

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS



**TESIS MONOGRAFICA PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

**TEMA: DISEÑO, COSTO Y PROGRAMACION DE LA INFRAESTRUCTURA
DE UNA URBANIZACION, (CASO PRÁCTICO).**

ELABORADO POR: HAZELL MARIA RIVERA NICARAGUA.

TUTOR: ING. WILBER JAVIER PEREZ FLORES.

MANAGUA, 29 DE MAYO DE 2009

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, la sabiduría, la fuerza para seguir, siempre, sin importar la dificultad que se me presentase.

A toda mi familia, por la ayuda que me brindaron, cuando más lo necesite, infinitas gracias.

A mi tutor, Ing. Wilber J. Pérez Flores, por todo su tiempo empleado y por su dedicación, gracias por ser mi guía en la elaboración de este trabajo monográfico.

Al Ing. Ernesto Cuadra Chévez por su valioso tiempo, gracias por compartir sus conocimientos.

A los Ingenieros Héctor Gonzáles y Julio López, gracias por su colaboración en el diseño metodológico.

A todos los que fueron mis profesores, desde el preescolar por enseñarme las primeras letras, hasta la Universidad, por compartir sus conocimientos y ayudar a mi profesionalización.

Hazell María Rivera Nicaragua.

DEDICATORIA

A Dios, por siempre iluminar mi camino y darme la fuerza para culminar una de mis metas.

A mis abuelitos, Luis H. Nicaragua, María Antonia que aunque ya no estés entre nosotros, te llevare siempre en mi corazón.

A mis padres, por todo el apoyo brindado, en especial a mi mamá Karla Antonia por estar siempre a mi lado.

A todos mis tíos, Oswaldo, Boanerges, Luis, Lorenzo, por haberme brindado su ayuda en todo momento, a mi súper tía María Angélica por ser mas que una tía, por su sonrisa, por sus consejos.

A mis hermanas, Malby Jessenia y Karla Cecilia, a mis primas por apoyarme y ayudarme siempre.

A mi novio, Wilber Javier, por ser alguien especial, por impulsarme a seguir adelante, por brindarme su amor y comprensión en todo momento.

Gracias a todos ellos y a los que me conocen, y que de una u otra forma me dieron su valioso apoyo.

INDICE

| CONTENIDO | PÁGINA |
|--|--------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| ANTECEDENTES | 3 |
| JUSTIFICACION | 5 |
| OBJETIVOS | 7 |
| | |
| CAPITULO I. <u>GENERALIDADES.</u> | |
| | |
| 1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO. | 8 |
| 1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 9 |
| 1.3. ESTUDIOS PRELIMINARES. | 11 |
| | |
| CAPITULO II. <u>MARCO TEÓRICO.</u> | |
| | |
| 2.1. URBANIZACION. | 13 |
| 2.2. PLAN DE DISTRIBUCIÓN. | 14 |
| 2.3. SISTEMAS DE CIRCULACIÓN. | 17 |
| 2.4. PLAN DE EDIFICACION | 20 |
| 2.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. | |
| 2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS CURVAS DE NIVEL. | 22 |
| 2.5.2 DETERMINACIÓN DE CURVAS DE NIVEL. | 24 |
| 2.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. | |
| 2.6.1 DOTACIONES Y DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO. | 25 |
| 2.6.2 AGUA PARA INCENDIOS | 26 |
| 2.6.4 PARÁMETROS DE DISEÑOS. | 28 |
| 2.6.5 HIDRÁULICA DEL ACUEDUCTO. | 30 |
| 2.6.6 SISTEMA POR GRAVEDAD. | 31 |
| 2.6.7 ACCESORIOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN. | 33 |
| 2.6.8 LÍNEAS DE CONDUCCIÓN. | 34 |

| | | |
|-------------|--|----|
| 2.7 | TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES | |
| 2.7.1 | FOSA SÉPTICA. | 39 |
| 2.7.1.1 | FUNCIONAMIENTO DE UNA FOSA SÉPTICA. | 40 |
| 2.7.1.2 | FOSAS SÉPTICAS PREFABRICADAS. | 41 |
| 2.7.1.3 | PASOS PARA INSTALACIÓN. | 42 |
| 2.7.2 | POZO DE ABSORCIÓN. | 44 |
| 2.7.2.1 | FUNCIONAMIENTO DE UN POZO DE ABSORCIÓN. | 44 |
| 2.7.2.2 | POZOS DE ABSORCIÓN PREFABRICADOS (P.A.P.) | 46 |
| 2.8 | DISEÑO VIAL. | |
| 2.8.1 | TRES ELEMENTOS PRINCIPALES QUE GARANTIZAN UNA EXPLANACIÓN ESTABLE Y DURADERA. | 47 |
| 2.8.2 | LAS ESTRUCTURAS DE TIERRA Y/O ROCA. | 48 |
| 2.8.3 | PROBLEMAS PRINCIPALES Y MÁS FRECUENTES DE LAS EXPLANACIONES. | 49 |
| 2.8.4 | ESTADOS DE LOS SUELOS. | 51 |
| 2.8.5 | TRANSFORMACIÓN DE UN ESTADO A OTRO. | 51 |
| 2.9. | SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL. | |
| 2.9.1 | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA. | 53 |
| 2.9.2 | EVALUACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO. | 53 |
| 2.9.3 | MÉTODO RACIONAL. | 53 |
| 2.9.4 | DRENAJE DE LAS AGUAS SUPERFICIALES. | 58 |
| 2.10 | DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA ELÉCTRICO. | 61 |
| 2.11 | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. | |
| 2.11.1 | ¿QUÉ ES UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL? | 62 |
| 2.11.2 | MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL | 65 |

CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO.

| | | |
|-----|----------------------|----|
| 3.1 | DISEÑO METODOLÓGICO. | 73 |
|-----|----------------------|----|

CAPITULO IV. CÁLCULOS PARA DISEÑOS

| | | |
|------------|--|----|
| 4.1 | DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. | 74 |
| 4.2 | TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. | 81 |
| 4.2.1 | FOSAS SÉPTICAS. | 82 |

| | | |
|---|---|-----|
| 4.2.2 | POZOS DE ABSORCIÓN. | 85 |
| 4.3 | DISEÑO VIAL. | 86 |
| 4.4 | SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL. | 90 |
| 4.4.1 | CÁLCULO HIDROLÓGICO. | 90 |
| 4.4.2 | CÁLCULO HIDRÁULICO. | 91 |
| 4.4.3 | CÁLCULO DE DISEÑO DE TRAGANTE DE GAVETA. | 95 |
| 4.5 | DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA. | 101 |
| CAPITULO V. <u>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.</u> | | |
| 5.1 | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. | 102 |
| 5.1.2 | MÉTODO DE LEOPOLD | 109 |
| CAPITULO VI. <u>COSTO Y PROGRAMACION.</u> | | 114 |
| CONCLUSIONES. | | 129 |
| RECOMENDACIONES. | | 132 |
| BIBLIOGRAFÍA. | | 133 |
| ANEXOS. | | 134 |

INDICE DE TABLAS

| CONTENIDO | PÁGINA |
|---|--------|
| TABLA 1. DOTACIÓN DE AGUA | 26 |
| TABLA 2. CAUDALES CONTRA INCENDIO. | 27 |
| TABLA 3. COEFICIENTE DE CAPACIDAD HIDRÁULICA (C) EN LA FÓRMULA DE HAZZEN WILLIAMS. | 29 |
| TABLA 4. VELOCIDADES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIPOS DE TUBERÍAS. | 35 |
| TABLA 5. MEDIDAS DE PRESIONES DEL AFORO | 37 |
| TABLA 6. PARÁMETROS DE AJUSTE PARA LA ECUACIÓN DE LAS CURVAS IDF. | 55 |
| TABLA 7. COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA TÍPICOS. | 57 |
| TABLA 8. MATRIZ DE LEOPOLD (Ejemplo) | 71 |
| TABLA 9. DISEÑO METODOLÓGICO. | 73 |
| TABLA 10. DATOS SAAP | 74 |
| TABLA 11. DATOS SAAP | 74 |
| TABLA 12. DATOS PARA EL ANÁLISIS DEL SISTEMA. | 75 |
| TABLA 13. RESUMEN DE RESULTADOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. | 80 |
| TABLA 14. CONSUMO AGUA P. Y GASTO A. NEGRAS POR VIVIENDA. | 81 |
| TABLA 15. CÁLCULOS FOSA SÉPTICA. | 82 |
| TABLA 16. CÁLCULOS DEL POZO DE ABSORCIÓN. | 85 |
| TABLA 17. VOLUMEN DE TIERRA DE AVENIDAS. | 87 |
| TABLA 18. VOLUMEN DE TIERRA DE AVENIDA. | 88 |
| TABLA 19. VOLUMEN DE TIERRA DE AVENIDA. | 88 |
| TABLA 20. VOLUMEN DE TIERRA DE CALLE. | 89 |
| TABLA 21. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS. | 93 |
| TABLA 22. PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE UNA VIVIENDA EN LA URBANIZACIÓN. | 101 |
| TABLA 23. IMPACTOS DIRECTOS DE LAS TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN EL MEDIO AMBIENTE. | 108 |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

INTRODUCCIÓN

Una Urbanización es un proceso de transformación de una localidad o conjunto de localidades rurales para el uso urbano, mediante la construcción de infraestructura de servicios (drenaje, agua potable, electrificación, pavimentación, transporte, etc.).

El urbanismo ha llegado a alcanzar en la actualidad una importancia decisiva en el desarrollo y progreso de las ciudades. Su influencia se manifiesta en la estética como en las finanzas y en el desenvolvimiento social de los conglomerados.

En los tiempos modernos, la parte estética es tan importante que algunas veces se sacrifica la economía para alcanzar efectos estéticos deseados, manifestándose en el trazado y localización de calles, en la ubicación y forma de las plazas y áreas de recreo y en el plan de edificación.

Un espacio urbano estaría constituido por cualquier núcleo de población, independientemente de su tamaño, en el caso de los mayores este espacio urbano suele sobrepasar los propios límites de la ciudad, conformando áreas metropolitanas compuestas de varios núcleos de población periféricos agrupados en torno al central. En algunos casos, estas áreas urbanas llegan a comunicar distintas áreas metropolitanas independientes, que terminan integrándose en verdaderas megalópolis, en el caso de grandes ciudades, o simplemente en regiones urbanas de cientos de kilómetros cuadrados de superficie.

En lo económico, valorizando terrenos, habilitándolos para la construcción, han implicado la circulación de capital, y su realización y futuro desarrollo motivaran un movimiento económico que redundara en positivo provecho.

Socialmente, su influencia en la elevación del nivel cultural y Standard higiénico de vida. La urbanización no se circunscribe únicamente a las ciudades y sus alrededores,

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

sino que va más allá y llega a las fincas y haciendas a construir las urbanizaciones rurales en forma de colonias rurales.

En cada cabecera departamental debería existir una oficina de urbanización, encargada de proyectar el futuro desenvolvimiento, y de estudiar las posibles mejoras que en las ciudades del departamento pueden realizarse.

Será este trabajo una exposición clara y sencilla de la forma de proceder en la realización del diseño de un proyecto de urbanización. Comprenderá los estudios necesarios para un proyecto eficiente y la consideración de los diversos aspectos urbanísticos.

El propósito de este trabajo es el de contribuir en lo posible al futuro desarrollo de nuestras urbanizaciones.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

ANTECEDENTES

Con el desenvolvimiento de las ciudades, ciertas características primitivas han desaparecido, dando lugar a las nuevas modalidades de la vida moderna.

Primitivamente, las *villas* comprendían áreas extensas de muy baja densidad de población, pues en ellas cada familia disponía de terreno contiguo a la casa para huerta o siembra de los productos que le servían de sustento. Entonces el problema de tránsito no existía y las exigencias higiénicas eran relativas, por lo que eran frecuentes las epidemias, debidas a las aguas impuras de que se abastecían y a la falta de sanidad.

Actualmente las ciudades comprenden áreas de regular extensión, pero su densidad de población es mucho mayor. Los terrenos para la siembra han desaparecido y se trata de aprovechar al máximo toda área urbanizada. Las ciudades que antes eran de bajas edificaciones, hoy tienden a elevarse, siguiendo los progresos de la arquitectura.

Los problemas de tránsito creados por los vehículos automotores obligan al urbanista a solucionar consideraciones inherentes a ellos. Las exigencias modernas de sanidad son determinantes y no se considera urbanizada un área, mientras no sea provista de su red de provisión y evacuación de aguas.

Puede observarse que en la mayoría de nuestras ciudades predomina el trazado de calles cortándose en ángulos aproximadamente rectos, lo cual es debido, sin duda, a la configuración del terreno donde se encuentran localizadas, el cual es por lo general poco accidentado. También es debido a la idea de que el sistema más eficiente de urbanización es el de calles rectas y manzanas rectangulares, cuadradas o trapeciales. La tendencia actual es aprovechar los accidentes naturales del terreno para lograr belleza en el proyecto y caracterizarlo.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

La urbanización moderna, tiende a dejar en el centro de la ciudad las zonas comerciales y edificios públicos, ubicando en los alrededores las zonas residenciales. De esta idea han surgido las colonias residenciales.

Según el caso, el desarrollo del diseño se acomodara a modalidades propias que le son características, pero las consideraciones generales de estudio serán siempre las mismas.

Si se trata de prolongar los límites urbanos de la ciudad, algunas limitaciones y restricciones se imponen, por el hecho de que el nuevo plan debe conservar la armonía con ella.

Existe mayor libertad para el proyectista cuando diseña Colonias en lugares fuera del perímetro urbano, ya que ellas tienen cierta independencia que permite aprovechar con más propiedad los recursos naturales, y podrá darle una característica propia, distinta a la de la ciudad.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

JUSTIFICACION

Para una buena realización de un proyecto de urbanización, se impone la necesidad de una serie de estudios preliminares con el fin de establecer las condiciones existentes. Se comprende que mientras no se conozca el campo en el cual se va a trabajar, no podrá desarrollarse este trabajo en forma eficiente. Los estudios darán una idea cabal de los problemas fundamentales que deben resolverse, y permitirán elaborar un programa general que sirva de guía.

El urbanismo empezó siendo una teoría compleja que interesó desde el primer momento a los estudiosos de las ciudades, y acabó siendo una disciplina que reúne una suma de conocimientos sustanciales relacionados con la construcción y conservación de las ciudades y con el estudio de las relaciones socio-económico-ambientales que tiene lugar dentro del fenómeno urbano, de la que se ocupa actualmente una multiplicidad de profesionales: abogados, arquitectos, economistas, geógrafos, ingenieros, sociólogos, y de forma exclusiva los urbanistas.

Es de primera necesidad el levantamiento topográfico, para conocer la configuración del terreno, y establecer en él condiciones obligadas y posibles recursos.

Debe estudiarse detenidamente la condición del suelo en el cual han de cimentarse las futuras construcciones, los recursos de aguas o posibles fuentes de abastecimiento y el saneamiento, que permita realizar una urbanización higiénica. Todos estos estudios son de primordial importancia, ya que ellos indicaran la posibilidad de llevar a la práctica la obra que se tiene en mente realizar.

El estudio del suelo es necesario para conocer su resistencia a la compresión, su formación geológica y el grado de permeabilidad y erosionabilidad. Estos factores indicaran fatigas máximas, pendientes deseables, drenajes necesarios y darán pautas a seguir en la calidad de las construcciones.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Si se trata de proyectar una nueva ciudad, los estudios serán más extensos y completos, y es entonces cuando se está en capacidad de evitar muchos problemas futuros.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

OBJETIVOS

Objetivo General

- Desarrollar un proyecto urbanístico que contemple el diseño de las explanaciones, redes de servicios básicos, costos y programación del mismo para su desarrollo.

Objetivos Específicos

- Diseñar las redes: de agua potable, drenaje pluvial, distribución eléctrica y tratamiento de aguas residuales.
- Realizar el diseño de las calles y avenidas de la urbanización.
- Determinar los costos que se incurren para el desarrollo de cada una de las actividades.
- Proponer un programa de actividades para el desarrollo de la urbanización.
- Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

1.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO.

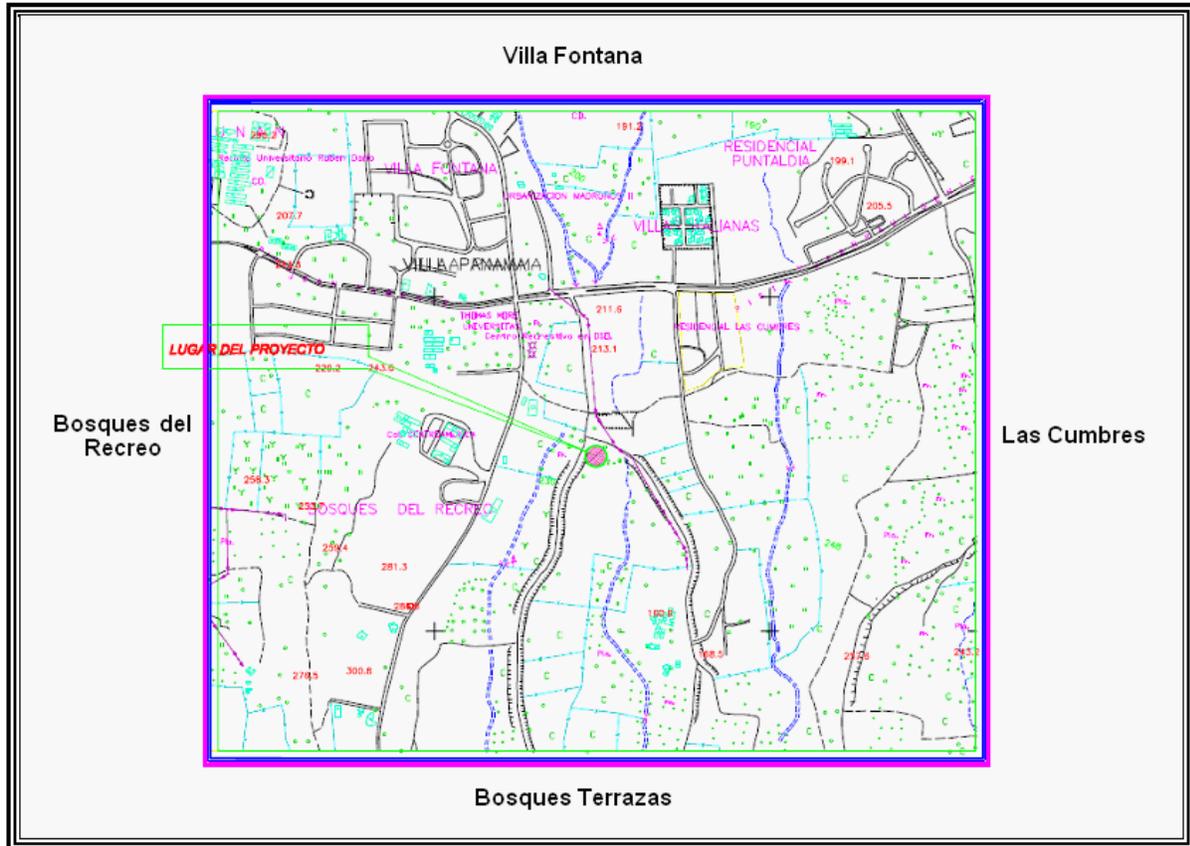


Fig.1.Plano de ubicación de la urbanización

La Urbanización se encuentra situada al sur de la ciudad de Managua, administrativamente ubicada en el distrito Numero V. de la misma municipalidad. Exactamente ubicada a 362.45m sobre el camino hacia la comarca de San Isidro de la Cruz Verde con los siguientes límites:

Norte: Villa Fontana.

Sur: Urbanización Bosques Terraza.

Este: Las Cumbres.

Oeste: Bosques del Recreo.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO.

El terreno donde está proyectada la Urbanización se encuentra situada al sur de la ciudad de Managua, administrativamente ubicada en el distrito Numero V. de la misma municipalidad. Exactamente ubicada sobre el camino hacia la comarca de San Isidro de la Cruz Verde. El Área del proyecto es de 17,337.07m² equivalente a 24,626.52Vrs².

El proyecto consiste básicamente en lotificar, trazar las calles y avenidas sustentadas con su debido diseño geométrico, el diseño de las redes: de agua potable, drenaje pluvial, distribución eléctrica y tratamiento de aguas residuales.

La Red de aguas pluviales está diseñada para recolectar las aguas de lluvia por medio de tuberías hasta un cauce que las dirige al embalse de San Isidro de la Cruz Verde a 100m de esta urbanización y de otras, de esta manera disminuyendo las inundaciones, erosión del suelo, circulación en las calles, etc.

El tratamiento de aguas residuales comprende un sistema de una Fosa séptica y un pozo de absorción para cada lote. En este diseño, la fosa séptica captara los desechos sólidos, luego estos serán removidos en forma de lodos, al darle el mantenimiento a la misma el pozo de absorción capta los líquidos provenientes de la fosa séptica. Este sistema fue diseñado por la ausencia de una colectora que pase por el sitio.

Con la realización del proyecto se generaran empleos temporales, en las diferentes etapas de la urbanización, siendo de esta manera beneficiada la población aledaña. Se elaboro un take-off con datos actuales en todas las etapas constructivas planteadas en los objetivos. Se calculo la duración y ruta critica del proyecto.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Se elaboro un estudio de impacto ambiental que garantizara el buen uso y conservación del medio ambiente aledaño al lugar de estudio.

1.3 ESTUDIOS PRELIMINARES.

1.3.1 Requerimientos para la ejecución de un proyecto de urbanización.

Trámites para el permiso de construcción.

Un proyecto urbano debe respetar y resolver las condicionantes físicas y legales del terreno, en donde se diseña la urbanización. Cabe advertir que de no haber una labor completa de investigación sobre las condiciones del terreno, se corre el riesgo de que una vez concluido el proyecto aparezca un artículo reglamentario, o una restricción que se ignora, haciendo muy costoso y laborioso dar marcha atrás para corregir los errores en que se incurrieron y rediseñar la parte del proyecto afectada por las recién descubiertas condiciones.

Para la ejecución de un proyecto de urbanización se necesita lo siguiente:

1. Presentar la constancia de uso de suelo.
 - Carta de solicitud del servicio y descripción del proyecto, planos de ubicación, planos de localización esc: 1: 1000.
 - Certificado catastral, pago de la tasa por servicios.

2. Aprobación del anteproyecto.
 - Carta de solicitud del servicio.
 - Dos juegos de planos, debidamente firmados por el diseñador y el dueño.
 - Copia de la constancia de uso de suelo.
 - Escritura pública registrada.
 - Estudio local detallado con el aval de INETER (cuando el caso lo requiera).
 - Formato de solicitud de análisis ambiental (cuando el caso lo requiera).

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

- Pago de la tasa por servicios.
3. Aprobación del proyecto definitivo.
- Carta de solicitud del servicio.
 - Tres juegos de planos contractivos con la firma del dueño y profesionales con licencia del MTI
 - Pago de la tasa por servicios.
 - Fotocopia de licencia (que otorga la DGB) del ingeniero eléctrico.
4. Permiso de construcción.
- Pago de impuestos por construcción (1.1% del valor total de la obra).
 - Pago de la tasa por supervisión.
 - Solvencia municipal del dueño y del constructor (valido para tramite de construcción).
 - Licencia de operación del MTI.
 - Matricula de la Alcaldía, de la empresa constructora.
 - Firma del constructor de los planos.

Para todo pago a efectuar en cajas, se deberá presentar el numero RUC y/o numero de cedula de identidad del dueño del proyecto.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

2.1 URBANIZACION.

Una urbanización es un conjunto de construcciones situadas generalmente en un antiguo medio rural adyacente a otras poblaciones.

Los terrenos urbanizables sobre los que se va a asentar una urbanización, se dividen en polígonos, éstos en manzanas urbanas, las cuales deben estar delimitadas por caminos o calles y estas manzanas estarán compuestas por una o más parcelas que tendrán siempre acceso a una calle.

Las parcelas podrán poseer una edificación privada o pública, con servicio de electricidad, agua potable, alcantarillado, recogida de basura, como mínimo y línea de teléfono, correos y transporte urbano si es posible. Entre las diversas manzanas es obligatorio reservar zonas de parques y jardines de uso público.

En la realización de este proyecto consideré como necesarios los siguientes estudios.

- Plan de distribución.
- Sistema de circulación.
- Plan de edificación.
- Levantamiento topográfico.
- Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Tratamiento de aguas residuales.
 - Fosas Sépticas.
 - Pozos de Absorción.
- Diseño vial.
- Estudio de Suelos*.
- Sistema de drenaje (pluvial).
- Diseño de Red de Distribución Eléctrica.
- Estudio de Impacto Ambiental.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

* Ver Anexos

2.2 PLAN DE DISTRIBUCION.

Los estudios preliminares practicados dan al proyectista una idea general de cómo realizar la confección del plano de distribución, y con la ayuda del plano topográfico el podrá proyectar su arquitectura urbana conforme a los requerimientos técnicos y económicos.

Antes de iniciar la labor de proyectar deben consultarse las especificaciones municipales, o de otro orden, que sean necesarias de consideración. Estas consideraciones son por lo general de carácter técnico y las directivas económicas están subordinadas al cumplimiento de estas normas.

El estudio del plan de distribución estará basado en el estudio de diversas zonas que lo forman, por ser ella la base de todas las consideraciones.

2.2.1 Subdivisión de tierras.

La irrestricta subdivisión de tierras redundo en perjuicio del plan físico, de las finanzas y del desenvolvimiento general de la urbanización.

La incorrecta subdivisión afecta el plan físico, dando como resultado malos sistemas de calles, lotes y manzanas de forma y dimensiones inadecuadas, e impropia distribución de espacios abiertos.

La topografía influencia la subdivisión y cuando se descuida se tienen lotes con pendientes impropias, de acceso imposible o de elevación tan baja que no permiten ser llevadas las evacuaciones domiciliarias a las redes sanitarias urbanas.

El efecto económico de mala subdivisión se desprende de las mismas consideraciones físicas, pues los problemas sanitarios o de distribución ocasionan mayores gastos en su solución y uno de los resultados es la expropiación.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Por estas razones se hace necesario la legislación y control de la subdivisión de tierras, y para esto se han creado las ordenanzas y leyes municipales.

Los terrenos urbanizables sobre los que se va a asentar una urbanización, se dividen en polígonos, éstos en manzanas urbanas, las cuales deben estar delimitadas por caminos o calles y estas manzanas estarán compuestas por una o más parcelas que tendrán siempre acceso a una calle. Las parcelas podrán poseer una edificación privada o pública, con servicio de electricidad, agua potable, alcantarillado, recogida de basura, como mínimo y línea de teléfono, correos y transporte urbano si es posible. Entre las diversas manzanas es obligatorio reservar zonas de parques y jardines de uso público.

Para asegurar un adecuado desenvolvimiento físico del área a urbanizar, se requiere que el plan de subdivisión este conforme a normas adecuadas en los siguientes aspectos: Localización de calles, forma y dimensión de las manzanas y lotes, áreas de uso público. Los porcentajes de las distintas áreas serán:

- Calles..... 25 - 30%
- Áreas verdes..... 8 - 10%
- Centros Urbanos..... 5 - 8%
- Área para Construir..... 50 - 60%

Centros Urbanos. Con este nombre se designan las áreas reservadas para la construcción de edificios, que por su importancia social, son ubicados en el centro de las ciudades y unidades vecinales. Comprenden las áreas destinadas para iglesia, escuela, teatro, comunicaciones, seguridad pública y edificios de gobierno.

La relación de la superficie total a la superficie edificable, da una idea de aprovechamiento económico del terreno.

2.2.2 Planeamiento de zonas.

Toda ciudad consta de diversas zonas propias que le son características. La influencia de cada una de ellas en el desenvolvimiento de la ciudad determinara su importancia en el planeamiento urbano.

Por su carácter, las zonas se clasifican en:

- Zona residencial.
- Zona Comercial.
- Zona Industrial.
- Zonas recreativas.

2.3 SISTEMAS DE CIRCULACION

En el planeamiento urbano, primero se establecerán las áreas que ocuparan las distintas zonas, y después se proyecta en ellas un racional sistema de calles para suplir las necesidades del problema de transito. Las calles son de gran importancia en el desarrollo de un plan urbanístico y son ellas las que caracterizan el diseño.

2.3.1 Localización de calles.

La localización de las calles es de importancia básica en el plan de distribución, pues son ellas las que darán las formas y dimensiones a los boques o manzanas y facilitaran la circulación necesaria. En la localización deben considerarse factores como la orientación, topografía, dimensión y forma de los bloques.

De la orientación de las calles dependerá la buena o mala orientación de las casas de vivienda y de más construcciones urbanas. El problema es distinto según la latitud del lugar. En climas templados es deseable la orientación norte sur, pues de esta manera se tendrá asoleamiento de las fachadas al oriente por la mañana y de las fachadas al poniente por la tarde. En cambio, en los países de clima tropical, como en el nuestro es deseable la orientación cruzada NE- SO y NO-SE, porque con esto se evita el asoleamiento que es deseable en climas templados, el cual debido a la poca oblicuidad de los rayos solares, no lo es para los climas tropicales. Aunque se comprende la influencia de la orientación en la localización de las calles no debe sobreestimarse su importancia y deberá considerarse también la topografía del terreno. El sistema de calle es planeado después de realizar los estudios relacionados con la altura de edificios, transito probable y proporciones de manzanas y lotes.

Manzanas y lotes. Toda urbanización esta fraccionada en manzanas o bloques, de los cuales se obtendrán por subdivisión los lotes de viviendas. En los trazados de calles cortándose en ángulos rectos se obtendrán manzanas rectangulares o cuadradas.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

La dimensión ideal para el área del terreno de una casa de residencia está influenciada por el clima, la economía y el modo de vida de la comunidad. Para nuestro clima tropical es deseable un lote de regular dimensión que asegure la posibilidad de un jardín que refresque el ambiente.

El aumento de la densidad de población de las ciudades ha creado el sistema de lotes de poco ancho y de grandes largos, los cuales desde el punto de vista higiénico y urbanístico son indeseables.

La forma más eficiente para los lotes, es rectangular, pero no siempre es posible y deseable tal forma para todos ellos y por otra parte no debe olvidarse la finalidad estética de la urbanización.

Clasificación de las calles. Las calles por su situación, trazado y ancho se clasifican en calles principales, secundarias y pasajes.

Las calles principales deben de tener un ancho mínimo de nueve metros entre cordones, deben ser rectas y largas o con curvas de gran radio. Estas calles son características en las zonas comerciales y centros urbanos. En el planeamiento de colonias ellas se ubican atravesando el área y rodeándolas.

Las calles secundarias forman el sistema de circulación interna de las zonas residenciales y su ancho varia de seis o nueve.

Plazas. Las plazas forman parte del sistema de circulación, teniendo además otras finalidades. Su presencia es necesaria en la vida social. Las plazas forman conjunto con las iglesias, edificios públicos y centros urbanos en general. Las plazas de carácter monumental tienen por objeto crear visuales que permitan apreciar plenamente en efecto arquitectónico de los grandes edificios los cual suele alcanzarse dejando frente a ellos grandes espacios libres.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Aceras. Las aceras son provistas para la circulación de peatones. Se separan de la calzada por cintas de concreto dando lugar a la formación de cunetas de desagüe el ancho de las aceras y su ornamentación varía según su carácter. Para calles principales tendrán un ancho de 2.5 metros o más, en calles secundarias el ancho será de 2 a 2.5 m. y en los pasajes o callejuelas pavimentadas será de 1.5 m. Pudiendo faltar en los pasajes para peatones, los cuales son entonces engramados.

Cruces y bocacalles. Los cruces son preferibles en ángulo recto, pues con ellos se obtienen lotes de esquinas de forma favorable y una mayor seguridad para la circulación de vehículos.

2.4 PLAN DE EDIFICACION

Debe ser enfatizada la importancia de las construcciones en el desarrollo del planeamiento urbano. Su distribución, carácter y densidad son factores importantes en la *preparación* del planeamiento. Otros factores que deben ser considerados como correlativos, son: sistemas de calles, líneas de construcción y espacios abiertos.



Fig. 2 Ej. Factores a considerar en una Urb.

En las ciudades carentes de planeamiento, la población se ha distribuido, según el desarrollo alcanzado por las distintas zonas. En la actualidad, la población es distribuida al realizar el planeamiento. Con la delineación de las zonas, que son propias de las ciudades, la población se distribuye en forma más racional.

Las características propias de cada población, deben ser estudiadas y consideradas en el planeamiento. La distribución de las construcciones se hará conjuntamente con el planeamiento del sistema de circulación.

En las zonas de residencias, la consideración estética de distribución es distinta y la densidad de construcción es bastante menor en las zonas comerciales. La construcción de viviendas tienden a extenderse sobre el terreno y la orientación es objeto de mas estudio.

En las zonas comerciales, las construcciones formaran masas compactas y altas para aprovechar el área.

En las zonas industriales, las poblaciones podrán ser altas o de poca altura y la distribución es particular, según la clase de industria.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Altura de los Edificios. La distancia entre líneas de construcción limita la altura de edificios y cuando se desea alcanzar alturas mayores que las permitidas por el ancho de las calles, se recurre a las fachadas escalonadas.

Cuando las construcciones constan de ambos pisos, ellos no son del mismo alto. La planta será de 5m, el primer piso de 4 o 3m y los siguientes serán de 3 metros.

Todas las consideraciones son legisladas en los reglamentos de la construcción.

Porcentaje de área edificable. En los proyectos de urbanización el área aprovechable para la construcción de edificios es alrededor del 60% de los cuales un 5 a 8% corresponde a los centros urbanos, quedando el resto para calles y áreas verdes. En las zonas comerciales, los lotes son totalmente construidos; no así en las zonas de residencias, donde se considera una parte del área para patios y jardines. El porcentaje de aprovechamiento constructivo de los lotes de zonas residenciales varía entre el 70 y el 85%.

En el planeamiento de colonias el plan de edificación varía según el carácter de sus construcciones. En las colonias para obreros, donde se desea el mayor número posible de las casas de vivienda, la densidad de construcción es alta y el área de cada lote es la mínima para que en ella pueda construirse una casa modesta, que sea higiénica y confortable. En cambio en las colonias de tipo residencial, la finalidad estética en las construcciones es principal y las casas de vivienda se extienden, ocupando lotes más grandes.

Extensión del planeamiento urbano. Después de estudiar el proceso de planeamiento en la región urbana, conviene analizar el problema general que envuelve. Existen necesidades físicas que requieren la extensión del plan de la ciudad a sus alrededores.

2.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.

Curvas de Nivel: Es una línea imaginaria de elevación constante en la superficie del terreno con respecto a una superficie de referencia, se le puede considerar como a la traza que se forma por la intercepción de una superficie de nivel con la superficie del terreno.



Fig. 3 Operario usando instrumento de nivelación.

2.5.1 Características.

1. Todos los puntos de una curva de nivel tiene la misma elevación con respecto a una superficie de referencia.
2. Todas las curvas de nivel se cierran sobre si misma dentro o fuera de los límites del plano de la curva no se cierra dentro de los límites del plano llegara hasta el borde del mismo.
3. Una curva se cierra dentro de los límites del plano indicando una elevación o una depresión en las elevaciones de las curvas de nivel aumentan su valor hasta el centro, en las depresiones disminuyen su valor hasta el centro.
4. Como las curvas de nivel representan diferentes elevaciones del terreno no pueden unirse o cruzarse entre sí en el plano excepto en los raros caso s en que se tengan superficies horizontales como en el caso de un risco colgante o los estribos de un puente.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

5. Las curvas de nivel nunca se dividen o se ramifican tal situación se presenta en los casos de los farallones donde da la impresión de que se bifurca a ambos lados del farallón, no siendo así, ya que se trata de distintas curvas de nivel separadas verticalmente unas de otras.
6. En una superficie plana no horizontal las curvas de nivel son curvas rectas y paralelas.
7. Las curvas de nivel se encuentran espaciadas a iguales distancias.
8. Las curvas de nivel tienden a unirse a medida que la pendiente es más fuerte y tiende a separarse a medida que la pendiente es más suave.
9. Las curvas se cruzan convexas con relación a la dirección de las pendientes vaguadas, esto ocurre cuando las curvas de mayor cota envuelven a las de menor cota.
10. Las curvas de nivel se cruzan cóncavas a la dirección de las pendientes de las divisorias, esto ocurre cuando las curvas de menor cota envuelven a las de mayor cota.
11. Las presiones situadas entre elevaciones se denominan sillas o pasos.
12. Una sola curva de nivel no puede estar entre dos curvas de nivel de elevación mayor o menor que esta.

2.5.1.1 Método de Curvas de Nivel:

Indica en forma directa y cuantitativa las elevaciones de cualquier punto del terreno, es el método que más se utiliza y es de necesario conocimiento para el ingeniero civil en cualquiera de sus especialidades, ya que todos los gráficos están elaborados siguiendo esos principios y es precisamente sobre ellos donde se basa el ingeniero para proyectar los emplazamientos de las construcciones.

2.5.2 Determinación de Curvas de Nivel:

Para poder trazar las curvas de nivel sobre un mapa o plano topográfico es necesario determinar en el terreno las elevaciones de una serie de puntos y sus posiciones relativas dentro del área que se desea levantar. Los métodos del levantamiento pueden dividirse en dos clases:

➤ *Métodos Directos:*

- Con nivel de trípode.
- Con nivel de mano.

➤ *Métodos Indirectos:*

- Cuadrícula.
- Perfil Longitudinal.
- Elevaciones Aisladas.

2.5.3 Aplicaciones de las curvas de nivel:

1. Determinación de perfil longitudinal y secciones transversales.
2. Determinación de Cuencas Topográficas.
3. Movimiento de Tierras.
4. Determinación de líneas con pendiente uniforme.

2.6 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Las redes abiertas son sistemas de tuberías que se interconectan unas con otras sin llegar a formar circuitos. Están constituidas por extremos, nudos y tramos.

Los extremos de las redes abiertas pueden ser tanques abiertos, descargas a la atmósfera o nudos. En los tanques abiertos, generalmente denotados con letras mayúsculas (A, B y C) la energía total para puntos ubicados en la superficie libre del fluido es igual a la energía potencial (Z), es decir, las cargas de energía cinética ($V^2 / 2g$) y de presión (p / γ) son iguales a cero; en las descargas a la atmósfera, la energía total es la suma de la energía potencial y carga de velocidad. Los extremos del tipo nudo, indican que el sistema de tuberías se sigue ramificando, pero que para el análisis se considerara hasta el propio nudo; en este caso la energía total se calcula sumando la energía potencial, la energía cinética y la carga de presión. Los nudos internos denotados con letras minúsculas (i e j), son los puntos conectores de tres o más tramos de tubería.

En una red abierta, se debe cumplir la ecuación de la energía aplicada entre los extremos, así como la ecuación de continuidad en los nudos internos. En estas últimas, se adopta un signo a los gastos que entran al nudo y signo contrario a los que salen de él, para que se cumpla que la suma de los gastos sea igual a cero. Un problema clásico en la teoría de redes abierta lo presenta la red abierta unitaria, la cual consta de un solo nudo interno y tres o más extremos que pueden ser tanques, nudos externos o descargas. Tiene importantes aplicaciones en la agronomía, sistemas de riego, sistemas de agua potable, instalaciones en edificios, viviendas, etc.

2.6.1 Dotaciones y Demanda de agua para consumo

Para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas se

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

recomienda usar los valores de consumo medio diario contenido en la tabla 2. para el diseño del sistemas de agua potable.

TABLA 1. DOTACIÓN DE AGUA

| Rango de población | | Dotación | |
|--------------------|---------------|------------|------------|
| | | gl/hab/día | lt/hab/día |
| 0- | 5.000 | 20 | 75 |
| 5.000- | 10.000 | 25 | 95 |
| 10.000- | 15.000 | 30 | 113 |
| 15.000- | 20.000 | 35 | 132 |
| 20.000- | 30.000 | 40 | 151 |
| 30.000- | 50.000 | 45 | 170 |
| 50.000 | 100.000 y más | 50 | 189 |

* Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Agua (ENACAL).

2.6.1 Agua para Incendios

La cantidad de agua que todo acueducto debe tener disponible para combatir la eventualidad del incendio, estará adecuada a la capacidad del sistema y al rango de la población proyectada.

Cuando en las localidades consideradas existan o estén en proyectos la instalación de: industrias, fabricas, centros comerciales, etc., a estos se les deberá diseñar su propio sistema de protección contra incendios, contando cada uno de ellos con: tanques de almacenamiento, equipos de bombeo, redes internas de protección, etc., independientes al sistema de distribución de agua potable de la ciudad.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

TABLA 2. CAUDALES CONTRA INCENDIO.

| Rango de Población | | Caudales | | Caudales por toma |
|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--|
| De | A | gpm | gpm | gpm (lt) |
| 0 | 5000 | No se considera | | |
| 5000 | 10000 | 80 (5) | 200 (13) | 1 toma de 150 (9) |
| 10000 | 15000 | 200 (13) | 550 (35) | 1 toma de 250 (16) |
| 15000 | 20000 | 350 (22) | 550 (35) | 2 tomas de 250 c/u (16) |
| 20000 | 30000 | 550 (35) | 1000 (63) | 3 tomas de 250 c/u (16) |
| 30000 | 50000 | 1000 (63) | 1500 (95) | 2 tomas de 500 c/u (31) |
| 50000 | 100000 y más | 1500 y más (95) | | 3 tomas de 500 c/u (31) de acuerdo a la importancia del lugar. |

* Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Agua (ENACAL).

Factores de Máximas Demandas

Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de la demanda promedio diario de la manera siguiente:

1. Demanda del máximo día

Será igual al 130% de la demanda promedio diaria para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el (130%-150%).

2. Demanda de la hora máxima

Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio y para las localidades para el resto del país, será igual al 250% del mismo día.

Pérdidas en el sistema

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

desperdicio en el sistema. Dentro del proceso rediseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijara en un 20%.

2.6.3 Diseño hidráulico de los sistemas de conducción y distribución del agua

Red de distribución

En el diseño de la red de distribución, se requiere del buen criterio del Proyectista, sobre todo en aquellas localidades o ciudades en las que no se tienen planes reguladores del desarrollo de las mismas, que permitan visualizar el desarrollo de la ciudad al final del período de diseño.

Funciones de la red de distribución.

El o los sistemas de distribución tienen las siguientes funciones principales que cumplir:

1. Suministrar el agua potable suficiente a los diferentes consumidores en forma sanitariamente segura.
2. Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.

2.6.4 Parámetros de diseños

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (coeficientes de flujo, velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías).

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

TABLA 3. COEFICIENTE DE CAPACIDAD HIDRÁULICA (C) EN LA FÓRMULA DE HAZZEN WILLIAMS.

| Material del Conducto | Edad | |
|--|--------|-----------|
| | Nuevos | Inciertos |
| | C | C |
| Cloruro de polivinilo (PVC) | 150 | 130 |
| Asbesto cemento | 140 | 130 |
| Hierro fundido cubierto (interior y exteriormente) | 130 | 100 |
| Hierro fundido revestido de cemento o esmalte o bituminoso | 130 | 100 |
| Hierro "dúctil" | 130 | 100 |
| Tubería de hormigón | 130 | 120 |
| Duelos de madera | 120 | 120 |

*Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Agua (ENACAL).

Velocidades permisibles. Se permitirán velocidades de flujo de 0.6 m/s a 2.00 m/s.

Presiones mínimas y máximas. La presión mínima residual en la red principal será de 14.00m; la carga estática máxima será de 50.00m. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00m. Cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

Diámetro mínimo. El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (3.75 mm) en longitudes no superiores a los 100.00m.

Cobertura sobre tuberías. En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70m.

Resistencia de la tubería y su material. Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico. La sobre presión por golpe de ariete se calculará con la teoría de JOUKOWSKI, u otra similar como también por fórmulas y monogramas recomendadas por los fabricantes.

2.6.5 Hidráulica del acueducto

El análisis hidráulico de la red y de las líneas de conducción, permitirá dimensionar los conductos de las nuevas redes de distribución, así como los conductos de los refuerzos de las futuras expansiones de las redes existentes. La selección del diámetro es también un problema de orden económico, ya que si los diámetros son grandes, elevará el costo de la red y las bajas velocidades provocarán frecuentes problemas de depósitos y sedimentación, pero si es reducido puede dar origen a pérdidas de cargas elevadas, y altas velocidades.

El análisis hidráulico presupone, también la familiaridad con los procesos de cálculos hidráulicos. Los métodos utilizados de análisis son:

1. Seccionamiento.
2. Método de relajamiento o de pruebas y errores de Hardy Cross (balance de las cargas por correcciones de los flujos supuestos y el balanceo de los flujos por correcciones de las cargas supuestas).
3. Método de los tubos equivalentes.
4. Análisis mediante computadores.

Para el análisis de una red deben considerarse los aspectos de red abierta y el de malla cerrada. En el caso de red abierta puede usarse:

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

El método de la gradiente piezométrica y caudal. Usando la fórmula de *Hazen-Williams* u otras similares.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.54Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

Ec.1.

Donde:

Q= metros/cúbicos por segundo o Q= GPM

D= diámetro en metros D= pulgada

L= longitud en metros L= metros

S= pérdida de carga m/m S= pérdidas de carga m/m.

En el análisis hidráulico de la red deberá también tomarse en cuenta el tipo de sistema de suministro de agua ya sea por gravedad o por impulsión del agua.

2.6.6 Sistema por gravedad

El diseño de la red de distribución se hará para tres condiciones de operación.

Consumo de la máxima hora: Para el año último del período de diseño. En esta condición se asume una distribución razonada de la demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución, pudiendo el caudal demandado llegar bajo dos condiciones según sea el caso:

1. El 100% del caudal demandado llegará por medio de la línea de conducción, fuente o planta de tratamiento, siempre y cuando no se contemple tanque de almacenamiento.
2. El caudal demandado llegará por dos puntos, la demanda máxima diaria por la línea de conducción y el resto aportado por el tanque de abastecimiento para completar la demanda máxima horaria.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Consumo coincidente: Ese caudal corresponde a la demanda máxima diaria más la demanda de incendio ubicado en uno o varios puntos de la red de distribución.

Demanda cero: En esta condición se analizan las máximas presiones en la red.

Análisis y/o Balanceo de las Redes.

1. *Caso de Red Abierta.*
2. *Caso de la red compuesta por circuitos o mallas.*

Para el caso de la Red Abierta:

Podrá analizarse en base al siguiente procedimiento:

- Definir los caudales (gastos) de cálculo por cada área tributaria y para cada una de las condiciones de trabajo.
- Determinarse las longitudes de los tramos y las elevaciones de cada uno de los puntos de intersección.
- Calcúlese la gradiente hidráulica promedio disponible o resistencia por fricción, dependiendo esto de:
 - La presión que debe de mantenerse en el sistema, en especial la mínima sobre el punto crítico.
 - Las velocidades permisibles en las tuberías. La gradiente hidráulica puede estar entre el 1 y 7%.
- Calcúlese la capacidad de los tramos entre los puntos de intersección sumando siempre a partir del punto más alejado y hacia el tanque de distribución.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

- Con la gradiente disponible y con la sumatoria de los caudales de los tramos, se selecciona el diámetro para cada uno y se revisan después tanto las velocidades como las presiones residuales.

2.6.7 Accesorios y Obras complementarias de la red de distribución.

Válvulas de pase. Deberán espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas.

Serán instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales.

Válvulas de limpieza. Estos dispositivos que permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas.

Válvulas reductoras de presión y cajas rompe presión. Deberán diseñarse siempre y cuando las condiciones topográficas de la localidad así lo exijan.

Localización de hidrantes. Los hidrantes son piezas especiales que deberán localizarse preferentemente en las líneas matrices de las redes de distribución. Tomando en cuenta su función específica, se fijará su capacidad en función a la naturaleza de las áreas a las que deberán prestar su protección.

En zonas residenciales, unifamiliares con viviendas aisladas, deberán colocarse a 200 metros de separación y su capacidad de descarga será de 160GPM (10 L/s). También se respetará esta misma distancia de separación, en áreas residenciales, comerciales, mixtas o de construcciones unifamiliares continuas. En este caso, su capacidad de descarga será de 250gpm (15.77 L/s). Se recomienda que los hidrantes sean de 4" (100mm) de diámetro, provistos de dos bocas de incendios de 2 1/2" (62.5mm) de diámetro con roscas "NATIONAL STANDARD".

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Conexiones domiciliarias. El diámetro mínimo de cada conexión será de ½” (12.5mm). Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

Anclajes. Es obligado el uso de los anclajes de concretos siempre en cada uno de los accesorios de la red. El diseño de los mismos será realizado para soportar las fuerzas internas producidas por la presión del agua dentro de la red.

2.6.8 Líneas de conducción.

Se definirá como “Línea de conducción” a la parte del sistema constituida por el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación, hasta un punto que bien puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora, o la red de distribución. Su capacidad se calculará con el caudal del gasto máximo diario o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio.

Ubicación. Se usarán planos topográficos para definir su ubicación. También será necesario en algunos casos determinar las características geológicas de los suelos y subsuelos.

Trazado. En la selección del trazado de la línea de conducción deben considerarse los siguientes factores:

1. Que la conducción sea por gravedad siempre que sea posible.
2. Que sea cerrada y a presión.
3. Que el trazado de la línea sea lo más directo posible desde la fuente a la red de distribución.
4. Evitar que la línea atraviese por terrenos extremadamente difíciles o inaccesibles.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

5. Que esté siempre por debajo de la línea piezométrica un mínimo de 5 metros, y a la vez que se eviten presiones mayores de los 50 metros.
6. Evitar que la línea pase por zonas de probables deslizamientos o inundaciones.
7. Para proteger la tubería en el caso de paso obligado bajo carreteras, ríos, etc., efectuar obras de protección de la tubería.

Clases de líneas de conducción

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción:

- Conducción por gravedad
- Conducción por bombeo.

Velocidades de diseño

1. Para líneas por bombeo, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s. Se determinara el diámetro más conveniente de la tubería mediante el análisis económico correspondiente.
2. Cuando haya suficiente altura de carga o energía de posición, pueden utilizarse las siguientes velocidades máximas para evitar la erosión.

**Tabla 4.
Velocidades Máximas para diferentes tipos de tuberías.**

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

| Tipo de Tubería | Velocidad Maxima mt/s |
|--|----------------------------------|
| De concreto simple hasta 18" de diámetro | 3.0 |
| De concreto reforzado | 3.0 |
| De acero sin revestimiento | 5.0 |
| De acero con revestimiento | 5.0 |
| De polietileno de alta densidad | 5.0 |
| De P.V.C (cloruro de polivinilo) | 5.0 |
| De asbesto cemento | 4.0 |
| Túneles sin revestimiento | 2.0 |

* Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Agua (ENACAL).

Material de las tuberías.

En la selección de los materiales para tuberías, deben tenerse en cuenta los factores siguientes:

- Resistencia contra la corrosión.
- Resistencia contra las cargas, tanto externas como internas.
- Características hidráulicas.
- Condiciones de instalación y del terreno.
- Condiciones económicas.
- Resistencia contra la tuberculización y la incrustación.
- Protección contra el golpe de ariete.

2.6.9 VALORACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

Se realizó un aforo insitu para medir las presiones manométricas del sistema donde está el toma que será ocupado, para el servicio de agua potable. Se obtuvieron valores entre 19.58mca y 48.95mca, siendo este el de valor medido más alto. Estos

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

valores indican que la presión de servicio es aceptable, no produciendo daños en los accesorios y tuberías domiciliarias.

Las presiones medidas que resultaron de dicho aforo el día sábado 10 y domingo 11 de enero de 2009, son los siguientes:

Tabla 5.
PRESIONES RESULTADAS DEL AFORO

| Sábado 10 de enero | | Domingo 11 de enero | |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Hora | Lectura Manométrica | Hora | Lectura Manométrica |
| 10:00am | 70 PSI | 4:00am | 70 PSI |
| 11:00am | 65 PSI | 5:00am | 70 PSI |
| 12:00pm | 50 PSI | 6:00am | 65 PSI |
| 1:00pm | 50 PSI | 7:00am | 65 PSI |
| 2:00pm | 45 PSI | 8:00am | 50 PSI |
| 3:00pm | 40 PSI | 9:00am | 45 PSI |
| 4:00pm | 30 PSI | 10:00am | 40 PSI |
| 5:00pm | 28 PSI | 11:00am | 35 PSI |
| 6:00pm | 28 PSI | 12:00pm | 28 PSI |
| 7:00pm | 28 PSI | 1:00pm | 30 PSI |
| 8:00pm | 28 PSI | 2:00pm | 35 PSI |
| 9:00pm | 29 PSI | 3:00pm | 45 PSI |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

| | | | |
|---------|--------|---------|--------|
| 10:00pm | 35 PSI | 4:00pm | 50 PSI |
| 11:00pm | 36 PSI | 5:00pm | 50 PSI |
| 12:00am | 55 PSI | 6:00pm | 48 PSI |
| | | 7:00pm | 48 PSI |
| | | 8:00pm | 45 PSI |
| | | 9:00pm | 45 PSI |
| | | 10:00pm | 40 PSI |

Fuente: ENACAL

2.7 TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

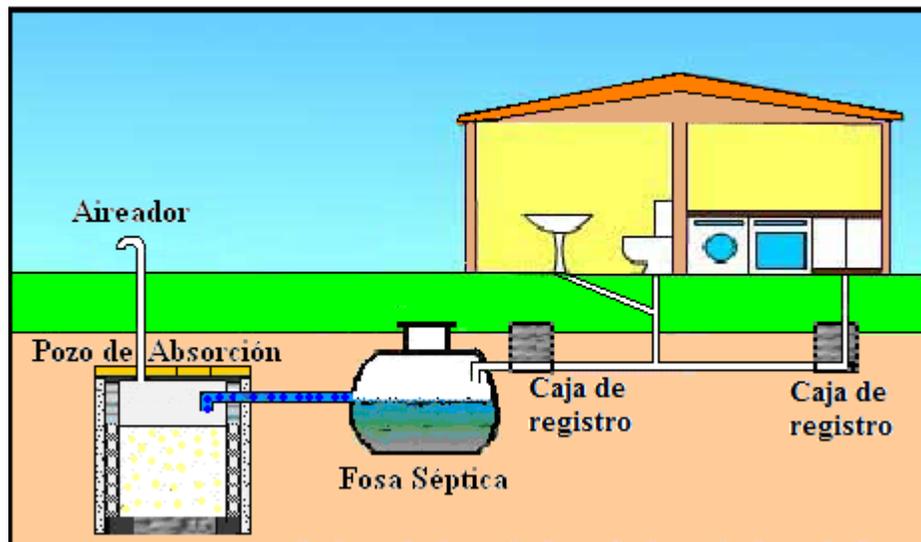


Fig. 4. Sistema de tratamiento de Aguas Residuales.

Fuente: Propia

Los desechos líquidos son los provenientes del fregadero de la cocina, lavandería, duchas, lavamanos y sanitarios y están constituidos básicamente de agua y partículas pequeñas de sólidos que se disuelven o se mezclan. Incluyen residuos de

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

comidas y bebidas, grasas, colorantes detergentes, materia fecal y otros líquidos que son depositados en alguno de los lugares mencionados. También son llamadas aguas servidas.

Es muy importante no mezclar los desechos líquidos con las aguas pluviales (aguas llovidas), ya que el volumen aumenta varias veces desgastando las tuberías y encareciendo el tratamiento. Las aguas pluviales no mezcladas con las servidas no requieren tratamiento alguno para disponerlas en un cuerpo receptor (río o mar).

La fosa séptica y el sistema de pozo de absorción es el método más económico disponible para tratar las aguas negras residenciales. Pero para que pueda funcionar apropiadamente, debe escoger el sistema séptico adecuado para el tamaño de la familia del tipo de suelo, al espacio disponible y debe dársele un mantenimiento periódico calculado por el profesional que diseña el sistema, dichos cálculos de la frecuencia de limpieza son útiles al propietario para establecer un cronograma razonable de mantenimiento del tanque séptico.

Este tipo de sistema de tratamiento de aguas negras tiene tres componentes:

1. Trampa de grasas (se instala solo cuando hay grasas en gran cantidad).
2. Tanque Séptico (Separa las partes sólidas del agua servida por un proceso de sedimentación simple), Caja de distribución (Disminuye el agua de la anterior unidad); sedimenta los lodos y estabiliza la materia orgánica mediante la acción de bacterias anaerobias.
3. Campo de oxidación o infiltración (se oxida el agua servida y elimina por infiltración) y/o Pozos de absorción (pueden subsistir o ser complementarios del anterior); las aguas se oxidan y se eliminan por infiltración en el suelo.

2.7.1 FOSA SEPTICA

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Definición: Unidad de sedimentación y digestión generalmente cerrada de escurrimiento general continuo, con velocidad y tiempo de permanencia que pueda permitir la sedimentación en el fondo de las materias en suspensión anaerobia se transforman en sustancias mineralizadas, líquidas y gaseosas, donde se les da un tratamiento primario.

El origen de la fosa séptica se remonta al año 1860, gracias a los primeros trabajos de Jean-Louis Mourais. Su aplicación está muy extendida por todo el mundo.

Existen tres tipos principales de fosas sépticas para el tratamiento de aguas negras en sistemas individuales:

1. Fosas sépticas de concreto, estas son las más comunes.
2. Fosas de Resinas de poliéster reforzados de fibra de vidrio, las que cada vez se usan más ya que son fáciles de llevar a los lugares “de acceso difícil”, por ser livianas.
3. Fosas plásticas y/o de polietileno, las que se venden en muchos tamaños y figuras diferentes, estas fosas son livianas, de una sola unidad y pueden llevarse a los lugares de acceso difícil.

2.7.1.1 FUNCIONAMIENTO DE UNA FOSA SÉPTICA.

Los sólidos sedimentables presentes en el agua residual afluyente al tanque sedimentan formando una capa de fango en la parte inferior del tanque. Las grasas y demás materiales ligeros ascienden a la superficie dando lugar a una capa de espumas formada por la acumulación de materia flotante.

El agua residual decantada y libre de sólidos en suspensión que se encuentra entre las capas de fango y espuma, fluye hacia la superficie de drenaje. La materia orgánica que queda retenida en la parte inferior del tanque sufre un proceso de

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

descomposición anaeróbica y facultativa y se convierte en gases: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Sulfuro de Hidrógeno (H₂S).

A pesar de que en la fosas sépticas se genera sulfuro de hidrógeno no existen olores, debido a que el (SH₂) se combina con los metales presentes en los sólidos sedimentados dando lugar a la formación de sulfuros metálicos insolubles, si se producen olores es un síntoma de que se ha perdido el equilibrio biológico de la biomasa que trabaja en ella en beneficio de las bacterias acidófilas que producen excesivos sulfuros de hidrógeno e impiden la degradación natural. En este caso es necesario aplicar un activador biológico, ya que en esas condiciones la fosa o el pozo no trabajan y la materia orgánica se acumula “pero no se convierte en gases” con el consiguiente llenado rápido y pérdida de drenaje al ir todos los sólidos a la zona de filtrado produciendo una costra e impidiendo el drenaje, la filtración de líquidos al terreno.

Aunque la descomposición anaeróbica y facultativa, reduce permanentemente el volumen de la materia sólida acumulada en el fondo del tanque, siempre existe una acumulación neta de fango que conviene mantener siempre y cuando no reduzca la capacidad volumétrica excesivamente ya que son esos fangos los que teniendo una actividad biológica muy alta nos van a reducir la carga y degradar los sólidos.

2.7.1.2 FOSAS SÉPTICAS PREFABRICADAS

Las Fosas o tanques sépticos de bloques o concreto prefabricado para el tratamiento de las aguas negras en su vivienda son obsoletos, según AMANCO; Como una solución innovadora, introdujo al mercado una nueva fosa séptica la cual brinda una solución completa al sistema de drenaje de las casas de habitación que permite tener un ahorro en la instalación y la mano de obra.



Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Estas fosas sépticas están listas para utilizarse ya que cuentan con su kit de instalación, por lo que únicamente se deben conectar a tuberías las cuales están fabricadas en polietileno, nos dan la ventaja de ser completamente inertes y no son atacados con aguas acidas o alcalinas, no se pudren ni sufren corrosión.

Fig.5 Tanque séptico de

polietileno, AMANCO.

Dentro de las características de la fosa séptica de AMANCO, podemos mencionar que está fabricada de una sola pieza reforzada, cuenta con una tapa de cierre rápido, es liviana, sus empaques en la entrada y salida hacen que su instalación sea rápida, eficiente y completamente hermética.

Es importante mencionar que los sistemas de fosas sépticas tienen capacidad para hacer un tratamiento parcial de las aguas residuales, por esta razón, el efluente no posee características físico-químicas para ser descargado directamente a un cuerpo receptor (quebrada o río con caudal permanente), de ahí la importancia del campo de infiltración o pozos de absorción para proporcionar un tratamiento adicional a las aguas negras.

2.7.1.3 PASOS PARA INSTALACIÓN

Al ser una solución prefabricada, el proceso de instalación es más rápido en comparación a los sistemas tradicionales generando un ahorro en mano de obra y materiales. Al momento de colocar la fosa séptica de AMANCO se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- No se debe instalar en terrenos pantanosos ni en rellenos mezclados, sujetos a inundaciones o con niveles freáticos altos. El nivel freático deberá estar a una profundidad mayor de 1.50 metros medidos desde la tapa de fosa.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

- Seleccione un suelo o piso firme y plano para la ubicación del tanque y realice una excavación de 2.5mx1.70m como mínimo, con una profundidad máxima de 1.50m.
- Ajuste el nivel del fondo de la excavación de modo que la tubería de entrada coincida con la prevista del tanque.
- Verifique el sentido de flujo para instalar adecuadamente la tubería de entrada y salida.
- La longitud del drenaje debe calcularse en función de las personas servidas y del tipo de suelo.
- Cuando el tanque se instala en una zona con tránsito vehicular, deberá colocar una losa de concreto armado de 10cm de espesor como mínimo.

Según AMANCO, Para el buen funcionamiento de la fosa séptica se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- 1- Colocar trampas a la salida del lavatrastos, pilas, duchas y lavamanos para impedir que las grasas, aceites o cabellos obstruyan la fosa y las tuberías.
- 2- Descargar todos los accesorios sanitarios en la fosa séptica. No se deben conectar directamente al drenaje séptico ya que podrían ocasionar su obstrucción.
- 3- Las aguas de lluvia deben descargarse en el alcantarillado pluvial o drenaje superficial. Nunca deben conectarse a la fosa séptica.
- 4- No lanzar limpiadores, solventes, pinturas, pesticidas, tintas, medicamento o cualquier otro químico a las tuberías ya que pueden matar las bacterias que tratan las bacterias en la fosa séptica.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

5- No disponga los desechos de comida, grasas o aceites de cocina en el lavatrastos.

6- No siembre árboles o arbustos sobre el área de filtración ya que pueden obstruir las tuberías y perjudicar el funcionamiento del sistema.

7- Realizar una inspección visual cada 6 meses.

2.7.2 POZO DE ABSORCIÓN.

Pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Consiste en excavaciones variables de diámetro y profundidad. En estos el agua se infiltra por las paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de 1m para lograr una buena distribución del agua al fondo.

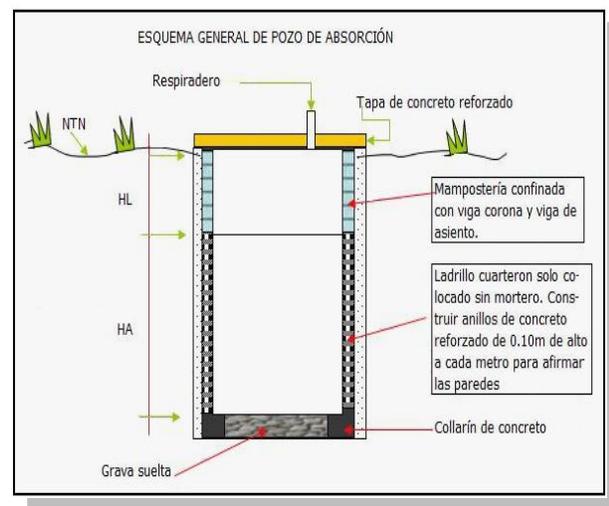


Fig. 6. Pozo de Absorción, esquema general Urbanización

Toda instalación sanitaria en una edificación que necesite drenar las aguas depuradas en el terreno, está compuesta de dos unidades principales, el sistema de tratamiento primario, que corresponde a las Fosas Sépticas y de un tratamiento

secundario o drenaje que efectúe una función de percolación biológica: los Pozos Absorción.

2.7.2.1 FUNCIONAMIENTO DE UN POZO DE ABSORCIÓN

Si se usa apropiadamente, el sistema de campo de absorción y el tanque séptico trabajarán bien. El sistema reduce dos proporciones comúnmente utilizadas para medir la contaminación: la demanda bioquímica de oxígeno, la cual se reduce en más del 65 por ciento; y el total de sólidos en suspensión, el cual se reduce en más del 70 por ciento. Los aceites y las grasas normalmente se reducen entre un 70 y un 80 por ciento. El uso de un tanque séptico para el pre-tratamiento de aguas residuales también hace que otros sistemas de tratamiento secundario sean más eficaces. El efluente del tanque séptico es suave, consistente, fácil de transportar y puede tratarse fácilmente con procesos aeróbicos (con oxígeno libre) o anaeróbicos (sin oxígeno libre).

Es notorio, que los pozos de absorción, al emplear la percolación en sus direcciones predominantes más eficientes, vertical y radial, además, la posibilidad de obstrucciones para los pozos de absorción es muy reducida respecto al drenaje convencional de flujo horizontal. Estas obstrucciones de drenaje se eliminan completamente utilizando en conjunto la fosa séptica y la fosa de absorción trabajando en conjunto y dependiendo el uno del otro.

Terreno y Nivel Freático.

TERRENO: hay que tener presente que el dimensionamiento (longitud y área) de cualquier tipo de sistema secundario (drenaje lineal o pozo de absorción) está directamente relacionado con la velocidad de filtración del terreno, que se verifica por medio de pruebas de infiltración.

NIVEL FREÁTICO: el fondo de cualquier sistema de tratamiento secundario (drenaje

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

lineal o pozo de absorción), tiene que estar por lo menos a 1,20 - 1,50 - 2,00m de la cuota del nivel freático, o según disponga la normativa específica. Por este motivo, establecida la profundidad del nivel freático en el área del proyecto, los pozos de absorción deben colocarse de tal manera que su fondo quede por lo menos de 1.20 - 1.50 - 2.00m sobre dicho nivel. Si el nivel freático se encuentra a una profundidad de menos de 2.00m no es recomendable utilizar ni zanjas de drenaje lineal ni pozos de absorción.

CAPACIDAD DE INFILTRACION.

Es notorio, que los pozos de absorción, al emplear la percolación en sus direcciones predominantes más eficientes, vertical y radial, logran superar gran parte de los problemas ocasionados por la mala distribución longitudinal a lo largo de los tubos de drenaje lineal, además, la posibilidad de obstrucciones para los pozos de absorción es muy reducida respecto al drenaje convencional de flujo horizontal, siempre y cuando se utilice un sistema de tratamiento primario muy eficiente, como lo pueden ser las fosas sépticas.

2.7.2.2 POZOS DE ABSORCIÓN PREFABRICADOS (P.A.P.)

Los Pozos de Absorción Prefabricados (P.A.P.), estructuralmente son módulos triangulares o cuadrados de uno, dos o tres niveles. Estos módulos están compuestos por paneles especiales con ductos de dispersión, unos elementos de unión superior (tapas cuadradas o triangulares) y una tapa octagonal final. Todos los elementos que componen los P.A.P. están hechos en concreto de alta resistencia y debidamente reforzados.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).



Fig.7. Pozos Absorbentes Prefabricados.

Los P.A.P. estructuralmente son módulos triangulares o cuadrados de uno, dos o tres niveles. Esta modularidad permite dimensionar (aumentar o disminuir) los elementos componentes de los P.A.P. en función de la tasa de infiltración del terreno y en base al número efectivo de usuarios. A costo de ser repetitivos recordamos que para dimensionar el sistema de drenaje, sea este lineal o pozo de absorción, se debe considerar principalmente la calidad del efluente a infiltrar, el tipo de suelo, su velocidad de infiltración, así mismo la eventual presencia de nivel freático poco profundo o pendientes desfavorables al tipo de sistema escogido.

2.8 DISEÑO VIAL.

El concepto construcción de carreteras incluye la construcción de la carretera propiamente dicha, las obras mayores de fabrica (puentes, viaductos, túneles y pasos a desnivel), la construcción de alcantarillas para las aguas pluviales, comunicaciones subterráneas, aceras, pasos peatonales, pasarelas construcción de dispositivos de defensa; así también están las obras aledañas a la vía que garantizan su adecuada explotación, lo cual incluye estaciones de servicio para autos y pasajeros, hoteles y moteles, sistemas de comunicación y servicios para el auxilio.

Entiéndase por explanación a toda la parte de obras de tierra (terraplenes y excavaciones) hasta dejarla vía construida hasta el nivel de la subrasante.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

La explanación es uno de los elementos estructurales principales de la carretera. De la resistencia y de la estabilidad de esta depende en grado considerable el comportamiento posterior del pavimento y el tiempo de servicio de este.

La resistencia y estabilidad de la explanación depende de la evaluación correcta de los suelos, del régimen de humedad de la explanación, de la proyección correcta (adecuada situada de la rasante, inclinación correcta de los taludes, etc.), de la construcción con buena calidad, la obtención en la obra de compactación exigida, el aseguramiento del drenaje de las aguas superficiales y subterráneas, así como el adecuado reforzamiento para preverle desplazamiento y la erosión por el agua y el viento (esto último) en el caso de terraplenes construidos con subsuelos arenosos.

2.8.1 Tres elementos principales que garantizan una explanación estable y duradera.

1. La adecuada compactación.
2. El drenaje, tanto superficial como subterráneo.
3. La adecuada selección y disposición de los suelos en la explanación.

Estos tres elementos ayudan además a regular o estabilizar el régimen de humedad de la explanación, entendiéndose por este como el conjunto de medidas ingenieriles las cuales coadyuvan a mantener estable la humedad, por tanto, la estabilidad de los suelos que componen la explanación. Estas medidas son: la evacuación del agua superficial, elevación de la subrasante por encima del nivel de cálculo desagua subterránea, utilización de suelos que no sean susceptibles a los cambios de volumen con los cambios en el contenido de humedad, la compactación adecuada de los suelos, construcción de drenes y cepas interceptoras en el cuerpo de la explanación, etc.

En las laderas de las montañas, la estabilidad de la explanación estará asociada a otras medidas, entre ellas, la adecuada preparación del cimiento, construcción de

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

drenes profundos cuando esto se requiera, muros de contención y otras soluciones ingenieriles.

La construcción de la explanación es el proceso constructivo más importante en el proceso general de la construcción de la carretera.

Actualmente las obras de tierra son mecanizadas, mediante el empleo de las maquinarias diseñadas especialmente con esta finalidad. Las técnicas constructivas, las estrategias y medidas organizativas idóneas, que aseguren su construcción en menor plazo de tiempo posible, mínimos costos y adecuada calidad acorde con su importancia.

2.8.2 Las Estructuras de Tierra y/o Roca.

Las explanaciones se ejecutan realizando “Estructuras de Tierra y/o Roca” (E.T.). Estas no son más que rellenos construidos con materiales térreos y/o pétreos naturales o artificiales (asimilables) compactados a máxima densidad, con el objetivo de servir de apoyo de las obras viales y estructurales.

Clasificación de las E.T.

- **Terraplenes y Terrazas:** Empleando materiales de relleno, generalmente usando suelos naturales de calidad adecuada (desde los A-1 hasta los A-3 según clasificación AASHTO o HRB)
- **Escolleras:** Estructuras formadas por rocas de granulometría uniforme, y de gran tamaño.
- **Pedraplenes:** Estructura mixta formada por rocas de granulometría distribuida y suelos seleccionados, con una estructura de esqueleto resistente.

2.8.3 Problemas principales y más frecuentes de las Explanaciones.

Los principales problemas más frecuentes en el diseño tanto geométrico como geotécnico y en la construcción de las explanaciones son:

- Excesivos asentamientos.
- Inestabilidad ante las cargas o acciones exteriores.
- Excesiva erosión debido a los agentes del intemperismo.
- Deficiencias durante su construcción.

Por tal razón a la hora de diseñar y construir las explanaciones hay que asegurarse que:

1. Se realice un correcto trazado en planta teniendo presente el suelo donde se asentará la misma (suelo de cimentación).
2. Se disponga correctamente los suelos seleccionados tanto para la construcción del núcleo o levante, como para la construcción de la capa de coronación hasta subrasante.
3. Se haga una correcta compactación de las capas de suelo en la construcción de relleno antes mencionado.
4. Se diseñe y construya un eficiente Sistema de Drenaje (superficial y soterrado) que minimice los efectos erosivos del agua. Los efectos negativos del agua (principal enemiga de las explanaciones) se atribuyen a:
5. Los cambios físicos y geotécnicos que se experimenten en las laderas de los tramos en cortes y los taludes de las explanaciones.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

6. La reducción de la resistencia a cortante del suelo debido a la disminución de la presión de poros.
7. Incremento del peso del suelo en los taludes de los tramos en corte y de relleno, lo cual provoca un aumento del esfuerzo cortante de la posible superficie de falla de los mismos.
8. Al aumento de los esfuerzos cortantes debido al incremento de las fuerzas de filtración.

Por tales razones debe prestársele siempre la máxima prioridad e importancia al diseño y oportuna construcción oportuna del Sistema de Drenaje de las explanaciones.



Fig. 8. Equipos de Construcción: Apisonador, Cargador frontal sobre llantas, Motoniveladora.

2.8.4 Estados de los Suelos: Naturales, Esponjado, Compactado.

2.8.5 Transformación de un estado a otro.

Estado natural: (también denominado sobredesmonte) es aquel suelo que se encuentra en su estado primitivo, antes de ser excavado, disgregado o removido. El volumen del suelo calculado en estas condiciones es llamado: volumen natural o sobredesmonte. Este es el volumen que se debe utilizar para cuantificar y pagar el movimiento de tierra realizado, ya que solo mediante su determinación por secciones transversales y longitudinales periódicamente, es que se puede conocer realmente el

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

volumen de material que será excavado. Este se expresa en m^3 naturales, ejemplo: todo tipo de excavaciones en explanaciones.

Estado esponjado: es aquel que por efecto de la excavación ha sido disgregado, experimentándose un aumento de volumen del mismo, al aumentar su volumen de huecos, es decir, las distancias entre las partículas constituyentes. El volumen así determinado se denomina: Volumen Esponjado y se expresa en m^3 esponjados, ejemplo: el suelo que se traslada sobre máquinas de transporte, el contenido en los cubos, cucharas o palas de las maquinarias, etc.

Estado compactado: es aquel sobre el cual se ha ejercido una compresión tal que se logra un incremento en su peso específico, es decir, el suelo este más compacto que en su estado original. Al material en ese estado se denomina suelo compactado y su unidad de medida es el m^3 compactado.

En general el volumen compactado es menor que el natural y mucho menor que el esponjado.

Es evidente que entre los tres volúmenes existe una relación, la cual se explica seguidamente. No obstante antes se darán a conocer algunos conceptos de amplia utilización en los movimientos de tierra que son los siguientes:

Material “a caballero:” cuando la cantidad de material a excavar es superior a la de rellenar, es necesario disponer del material en exceso a la disposición en las áreas aledañas a la obra (en forma de pila, cordón lateral) a dicha disposición del material sobrante se denomina: “material a caballero” y se expresa en m^3 esponjados.

Material compensado: es aquel suelo cuyo volumen excavado en una explanación servirá para rellenar otra zona de la propia obra de tierra, siendo compactado a máxima densidad, se expresa en m^3 compactado.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Material de relleno o préstamo: cuando no puede producirse una compensación de volúmenes, por no alcanzar el material natural o no tener las condiciones adecuadas, surge la necesidad de obtener para ejecutar el relleno un material o suelo en una zona distante del área de la obra; al mismo se le denomina material de préstamo o de relleno y a la zona donde se toma préstamo lateral, cantera de préstamo o simplemente préstamo (en otros países del área es conocido también por banco de materiales).

Material de mejoramiento o rocoso: su definición es similar a la anterior solo difiere en que este material tiene un alto peso específico y posee de buenas a excelentes características para su empleo como relleno, por lo que preferiblemente se utiliza en las capas de coronación de las explanaciones para hacerlas más resistentes. Se extrae de los préstamos y tramos en corte de las vías.

2.9 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.

2.9.1 Descripción Del Sistema.

El alcantarillado de aguas lluvias está conformado por el conjunto de colectores y canales necesarios para evacuar la escorrentía superficial producida por la lluvia. Inicialmente el agua es captada a través de los sumideros en las calles y las conexiones domiciliarias, y llevada a una red de tuberías que van ampliando su

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

sección a medida que aumenta el área de drenaje. Posteriormente estos colectores rehacen más grandes y entregan su caudal a una serie de canales de aguas lluvias.

2.9.2 Evaluación del Caudal de Diseño.

Para superficies menores de 300Ha se recomienda utilizar el Método Racional, dada su simplicidad. Sin embargo, para áreas mayores de 300Ha se debería utilizar un método más apropiado para la cuenca, por ejemplo el Método del hidrograma unitario, el Método desarrollado por el Natural Resources Conservation Services (NRCS) antes Soil conservation service (USSCS) perteneciente al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, u otro método similar.

2.9.3 Método Racional*

El método utilizado para determinar el caudal del diseño de una cuenca pequeña, cuencas menores a 300Ha, es el método racional, presentado por Emil Kuichling en 1889 y mejorado posteriormente por otros.

Este método asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando todas las partes del área tributaria están contribuyendo con su escorrentía superficial durante un periodo de precipitación máxima.

*
Diseño de acueductos y alcantarillados
Ricardo Alfredo López Cualla. 2ª Edición.

Para lograr esto, la tormenta máxima debe prolongarse durante un periodo igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana hasta llegar al punto considerado o el tiempo de concentración (T_c).

El método racional está representado por la siguiente ecuación:

$$Q = 2.778 \times 10^{-7} CIA$$

Ec. 2.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Donde:

Q = caudal de diseño en m^3/s

I = intensidad de la lluvia en $mm/hora$ para una duración igual al tiempo de concentración (T_c).

A = área de drenaje de la sub-cuenca, en M^2 .

C = coeficiente ponderado de escorrentía, adimensional.

El coeficiente de escorrentía ponderado (C_p) está dado por la siguiente relación: En donde A_i y C_i corresponden a las áreas parciales y los coeficientes de los diferentes tipos de cubierta y pendiente y el AT al área total.

2.9.3.1 Intensidad (I)

La intensidad se expresa como el promedio de la lluvia en $mm/hora$ para un periodo de retorno determinado y una duración igual al del tiempo de concentración (T_c) de la cuenca. Los valores intensidades se pueden obtener a partir de las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) que elabora INETER o determinarse mediante cálculo con las ecuaciones que ajustan a dichas curvas calculadas por ese mismo instituto. Este valor es obtenido a través de un estudio hidrológico de la zona, del cual se obtienen las curvas de intensidad, duración y frecuencia. Es importante recordar que de acuerdo con estas curvas, la intensidad es inversamente proporcional a la duración y directamente proporcional a la frecuencia de la lluvia.

$$I = \frac{A}{(tc + B)^y} \quad \text{Ec.3.}$$

Donde: I = intensidad en $mm/hora$.
 A, y, B = coeficientes determinados
 tc = duración de la lluvia en minutos.

TABLA 6.
PARÁMETROS DE AJUSTE PARA LA ECUACIÓN DE LAS CURVAS IDF.

| Tr: Años | R | A | D | B |
|----------|---|---|---|---|
|----------|---|---|---|---|

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

| | | | | |
|-----|----------|----------|------|-------|
| 1.5 | - 0.9974 | 3187.679 | 14.0 | 1.040 |
| 2 | - 0.9997 | 2820.224 | 16.0 | 0.960 |
| 5 | - 0.9990 | 1872.392 | 15.0 | 0.796 |
| 10 | - 0.9982 | 1502.995 | 13.0 | 0.715 |
| 15 | - 0.9982 | 1287.138 | 11.0 | 0.668 |
| 25 | - 0.9988 | 971.743 | 7.0 | 0.595 |
| 50 | - 0.9989 | 970.915 | 4.0 | 0.531 |
| 100 | - 0.9976 | 930.915 | 6.0 | 0.540 |

*Datos de Estación Meteorológica Augusto Cesar Sandino.

Para poder, entonces, obtener un valor de intensidad de la lluvia en la aplicación del método racional, es necesario definir la frecuencia de la lluvia y su duración.

Frecuencia de la lluvia (TR)

En general, las frecuencias utilizadas varían entre tres años, como mínimo, hasta valores del orden de 100 años. La escogencia de un valor dependerá de varios criterios tales como la importancia relativa de la zona y el área que se esta drenando.

De esta manera se indican algunos valores que pueden ser utilizados como guías para esta determinación en los tramos o tuberías del alcantarillado.

Duración de la lluvia (tc)

Se puede demostrar que el caudal producido será máximo si la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración del área drenada. El tiempo de concentración es el tiempo que tarda el agua en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector o, en otros términos, es el tiempo requerido desde el comienzo de la lluvia para que toda el área este contribuyendo al colector en cuestión.

El ajuste de los datos por medio de los mínimos cuadrados resulta en una ecuación en la cual se entra con la duración en minutos y se obtiene la intensidad:

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

$$t_c = 0.0041 \left[\frac{3.28L}{\sqrt{S_c}} \right]^{0.77}$$

Ec.4

Longitud total del cauce (L):

La longitud se mide tomando en cuenta el cauce principal, que generalmente es el de mayor recorrido partiendo del punto más remoto hasta el punto el punto de control.

Altura máxima (H.máx.):

Es la elevación máxima del punto más remoto del cauce principal donde se inicia el escurrimiento de agua.

Altura mínima (H.min): Es la elevación del punto de control de la subcuenca.

Pendiente del fondo del cauce (S_c): Es la pendiente del fondo del cauce principal.

$$S_c = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L}$$

Ec.5

Puede ser un valor estipulado, como de un 3.5%.

2.9.3.2 Área Tributaria (A)

El área tributaria o sea la superficie de la cuenca de drenaje se debe estimar con los planos geodésicos, escala 1: 50,000, el cual contiene curvas de nivel cada 20 m.

2.9.3.3 Coeficiente de Escorrentía (C)

El coeficiente de escorrentía, transforma la lámina de agua en el caudal pico y su valor depende de elementos como el tipo de suelo, cubierta de suelo, pendiente del terreno y otros factores de menor incidencia. Estos valores se estiman por inspección directa en el campo y complementados por medio de mapas cartográficos. Los

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

valores de los coeficientes se propone usar los valores presentados en Applied Hydrology, Ven Te Chow, David R Maidment y Larry W Mays e incorpora además de los elementos de cubierta vegetal y topografía, la probabilidad de la lluvia. No toda el agua lluvia precipitada llega al sistema de alcantarillado; parte se pierde por factores tales como evaporación, intercepción vegetal, detención superficial en cunetas, zanjas o depresiones y por infiltración.

De todos los factores anteriores el mayor es el de infiltración, el cual es función de la impermeabilidad del terreno y es por esto que en algunos casos se le llama coeficiente de impermeabilidad.

TABLA 7. COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA TÍPICOS.

| Tipo de superficie | Coeficiente |
|--|-------------|
| Zonas Comerciales | 0.90 |
| Desarrollos residenciales con casas contiguas y predominio de zonas duras. | 0.75 |
| Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos. | 0.75 |
| Desarrollos residenciales unifamiliares con casas contiguas y predominio de jardines. | 0.55 |
| Desarrollo residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados. | 0.45 |
| Áreas residenciales con predominio de zonas verdes y cementerios tipo jardines | 0.30 |
| Laderas desprovistas de vegetación. | 0.60 |
| Laderas protegidas con vegetación. | 0.30 |

*Diseño de acueductos y alcantarillados de Ricardo A. López Cualla, Colombia.

Normalmente las manzanas o los sectores no están constituidos por un valor único del coeficiente de escorrentía y por lo tanto es necesario hacer un promedio ponderado teniendo en cuenta el porcentaje de área cubierto por cada tipo de superficie que se esté drenando.

2.9.4 DRENAJE DE LAS AGUAS SUPERFICIALES*

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

El drenaje tiene como objetivo evacuar el agua que corre superficialmente por los taludes, por la superficie del pavimento y por los paseos.

Para encauzar esta agua que corre superficialmente y evitar que penetre dentro del cuerpo de la explanación, se ha creado en dependencia de su finalidad, toda una serie de dispositivo de drenaje, entre los cuales podemos señalar:

- Cunetas.
- Pendientes de paseos, pavimentos y subrasante.
- Bordillos o contenes.
- Cases o Badenes también llamados cunetillas.
- Sumideros o tragantes.
- Alcantarillas
- Puentes
- Otros.

2.9.4.1 METODOS DE DRENAJE SUPERFICIAL

Cunetas.

Son pequeñas zanjas paralelas al eje del camino que se construyen a ambos lados de la vía. Su función es recoger el agua de lluvia que cae en la zona pavimentada, el camino y los taludes de corte y eliminarla por gravedad. Para lograr lo anterior la cuneta debe correr a todo lo largo del corte, manteniendo una pendiente longitudinal

* Diseño de acueductos y alcantarillados.
Ricardo A. López Cualla.

en el mismo sentido que el eje del camino y hacia una cañada o bajo en el que se pueda eliminar el agua sin peligro de erosión o infiltración en la explanación.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

En dependencia de su sección transversal, estas cunetas se dividen en triangulares y trapeciales. Estas cunetas tienen como función recoger el agua que corre por la superficie de la vía, los taludes, la infiltrada en el firme y evacuada por la capa drenante del pavimento.

Será necesario evitar que el agua recogida se infiltre en el firme, para lo cual se proponen las siguientes pendientes mínimas longitudinales.

- Cunetas revestidas.....0.2%
- Cunetas sin revestir.....0.5%

Bombeo

El objetivo del bombeo es el de atenuar, en gran medida, el efecto de infiltración desagua a través de ella. En general a medida que aumenta la calidad, desde el punto de vista impermeabilizante de los materiales utilizados, menor es la pendiente transversal requerida. Para pavimentos las normas recomiendan una pendiente transversal entre el 1.5-3.0%.

Bordillos

Es un muro que corre longitudinalmente y paralelo al eje de la vía en los extremos de los paseos. Se construye cuando la carretera está en terraplén, pueden ser de hormigón asfáltico o hidráulico y tiene como objetivo evitar que el agua que corre por la superficie de la vía se evacue por los taludes de la explanación sobre todo cuando estos están conformados por materiales altamente erosionables como por ejemplo arena limosa. Cada cierta longitud el bordillo se interrumpe con el objetivo de evacuar hacia las márgenes de la vía el agua de escorrentía.

En las áreas urbanas y en las intersecciones de algunas vías rurales, los bordillos se construyen en el borde del pavimento y tienen la misma función.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Badenes

Son obras de drenaje cuyo objetivo es encausar y recoger las aguas procedentes de la calzada, paseos y aceras.

Tragantes

Como complemento de los badenes surgen los sumideros o tragantes. Su objetivo es recoger el agua de escorrentía superficial que corre por los badenes. Se ubican a lado y lado de la calle y en la esquina aguas abajo de cada manzana.

La entrada a la red del alcantarillado debe hacerse en los pozos de inspección. Cada sumidero estará conectado directamente o a través de otro sumidero con el pozo respectivo por medio de una tubería cuyo diámetro mínimo es de 12 pulgadas.

Pueden proyectarse de tres tipos:

1. Laterales en bordillo.
2. Horizontales.
3. Mixtos.

En general la capacidad de los sumideros está en función de la lamina de agua en el caz. El espaciamiento se fija de forma tal que su capacidad iguala al cauce que a él va a fluir. Se sitúan generalmente a distancias entre 25-50m. También debe señalarse que en el caso de los sumideros horizontales, las barras de las rejillas deben disponerse paralelas a la dirección de la corriente de agua y el ancho del sumidero debe ser igual al ancho del caz.

2.10 DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

Eléctrica

La Ley de Ohm. En realidad, no es una ley, sino la definición de la *Resistencia*. Si deseamos llamar a algo Ley de Ohm, sería a la afirmación de que la corriente a través de un conductor metálico es proporcional al voltaje aplicado $I \propto V$.

Potencia Eléctrica: $P = V \times I$, Ley de Ohm.

Tensión Eléctrica: O voltaje; Es la diferencia de potencial entre dos puntos en un mismo circuito.

Corriente Eléctrica: Es el flujo de electrones en un punto específico cuando hay una diferencia de potencial.

Resistencia Eléctrica: Es la oposición de un conductor al paso de la corriente eléctrica.

Transformador: Dispositivo capaz de transformar diferentes niveles de voltaje.

Fusibles: es un dispositivo de protección ante eventuales fallas.

Acometida Eléctrica: Es el conjunto de conductores que llevan alimentación eléctrica, a un equipo o consumidor específico.

Aislador: Dispositivo de montaje que aísla eléctricamente un conductor de otro cuerpo.

Circuito Derivado: Es un circuito que se desprende de una alimentación principal que lo antecede.

2.11 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

2.11.1 ¿Qué es un estudio de impacto ambiental?

El medio ambiente es el conjunto de elementos bióticos y abióticos que interactúan en un espacio y tiempo determinados. El impacto ambiental son los estudios requeridos para los proyectos de obras civiles, sobre los elementos físicos naturales, biológicos, socioeconómicos y culturales dentro del área de influencia del proyecto.

El objetivo de estos estudios consiste en describir las condiciones existentes y sus capacidades de respuesta a perturbaciones, así como prevenir los impactos (efectos y consecuencias) de los proyectos y determinar las medidas de control (mitigación) necesarias para asegurar la compatibilidad entre las actividades de construcción y el medio ambiente.

El Estudio de Impacto Ambiental es tanto un proceso como un producto. Como proceso, es la actividad por la cual uno intenta predecir las clases de resultados reales y potenciales de las interacciones esperadas entre un nuevo proyecto y el medio ambiente natural/humano donde se planifica el proyecto. El proceso continúa con el desarrollo de aspectos específicos importantes del proyecto (medidas de mitigación) en las fases de ubicación, diseño, prácticas de construcción y operación, monitoreo, recuperación de tierras, políticas de administración, etc. que confinarán a los impactos ambientales dentro de límites aceptables. Como producto, el estudio de impacto ambiental es el documento que contiene la información de soporte necesaria sobre el proyecto y el medio ambiente, señala los compromisos del proponente sobre las medidas de mitigación y presenta las predicciones de impactos efectuadas por profesionales calificados.

El objetivo principal del EIA consiste en reducir al mínimo la degradación ambiental innecesaria. Cualquier cambio en el medio ambiente natural o humano causado por un proyecto constituye un impacto. Todos los impactos no son necesariamente negativos.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Además, todos los impactos negativos no son necesariamente inaceptables. No obstante, existen por lo menos dos situaciones que serían inaceptables:

1. No intentar predecir, profesionalmente, las posibles interacciones negativas entre un proyecto planeado y el medio ambiente natural/humano en el área propuesta para el proyecto.
2. No responder a los posibles efectos negativos serios mediante el desarrollo e implementación de medidas de mitigación diseñadas para reducir dichos efectos a límites aceptables.

Es en beneficio de todos los proponentes, los organismos reguladores gubernamentales, el público la participación en el proceso de EIA como un medio positivo y constructivo de lograr un compromiso entre el deseo de un crecimiento económico y la necesidad de una protección ambiental.

Un estudio ambiental busca resaltar cualquier impacto ambiental adverso en la etapa del proceso de planificación del proyecto, en el cual estos impactos pueden remediarse o evitarse. Por lo tanto, el proceso deberá iniciarse con anticipación durante la planificación del proyecto y no después, cuando el proyecto ya ha sido completado. El estudio de impacto ambiental abarca tanto los efectos directos como indirectos de los proyectos. Examina los impactos ambientales de primer orden y la cadena de efectos ambientales que puedan derivarse de un determinado proyecto. El estudio ambiental es un proceso de estudio sistemático que predice las consecuencias ambientales. Su objetivo consiste en asegurar se prevean los riesgos potenciales y se identifiquen así como financiar e incorporar dentro del plan de desarrollo del proyecto, las medidas necesarias para evitar, mitigar o compensar daños ambientales. Siendo un proceso, el EIA permite que el nivel de estudio corresponda a la escala del proyecto y al riesgo percibido para el medio ambiente. Puede realizarse una evolución inicial del alcance del EIA para identificar los

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

aspectos ambientales particularmente sensibles que pueden ser afectados o daños potenciales a las características de desarrollo las cuales requerirán de un estudio especial. Deberá realizarse un EIA detallado cuando la magnitud o naturaleza del proyecto sea de tal envergadura que probablemente haya un impacto significativo, o cuando no haya certeza acerca de la magnitud y la gravedad de los posibles impactos.

A fin de cumplir con su propósito, deberá emprenderse un EIA con la anticipación necesaria en el ciclo del proyecto para que pueda ser tomada en cuenta en la planificación y el diseño del proyecto.

La sincronización es crucial. Es importante contar con suficientes datos sobre ubicaciones alternativas, diseños y procesos en los cuales se pueda basar un estudio ambiental. Si ya se han tomado decisiones sobre estos factores, la oportunidad de ejercer una influencia en el proyecto final mediante el mecanismo del proceso de estudio de impacto ambiental se verá limitada. Deberá considerarse al EIA como parte de un proceso dinámico del desarrollo de proyectos y no como un informe independiente en el que se detalla las consecuencias ambientales y sociales de un proyecto cuyo diseño no ha considerado los análisis ambientales y sociales.

El costo normal de un EIA sólo será una proporción muy pequeña del costo total del proyecto. Existe una relación general entre la magnitud de un proyecto (por ejemplo, la magnitud de la inversión de capital) y la cantidad de daño ambiental que pudiese resultar de su implementación.

Los recursos de horas-hombre, dinero y conocimientos que se requieren para un estudio de impacto ambiental, aunque son comparativamente pequeños, probablemente guarden proporción con los recursos totales comprometidos en la planificación del proyecto. Sin embargo, los proyectos pequeños pero potencialmente dañinos pueden resultar críticos cuando se localizan en un ambiente ecológicamente

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

frágil o sensible y, por lo tanto, la proporción del costo de un EIA apropiado podría ser mayor.

En relación a los métodos formales, los ejemplos más significativos pueden ser agrupados en cuatro clases:

- Método de superposición de mapas
- Listados de preguntas y controles
- Matrices de correlación
- Redes

Además de estos existen otros métodos que también son utilizados, en los estudios de impactos ambientales, mostrados a continuación:

2.11.2 METODOS DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

La mayor parte de los métodos hacen referencia a impactos ambientales específicos, lo cual imposibilita establecer un método general, determinando que las existentes son las adecuadas para los proyectos, con base a la cual han sido concebidas.

La adecuada selección del método dependerá de los recursos técnicos y financieros, del tiempo disponible para su ejecución, de la cantidad y calidad de la información disponible y de los métodos para su posible obtención, de los aspectos legales y administrativos y de los términos de referencia propuestos; razón por la cual, ningún método puede ser considerado mejor.

A continuación se presentan un resumen de algunos de los métodos de EIA utilizados, es preciso aclarar que esta clasificación no es limitativa ni es excluyente.

2.11.2.1 Técnicas específicas

Entre estas técnicas se encuentran las encuestas y reuniones de expertos.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

- Encuestas

Las encuestas se realizan a personas relacionadas de algún modo con el proyecto: el promotor o proyectista, la población del área a afectar, especialistas en la materia, personas con experiencias previas en proyectos similares, etc. las preguntas se basan en las consecuencias que se espera que generará el proyecto sobre las diferentes variables ambientales, o en los casos de personas con experiencia previas, las consecuencias que se presentaron en los casos que observaron.

- Reuniones de expertos

Las reuniones de expertos consisten en talleres de trabajo donde se reúnen a personas con conocimientos sólidos en las diferentes áreas relacionadas con el proyecto, como especialistas en proyectos y en los procesos involucrados, así como especialistas ambientales (ingenieros, geomorfólogos, biólogos, ecólogos, geógrafos, sociólogos, urbanistas, legisladores ambientales, economistas, etc.).

2.11.2.2 Lista de verificación

Las listas de verificación son el resultado de la acumulación de experiencia en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. El objetivo de este método es facilitar un análisis acerca de las posibles consecuencias sobre el ambiente.

2.11.2.3 Encadenamientos de efectos, redes o árbol de impacto.

La aplicación de este método, conocido también como “redes” o “árbol de impacto” fue realizada por Sorensen (1971) al analizar el impacto causado por la construcción de una nueva carretera.

El método de encadenamiento de efectos introduce una secuencia de causa y efecto calificando al impacto como primario, secundario o intermedios y terminales; y sus

interacciones, las cuales se visualizan por medio de gráficas o diagramas. Este análisis posibilita la evaluación del impacto acumulado.

2.11.2.4 Método de Batelle.

Uno de los principales problemas es obtener una valoración cuantitativa del impacto que posibilite una confrontación de los efectos provocados por medio de valores numéricos. Esta tendencia fue aplicada en un procedimiento establecido por Batelle Institute (1972), que trata de valorar los efectos sobre el ambiente mediante unidades “mensurables”. Este método fue creado para ser usado en la planificación de recursos hídricos, y a diferencia de los métodos matriciales, se centra en componentes específicos de calidad ambiental, elegidos por su relevancia para las alternativas del proyecto bajo consideración.

El método se basa en la asignación fija de valores a los distintos grados de afectación al ambiente. Para ello, divide los impactos en cuatro grandes categorías: ecología, contaminación ambiental, estética e intereses humanos.

2.11.2.5 Matrices

Las matrices pueden ser consideradas como listas de control bidimensionales; en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades, propuestas, elementos de impacto, etc.), mientras que en otra dimensión se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. De esta manera los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Las diferencias entre los diversos tipos de matrices deben considerar la variedad, número y especificidad de las listas de control, así como el sistema de evaluación del impacto individualizado. Con respecto

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

a la evaluación, ésta varía desde una simple individualización del impacto (marcada con una suerte de señal, una cruz, guión, asterisco, etc.) hasta una evaluación cualitativa (bueno, moderado, suficiente, razonable) o una evaluación numérica, la cual puede ser relativa o absoluta; en general una evaluación analiza el resultado del impacto (positivo o negativo). Frecuentemente, se critica la evaluación numérica porque aparentemente introduce un criterio de juicio objetivo, que en realidad es imposible de alcanzar. Entre los ejemplos más conocidos de matrices está la matriz de Leopold (1971).

Matriz de Leopold

La matriz fue diseñada para la evaluación de impactos asociados con casi cualquier tipo de proyecto de construcción. Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

El método de Leopold está basado en una matriz de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente y representado por columnas y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas. Como resultado, los impactos a ser analizados suman 8,800.

El procedimiento de elaboración e identificación es el siguiente:

1. Se elabora un cuadro (fila), donde aparecen las acciones del proyecto.
2. Se elabora otro cuadro (columna), donde se ubican los factores ambientales. Construir la matriz con las acciones (columnas) y condiciones ambientales (filas).

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

3. Para la identificación se confrontan ambos cuadros se revisan las filas de las variables ambientales y se seleccionan aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto.
4. Evaluar la magnitud e importancia en cada celda, para lo cual se realiza lo siguiente:
 - Trazar una diagonal en las celdas donde puede producirse un impacto
 - En la esquina superior izquierda de cada celda, se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínima = 1) delante de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es beneficioso.
 - En la esquina superior derecha colocar un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto (por ejemplo regional frente a local).
5. Adicionar dos filas y dos columnas de celdas de cómputos
 - En la primera celda de computo se suma los índices (-) del producto de la magnitud e importancia.
 - En la segunda celda se suma los índices (+) del producto de la magnitud e importancia.
 - Los resultados indican cuales son las actividades más perjudiciales o beneficiosas para el ambiente y cuáles son las variables ambientales más afectadas, tanto positiva como negativamente.
6. Para la identificación de efectos de segundo, tercer grado se pueden construir matrices sucesivas, una de cuyas entradas son los efectos primarios y la otra los factores ambientales.
7. Identificados los efectos se describen en términos de magnitud e importancia.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

8. Acompañar la matriz con un texto adicional.

En este método, se entiende por magnitud la extensión del efecto (en términos espaciales). La importancia es una evaluación anticipada de las consecuencias del efecto (Buroz, 1986).

Los inconvenientes de la matriz de Leopold son:

- Su intención generalista no considera con suficiente exactitud la problemática de la actividad que interesa en un determinado ambiente, por decir los proyectos de riego. Este carácter “no selectivo”, dificulta la atención del evaluador en los puntos de interés más sobresalientes.
- No refleja la secuencia temporal de impactos, pero es posible construir una serie de matrices ordenadas en el tiempo.
- Carecen de capacidad para considerar la dinámica interna de los sistemas ambientales. No obstante, esta carencia puede enmendarse si la matriz utilizada se acompaña de una “matriz de iteraciones”.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

➤ **Matriz de Moore**

Es un método elaborado por Moore y sus colaboradores (1973), la cual requiere una evaluación en una escala ordinal de cuatro niveles:

- no significativo
- bajo
- moderado
- alto

➤ **Matriz de Clark**

En 1976, Clark desarrolla un método basado en una matriz la cual proporciona una evaluación cualitativa basada en cinco polaridades:

- beneficio / adverso
- corto plazo / largo plazo
- reversible / irreversible
- directo / indirecto
- local / estratégico

2.11.2.6 Superposición de mapas

El método consiste en la superposición de mapas transparentes que relacionan todos los elementos de impacto (socioeconómicos, morfológicos, etc.), con la finalidad de presentar las áreas de impacto mínimo y máximo. Este Método ha sido especialmente útil para estudios relacionados con la ubicación de infraestructuras, carreteras, oleoductos, etc.

Esta técnica es sumamente útil en la identificación de impactos con una definida expresión geográfica, paisajista y para la ordenación territorial.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

3. Tabla 9. DISEÑO METODOLÓGICO.

| OBJETIVO GENERAL | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | FUENTES DE INFORMACIÓN | TIPO DE INFORMACIÓN | INSTRUMENTOS PARA RECOPILAR LA INFORMACIÓN | PROCEDIMIENTO DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN | FORMA DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN | ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN |
|---|---|---|--|--|---|---|--|
| <p>➤ Desarrollar un proyecto urbanístico que contemple el diseño de las explanaciones, redes de servicios básicos, costo y programación del mismo para su desarrollo.</p> | <p>➤ Proponer el diseño de las redes: de agua potable, drenaje pluvial, distribución eléctrica y tratamiento de aguas residuales.</p> | <p>Documentación existente en ENACAL, Unión Fenosa, MINVAH, ALMA.</p> | <p>Leyes, Requisitos, y Normas.</p> | <p>Guías técnicas para el diseño de los sistemas.</p> | <p>Se realizaron visitas a ENACAL, Unión Fenosa, MINVAH, ALMA.</p> | <p>A través de la obtención de datos se procesa la información recopilada en computadora por medio de fórmulas y parámetros técnicos.</p> | <p>Se obtuvieron resultados aceptables que cumplían con las leyes, requisitos y normas.</p> |
| | <p>➤ Proponer el diseño de las calles y avenidas de la urbanización.</p> | <p>Hojas de cálculo utilizadas por ALMA, Nic-2000</p> | <p>Formulas, programas. Normas de diseño geométrico.</p> | <p>Levantamiento Topográfico.</p> | <p>Por medio de un software se obtienen datos, del equipo a la computadora.</p> | <p>Los datos obtenidos se procesan por medio de Land desktop</p> | <p>Datos de configuración del terreno, planimétricos y altimétricos.</p> |
| | <p>➤ Determinar los costos que se incurren para el desarrollo de cada una de las actividades.</p> | <p>El nuevo Fise, C.C.N</p> | <p>Tablas de precios de materiales y mano de obra</p> | <p>Guía de costos del nuevo FISE. Guía de precios C.C.N</p> | <p>La información fue adquirida a través de visitas a CCN, Nuevo FISE.</p> | <p>Los datos fueron procesados a través de tablas en Microsoft Office EXCEL propias y de trabajos anteriores.</p> | <p>Obteniendo resultados de costos totales de materiales y mano de obra de la Urbanización.</p> |
| | <p>➤ Proponer un programa de actividades para el desarrollo de una urbanización.</p> | <p>El nuevo Fise.</p> | <p>Actividades por orden en un proyecto de Urbanización.</p> | <p>Guías de actividades por etapas en un proyecto de Urbanización.</p> | <p>Por medio de visitas a la Institución, en este caso El nuevo fise.</p> | <p>La información obtenida fue procesada por medio de Microsoft Projects.</p> | <p>Se obtuvo la ruta crítica y el tiempo de duración del proyecto así como el de cada etapa del mismo.</p> |
| | <p>➤ Valoración del Impacto Ambiental</p> | <p>ALMA, MARENA</p> | <p>Leyes, Técnicas, Requisitos.</p> | <p>Panfletos, guías de actividades.</p> | <p>Se realizaron visitas a el ALMA, MARENA.</p> | <p>Después de adquirida la información, se proceso por medio de técnicas del MARENA y el Método de Leopold.</p> | <p>Se obtuvieron los factores del M. ambiente que son más afectados por la construcción y las medidas de mitigación a implantar.</p> |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

4. CÁLCULOS.

4.1 DISEÑO DEL SISTEMA EN RED DE AGUA POTABLE.

DATOS:

- Número de lotes = 38
- Número de habitantes = 38 x 6 = 228 habitantes.
- Dotación = 20 g/h/d.*

Tabla 10.

| Año | Habitantes | Dotación g/h/d | Consumo Doméstico | | Hidrantes |
|------|------------|-------------------|-------------------|------|-------------|
| | | | Gppd | L/s | |
| 2009 | 228 | 20 | 4,560 | 0.20 | 1Toma150(9) |
| 2029 | ... | ... | | | |

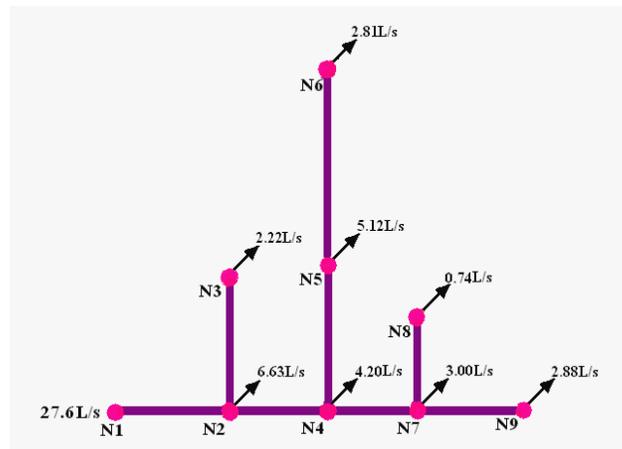
$$\begin{aligned}
 \text{Fugas} &= \sum (\text{Consumo Doméstico} + \text{Hidrantes}) \times 20\% \\
 &= (0.20 + 9) \text{ L/s} \times 0.20 \\
 &= 1.84 \text{ L/s.}
 \end{aligned}$$

$$\text{CDPT} = \sum (\text{Consumo Doméstico} + \text{Hidrantes} + \text{Fugas})$$

Tabla 11.

| Año | CDPT L/s | CMD = 150%(CDPT) | | CMH = 250%(CDPT) | |
|------|-------------|------------------|-------|------------------|-------|
| | | L/s | g/m | L/s | g/m |
| 2009 | 11.04 | 16.56 | 262.2 | 27.6 | 436.9 |
| 2029 | | | | | |

El caudal de diseño es de 27.6 L/s



Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Fig. 8. Red de Agua Potable

Tabla 12. Datos para el Análisis del Sistema.

| Tramo | Longitud (m) | Nodo | (Z)Topográfico (msnm) | Q Nodal | |
|-------|--------------|------|-----------------------|-----------------|------------------------|
| | | | | L/s | m ³ /s |
| 1 - 2 | 50 | 1 | 102.00 | | |
| 2 - 3 | 43 | 2 | 101.82 | 6.63 | 6.63x10 ⁻³ |
| 2 - 4 | 43.08 | 3 | 100.85 | 2.22 | 2.22 x10 ⁻³ |
| 4 - 5 | 64.77 | 4 | 101.73 | 4.20 | 4.20 x10 ⁻³ |
| 5 - 6 | 85 | 5 | 100.80 | 5.12 | 5.12 x10 ⁻³ |
| 4 - 7 | 37.13 | 6 | 99.80 | 2.81 | 2.81 x10 ⁻³ |
| 7 - 8 | 40 | 7 | 101.70 | 3.00 | 3.00 x10 ⁻³ |
| 7 - 9 | 50 | 8 | 100.90 | 0.74 | 7.40x10 ⁻⁴ |
| | | 9 | 101.75 | 2.88 | 2.88 x10 ⁻³ |
| | | | | Σ = 27.6 | |

La Línea Principal es 1-2-4-5-6.

1. Determinar la presión mínima:

La presión en la red para ciudades es de 14mca^{*}.

2. Determinar diámetros, velocidades en los tramos y las cargas totales:

- Velocidad Limite 1m/s¹.

- $D = 1.13 \sqrt{\frac{Q}{V_{Limite}}} V_{Limite} = 1 \text{ m/s}$ Ec. 6

- $V_R = \frac{4Q}{\pi d^2}$; $V_R > 0.5 \text{ m/s}$ Ec.7

- Por Hazzen Williams; $hp = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{L}{d^{4.87}} \right)$

^{*} Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Agua (ENACAL).

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

*
1 Pagina#36 SSAP(ENACAL).

Tramo 7 – 9

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{2.88 \times 10^{-3}}{1 \text{ m/s}}} = 0.06 \text{ m} \approx 2.36''$$

$$V_R = \frac{4(2.88 \times 10^{-3})}{\pi(0.06)^2} = 1.02 \text{ m/s} > 0.5 \text{ m/s}$$

$$h_{p7-9} = 10.67 \left(\frac{2.88 \times 10^{-3}}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{50}{(0.06)^{4.87}} \right) = 0.88 \text{ m}$$

Con $Z_9 = 101.75 \text{ m}$, $\frac{\rho_9}{\gamma} = 14 \text{ mca}$; $H_{p7-9} = 0.88 \text{ m}$, Se calcula la carga en el nodo 7.

$$H_9 = Z_9 + \frac{\rho_9}{\gamma} = 101.75 + 14 = 115.75 \text{ m}$$

$$H_9 = H_7 - h_{p7-9} \therefore$$

$$H_7 = H_9 + h_{p7-9} = 115.75 + 0.88 = 116.63 \text{ m}$$

Tramo 7 – 8

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{7.40 \times 10^{-4}}{1 \text{ m/s}}} = 0.03 \text{ m} \approx 1.18''$$

$$V_R = \frac{4(7.40 \times 10^{-4})}{\pi(0.03)^2} = 1.05 \text{ m/s} > 0.5 \text{ m/s}$$

$$h_{p7-8} = 10.67 \left(\frac{7.40 \times 10^{-4}}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{40}{(0.03)^{4.87}} \right) = 1.65 \text{ m}$$

Con $Z_8 = 100.90 \text{ m}$, $\frac{\rho_8}{\gamma} = 14 \text{ mca}$; $H_{p7-8} = 1.65 \text{ m}$, Se calcula la carga en el nodo 7.

$$H_8 = Z_8 + \frac{\rho_8}{\gamma} = 100.90 + 14 = 114.90 \text{ m}$$

$$H_8 = H_7 - h_{p7-8} \therefore$$

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

$$H_7 = H_8 + hp_{7-8} = 114.90 + 1.65 = 116.55\text{m}$$

Por lo tanto la carga en el nodo 7 será la mayor calculada, en este caso será igual a 116.63m.

Tramo 4 – 7

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{3.0 \times 10^{-3}}{1 \text{ m/s}}} = 0.06\text{m} \approx 2.36''$$

$$V_R = \frac{4(3.0 \times 10^{-3})}{\pi(0.06)^2} = 1.06\text{m/s} > 0.5\text{m/s}$$

$$Hp_{4-7} = 10.67 \left(\frac{3.0 \times 10^{-3}}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{37.13}{(0.06)^{4.87}} \right) = 0.70$$

Con $Z_7 = 101.70\text{m}$, $\frac{\rho_7}{\gamma} = 14\text{mca}$; $Hp_{4-7} = 0.70\text{m}$, Se calcula la carga en el nodo 4.

$$H_7 = Z_7 + \frac{\rho_7}{\delta} = 101.70 + 14 = 115.70\text{m}$$

$$H_7 = H_4 - hp_{4-7} \quad \therefore$$

$$H_4 = H_7 + hp_{4-7} = 115.70 + 0.70 = 116.40\text{m}$$

Tramo 5 – 6

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{2.81 \times 10^{-3}}{1 \text{ m/s}}} = 0.06\text{m} \approx 2.36''$$

$$V_R = \frac{4(2.81 \times 10^{-3})}{\pi(0.06)^2} = 0.99\text{m/s} > 0.5\text{m/s}$$

$$hp_{5-6} = 10.67 \left(\frac{2.81 \times 10^{-3}}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{85}{(0.06)^{4.87}} \right) = 1.42\text{m}$$

Con $Z_6 = 99.80\text{m}$, $\frac{\rho_6}{\gamma} = 14\text{mca}$; $Hp_{4-7} = 1.42\text{m}$, Se calcula la carga en el nodo 5.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

$$H_6 = Z_6 + \frac{\rho_6}{\delta} = 99.80 + 14 = 113.80\text{m}$$

$$H_6 = H_5 - hp_{5-6} \quad \therefore$$

$$H_5 = H_6 + hp_{5-6} = 113.80 + 1.42 = 115.22\text{m}$$

Tramo 4 – 5

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{5.12 \times 10^{-3}}{1 \text{ m/s}}} = 0.08\text{m} \approx 3.15''$$

$$V_R = \frac{4(5.12 \times 10^{-3})}{\pi(0.08)^2} = 1.02\text{m/s} > 0.5\text{m/s}$$

$$Hp_{4-5} = 10.67 \left(\frac{5.12 \times 10^{-3}}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{64.77}{(0.08)^{4.87}} \right) = 0.81\text{m}$$

Con $Z_5 = 100.80\text{m}$, $\frac{\rho_5}{\gamma} = 14\text{mca}$; $Hp_{4-5} = 0.81\text{m}$, Se calcula la carga en el nodo 4.

$$H_5 = Z_5 + \frac{\rho_5}{\delta} = 100.80 + 14 = 114.80\text{m}$$

$$H_5 = H_4 - hp_{4-5} \quad \therefore$$

$$H_4 = H_5 + hp_{4-5} = 114.80 + 0.81 = 115.61\text{m}$$

Por lo tanto la carga en el nodo 4 será la mayor calculada, en este caso será igual a 116.40m, para el nodo 5 será la mayor, igual a 115.22m.

Tramo 2 – 4

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{4.20 \times 10^{-3}}{1 \text{ m/s}}} = 0.07\text{m} \approx 2.76''$$

$$V_R = \frac{4(4.20 \times 10^{-3})}{\pi(0.07)^2} = 1.09\text{m/s} > 0.5\text{m/s}$$

$$hp_{4-5} = 10.67 \left(\frac{4.20 \times 10^{-3}}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{43.08}{(0.07)^{4.87}} \right) = 0.72\text{mca}$$

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Con $Z_4 = 101.73\text{m}$, $\frac{\rho_4}{\gamma} = 14\text{mca}$; $H_{p_{2-4}} = 0.72\text{m}$, Se calcula la carga en el nodo 2.

$$H_4 = 116.40\text{m}$$

$$H_4 = H_2 - h_{p_{4-5}} \quad \therefore$$

$$H_2 = H_4 + h_{p_{4-5}} = 116.40 + 0.72 = 117.12\text{m}$$

Tramo 2 – 3

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{2.22 \times 10^{-3}}{1 \text{ m/s}}} = 0.05\text{m} \approx 1.97''$$

$$V_R = \frac{4(2.22 \times 10^{-3})}{\pi(0.05)^2} = 1.13\text{m/s} > 0.5\text{m/s}$$

$$H_{p_{2-3}} = 10.67 \left(\frac{2.22 \times 10^{-3}}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{43}{(0.05)^{4.87}} \right) = 1.13\text{m}$$

Con $Z_3 = 100.85\text{m}$, $\frac{\rho_3}{\gamma} = 14\text{mca}$; $H_{p_{2-3}} = 1.13\text{m}$, Se calcula la carga en el nodo 2.

$$H_3 = Z_3 + \frac{\rho_3}{\delta} = 100.85 + 14 = 114.85\text{m}$$

$$H_3 = H_2 - h_{p_{2-3}} \quad \therefore$$

$$H_2 = H_3 + h_{p_{2-3}} = 114.85 + 1.13 = 115.98\text{m}$$

Por lo tanto la carga en el nodo 2 será la mayor calculada, en este caso será igual a 117.12m,

Tramo 1 – 2

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{6.63 \times 10^{-3}}{1 \text{ m/s}}} = 0.09\text{m} \approx 3.54''$$

$$V_R = \frac{4(6.63 \times 10^{-3})}{\pi(0.09)^2} = 1.04\text{m/s} > 0.5\text{m/s}$$

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

$$H_{p1-2} = 10.67 \left(\frac{6.63 \times 10^{-3}}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{50}{(0.09)^{4.87}} \right) = 0.57\text{m}$$

Con $Z_2 = 101.82\text{m}$, $\frac{\rho_2}{\gamma} = 14\text{mca}$; $H_{p1-2} = 0.57\text{m}$, Se calcula la carga en el nodo 1.

$$H_2 = 117.12\text{m}$$

$$H_2 = H_1 - h_{p1-2} \quad \therefore$$

$$H_1 = H_2 + H_{p1-2} = 117.12\text{m} + 0.57\text{mca} = 117.69\text{m}$$

Tabla 13.

Resumen de resultados del sistema de Abastecimiento de agua potable.

| Tramo | Longitud (m.) | Ø Calculado | | Ø Corregido | Nodo | Caudal (L/s) | V. Límite (m/s) | V. Diseño >0.5(m/s) | Pérdidas (m.) | Peso (Kg) | Presión Requerida (PSI) | Serie (PVC) |
|-------|------------------|-------------|---------|-------------|------|-----------------|--------------------|------------------------|------------------|--------------|----------------------------|----------------|
| | | (m) | (Pulg.) | (Pulg.) | | | | | | | | |
| 1-2 | 50 | 0.09 | 3.54 | 4 | 1 | | 1 | 1.04 | 0.57 | 12.91 | 160 | SDR26 |
| 2-3 | 43 | 0.05 | 1.97 | 2 | 2 | 6.63 | 1 | 1.13 | 1.13 | 3.58 | 160 | SDR26 |
| 2-4 | 43.08 | 0.07 | 2.76 | 3 | 3 | 2.22 | 1 | 1.09 | 0.72 | 12.91 | 160 | SDR26 |
| 4-5 | 64.77 | 0.08 | 3.15 | 4 | 4 | 4.20 | 1 | 1.02 | 0.81 | 12.91 | 160 | SDR26 |
| 5-6 | 85 | 0.06 | 2.36 | 3 | 5 | 5.12 | 1 | 0.99 | 1.42 | 12.91 | 160 | SDR26 |
| 4-7 | 37.13 | 0.06 | 2.36 | 3 | 6 | 2.81 | 1 | 1.06 | 0.70 | 12.91 | 160 | SDR26 |
| 7-8 | 40 | 0.03 | 1.18 | 2 | 7 | 3.00 | 1 | 1.05 | 1.65 | 3.58 | 160 | SDR26 |
| 7-9 | 50 | 0.06 | 2.36 | 3 | 8 | 0.74 | 1 | 1.02 | 0.88 | 12.91 | 160 | SDR26 |
| | | | | | 9 | 2.88 | 1 | | | | | |
| | | | | | | $\Sigma=27.6$ | | | | | | |

Fuente: Inventario de accesorios hidrosanitario y diseños UNI- RUSB.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

4.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En el diseño de tratamiento de aguas residuales, tanto el diseño de fosas sépticas como los pozos de absorción fueron elaborados a partir de hojas de cálculo en Excel usadas por empresas consultoras tales como Génesis urbanizadores entre otras, y estas se fundamentan en las normas técnicas de tratamiento de aguas residuales de Enacal y ecuaciones de capacidad hidráulica.

Tabla 14.
Consumo Agua P. y gasto A. Negras por vivienda.

| CONSUMO AGUA POTABLE Y GASTO DE AGUAS NEGRAS POR VIVIENDA | | |
|---|------|----------------|
| Habitantes: | 6 | |
| Dotación agua potable: | 75 | lppd |
| Consumo total agua potable por vivienda: | 450 | litros diarios |
| Factor de gasto de aguas negras: * | 0.80 | TABLA |
| Gasto de aguas negras: | 360 | litros diarios |

* Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

4.2.1 FOSAS SÉPTICAS.

Tabla 15. Cálculos Fosa Séptica.

| PROYECTO: DISEÑO, COSTO Y PROGRAMACION DE UNA URBANIZACION (CASO PRACTICO) | | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------|--------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES | | | | | | |
| CALCULOS PARA UNA CASA DE HABITACION | | | | | | |
| <u>CALCULO DE FOSA SEPTICA</u> | | | | | | |
| 1.0. DATOS DE ENTRADA: | | | | | | |
| 1.1. Para Fosa y Filtro | | | | | | |
| 01 | Población de diseño: | P | 6.00 | Habitantes | | |
| 02 | Dotación agua potable: | d | 75.00 | Lt/pers./dia | | |
| 03 | C.P.D.T - Agua Potable | Q | 450.00 | litros | 28.2352 94 | |
| 04 | Factor aguas negras: | C | 0.80 | | 1 | |
| 05 | Gasto Diario Promedio Aguas Negras | Q an | 360.00 | litros | 4760 | |
| 06 | Cantidad de Fosas Sépticas | n | 1.00 | | 31.7333 33 | |
| 07 | Volumen Util por Fosa | | 1.00 | m3 | 17 | |
| 08 | Periodo de retencion: | T | 1.00 | Dias | 1 | |
| 09 | Lodo fresco: | Lf | 1.00 | Its./persona -dia | 0.5 | |
| 10 | Lodo fresco total diario: | Lf | 6.00 | litros | 85 | |
| 11 | Prof. util seleccionada: (1.35) | Hs | 1.50 | metros | Min.: 1.2 | |
| 12 | Rel. ancho/prof.util selec.: (1.85) | B/ Hs | 0.77 | (max. 2 x Hs) = | 3 | Ancho Largo |
| 13 | Relación Largo/ancho resultante : | | 0.50 | (entre 2 y 4) | | 1.16 0.58 |
| 14 | Espacio libre : | eL | 0.30 | metros | (variable) | 1.2 2.4 |
| 15 | Espacio para espumas: | eE | 0.30 | metros | (0.30m, min) | |
| 16 | Numero de agujeros: | m | 2.00 | C/U | (variable) | |
| 17 | Ancho de agujero propuesto: | x | 0.30 | metros | | |
| | | | | | VALORES DEACUERDO AL CAUDAL | |
| 1.2. Para la Fosa | | | | | | |
| 18 | Espesor de paredes externas: | ep | 0.15 | metros | | |
| 19 | Espesor de pared interna: | ep i | 0.15 | metros | | |
| 20 | Espesor de losa de tapa: | et | 0.15 | metros | | |
| 21 | Espesor de losa de fondo: | ef | 0.20 | metros | | |
| | | | | | VALORES FIJOS | |
| 1.3. Para el Filtro | | | | | | |
| 22 | Espesor de paredes externas: | ep | 0.15 | metros | | |
| 23 | Espesor pared interna | | 0.15 | m | | |
| 24 | Espesor de losa de tapa: | et | 0.15 | metros | | |
| 25 | Espesor de losa de fondo: | ef | 0.20 | metros | | |
| 26 | Espesor losa de fondo falso: | elf | 0.20 | metros | | |
| 27 | Altura lecho filtrante : | hff | 1.20 | metros | fijo | |
| 28 | Espacio libre en el fondo: | elf f | 0.30 | metros | | |
| 29 | Capa de agua sobre lecho filt.: | ca ff | 0.10 | metros | | |
| 30 | Espacio libre superior | els | 0.30 | metros | | |
| | | | | | VALORES FIJOS | |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

| 2.0. DATOS DE DISEÑO | | | | | | |
|-------------------------------|---|-----|-------------|---------------------------------------|---------------|------------|
| 2.1. Fosa Séptica | | | | | | |
| 01 | Gasto A.N. per cápita: (C*d) | Qan | 60.00 | Lts/persona-día | | |
| 02 | Volumen util total: $1.3 \cdot P \cdot ((Qan \cdot T) + 100 \cdot Lf) / 1000$ | V | 1.00 | m ³ | | |
| 03 | Volumen de cada fosa: | Vc | 1.00 | m ³ | | |
| 04 | Dimensiones Seleccionadas: | | | | | |
| | Prof. util selec.: | Hs | 1.50 | metros | | |
| | Prof. util calculada.: | Hs' | 1.50 | metros | | |
| | Area util: | A | 0.67 | m ² | | |
| | Ancho de cada fosa (interno): | B | 1.16 | m --USAR-- >>> | 1.20 | |
| | Largo interno total: | L | 0.58 | m --USAR-- >>> | 2.50 | 5.1 |
| | Rel. largo/ancho: | L/B | 0.50 | (entre 2 y 4) | | 2.02 |
| | Largo interno primera cámara: | L1 | 0.38 | m --USAR-- >>> | 1.55 | 3.4 |
| | Largo interno segunda cámara: | L2 | 0.19 | m --USAR-- >>> | 0.80 | 1.7 |
| | Largo total fosa, afuera-afuera: | Lt | 2.80 | metros | | |
| | Ancho total fosa, afuera-afuera: | Bt | 1.50 | metros | | |
| | Altura total, por dentro: | Hi | 1.80 | metros | | |
| | Altura total, por fuera : | Hf | 2.15 | metros | | |
| | Area/Fosa (c/dimens. extrns): | At | 4.20 | m ² | | |
| | Volumen Total de las Fosas: | Vf | 9.03 | m ³ | | |
| | Altura no Sumergida : | | 2.15 | | | |
| | Altura sumergida | | 0.00 | metros | | |
| | Volumen sumergido | | 0.00 | m ³ | | |
| 04 | Agujeros | | | | | |
| | Area total de agujeros: | a | 0.09 | m ² | | |
| | $0.05 \cdot B \cdot Hs$ | | | | | |
| | Area de cada agujero: | a' | 0.04 | m ² | | |
| | Dimensiones de c/agujero: | | | | | |
| | Ancho: | x | 0.30 | metros | | |
| | Alto: | y | 0.14 | metros ---- >>> | USAR = | 0.2 |
| | Borde superior de agujeros: ($2/3 Hs + y$) | Y' | 1.20 | (Minimo) = (altura desde el fondo) | 1.20 | |
| | Borde inferior de agujeros: ($2/3 Hs$) | Y'' | 1.06 | Metros (preliminar) | | |
| | Separacion entre agujeros: | s | 0.19 | Metros | | |
| 2.2. Filtro Anaeróbico | | | | | | |
| 01 | Numero de filtros: | n | 1 | | | |
| 02 | Vol. util total requerido: $(1.6 \cdot P \cdot Qan \cdot T) / 1000$ | Vft | 0.58 | m ³ | | |
| 03 | Volumen util de c/filtro: $(1.6 \cdot P \cdot Qan \cdot T) / 1000 / n$ | Vf | 0.58 | m ³ | | |
| 04 | Dimensiones de c/filtro: | | | | | |
| | Area: | Af | 0.32 | m ² | 4.23 | |
| | Ancho interno: | b | 1.16 | metros | 2.5 | |
| | Largo interno: | l | 0.28 | m --USAR-- >>> | 2.10 | |
| | Altura total interna: | Hi | 2.10 | metros | 2.1 | |
| | Ancho por fuera : | be | 1.46 | metros | 2.8 | |
| | Largo fuera fuera : | le | 2.40 | metros | 2 | |
| | Altura total por fuera : | He | 2.45 | metros | 2.45 | |
| | Area (con medidas externas) : | Aef | 3.49 | m ² | 5.6 | |
| | Volumen Total por filtro (con medidas externas) : | Vef | 8.56 | m ³ | 13.71 | |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

| | | | | | | |
|---|--------------------------------|--|------------|----------------|--------|--|
| | Altura sumergida | | 1.30 | m | 1.3 | |
| | Volumen total de los filtros : | | 8.56 | m ³ | 13.71 | |
| | Volumen sumergido | | 4.539 6 | m ³ | 7.2735 | |
| 2.3. Area Total Neta | | | | | | |
| 01 | Area total Fosas Sépticas -FS: | | 4.20 | m ² | 15.53 | |
| 02 | Area total FAFA : | | 3.49 | m ² | 5.6 | |
| 03 | AREA TOTAL FS + FAFA = | | 7.69 | m ² | 21.12 | |
| NOTA: LAS DIMENSIONES FINALES PUEDEN VARIAR UN POCO CON RESPECTO A LAS MOSTRADAS EN ESTOS CALCULOS | | | | | | |
| | | | | | | |

Tratando de aminorar los costos de materiales, acarreo, mano de obra, instalación, mantenimiento y se optara por la instalación de fosas sépticas prefabricadas distribuidas por AMANCO SA, cabe destacar que estas reducen los costos antes mencionados, siendo estas de mayor capacidad (1100lts).

4.2.1 POZOS DE ABSORCIÓN.

Tabla 16. Cálculos del pozo de Absorción.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

| CALCULOS DE POZO DE ABSORCION PARA DISPOSICION DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS (solo considerando las paredes del pozo como area de absorción) | | | | |
|--|---|---------------------------|--|---------------------|
| POZO No. 1 | | | | |
| DATOS DE CAMPO | | | DIMENSIONES DEL POZO DE ABSORCION | |
| Numero de la prueba | Tiempo Total (minutos) | Tiempo para 2.5 cm. | Volumen de agua por día: | 360 litros |
| 1 | 62 | 3.44 | Diámetro seleccionado [D]: | 3.00 metros |
| 2 | 66 | 3.67 | Profundidad no utilizada [HL]: | 1.50 metros |
| 3 | 64 | 3.56 | Area de absorcion requerida: | 3.39 m ² |
| | | | Perímetro : | 9.42 metros |
| | | | Altura de absorcion calculada: | 0.36 metros |
| | | | Altura de absorcion usada [HA] | 0.36 metros |
| T Seleccionado: | 3.67 | | Profundidad total de pozo [H]: | 1.86 metros |
| Area Absorción: | 9.43 | m ² /1000lpd | | |
| | | 106.10 | | |
| POZO No. 2 | | | | |
| DATOS DE CAMPO | | | DIMENSIONES DEL POZO DE ABSORCION | |
| Numero de la prueba | Tiempo Total (minutos) | Tiempo para 2.5 cm. | Volumen de agua por día: | 360 litros |
| 1 | 49 | 2.72 | Diámetro seleccionado [D]: | 3.00 metros |
| 2 | 51 | 2.83 | Profundidad no utilizada [HL]: | 1.50 metros |
| 3 | 52 | 2.89 | Area de absorcion requerida: | 3.01 m ² |
| | | | Perímetro : | 9.42 metros |
| | | | Altura de absorcion calculada : | 0.32 metros |
| | | | Altura de absorcion usada [HA] | 0.32 metros |
| T Seleccionado: | 2.89 | | Profundidad total de pozo [H]: | 1.82 metros |
| Area Absorción: | 8.36 | m ² /1 000 lpd | | |
| | | 119.56 | | |
| POZO No. 3 | | | | |
| DATOS DE CAMPO | | | DIMENSIONES DEL POZO DE ABSORCION | |
| Numero de la prueba | Tiempo Total (minutos) | Tiempo para 2.5 cm. | Volumen de agua por día: | 360 litros |
| 1 | 80 | 4.44 | Diámetro seleccionado [D]: | 3.00 metros |
| 2 | 85 | 4.72 | Profundidad no utilizada [HL]: | 1.50 metros |
| 3 | 86 | 4.78 | Area de absorcion requerida: | 3.87 m ² |
| | | | Perímetro : | 9.42 metros |
| | | | Altura de absorcion calculada : | 0.41 metros |
| | | | Altura de absorcion usada [HA] | 3.00 metros |
| T Seleccionado: | 4.78 | | Profundidad total de pozo [H]: | 4.50 metros |
| Area Absorción: | 10.76 | m ² /1 000 lpd | | |
| | | 92.97 | | |
| TOMAR LOS RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL POZO No. 3, QUE ES MAS CRITICO | | | | |
| NOTAS: | LA PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE ABSORCION PUEDE INCREMENTARSE SIN MAYORES PROBLEMAS HASTA EN UN 25% LO CUAL GARANTIZARIA UNA VIDA UTIL MAS LARGA PERO ESTO DEPENDERA DE LOS PROPIETARIOS DE CADA VIVIENDA Y DEL PROYECTISTA DE LAS MISMAS. | | | |

4.3

DISEÑO VIAL

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

En el diseño de las explanaciones se propuso un adoquinamiento de dos secciones para las avenidas y una para la calle, el ancho de rodamiento para la avenida No 1 es de 8m y para la No 2 y 3 y calle No 1 es de 4m, variando también el ancho de los andenes de Avenida No 1 de 1.15m y para la avenida No 2 y 3 y la Calle No 1 de 0.85m. Para todos los casos el bombeo es del 2% en ambos lados.

Los espesores recomendados por el laboratorio de suelos para el adoquinamiento^{*} son los siguientes: adoquín 10cm, cama de arena 0.05cm y una base de 30cm.

El diseño, análisis y cálculo de las explanaciones fueron realizadas con la ayuda del programa AUTOCAD LAND DESKTOP 2006, siendo este el mayormente utilizado para este tipo de proyectos por la facilidad de introducir los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, el procesamiento de estos y el análisis de las diferentes opciones de diseño, escogiendo la opción más económica sin sacrificar la calidad y seguridad de la obras.

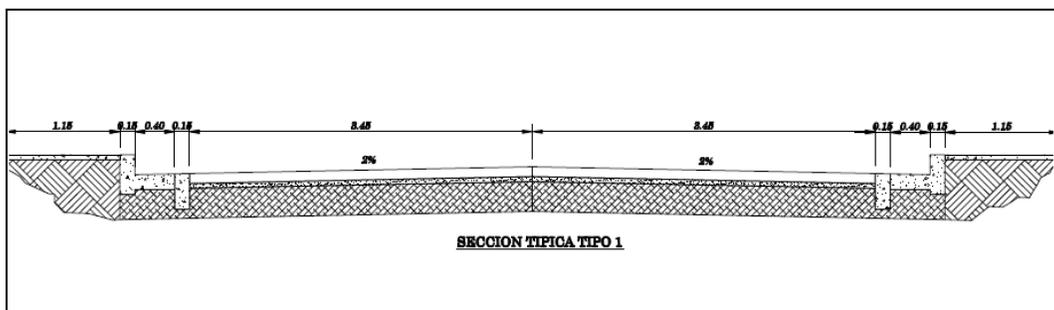


Fig. 9. Sección Típica de Rodamiento.

* Ver plano, Notas generales de Adoquinado.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

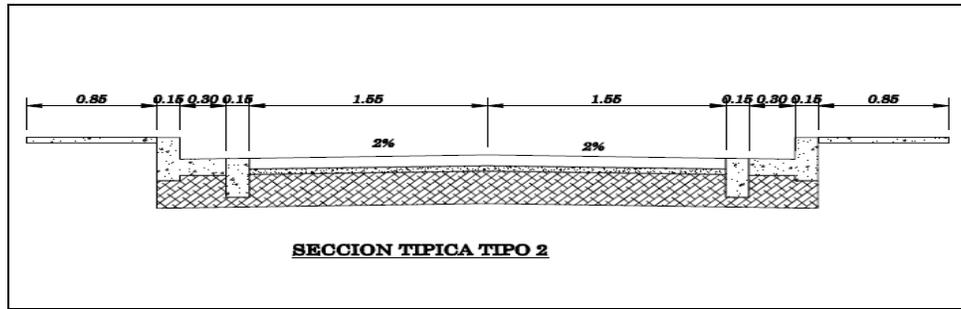


Fig. 10. Sección Típica de Rodamiento.

Los volúmenes de tierra obtenidos con estas secciones para las calles y avenidas son las siguientes:

**TABLA 17. VOLUMEN DE TIERRA DE AVENIDA.
AVENIDA No.1**

| ESTACION | AREAS Metros Cuadrados | | VOLUMEN Metros Cubicos | | VOLUMEN ACUMULADO Metros cubicos | |
|-----------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
| | CORTE | RELLENO | CORTE | RELLENO | CORTE | RELLENO |
| 0+000 | 7.13 | 0.00 | | | | |
| 0+010 | 9.03 | 0.00 | 80.80 | 0.00 | 80.80 | 0.00 |
| 0+020 | 10.46 | 0.00 | 97.44 | 0.00 | 178.25 | 0.00 |
| 0+030 | 11.80 | 0.00 | 111.30 | 0.00 | 289.55 | 0.00 |
| 0+040 | 9.36 | 0.00 | 105.80 | 0.00 | 395.35 | 0.00 |
| 0+050 | 8.50 | 0.00 | 89.31 | 0.00 | 484.66 | 0.00 |
| 0+060 | 7.63 | 0.00 | 80.64 | 0.00 | 565.30 | 0.00 |
| 0+070 | 7.59 | 0.00 | 76.08 | 0.00 | 641.38 | 0.00 |
| 0+080 | 7.18 | 0.00 | 73.84 | 0.00 | 715.22 | 0.00 |
| 0+090 | 6.25 | 0.00 | 67.11 | 0.00 | 782.33 | 0.00 |
| 0+110 | 5.30 | 0.00 | 115.48 | 0.00 | 897.82 | 0.00 |
| 0+120 | 4.76 | 0.00 | 50.34 | 0.00 | 948.15 | 0.00 |
| 0+130 | 4.07 | 0.16 | 44.15 | 0.80 | 992.30 | 0.80 |
| 0+140 | 5.51 | 0.00 | 47.87 | 0.80 | 1040.17 | 1.61 |
| 0+150 | 7.17 | 0.00 | 63.40 | 0.00 | 1103.58 | 1.61 |
| 0+160 | 7.69 | 0.00 | 74.29 | 0.00 | 1177.87 | 1.61 |
| 0+170 | 7.51 | 0.00 | 75.96 | 0.00 | 1253.82 | 1.61 |
| 0+180 | 7.48 | 0.00 | 74.91 | 0.00 | 1328.74 | 1.61 |
| 0+190 | 7.53 | 0.00 | 75.05 | 0.00 | 1403.78 | 1.61 |
| 0+192.182 | 7.55 | 0.00 | 16.45 | 0.00 | 1420.23 | 1.61 |
| | | | 0.00 | 0.00 | 1420.23 | 1.61 |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

TABLA 18. VOLUMEN DE TIERRA DE AVENIDA.

AVENIDA No.2

| ESTACION | AREAS | | VOLUMEN | | VOLUMEN ACUMULADO | |
|-----------|------------------|---------|----------------|---------|-------------------|---------|
| | Metros Cuadrados | | Metros Cubicos | | Metros cubicos | |
| | CORTE | RELLENO | CORTE | RELLENO | CORTE | RELLENO |
| 0+000 | 3.73 | 0.00 | 37.16 | 0.00 | 37.16 | 0.00 |
| 0+010 | 3.70 | 0.00 | 33.87 | 0.00 | 71.03 | 0.00 |
| 0+020 | 3.07 | 0.00 | 26.40 | 0.61 | 97.43 | 0.61 |
| 0+030 | 2.21 | 0.12 | 18.14 | 3.10 | 115.57 | 3.71 |
| 0+040 | 1.42 | 0.50 | 14.28 | 4.87 | 129.85 | 8.58 |
| 0+050 | 1.44 | 0.48 | 12.06 | 3.94 | 141.91 | 12.52 |
| 0+058.265 | 1.48 | 0.48 | 2.54 | 0.87 | 144.45 | 13.39 |
| 0+060 | 1.47 | 0.48 | 13.67 | 3.53 | 158.12 | 16.92 |
| 0+068.476 | 1.78 | 0.32 | 2.75 | 0.46 | 160.87 | 17.38 |
| 0+070 | 1.83 | 0.29 | 19.63 | 2.29 | 180.50 | 19.67 |
| 0+080 | 2.09 | 0.17 | 22.30 | 1.12 | 202.80 | 20.79 |
| 0+090 | 2.37 | 0.05 | 24.69 | 0.32 | 227.49 | 21.12 |
| 0+100 | 2.57 | 0.01 | 28.04 | 0.06 | 255.53 | 21.17 |
| 0+110 | 3.04 | 0.00 | 34.16 | 0.00 | 289.69 | 21.17 |
| 0+120 | 3.79 | 0.00 | 39.02 | 0.00 | 328.71 | 21.17 |
| 0+129.950 | 4.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 328.71 | 21.17 |

TABLA 19. VOLUMEN DE TIERRA DE AVENIDA.

AVENIDA No.3

| ESTACION | AREAS | | VOLUMEN | | VOLUMEN ACUMULADO | |
|-----------|------------------|---------|----------------|---------|-------------------|---------|
| | Metros Cuadrados | | Metros Cubicos | | Metros cubicos | |
| | CORTE | RELLENO | CORTE | RELLENO | CORTE | RELLENO |
| 0+000 | 3.14 | 0.00 | 28.79 | 0.00 | 28.79 | 0.00 |
| 0+010 | 2.62 | 0.00 | 27.75 | 0.00 | 56.54 | 0.00 |
| 0+020 | 2.93 | 0.00 | 32.85 | 0.00 | 89.39 | 0.00 |
| 0+030 | 3.64 | 0.00 | 36.65 | 0.00 | 126.04 | 0.00 |
| 0+040 | 3.69 | 0.00 | 12.18 | 0.00 | 138.22 | 0.00 |
| 0+043.431 | 3.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 138.22 | 0.00 |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

TABLA 20. VOLUMEN DE TIERRA DE CALLE.

CALLE No.1

| ESTACION | AREAS Metros Cuadrados | | VOLUMEN Metros Cubicos | | VOLUMEN ACUMULADO Metros Cubicos | |
|-----------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
| | CORTE | RELLENO | CORTE | RELLENO | CORTE | RELLENO |
| 0+000 | 1.44 | 1.51 | | | | |
| 0+010 | 4.41 | 0.00 | 29.28 | 7.57 | 29.28 | 7.57 |
| 0+020 | 3.53 | 0.00 | 39.70 | 0.00 | 68.98 | 7.57 |
| 0+030 | 3.02 | 0.00 | 32.74 | 0.00 | 101.72 | 7.57 |
| 0+040 | 3.50 | 0.00 | 32.62 | 0.00 | 134.34 | 7.57 |
| 0+050 | 3.67 | 0.00 | 35.87 | 0.00 | 170.21 | 7.57 |
| 0+060 | 3.75 | 0.00 | 37.11 | 0.00 | 207.32 | 7.57 |
| 0+070 | 3.99 | 0.00 | 38.68 | 0.00 | 246.00 | 7.57 |
| 0+080 | 3.89 | 0.00 | 39.37 | 0.00 | 285.37 | 7.57 |
| 0+090 | 4.06 | 0.00 | 39.77 | 0.00 | 325.14 | 7.57 |
| 0+100 | 4.06 | 0.00 | 40.61 | 0.00 | 365.74 | 7.57 |
| 0+110 | 3.78 | 0.00 | 39.18 | 0.00 | 404.92 | 7.57 |
| 0+120 | 3.42 | 0.00 | 35.98 | 0.00 | 440.91 | 7.57 |
| 0+130 | 3.27 | 0.00 | 33.44 | 0.00 | 474.35 | 7.57 |
| 0+140 | 2.81 | 0.00 | 30.41 | 0.00 | 504.76 | 7.57 |
| 0+150 | 2.44 | 0.03 | 26.26 | 0.13 | 531.02 | 7.70 |
| 0+160 | 2.40 | 0.04 | 24.21 | 0.34 | 555.22 | 8.04 |
| 0+170 | 2.23 | 0.13 | 23.15 | 0.84 | 578.38 | 8.88 |
| 0+180 | 1.67 | 0.37 | 19.51 | 2.48 | 597.89 | 11.36 |
| 0+180.623 | 1.65 | 0.39 | 1.03 | 0.24 | 598.92 | 11.59 |
| | | | 0.00 | 0.00 | 598.92 | 11.59 |

4.4 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

En el diseño de drenaje pluvial fueron elaborados a partir de hojas de cálculo en Excel usadas por la alcaldía de Managua y modificada en parte por la autora de este trabajo, antes, se encuentra un ejemplo; para el tragante 1, resumido en la fila 1.de dicha hoja en Excel. Estas se basan en el análisis hidrológico por el método racional de la microcuenca que forma la urbanización y de ecuaciones de capacidad hidráulica de tuberías y tragantes.

4.4.1 CALCULO HIDROLOGICO

CALCULO DE TRAGANTE 1*.

- a. **Ubicación:** Se delimitan posibles redes para el flujo de aguas pluviales procedentes de los tragantes hasta su descarga.
- b. **Tragante:** Se dan a conocer la cantidad de tragantes los cuales tendrá la red.
- c. **Pendiente fondo del cauce (Sc):** Pendiente del fondo del cauce principal.

$$S_c = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L_c} \quad \text{Ec.8}$$

$$S_c = \frac{103.0 - 101.84}{45} = 0.025777777 \approx 0.0258$$

- d. **Variable de (tc).**

$$K = \frac{3.28 \times L_c}{\sqrt{S_c}} \quad \text{Ec.9}$$

$$K = \frac{3.28 \times 45m}{\sqrt{0.025777777}} = 919.313462 \approx 919.31$$

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

**(Ver Datos: Tabla 21, Cuadro 10)*

e. Duración de la lluvia (tc): El tiempo de concentración es el tiempo que tarda el agua en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector.

$$Tc = 0.0041K^{0.77} \quad \text{Ec. 10}$$

$$Tc = 0.0041(919.313462)^{0.77} = 0.784604589 \approx 0.78 \text{ min}$$

f. Intensidad (I): La intensidad se expresa como el promedio de la lluvia en mm/hora para un periodo de retorno determinado y una duración igual al del tiempo de concentración.

$$I = \frac{A}{(Tc_{\text{Promedio}} + B)^y} \quad \text{Ec. 11}$$

$$I = \frac{1,502.995}{(1.55 + 13)^{0.715}} = 221.53$$

4.4.2 CALCULO HIDRAULICO

a. Longitud de la tubería (L): Se calcula la longitud de la tubería mediante la red.

b. Pendiente de la tubería (S): Es la pendiente que lleva la tubería.

c. Diámetro del tubo (d): Es el diámetro propuesto para el tubo a utilizar.

d. Caudal de Diseño (Qtg).

$$Qtg1 = 0.0000002778CIA \quad \text{Ec. 12}$$

$$Qtg1 = 0.0000002778 \times 0.550 \times 221.53 \times 1,157.1636 = 0.039167174 \approx 0.039 \text{ m}^3/\text{s}$$

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

$$Qtg2 = 0.0000002778CIA = 0.0000002778 \times 0.550 \times 221.53 \times 693.8221$$

$$Qtg2 = 0.023484191 \approx 0.023 \text{ m}^3/\text{s}$$

e. Caudal de diseño de la tubería (Qtb).

$$Qtb = Qtg1 + Qtg2 \quad \text{Ec. 13}$$

$$Qtb = 0.039 + 0.023 = 0.062 \text{ m}^3/\text{s}$$

f. Área hidráulica (A_w)^{*}: Es el área dentro del tubo, donde el flujo va a pasar.

$$A_w = 0.7602 \times d^2 \quad \text{Ec. 14}$$

$$A_w = 0.7602 \times (0.4572)^2 = 0.158906004 \approx 0.16 \text{ m}^2$$

g. Radio Hidráulico (R_h): Es el coeficiente entre el área de la sección transversal mojada y el perímetro mojado de un curso de agua o de un conducto cerrado.

$$R_h = 0.2903 \times d \quad \text{Ec. 15}$$

$$R_h = 0.2903 \times 0.4572 \text{ m} = 0.13272516 \approx 0.13 \text{ m}$$

h. Velocidad de flujo (v): Es la velocidad con la cual transita el flujo de agua dentro del tubo.

$$V = \frac{1}{n} = (R_h)^{2/3} \sqrt{S} \quad \text{Ec. 16}$$

$$V = 76.9231(0.13272516)^{2/3} \left(\sqrt{\frac{0.5}{100}} \right) = 1.415285157 \approx 1.42 \text{ m/s}$$

i. Capacidad de tubo (Qt): Es la capacidad que posee el tubo dentro de él.

$$Qt = V \times A_w \quad \text{Ec. 17}$$

$$Qt = 1.415285157 \times 0.158906004 = 0.22 \text{ m}^2/\text{s}$$

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

* Tesis: Cálculo caudal de diseño para cuenca del Río Sinecapa, punto de cierre "Puente El Tamarindo". Autores: Jessy Zúniga, Wilber Pérez. 2005

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

4.4.3 CÁLCULO DE DISEÑO DE TRAGANTE DE GAVETA

Fórmulas para diseño de tragantes.

| Símbolo | Descripción | Unidad medida (Sistema Inglés) |
|---------|------------------------------------|--------------------------------|
| Sw | Pendiente del caite de cuneta | pie/pie |
| Sx | Pendiente transversal de calle | pie/pie |
| So | Pendiente longitudinal de la calle | pie/pie |
| Tx | Ancho de calzada | pie |
| W | Ancho del caite de cuneta | pie |
| n | Coef. Rugosidad de Manning | adimensional |
| Qt | Capacidad hidráulica de la cuneta | pie ³ /seg |
| Qtg | Caudal de diseño del tragante | pie ³ /seg |

$$d_o = Tx * Sx$$

$$Q_w = Q_1 + Q_2$$

$$d = d_o + (W * Sw)$$

$$Q_t = Q_w + Q_s$$

$$K = \frac{0.56}{n} * S_o^{0.5}$$

$$E_o = \frac{Q_w}{Q_{tg}}$$

$$Q_1 = \frac{K}{S_w} * d^{2.67}$$

$$S_e = S_x + (S_w * E_o)$$

$$Q_2 = \frac{K}{S_w} * d_o^{2.67}$$

$$L_t = 0.60 * Q_{tg}^{0.42} * S_o^{0.3} * \left(\frac{1}{n * S_e} \right)^{0.6}$$

$$Q_s = \frac{K}{S_x} * d_o^{2.67}$$

* Ecuaciones, cuadro 11

CALCULO DE DISEÑO DE TRAGANTE DE GAVETA.

CALCULO, TRAGANTE 8.

1. Cálculo de la altura de bordillo de la cuneta (d_o).

$$d_o = T_x \times S_x$$

$$d_o = 8m \times \left(\frac{2\%}{100}\right) = 0.16m$$

$$d_o = \frac{0.16}{3.28 \text{ pies} / m}$$

$$d_o = 0.52 \text{ pies.}$$

2. Cálculo (K).

$$K = \frac{0.56}{n} \times S_o^{0.5}$$

$$K = \frac{0.56}{0.017} \times 0.0116^{0.5}$$

$$K = 3.55$$

3. Cálculo de la altura total de la cuneta (d).

$$d = d_o + (W \times S_w)$$

$$d = 0.52 + ((0.40 \times 3.28 \text{ pies} / m) \times 0.15)$$

$$d = 0.72 \text{ pies}$$

4. Cálculo del caudal de aportación del bombeo a cuneta (Q_1).

$$Q_1 = \frac{K}{S_w} \times d^{2.67}$$

$$Q_1 = \frac{3.55}{0.15} \times 0.72^{2.67}$$

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

$$Q_1 = 9.84 \text{ pies}^3 / s.$$

5. Cálculo del caudal del bombeo al comienzo de la cuneta (Q_2).

$$Q_2 = \frac{K}{S_w} \times d_0^{2.67}$$

$$Q_2 = \frac{3.55}{0.15} \times 0.52^{2.67}$$

$$Q_2 = 4.13 \text{ pies}^3 / s.$$

6. Cálculo del caudal transversal de la calle (Q_s).

$$Q_s = \frac{K}{S_x} \times d_0^{2.67}$$

$$Q_s = \frac{3.55}{0.02} \times 0.52^{2.67}$$

$$Q_s = 30.1 \text{ pies}^3 / s.$$

7. Cálculo del caudal del caite de la cuneta (Q_w).

$$Q_w = Q_1 - Q_2$$

$$Q_w = (9.84 - 4.13) \text{ pies}^3 / s.$$

$$Q_w = 5.71 \text{ pies}^3 / s.$$

8. Cálculo del caudal de la cuneta (Q_t).

$$Q_t = Q_w + Q_s$$

$$Q_t = (5.71 + 30.1) \text{ pies}^3 / s.$$

$$Q_t = \frac{35.81 \text{ pies}^3 / s}{3.28 \text{ pie} / m^3}$$

$$Q_t = 1.015 \text{ m}^3/s.$$

9. cálculo de eficiencia (E_0).

$$E_0 = \frac{Q_w}{Q_{ig}} = \frac{5.71 \text{ pies}^3 / s}{(0.048 \text{ pie}^3 / s) \times (3.28 \text{ pie} / m)^3}$$

$$E_0 = 3.37$$

10. Cálculo del coeficiente de pendiente (S_e)

$$S_e = S_x + (S_w \times E_0)$$

$$S_e = 0.02 + (0.15 \times 3.37)$$

$$S_e = 0.53$$

11. Cálculo de la longitud total de la gaveta del tragante (L_t).

$$L_t = 0.60 \times (Q_{ig})^{0.42} \times (S_0)^{0.3} \left(\frac{1}{n \times S_e} \right)^{0.6}$$

$$L_t = 0.60 \times ((0.042 \text{ pie}^3 / s) \times (3.28 \text{ pie} / m)^3)^{0.42} \times (0.0116)^{0.3} \left(\frac{1}{0.017 \times 0.53} \right)^{0.6}$$

$$L_t = 3.14 \text{ pie}$$

$$L_t = \frac{3.14 \text{ pie}}{3.28 \text{ pie} / m}$$

$$L_t = 0.96 \text{ pie}$$

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Diseño de Tragante de Gaveta

Diseño para TR = 10 años

1.- Tragante de Gaveta 1 (TG-1)

| | | | |
|---|-------|-------------------|-------------------|
| Caudal aportación = | | 0.039 | m ³ /s |
| Datos geométricos de la vía | | Análisis | |
| Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | do = 0.262 |
| Pend. Long. Calle (So) = | 0.50 | % | d = 0.410 |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | K = 2.329 |
| Ancho calzada (Tx) = | 4.00 | m | Q1 = 1.436 |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.30 | m | Eo= 0.724 |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | Lt = 5.54 |
| | | | Q2 = 0.436 |
| | | | Qs = 3.272 |
| | | | Qw = 1.000 |
| | | | Qt = 4.272 |
| | | | Se = 0.129 |
| La cuneta tiene capacidad= | 0.121 | m ³ /s | |
| Long total gaveta del trag. = | 1.69 | m | |

2.- Tragante de Gaveta 2 (TG-2)

| | | | |
|---|-------|-------------------|-------------------|
| Caudal aportación = | | 0.023 | m ³ /s |
| Datos geométricos de la vía | | Análisis | |
| Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | do = 0.262 |
| Pend. Long. Calle (So) = | 0.50 | % | d = 0.410 |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | K = 2.329 |
| Ancho calzada (Tx) = | 4.00 | m | Q1 = 1.436 |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.30 | m | Eo= 1.207 |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | Lt = 3.41 |
| | | | Q2 = 0.436 |
| | | | Qs = 3.272 |
| | | | Qw = 1.000 |
| | | | Qt = 4.272 |
| | | | Se = 0.201 |
| La cuneta tiene capacidad= | 0.121 | m ³ /s | |
| Long total gaveta del trag. = | 1.04 | m | |

3.- Tragante de Gaveta 3 (TG-3)

| | | | |
|---|-------|-------------------|-------------------|
| Caudal aportación = | | 0.036 | m ³ /s |
| Datos geométricos de la vía | | Análisis | |
| Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | do = 0.262 |
| Pend. Long. Calle (So) = | 0.50 | % | d = 0.410 |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | K = 2.329 |
| Ancho calzada (Tx) = | 4.00 | m | Q1 = 1.436 |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.30 | m | Eo= 0.793 |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | Lt = 5.09 |
| | | | Q2 = 0.436 |
| | | | Qs = 3.272 |
| | | | Qw = 1.000 |
| | | | Qt = 4.272 |
| | | | Se = 0.139 |
| La cuneta tiene capacidad= | 0.121 | m ³ /s | |
| Long total gaveta del trag. = | 1.55 | m | |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

4.- **Tragante de Gaveta 4 (TG-4)**

| | | | |
|------------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| | Caudal aportación = | 0.030 | m ³ /s |
| Datos geométricos de la vía | | | |
| | Análisis | | |
| | Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | do = 0.262 |
| Pend. Long. Calle (So) = | 0.50 | % | Q2 = 0.436 |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | d = 0.410 |
| Ancho calzada (Tx) = | 4.00 | m | K = 2.329 |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.30 | m | Q1 = 1.436 |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | Qw = 1.000 |
| | | | Qt = 4.272 |
| | | | Eo= 0.951 |
| | | | Se = 0.163 |
| | | | Lt = 4.28 |
| La cuneta tiene capacidad= | 0.121 | m ³ /s | |
| Long total gaveta del trag. = | 1.31 | m | |

5.- **Tragante de Gaveta 5 (TG-5)**

| | | | |
|------------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| | Caudal aportación = | 0.052 | m ³ /s |
| Datos geométricos de la vía | | | |
| | Análisis | | |
| | Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | do = 0.262 |
| Pend. Long. Calle (So) = | 0.50 | % | Q2 = 0.436 |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | d = 0.410 |
| Ancho calzada (Tx) = | 4.00 | m | K = 2.329 |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.30 | m | Q1 = 1.436 |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | Qw = 1.000 |
| | | | Qt = 4.272 |
| | | | Eo= 0.545 |
| | | | Se = 0.102 |
| | | | Lt = 7.18 |
| La cuneta tiene capacidad= | 0.121 | m ³ /s | |
| Long total gaveta del trag. = | 1.79 | m | |

6.- **Tragante de Gaveta 6 (TG-6)**

| | | | |
|------------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| | Caudal aportación = | 0.017 | m ³ /s |
| Datos geométricos de la vía | | | |
| | Análisis | | |
| | Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | do = 0.262 |
| Pend. Long. Calle (So) = | 0.50 | % | Q2 = 0.436 |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | d = 0.410 |
| Ancho calzada (Tx) = | 4.00 | m | K = 2.329 |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.30 | m | Q1 = 1.436 |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | Qw = 1.000 |
| | | | Qt = 4.272 |
| | | | Eo= 1.700 |
| | | | Se = 0.275 |
| | | | Lt = 2.45 |
| La cuneta tiene capacidad= | 0.121 | m ³ /s | |
| Long total gaveta del trag. = | 0.75 | m | |

7.- **Tragante de Gaveta 7 (TG-7)**

| | | | |
|------------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| | Caudal aportación = | 0.015 | m ³ /s |
| Datos geométricos de la vía | | | |
| | Análisis | | |
| | Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | do = 0.262 |
| Pend. Long. Calle (So) = | 0.50 | % | Q2 = 0.436 |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | d = 0.410 |
| Ancho calzada (Tx) = | 4.00 | m | K = 2.329 |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.30 | m | Q1 = 1.436 |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | Qw = 1.000 |
| | | | Qt = 4.272 |
| | | | Eo= 1.835 |
| | | | Se = 0.295 |
| | | | Lt = 2.27 |
| La cuneta tiene capacidad= | 0.121 | m ³ /s | |
| Long total gaveta del trag. = | 0.69 | m | |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

8.- **Tragante de Gaveta 8 (TG-8)**

| Caudal aportación = | | 0.048 | m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|--|---|--|--|--|------|-------|------|-------|-----|-------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|------|--|--|
| Datos geométricos de la vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left; padding-left: 5px;">Resultados en unidad de medida Sistema Inglés</th> </tr> <tr> <td style="width: 20%;">do =</td> <td style="width: 20%;">0.525</td> <td style="width: 20%;">Q2 =</td> <td style="width: 20%;">4.229</td> </tr> <tr> <td>d =</td> <td>0.722</td> <td>Qs =</td> <td>31.719</td> </tr> <tr> <td>K =</td> <td>3.548</td> <td>Qw =</td> <td>5.668</td> </tr> <tr> <td>Q1 =</td> <td>9.898</td> <td>Qt =</td> <td>37.388</td> </tr> <tr> <td>Eo=</td> <td>3.369</td> <td>Se =</td> <td>0.525</td> </tr> <tr> <td>Lt =</td> <td>3.32</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | | do = | 0.525 | Q2 = | 4.229 | d = | 0.722 | Qs = | 31.719 | K = | 3.548 | Qw = | 5.668 | Q1 = | 9.898 | Qt = | 37.388 | Eo= | 3.369 | Se = | 0.525 | Lt = | 3.32 | | |
| Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| do = | 0.525 | Q2 = | | 4.229 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| d = | 0.722 | Qs = | | 31.719 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K = | 3.548 | Qw = | | 5.668 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q1 = | 9.898 | Qt = | | 37.388 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eo= | 3.369 | Se = | 0.525 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lt = | 3.32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Long. Calle (So) = | 1.16 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho calzada (Tx) = | 8.00 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.40 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La cuneta tiene capacidad= | | 1.060 | m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Long total gaveta del trag. = | | 1.01 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

9.- **Tragante de Gaveta 9 (TG-9)**

| Caudal aportación = | | 0.059 | m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|--|---|--|--|--|------|-------|------|-------|-----|-------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|------|--|--|
| Datos geométricos de la vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left; padding-left: 5px;">Resultados en unidad de medida Sistema Inglés</th> </tr> <tr> <td style="width: 20%;">do =</td> <td style="width: 20%;">0.525</td> <td style="width: 20%;">Q2 =</td> <td style="width: 20%;">4.229</td> </tr> <tr> <td>d =</td> <td>0.722</td> <td>Qs =</td> <td>31.719</td> </tr> <tr> <td>K =</td> <td>3.548</td> <td>Qw =</td> <td>5.668</td> </tr> <tr> <td>Q1 =</td> <td>9.898</td> <td>Qt =</td> <td>37.388</td> </tr> <tr> <td>Eo=</td> <td>2.709</td> <td>Se =</td> <td>0.426</td> </tr> <tr> <td>Lt =</td> <td>4.13</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | | do = | 0.525 | Q2 = | 4.229 | d = | 0.722 | Qs = | 31.719 | K = | 3.548 | Qw = | 5.668 | Q1 = | 9.898 | Qt = | 37.388 | Eo= | 2.709 | Se = | 0.426 | Lt = | 4.13 | | |
| Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| do = | 0.525 | Q2 = | | 4.229 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| d = | 0.722 | Qs = | | 31.719 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K = | 3.548 | Qw = | | 5.668 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q1 = | 9.898 | Qt = | | 37.388 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eo= | 2.709 | Se = | 0.426 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lt = | 4.13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Long. Calle (So) = | 1.16 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho calzada (Tx) = | 8.00 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.40 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La cuneta tiene capacidad= | | 1.060 | m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Long total gaveta del trag. = | | 1.26 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

10.- **Tragante de Gaveta 10 (TG-10)**

| Caudal aportación = | | 0.036 | m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|--|---|--|--|--|------|-------|------|-------|-----|-------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|------|--|--|
| Datos geométricos de la vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left; padding-left: 5px;">Resultados en unidad de medida Sistema Inglés</th> </tr> <tr> <td style="width: 20%;">do =</td> <td style="width: 20%;">0.525</td> <td style="width: 20%;">Q2 =</td> <td style="width: 20%;">4.229</td> </tr> <tr> <td>d =</td> <td>0.722</td> <td>Qs =</td> <td>31.719</td> </tr> <tr> <td>K =</td> <td>3.548</td> <td>Qw =</td> <td>5.668</td> </tr> <tr> <td>Q1 =</td> <td>9.898</td> <td>Qt =</td> <td>37.388</td> </tr> <tr> <td>Eo=</td> <td>4.422</td> <td>Se =</td> <td>0.683</td> </tr> <tr> <td>Lt =</td> <td>2.53</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | | do = | 0.525 | Q2 = | 4.229 | d = | 0.722 | Qs = | 31.719 | K = | 3.548 | Qw = | 5.668 | Q1 = | 9.898 | Qt = | 37.388 | Eo= | 4.422 | Se = | 0.683 | Lt = | 2.53 | | |
| Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| do = | 0.525 | Q2 = | | 4.229 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| d = | 0.722 | Qs = | | 31.719 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K = | 3.548 | Qw = | | 5.668 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q1 = | 9.898 | Qt = | | 37.388 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eo= | 4.422 | Se = | 0.683 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lt = | 2.53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Long. Calle (So) = | 1.16 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho calzada (Tx) = | 8.00 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.40 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La cuneta tiene capacidad= | | 1.060 | m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Long total gaveta del trag. = | | 0.77 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

11.- **Tragante de Gaveta 11 (TG-11)**

| Caudal aportación = | | 0.055 | m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|--|---|--|--|--|------|-------|------|-------|-----|-------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|------|--|--|
| Datos geométricos de la vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Caite cuneta (SW) = | 15.00 | % | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left; padding-left: 5px;">Resultados en unidad de medida Sistema Inglés</th> </tr> <tr> <td style="width: 20%;">do =</td> <td style="width: 20%;">0.525</td> <td style="width: 20%;">Q2 =</td> <td style="width: 20%;">4.229</td> </tr> <tr> <td>d =</td> <td>0.722</td> <td>Qs =</td> <td>31.719</td> </tr> <tr> <td>K =</td> <td>3.548</td> <td>Qw =</td> <td>5.668</td> </tr> <tr> <td>Q1 =</td> <td>9.898</td> <td>Qt =</td> <td>37.388</td> </tr> <tr> <td>Eo=</td> <td>2.920</td> <td>Se =</td> <td>0.458</td> </tr> <tr> <td>Lt =</td> <td>3.83</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | | do = | 0.525 | Q2 = | 4.229 | d = | 0.722 | Qs = | 31.719 | K = | 3.548 | Qw = | 5.668 | Q1 = | 9.898 | Qt = | 37.388 | Eo= | 2.920 | Se = | 0.458 | Lt = | 3.83 | | |
| Resultados en unidad de medida Sistema Inglés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| do = | 0.525 | Q2 = | | 4.229 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| d = | 0.722 | Qs = | | 31.719 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K = | 3.548 | Qw = | | 5.668 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q1 = | 9.898 | Qt = | | 37.388 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eo= | 2.920 | Se = | 0.458 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lt = | 3.83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Long. Calle (So) = | 1.16 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. Trans. Calle (Sx) = | 2.00 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho calzada (Tx) = | 8.00 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho caite cuneta (W) = | 0.40 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coef. Rugosidad (n) = | 0.017 | adim. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La cuneta tiene capacidad= | | 1.060 | m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Long total gaveta del trag. = | | 1.17 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

4.5 DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION ELECTRICA

Tabla 22.

Proyección del consumo de una vivienda

| Número | Descripción | Cantidad | Consumo (Watts) |
|--------|---------------------|----------|-----------------|
| 1 | Lavadora | 1 | 360 |
| 2 | Televisor | 2 | 330 |
| 3 | Microondas | 1 | 1200 |
| 4 | Refrigerador | 1 | 360 |
| 5 | Iluminación | 1 | 3000 |
| 6 | Equipo de Sonido | 1 | 240 |
| 7 | Plancha | 1 | 1800 |
| 8 | DVD | 2 | 120 |
| 9 | Nintendo | 1 | 60 |
| 10 | Computadora | 1 | 96 |
| 11 | Abanicos | 3 | 360 |
| 12 | Aire Acondicionado. | 1 | 360 |
| | | | Σ=8,286 |

Fuente: Propia

$$P_{Activa} = \text{Consumo} \times \text{Factor Demanda}$$

$$P_{Activa} = 8,286W \times 0.75$$

$$P_{Activa} = 6,214W$$

$$P_{Total} = \frac{P_{Activa}}{\text{Factor Demanda}} \quad \text{Ec. 12}$$

$$P_{Total} = \frac{6,214W}{0.8}$$

$$P_{Total} = 7,767VA = 7.7KVA \times 38$$

$$P_{Total} = \frac{293.6KVA}{4 \text{ Transformadores}} = 73.15KVA$$

→ 4 Transformadores de 75KVA

Cálculo del fusible del lado primario del transformador.

$$P = V \times I$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{75 \text{ KVA}}{14.4 \text{ KV}} = 5.2A \approx 5A \text{ Capacidad del Fusible.}$$

Por norma se instala un conductor de aluminio de diámetro 13.3mm² forrado.

Cálculo del conductor del lado secundario del transformador.

$$P = V \times I \rightarrow I = \frac{P}{V} = 75, \frac{000VA}{240V} = 312.5A$$

Por efecto de distribución y ubicación física, la capacidad del conductor se divide en dos.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{312.5A}{2} = 156.25A$$

Por norma se instala en el lado secundario del transformador para la distribución hacia los puntos de acometida, desde los postes cable de aluminio forrado multifilar de 1/0 AWG.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

5.1 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1.1 IMPACTO AMBIENTAL*

El Impacto Ambiental es Cualquier alteración significativa positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente provocados por acción humana y/o acontecimientos de la naturaleza en un área de influencia definida.

El Estudio Ambiental de Obras, Proyectos, Industrias y Actividades está compuesta por categorías ambientales, el proyecto de Urbanización se encuentra en la categoría III, del *Decreto No.76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental* *¹.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) es el encargado de la emisión del permiso ambiental, como requisito, se debe realizar una valoración ambiental (Las valoraciones de los impactos ambientales son elaboradas en base a la *Guía general para la preparación de Términos de Referencia*, *² específicos para cada proyecto.) la cual esta bajo el artículo 10 del decreto 45/94 denominado Reglamento de Permiso y Evaluación de Impacto Ambiental. Además el MARENA brindara un *Formato o panfleto de los Trámites* *³, que contiene los requerimientos para obtener dicho permiso ambiental.

A continuación se indican los aspectos a ser incluidos en el Estudio de Impacto Ambiental.

- Descripción del proyecto
- Límites del área de influencia
- SITUACION AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA (datos de base, marco ambiental)
- Identificación y Análisis de los Impactos Ambientales

* Ley general del M.A. y los recursos naturales, *¹,*²,*³ ANEXOS.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

- Medidas Ambientales
- Programa de Gestión Ambiental

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

La Urbanización se encuentra situada al sur de la ciudad de Managua, administrativamente ubicada en el distrito Numero V. de la misma municipalidad. Exactamente ubicada a 362.45m sobre el camino hacia la comarca de San Isidro de la Cruz Verde con los siguientes linderos particulares:

Norte: Calle en medio a la propiedad de Raúl Arana y otros.

Sur: Urbanización Bosques Terraza.

Este: Propiedad Raúl Arana.

Oeste: Propiedad Raúl Arana.

El Área del proyecto es de 17, 337.07m² equivalente a 24,626.52Vrs².

Para la valoración ambiental, se realizaron visitas de campo haciendo un recorrido al lugar donde estará la construcción. La urbanización comprende el diseño de las redes: de agua potable, drenaje pluvial, distribución eléctrica y tratamiento de aguas residuales, el diseño de las calles y avenidas.

La Red de aguas pluviales esta diseñada para recolectar las aguas de lluvia por medio de tuberías hasta un cause que las dirige al embalse de San Isidro de la Cruz Verde a 100m de esta urbanización y de otras, de esta manera disminuyendo las inundaciones, erosión del suelo, circulación en las calles, etc.

El tratamiento de aguas residuales comprende un sistema de una Fosa séptica y un pozo de absorción para cada lote. En este diseño la fosa séptica captara los desechos sólidos, luego estos serán removidos en forma de lodos al darle el mantenimiento a la misma, el pozo de absorción capta los líquidos provenientes de la fosa séptica. Este sistema fue diseñado por la falta de una colectora que pase por el sitio, la ventaja de éste es que evita

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

la contaminación por medio de los desechos sólidos al subsuelo, al manto acuífero y se contribuye a la no contaminación de la cuenca sur.

El diseño de las calles y avenidas es una de las etapas del proyecto que afectara mas al medio ambiente ya que se removerá la capa superficial del subsuelo eliminando la vegetación y se talaran árboles por eso se trata de mitigar el daño al medio ambiente creando áreas verdes en la urbanización.

Con la realización del proyecto se generaran empleos temporales, en las diferentes etapas de la urbanización, siendo de esta manera beneficiada la población aledaña.

LÍMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área directamente afectada, corresponde a la porción de terreno o espacio afectado en sí misma por las obras o actividades del proyecto como el área de construcción, instalaciones, caminos y otros. El área calculada es de 17,337.07m² equivalente a 24,551.02 Vrs², lo que corresponde a los lugares donde estará la maquinaria pesada, herramientas y la zona de préstamo de materiales, etc.

El área de influencia directa corresponde a las porciones de terreno o espacio que reciben los impactos de la actividad del proyecto en forma directa, como por ejemplo áreas afectadas por emisiones de gases, ruidos etc. Siendo estos los lugares aledaños al área de la urbanización, los cuales son:

Norte: Villa Fontana.

Sur: Urbanización Bosques Terraza.

Este: Las Cumbres.

Oeste: Bosques del Recreo.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

SITUACION AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA

Se debe presentar una descripción detallada del ambiente a ser afectado por el proyecto en función de sus características y del área a intervenir, tomando en cuenta principalmente lo siguiente:

Medio abiótico:

Geología: La condición sísmica del área donde se construirá la urbanización es la siguiente: A unos 400m pasa la falla Mocerón.

Suelos: El tipo de suelo es clasificado como OL, cuyo nombre típico, son limos orgánicos y arcillas limosas de baja plasticidad y OH arcilla orgánica de media a alta plasticidad y limos orgánicos de media plasticidad.

Clima: El clima predominante para la ciudad de Managua es el de sabana tropical según la clasificación de Koppen, la humedad relativa media anual varia de 64-75%, la temperatura varia entre 30.3-26.9°C, la intensidad es de 221.53.

Hidrología: La cuenca hidrográfica afectada es La Cuenca Sur.

Calidad del Agua: Los estudios recientes realizados por ENACAL, muestran lo siguiente: La conductividad oscila entre 1000- 1213 micro ohms, temperatura oscilan entre 29 -31 °C, pH importante parámetro para la efectividad de la desinfección con cloro, oscilan entre 6.40 -7.20 los resultados son muy buenos estando dentro de la norma, cloro residual libre se encontró entre 0.4-1.0 mg/litro. El riego sanitario de agua por presencia de microbiología es muy reducida, por la presencia de cloro residual.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Medio biótico:

Flora: En el área de la urbanización hay árboles de guanacaste, árboles frutales como (mango, nancite, limón).

IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Identificación de Impactos: Las actividades del proyecto que afectan al Medio Ambiente en mayor proporción son las Explanaciones y las Obras hidráulicas.

Las acciones que modifican el uso del suelo son:

- **Descapote:** Esta actividad genera, ruido, polvo, gases y produce desechos de los que hay que disponer de manera adecuada. En los casos de los cambios de línea en el cauce además conlleva deforestación y afectaciones a los dueños de los terrenos.
- **Movimiento de Tierra:** El movimiento de tierra provoca modificaciones al paisaje natural, generación de ruidos, gases y polvo y en ciertos casos conlleva un riesgo de accidente a los trabajadores.

La extracción de material implica un alto peligro de erosión causando la destrucción del suelo y generación de sedimentos que afectan las corrientes de aguas superficiales circundantes. Además produce afectaciones por ruido, polvo y gases en un radio variable dependiendo de la topografía y el patrón del viento.

- **Obras hidráulicas:** Esta actividad implica un alto riesgo de contaminación de la corriente de agua por hidrocarburos, cemento y otras sustancias durante la construcción.
- **Equipos pesados:** El empleo de maquinaria en las obras de construcción generan contaminación sónica lo que ocasiona la perturbación de la tranquilidad

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

de la fauna local, de la misma manera esta actividad requiere la manipulación de combustibles, aceites, lubricantes y productos bituminosos.

Estas sustancias constituyen agentes contaminantes de los suelos y las aguas superficiales y subterráneas. Además constituyen sustancias riesgosas por su inflamabilidad. Durante la operación de las maquinarias se produce una contaminación de aire debido a la emisión de gases provenientes del escape de las máquinas.

- Instalaciones de planteles y campamentos: La instalación de planteles y campamentos implica el abra y destronque de los terrenos y dependiendo de la extensión del campamento y de la topografía, un cierto movimiento de tierra. De la misma manera son puntos críticos en el manejo de hidrocarburos puesto que incluyen talleres de mantenimiento de equipo y bodegas de almacenamiento. Además los planteles y campamentos son focos de generación de basura.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Tabla 23.
Impactos directos de las tecnologías constructivas en el medio ambiente.

| Factor Afectado. | | Acciones impactantes. | Impactos directos. |
|-----------------------|---------------------|--|--|
| Abiótico | Suelo | Movimientos de tierras. Usos de equipos pesados de construcción, para el descapote, explanación y obras hidráulicas. | Dstrucción de la capa vegetal. Compactación de suelos. Contaminación ambiental. Erosión. |
| | Agua | Afectaciones y modificaciones al drenaje natural. Vertido de sustancias nocivas y aguas albañales. | Inundaciones, desvíos de acuíferos. Disminución del manto freático. |
| | Aire | Movimientos de tierra en, el Descapote al realizar la limpieza, Explanaciones, Obras hidráulicas. | Perdida de humedad. Contaminación por el polvo en suspensión. Contaminación por gases y componentes químicos. Contaminación por Ruido. |
| Biótico | Vegetación y Fauna. | Movimientos de tierra y de equipos pesados. Generación de polvo atmosférico en la obra. | Modificación y cambios de la vegetación y afectación a las especies animales. |
| Paisaje. | | Descapote, Construcción de explanaciones. Diseños urbanos y arquitectónicos ajenos al sitio. | Afectaciones y pérdida del paisaje natural en la vida silvestre. Cambios negativos en la estructura paisajística. |
| Medio Socio-Económico | Socio cultural. | Construcción de explanadas y obras viales en zonas donde se afecta el hábitat de los pobladores. | Modificaciones en la accesibilidad a determinadas áreas o zonas. Contaminación por ruido, polvo en suspensión. |

Fuente Propia

Como puede observarse la construcción de explanaciones, obras hidráulicas, el empleo de las maquinarias de la construcción, tienen un significativo impacto sobre el medio ambiente, ya que las mismas:

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

- 1- Crean el efecto barrera (dividen propiedades, varía la permeabilidad del suelo, afecta el drenaje, etc.).
- 2- Ocupan gran espacio (se ocupa un área considerable, toda lo que ocupa la faja de la vía, la que ocupan los préstamos).
- 3- Se producen ruidos indeseables o dañinos durante su construcción y posterior explotación.
- 4- Destrucción o modificación del sitio, cambios climáticos, etc.

Sin embargo para lograr el desarrollo socioeconómico no hay otra opción que construirlas. La solución consiste en disminuir al mínimo las afectaciones sobre el medio ambiente.

La evaluación de los impactos ambientales se realiza por medio de matrices, en este caso se utiliza:

5.1.2 Método de Leopold

Las matrices pueden ser consideradas como listas de control bidimensionales; en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.), mientras que en la otra dimensión se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. De esta manera los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control.

Con respecto a la evaluación, esta es numérica, la cual puede ser relativa o absoluta; en general una evaluación analiza el resultado del impacto (positivo o negativo). Este método requiere que la intersección entre cada acción y cada característica ambiental se entrecrucen. Luego, se inserta un número (del 1 al 10) en la parte superior del cuadrado de barras, para indicar el tamaño del impacto. En la parte inferior, otro número (del 1 al 10) indica su importancia.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Tabla 24. Matriz de Leopold

| ACTIVIDADES DEL PROYECTO | FACTORES DEL MEDIO | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|------|------|------------|----------------|-----------------|----------------|
| | ABIOTICO | | | BIOTICO | MEDIO AMBIENTE | SOCIO-ECONOMICO | |
| | SUELO | AGUA | AIRE | VEGETACION | PAISAGE | ATMOSFERA | SOCIO CULTURAL |
| DESCAPOTE | -4 | | -5 | / | -5 | -3 | |
| | -4 | | -5 | -10 | -5 | -3 | |
| MOVIMIENTOS DE TIERRA | / | | -8 | | | -5 | -5 |
| | -10 | | -8 | | | -5 | -5 |
| OBRAS HIDRAULICAS | / | -5 | -5 | -7 | | -5 | |
| | -10 | -5 | -5 | -7 | | -5 | |
| OBRAS DE DRENAJE | / | / | | | | | |
| EXPLANACION | +10 | +10 | | | | | |
| | -5 | | -5 | | -8 | | -5 |
| OBRAS MISCELANEAS | -5 | | -5 | | -8 | -10 | -5 |
| | | | -4 | | | -3 | |
| | | | -4 | | | -3 | |

Fuente propia.

La matriz de Leopold incorpora información cualitativa sobre las relaciones causa efecto, del proyecto de urbanización, los resultados de la evaluación son los siguientes: Los factores más afectados son el suelo, el aire, la atmosfera siguiendo la vegetación y el paisaje. El suelo es el factor más afectado por la construcción de la urbanización podría decirse que alcanza el 30% de un 100%, siguiendo, el aire 27%.

MEDIDAS AMBIENTALES

Principales medidas para minimizar el Impacto Medio Ambiental en la Fase Constructiva.

Estas estarán encaminadas a reducir en la mayor medida posible el impacto en cada uno de los factores afectados antes expresados:

1- Suelo:

- Realizar el descortezado de la base de las explanaciones según el proyecto, para evitar la eliminación innecesaria de la capa vegetal.
- Distribuir racionalmente las masa de los suelos a mover, asegurando el máximo de compensación posible, ubicando convenientemente el material sobrante de tramos o zonas en corte o excavación (minimizar movimiento de tierra y afectaciones al medio ambiente con material sobrante o indeseable.
- Emplear únicamente la faja de emplazamiento establecida en el proyecto para la construcción de las explanaciones.

2- Agua:

- Evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas al explotar las maquinarias de construcción.
- Construir correctamente el sistema de drenaje proyectado y mejorarlo si es posible durante su construcción.
- Evitar destrucción y desvíos de los acuíferos en la construcción de las explanaciones.

3- Vegetación:

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

- Realizar el desmonte o tala de árboles y desbroce de la vegetación imprescindible, solo dentro de los límites de la faja de emplazamiento establecida en el proyecto de la explanación.
- Minimizar la apertura de trochas, caminos de acceso provisionales hasta la obra y hacia los préstamos.
- Recubrir siempre que sean factible los taludes de las explanaciones con capa vegetal.
- Posibilitar con un racional acarreo y disposición el uso de árboles maderables talados.

4- Paisaje:

- Ubicar correctamente los préstamos laterales, no tan cercanos que afecten el entorno de manera evidente y a la vez no tan distante de la obra para no elevar los costos de transportación.
- Explotar correctamente los préstamos laterales, usando el área imprescindible que asegura los volúmenes de tierra necesarios.
- Adoptar cuanta medida contribuye al cuidado del paisaje durante la fase constructiva.

5- Atmósfera:

- Usar las técnicas de voladuras de tierra y/o roca solo en casos estrictamente necesarios.
- Mantener un buen estado técnico de funcionamiento el parque de máquinas disponible para ejecutar los diferentes trabajos, para reducir así en la mayor medida posible el escape de gases, derrame de combustibles y lubricantes, así como la generación de ruidos innecesarios.
- Evitar o disminuir el mínimo de creación de nubes de polvo (polvaredas) al construir explanaciones, mediante riego de agua, riegos asfálticos u otras medidas.

PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

En el programa de gestión ambiental se elabora un plan de acción ambiental que se ejecutara a largo plazo en todas las etapas del proyecto. Por lo tanto dicho plan debe contener principalmente, las siguientes medidas ambientales:

Durante el transcurso de la obra se debe contar con un inspector, especialista en Medio Ambiente llamado Regente Ambiental, que se encargara del Seguimiento y Control durante la ejecución de las obras civiles, garantizando la disminución de los riesgos ambientales, así como; la calidad del aire, monitoreo de ruidos y vibraciones. Además del funcionamiento y mantenimiento de los equipos y maquinaria pesada de construcción entre otras cosas.

En el sistema de tratamiento de aguas residuales, la evacuación de los desechos de los tanques sépticos se limpiaran con camiones cisternas especiales para limpieza de tanques sépticos; como los de la Plomería Picado, COPRECO (Especialistas en este tipo de limpieza). Luego de la extracción de los desechos, para la eliminación de estos la empresa encargada se encarga de enterrarlos en el basurero municipal de Managua, también estos desechos una vez tratados sirven como abono orgánico.

CONCLUSIONES

Con la realización del proyecto, llamado Diseño, costo y programación de la infraestructura de una urbanización, (Caso Práctico), se ha concluido lo siguiente:

Se propuso el diseño de la Red de Servicios Básicos:

- La Red de Agua Potable fue elaborada manualmente, se calcularon las presiones y las velocidades límites, determinando que el sistema es apto en el sentido de no afectar a las demás comunidades aledañas, además cumple con las normativas de ENACAL (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios), por ende el sistema puede ser instalado a la Red Pública y su funcionamiento será eficiente en la Urbanización.
- La Red de Aguas Pluviales, está diseñada bajo las normativas establecidas por ENACAL. Esta red recolecta las aguas pluviales por medio de las cunetas, tragantes y posteriormente trasladadas por tuberías hasta un cauce que las dirige al Embalse de San Isidro de la Cruz Verde, este se encuentra a escasos 100m del lugar del proyecto de Urbanización. El sistema de evacuación de aguas, es de gran ayuda para los habitantes de la Urbanización y demás poblados que rodean la misma, ya que disminuye la erosión del suelo, no permitiendo la acumulación de sedimentos en las calles lo que facilita la circulación, permitiendo además aminorar las inundaciones en la localidad.
- El diseño de Distribución Eléctrica residencial en baja y media tensión, fue elaborado en base a las normativas del Instituto Nicaragüense de Energía (INE), según el Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua (CIEN) vigente. Se estimo la carga por lote y se estimo la carga total de la urbanización, se determino la instalación de tres transformadores en postes y se ubicaron



I. INTRODUCCION

De acuerdo con la solicitud se procedió a la ejecución del estudio de suelo. El objeto de este estudio fue conocer las condiciones físico-mecánicas del suelo donde se desarrollara una urbanización para la construcción de 38 viviendas de tipo social.

II. UBICACIÓN DE LA PROPIEDAD

La propiedad donde se llevará a efecto el proyecto, esta ubicado al sur de la ciudad de Managua a 362.45m. sobre el camino hacia la comarca de San Isidro de la Cruz Verde con los siguientes linderos particulares.

NORTE: Calle en medio a propiedad de Raúl A. y Otros.

SUR: Urbanización Bosques terraza

ESTE: Propiedad Raúl Arana

OESTE: Propiedad Raúl Arana

Con una extensión de terreno de 17,337.07m² equivalente a 24,626.52Vrs².

III. TRABAJO DE CAMPO Y METODO DE ENSAYO

Para la investigación del subsuelo se realizaron dos calicatas de 1.25m de profundidad en forma diagonal al terreno, la primera se localiza a 35m de la esquina NE. del terreno identificado en el plano como 123. La segunda calicata se localiza a 50m en forma diagonal de la esquina SO. Del terreno, identificado en el plano con numero 210.

El muestreo del suelo en mención en cada una de las calicatas se efectuaron con barra y pala haciéndose dos perforaciones de área cuadrada de 0.70 x 0.70m y una profundidad de 1.25m lográndose obtener muestras típicas, las que fueron clasificadas visualmente y al tacto en el campo y luego trasladadas al laboratorio para su identificación definitiva (Ver fotos)

Las normas utilizadas para los ensayos son los siguientes: Según la ASTM

| | |
|--|-------|
| Determinación del tamaño de los granos..... | D422 |
| Limite Líquido..... | D423 |
| Limite Plástico..... | D424 |
| Índice de Plasticidad..... | D424 |
| Sistema Unificado de clasificación de Suelo..... | D2487 |



IV. IMPACTO AMBIENTAL

El estudio del impacto ambiental es un proceso formal que predice las consecuencias ambientales causadas por un proyecto.

Por otro lado identifica las medidas para contrarrestar los problemas y propone medidas para ser más viable el proyecto.

En vista que el proyecto 2008 en su totalidad tiene como finalidad urbanizar y construir 38 viviendas de tipo social y cerca de la capital, se recomienda se efectúe elaborar un proceso de gestión ambiental para su implementación.

La situación actual del sitio donde se efectuara la construcción del proyecto, se caracteriza por la existencia de bastante arborización y vegetación tales como: guanacaste, mango, nancite, jocote, limón agrio y otros lo que hace que el ambiente sea fresco y húmedo, pienso que al efectuarse la construcción algunos árboles puedan conservarse para la preservación del medio ambiente y el ornato del mismo.

V. ASPECTO FISICO DEL TERRENO

La topografía es semiplano con una pendiente moderada de sur a norte, esto hace que las aguas pluviales de sur a norte drenen al camino de acceso a San Isidro de la Cruz Verde y a su vez esta cerca a la micro presa que esta a 300m aproximadamente contiguo a la pista Jean Paul Gennie.

Por la parte sur colinda con la urbanización terraza y se observo que el muro que divide

Dicha propiedad es un muro de retención y se logro investigar y comprobar que la aguas pluviales no drenan hacia el proyecto 2008.

Se observo que el lado oeste esta completamente construido, la via de acceso a la propiedad actualmente es un camino transitable de todo tiempo.

También se observo la proximidad de los centros comerciales, supermercados, universidad, etc. Que redundan en beneficio del proyecto.

A 300m hacia el este se encuentra ubicada la pista Jean Paul Gennie que conecta con la capital y carretera a Masaya.

VI. CONCLUSIONES

El material encontrado en los sondeos de las dos calicatas, presentan características intermedias y su clasificación es la siguiente: según el sistema unificado de la ASTM, corresponde a los grupos siguientes:

1. Nos encontramos con un suelo OL cuyo nombre típico, son limos orgánicos y arcillas limosas de baja plasticidad.
2. En las siguientes capas nos encontramos con un suelo OH siendo esta arcilla orgánica de media alta plasticidad y limos orgánicos de media plasticidad.
3. Después de efectuado el estudio de este suelo obtuvimos el siguiente resultado, un valor soporte de 2.50 kg/cm^2 y un desplante mínimo de 0.75m.
4. Se comprobó que el suelo estudiado es similar al suelo de la Urbanización Terraza al sur del terreno en estudio.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para desplantar las fundaciones (Zapatatas) y mejorar el contacto de esta con el suelo, se proponen tres alternativas:
 - Proponer una retorta de concreto pobre de 2000PSI con un espesor de 5cm.
 - Hacer una sobre excavación de 20cm de profundidad y rellenar con suelo-cemento que perfectamente con el mismo suelo excavado se puede hacer la mezcla en una proporción 1-8.
 - Hacer una sobre excavación de 35cm de profundidad y rellenar con material selecto, tipo; Los Martínez, Cofradia y Frawley.
2. Se recomienda se haga el diseño estructural para las 38 viviendas con los datos de suelo obtenido por un especialista en estructura.
3. Respecto a las aguas pluviales se recomienda considerar pozos de absorción en las calles, áreas verdes y patios de las casas a construirse para recolectar las aguas de lluvia. Con esto alteraríamos en menor grado la ecología del lugar y enriqueceríamos las aguas subterráneas.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

convenientemente para el balanceo normal de las cargas. El estudio no incluye el costo de la acometida específica a cada lote.

- El Sistema de tratamiento de Aguas Residuales está compuesto por una Fosa séptica prefabricado de 1,100 lts de capacidad y un Pozo de absorción de 3m de diámetro x 4.5m de profundidad, para cada lote. Dicho sistema está diseñado para funcionar de la siguiente manera; la Fosa Séptica captara los desechos sólidos, luego estos serán removidos en forma de lodos para su mantenimiento, el Pozo de absorción captará los líquidos provenientes de la Fosa séptica. Este sistema fue diseñado por la falta de una colectora que pase por el sitio, la ventaja de éste es que evita la contaminación por medio de los desechos sólidos al subsuelo y al manto acuífero, además contribuye a la no contaminación de la cuenca sur. El Sistema de tratamiento de Aguas residuales cumple con las normativas presentes en las Guías técnicas por la ALMA y ENACAL.

- Las calles y avenidas fueron diseñadas en base a las especificaciones generales para la construcción de caminos y calles, NIC-2000, se propuso que la construcción fuera de adoquines, se establecieron dos tipos de secciones, el ancho de rodamiento para la avenida 1 (la principal) es de 8m, la calle y la avenida 2 y 3 son de 4m, variando también el ancho de los andenes. Para todos los casos el bombeo es del 2%. En ambos lados. Los espesores recomendados para el adoquinado son los siguientes: adoquinado de 10cm, arena de 5cm y base 30cm.

- Se estimó el presupuesto del proyecto de Urbanización, para que el dueño en un futuro lo someta a una licitación; publica, privada o directa. En estos momentos la urbanización cuesta \$ 251,985.98.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

- Se propuso un programa de actividades. Este fue hecho en Microsoft Project el cual brinda la Ruta Crítica y el Diagrama de Gantt del Proyecto de Urbanización de esta manera se obtuvo el tiempo de duración de las Obras el cual es de 117 días o de 4 meses. Además este programa puede ser muy útil en la etapa de construcción para la supervisión de la obra.

- El Estudio de Impacto Ambiental del proyecto está compuesto en la categoría ambiental III ,*Decreto No.76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental*, este estudio se baso en la Guía general para la preparación de términos de referencia (TDR), cumpliendo con los requisitos del MARENA. Este estudio contiene efectos tanto positivos, como negativos. Entre los efectos positivos tenemos la construcción sistemas de drenaje pluvial .Los efectos negativos provocaran daños mínimos al medio ambiente del área del proyecto, estos serán compensados con áreas verdes, arborización, además se aclara que no será talado ningún árbol que se encuentre dentro del área. El estudio de impacto ambiental plantea medidas de mitigación para cada una de los factores afectados.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de calidad de agua, garantizando a los habitantes de la futura Urbanización, agua potable de buena calidad.
- Para el sistema de tratamiento de Aguas Residuales, específicamente para el pozo de absorción, es de gran importancia realizar una prueba de campo de infiltración o percolación, para saber la capacidad de absorción de los suelos.
- Dar seguimiento al proyecto que ejecuta la Alcaldía de Managua que consiste en el encausamiento de las aguas pluviales que drenan al embalse.
- Arborizar las zonas destinadas a áreas verdes y recreación de la urbanización.

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

BIBLIOGRAFIA

- Diseño de acueductos y alcantarillados.
Ricardo A. López Cualla. 2ª Edición. 1999.
- Diseño y construcción de explanaciones, Tomo 1 y 2
Ing. Juan A. Torres Vila, La Habana 1986.
- Topografía, Jack MC Cormac, Limusa Wiley, 2006.
- Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Agua (ENACAL).
- Normativas de tratamiento de Aguas residuales de ENACAL.
- Normativas del Instituto Nicaragüense de Energía (INE), según el Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua (CIEN) vigente.
- Tesis: Proyecto de Urbanización, Universidad Nacional de Nicaragua.1953
Autor: Noel Espinosa Chavarría.
- Tesis: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y ampliación del sistema de agua potable del barrio de Villa Vallarta en la ciudad de Managua.
Autores: Félix Granados, José Hernández, Vladimir Mendoza. 2007
- Tesis: Cálculo del caudal de diseño para la cuenca del Río Sinecapa en el punto de cierre “Puente El Tamarindo”. Autores: Jessy Zúniga, Wilber Pérez. 2005

Diseño, Costo y Programación de la Infraestructura de una Urbanización (Caso Práctico).

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

1. Uso de suelo*

Arto.5. Ningún terreno urbano se podrá desarrollar, ni estructura alguna será construida, remodelada, ampliada reparada o cualquier combinación de estos trabajos con fines contrarios al reglamento de Managua.

Arto.6. Ningún desarrollo urbano en el área del municipio de Managua debe iniciarse sin el correspondiente permiso; el cual debe cumplir con lo estipulado en el reglamento de permiso de construcción.

Para la comprensión del uso de suelo en el municipio de Managua entendemos por:

- a. Área de consolidación: Es el área urbana comprendida entre el límite de consolidación y el lago de Managua donde se permite la construcción de cualquier tipo de obra, tanto en el área ya urbanizada como en las no desarrolladas. Los desarrollos urbanos tienen prioridad en esta área.
- b. Área de expansión: Es el área comprendida entre el límite de consolidación y el límite urbano en donde solo se permiten nuevos desarrollos dentro de los sectores a saturar, estos desarrollos tienen prioridad secundaria en dichos sectores.
- c. Área de ocupación de suelo: Es la superficie en metros cuadrados de la proyección horizontal de los edificios existentes o a construirse en un lote. Para efectos de cálculo se medirá desde las caras externas de las paredes y se incluirán las áreas techadas tales como: aleros mayores de 1.50cm de ancho, canopias, espacios de circulación techados entre columna entre paredes, porches mayores de 1.50cm de ancho, balcones mayores de 1.50cm de ancho y terrazas techadas mayores de 1.50cm de ancho. Se excluye, las terrazas sin techo pérgolas y detalles arquitectónicos menores de 1m.
- d. Área total de construcción: Es la superficie total en metros cuadrados existentes y/o a construirse.
- e. Desarrollo urbano: Es un conjunto de obras de infraestructura y edificación que tiene por objeto cambiar y mejorar el ambiente, se subdivide en urbanización, fraccionamiento urbano, proyecto de propiedad horizontal y renovación urbana.
- f. Factor de ocupación de suelo (F.O.S): Es la relación entre el área de ocupación de suelo y el área del especificada en el documento que garantiza la tenencia legal de la tierra. Este factor prevalece sobre el dimensionamiento de los retiros. Fig.1
- g. Factor de ocupación de total (F.O.T): Es la relación entre le área total de construcción y área de lote especificada en el documento que garantiza la tenencia legal de la tierra. Fig.2
- h. Línea de construcción: es la línea trazada interna y paralelamente con respecto a los linderos de lotes, de acuerdo a las distancias de retiros indicados para cada zona además de las indicadas, para los derechos de vía en los reglamentos de drenaje pluvial y sistema vial.
- i. Lindero frontal de lote: es la línea divisora entre un lote y el derecho de vía existente o propuesto, teniéndose, tanto, linderos frontales como derecho de vía que colinden con el. Fig.3
- j. Lindero lateral de lote: Es la línea divisora de un lote con otro u otros lotes que no sea frontal ni de fondo. Fig.4
- k. Pórticos: Es el espacio frontal exterior de un edificio cubierto y soportado por columnas o arcos designado a la protección de los peones.

*Alcaldía de Managua.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

- l. Retiro de fondo: Es la distancia expresada en metros que debe existir entre el lindero y la línea de construcción de un lote. Fig.4
- m. Retiro frontal: Es la distancia expresada en metro que debe existir entre el lindero y la línea de construcción frontal de un lote. Fig.4
- n. Retiro lateral: Es la distancia expresada en metro que debe existir entre el lindero y la línea de construcción lateral de un lote. Fig.3
- o. Uso de suelo: Son los diferentes modos de utilizar un terreno para los servicios o funciones urbanas y urbanas regionales.
- p. Estacionamiento: Las áreas requeridas para cualquier estacionamiento sera regulada por las normas especificadas en el reglamento de estaciones de vehículos para el área de municipio de Managua.
- q. Muros verjas y mallas: En todas las zonas de viviendas, se permiten dentro de sus respectivas superficies de retiro frontal y lateral, muros sólidos hasta una altura de 1m medido desde el nivel de piso interior de lote. Al igual permitirán verjas de cualquier tipo, mallas o barandas, hasta una altura de 2.20m como máximo. Siempre para zonas de vivienda a partir de la línea de construcción en linderos lateral y de fondo, se permitirán muros hasta una altura de 3m.
- r. Canopias o voladizos: En el área de retiro frontal de toda edificación se permitirán la colocación de canopias o voladizos perpendiculares a las fachadas frente a la puerta de acceso principal protegiendo solamente las ares destinadas a este acceso, estas canopias o voladizos podrán tener hasta el 50% de la longitud de retiro frontal y será de un ancho no mayor del 25% del frente del lote hasta un máximo de 4m de ancho para el uso de viviendas de 8m para otros usos.
- s. Balcones, pérgolas y piscinas: La longitud de balcones en las plantas superiores al primer piso, será permitida en los retiros frontales, si estos balcones no sobresale mas del 50% de la longitud del retiro permisible para esta zona, medido perpendicularmente al lindero de propiedad. Se permitirán además en las áreas de retiro frontales y laterales la colocación de pérgolas sin muros ni cerramientos laterales. También se permitirán piscinas con un retiro de 2m de linderos o de fundación a estructura existente.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

2. De las donaciones*

Arto.28. Otorgado el permiso de la construcción el urbanizador debe donar a la junta de reconstrucción de Managua, ante notario, nombrado por el ministerio de vivienda y asentamientos humanos, a superficie de terreno de las futuras vías de la urbanización y el sistema de drenaje pluvial. Las donaciones a la junta de reconstrucción de Managua para áreas de vialidad se deben hacer como sigue:

- A. La donación en el sistema distribuidor primario de la ciudad señalando en el reglamento de sistema vial para el área de municipio de Managua, es de 26m, 13m, a cada lado de la línea de derecho de vía, correspondiente al las marginales y aceras, quedando como área de reserva la porción central complementaria de derecho de vía.
- B. La donación en el sistema colector primario de la ciudad señalada es de 22m, 11m a cada lado, alo interno de la línea de derecho de vía, quedando como área de reserva la porción central complementaria del derecho de vía.
- C. La donación en el sistema colector secundario, calles de servicio local, callejones vehiculares y vías peatonales correspondientes a la jerarquía de una urbanización, debe ser total, conforme a los derechos de vía aprobados.
- D. Empresa Nacional de Acueductos y alcantarillados (ENACAL), se debe donar los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.
- E. A UNION FENOSA, se debe donar el sistema de energía eléctrica.
- F. A la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones (ENITEL), se debe de donar el sistema telefónico y los buzones de correo en caso de que lo amerite.
- G. Al Ministerio de Vivienda y Asentamiento Humano, se debe donar pos porcentajes de terreno en concepto de área comunal.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

*Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.

3. GUIA GENERAL PARA LA PREPARACION DE TERMINOS DE REFERENCIA ESPECIFICOS PARA LA ELABORACION DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MARENA

I. INTRODUCCION

El presente documento establece los aspectos a ser considerados en la formulación de los términos de referencia, para que el grupo de trabajo seleccione con criterio técnico aquellos, que apliquen a cada tipo de estudio de impacto ambiental que necesiten orientar. Esta guía debe ser particularizado según el tipo del proyecto considerando su potencial de impacto y las informaciones presentadas por el proponente en la solicitud de permiso ambiental. También se debe considerar la fase de desarrollo en que se encuentre el proyecto, obra o actividad. Las acciones identificadas como de alto potencial de impacto deben ser expresamente mencionadas en los términos de referencia.

A lo largo del documento se encuentran escritas orientaciones para que el grupo de trabajo que elabora los términos de referencia los tome en cuenta, estas pueden diferenciarse fácilmente ya que se encuentran con letra *itálica*.

II. OBJETIVO

Proporcionar elementos técnicos para orientar al grupo de trabajo interinstitucional en la formulación de términos de referencia específicos para el estudio de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades enmarcadas en el Decreto No. 45-94 y de acuerdo a lo establecido en los procedimientos para su aplicación.

III. DIRECTRICES GENERALES

1 DIRECTRICES PARA EL GRUPO DE TRABAJO

1.1 El grupo de trabajo interinstitucional será el encargado de la formulación de los términos de referencia específicos para cada proyecto y estará formado por funcionarios técnicos de la DGA, de otras Direcciones de MARENA, del organismo sectorial correspondiente al proyecto y otras entidades cuando sea necesario. El grupo debe ser multidisciplinario, de manera que abarque las disciplinas según las características del proyecto. Dicha selección se realizará de acuerdo a los criterios establecidos.

1.2 Siempre que el grupo considere necesario se realizará una inspección al sitio del proyecto y su probable área de influencia, a fin de corroborar la información presentada por el proponente y recabar información complementaria a la obtenida en las consultas a archivos, mapas y otros documentos.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

- 1.3 A fin de que los términos de referencia sean acordes con las características del proyecto, es necesario que el grupo de trabajo discuta en detalle cada una de las actividades potenciales del proyecto a fin de tener un conocimiento claro de que consiste y poder determinar los requerimientos del estudio.
- 1.4 Los términos de referencia deben dirigir el contenido del estudio de impacto ambiental para aclarar los aspectos relevantes para la toma de decisión respecto al control ambiental del proyecto, evitando imponer investigaciones y tareas no necesarias para la comprensión de las alternativas del proyecto y sus impactos ambientales.
- 1.5 El grupo de trabajo establecerá en los términos de referencia el tipo de consulta para el proyecto específico, de acuerdo a los criterios establecidos en los procedimientos complementarios.
- 1.6 Después de formulados los términos de referencia por parte del grupo de trabajo interinstitucional, deben ser presentados al proponente o sus representantes, para aclarar posibles dudas.

2 DIRECTRICES PARA EL PROPONENTE

Por el carácter informativo de las disposiciones legales vigentes, todos los términos de referencia específicos deben contener las siguientes directrices:

- 2.1 El estudio de impacto ambiental y el respectivo documento de impacto ambiental deben ser elaborados bajo la responsabilidad del proponente, por un equipo multidisciplinario formado por profesionales calificados en las disciplinas que requiere dicho estudio, quienes serán los responsables técnicos de los resultados presentados.
- 2.2 A lo largo de la elaboración del estudio de impacto ambiental, y siempre que el proponente lo solicite, se realizarán reuniones con el objetivo de aclarar posibles dudas en cuanto al contenido del estudio y al cumplimiento de los términos de referencia.
- 2.3 Deberán ser presentados el original y 4 copias del estudio de impacto ambiental y 4 ejemplares de su respectivo documento de impacto ambiental, firmados por el proponente o su representante legal; por el coordinador, los profesionales y los consultores miembros del equipo multidisciplinario responsable de su elaboración.

El número de copias deberán ser ajustadas según los requerimientos del grupo de trabajo establecido.

- 2.4 A fin de facilitar la comprensión, revisión y evaluación del EIA, el mismo deberá ser de fácil lectura, presentar los problemas en forma progresiva, estructurarse en forma tal que resalte los aspectos fundamentales y evite información redundante. Para ello, se recomienda lo siguiente:

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

- a. Evitar comentarios ambiguos o subjetivos. Todo lo expuesto debe basarse en criterios, normas, registros y datos de total aceptación y validez.
- b. Usar en lo posible, el Sistema Internacional de Unidades.
- c. Las siglas y el vocabulario, propios de la actividad propuesta, deben ser claramente definidos.
- d. Usar cuando sea pertinente, tablas, gráficos, diagramas, mapas, fotografías, que permitan presentar y/o resumir información. Los mismos deben estar identificados apropiadamente, señalando: número y título, fuente y fecha de la información, autor y fecha de elaboración.
- e. Los mapas y planos estarán referidos a coordenadas UTM y deberán contener información general sobre toponímica, red de drenajes, red vial y cualquier otra información que sirva de referencia de ubicación.

IV. CONTENIDO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

A continuación se indican los aspectos a ser incluidos en el Estudio de Impacto Ambiental.

1. Descripción del proyecto

1.1 Aspectos Generales

Se deben presentar las características generales del proyecto y de cada una de las etapas previstas para su desarrollo, para una mejor aclaración se deben hacer usos de mapas (escala: 1:50,000), tablas, diagramas o gráficas, de manera que aclare todos sus elementos. La información debe facilitar la comprensión del proyecto de forma objetiva respecto a cada uno de sus elementos, principalmente los aspectos que se detallan a continuación:

- 1.1.1 Justificación del sitio seleccionado.
- 1.1.2 Objetivos y justificación del proyecto, deberán indicarse los objetivos generales y específicos, se describirá la incidencia del proyecto en el ámbito local, regional y nacional, desde el punto de vista técnico, económico y ambiental considerando la alternativa de no realización del proyecto. Además se debe indicar la relación del proyecto con los planes y programas y políticas de desarrollo del país.
- 1.1.3 Deberá indicarse el monto de la inversión total del proyecto para las diferentes etapas de desarrollo, así como el período de vida útil del mismo.
- 1.1.4 Descripción general de las tecnologías de producción a ser empleadas, para cada tipo de maquinaria del proceso, se debe indicar el año de fabricación, estado actual de la maquinaria y equipos, especificando si son nuevos o refaccionados. *(Este punto solamente aplica en caso de procesos industriales).*
Cuando se trate de otro tipo de proyectos o actividades, por ejemplo: desarrollo turístico, urbanísticos, carreteras, etc, se describirán los procesos tecnológicos involucrados en la construcción y operación, las fuentes generadoras de desechos, las condiciones de operación normal y de emergencia, mantenimiento de los equipos e instalaciones utilizadas para estos fines.
- 1.1.5 Localización del proyecto (indicando área total y área de instalaciones)
- 1.1.6 Programa de trabajo donde se incluya la calendarización de cada una de las actividades a desarrollarse.
- 1.1.7 Se debe presentar para cada fase el estimado de empleo a ser generado, indicando origen y calificación del personal a ser empleado.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

- 1.1.8 Indicar los insumos a ser utilizados, especificar los requerimientos de materia prima, recursos naturales, energéticos y servicios a ser utilizados durante las diferentes etapas del proyecto. Indicar volumen, origen, tipo de suministro, forma de transporte y características de los sistemas de almacenamiento de todos los insumos, así como los porcentajes de consumo y su proyección para cada etapa del proyecto.
- 1.1.9 Descripción del manejo y disposición de desechos emisiones
- a. **Emisiones gaseosas:** identificación de fuentes de emisiones, tipos de emisiones. Indicar el tipo de tratamiento para las emisiones (Describir su funcionamiento y mantenimiento).
 - b. **Desechos líquidos:** identificación de fuentes, composición y concentraciones, volumen mensual. Tipo de tratamiento, describir su funcionamiento y mantenimiento. Indicar lugar de disposición final de los desechos.
 - c. **Desechos sólidos:** identificación de fuentes, tipos de desechos, cantidad mensual estimada, tipo de tratamiento, describir su funcionamiento y mantenimiento. Indicar el manejo y disposición final de los desechos.
 - d. **Desechos tóxicos o peligrosos:**

1.2 Etapa de Construcción / instalación

- 1.2.1 En la fase de preparación del terreno indicar los sitios donde se requerirá algún tipo de obra civil (desmontes, cortes y rellenos, nivelaciones, modificación de escurrimientos u otros). Asimismo señalar la superficie y los recursos naturales que serán conservados en su estado natural.
- 1.2.2 Se deben mencionar los materiales que se utilizarán tanto en la etapa de preparación como de construcción, especificando su tipo, volumen y forma de traslado. En caso, de que se utilicen recursos de la zona como bancos de materiales, maderas u otros, indicar cantidad y sitios de extracción.
- 1.2.3 Indicar el sistema vial a ser construido o mejorado.
- 1.2.4 Presentar plano general de las instalaciones a ser construidas.
- 1.2.5 Se describirán los diferentes componentes del proyecto y obras asociadas al mismo: infraestructura, instalaciones permanentes y temporales, edificaciones, etc.

1.3 Etapa de operación y mantenimiento.

- 1.3.1 Descripción del proceso de producción, incluir diagrama de flujo del proceso y la identificación de las fuentes generadoras de residuos y emisiones atmosféricas durante las operaciones, período de prueba, ajuste y calibración cuando el caso lo amerite.
- 1.3.2 Indicar el volumen y características físico-químicas de los productos a ser obtenidos.
- 1.3.3 Indicar las actividades de mantenimiento de las instalaciones y equipos.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

En el caso de proyectos que no lleven procesos industriales el estudio deberá describir las actividades a realizarse en esta etapa.

1.4 Etapa de cierre

Se deberán describir todas las actividades que se realizarán en la etapa de cierre, ya sea este temporal o definitivo.

2. Límites del área de influencia

Se deben definir y justificar los límites del área que se considera será afectada por la ejecución del proyecto. Esta área dependerá de los factores afectados y el tipo de impacto que pueden generarse. En términos generales pueden definirse las siguientes áreas:

a. Área directamente afectada: corresponde a la porción de terreno o espacio afectado en sí misma por las obras o actividades del proyecto como el área de construcción, instalaciones, caminos y otros.

b. Área de influencia directa: corresponde a las porciones de terreno o espacio que reciben los impactos de la actividad del proyecto en forma directa, como por ejemplo áreas afectadas por emisiones de gases, ruidos etc.

c. Área de influencia indirecta: corresponde a porciones de terreno o espacio que pueden recibir impacto de forma indirecta cuando el impacto directo del proyecto afecta áreas circundantes en diversos grados.

3. SITUACION AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA (datos de base, marco ambiental)

Se debe presentar una descripción detallada del ambiente a ser afectado por el proyecto en función de sus características y del área a intervenir, tomando en cuenta principalmente lo siguiente:

3.1 Medio abiótico:

En este acápite se deben describir las características físicas del o las áreas de influencia del proyecto.

3.1.1 Geología: se describirá la geología regional. Estructura geológicas, litológica y condiciones sísmicas, geotécnicas, depósitos minerales.

3.1.2 Geomorfología: describir unidades geomorfológicas, procesos morfogeneticos y balance morfodinamico. Se debe hacer énfasis en procesos de vertientes y bordes de valle.

En áreas costeras, además de la morfología litoral, se deben de tomar en cuenta estudios batimétricos y de procesos sedimentarios y transporte litoral.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

- 3.1.3 Suelos:** caracterización de los suelos, tomando en consideración: propiedades físicas y químicas en áreas representativas (pH, nutrientes, materia orgánica, sales solubles), la capacidad agrológica (fertilidad, profundidad, pedregosidad, erodabilidad) y características geotécnicas (granulometría, densidad, contenido de humedad, consistencia, permeabilidad, comprensibilidad).
- 3.1.4 Clima:** precipitación (relación intensidad-duración-frecuencia, tormentas y escurrimiento), evaporación y evapotranspiración, temperatura, humedad, radiación solar, índice fitoclimático, velocidad y dirección de los vientos predominantes.
- 3.1.5 Hidrología:** Se delimitarán las cuencas hidrográficas afectadas por el proyecto. Se identificarán los cuerpos de agua y drenajes de aguas superficiales, incluyendo registros fluviométricos, además de los gastos máximos (crecida), mínimos (estiaje) y promedios. Se hará referencia a los procesos de sedimentología y a estudios limnológicos. Se identificarán los tipos de acuíferos, su distribución y rendimiento así como las características hidrogeológicas de los mismos.
- 3.1.6 Oceanografía:** Cuando el proyecto se ubique o afecte el medio marino, franjas litorales o costa afuera, se deberá caracterizar las corrientes, regionales y locales, tomando en cuenta dirección, velocidad y profundidad. Se analizará información sobre el régimen de mareas y del oleaje local y de tormentas.
- 3.1.7 Calidad del Agua:** Se debe indicar la calidad del agua de cuerpos superficiales, ya sea mediante estudios recientes o muestreos puntuales considerando al menos las variables físico-químicas y biológicas como transparencia, turbiedad y sólidos en todas sus formas; temperatura, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno; alcalinidad, acidez y Ph, nutrientes en general, contaminantes y microorganismos patógenos.

En el caso que sea necesario se debe considerar la posibilidad de un estudio del bentos, zooplancton y fitoplancton de los cuerpos de aguas superficiales que con certeza serán afectados por el proyecto.

- 3.1.7 Calidad del aire:** Se describirá la calidad del aire considerando la presencia de fuentes contaminantes, fijas y móviles, en el área de influencia del proyecto.
- 3.1.8 Nivel de ruido:** Deberán identificarse las fuentes generadoras y sus niveles de ruido continuo, intermitente y ocasional.
- 3.2 Medio biótico:**
- 3.2.1 Flora:** Se debe identificar y describir la vegetación existente (terrestre y acuática), tomando en cuenta las variables siguientes: descripción fisonómica, grado de intervención, valor protector y económico. Además se deben mencionar las especies raras o amenazadas, endémicas o en vías de extinción.
- 3.2.2 Fauna:** Se identificarán las poblaciones terrestres y acuáticas, refugios, hábitats, áreas de nidificación o cría de especies de fauna terrestre, áreas de apareamiento y desove de fauna acuática, migraciones de especies

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

de importancia, valor comercial, deportivo, ecológico, indicando las especies amenazadas o raras, endémicas o en vías de extinción; especies indicadoras de contaminación.

3.3 Medio socio-económico: Se debe realizar una caracterización de la población a ser afectada por el proyecto, para lo cual se deben analizar las variables de:

- 3.3.1 densidad de población, distribución urbano-rural, composición por edad y sexo, tendencia de crecimiento y migración, grado de escolaridad, población económicamente activa, nivel de ingresos, así como cualquier otra información demográfica que resulte pertinente para los fines del estudio.
- 3.3.2 Se describirán las características más relevantes del proceso de ocupación del territorio, la organización espacial de los asentamientos con respecto al área del proyecto, sus interrelaciones y principales funciones.
- 3.3.3 Identificar uso y aprovechamiento de los recursos, indicando el uso actual y potencial de la tierra y de los recursos naturales en el área de influencia del proyecto.
- 3.3.4 describir y localizar los servicios comunitarios.
- 3.3.5 realizar una caracterización de las actividades económicas establecidas en el área de influencia indicando la distribución ocupacional, relaciones de encadenamiento entre las distintas actividades que conforman la estructura económica del área.
- 3.3.6 caracterizar el paisaje natural y modificado, tomando en cuenta los componentes físicos, naturales y artificiales del paisaje del área. Podrán incorporarse representaciones gráficas de los componentes actuales del paisaje con el objeto de visualizar los cambios que se introducirán con la instalación del proyecto.
- 3.3.7 describir los aspectos relacionados con las costumbres o tradiciones del área, festividades cívicas o religiosas, de importancia local, regional o nacional

3.4 Identificación, Evaluación y Análisis de los Impactos Ambientales

En este acápite se deben identificar las relaciones causa-efecto y evaluar la magnitud e importancia de los impactos ambientales causados por las acciones a ser desarrolladas en todas las fases del proyecto, obra o actividad.

La evaluación del impacto deberá ser preferiblemente hecha con base a métodos descriptivos. Siempre que sea posible, se cuantificará la calidad ambiental futura, en términos de valores calculados por medio de simulaciones. Los impactos pueden ser evaluados según los criterios siguientes:

Valor: negativo, positivo

Grado de intensidad: elevado, medio, bajo

Importancia: significativo, moderado, no significativo

Orden: directo, indirecto

Extensión geográfica: local, regional, estratégico (nacional, internacional).

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

Duración del impacto: inmediato, medio, largo plazo.

Acción: temporal, permanente.

Grado de reversibilidad: reversible, irreversible.

Tasa de cambio: rápido, moderada, lenta.

Riesgo o probabilidad de ocurrencia: alto, medio, bajo.

Se deberá explicar en forma detallada y accesible el método de evaluación y técnicas de predicción de impacto ambiental utilizados en el análisis del impacto ambiental.

El grupo de trabajo que prepara los términos de referencia debe exigir el desarrollo y el empleo de métodos de EIA y técnicas de predicción de impacto consistentes, pero no es conveniente que se comprometa con ninguno en particular. En algunos casos, los términos de referencia pueden indicar técnicas de predicción de impacto a ser empleadas en el estudio de impacto ambiental. Sin embargo, esto solamente se justifica si se necesita lograr un nivel de detalle o informaciones muy específicas para la toma de decisión.

Siempre que sea posible los impactos más importantes pre-identificados por el grupo de trabajo que prepara los términos de referencia deben ser mencionados, definiéndose las acciones que los pueden causar y los factores ambientales afectados, para que sean analizados en detalle.

3.5 Análisis de Riesgo

La evaluación del riesgo ambiental considera los efectos ambientales y sus probabilidades de ocurrencia, tales como accidentes en el manejo de transporte (derrames, fugas etc) mal funcionamiento de sistemas de control, etc. La evaluación del riesgo ambiental será necesaria en el caso de proyectos que utilicen o generen productos que presenten riesgos para el medio ambiente y/o la salud de la población en las diferentes etapas del proyecto.

El riesgo ambiental debe ser evaluado para cada una de las etapas del proyecto (Construcción, operación y cierre o desactivación).

El análisis de riesgo debe incluir, sin limitarse a éstos, los siguientes aspectos:

3.5.1 Identificar y jerarquizar los riesgos en las instalaciones de la planta, identificar los sitios y aspectos más vulnerables de la actividad, a fin de precisar los riesgos y clasificarlos dentro del área de influencia. Se debe enfatizar el análisis para los riesgos por fuga, derrame, incendio o explosión que podrían ocasionarse en cada una de las instalaciones y sitios susceptibles de riesgo.

3.5.2 Calcular la probabilidad de ocurrencia de los siniestros identificando las zonas potencialmente afectables, esquematizar dichas zonas por separado en un plano cuya escala cubra las zonas susceptibles de afectación.

3.6 Pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

En este acápite se debe realizar un análisis comparativo de la calidad ambiental existente en el área de influencia del proyecto, considerando la opción sin proyecto, con proyecto y con proyecto más las medidas ambientales.

3.7 Medidas Ambientales

El Estudio de Impacto Ambiental debe contener el diseño de las medidas ambientales destinadas a prevenir, evitar, controlar, reducir los impactos negativos y potenciales analizados en el estudio. Asimismo deben ser mencionadas las medidas compensatorias.

La descripción de las medidas propuestas debe mencionar los elementos necesarios para su ejecución (legales, socio-económicos y tecnológicos), indicando además:

- a. sus alcances.
- b. cronograma y fase de ejecución.
- c. ubicación espacial.
- d. costos de implementación.
- e. tiempo de funcionamiento.
- f. responsable de su ejecución.

3.8 Programa de Gestión Ambiental

El Programa de Gestión Ambiental consiste en la elaboración del plan de acción ambiental que se ejecutará a lo largo de todas las etapas del proyecto. Dicho plan principalmente debe contener lo siguiente:

3.8.1 Plan de Contingencia Evaluados los riesgos y la vulnerabilidad del terreno y del proyecto, se debe formular los lineamientos para el plan de contingencia, el cual debe contener al menos los siguientes elementos básicos:

- Objetivos y alcance del plan.
- Organización operativa
- Plan general de acción
- Metodología de evaluación y seguimiento
- Programas de capacitación y simulacros
- Inventarios logísticos.

3.8.2 Plan de monitoreo, especificando: los factores ambientales, los respectivos indicadores de impacto; las técnicas de muestreo y análisis de laboratorio; la frecuencia de las mediciones futuras de los mismos indicadores. En dicho plan se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

3.8.1.1 la calidad del aire (el grupo debe indicar las variables a monitorear)

3.8.1.2 monitoreo de ruidos y vibraciones.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

- 3.8.1.3 monitoreo de la calidad del agua.
- 3.8.1.4 monitoreo biológico con especies bioindicadoras (flora y fauna) de la calidad ambiental.
- 3.8.1.5 monitoreo de procesos geomorfológicos.

- 3.8.3 Plan de mantenimiento y control de los equipos y estructuras de disposición de desechos: sólidos, líquidos, etc.
- 3.8.4 Plan de manejo de hidrocarburos.
- 3.8.5 Presentar otras acciones de manejo y mantenimiento asociadas al proyecto, necesarias para la protección ambiental y a la población aledaña.
- 3.8.6 Plan de supervisión ambiental
 - 3.8.5.1 El plan de supervisión ambiental se diseñará de tal forma que permita:
 - a. Seguir la ejecución del proyecto: construcción, operación y mantenimiento del proyecto, así como la aplicación de los planes mencionados anteriormente.
 - b. Verificar el cumplimiento de las medidas propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental.
 - 3.8.5.2 El plan de supervisión debe contemplar:
 - a. Cronograma de ejecución, operación y mantenimiento del proyecto.
 - b. Cronograma de ejecución de las medidas ambientales, señalando descripción, responsables, temporalidad de ejecución, ubicación física y costos asociados.

3.9 Bibliografía consultada y fuentes de datos e informaciones

3.10Anexos

3.10.1 Nombre, firma y calificación profesional del coordinador y de los miembros del equipo multidisciplinario de consultores que participaron en el estudio de impacto ambiental.

3.10.2 Registro de los contactos con las poblaciones locales, sus opiniones e inquietudes

Este numeral es importante en el caso de proyectos que puedan afectar a pueblos indígenas o comunidades y se prevea la necesidad de realizar contactos con dichos grupos sociales.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

4. Decreto No.76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental

Se debe elaborar el documento de impacto ambiental, el cual se presentará a consulta pública de la población afectada, a los organismos gubernamentales y otros grupos sociales interesados, con la finalidad de dar a conocer y aclarar dudas sobre los aspectos y acciones del proyecto y conocer la opinión de la población.

El documento de impacto ambiental debe traducir los resultados de cada una de las actividades y tareas del Estudio de Impacto Ambiental a un lenguaje sencillo y de fácil comprensión para la población. Dicho documento debe contener un resumen de:

- 4.1 Descripción del proyecto (ubicación, objetivo, justificación, y describir en que consiste el proyecto, etc).
- 4.2 Caracterización del área de influencia.
- 4.3 Las actividades a realizar y los impactos Impactos positivos y negativos que serán provocados por cada una de esas actividades.
- 4.4 Las medidas ambientales propuestas
- 4.5 Programa de Gestión Ambiental

A fin de garantizar la comprensión del proyecto y sus implicaciones es recomendable utilizar fotografías, mapas, u otras opciones. Pueden ser empleadas otras formas de comunicación audiovisuales adecuadas para el entendimiento de las ventajas y desventajas de la realización del proyecto por parte de dichos grupos.

La formulación del Documento de Impacto Ambiental (DIA) debe ser asumida como la última actividad en la elaboración del estudio de impacto ambiental.

Nota: lo descrito con letras *itálicas*, son orientaciones para el grupo de trabajo que elabora los términos de referencia.

La Evaluación Ambiental de Obras, Proyectos, Industrias y Actividades está compuesta por categorías ambientales que son resultados de un tamizado o cribado. Las categorías ambientales son las siguientes:

a) Categoría ambiental I: Proyectos, obras actividades e industrias que son considerados como Proyectos Especiales.

Será administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales pertinentes, las Delegaciones Territoriales del MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso y el tipo de obra, proyecto, industria o actividad.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

b) Categoría ambiental II: Proyectos, obras, actividades e industrias que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Alto Impacto Ambiental Potencial.

Será administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales pertinentes, la delegación territorial del MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso y el tipo de obra, proyectos, industria o actividad.

En la categoría ambiental II los proyectos pueden causar impactos ambientales de potenciales altos, están sujetos a un estudio de impacto ambiental. Clasifican en esta categoría los siguientes tipos de proyectos:

- Desarrollo urbano de cualquier extensión en zonas ambientales frágiles.
- Desarrollo urbano superior a 100 viviendas.

c) Categoría ambiental III: Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de moderado Impacto Ambiental Potencial.

Serán administrados por el MARENA a través de las Delegaciones Territoriales en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales y municipales pertinentes, según el caso y el tipo de obra, proyecto, industria o actividad.

Los proyectos considerados en la categoría III son proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos por lo que quedarán sujetos a una valoración ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondiente. El proceso de valoración ambiental y emisión de la autorización ambiental quedaran a cargo de las delegaciones territoriales del MARENA. Clasifican en esta categoría los siguientes tipos de proyectos:

- Desarrollo habitacional de interés social.
- Desarrollo urbano entre 20 y 100 viviendas.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que generan un caudal entre 150 y 750 m³/día.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales que generen un caudal inferior a los 200 m³/día, siempre y cuando el afluente no contenga sustancias tóxicas, peligrosas y similares.

De los Plazos

Plazo Categoría I. El MARENA dispondrá de un plazo mínimo de ciento veinte días hábiles hasta un máximo de doscientos cuarenta días hábiles para proceder a su revisión técnica y emitir la resolución correspondiente para los proyectos Categoría Ambiental I. Dicho plazo podrá ser interrumpido mediante notificación hasta que se complete la información requerida.

Plazo Categoría II. El MARENA y en las Regiones Autónomas los Consejos Regionales dispondrán de un plazo máximo de diez días hábiles para la revisión preliminar de los documentos recibidos para los proyectos Categoría

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

Ambiental II y en caso necesario solicitará el completamiento de los mismos de acuerdo a los términos de referencia establecidos. Una vez recibidos de conformidad se reinicie el plazo.

Plazo Categoría III. Las Delegaciones Territoriales del MARENA y en las Regiones Autónomas los Consejos Regionales dispondrán de un plazo máximo treinta días hábiles para proceder a su revisión técnica y emitir la resolución correspondiente para los proyectos categoría ambiental III.

Registro Nacional de Evaluación Ambiental, Créase el Registro Nacional de Evaluación Ambiental, en adelante RENE, el cual es público, debiendo regirse bajo el procedimiento administrativo de acceso a la información ambiental establecido en

el artículo 33 y siguientes del Decreto No. 9-96. El RENE estará integrado por:

1. Las solicitudes de Permiso Ambiental y Formularios Ambientales.
2. Los Permisos Ambientales otorgados.
3. Las Resoluciones administrativas que otorgan o deniegan el Permiso Ambiental.
4. Los Estudios de Impacto Ambiental, con su correspondiente Documento de Impacto Ambiental.
5. El Registro de Consultores
6. Las demás que se consideren apropiadas.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

5. PANFLETO DE INFORMACION PARA EL TRÁMITE DE PERMISO AMBIENTAL EMITIDO POR MARENA

INTRODUCCION

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental nace en Nicaragua el día **31 de Octubre del año 1994 con la publicación en la Gaceta, diario oficial del decreto 45-94, "Reglamento de Permiso y Evaluación de Impacto Ambiental"**. Se creó por la necesidad de tomar en consideración los factores ambientales para contemplar el desarrollo de la nación en conjunto con la naturaleza. Es el resultado de un proceso de elaboración de leyes, reglamentos y normas ambientales para la normación ambiental.

Este decreto establece los procedimientos para el otorgamiento del permiso ambiental, como documento administrativo de carácter obligatorio para los proyectos que requieran estudio de impacto ambiental de acuerdo a la **lista taxativa del arto. 5** (Ver Anexo I) del mismo, ya sean estos nuevos, de rehabilitación o de reconversión. La Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) es el área específica de MARENA que atiende las diferentes solicitudes de permiso ambiental, y en ella la Oficina de Evaluación de Impacto Ambiental, quien administra el sistema.

La Resolución Ministerial 03-2000 establece las disposiciones administrativas complementarias para el otorgamiento del permiso ambiental, con las cuales el Sistema de Evaluación de Impacto ambiental delimita los pasos complementarios a seguir desde que el proponente introduce la solicitud hasta que el MARENA le entrega una resolución. También indica las disposiciones para los costos de los proyectos según su ubicación.

Otro instrumento para este sistema, es el formulario de solicitud de permiso ambiental, este documento es el que se entrega a toda aquella persona que llega al MARENA para solicitar permiso ambiental, entregándosele los requisitos necesarios para obtener dicho permiso.

En el sistema no solo interviene MARENA como ente regulador del ambiente; este también se apoya en otras instituciones gubernamentales y no gubernamentales para la revisión de los proyectos que solicitan el permiso ambiental, asimismo se apoya en diferentes resoluciones, reglamentos y normas ambientales.

En Nicaragua el Instrumento de Gestión Ambiental "Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" ha sido desconcentrado a través del decreto 36-2002, en este se establecen los procedimientos administrativos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en las regiones autónomas de la Costa Atlántica.

También existen las resoluciones ministeriales del MARENA 09-2003 y 10-2003 (para lo cual existe el Formulario de Solicitud de Permiso Ambiental para actividades en Áreas Protegidas). La primera establece las regulaciones para el otorgamiento de permiso ambiental en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Nicaragua y la segunda establece los criterios, requisitos y el procedimiento administrativo de la planificación física para el desarrollo del turismo sostenible en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Nicaragua.

REQUERIMIENTOS PARA OBTENER EL PERMISO AMBIENTAL

La obtención del permiso ambiental es indispensable para la ejecución de proyectos nuevos, de ampliación, de rehabilitación o de reconversión a los que se refiere el Arto. 5 del Decreto 45-94. El otorgamiento de este permiso es sin Perjuicio de las demás obligaciones que exige la legislación nacional.

INGRESO Y COSTE

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

1. Retirar el Formulario de Solicitud de Permiso Ambiental en el Centro de Atención al Público (CAP).
2. Presentar en el Centro de Atención al Público original y tres copias de: Formulario de solicitud de permiso ambiental debidamente completado, perfil de proyecto, mapa de ubicación y poder notariado que acredite al representante legal. En caso de que el proyecto se encuentre dentro de la lista taxativa del Artículo 5 del decreto 45-94 cancelará el coste de la solicitud. Los proyectos ubicados en Managua serán del equivalente en Córdobas vigentes al día de pago de \$250 Dólares, para los proyectos ubicados en las Regiones Central y Pacífico serán del equivalente en Córdobas vigentes al día de pago de \$400 Dólares, y para aquellos ubicados en las Regiones Autónomas del Atlántico, el costo será del equivalente en Córdobas vigentes al día de pago de \$600 Dólares (este último se ha descentralizado). El pago se realiza en la cuenta TGR-MARENA-DGCA, con número DDA#100236494 de BANCENTRO.
3. El Centro de Atención al Público entrega la solicitud a la Dirección General de Calidad Ambiental para que le de curso(Ver Flujoograma de Atención en el Anexo III).

PROCEDIMIENTOS PARA BRINDAR ATENCION A LA SOLICITUD DE PERMISO AMBIENTAL

4. La Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) conformará un equipo de trabajo multidisciplinario e interinstitucional según corresponda a cada caso. El grupo de trabajo coordinará con el proponente la visita de inspección al sitio del proyecto.
5. La Dirección General de Calidad Ambiental a través del Centro de Atención al Público entregará al proponente los Términos de Referencia en un máximo de veinte días hábiles. En la carta de remisión de los mismos se indicará la fecha y hora de la reunión de aclaración cuando hayan dudas en cuanto alguno de sus puntos.
6. El proponente procederá a la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Documento de Impacto Ambiental de acuerdo a los Términos de Referencia oficializados por MARENA. El proponente será el responsable por la calidad de los mismos y por el costo de estos. Además de la implementación de las medidas de mitigación, monitoreo, programas de gestión ambiental y demás procedimientos relacionados al proceso de permiso ambiental.
7. A lo largo de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, y siempre que sea necesario o solicitado por el proponente, serán programadas y realizadas reuniones con el grupo de trabajo, con el objetivo de aclarar posibles dudas en cuanto al cumplimiento de los Términos de Referencia específicos.

REVISION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

8. El Estudio de Impacto Ambiental (EIA), con su respectivo Documento de Impacto Ambiental (DIA), y la remisión del proponente, deberán ser entregados al Centro de Atención al Público, el cual los remitirá al Despacho de la Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) siempre y cuando el original y número de copias correspondan a los establecidos en los términos de referencia específicos del proyecto. **No se recibirán documentos incompletos.**
9. La Dirección General de Calidad Ambiental dispondrá de un plazo máximo de 10 días hábiles para la revisión preliminar de los documentos recibidos y en caso necesario solicitará completar los mismos de acuerdo a los términos de referencia establecidos (En cuanto a los numerales y/o puntos solicitados). Una vez recibidos en conformidad se da inicio al plazo.
10. Concluida la revisión preliminar de los documentos de acuerdo al Arto.16 del Decreto 45-94 y encontrándose conforme toda la información requerida, la Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) comunicará al proponente de la conformidad de los documentos recibidos.
11. Se procede a la revisión técnica del Estudio de Impacto Ambiental y Documento de Impacto Ambiental de parte del equipo multidisciplinario e interinstitucional. Aquí se realiza una revisión exhaustiva de los mismos, para ello se dispondrá de un plazo mínimo de 30 días hábiles y no mayor de un tercio de tiempo utilizado para la elaboración del estudio de impacto ambiental, sin que este exceda de 120 días hábiles para

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización (Caso Práctico).

proceder a su revisión técnica y emitir la resolución correspondiente. Dicho plazo podrá ser interrumpido mediante notificación hasta que se complete la información requerida.

12. Si durante el proceso de revisión técnica la información presentada en el Estudio de Impacto Ambiental no es técnicamente satisfactoria se solicitará complementación al proponente (Adendum), concediéndole un período máximo de tres meses para responder, si en dicho período no ha completado la información el proceso quedará suspendido. El proponente solamente podrá presentar 2 adendum al Estudio de Impacto Ambiental, en caso de que el segundo adendum no sea satisfactorio aún, el proceso también será suspendido.

CONSULTA PÚBLICA

13. Luego de que la revisión técnica del Estudio de Impacto Ambiental es satisfactoria el proyecto pasa a la etapa de consulta pública, cuya modalidad se encuentra definida en los Términos de Referencia.

TIPOS DE CONSULTA PÚBLICA

La Consulta Pública de una semana o **Disposición del Documento de Impacto Ambiental en Lugares Preestablecidos** (Delegación MARENA del departamento donde se propone realizar el proyecto, municipio donde se propone realizar el proyecto y Centro de Documentación de MARENA Central). En este proceso se invita a la población a que participe en hacer comentarios por medio de un anuncio publicado en dos periódicos de circulación nacional por un día.

El otro tipo de consulta pública se conoce como **Audiencia Pública** y consiste en la exposición del Estudio de Impacto Ambiental por parte del equipo consultor que lo efectuó, esto se realiza en el municipio donde se pretende realizar el proyecto. Al evento previamente se instará a participar de tres maneras (por invitación escrita a los principales sectores involucrados como alcalde y concejales, perifoneo el día antes del evento y el día del evento y por un anuncio publicado en dos periódicos de circulación nacional por un día)

14. Las opiniones sugerencias originadas en el proceso de consulta y recibidas dentro del plazo establecido, serán analizadas e incorporadas, en el Dictamen Técnico que elaborará el grupo de trabajo.

RESOLUCION

15. La Dirección General de Calidad Ambiental emitirá resolución conforme lo establecido en el Artículo ocho del Decreto 45-94. En caso de ser denegado el Permiso deberán consignarse las razones. Siendo posible para el proponente los recursos de reposición (el cual debe ser entregado a más tardar cinco días hábiles después de notificado) y revisión (diez días hábiles después de notificado) conforme lo establece el Decreto 45-94.

CUMPLIMIENTO DEL PERMISO AMBIENTAL

Una vez otorgado el Permiso ambiental, el proponente presentará a la Dirección General de Calidad Ambiental a través de la recepción del Centro de Atención al Público, informes periódicos sobre la gestión ambiental del proyecto a lo largo de la construcción, operación, y cierre. Informando de esta manera los resultados de las actividades de monitoreo y la eficiencia de las medidas ambientales de acuerdo a lo establecido en la respectiva Resolución para fines de seguimiento y control ambiental.

El incumplimiento a la presente Resolución, será sancionado conforme lo establecido en la Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y su Reglamento.

El permiso puede ser cancelado por incumplimiento de las acciones establecidas para la conservación y protección del medio ambiente. La cancelación del permiso ambiental implica la suspensión o cierre definitivo de las operaciones del proyecto.

Diseño, Costo y Programación de la infraestructura de una urbanización
(Caso Práctico).
