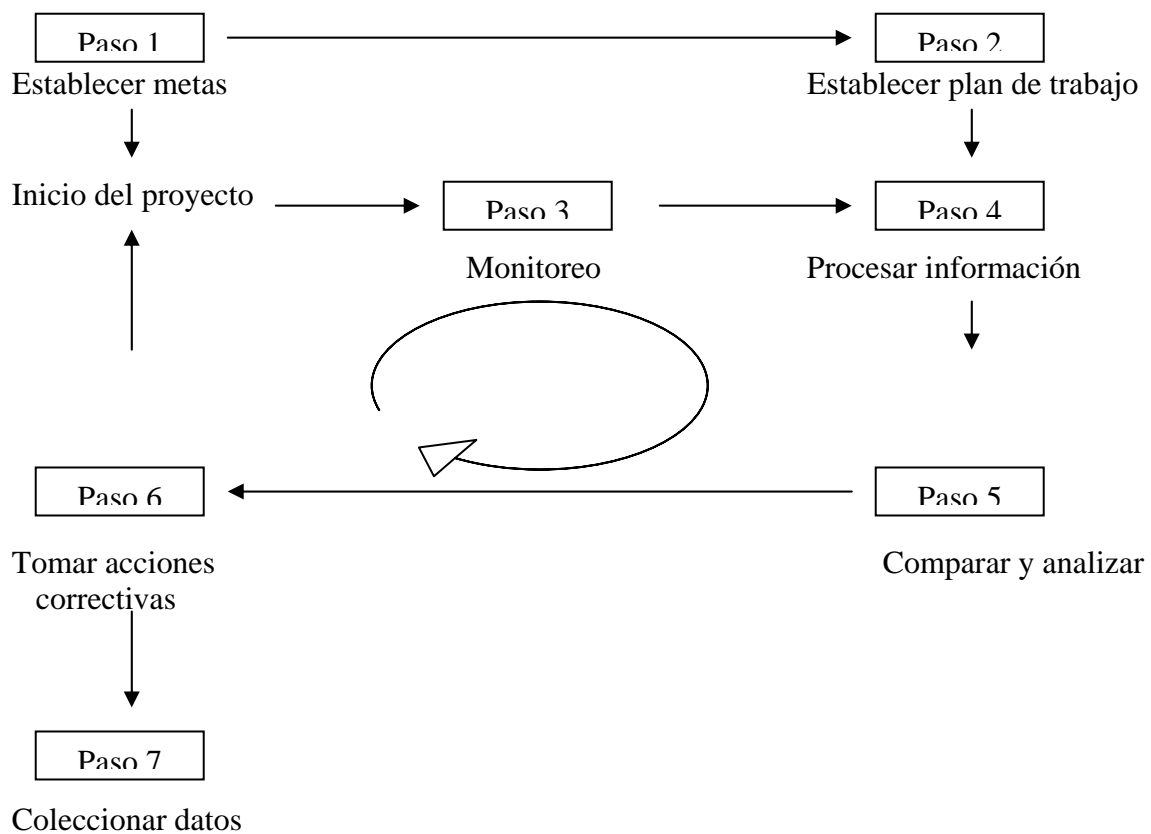
⇒ **Paso 4:** (Procesar información ⇒ Oficina)

⇒ **Paso 5:** (Comparar y analizar: Presupuesto vrs. real)

⇒ **Paso 6:** (Más importante ⇒ Tomar acciones correctivas)

⇒ **Paso 7:** (Recolección de datos)

- Guardar registro para futuros cambios o reclamos.
- Por cualquier demanda.
- Para futuros proyectos con alguna actividad similar.



Comparándolo con nuestro tema, las constructoras deben conocer acerca de los costos de ejecución de cada actividad en el proyecto. De tal forma, el cálculo de precios unitarios es imprescindible para integrar el precio total de un proyecto, para presentar ofertas en cotizaciones y tener la oportunidad de ejecutar proyectos. Es importante mencionar que el éxito de una empresa depende en gran parte de esta integración.

Para integrar un precio es necesario incluir los gastos de: la maquinaria, equipo y herramienta, el personal de campo y administrativo, los materiales de construcción, los gastos de oficina, impuestos, fianzas y el porcentaje de utilidad que se pretende obtener, incluyendo cualquier imprevisto.

El cálculo de un precio debe hacerse con entera seriedad y conocimiento de los trabajos y calidad que contempla su ejecución, previendo todos los inconvenientes que puedan surgir. Por ejemplo, no podríamos suponer que la maquinaria a utilizar es nueva y que los rendimientos son altos cuando no tenemos esos recursos, porque el tiempo programado sería más corto, redundaría en que el personal y equipo no logre los resultados. Otro caso, sería que necesitemos producir un concreto clase 3000 psi y que no incluyamos la cantidad correcta de cemento por metro cúbico, lo que reduciría la cantidad del concreto. Tampoco podríamos esperar que los días efectivos de trabajo en temporada lluviosa sean igual que en época de verano.

## **5.2 VARIABLES DE CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS**

Las variables de cálculo de precios unitarios corresponden a la dificultad de ejecutar una actividad en ciertas condiciones, y contemplar los recursos necesarios para llevarla a cabo, no es lo mismo ejecutar un proyecto en Petén que en la Capital, para quienes consideren la posibilidad de trabajar en una región alejada, deberán tomar en cuenta que las condiciones variarán, empezando por las facilidades de abastecimiento de insumos, la distancia de los fletes, etc. Además, se deberá estudiar la región para el conocimiento del tipo de terreno en que se ejecutará el proyecto, *plano* o *ondulado*, la calidad, *arenoso*, *limo*, *arcilloso*, etcétera, la ubicación de los bancos de material y su distancia al proyecto. Otro

aspecto importante es la temporada de invierno, debido a que en ella el avance disminuirá y algunas actividades quedarán paralizadas.

Dentro de las variables más importantes para el cálculo de precios unitarios se enumeran las siguientes:

- Descripción del proyecto
- Ubicación geográfica
- Descripción de cada actividad
- Especificaciones de construcción
- Duración de ejecución del proyecto
- Rendimiento de la maquinaria y equipo a utilizar, selección del tipo y cantidad
- Precios de alquiler de maquinaria y equipo, o depreciación si es propia
- Cantidad, clasificación y rendimiento de personal
- Precios de mano de obra a utilizar
- Lista de precios de los materiales actualizada
- Incluir el valor de impuestos, licencias de construcción, contratos y fianzas

**5.2.1 VISITA DE CAMPO.** Se recomienda que antes de efectuar una oferta y calcular los precios unitarios se lleve a cabo una visita de campo, para recopilar la mayor cantidad de información que sea posible y nos ayude a nuestra integración.

Dentro de las actividades recomendadas al momento de efectuar una visita de campo de un proyecto próximo a cotizar se enumeran las siguientes:

- Ubicación exacta del proyecto
- Hacerse una idea general del proyecto
- Hacerse una idea general del grado de dificultad del proyecto
- Nombre, teléfono, fax, correo electrónico, de la institución a cotización
- Verificar la existencia de planos de construcción

- Ubicación de venta de insumos, materiales, combustible, etc. Investigar precios
- Verificar si existe mano de obra calificada y no calificada en el lugar
- Abastecimiento de agua para la ejecución del proyecto
- Terrenos disponibles para parqueo de maquinaria, bodega, guardianía, oficinas
- Verificar existencia de empresas de alquiler de maquinaria y equipo
- Ubicación de hospedajes y comedores
- Verificar sistemas de comunicación del lugar
- Ubicar botaderos de material de desperdicio
- Ubicación de ríos y quebradas para probables desfuegos, probables inundaciones, localización de las aguas superficiales aledañas al proyecto
- Cualquier otra información que se considere necesaria y útil para cotización

### **5.3 RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA**

El dominio de este tema es indispensable para el cálculo de precios unitarios, ya que el conocimiento de los rendimientos de la maquinaria puede tornarse muy complejo dependiendo del punto de vista del encargado de cálculo, o, tan fácil y práctico dependiendo de la experiencia que éste tenga.

Algunas empresas ya tienen definidas sus tablas de rendimientos para distintos tipos de condiciones, asimismo existen los manuales de rendimiento propios de la maquinaria. Perno en cualquiera de los casos se debe ajustar lo mejor posible a la realidad del proyecto a ejecutar.

Para el cálculo de precios unitarios es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando se dan rendimientos de actividades es necesario aclarar que estos deben tomarse como parámetros, y nunca como normas. Por lo que debe tenerse especial cuidado con este tema

- Rendimiento se entiende como producción, por lo que, los rendimientos son estimaciones de cuanto puede producir un grupo de máquinas y personas realizando cierta actividad, pero no es un estándar

- La experiencia de los operadores es una variante que puede afectar el rendimiento de la maquinaria

Por lo tanto en este inciso se darán a conocer los rendimientos de algunas de las actividades más comunes, ejecutadas por experiencia del Ing. Augusto René Pérez Méndez en proyectos similares.

ACTIVIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO DIARIO
Planos finales de obra construida	U	2
Limpia, chapeo y destronque	Ha	0.35
Excavación no clasificada	M <sup>3</sup>	660
Excavación no clasificada de desperdicio	M <sup>3</sup>	720
Excavación no clasificada en roca	M <sup>3</sup>	250
Acarreo	M <sup>3</sup> / Km	2400
Reacondicionamiento de subrasante	M <sup>2</sup>	800
Capa de subbase granular ( e = 0.25 m)	M <sup>3</sup>	201.6
Capa de base triturada ( e = 0.20 m)	M <sup>3</sup>	151.2
Riego de imprimación	Gln	1000
Cemento asfáltico ( e = 0.06 m)	Ton	100
Cemento asfáltico para concreto asfáltico	Gln	1250
Riego de liga	Gln	88
Suministro, transporte y colocación de alcantarilla de 30"	MI	12
Suministro, transporte y colocación de alcantarilla de 42"	MI	6
Mampostería	M <sup>3</sup>	7.5
Concreto ciclópeo para muros	M <sup>3</sup>	7.5
Gaviones	M <sup>3</sup>	12
Geotextil	M <sup>2</sup>	90
Cunetas revestidas de concreto ( e = 0.10 m)	M <sup>2</sup>	96
Bordillo	MI	75

## 5.4 CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO

El primer paso que se da para determinar las cantidades de trabajo es hacer un estudio ordenado de todas y cada una de las etapas de construcción de un proyecto de urbanización. Luego, con este dato, se agrupan racionalmente varias etapas y se forman grupos más resumidos (renglones de trabajo, Ver ANEXO TABLA # 01), pero que sigan aproximadamente el orden de la ejecución.

		Limpia y chapeo
		Trazo topográfico
		Movimiento de tierras
Drenajes	{	Excavación drenajes
		Nivelación
		Colocación tubería construcción pozos de visita
		Construcción de tragantes
		Rellenos de zanjas
Agua	{	Excavación
		Colocación de tubería y accesorios
		Relleno de zanjas
Banqueta	{	Nivelación banquetas
		Fundición de banquetas
Bordillo	{	Formaleado de bordillo
		Fundición de bordillo
Pavimentación	{	Subbase
		Base
		Carpeta de rodadura

El cuadro de cantidades de trabajo puede dividirse en sub-renglones, para que el mismo solo contenga los renglones principales. Ver ANEXO TABLA # 2.

La TABLA # 1 del anexo nos muestra el resumen de las cantidades de trabajo, y nos sirve para determinar el precio total del proyecto. Comúnmente se conoce con el nombre de anexo.

La importancia de este cuadro es muy alta, ya que es el resultado de un largo proceso de trabajo de cálculo y diseño, obtenido de los planos de diseño, las libretas de topografía y las memorias de cálculo.

## **5.5 PLAN DE TRABAJO**

Con la información anterior se hace un estudio, que es determinar cuanto tiempo tardaremos en cada una de las etapas, en este paso es necesario ver que es más conveniente, ya que tenemos dos maneras de actuar:

- Obligando la cantidad de personal y equipo, y deduciendo de éste dato el tiempo aproximado que durará la obra. Para hacer correctamente esta deducción se pueden tomar dos caminos: uno, determinando el número de horas – peón u horas – máquina que son necesarios para efectuar una unidad de rendimiento; Entonces se encuentra la cantidad total de trabajo, el número de operarios y de máquinas totales.

- La segunda forma: si se exige terminar la obra para determinada fecha; por lo tanto se tiene obligado el tiempo de ejecución y consecuentemente se tiene, por cualquiera de los dos métodos descritos, que calcular la cantidad de personal y equipo a trabajar.

## **5.6 VENTAJAS DE CONTRATACIÓN POR LA MODALIDAD DE PRECIO UNITARIO**

Dentro de las ventajas que tiene la contratación por la modalidad de precios unitarios, numeramos las siguientes:

- Los pagos son periódicos y según el avance físico, la cuantificación se hace por la unidad de medida de la actividad, y el valor según su precio unitario.

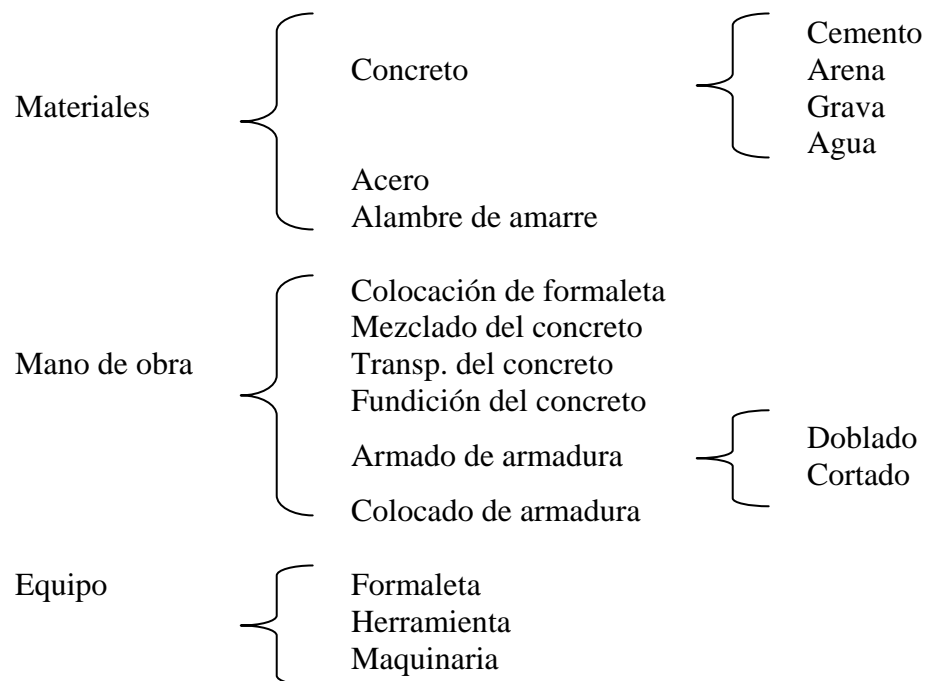
- Cuando se trata de proyectos grandes puede surgir alguna variación en más o menos de las cantidades de trabajo y por consiguiente se refleja en el precio inicial. Esto se

trata por ordenes de trabajo suplementario. Lo cual es fácil de administrar, ya que solo representan un aumento en el porcentaje del valor del contrato en cada actividad.

## 5.7 CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

En el ANEXO la Tabla # 3 presenta un cuadro con la integración de las variables que interviene en el costo de una actividad, básicamente consiste en la sumatoria de los costos de producción o gastos directos, gastos indirectos y la utilidad. La TABLA # 4 del ANEXO es un ejemplo de cómo se llena este cuadro y se calcula el precio de la carpeta de rodadura de concreto hidráulico.

**5.7.1 Gastos directos.** Se llaman gastos directos de una obra a aquellos que se hacen sobre las personas, materiales y equipo que tienen que ver directamente con la misma. Para ilustrar esto se describen los sub renglones del renglón de fundición de concreto:



**5.7.2 Gastos indirectos.** Los gastos indirectos de una obra son aquellos que se hacen sobre los renglones que intervienen indirectamente, por ejemplo: bodegas, depósitos de agua, instalaciones adicionales, etc.

Los renglones que se pueden presentar entre los costos indirectos de un proyecto pueden dividirse en dos grupos:

- **Gastos indirectos iniciales:** Son los que se hacen al inicio del proyecto y que en algunos casos durará todo el proceso de ejecución, sin que se efectúen otros gastos, como en el caso de la bodega. Ésta se incluye dentro de los gastos indirectos iniciales debido a que es sólo un gasto inicial, pues su uso se limita exclusivamente a almacenar los materiales y el equipo de la construcción. El gasto se acumula completamente al principio de la obra, ya que durante la ejecución únicamente se gasta en el personal que mantiene el orden en el interior de la misma.

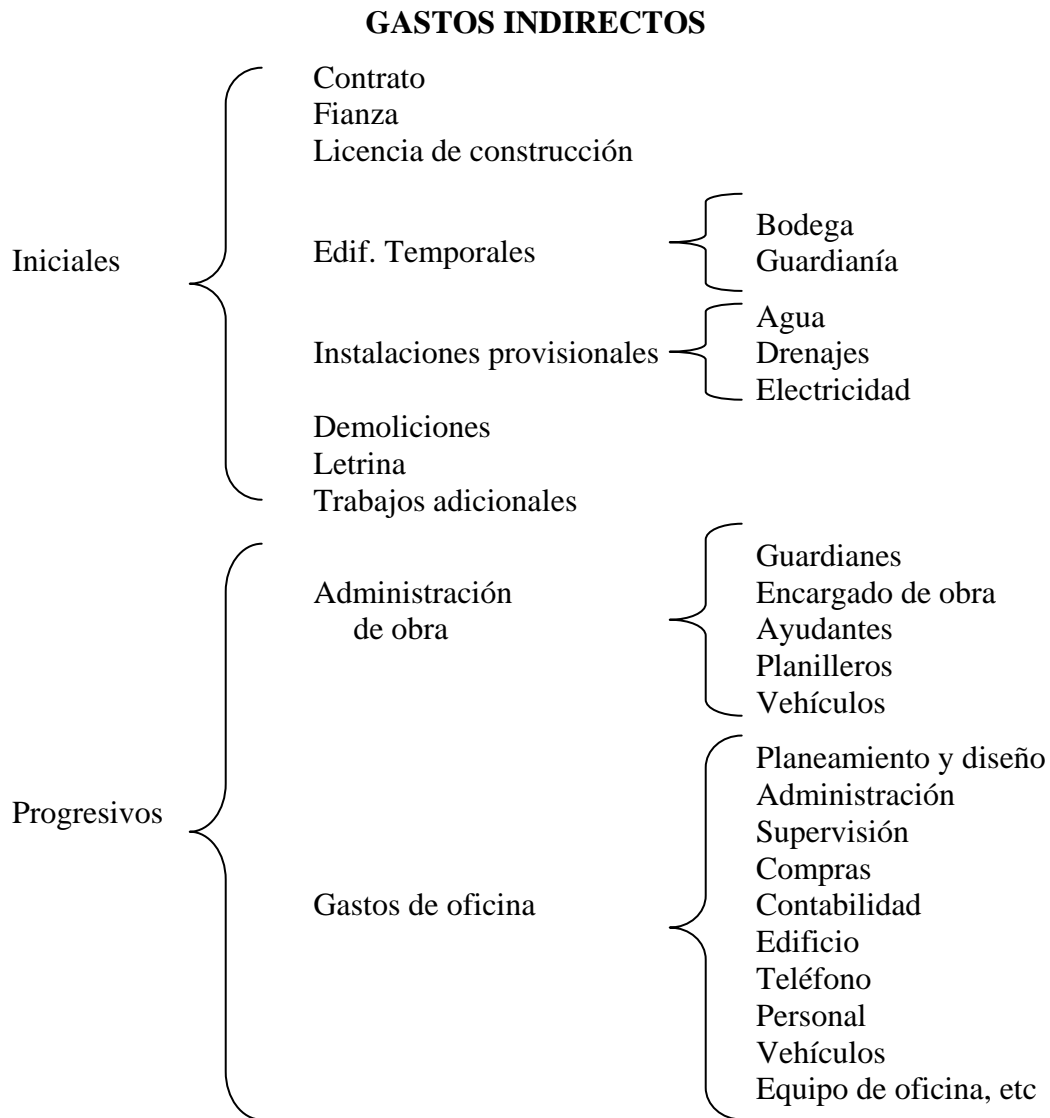
- **Gastos indirectos progresivos:** son los que se hacen en una obra durante toda la ejecución sin que haya un gasto inicial muy fuerte.

Los gastos indirectos progresivos denominados “Gastos de Oficina” son un poco difíciles de estimar, ya que en este renglón están incluidas personas y algún equipo que, en realidad laboran y son de utilidad no sólo para una obra sino que para todas las obras que emprenda la empresa.

Comúnmente se carga proporcional a los gastos directos de cada una de las obras, y es lógico que el costo de una obra es un buen índice de la categoría de la misma.

Aquí existe la ventaja de que el total de estos gastos es aproximadamente constante, por lo tanto, los únicos datos que se necesitan son el total de los gastos directos y el tiempo total de duración del proyecto.

Sin embargo, este costo se presta a variaciones durante la ejecución, ya que no podemos prever en plena programación cuantas obras nuevas van a surgir.



**5.7.3 Estimación de imprevistos.** Gastos imprevistos son los que surgen en una obra durante su ejecución y que no están contemplados dentro de ninguno de los gastos anteriormente descritos. Estos gastos pueden clasificarse en directos e indirectos.

- **Imprevistos directos:** Son los que surgen de la propia obra, tales como desperfectos en las instalaciones, mal diseño de formaleta, fallas estructurales durante la ejecución, deficientes proporciones en acabados, etc. Estas son fallas que recaen directamente sobre la empresa.

- **Imprevistos indirectos:** Son los que surgen por fenómenos naturales como lluvias torrenciales, o bien por causas políticas como huelgas, motines populares, escasez de materiales o de mano de obra, así como fluctuaciones en los precios.

Debe recordarse que mientras más se afinen los gastos directos e indirectos, se reduce la posibilidad de que surjan imprevistos.

Este es un renglón que puede ofrecer dificultades entre el cliente y la empresa, que probablemente no contemplen un contrato desde el mismo punto de vista. Como solución a este problema existe en el contrato la posibilidad de que ese renglón corra por cuenta de la empresa o del cliente.

Existe diversidad de formas para hacer la integración de precios unitarios, pero cualquiera que se utilice debe incluir todos los gastos que conlleva implícitamente la ejecución de cada actividad, y por lo tanto se deben alcanzar los mismos resultados.

Para dar una breve explicación del procedimiento a seguir tenemos: cuando se calcula el precio de la maquinaria este debe incluir los gastos de combustible, lubricantes, servicios, depreciación, repuestos, operador, etc. Se debe considerar si el transporte se pagará por separado o debe incluirse, para lo cual se debe conocer la distancia. Una forma muy común de hacer esta integración es por el costo por hora. También se debe calcular la mano de obra necesaria, la cual debe incluir el sueldo, prestaciones, bonificaciones e incentivos. El cálculo envuelve el uso y herramientas. Por otra parte esta cuantificación de los materiales que debe prever la calidad y requisitos solicitados, los porcentajes de contracción e hinchamiento, desperdicios, etc. Además debemos sumar los gastos por las licencias, los impuestos, fianzas, etc. Por lo regular se hace en porcentajes. Por último

tenemos que agregar el porcentaje de ganancia que se estime necesaria para cubrir los gastos administrativos y de oficina.

Los formatos para presentar dicha integración consisten en una hoja de cálculo, en donde se puedan procesar los datos. Se puede ver en las Tablas 3 y 4 del Anexo se contemplan los imprevistos, además de otros gastos.

## **5.8 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS**

Debido a la facilidad que representa el manejo de este cuadro, por lo regular, se utiliza una hoja de cálculo electrónica, el cuadro de precios unitarios que a continuación se presenta, debe llenarse de la siguiente forma:

- El nombre de la actividad debe estar acorde con los establecidos en la lista de cantidades.
- Debe describirse el rendimiento que se tiene previsto para cada actividad, con su respectiva unidad de medida.
- Se debe colocar la fecha de elaboración de la oferta para que se considere la vigencia de la misma.
- La cantidad a ejecutar debe tomarse del anexo lista de cantidades, presentada por la institución licitante.
- La duración de actividades es la primera operación que se realiza y resulta de la división de la cantidad a ejecutar y el rendimiento de la actividad. Es importante mencionar que se debe hacer aproximación en los resultados, a la cantidad de decimales que se considere prudente, por ejemplo, los días deben ser números enteros, las cifras de quetzales deben ser aproximadas a dos decimales, etc.

- El cálculo del costo de la maquinaria y equipo para resulta de la suma de las multiplicaciones entre la cantidad de horas de cada máquina y el valor por hora respectivo en quetzales, por lo regular este valor incluye: operador, combustible, lubricantes, depreciación, etc. El criterio para conocer la cantidad de horas se basa en la duración que tienen las actividades en días y se multiplica por el número de horas necesarias por máquina en un día, es importante resaltar que no toda la maquinaria trabaja las 8 horas, a menos que sea la máquina principal. Por ejemplo en la conformación la motoniveladora es la máquina más importante, mientras que el rodo compactador y la regadora son complementarios y trabajan por menos horas.

- Al igual que el costo de la maquinaria se procede a calcular el costo de la mano de obra, teniendo cuidado de integrar todo el personal que interviene en la ejecución, empleando los precios por hora ajustados al sueldo base del mercado y con la cantidad de horas que cada uno interviene, incluyendo un porcentaje de prestaciones de 29.16%, éste resulta del porcentaje que representa el sueldo base, con relación a la suma del aguinaldo, bono 14, indemnización y vacaciones a las que por ley tiene derecho un trabajador que trabaja por contrato, además un 12.67% para pago de IGSS, IRTRA e INTECAP por parte del patrono y un 20% de viáticos aplicados al personal que no es de la región.

- Se calcula un porcentaje para la compra de herramientas, comúnmente es un 5% del total del costo de mano de obra, que es un dato promedio muy utilizado y real.

- Los costos, sin IVA, de los materiales a utilizar en cada renglón o actividad deben calcularse detalladamente, incluyendo el volumen de desperdicio debido al porcentaje de contracción, prever si el agua va ser comprada, los fletes para transporte de maquinaria, la formaleta, la madera, aditivos, desencofrantes, tubería, cemento.

- El total del costo es el resultado de la sumatoria de los costos calculados del inciso f al i.

- El total del costo indirecto es la sumatoria de los porcentajes que con relación al costo directo, representa los gastos de: imprevistos (5%), fianzas (1.21%), seguros (0.28%), firma del contrato (0.75%), gastos administrativos (8%) y la utilidad (15%). Los anteriores porcentajes no deben utilizarse como estándares, ya que son únicamente parámetros que dependen de los términos del contrato según la institución que se presenta la oferta, y los gastos administrativos y la utilidad que cada empresa maneja.

- El total parcial de los costos lo integran la suma de los dos incisos anteriores, el cual sirve de base para calcular los impuestos a los que están afectadas las empresas constructoras.

- El total parcial de los impuestos que debe solventar una empresa son: el impuesto al valor agregado IVA (12%) y el impuesto sobre la renta ISR (4.65%). En este inciso al igual que los anteriores, se recomienda asesorarse con un profesional en la materia, actualizado los posibles cambios que puedan surgir.

- Entonces el precio total de cada actividad se obtiene de la suma de los dos incisos anteriores.

- Por último el precio unitario de cada renglón se obtiene de la división entre el precio total (inciso n) y la cantidad a ejecutar (inciso d).

## **5.9 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

El cronograma de actividades es la representación de las mismas en el tiempo, también es conocido como programa de trabajo, ver ANEXO TABLA # 5. Por lo regular el programa de trabajo lo propone el contratista para su aprobación por parte del supervisor o por el ente contratante.

La duración de las actividades resulta de la división entre la cantidad a ejecutar y el rendimiento de las actividades. Para realizar la programación se debe tomar en cuenta el tiempo de descanso, los días asueto, los posibles atrasos, la época lluviosa, y cualquier otro inconveniente que pueda surgir para alcanzar el rendimiento establecido. Además si existe un plazo contractual estipulado se debe velar por el cumplimiento de las actividades para evitar sanciones. A veces es necesario acelerar los trabajos inyectando maquinaria y personal para cumplir con la fecha de entrega.

Dentro de las funciones principales tenemos:

- Constatar el avance de las actividades
- Proyectar los recursos que se emplearán
- Mezclar valores económicos con las actividades para ver el avance financiero. Ver ANEXO TABLA # 6.

Este se puede hacer por medio de diagramas de barras u otro método donde sea fácilmente identificada la actividad que corresponda ejecutar en el tiempo planeado, Ver ANEXO TABLAS # 5, 7, 8, 9 y 10.

En el ANEXO TABLA # 5 se desarrolla un ejemplo donde se incluyen los valores de precios unitarios y las cantidades de trabajo de los renglones de un proyecto.

En el ANEXO las TABLA # 7, 8, 9 y 10 se desarrolla un ejemplo donde se incluyen los valores de precios unitarios y las cantidades de trabajo de algunos de los sub - renglones de un proyecto.

## VI. CONCLUSIONES

- La metodología de actividades para la construcción de urbanizaciones, nos describe la función que cada componente (o renglón de trabajo) tiene en el proceso constructivo, como el personal, la maquinaria, el equipo y el manejo de los materiales.

Una inadecuada metodología para el desarrollo de un proyecto tiene consecuencias tanto económicas como legales. Ya que puede producir atrasos, lo cual significa, que no se cumplirá con el tiempo de entrega o bien, requerirá una mayor inversión de recursos.

- El buen diseño de una urbanización radica en la correcta distribución de los lotes y el aprovechamiento de las pendientes del terreno para el diseño de los drenajes. Además, el diseño geométrico de las calles debe ser cómodo y con visibilidad en las intersecciones de las mismas.
- Los métodos de programación requieren el conocimiento sobre las características de la maquinaria, sus rendimientos y los trabajos que puede realizar.
- Un contrato es un convenio entre dos o más partes que crea obligaciones. Un contrato de construcción es un compromiso que se suscribe para construir un determinado proyecto, de acuerdo con los planos, especificaciones, precios y tiempo definido de ejecución.
- Un buen resultado en el proceso de cuantificación está en función de la exactitud y claridad de la información con que se cuente (planos, especificaciones, etc.) como del cuidado que se tenga en llevar en forma ordenada y metódica el desarrollo de dicho proceso.

Se requiere una cuantificación para precios unitarios, cuando se desea conocer el costo por unidad de cada renglón, para lo cual, se necesita conocer las actividades y los volúmenes de materiales a utilizarse en cada uno de los renglones.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar, por lo menos, una visita de campo para la elaboración del diseño de la urbanización.
- El método más aconsejable para realizar una cuantificación, se consigue tomando las actividades en el orden de ejecución de los trabajos. De esta manera, se sigue el orden lógico del proceso constructivo, disminuyendo así el riesgo de omitir algún renglón o sub-renglón.
- Es conveniente archivar la memoria de cálculo, la copia de las hojas finales de resultados, planos y especificaciones utilizadas, para facilitar revisiones y consultas posteriores.
- Para el cálculo de precios unitarios, debe hacerse un análisis de la maquinaria que realizará el trabajo, sin incluir rendimientos de otra que no lo hará. Además, no se deben calcular nunca con el máximo rendimiento alcanzado, tampoco con el mínimo que se obtenga. Se tomará en cuenta que el rendimiento no es el mismo en la época de invierno.
- No se debe firmar un contrato sin leerlo detenidamente y sin hacer la respectiva evaluación de todos los posibles riesgos que pudieran presentarse en el mismo. El contratista debe estar seguro de que el tipo de contrato que firmará es el más conveniente para la obra que ejecutará. Es necesario aclarar el tipo de contrato que se usará, dándole su correcta denominación y fijando claramente las especificaciones técnicas y legales.
- Se deben actualizar constantemente los precios de la maquinaria, mano de obra y materiales, ya que pueden surgir variaciones, según las fechas en que se presenten las ofertas.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Caterpillar. 2003. *Manual de Rendimiento*. Edición 34. EE.UU. 55 págs.
- Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. 2,001. *Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes*. Primera Edición. Guatemala.
- Goyzueta, G. Eduardo. 2001. *Curso de Administración de Proyectos*. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ingeniería.
- Jerez Ramírez, Carlos René. 2002. *Curso de Diseño de Carreteras*. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ingeniería.
- McGhee, J. Terence. 1999. *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Ingeniería Ambiental*. Sexta Edición. McGraw-Hill Interamericana. Colombia. 602 págs.
- Merritt, Frederick, et al. 1999. *Manual del Ingeniero Civil*. Cuarta Edición. McGraw-Hill Interamericana. México. Tomo I y II.
- Morales, Erick. 1996. *Maquinaria Utilizada para la Construcción de Carreteras*. Tesis Universidad de San Carlos. Guatemala, Facultad de Ingeniería. 135 págs.
- Pérez, Augusto. 1989. *Metodología de Actividades para el Diseño Geométrico de Carreteras*. Universidad de San Carlos. Guatemala, Facultad de Ingeniería. 122 págs.
- Rivera, Mario. 1990. *Tipos de Contratos*. Universidad de San Carlos, Guatemala, Facultad de Ingeniería. 115 págs.
- Unidad Ejecutora de Conservación Vial. COVIAL. 2005. *Especificaciones Especiales*. Edición 2,006. Guatemala. 180 págs.
- Valdez, Hector. 2002. *Curso de Pavimentos*. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

## **IX. ANEXOS**

TABLA # 01

## Renglones de trabajo

## NOMBRE DE LA EMPRESA Y DEL PROYECTO A LICITAR

<b>MONTO TOTAL DEL PROYECTO:</b>
----------------------------------

<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN:</b>
-----------------------------

<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>
--------------------------------

No.	DESCRIPCIÓN DEL REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD CONTRATADA	PRECIO UNITARIO	MONTO ORIGINAL
1	PLANIFICACIÓN	Global	1.00		
2	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL E INAB	Global	1.00		
3	TRÁMITE, LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	U	1.00		
4	PRELIMINARES	Global	1.00		
5	CORTE DE CAJUELA	m <sup>3</sup>	5,000.00		
6	ALCANTARILLADO PLUVIAL	Global	1.00		
7	ALCANTARILLADO SANITARIO	Global	1.00		
8	PAVIMENTO	Global	1.00		
9	SISTEMA DE AGUA POTABLE	Global	1.00		
10	CANALIZACIÓN DE CABLE	Global	1.00		
11	CANALIZACIÓN DE TELÉFONO	Global	1.00		
12	INTERCOMUNICACIÓN CON GARITA	U	1.00		
13	CONSTRUCCIÓN DE GARITA DE INGRESO	Global	1.00		
14	SISTEMA ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO	Global	1.00		
15	CONSTRUCCIÓN DE PARED PERIMETRAL	U	1.00		
					Q

**TABLA # 2****Sub - Renglon de trabajo****COTIZACIÓN****PROYECTO:** " \_\_\_\_\_ "

DEPARTAMENTO	JURISDICCIÓN	UBICACIÓN	TERRENOS A URBANIZAR

**CUADRO DE CANTIDADES, PRECIOS UNITARIOS  
PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO**

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	MONTO	TOTAL
<b>1</b>	<b>PLANIFICACIÓN:</b>					
	1.1 DISEÑO PRELIMINAR, DISTRIBUCIÓN DE LOTES	UNIDAD	1.00			
	1.2 CARTÓN PRESENTACIÓN	UNIDAD	1.00			
	1.3 CHAPEO Y DESMONTE	GLOBAL	1.00			
	1.4 TOPOGRAFÍA, CHEQUEO DE LINDEROS Y CURVAS DE NIVEL	GLOBAL	1.00			
	1.5 CÁLCULO, DISEÑO DE: - SISTEMA DE AGUA POTABLE - UBICACIÓN DE POZO Y TANQUE ELEVADO - DRENAJES PLUVIALES - DRENAJES SANITARIOS (INCLUYE PLANTA DE TRATAMIENTO) - DISEÑO DE NIVELES DE CALLES	GLOBAL	1.00			
	1.6 DIBUJO DE PLANOS FINALES	JUEGO DE PLANOS	1.00			
<b>TOTAL PLANIFICACIÓN:</b>						

**TOTAL DE PLANIFICACIÓN: Q****OPCIONAL PARA PLANIFICACIÓN**

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	MONTO	TOTAL
<b>1</b>	<b>PLANIFICACIÓN:</b>					
	1.7 ELABORACIÓN DE MAQUETA	UNIDAD	1.00			
<b>TOTAL OPCIONAL PLANIFICACIÓN:</b>						<b>Q</b>

**TIEMPO DE EJECUCIÓN:**

**TABLA # 3**  
**Integración de precios unitarios**

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>			
<b>OFERENTE:</b>			
<b>ACTIVIDAD:</b>			
<b>RENDIMIENTO:</b>		<b>Unidad de rendimiento</b>	
<b>FECHA:</b>			
<b>CANTIDAD A EJECUTAR:</b>		<b>Unidad</b>	
<b>DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD:</b>		<b>Unidad</b>	
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO:</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO HORA	SUBTOTAL
<b>HERRAMIENTAS (4% MANO DE OBRA):</b>			
<b>TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:</b>			
<b>MANO DE OBRA:</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO HORA	SUBTOTAL
<b>SUB-TOTAL:</b>			
<b>PRESTACIONES</b>			
<b>TOTAL MANO DE OBRA:</b>			
<b>MATERIALES:</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL
<b>TOTAL DE MATERIALES:</b>			
SUMATORIA DE MAQUINARIA Y EQUIPO, MANO DE OBRA Y MATERIALE IMPREVISTOS, ADMINISTRACIÓN, SUPERVISIÓN, COMBUSTIBLES Y UTILIDAD <b>SUB-TOTAL</b> <b>PRECIO TOTAL DE LA ACTIVIDAD</b> <b>PRECIO UNITARIO DE LA ACTIVIDAD</b>			

**TABLA # 4**  
Ejemplo de integración de precios unitarios

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS			
<b>OFERENTE:</b>			
<b>ACTIVIDAD: CAPA DE RODADURA DE CONCRETO</b>			
<b>RENDIMIENTO:</b>		13	mt3 / día
<b>FECHA:</b>		13/04/2008	
<b>CANTIDAD A EJECUTAR:</b>		620.00	mt3
<b>DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD:</b>		47.69	D
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO:</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO HORA	SUBTOTAL
143	PICK UP	Q 20.00	Q 2,861.54
286	(2) CONCRETERAS	Q 30.00	Q 8,584.62
<b>HERRAMIENTAS (4% MANO DE OBRA):</b>			<b>Q 6,485.18</b>
<b>TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:</b>			<b>Q 17,931.34</b>
<b>MANO DE OBRA:</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO HORA	SUBTOTAL
382	(1) ENCARGADO	Q 14.00	Q 5,341.54
382	(10) ALBAÑILES	Q 10.00	Q 38,153.85
382	(18) PEONES	Q 7.00	Q 48,073.85
382	(2) OPERADORES DE CONCRETERA	Q 9.00	Q 30,904.62
382	(1) GUARDIÁN	Q 8.00	Q 3,052.31
<b>SUB-TOTAL:</b>			<b>Q 125,526.16</b>
<b>PRESTACIONES</b>			<b>Q 36,603.43</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA:</b>			<b>Q 162,129.58</b>
<b>MATERIALES:</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL
1	AGUA	Q 5,000.00	Q 5,000.00
1	SELLO DE JUNTAS	Q 60,000.00	Q 60,000.00
1	CORTE	Q 30,000.00	Q 30,000.00
1	ANTISOL	Q 30,000.00	Q 30,000.00
7,872	CEMENTO	Q 36.00	Q 283,392.00
1	FORMALETA Y MADERA	Q 15,000.00	Q 15,000.00
790	ARENA DE RIO (M3)	Q 70.00	Q 55,300.00
750	PIEDRÍN (M3)	Q 125.00	Q 93,750.00
<b>TOTAL DE MATERIALES:</b>			<b>Q 572,442.00</b>
SUMATORIA DE MAQUINARIA Y EQUIPO, MANO DE OBRA Y MATERIALE			Q 752,502.93
IMPREVISTOS, ADMINISTRACIÓN, SUPERVISIÓN, COMBUSTIBLES Y UTILIDAD			Q 188,125.73
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>Q 940,628.66</b>
<b>PRECIO TOTAL DE LA ACTIVIDAD</b>			<b>Q 940,628.66</b>
<b>PRECIO UNITARIO DE LA ACTIVIDAD</b>			<b>Q 1,517.14</b>





» FASE III: **Tabla # 8 y 9 Ejemplo: Programa de sub - renglones del avance físico y financiero**

No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD CONTRATADA	PRECIO UNITARIO	MONTO ORIGINAL	MESES								INVERSIÓN POR RENGLÓN	% DE AVANCE POR RENGLÓN	% DE ACUMULAD O DE AVANCE
						PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO	SEXTO	SEPTIMO	OCTAVO			
3	PAVIMENTO:															
3.1	TOPOGRAFIA PARA ANIBLES DE PAVIMENTO	U	1,651.65	Q5.25	Q10,322.81			1,270.60	1,270.40					Q10,322.81	2.12%	2.12%
3.2	CORTE PARA CAJUELA	M3	1,262.00	Q40.00	Q51,680.00			1,987.00	7,941.25	7,940.00				Q 51,680.00	10.60%	12.72%
3.3	TREATAMIENTO DE SUB-RASANTE	M2	1,652.00	Q15.00	Q24,780.00			79,480.00	2,541.00					Q 24,780.00	5.08%	17.89%
3.4	COLOCACION DE BASE	M3	495.50	Q190.00	Q94,145.00			38,115.00	662.30					Q 94,145.00	18.31%	37.12%
3.5	COLOCACION DE ADQUIN (INCLUYE ARENATA)	M2	1,652.00	Q98.50	Q162,722.00			19,000.00	125,837.00	1,600.00	941.00			Q 162,722.00	33.38%	70.59%
3.6	BORRILLOS DE CONCRETO (0.15 M. DE ANCHO x 0.40 M. DE PROFUNDIDAD)	ML	570.00	Q300.00	Q171,000.00			100.00	157,600.00	92,688.50	771.00			Q 51,300.00	10.52%	81.03%
3.7	BANQUETA DE CONCRETO	M2	685.00	Q135.00	Q92,475.00			9,000.00	69,390.00	170.00	440.00			Q 92,475.00	18.97%	100.00%
					Q487,424.81	0.00	0.00	144,536.25	300,377.00	162,078.50	22,950.00	59,400.00	59,400.00	Q 487,424.81	100.00%	100.00%
						0.00%	0.00%	21.69%	44.19%	33.25%	4.71%	12.19%	12.19%			
						0.00%	0.00%	29.69%	91.28%	124.53%	129.24%	141.43%	153.62%			

» FASE IV:

No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD CONTRATADA	PRECIO UNITARIO	MONTO ORIGINAL	MESES								INVERSIÓN POR RENGLÓN	% DE AVANCE POR RENGLÓN	% DE ACUMULAD O DE AVANCE
						PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO	SEXTO	SEPTIMO	OCTAVO			
4	SISTEMA DE AGUA POTABLE:															
4.1	EXCAVACION DE ZANJA (1.00 M. DE PROFUNDIDAD)	M3	162.00	Q37.00	Q5,994.00			78.00		170.00				Q5,994.00	1.68%	1.68%
4.2	TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 2" DE DIAMETRO (160 PS)	ML	270.00	Q22.00	Q5,940.00			2,886.00	100.00	100.00	213.00			Q 5,940.00	1.67%	3.35%
4.3	RELLENO COMPACTADO	M3	156.00	Q45.00	Q7,020.00			2,200.00	36.00	2,200.00	4,865.00	145.00		Q 7,020.00	1.97%	5.32%
4.4	TANQUE ELEVADO (10 M. DE ALTURA)	U	1.00	Q115,000.00	Q115,000.00						6,825.00	0.50		Q 115,000.00	32.31%	37.63%
4.5	POZO (80 M. DE PROFUNDIDAD, TUBERIA DE 10") Y BOMBA SUMERGIBLE 8HP	U	1.00	Q200,000.00	Q200,000.00						57,500.00	57,500.00		Q 200,000.00	56.19%	93.82%
4.6	INSTALACIONES PARA FUNCIONAMIENTO DE POZO Y TANQUE ELEVADO	U	1.00	Q22,000.00	Q22,000.00						200,000.00	1.00		Q 22,000.00	6.18%	100.00%
					Q355,954.00	0.00	0.00	9,361.00	0.00	8,490.00	288,711.00	57,500.00	22,000.00	Q 355,954.00	100.00%	100.00%
						0.00%	0.00%	2.63%	0.00%	2.39%	75.49%	16.15%	6.18%			
						0.00%	0.00%	2.63%	2.63%	5.02%	80.51%	96.66%	102.84%			

■ Cantidades a Ejecutar  
 ■ Precios unitarios, por mes y totales  
 ■ Barras de Avance Físico

TABLA # 10  
Ejemplo: Desembolso mensual según avance físico del proyecto

PROYECTO: " \_\_\_\_\_ "

UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

DESEMBOLSO MENSUAL SEGÚN AVANCE FÍSICO DEL PROYECTO

