

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

***ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO,
RECOLECCIÓN, DISPOSICIÓN Y DRENAJE DE AGUAS DE
LA COMUNIDAD DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA***

**PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA**

**POR LOS BACHILLERES:
MARTINEZ C., CARMEN V.
MONTERO H., DAVID
QUERALES A., GUSTAVO A.
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

CARACAS, OCTUBRE DE 2003

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

***ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO,
RECOLECCIÓN, DISPOSICIÓN Y DRENAJE DE AGUAS DE
LA COMUNIDAD DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA***

PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA

TUTOR:
ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTORA:
ING. MARIA E RINCONES C.

POR LOS BACHILLERES:
MARTINEZ C., CARMEN V.
MONTERO H., DAVID
QUERALES A., GUSTAVO A.
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

CARACAS, OCTUBRE DE 2003

ACTA

El día _____ se reunió el
Jurado formado por los profesores: _____

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado
titulado: _____

Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela para optar por el
título de: INGENIERO CIVIL.

Una vez oída la defensa oral que los bachilleres hicieron de su Trabajo Especial, este
jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Número	Letras
MARTINEZ C., CARMEN V.		
MONTERO H., DAVID		
QUERALES A., GUSTAVO A.		

RECOMENDACIONES: _____

FIRMAS DEL JURADO

JAVIER LOPEZ

EUDORO LOPEZ

EDUARDO MARTINEZ

DEDICATORIA



Este Trabajo Especial de Grado esta dedicado a toda la Comunidad de Maitana, con la cual hemos vivido una de las experiencias mas importantes de nuestras vidas, tanto humana como profesionalmente, y en especial a sus niños quienes merecen cualquier esfuerzo por un mejor futuro.

... Resultaría redundante el dedicar este trabajo a nuestros padres y familiares ya que a ellos están dedicadas nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

Le agradecemos principalmente a Dios, porque ha sido el que ha tejido los hilos de nuestras vidas y nos ha dado la libertad para vivirla, y porque puso en nuestro camino esta difícil pero gratificante tarea de hacer ingeniería.

A la Comunidad de Maitana, a todas esas personas que nos abrieron las puertas de su casa y de sus vidas en búsqueda de un bien común, a la Junta de Vecinos, especialmente a William y Gerlic, para los que no importó ni el tiempo ni las circunstancias nunca dijeron que no, aprendimos demasiado de ustedes, mil gracias... También enviamos un especial agradecimiento a Manuel, Juan, Cira, Gladis, Víctor y su esposa Carmen, Aura, Yhajaira, el Piojo, y todas aquellos quienes no dudaron en ofrecer su colaboración, a todos ustedes gracias!!!.

A la Universidad, nuestra casa, la cual transformó nuestras vidas y nuestras mentes, al oportuno comedor y especialmente a todos aquellos profesores, cuya mística y dedicación hacen de su vida un reflejo de sus ideas, los llevamos en el corazón.

A nuestros tutores y colaboradores Eduardo Martínez, Maria Rincones, José Alfredo D' Suse, y al Prof. Eudoro López, sin ellos no hubiese sido posible este trabajo, agradecemos todo el tiempo que nos ofrecieron, mil gracias.

A la PETA y todos sus integrantes con especial agradecimiento a la Licenciada Nora Expósito, y a la Profesora Rosario por su colaboración y asesoría en los análisis de agua.

A nuestros topógrafos estrellas, Amaury Palacios y José Jesús, también Carmen, agradecemos infinitamente su ayuda y nos sentimos muy orgullosos de haber trabajado con ustedes, sinceramente mil gracias.

A Marisela y Mónica, por aceptar formar parte de este proyecto, su aporte fue imprescindible para nosotros.

A Ricardo Lanz, asesor de Maccaferri, su ayuda y aporte fue de gran ayuda en la realización de éste trabajo. Al ingeniero y profesor Roberto Centeno, muchas gracias por su generosidad y colaboración brindada...

A todas las instituciones y personal que nos brindaron su colaboración como: Hidroven (Cristóbal Francisco), Electricidad de Caracas (Marly), Arturo Pastran (MINFRA) y el MARN.

A compañeros y amigos que se involucraron y colaboraron con la realización de este Trabajo especial de grado como: Tomás, Luany, Héctor, Hugo Noele, Nelson, Giovanni, Luis (el negro), Jairo, Lisandro (el Pollo), gracias por su amistad.....

A los profesores: José Manuel Velásquez, Javier López, Felipe Pérez, que estuvieron siempre en el sitio justo para aclarar nuestras dudas. A los Ingenieros Carlos Osio, Sergio Rodríguez y personal del IMME en general, por colaborar con los ensayos de suelos realizados en la comunidad.

Y a todas aquellas personas que no recordamos en estos momentos, pero que su gentileza y ayuda que nos brindaron sin esperar nada a cambio, son recordadas en nuestros corazones.

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción.....	1
1.1. Justificación e importancia del tema de la Investigación.....	2
1.2. Objetivos de la Investigación.....	4
1.3. Limitaciones.....	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Amenazas Naturales.....	9
2.1.1. Hidrológicas e hidráulicas.....	9
2.1.1.1. Sequías.....	10
2.1.1.2. Inundaciones.....	10
2.1.2. Amenazas Geológicas y geotécnicas.....	31
2.1.2.1. Sismos.....	31
2.1.2.2. Flujos y deslizamientos.....	32
2.1.2.3. Métodos para la estabilización de taludes.....	33
2.1.3. Amenazas resultado de la combinación de las geológicas con hidrológicas.....	47
2.1.3.1. Inestabilidad de taludes.....	47
2.1.3.2. Aludes torrenciales (Flujos de barro).....	47
2.1.4. Aplicación de los estudios de amenaza.....	48
2.2. Planteamiento de servicios.....	49
2.2.1. Servicios de agua potable.....	49
2.2.1.1. Infraestructura de servicios de agua potable.....	50
2.2.1.2. Diseño de sistemas de distribución.....	51
2.2.1.3. Características sanitarias del agua.....	52
2.2.1.4. Tipos de fuentes de abastecimiento.....	55
2.2.2. Sistemas de recolección, tratamiento y disposición de las aguas servidas.....	56
2.2.2.1. Sistemas de recolección de aguas servidas.....	56
2.2.2.2. Sistemas descentralizados de manejo de aguas residuales.....	59
2.2.2.3. Tratamiento de las aguas residuales.....	66
2.3. Algunos antecedentes referentes a este tipo de trabajo.....	69

CAPITULO III

ANÁLISIS DEL SITIO

3.1. Ubicación.....	74
3.2. Identificación de la Zona de Estudio.....	74
3.3. Rasgos Naturales.....	75

3.3.1. Topografía.....	75
3.3.2. Pendientes.....	75
3.3.3. Geología y Suelo.....	75
3.3.4. Hidrología.....	76
3.3.5. Vegetación.....	78
3.3.6. Fauna.....	78
3.3.7. Movimientos Sísmicos.....	78
3.4. Rasgos Urbanos.....	79
3.4.1. Población.....	79
3.4.2. Infraestructura de Servicios.....	80
3.4.2.1. Acueducto.....	80
3.4.2.2. Cloacas.....	82
3.4.2.3. Luz.....	83
3.4.2.4. Recolección de Basura.....	83
3.4.2.5. Otros.....	83
3.4.3. Vialidad.....	83
3.4.4. Sistemas de Drenaje.....	84
3.4.3.1. Drenaje de la Autopista Regional del Centro.....	84
3.4.3.2. Drenaje de la Carretera Nacional vía Paracotos.....	86
3.4.5. Contaminación	89
3.4.6. Incendios.....	90
3.4.7. Sitios de Referencias y de Interés.....	90
3.4.7.1. Sitios de Referencia.....	90
3.4.7.2. Sitios de Interés.....	91
3.4.8. Usos de la Tierra.....	92
3.5. Aspectos Jurídicos.....	93
Conclusiones del Capítulo.....	97

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO

4.1. Solicitud de la Ayuda.....	98
4.2. Inspección del Sitio.....	98
4.3. Identificación del Problema.....	99
4.4. Recopilación de Información Existente.....	100
4.4.1. Estudios o Proyectos Realizados.....	100
4.4.2. Mapas, Fotografías Aéreas, Planos.....	100
4.4.3. Información Hidrológica.....	102
4.4.4. Información Catastral Existente.....	102
4.5. Levantamiento Catastral.....	103
4.6. Levantamiento Topográfico.....	104
4.6.1 Levantamiento de las Quebradas Maitana y las Marías para la determinación de la planicie de inundación.....	105

4.6.2 Levantamiento de la vía para el diseño de las cloacas.....	109
4.6.3 Levantamiento del derrumbe de la Carretera Nacional a Paracotos, a la de altura de San Judas para el diseño de las obras de mitigación.....	110
4.6.4 Levantamiento del sitio de ubicación de la planta de tratamiento de San Judas, Puente Tinta y Los Mangos.....	111
4.6.5. Levantamiento de áreas para la ubicación de otras opciones de tratamiento de aguas residuales.....	111
4.6.6. Medición del desnivel entre los estanques ubicados en el sector Cortada de Maturín.....	112
4.7 Estudios de Amenazas.....	112
4.7.1. Amenaza a Inundación.....	113
4.7.1.1. Estudio Hidrológico.....	113
4.7.1.2. Planicie de Inundación.....	115
4.7.1.3. Plano de Amenaza a Inundación.....	116
4.7.2. Amenaza a deslizamiento de taludes.....	117
4.7.2.1 Estudio del nivel de amenaza a deslizamiento de taludes..	117
4.7.2.2. Diseño del muro de contención para el derrumbe de la carretera.....	118
4.7.3. Plano Base de Amenazas.....	122
4.8. Servicios de Agua.....	122
4.8.1. Servicios de Abastecimiento y Distribución de Agua Potable.....	122
4.8.1.1. Evaluación de la calidad del agua.....	122
4.8.1.2. Diagnostico del sistema actual.....	124
4.8.1.3. Diseño del nuevo sistema de abastecimiento y distribución de agua.....	125
4.8.2 Recolección, tratamiento y descarga de las aguas servidas.....	126
4.8.2.1. Evaluación de la situación actual de las descargas de aguas residuales.....	126
4.8.2.2 Sistema de recolección de las aguas residuales.....	127
4.8.2.3. Sistema tratamiento de las aguas residuales.....	128
4.8.2.4. Ubicación del terreno.....	129
4.8.2.5. Descarga final de las aguas residuales.....	130
4.9. Propuesta de Desarrollo.....	130

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. Análisis de la encuesta.....	134
5.2. Levantamientos topográficos.....	137
5.3. Análisis de amenazas naturales.....	139
5.3.1. Amenazas hidrológicas e hidráulicas.....	139
5.3.1.1. Sequías.....	139

5.3.1.2. Inundaciones.....	139
5.3.2. Amenazas geológicas y geotécnicas.....	162
5.3.2.1. Estudios de amenaza a deslizamiento.....	162
5.3.2.2. Diseño del muro de gaviones.....	164
5.3.3. Amenazas resultado de la combinación de ambos.....	165
5.4. Servicios de Agua.....	166
5.4.1. Sistema de abastecimiento y distribución.....	166
5.4.1.1. Diagnóstico del sistema.....	166
5.4.2. Sistema de recolección, tratamiento y disposición de las aguas Servidas.....	184
5.4.3. Recomendaciones del mejoramiento del sistema de drenaje.....	200

CAPITULO VI

PROPUESTA DE DESARROLLO

CAPITULO VI (PROPUESTA DE DESARROLLO).....	201

CONCLUSIONES.....	208

BIBLIOGRAFIA.....	211

APENDICES.....	213

LISTA DE APENDICES

APENDICE I: Métodos de cloración en acueductos rurales.

APENDICE II: Standard Methods.

APENDICE III: Tablas de la encuesta.

APENDICE IV: Cálculos hidrológicos.

APENDICE V: Cálculos del acueducto.

APENDICE VI: Cálculos del programa Gawac Win 1.0

APENDICE VII: Planos

LISTA DE LAMINAS

3.1.- ZONA DE ESTUDIO.

RASGOS NATURALES

3.2.- Topografía natural y modificada

3.3.- Pendientes y geología

3.4.- Hidrología

3.5.- Vegetación

VARIABLES URBANAS.

3.6.- Población

- 3.7.- Diagnóstico del acueducto
- 3.8.- Electricidad
- 3.9.- Vialidad
- 3.10.- Drenaje Vial
- 3.11.- Contaminación.
- 3.12.- Sitios de Referencia e interés
- 3.13.- Usos del Suelo

5.1.- LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

AMENAZAS NATURALES

- 5.2.- Inundación
- 5.3.- Deslizamientos
- 5.4.- Plano base de amenazas

SERVICIOS DE AGUA

- 5.5.- Diagnóstico del acueducto de la gobernación
- 5.6.- Calidad del Agua
- 5.7.- Propuesta de Acueducto
- 5.8.- Propuesta de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales

PROPUESTA DE DESARROLLO

- 6.1.- Uso del suelo.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
Trabajo Especial de Grado

***ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCIÓN,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA COMUNIDAD DE MAITANA,
MUNICIPIO GUAICAIPURO EDO. MIRANDA.***

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
AUTORES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

RESUMEN

La comunidad de Maitana esta ubicada en el municipio Guaicaipuro del estado Miranda, cuenta con una población aproximada de 1200 habitantes y es una de las muchas comunidades rurales y semirurales que han crecido sin planificación de servicios, los cuales al ser solventados principalmente de forma individual e improvisada por sus propios habitantes, generan un deterioro progresivo del medio ambiente y de la calidad de vida. Para desarrollar una propuesta que eleve la calidad de los habitantes de la comunidad y que la misma se realice en equilibrio con el ambiente, fue necesario el establecimiento de una metodología de trabajo que englobe los principales rasgos naturales y urbanos de la zona. Esta metodología comienza con un amplio análisis del sitio, en el que se determinan las características de la población, sus principales amenazas naturales, uso de suelo, diagnostico del acueducto, diagnostico de los sistemas de drenaje y se toma toda la información relevante de la zona. Posteriormente se realiza la evaluación de la amenaza de inundación y se obtiene la información básica concerniente a la amenaza de deslizamiento de tierra, las cuales son las predominantes en la zona. Con los resultados de la evaluación de amenazas plasmados en un plano y en conjunto con las diferentes normativas, tanto de uso del suelo como de diseño, se realizaron las siguientes propuestas: diseño del acueducto, de recolección y tratamiento de aguas servidas y diseño de un muro de contención, sin llegar al nivel de detalle, además se realizaron algunas recomendaciones de uso del suelo y de mantenimiento del sistema de drenaje.

Introducción

La dinámica de desarrollo que ha presentado la ciudad de Caracas en las últimas décadas se ha caracterizado principalmente por la proliferación de viviendas informales y asentamientos no planificados. Este crecimiento acelerado y poco controlado no se ha limitado únicamente a la ciudad de Caracas, ya que también se han visto notablemente afectadas por este fenómeno todas sus adyacencias.

La Comunidad de Maitana forma parte de un gran número de comunidades rurales y semi-rurales que al encontrarse situadas en el Área Metropolitana de Caracas y por sus facilidades de acceso vial es propensa a invasiones, situaciones que se han venido registrando en la zona aproximadamente en los últimos 20 años, cuantificándose su población actual en 1107 habitantes¹.

La zona de estudio del presente trabajo, está limitada por el lindero establecido como marco territorial para la Comunidad de Maitana, la cual está ubicada al noreste del municipio Guaicaipuro, en el estado Miranda, pertenece a la Cordillera de la Costa por lo que presenta grandes pendientes y cotas entre los 600 y los 800 m.s.n.m., además posee una exuberante vegetación, un acuífero con gran capacidad de recarga, un curso de agua continuo llamado “Quebrada Maitana”, uno de flujo intermitente denominado “Quebrada las Marías”, y unos hermosos paisajes naturales, condiciones que acentúan la importancia de conservación de la zona.

El crecimiento en la comunidad se caracteriza por la ubicación dispersa de las viviendas y donde los servicios sanitarios son en el mejor de los casos resueltos de manera individual por sus pobladores, ya que el mismo no ha estado sustentado por ninguna planificación urbana, que les permita tener una red de servicios básicos adecuados y que permita minimizar el impacto generado, huella que se ve reflejada

¹ Según encuesta realizada por los autores de la tesis para el año 2001.

en el deterioro progresivo del ambiente y por ende en las condiciones de salud pública, la deforestación, la contaminación de los cuerpos de agua naturales y la poca cultura de preservación y sentido de pertenencia al sector.

Además es importante destacar que aun cuando existe una normativa de uso para las actividades a realizarse en la zona, por pertenecer esta a la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas², bajo la clasificación de zona 6, es muy poca la vigilancia y control que ejercen las autoridades competentes en la zona.

Consientes de ello, los habitantes de la Comunidad de Maitana, por medio de su Junta de Vecinos (JUVEMA), y preocupada especialmente por la conservación de la Quebrada Maitana solicitó ayuda técnica a la Universidad Central de Venezuela para la realización de propuestas que permitan solventar las deficiencias existentes en los servicios de abastecimiento, recolección y disposición de las aguas del sector.

Petición que impulsó el trabajo en el sector, el cual comenzó con un reconocimiento de la zona y de las problemáticas más importantes, así como también con la interacción con los miembros de la comunidad, y por ende con el tema del presente Trabajo Especial de Grado, del cual su finalidad se expone a continuación:

1.1. Justificación e importancia del tema de la Investigación

“Los barrios constituyen una de las expresiones urbanas más fuertes y auténticas de las ciudades venezolanas contemporáneas”. Teolinda Bolívar.

La realización de este Trabajo Especial de Grado surge como respuesta a una comunidad que preocupada, por la problemática ambiental existente en su ámbito

² Área Bajo Régimen de Administración Especial (A.B.R.A.E.), clasificada como Zona Protectora.

territorial, solicitó asesoría técnica a la Planta Experimental de Tratamiento de Agua de la Universidad Central de Venezuela.

Con el fin de contribuir a elevar la calidad de vida de la población y de preservar los recursos hídricos del sector, se plantean propuestas y recomendaciones para solventar la problemática del abastecimiento, recolección y disposición de las aguas de la Comunidad de Maitana, tomando en consideración, en términos de su ubicación espacial, la amenaza tanto a deslizamientos de tierra como a inundaciones existentes en el sitio.

En vista que la problemática sanitaria-ambiental en la comunidad de Maitana, se ve reflejada en muchas comunidades del país, y de la poca información existente en Universidades, ONG's y Organismos Gubernamentales, se considera pertinente la elaboración de este trabajo ya que el mismo representa un aporte metodológico que puede ser aplicado en comunidades con características similares a la de Maitana.

Este proyecto permitirá que los habitantes de la comunidad tomen conciencia no solo de las condiciones de amenaza bajo las cuales viven, sino también de la necesidad de que el sector se desarrolle de una manera ordenada y en armonía con el ambiente.

Todo lo antes expuesto se ve reflejado en La Constitución de nuestro país en su Art.82 donde se expone que: “ Toda persona tiene derecho a una vivienda adecuada segura, cómoda, higiénica, y con servicios básicos esenciales que incluyan un hábitat que humanice las relaciones familiares, vecinales y comunitarias. La satisfacción progresiva de este derecho es obligación compartida entre los ciudadanos y ciudadanas y el Estado en todos los ámbitos...”

Condiciones que esperan ser promovidas con el aporte técnico del presente Trabajo Especial de Grado, por medio del cumplimiento de los objetivos que se expresan a continuación:

1.2. Objetivos de la Investigación:

Objetivo General:

Generar el anteproyecto de obras sanitarias e hidráulicas necesarias para la rehabilitación de la población de Maitana, tomando en cuenta la amenaza al deslizamiento de terreno e inundación de las quebradas Maitana y Las Marías.

Objetivos Específicos:

- 1) Recopilar la información básica de la zona.
- 2) Evaluar la amenaza de inundación presente en el sector, generada por la Quebrada Maitana y la Quebrada Las Marías.
- 3) Considerar el estudio de amenaza al deslizamiento en el planteamiento de servicios.
- 4) Examinar los actuales sistemas de abastecimiento de agua y elaborar un anteproyecto de adecuación de los mismos.
- 5) Elaborar propuesta para los sistemas de recolección y disposición de aguas servidas.
- 6) Recomendar acerca del uso de la tierra, acorde a los objetivos específicos anteriores

Para el cumplimiento cabal de estos objetivos existen algunas limitantes, presentes desde el comienzo y las que son importante tener en cuenta para el mejor entendimiento del desarrollo este Trabajo Especial de Grado, las cuales son:

1.3. Limitaciones:

- Una de las principales limitaciones de este Trabajo Especial de Grado fue el no tener un estudio social detallado de la comunidad, el cual permita realizar propuestas más adaptadas a su realidad, sus necesidades y prioridades, y que además involucrara de una forma más activa a toda la población en la solución de sus problemas.

- Otra limitación fue lo disperso de algunos sectores como Carretera hacia Agua Fría, Puente Maitana, San Felipe y Maitanita, y su poca integración con la comunidad, lo que no permitió la inclusión completa de estos sectores dentro en el Trabajo.
- Es importante resaltar que este tipo de Trabajo con Comunidades, tiene muchas ramas a las cuales extender la investigación, por lo que en muchos casos se hace necesario un equipo interdisciplinario amplio que sirva para engranar conocimientos y de soporte a propuestas planteadas.

Son muchos los conceptos y fundamentos teóricos que se utilizaron para el cumplimiento de los objetivos del presente Trabajo Especial de Grado, los cuales se exponen en el presente capítulo, desarrollando los más relevantes ordenados según el desenvolvimiento del mismo.

A continuación se mencionan algunos de los lineamientos (a juicio de los autores), a seguir en trabajos similares a este.

Es importante tener una idea clara del problema o problemas a los que se desea dar respuesta y su identificación in situ de la situación, para lo cual es necesario realizar visitas (todas las necesarias) a la zona de estudio e identificar las variables más relevantes, lo que conllevará posteriormente a un planteamiento metodológico.

El estudio del problema se inicia, con el análisis del sitio, con el fin de obtener la información necesaria de toda índole y principalmente, la que depende de los objetivos del proyecto, ejemplos de ésta son: información catastral, censos, encuestas, topografía, hidrografía, aspectos social y antecedentes de trabajos realizados en el sector. En caso de no conseguir la información requerida será necesario elaborarla en la medida de las posibilidades. Posteriormente es aconsejable corroborar en campo toda la información obtenida.

Una vez realizado un completo análisis del sitio, se determinan los diferentes fenómenos de origen natural presentes en el área de estudio, y cuales de estos representan una amenaza para los habitantes de la comunidad o para la infraestructura de servicios, definiéndose como amenaza natural: *“un acontecimiento extremo en la naturaleza, potencialmente dañino para los seres humanos y que se produce con una frecuencia suficientemente reducida para no ser considerado como parte de la*

*condición u estado normal del medio, pero sin dejar de ser motivo de preocupación en una escala de tiempo humana”.*¹

Para la evaluación de las amenazas naturales se requiere de la aplicación de un conjunto de teorías, tanto a nivel de geotecnia, hidrología, hidráulica, hidrometeorología, entre otras ciencias las cuales al ser debidamente concatenadas en el marco de una buena metodología, permitirá elaborar un diagnóstico de los diferentes niveles de amenazas naturales, clasificándolas subjetivamente como: amenaza alta, media o baja.

Las amenazas afectan una población en mayor o menor magnitud dependiendo de la vulnerabilidad² que la misma presente ante dicha amenaza, de ahí que la determinación de la vulnerabilidad es un factor importante si lo que se desea es realizar un estudio completo de riesgo, término que se definirá más adelante.

La determinación de la vulnerabilidad es en muchos casos mas complejo que la amenaza debido a la cantidad de variables que pueden ser incluidas en su evaluación (generalmente expresada en términos cualitativos), variables que se pueden clasificar de la siguiente forma:

- ***Variables Económicas:*** Son las situaciones de pobreza, en donde se puede encontrar los mayores niveles de vulnerabilidad. La falta de recursos económicos y de bienes materiales, no necesariamente significa menor capacidad para absorber el impacto de una amenaza, pero sí de recuperarse rápidamente de ello, por lo cual el factor económico se considera como una variable de mucha influencia dentro de los análisis de vulnerabilidad. *“La posibilidad de articular una estrategia de prevención y manejo de desastres en una población siempre*

¹ Tomado de: Venezuela Amenazas Naturales. José Grases Galofre. Caracas 1994

² La vulnerabilidad mide el grado de susceptibilidad a las acciones que pueda generar una determinada amenaza, en términos de pérdidas de una determinada exposición u obra. Tomado de: “Venezuela Amenazas Naturales” por José Grases Galofre. Pág. 27

*dependerá en última instancia de su acceso a los recursos materiales necesarios. La existencia o no de recursos tecnológicos es tanto una variable de la vulnerabilidad como un punto de partida muy importante para la prevención y el manejo de los desastres”.*³

- **Variables Sociales:** El nivel de organización de una comunidad es clave en la capacidad de responder a desastres y de iniciar procesos de recuperación.
- **Variables Culturales:** La importancia que una población asigna a cualquier fenómeno natural que represente una amenaza, depende de una u otra forma del tipo, frecuencia y magnitud de las mismas, de la procedencia y antigüedad de la población allí asentada.
- **Variables Organizacionales:** Estas variables pueden incidir en los procesos formales de toma de decisiones o de manejo de recursos, dentro de los cuales están: apoyo de instituciones encargadas de la prevención y el manejo de desastres, organizaciones sociales de la población y los gobiernos locales o las ONGs en la mediación de las relaciones entre organizaciones poblacionales y el gobierno central.

Con los estudios de amenazas naturales en una comunidad y su vulnerabilidad frente a éstas, es posible determinar el riesgo, el cual se define como “la asociación simultánea de distintos sucesos, con consecuencias de pérdidas directas e indirectas. Por lo tanto, el riesgo es proporcional a la amenaza y a la vulnerabilidad”.

Gilbert White y sus colegas en los Estados Unidos (White, 1974) fueron los primeros en postular en forma explícita que los desastres no son sinónimo de amenazas naturales. White expuso (sin utilizar exactamente esta misma terminología) que el riesgo a sufrir un desastre dependía no sólo de la magnitud de la amenaza natural

³ Tomado de: Comunidad y Desastres en América Latina: Estrategias de Intervención. Andrew Maskrey. 1994

como tal sino de la vulnerabilidad de la sociedad expuesta a la amenaza. De ahí que se llegó a la fórmula ampliamente aceptada⁴:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Generalmente para el planteamiento de servicios básicos lo ideal es disponer de un estudio completo de riesgo, sin embargo hay casos donde no es factible esta inversión y en su lugar se realiza el estudio de las amenazas naturales más relevantes, tanto para el resguardo de las vidas humanas como para la infraestructura de servicio. A continuación se hace una descripción mas detallada de las distintas amenazas naturales.

2.1. AMENAZAS NATURALES

Las amenazas naturales, básicamente se pueden agrupar de acuerdo a su origen en cuatro grupos: las originadas por el agua (sequías, inundaciones, afectaciones en estructuras de distintos tipos, etc.), las resultantes de los procesos geológicos y geotécnicos (sismos, deslizamientos, derrumbes, etc.), incendios y aquellas consecuencias de la combinación de factores vinculados al agua y a procesos geológicos y/o geotécnicos (flujos de barro, inestabilidad de taludes, entre otros). A continuación se explica más detalladamente como se realiza el estudio de algunas de ellas.

2.1.1. AMENAZAS HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS

Dentro de las amenazas hidrológicas están las sequías y las inundaciones, desarrollando mas ampliamente las últimas en este trabajo. Las actividades correctivas se refieren a la construcción de estructuras hidráulicas, las preventivas

⁴ Tomado de la red de estudios sociales en prevención de desastres en América latina

consideran las regulaciones, normativas, estudios, etc. En los estudios que se realizan se destaca la determinación de la planicie de inundación.

2.1.1.1 SEQUÍAS.

Su afectación tiene que ver directa y principalmente con la dotación del agua ya sea para consumo humano, con fines agrarios o para generación de electricidad, por mencionar los más importantes. Estos requerimientos de agua tienen que ser suplidos constantemente y en la cantidad necesaria, ya que de lo contrario pudiese afectar la economía de la zona, la salud o incidir negativamente a la vida cotidiana de sus consumidores.

Un ejemplo claro de esta amenaza está actualmente evidenciada en la sequía que existe actualmente en el país (año 2003), donde los principales embalses y fuentes de agua están enormemente afectados trayendo consecuencias graves en las actividades agrarias y en la dotación normal para el consumo humano, sin contar los bajos niveles que tienen las presas generadoras de electricidad y que se pueden traducir en fallas o apagones de luz por no poder suplir los requerimientos actuales de energía.

2.1.1.2 INUNDACIONES

Este fenómeno dependiendo de la magnitud con que se produzca y de la vulnerabilidad del sector, puede ocasionar, pérdidas humanas y materiales importantes, por lo cual es necesario un estudio de este tipo cuando tenga población que presente ésta amenaza.

Las inundaciones están directamente vinculadas con lo que representa un sistema de drenaje, por lo que es necesario empezar a definir ciertos conceptos fundamentales del drenaje urbano.

Un sistema de drenaje es “un conjunto de acciones materiales o no, con la finalidad de evitar lo más posible, que las aguas pluviales causen daños a las personas y/o materiales ó afecten el normal desenvolvimiento de la vida urbana”⁵.

Las acciones pueden ser de dos tipos, preventivas donde se disminuyen los daños mediante la buena administración de los usos de las tierras potencialmente habitables, ó correctivas cuando se alivian los daños para los que las acciones preventivas son insuficientes. Ejemplos de estas acciones preventivas son: educación de la población para casos de desastres, determinación de las planicies de inundación⁶, regulaciones municipales en cuanto a la cota mínima de las viviendas, regulaciones acerca del uso de la tierra, entre otras, como parte de las acciones preventivas y como obras correctivas la construcción de obras hidráulicas.

Dentro de las obras hidráulicas correctivas, es importante mencionar las denominadas de drenaje urbano y vial, siendo mas importante en el caso de esta tesis el drenaje urbano.

Entre estas estructuras se destacan las cunetas, torrenteras, alcantarillas y pontones, las cuales se definen a continuación:

- *Cunetas*: son canales cuya función es captar todas las aguas que escurren tanto de la vía como de las áreas adyacentes y que no han sido canalizadas, además de brindarle seguridad al conductor cuando por cualquier razón se salga de la vía.
- *Torrenteras*: son canales escalonados para disipar energía por impacto a lo largo de todo el recorrido y cumplen la función de llevar las aguas desde puntos altos hasta un canal de intercepción o a un punto de descarga.

⁵ Drenaje urbano. Juan J. Bolinaga I. Página 1. INOS, Caracas 1979.

⁶ Planicie de Inundación: Son las áreas adyacentes a los causes naturales, que son periódicamente inundadas por las aguas de un cause.

- *Alcantarillas*: son conductos utilizados para el drenaje transversal de las vías y su objetivo principal es permitir el paso de las aguas cuyos cauces fueron obstruidos por la carretera. Para poder darle un buen diseño a este tipo de obras, tanto estructural, hidráulico y constructivo, es necesario considerar:
 - El comportamiento, magnitud y dirección de las cargas a la cual es sometida.
 - Las propiedades físicas del material o materiales disponibles en el mercado o en el sitio para su construcción.
 - Forma y dimensiones del conducto requerido para que satisfaga los requerimientos hidráulicos.

Las alcantarillas pueden ser metálicas o de concreto, entre las primeras están las de metal corrugado, abovedadas y multiplate, en la segunda categoría entran las de cajón (para cargas moderadas), las circulares (prefabricadas o vaciadas en sitio) y las ovaladas (para altas cargas verticales y bajas cargas horizontales). Para estas estructuras hay que definir como va a ser la estructura de salida de manera tal, que mejore el funcionamiento hidráulico y el buen estado de la estructura completa.

Generalmente se construye y es lo más recomendable, un chaflán con aletas, el chaflán implica un corte vertical a la tubería con una pared de concreto, cuando se tiene aletas, estas también son de concreto y se utilizan para que la reducción del área del canal hasta la sección de la alcantarilla no sea tan brusca y para que se disminuyan las pérdidas y el correspondiente remanso en la entrada.

- *Pontones*: presentan dimensiones mayores al de un cajón, pero son más pequeñas que un puente. Además de su uso de drenaje transversal, se utilizan también para permitir tránsito peatonal, animal y de vehículos pequeños.

En cuanto a las medidas preventivas, la determinación de la planicie de inundación es importante, debido a que se obtienen valores bien aproximados del área que puede

abarcar la inundación de un río o quebrada, incluso se puede plasmar en un plano las distintas manchas de inundación debidas a distintos períodos de retorno y éstas a su vez se pueden traducir en manchas de amenaza alta, media y baja.

Un estudio de este tipo necesita de una gran cantidad de información de tres diferentes áreas como: hidrológica, topográfica e hidráulica, la cual hacemos referencia en los siguientes párrafos.

A.- Hidrología.

La información hidrológica que se desea obtener es, un conjunto de hidrogramas de crecientes para distintos períodos de retorno (T_r). Los hidrogramas se puede obtener de dos maneras, ya sea adaptando un hidrograma medido en una cuenca similar, cercana a la zona, a las características de la cuenca en estudio ó sintetizando un hidrograma, es decir, estimando un hidrograma a partir de las características de la cuenca (forma, vegetación, dimensiones, etc.).

Independientemente de la forma de obtención del hidrograma, primero hay que determinar cual va a ser la *lluvia de diseño* y cuanta agua aportada por esta lluvia va ha escurrir y formar parte de dicho hidrograma. Esto se puede plantear de la siguiente manera: primero hay que determinar cuanta agua se va ha precipitar sobre la cuenca (lluvia de diseño), después determinar cuanto de esta agua precipitada va a formar el hidrograma (escorrentía) y posteriormente ya teniendo cuanto escurre, ahora se distribuye esta masa de agua de escurrimiento en el tiempo (hidrograma).

También existe la posibilidad de combinar el calculo del escurrimiento y del hidrograma en un solo paso, pero este tipo de métodos son menos precisos por lo tanto más aplicables en áreas pequeñas. Para poder determinar cada uno de estos valores se pueden aplicar varias teorías, cada una de ellas adaptables a ciertas condiciones. A continuación se exponen algunas de las más aplicadas:

A.1) Cálculo de la Tormenta de Diseño.

Una tormenta de diseño es un patrón de precipitación determinado, para ser utilizado en un estudio hidrológico. Se define mediante una lluvia de diseño (la cual no es mas que la lámina acumulada en un tiempo dado y para un determinado período de retorno) ó como un hietograma de diseño (representa un patrón de distribución de lluvia en el tiempo que esta se desarrolla) que se explica en el aparte siguiente.

Para poder llegar a obtener la tormenta de diseño, antes hay que determinar las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (I-D-F) de la cuenca o de las cuencas de cada uno de las quebradas, ríos u otro curso de agua de relevancia que pase por el sitio. Estas curvas dan la intensidad máxima de precipitación para un determinado tiempo de lluvia y para un período de retorno (Tr) dado.

Para esto es necesario y es pilar fundamental de todo el análisis que la información hidrológica disponible sea confiable, esta confiabilidad se refiere a que la muestra sea representativa (los datos deben concordar con la realidad de la muestra), adecuada (longitud del registro, se recomienda no utilizar registros menores a 10 años y que la frecuencia a extrapolar no sea mayor del doble del tiempo que el período de registro) y precisa (en cuanto a la toma de los datos).

En líneas generales, el resultado final de un análisis de frecuencias de lluvia, es establecer que probabilidad de ocurrencia tiene el evento en cuestión.

Una de las dificultades es seleccionar el método de análisis de la información, los más utilizados, sin descuidar otras de igual calidad son las distribuciones de Gumbel y las de Log-Pearson III, las cuales se describen a continuación:

- *Distribución de Gumbel:*

También conocida como “Distribución de los Valores Extremos” y es una distribución esencialmente logarítmica normal y se adapta a una función de tipo exponencial de la forma:

$$p = e^{-e^{-y}} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde “p” es la probabilidad de no ocurrencia, “e” la base de los logaritmos neperianos e “y” la variable que es función del período de retorno. Para el cálculo del evento correspondiente, Gumbel utiliza la ecuación general de Chow:

$$X = X + K.S_x \quad (\text{Ec. 2.3})$$

donde el factor K se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = (y - y_n) / S_n \quad (\text{Ec. 2.4})$$

Los valores de y_n y S_n dependen solamente de la longitud de registro de la muestra y se encuentran tabulados y el valor de “y” se despeja de la ecuación (2.2) siendo

$$p = 1 - 1/Tr \quad (\text{Ec. 2.5})$$

- *Distribución de Log-Pearson III:*

Se basa en transformar los eventos X en sus logaritmos, pudiéndose así representar los valores en un papel logarítmico-probabilístico como una línea recta, la cual se puede extrapolar hasta las probabilidades correspondientes a los Tr requeridos.

Una vez determinado el método a utilizar, se aplica para calcular los valores de precipitación para los distintos períodos de retorno fijados (estos dependen del

tipo de estudio a realizar, se pueden tomar, como ejemplo, para 5, 10, 25, 50 y 100 años). Estos valores estimados se calculan hasta un tiempo mínimo igual al mínimo tiempo de recolección, el cual puede llegar a ser en el mejor de los casos de 15 minutos, ya que tiempos menores no son precisos, por lo cual estas curvas habrá que extrapolarlas hasta el tiempo mínimo de diseño, el cual es de 5 minutos. Esto se puede hacer parametrizando la curva y calculando los valores respectivos para estos tiempos menores.

Ya una vez obtenidas las curvas I-D-F para cada una de las cuencas y para cada T_r seleccionado, se procede a determinar la tormenta de diseño.

A.1.1) Cálculo del hietograma de diseño.

Si la tormenta de diseño se va a estimar con un histograma de diseño, existen diferentes métodos para el calculo de estos hietogramas, entre los cuales podemos mencionar:

- *Método del Hietograma Triangular:*

Consiste en suponer que la distribución de la lluvia (la cual se obtiene de las curvas I-D-F, al tiempo de concentración correspondiente) en el tiempo sigue la forma de un triángulo, con base igual a la duración de la lluvia, área igual a la lámina total precipitada y con el pico igual al doble de la precipitación acumulada dividido entre la duración. La ubicación del pico es fundamental para la buena forma del hietograma, para esto se define el término de “coeficiente de avance” como, la relación entre el tiempo al pico máximo del hietograma y el tiempo total de la lluvia. El valor de este coeficiente es necesario conocerlo y se obtiene analizando otras tormentas registradas por la misma estación.

▫ *Método de los Bloques Alternos:*

Sigue una metodología muy sencilla, para la cual solo se necesitan las curvas I-D-F de la cuenca y definir el intervalo ΔT en el cual se desarrollará el hietograma. La metodología es la siguiente:

- Se calculan las láminas precipitadas para las duraciones ΔT , $2\Delta T$, $3\Delta T$, ... hasta llegar a la duración completa de la tormenta.
- Luego por diferencias sucesivas se calculan los incrementos de lámina precipitada para cada intervalo y el siguiente, a estos incrementos se les llaman bloques.
- Por último estos bloques se ordenan alternadamente de manera tal que el bloque mayor se ubique en el centro (en el caso de un numero impar de ΔT) o en el intervalo central de menor duración (para el caso de un numero par de intervalos) y luego alternadamente para la izquierda y para la derecha se van ordenando los siguientes intervalos de mayor a menor lámina acumulada.

A.2) Cálculo del Esguerrimiento

En el caso de no utilizar un método para el cálculo directo del caudal máximo, es necesario saber cuanto va a escurrir, pero antes de hablar de cómo calcular este valor, primero se debe aclarar bien como es este fenómeno. Cuando una lluvia se precipita en una cuenca, esta no empieza a escurrir inmediatamente, ya que la cuenca, de por si tiene capacidad para absorber intensidades pequeñas de lluvia y esta depende de innumerables variables, entre las que se puede mencionar: lluvia acumulada en los días precedentes, humedad ambiental, tipo y densidad de vegetación, tipo de suelo, uso de la tierra, pendiente de los taludes, etc.

Esta capacidad de absorción se define como la infiltración potencial y va disminuyendo mientras avanza la lluvia, ya que la cuenca se va humedeciendo y sus características van cambiando, por lo que se puede entender que cuando la lluvia cae, primeramente el agua es absorbida hasta cierto momento, que es

cuando la infiltración potencial disminuye hasta el punto de alcanzar la intensidad de lluvia en el momento dado y aquí es cuando inicia el escurrimiento. La abstracción o absorción de la cuenca hasta este momento se conoce como abstracción inicial (Ia) y de ahí en adelante la abstracción se define como abstracción continuada.

Uno de los métodos mas aplicados para el calculo de abstracciones, es el del Soil Conservation Service de los Estados Unidos (1972), el cual es resultado de un análisis teórico del fenómeno en conjunto con datos medidos experimentalmente en varias cuencas. Su basamento teórico parte de las siguientes aseveraciones:

- Para una tormenta cualquiera, la lámina de escorrentía directa o superficial (Pe) es siempre menor o igual a la lámina precipitada sobre la cuenca (P).
- Después que la escorrentía se inicia, hay cierta cantidad de agua que precipita que no va a escurrir (Fa) y va a ser igual o menor que una retención potencial máxima (S).
- Se puede definir como escorrentía potencial a la diferencia entre la lámina precipitada (P) y la abstracción inicial (Ia), es decir sin abstracción continuada.

La hipótesis del método del SCS es la siguiente: la relación entre la retención después del escurrimiento (Fa) y la retención máxima (S), es igual a la relación entre la lámina escurrida (Pe) y la lámina potencial de escurrimiento, es decir:

$$Fa/S = Pe/(P-Ia) \quad (Ec. 2.6)$$

La cual después de un análisis teórico de continuidad y de obtener empíricamente que la abstracción inicial es aproximadamente igual al 20% de la retención máxima, queda de la siguiente manera:

$$P_e = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S) \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Donde el valor de S se obtiene de la fórmula siguiente:

$$S = 1000 / CN - 10 \quad (\text{Ec. 2.8})$$

CN se define como “Numero de Curva”, el cual es un valor indicativo de la permeabilidad de la cuenca, con valores entre 0 y 100, para el que, un valor de 100 representa una cuenca completamente impermeable. Este numero se puede modificar dependiendo de las características de humedad antecedentes a la tormenta. Todas estas fórmulas aplican para unidades inglesas.

A.3) Determinación de la Creciente de Diseño

Esta crecienta se puede expresar como un gasto pico o como un hidrograma completo, con sus dos ramas ascendente y descendente bien definidas, esto depende esencialmente del tipo de análisis para el que se necesite la crecienta y de las características propias del proyecto. A continuación se estudian cada uno de ellos.

- Métodos para la estimación de caudales máximos:

Existen distintos métodos para estos cálculos, algunos de mucha antigüedad (la mas antigua data de 1859 por Mulvaney), entre los más adaptables a Venezuela se encuentran:

- Método directo: es solo aplicable en aquellos sitios donde existan registros de escurrimientos, el método consiste en seleccionar los gastos máximos para cada año y, por medio de cualquier método de estudio de frecuencias,

estimar los caudales máximos para distintos períodos de retorno. Es muy sencillo y presenta la ventaja de utilizar frecuencias directamente de gastos y no de precipitaciones.

- Método racional: es el método mas utilizado en el mundo incluyendo a Venezuela, el cálculo del gasto pico se hace aplicando la formula:

$$Q = C.I.A \quad (\text{Ec. 2.6})$$

donde “I” es la intensidad de lluvia, “C” es el coeficiente de escurrimiento y “A” es el área de la cuenca. Conceptualmente el método supone que si sobre un área determinada, cae una lluvia constante y uniforme, al cabo de un tiempo el caudal de salida será proporcional a la cantidad de agua que cae sobre la cuenca. El coeficiente de escurrimiento es el coeficiente de proporcionalidad entre el caudal máximo y la intensidad de precipitación, físicamente se puede entender como la relación entre la porción de la lluvia que escurre (lluvia efectiva) y la total, este valor ya se encuentra tabulado para distintas superficies. El tiempo mencionado como necesario para que se alcance esta suposición se toma igual al tiempo de concentración (T_c), el cual se puede definir como el tiempo que tarda la gota de lluvia que cae en el punto más alejado de la cuenca en llegar hasta el punto de interés y se puede calcular con la formula del California Culver Practice de EE.UU. para cauces naturales:

$$T_{c(\text{MIN})} = 0,0195.(L^3/h)^{0,385} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

siendo “L” la longitud del cauce principal y “h” el desnivel máximo del cauce principal, ambos en metros y T_c en minutos.

Con este tiempo ya calculado se entra en la curva I-D-F correspondiente al período de retorno estipulado y se halla la intensidad de lluvia.

Debido a las características propias del método, lo hacen aplicable únicamente a cuencas pequeñas y preferiblemente urbanizadas con un buen porcentaje de áreas impermeables (según normas cuencas, aplicable para cuencas menores de 200 hectáreas y tiempo de concentración menores a 30 minutos).

- *Métodos para la estimación de hidrogramas:*

Para estos métodos generalmente se trabaja con el concepto del hidrograma unitario el cual es el hidrograma generado por una lluvia de 1 mm, 1 cm ó 1 pulgada, esto depende de cómo se exprese el valor de la lámina de lluvia, generalmente se usa el milímetro como unidad de medida y por ende el hidrograma unitario correspondería a una lluvia de 1 mm de lámina.

Este concepto es válido solo si las características de la cuenca como su forma, tamaño, pendientes y cobertura permanecen constantes, además de que las características de distribución de espacio y tiempo de la lluvia deben ser similares, es decir, el hidrograma unitario depende de la forma tanto de la cuenca como de la lluvia, mas no de la cantidad de lluvia precipitada. Por lo tanto, debido a la casi imposibilidad de encontrar tormentas con una distribución más o menos uniforme, se recomienda no aplicarlo para áreas mayores a 1000 km²⁷

Para obtener un hidrograma total para una tormenta de diseño a partir de un hidrograma unitario, hay que realizar el siguiente procedimiento, en parte ya explicado:

1. Se determina la lluvia efectiva y su distribución.

⁷ Criterio tomado de: Drenaje Urbano, Juan J. Bolinaga I. INOS. Caracas 1979. Página 166.

2. Se calcula el hidrograma unitario tal que la duración de los intervalos de lluvia efectiva sea igual a la duración de lluvia efectiva del hidrograma.
3. Se multiplican los distintos gastos del hidrograma unitario por la lluvia efectiva de cada intervalo.
4. Se suman los hidrogramas obtenidos desplazados un tiempo igual a la duración de lluvia efectiva, dando como resultado el hidrograma total.

Este hidrograma unitario se puede obtener de distintas maneras y depende de los datos que se tengan. La obtención de un hidrograma unitario en cuencas con registros fluviométricos es sencillo y consiste en seleccionar grandes crecientes y dividir cada ordenada entre la lámina total escurrida, mientras en el caso de que no existan registros de este tipo, es necesario sintetizar el hidrograma para lo cual se pueden aplicar distintos métodos entre los cuales destacaremos:

▫ Hidrograma Triangular:

Al igual que el Método del hidrograma triangular explicado anteriormente, el principio es que la distribución del caudal en el tiempo es parecida a la forma de un triángulo, donde:

1. El *área del triángulo* corresponde al volumen total escurrido.
2. La *base del triángulo* es igual al tiempo de duración del hidrograma. Este tiempo total está compuesto por la suma del tiempo pico y el tiempo de recesión. El primero es el tiempo desde el comienzo del hidrograma hasta el pico del mismo y es igual a la suma del tiempo de retardo (período medido desde que la mitad de la lluvia efectiva se ha precipitado hasta el momento en que la mitad del escurrimiento ya se ha dado) mas el tiempo desde el comienzo del hidrograma al centro de gravedad de la lluvia efectiva. El tiempo de recesión es el tiempo que dura la rama descendente del hidrograma y se calcula como el 1,91 veces el tiempo pico, por lo cual queda el tiempo base

$$T_B = 2,91.T_p \quad (\text{Ec. 2.8})$$

3. La *altura del triángulo* corresponde al caudal pico del hidrograma y se calcula dividiendo el volumen total de escurrimiento (área del hidrograma) entre el tiempo base (base del triángulo) y multiplicándolo por dos. Si se desea tener un hidrograma suavizado, es decir curvilíneo, tanto las abscisas como las ordenadas se modifican de acuerdo al hidrograma curvilíneo adimensional obtenido por el Prof. Guilarte de la UCV para cuencas venezolanas mostrado en la figura 2.1.

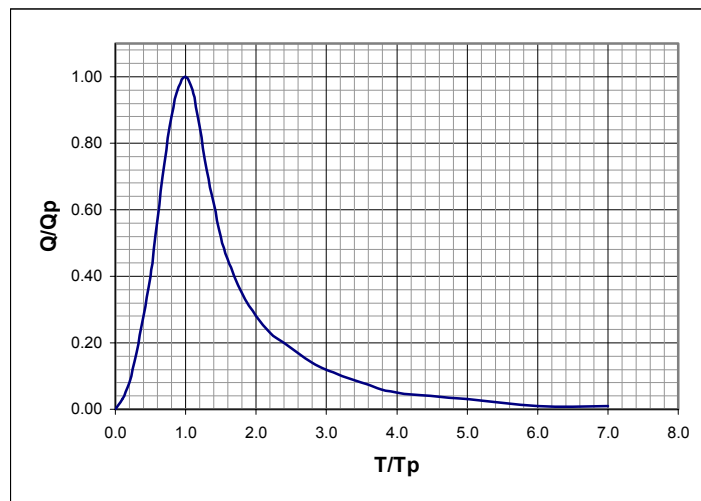


Figura 2.1 Hidrograma curvilíneo adimensional para cuencas venezolanas

▫ Método de C. O. Clark:

Una cuenca si se subdivide en varias cuencas inferiores, el hidrograma unitario en una sección aguas abajo, será la suma de los hidrogramas unitarios de las distintas subcuencas pero modificados por el tránsito a través del canal hasta el punto de estudio, por supuesto el hidrograma generado en cada una de las subcuencas, también será el originado por otras subcuencas más pequeñas, bajo este principio se basa el método.

Esta modificación por el tránsito a través del canal natural, se debe al almacenamiento que ocurre en el cauce, el cual es un volumen de agua que redistribuye el hidrograma y por lo tanto este se disminuye, haciendo su pico de menor magnitud. El método utilizado para resolver esta variable es el Método de Muskingum, en el cual se calcula el volumen almacenado según la formula:

$$V = K \cdot Q^n \quad (\text{Ec. 2.9})$$

donde: Q = gasto en el tramo

K = coeficiente dependiente de las características del tramo.

n = exponente positivo.

Después de una serie de consideraciones, esta formula se puede resolver de la siguiente manera:

$$Q_{e2} = C_0 Q_{a2} + C_1 Q_{a1} + C_2 Q_{e1} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

donde:

$$C_0 = -(Kx-0,5T)/(K-Kx+0,5T) \quad (\text{Ec. 2.11})$$

$$C_1 = (Kx+0,5T)/(K-Kx+0,5T) \quad (\text{Ec. 2.12})$$

$$C_2 = (K-Kx-0,5T)/(K-Kx+0,5T) \quad (\text{Ec. 2.13})$$

$$C_0 + C_1 + C_2 = 1 \quad (\text{Ec. 2.14})$$

Los términos x y T corresponden: el primero, a un coeficiente que varía entre 0 y 1 y pondera el peso entre el gasto de entrada y el de salida del tramo (en este caso se toma como si la cuenca se comportara como un embalse y por lo tanto vale 0) y el segundo al intervalo de tiempo entre la entrada y salida del tramo en consideración.

En cuanto a la forma del hidrograma a transitar, este se toma proporcional a la distribución del área de las distintas sub-cuencas ordenadas desde la cuenca más cercana y separadas en mismo intervalo T.

B.- Hidráulica

Una vez que ya se tienen los distintos hidrogramas de crecientes para cada uno de los períodos de retorno seleccionados, se procede a realizar el análisis hidráulico, el cual consiste en transitar las distintas crecientes por el canal, natural o artificial, en estudio, de manera tal de obtener los correspondientes perfiles hidráulicos.

Para poder tener resultados confiables, es necesario tener una buena información base tanto hidrológica como topográfica. En cuanto a la primera ya se explicaron las teorías básicas para poder analizar los datos hidrológicos con buen criterio. Para el caso de los datos geométricos del canal, hay que tener presente que son de gran importancia y que pequeños errores, pueden tener cambios importantes en el comportamiento del perfil del flujo, por lo tanto para poder hacer estos análisis hidráulicos, primero hay que levantar en campo toda la información topográfica necesaria, siempre teniendo presente la necesidad de que sea representativa de las características del sitio.

Al realizar los cálculos necesarios para poder determinar el perfil, en régimen uniforme, se aplica la teoría del “Método del Paso a Paso” o “Método del Paso Estándar” el cual se puede explicar en las siguientes líneas:

El cálculo se lleva a cabo mediante pasos de sección a sección para las cuales ya se les han determinado las características hidráulicas para distintas profundidades, es decir ya se han hecho las curvas Área vs. Profundidad, Radio Hidráulico vs. Profundidad y “n” manning vs. Profundidad, éste último es debido a que como son distintas n para una misma sección, las cuales se promedian dependiendo del

perímetro mojado que le corresponde a cada sección mediante la siguiente fórmula:

$$n = [\Sigma (P_N \cdot n_N^{3/2}) / P]^{3/2} \quad (\text{Ec. 2.15})$$

donde:

n: coeficiente de rugosidad de Manning

P: perímetro mojado

Posteriormente se hace el análisis basándose en el principio de que la energía total aguas abajo es la energía total de aguas arriba, menos las pérdidas por fricción y las pérdidas por contracción y expansión (pérdidas por remolinos), es decir:

$$H_2 = H_1 + h_F + h_E \quad (\text{Ec. 2.16})$$

donde: H_2 : Energía total aguas abajo

H_1 : Energía total aguas arriba

h_F : Pérdidas por fricción

h_E : Pérdidas por remolino

Las pérdidas por fricción se calculan multiplicando la pendiente de la línea de energía promedio entre las secciones del tramo, por la distancia entre las dos secciones. Esta pendiente de cada sección se calcula utilizando la fórmula de Manning:

$$S_f = [(n \cdot V) / (R_h)^{2/3}]^2 \quad (\text{Ec. 2.17})$$

donde: S_f : pendiente de la línea de Energía en el tramo.

n: coeficiente de rugosidad de Manning

V: velocidad media del flujo

R_h : Radio hidráulico

Para las pérdidas por remolino, se toma entre un 10 a un 20% de la diferencia entre las cargas de velocidad de las secciones, en caso de ser un cambio abrupto, se toma un 50% de la diferencia entre cargas de velocidades.

Las fórmulas antes expuestas se aplican tomando siempre en cuenta cual es la sección de control del tramo, aguas abajo si es un flujo subcrítico ó aguas arriba si es un flujo supercrítico.

Realizar todos estos cálculos es un trabajo laborioso, cuidadoso y que necesita mucho tiempo, por lo cual generalmente estos cálculos se hacen por medio del uso de modelos matemáticos en computadores. Estos modelos pueden ser unidimensionales, bidimensionales o tridimensionales, dependiendo de la cantidad de variables que procesen en el mismo momento. Su escogencia depende: primero de la finalidad del proyecto o estudio y segundo de la accesibilidad al modelo.

En éste trabajo se profundizará en el modelador matemático unidimensional, denominado de HEC-RAS v.3.1, utilizado para realizar simulación hidráulica de quebradas, el cual fue creado por el U.S. Corps Army of Engineers. El mismo, permite definir los perfiles hidráulicos en un canal natural o artificial, siguiendo las mismas teorías antes expuestas, mientras se alimente como mínimo con los siguientes datos:

- Geometría del Canal: esta geometría se define por medio de secciones transversales que deben ser lo mas perpendicular posible a la dirección del flujo de agua. De estas secciones se define, el cauce principal, las márgenes derecha e izquierda del canal, los respectivos coeficientes de manning y la distancia entre los centros de gravedad de la berma derecha, la berma izquierda y el canal central, entre dos secciones consecutivas (ver figura 2.2).

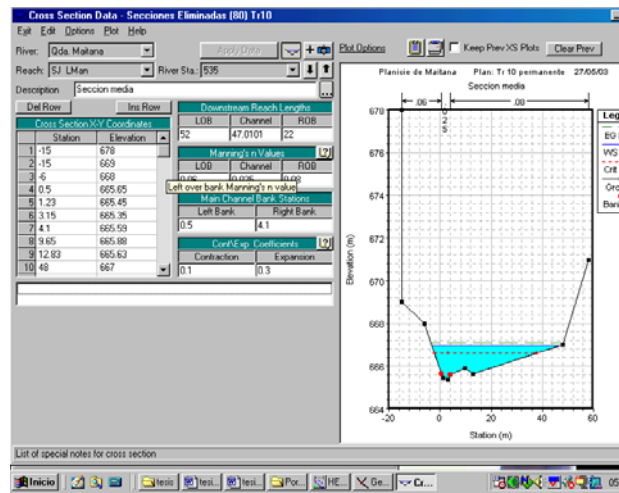


Figura 2.2. Ventana típica de alimentación de datos geométricos del canal

El programa tiene dos opciones para definir el coeficiente de rugosidad de Manning en la sección completa: la primera opción permite definir únicamente 3 zonas, las dos bermas y el canal central y la segunda opción permite dividir la sección en varias subsecciones, asignándole el coeficiente de rugosidad correspondiente, se puede recurrir a valores de coeficientes “n” de Manning ya tabulados⁸.

- Caudales: el modelo permite trabajar con flujo permanente (caudal constante) y no permanente (caudal variable) pero en el caso del flujo no permanente el software tiene muchos conflictos debido principalmente a

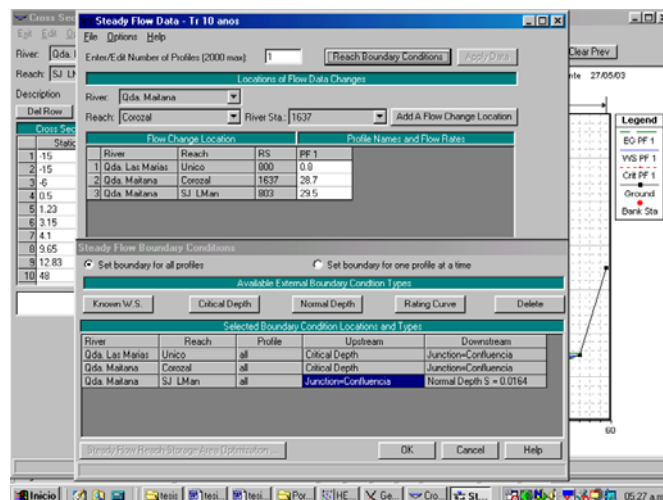


Figura 2.3. En primer plano, la ventana típica para alimentar al programa con los datos de caudales picos y sus respectivos controles hidráulicos

⁸ Tabla 5-6 del libro “Hidráulica de Canales Abiertos” de Ven Te Chow.

los cambios de los regímenes de los flujos (supercrítico ó subcrítico) ya que los controles hidráulicos varían (ver figura 2.3).

- Controles hidráulicos: es una sección transversal en la cual para un tirante ó profundidad de agua, solo es posible un solo caudal. Este tirante puede quedar definido como: un tirante único, una curva de tirante vs. caudal, el tirante normal a una pendiente única y constante aguas arriba de la primera sección o aguas abajo de la última sección ó como la profundidad crítica.
- Estructuras normales o paralelas al flujo: estas estructuras pueden ser corrección de márgenes, alcantarillas (ver figura 2.4), puentes, pontones, etc.
- Puntos singulares: también se pueden definir puntos singulares en el cauce, como el ingreso de un gasto adicional y conocido en algún punto, la intersección o confluencia de dos canales. El proyectista debe definir todas las secciones transversales posibles para definir bien el problema.

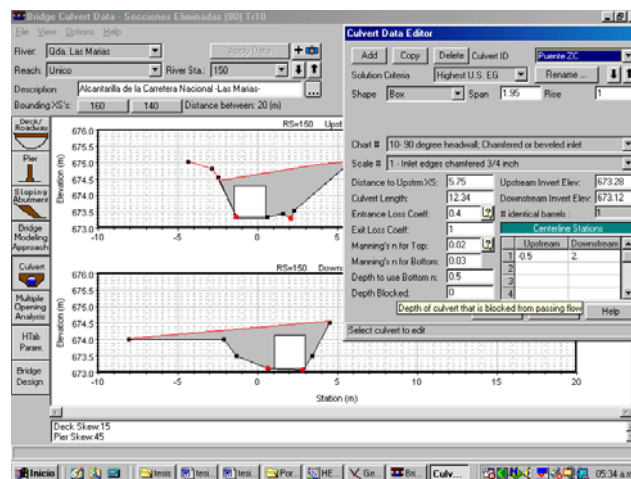


Figura 2.4. Ventana típica de alimentación de datos de la alcantarilla

Cabe destacar que por ser éste un modelo matemático unidimensional, el mismo no considera en su formulación matemática los cambios bruscos en la dirección del cauce de la quebrada, por lo tanto estos resultados necesitan su posterior

verificación, basándose en fotografías aéreas, testimonios o evidencias físicas de eventos anteriores, para lo cual es necesario el criterio de un analista.

Por último los resultados obtenidos de estos análisis se reúnen para generar un plano de amenaza a inundación, en el cual se expresan de una manera fácilmente entendible y aplicable a estudios de riesgo y uso de las tierras, el área inundable. Este proceso de elaboración de mapas se describe en el apartado siguiente.

C.- Construcción del plano de Amenaza a Inundación

Una vez que se analizan y verifican los resultados y se comparan satisfactoriamente con la información que se tenga de campo, se obtienen los distintos perfiles hidráulicos, que se traducen en un ancho de inundación para cada una de las secciones, obteniendo así los distintos puntos que formaran los bordes de las planicies de las respectivas crecientes. Estos puntos que después se unen dando forma a la planicie.

Una vez que se aprecia esta planicie, se corroboran los resultados con la realidad de campo y con los testimonios de los habitantes, para lo cual se hace una visita y se verifican nuevamente las secciones y los anchos de inundación advirtiéndole que para los tirantes obtenidos en cada sección, correspondería un ancho como el mostrado en la planicie. Esto es muy importante hacerlo en el caso de curvas y meandros muy grandes, donde se forman planos anegadizos, también en los sitios de descargas de agua y en otros tipos de pasos de aguas, donde éstos pudiesen afectar a alguna vivienda cercana a este, además que esto sirve para verificar los resultados analíticos con los testimonios aportados por los habitantes del sector.

2.1.2. AMENAZAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS

La morfología de una zona es resultado principalmente de la evolución geológica de esta, además de los cambios que el hombre origina en la zona con la finalidad de crear las condiciones aptas para poder aprovechar la zona. Estos procesos, originan generalmente cambios drásticos, son muy peligrosos y pueden implicar una gran amenaza al sector, principalmente si está habitado o posee cierta importancia.

Entre los distintos tipos de amenazas de origen geológico y/o geotécnico se pueden destacar: los sismos, deslizamientos, avalanchas de escombros, entre otros. A continuación explicaremos algunos de ellos:

2.1.2.1. SISMOS

Su origen se debe a los movimientos de las capas continentales que conforman la litosfera o capa dura de la corteza terrestre. Esta capa, por encontrarse encima de la capa viscosa astenósfera, se desplazan unas placas contra las otras, liberando una gran energía acumulada en energía cinética o sismo.

Los sismos derivados por las causas anteriores, se denominan sismos tectónicos, pero existen otros tipos dependiendo de las causas que lo originan, entre los cuales están los volcánicos, los inducidos (llenado y vaciado de presas, inyección de fluidos), colapso de cavernas o galerías, impacto de meteoritos, etc.

Entre los efectos destructores que puede generar un sismo, se consideran: vibraciones de terreno, maremotos o tsunamis, desplazamientos de las fallas geológicas, los seiches (magnificación de las oscilaciones en un cuerpo de agua estacionario como lagos y embalses) y fenómenos de licuefacción e inestabilidad de taludes.

El fenómeno de licuefacción se debe a la pérdida de la capacidad portante de suelos saturados, como consecuencia del incremento de la presión de poros, resultado de las

vibraciones. En los taludes, las vibraciones también pueden originar inestabilidades, dando lugar a deslizamientos incontrolables.

2.1.2.2. FLUJOS Y DESLIZAMIENTOS

Son movimientos rápidos de masas y se diferencian claramente entre sí ya que los flujos presentan una deformación continua en la masa de suelo, en cambio los deslizamientos no presentan deformaciones en la masa ya que ésta se mueve como un todo.

Los flujos se caracterizan en que su origen proviene tanto de condiciones geotécnicas y geológicas, como de las condiciones hidráulicas e hidrológicas.

Los planos a lo largo de los cuales tienen lugar los deslizamientos de tierra son de dos tipos: superficies cortantes curvadas o planos estructurales, como los de estratificación, diaclasamiento o fallamiento. El primero se ve en materiales blandos como arenas y arcillas, la superficie es curvada con la concavidad hacia arriba como una cuchara. Cuando estos corrimientos de tierra están condicionados a la estructura, el plano potencial de debilidad debe encontrarse en dirección al valle o acantilado, sobre todo cuando se encuentra una estructura permeable sobre una impermeable, ya que el plano en presencia de agua se lubrica y obliga al material sobre él a deslizarse, es por esto último que es muy importante evaluar el ángulo y la dirección de buzamiento del talud y de los planos potenciales de deslizamiento, para así evaluar su posibilidad a deslizarse.

En vista de que todos estos procesos forman parte de la evolución normal de la zona, su dinámica puede ser evaluada a través de los años por medio del uso de fotografías aéreas, ya que estas permiten tener un campo muy amplio de la realidad de la zona en el momento de tomar la foto, si esta foto se compara con otras del mismo sitios pero a distintas fechas, se puede cuantificar de cierta manera la rapidez del movimiento o

corrimiento y evaluar su potencial de amenaza a un movimiento violento de grandes dimensiones.

2.1.2.3. MÉTODOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

Cuando un deslizamiento puede poner en peligro vidas humanas o simplemente se necesita utilizar un terreno cercano a algún talud propenso a perder la estabilidad, se requiere de alguna estructura de contención, que detenga el proceso. Anteriormente ya se mencionaron distintas razones por las cuales un talud puede llegar a ser inestable como una explicación del porque de la amenaza, pero no se han tocado las distintas teorías de cálculo de los valores de estabilidad o inestabilidad de un talud, por ello en los próximos párrafos se hablará de algunas estructuras que mitigan esta amenaza, particularmente de los muros de contención o retención.

Es frecuente que en la construcción de edificios y de vialidad sea necesario contener la tierra en una posición muy próxima a la vertical; siempre que se requieran rellenos y terraplenes hay necesidad de proyectar muros de contención o algún tipo de protección a los taludes obtenidos, entendiéndose como muro de retención, al “muro que es diseñado con el propósito de mantener una diferencia en los niveles del suelo de sus dos lados. La tierra que produce el mayor nivel se llama relleno y es un elemento generador de presión”⁹.

A.- Tipos de Muros

Existen diferentes tipos de muros de contención entre los cuales cabe mencionar los siguientes grupos: muros de gravedad, de gravedad y fricción, en cantilever, de contrafuertes, colados, con pilotes, tablestacados y de concreto proyectado.

⁹ Tomado de: Mecánica de Suelos, Badillo Juárez y Rodríguez Rico. Tomo II, Pág. 117, Segunda Edición, México 1986.

- *Muros de gravedad:*

Como su nombre lo indica, dependen de su peso para lograr la estabilidad, son grandes masas de concreto normal o ciclópeo, de perfiles diversos, y que no llevan armadura de refuerzo, pues en ninguna de sus secciones se supera el esfuerzo admisible de tracción al concreto, su altura generalmente no es mayor a 6 m.

- *Muros en Cantilever:*

Son siempre de concreto armado y el fuste actúa como un gran volado en la base para resistir por flexión el empuje del suelo. Su perfil es por lo general en forma de L ó T invertida y su estabilidad depende sobretodo del peso de la tierra apoyado sobre su pie. La altura máxima de los muros en cantilever no debe superar los 7 m. En caso contrario se deben colocar contrafuertes que alivianen las solicitaciones de corte y flexión en el fuste de los muros en voladizo

- *Muros de concreto proyectado:*

Son los que utilizan la técnica del concreto lanzado (shotcrete) y presentan la gran ventaja de que se pueden adaptar a formas irregulares con un mínimo espesor.

- *Tablestacas:*

Son una solución práctica para la construcción de ataguías en riberas o zonas costeras y como contención de suelo y agua, consiste en una plancha metálica o de cualquier otro material, la cual se incrusta en el suelo y separa los materiales a los dos lados.

- *Muros de semigravedad:*

Son algo más esbeltos que los de gravedad y que pueden soportar una limitada tracción por lo cual debe disponer de la armadura mínima de refuerzo para resistirla, como por ejemplo las pilas de un puente.

- *Muros de gravedad y fricción:*

Son los que funcionan por gravedad y el material que lo forma aporta una considerable fricción a la estructura. Entre este grupo se encuentran los *muros de gaviones*, que son muros de piedra de diferentes tamaño, colocadas dentro de cestas de alambre galvanizado, que se van apilando superpuestas hasta lograr la altura deseada. Estos muros no son impermeables, sino que permiten el paso del agua. Se los utiliza frecuentemente para contener suelos en las márgenes de los ríos, revestimiento de canales u otras obras costeras. También se los construye cuando se desea construir una zona de aguas tranquilas, rompiendo la corriente de los ríos.

Existen otros tipos de muro como son los de tierra armada, con anclajes e incluso diferentes combinaciones, las cuales se escogerán dependiendo de las necesidades de cada caso en particular, siempre y cuando el muro cumpla las siguientes características para su estabilidad y seguridad:

- Ofrecer la necesaria resistencia estructural para soportar las solicitaciones debidas a los empujes impuestos.
- Cumplir los requisitos para evitar el volcamiento y el deslizamiento por efecto de las cargas horizontales o inclinadas aplicadas sobre él.
- No deben superarse los valores admisibles de asentamientos bajo la presión del muro en el suelo de fundación.

B.- Fuerzas que intervienen en la estabilidad de un muro

Para obtener las fuerzas actuantes sobre un muro, en donde su sección se mantiene constante en un trecho considerable, se realiza el calculo en un segmento unitario de muro con la dirección normal al plano del papel de generalmente un metro, estas fuerzas son:

- a) El peso propio del muro.

- b) La presión del relleno contra el respaldo del muro, con su correspondiente intensidad y distribución.
- c) La componente normal de las presiones en la cimentación.
- d) La componente horizontal de las presiones en la cimentación.
- e) La presión de la tierra contra el frente del muro.
- f) Fuerzas de puente: las fuerzas actuantes de un puente sobre el muro, de pertenecer éste a un puente.
- g) Las sobrecargas actuantes sobre el relleno, uniformemente distribuidas o lineales.
- h) Las fuerzas de filtración y otras debidas al agua.
- i) Las subpresiones. Que se generan cuando el drenaje bajo el muro no es correcto o ha sufrido algún desperfecto y se presenta almacenamiento de agua en esa zona.
- j) La vibración, producidas por el paso de caminos o ferrocarriles, que pueden incrementar las presiones contra muros cercanos.
- k) El impacto de fuerzas externas.
- l) Los temblores, el efecto de movimiento sísmico puede considerarse con un aumento momentáneo de la presión lateral contra el muro.
- m) La acción de las heladas.
- n) Las expansiones debido a los cambios de humedad en el relleno.

Las fuerzas anteriores se usan de acuerdo a las necesidades del diseño y a las características del sitio. Una vez determinadas y calculadas las fuerzas que condicionarán el diseño, se verifican los factores de seguridad de la estructura, para minimizar las posibilidades de falla.

Un valor que cabe destacar es el generado por el peso de una masa de suelo contenida por alguna estructura, denominado empuje, las teorías de empuje de terrenos han sido siempre complejas y relativamente inciertas, las teorías más

ampliamente difundidas son las de Coulomb y Rankine, de las cuales se hablará más adelante.

C.- *Empuje*

En general, en el caso de un macizo de tierras limitado por un muro deben distinguirse tres situaciones de empuje. Si se supone un muro rígido e indeformable, el estado de empuje producido se denomina «de reposo». Si el muro puede girar y deformarse que es lo usual en un muro de contención, esta deformación hace descender el empuje a un valor mínimo llamado «empuje activo». Por el contrario si el muro se traslada presionando contra el macizo de tierras, el empuje alcanza su valor máximo, llamado «empuje pasivo».

Los métodos para la determinación del empuje pueden ser divididos en cuatro tipos principales: Método en acuerdo con las teorías de Coulomb y Rankine (los tradicionales), métodos mixtos de Equilibrio Límite Plástico, Método de los elementos finitos y Método de Equilibrio Límite.

A continuación se explican las teorías de Charles Coulomb (1937) y William Ranking (1820-1872) para los casos más generales:

- *Teoría de Charles Coulomb (1776)*

Las hipótesis básicas de su teoría son, que el suelo es isotrópico, homogéneo y

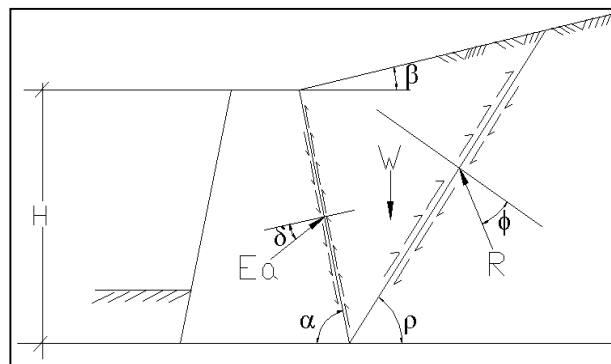


Figura 2.5. Cuña de suelo para el caso activo según Coulomb

con propiedades de fricción interna y cohesión, la superficie de falla es plana, la masa de suelo involucrada en la falla se considera como una cuña infinitamente rígida, se

desarrollan fuerzas de fricción entre el muro y la masa de suelo, se supone que el muro es infinitamente largo y que las propiedades del suelo en esa longitud no varían a fin de poder considerar el problema bidimensionalmente.

En la figura 2.5 se indica el caso general de empuje activo. Conviene señalar que ϕ es el ángulo de fricción interna del suelo y δ es el ángulo de fricción entre el muro y el suelo, W el peso de la cuña, β la inclinación del suelo contenido, α la inclinación de la pared interna del muro y E_a el empuje activo. Planteando el caso del equilibrio de la cuña de suelo en función del ángulo ρ supuesto para la superficie de falla y determinado el valor de este ángulo para el cual el empuje activo es un máximo, resulta:

$$E_a = (\gamma \cdot H^2 \cdot K_a) / 2 \quad (\text{Ec. 2.18})$$

donde:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\alpha + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Para el caso general de empuje pasivo, se señalan en la figura 2.6 las fuerzas actuantes sobre la cuña de suelo.

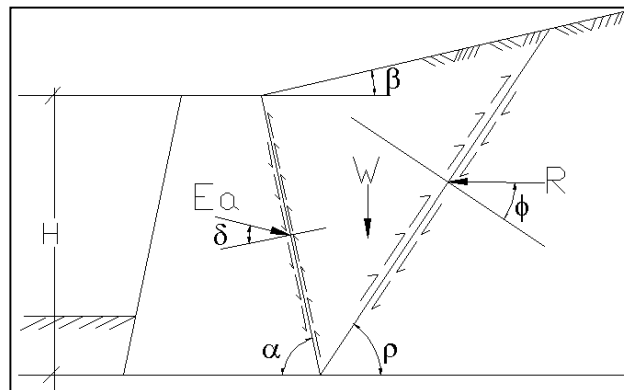


Figura 2.6. Cuña de suelo para el caso pasivo según Coulomb

Luego del análisis respectivo resulta:

$$E_p = (\gamma \cdot H^2 \cdot K_p) / 2 \quad (\text{Ec. 2.20})$$

En donde:

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \delta) \cdot \left[1 - \frac{\sin(\phi + \delta)}{\sin(\alpha + \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right]^2} \quad (\text{Ec. 2.21})$$

En el caso de suelo cohesivo y basándonos en las expresiones anteriores se puede expresar análogamente que:

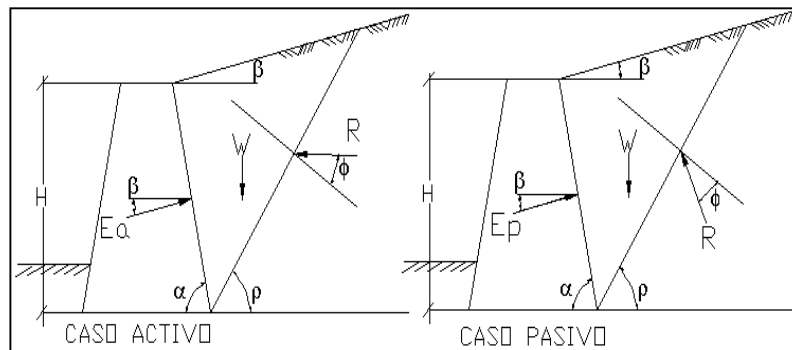
$$E_a = \frac{\gamma \cdot H^2 \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot H \cdot \sqrt{K_a}}{2} \quad (\text{Ec. 2.22})$$

$$E_p = \frac{\gamma \cdot H^2 \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot H \cdot \sqrt{K_p}}{2} \quad (\text{Ec. 2.23})$$

Los coeficientes K_a y K_p para el caso general son los dados por las formulas anteriormente escritas.

- *Teoría de William Rankine*

La teoría de Rankine es similar a la de Coulomb, excepto que logra una simplificación sustancial al no considerar el efecto de la fricción entre el muro



y el suelo, lo cual equivale a un empuje pasivo siempre paralelo a la superficie del relleno tal y como se observa en la figura 2.6.

Luego del análisis se obtienen las siguientes formulas generales:

$$E_a = \frac{\gamma H^2}{2} \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot H \cdot \sqrt{K_a} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

$$E_p = \frac{\gamma H^2}{2} \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot H \cdot \sqrt{K_p} \quad (\text{Ec. 2.25})$$

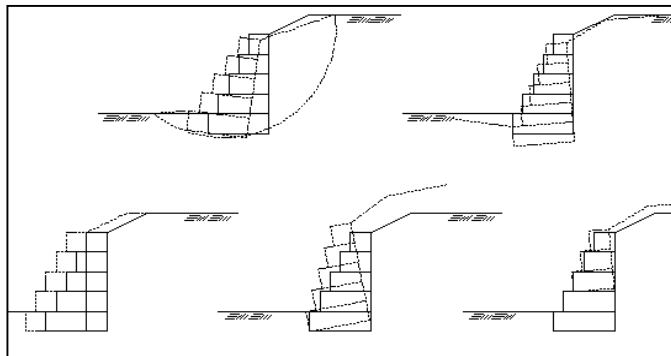
En donde:

$$K_a = \cos\beta \cdot \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}} \quad (\text{Ec. 2.26})$$

$$K_p = \cos\beta \cdot \frac{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}} \quad (\text{Ec. 2.27})$$

Para el caso de los suelos cohesivos K_a y K_p , se calcula de la misma forma.

D.- Tipos de Falla en un Muro



En un muro se pueden presentar diferentes formas de falla, como lo son, por volcamiento, deslizamiento, estabilidad interna y por resistencia del suelo de fundación (ver

Figura 2.7. Tipos de movimiento posibles en un muro de contención. (a) Ruptura global, (b) Excedencia de las tensiones actuantes (c) Deslizamiento, (d) Volcamiento, (e) Pérdida de la estabilidad interna.

figura 2.7). Por ello es necesario que en el diseño del muro se verifique el cumplimiento de los factores de seguridad correspondientes.

El *factor de seguridad al volcamiento* (FS_{volc}) se determina a través de la relación entre los momentos de las fuerzas resistentes, con los momentos de las fuerzas actuantes. Estos momentos son tomados respecto al límite inferior izquierdo (fulcro) de la base de la estructura, alrededor del cual se produce el giro del muro.

$$FS_{volc} = M_{res}/M_{act} \quad (Ec. 2.28)$$

M_{res} : momento resistente

M_{act} : momento actuante

Este cociente deberá ser mayor o igual a 1.5, si no se toma en consideración el empuje pasivo y mayor o igual a dos de ser tomado en cuenta. Algunos investigadores acostumbran a tomar el $FS_{volc} = 1,5$ para suelo de rellenos angular y $FS_{volc} = 2$ para suelos de relleno cohesivos.

Para el caso del análisis sísmico donde la fuerza sísmica viene representada como un incremento en el empuje activo puede considerarse que este cociente sea mayor o igual a 1.20, debido a que el incremento de las aceleraciones horizontales provocan aparición de fuerza de inercia en las direcciones verticales y horizontales que deben ser consideradas.

El *factor de seguridad al deslizamiento* (FS_{desliz}) resulta del cociente entre la fuerza resistente disponible a lo largo de la base de la estructura, con la fuerza actuante contra la estructura.

$$FS_{desliz} = (F_{RN} \cdot \tan \phi + F_{RH}) / (F_a) \quad (Ec. 2.29)$$

F_{RN} : fuerza resistente normal que viene determinada por la expresión

$$F_{RN} = [(W + E_v) \cdot \cos \alpha + E_h \cdot \sin \alpha] \cdot \tan \phi \quad (Ec. 2.30)$$

F_{RH} : fuerza resistente horizontal que viene determinada por la expresión

$$FRN = (W + E_v) \cdot \tan \alpha + cB \quad (\text{Ec. 2.31})$$

Donde:

φ : ángulo de fricción interna del suelo

α : ángulo de inclinación de la estructura

W: peso propio

E_v : empuje vertical del empuje activo

E_h : empuje horizontal del empuje activo

c: cohesión del suelo

B: base de la estructura

F_a : fuerza actuante

Este valor del FS_{desliz} debe ser mayor o igual a 1,5 si se desprecia el empuje pasivo o mayor o igual a 2 si se le toma en cuenta. Igualmente si se considera la acción sísmica el valor de este coeficiente puede ser mayor o igual a 1.20 para considerarse seguro ante un deslizamiento.

La verificación de *las tensiones* transmitidas al suelo de fundación. es especialmente importante cuando se trabaja con una estructura de altura importante o cuando se esta en presencia de un suelo de mala calidad y se realiza comparando la máxima presión de contacto con la presión admisible del suelo, donde siempre la presión de contacto debe ser menor que la admisible.

Para la determinación de las presiones actuantes en la fundación de la estructura, primeramente se determina el punto de aplicación de la fuerza normal (N), calculada en la verificación del deslizamiento:

$$D = (M_{res} - M_{act}) / N \quad (\text{Ec. 2.32})$$

Donde M_{res} y M_{act} son determinados en la verificación del volcamiento y “D” es la distancia entre el punto de aplicación de la fuerza normal (N) y el canto inferior izquierdo de la base.

Esta fuerza normal es la resultante de las presiones normales que actúan en la base de la estructura de contención. Normalmente se admite una distribución lineal para estas presiones y entonces los valores máximos y mínimos de ellas ocurrirán en los bordes de la base de la estructura:

$$\sigma_{\text{máx}} = [N.(1+6.e/B)]/B \quad (\text{Ec. 2.33})$$

$$\sigma_{\text{min}} = [N.(1-6.e/B)]/B \quad (\text{Ec. 2.34})$$

Donde las presiones normales máximas y mínimas son $\sigma_{\text{máx}}$ y σ_{min} respectivamente, la excentricidad esta denotado por la letra “e” y cuyo valor se debe evitar que sea mayor a B/6.

También es conveniente la realizar la *verificación de las secciones intermedias*, ya que además de las verificaciones anteriormente presentadas, hay la posibilidad de ruptura interna de la estructura, así se debe también verificar los esfuerzos actuantes entre las camadas de la estructura, comparándolos con los valores admisibles, definidos en base a características propias de los materiales que componen la misma.

Por último y se realiza una *verificación de la estabilidad global*, la cual consiste en investigar una serie de superficies para encontrar el factor de seguridad más crítico. Como parte de la identificación de una superficie de rotura son necesarios tres parámetros, la posición horizontal y vertical del centro y el valor del rayo, ésta investigación es bastante difícil y conlleva algoritmos que pueden ser usados para su búsqueda; uno de los más eficaces es la versión modificada de SIMPLEX, que se usa generalmente en la investigación operacional.

Sin embargo, el método más usado para esto es “El Método de Bishop”, el cual adopta superficies de ruptura cilíndricas y son verificados posibles arcos de ruptura que cortan el terraplén, circundando la estructura de contención. La parte

del macizo definido por cada uno de estos arcos es dividido en franjas o láminas y se determina el coeficiente de seguridad contra la ruptura, a lo largo de la superficie, como se muestra en la figura 2.8.

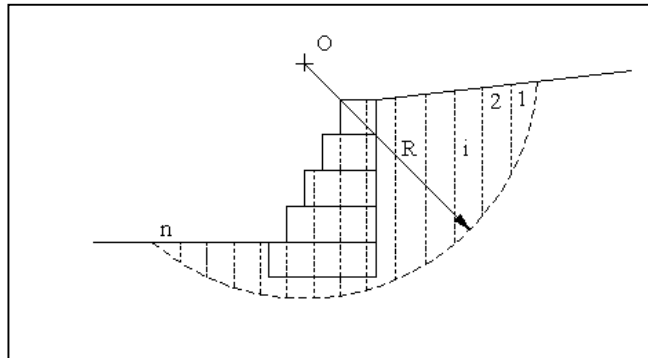


Figura 2.8. Método de Bishop

E.- Dimensionamiento del Muro

Para realizar el diseño de un muro, es indispensable tener la topografía del sitio problema ya que será esta el punto de partida del dimensionamiento de la estructura.

La determinación de las dimensiones de un muro se realiza por tanteo, teniendo como dato la altura H del muro, ya que es la altura de suelo a contener, se determinan todas las fuerzas actuantes y posteriormente se realiza las verificaciones de los factores de seguridad.

Debido a que éste es un proceso iterativo laborioso, posteriormente fue necesario el uso de un software que permitiera la determinación de los factores de seguridad de una manera eficiente y con los que se pudiera cuestionar las diferentes geometrías de las secciones. El software utilizado fue GawacWin 1.0, creado por el grupo Maccaferri cuyos detalles y uso se explican a continuación:

El programa GawacWin 1.0 es un sistema de análisis de estabilidad de muros de contención de gaviones, sujetos a diversas situaciones. Se considera el problema con una configuración plana por lo que son necesarios solamente las dimensiones en el plano de la sección así como la información de la sección específica. Los métodos utilizados en los cálculos hacen referencia al "Equilibrio Límite", las teorías de Ranking, Coulomb, Meyerhof, Hansen y Bishop para la verificación de la estabilidad global del conjunto suelo-estructura.

Para el programa es necesario introducir las siguientes información:

- Datos sobre el muro: dimensionamiento de las camadas de gaviones, inclinación, peso específico, porosidad, malla y diámetro del alambre, hay también opción de colocar si es un ambiente agresivo, si se desea el uso de algún geotextil en el terraplén o en la base y su respectiva reducción en la fricción.
- Datos del suelo de terraplén: inclinación y largo de los diferentes trechos, peso específico, ángulo de fricción y cohesión del suelo.
- Datos sobre la fundación: profundidad, largo horizontal e inclinación de la fundación, , peso específico, ángulo de fricción y cohesión del suelo, además del nivel de agua.
- Datos sobre la capa freática: altura inicial, inclinación y largo de cada uno de los trechos. Datos de las cargas y sobrecargas.
- Coeficiente sísmico horizontal y vertical.

Es importante mencionar que los valores de cohesión, ángulo de fricción interna, peso específico del suelo y de los gaviones, en vista de que no se

realizaron ensayos pertinentes al caso debido al factor económico, se tomaron valores estándar, siempre del lado de la seguridad y con el respaldo de estudios realizados por el grupo Maccaferri en zonas.

De los datos proporcionados en pantalla se obtiene un dibujo de la estructura a la cual se le realizará el análisis, pudiéndoseles hacer modificaciones, incluso directamente sobre el dibujo, con el uso del mouse (como se muestra en la Fig 2.9). Posteriormente con el comando de análisis, el programa realiza los cálculos de: empuje activo, pasivo, presiones en la fundación y estabilidad interna del muro además de los coeficientes de seguridad al deslizamiento, volcamiento y contra la rotura global. Con los que se verifica la funcionalidad de las secciones.

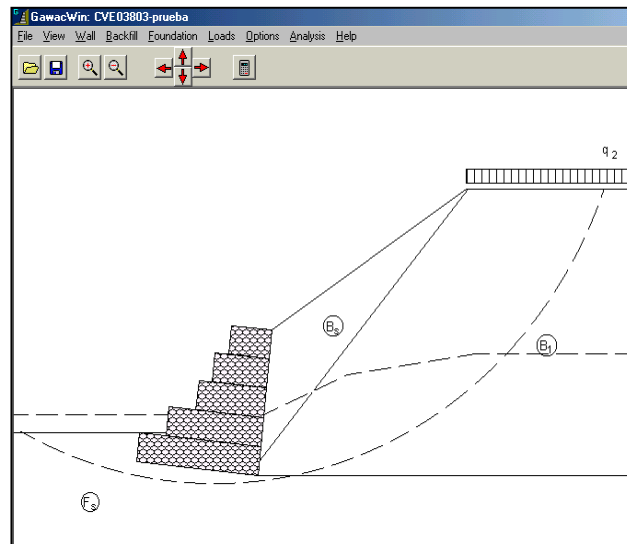


Fig. 2.9 Gráfico de los datos suministrados .

El programa lleva en consideración las características mecánicas de los gaviones, producidos por el Grupo MACCAFERRI; los resultados de los cálculos y análisis no son reales en el caso de la utilización de otros tipos de materiales.

2.1.3. AMENAZAS RESULTADO DE LA COMBINACIÓN ENTRE AMBOS

2.1.3.1. INESTABILIDAD DE TALUDES

Los taludes de tierra, al ser este material permeable, absorben agua en su interior y/o dejan que algún flujo de agua pase a través de ellos. En el caso de lluvias muy fuertes y/o continuas, al pasar el agua a través del talud pueden ocurrir fenómenos de origen estático o dinámico.

Los efectos de origen estático se deben a que, cuando el agua es absorbida por el material, ésta aumenta el peso del talud y a su vez disminuye la fricción entre las partículas de suelo, lo que resulta en un efecto doble ya que cuando el talud es mas pesado, es necesaria mas fricción entre las partículas del material para darle mas resistencia, pero en cambio la fricción también disminuye inestabilizándose mas el talud.

Adicional a esto, cuando existe un flujo que rodea a una partícula, ésta tiende a moverse, este movimiento se alcanza una vez que esta fuerza de arrastre ha logrado desequilibrar la fricción entre partículas. En el caso de ser un material con mucha presencia de material fino no cohesivo, estas partículas pueden llegar a ser lavadas y por ende dentro del núcleo del material se van a presentar pequeños canales vacíos que inestabilizan el talud.

También se puede inestabilizar un talud cuando en su base existe un cauce natural (quebrada, río) ya que se puede socavar y provocar su derrumbe.

2.1.3.2. ALUDES TORRENCIALES (FLUJOS DE BARRO)

Cuando una pendiente natural se inestabiliza por saturación del material, se puede mover en bloque y precipitarse sobre lo que tenga debajo, esto puede ser una vía, una vivienda, otro talud, un paso de agua como una quebrada o un río. Cuando ocurre en último caso, esta masa de suelo sobre el paso de agua puede ser arrastrado por el

mismo flujo (siempre y cuando este tenga la capacidad de ello) conformando ya un fluido con una densidad mayor y por tal una mayor capacidad de arrastre, si este efecto se aumenta muchas veces, por ultimo se tendrá un flujo de muy alta densidad, con muchas partículas sólidas en su seno, algunas hasta rocas de tamaños mayores a 5 metros, viajan a una gran velocidad y con una fuerza destructiva casi incontenible.

Debido a que este proceso es continuo en el tiempo y forma parte de la geodinámica superficial y de la evolución normal de la zona, cada efecto deja ciertas huellas que manifiestan el hecho de ser un evento recurrente, entre estas marcas se podrían mencionar:

- Existencia de rocas con dimensiones considerables (diámetro de hasta 4 metros por ejemplo) en el propio lecho de la quebrada.
- El perfil litológico de la zona adyacente al lecho de la quebrada no presenta una distribución caótica de la granulometría, propia de este tipo de flujo.

2.1.4. APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE AMENAZAS

Una vez identificadas y representadas planimétricamente las zonas que están bajo amenaza, se tiene un panorama bien amplio de la peligrosidad de la zona y del estado de riesgo en que están sus habitantes.

Además los resultados de los análisis de amenaza pueden ser útiles en las distintas etapas de un proyecto, como el planteado en el presente trabajo. Este tipo de estudio, permite adaptar los servicios básicos que se vayan a implantar en una comunidad, a las condiciones de amenaza existente, así como también determinar cuales viviendas presentan un nivel de amenaza lo suficientemente alto, como para que se recomiende su reubicación.

Para futuros planteamientos urbanísticos, estos estudios permiten delimitar áreas que no presenten niveles de amenaza que signifiquen riesgos para las vidas humanas.

Para la elaboración de planes de prevención y manejo de desastre, los análisis de amenaza juegan un papel muy importante, ya que permite conocer cuales son las áreas mas susceptibles a sufrir daños por un determinado evento natural.

2.2. PLANTEAMIENTO DE SERVICIOS

Generalmente el crecimiento poblacional de comunidades asentadas en medios rurales, se desarrolla sin un planeamiento de los servicios básicos. Sin embargo, ha sido la continua presión de sus habitantes, sobre los organismos gubernamentales, la que posteriormente ha generado la progresiva dotación de servicios a la comunidad. La construcción de escuelas, ambulatorios, canchas deportivas, camineras, acueductos y cloacas, son algunas de las obras que comúnmente se llevan a cabo en este tipo de comunidades.

Es importante que los habitantes de la comunidad se involucren de manera protagónica en el planteamiento de estos servicios, y de esta forma lograr que las obras que se ejecuten sean el resultado de un constante intercambio de ideas entre la comunidad y el equipo técnico encargado.

2.2.1. SERVICIOS DE AGUA POTABLE

Dentro de los primeros servicios a ser planteados a una comunidad, debido a su importancia sanitaria es el servicio de agua potable, el cual debe cumplir ciertas condiciones con el fin de ser eficiente, suficiente y de calidad, para garantizar el bienestar de la población.

Esto anteriormente dicho indica, que para que el agua llegue a la regadera de la casa de cualquier usuario, este debe pasar por toda una infraestructura conformada básicamente por lo representado la figura 2.10.

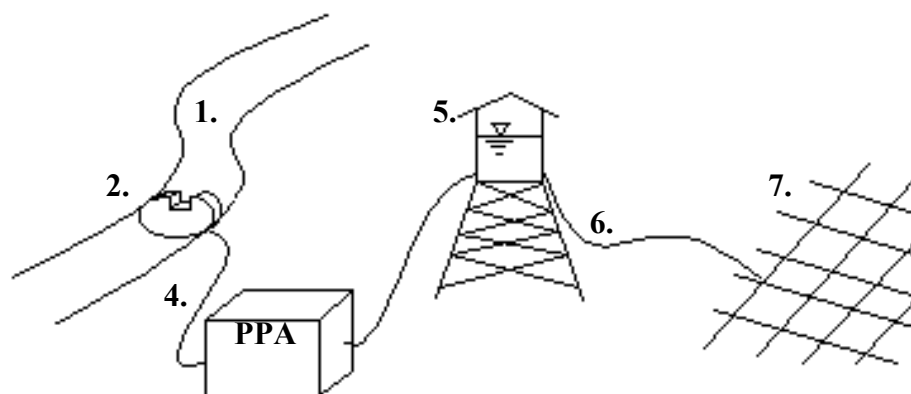


Figura 2.10. Esquema básico de un sistema de abastecimiento de agua

2.2.1.1. Infraestructura de servicios de agua potable.

1. Fuente de Abastecimiento: es la parte fundamental del proyecto, ya que de nada sirve construir toda una gran obra si la fuente de abastecimiento no aporta el caudal ni la calidad necesaria para poder garantizar un servicio eficiente, continuo y de calidad al suplir el agua requerida por la población, este punto será explicado más adelante.
2. Obra de captación: esta es dependiente del tipo de fuente de abastecimiento y de sus características particulares.
3. Planta de potabilización de aguas: trata las aguas a fin de hacerlas aptas para el consumo humano, garantizando una calidad bacteriológica y organoléptica, correspondientes con las normativas vigentes. El principal requerimiento que debe cumplir el agua para que sea apta para el consumo es que debe estar libre de cualquier microorganismo que pueda transmitir enfermedades a los consumidores. El hervido del agua, es una practica segura y tradicional que destruye microorganismos patógenos tales como virus, bacterias, quistes y huevos, este método es muy efectivo como medida transitoria. Existen

tecnologías de cloración para el abastecimiento rural de agua, algunos de los cuales son mostrados en el apéndice 1.

4. Tubería de aducción: es la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el tanque de distribución, tiene que estar en capacidad de conducir el agua requerida para el día de máximo consumo.
5. Estanque de distribución: su función principal es de amortiguar los picos de consumo de agua, además de servir de almacenamiento en caso de incendio o interrupciones en el servicio de aducción y aportar un nivel de carga de energía constante al sistema de distribución.
6. Matriz de distribución: es la tubería que conduce agua desde el tanque hasta la red de distribución, está diseñada para conducir el agua demandada en la hora de máximo consumo en el día (gasto máximo horario).
7. Red de distribución: conduce el agua desde la matriz de distribución hasta cada una de las conexiones de los usuarios. Estas redes de distribución pueden ser de dos tipos, ramificada y mallada.
 - Ramificada: son aquellas redes constituidas por un ramal troncal y un conjunto de ramificaciones que se derivan de este y pueden constituir pequeñas mallas o ramales ciegos.
 - Mallado: son redes constituidas por tuberías conectadas entre sí formando mallas, este es el tipo de distribución más eficiente y por ende siempre se tratará implementarlo mediante la interconexión de tuberías a fin de tener un circuito cerrado.

2.2.1.2. DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

Los cálculos necesarios para definir el comportamiento del flujo en la red de distribución son largos y muy meticulosos, por lo que se recomienda, al igual que en

el cálculo de los perfiles hidráulicos, el uso de algún modelo matemático por computadores. En este caso se utiliza el WaterCAD v.4.1, por la sencilla razón de que ya ha sido utilizado con anterioridad, con resultados satisfactorios. El WaterCAD es un programa poderoso y fácil de usar, que ayuda al diseño en ingeniería y analiza los sistemas complejos de tuberías presurizadas. Este puede ser usado para:

- Efectuar análisis continuos del estado de los sistemas de distribución de agua con bombas, tanques y válvulas de control.
- Realizar simulacros periódicos para analizar la respuesta del sistema de tuberías a pautas variables de suministro y demanda.
- Ejecutar simulacros de la calidad de las aguas y determinar la fuente de agua y el tiempo o trazo del crecimiento o decrecimiento de un constituyente químico a través de la red.
- Llevar a cabo Análisis Rápidos de Flujo en su sistema para determinar cómo se comportará bajo condiciones extremas.

2.2.1.3. CARACTERÍSTICAS SANITARIAS DEL AGUA.

A.- Características Físicas

Las características físicas son las que mas impresionan al consumidor; sin embargo, tienen menor importancia desde el punto de vista sanitario. Ellas son: color, turbiedad, olor, sabor y temperatura.

- Color: se precisa distinguir el color aparente del color verdadero. El primero resulta ligado a la turbiedad. El color verdadero depende de las sustancias minerales disueltas, especialmente sales de hierro y manganeso y materias coloidales de naturaleza orgánica. El agua debe ser incolora, a pesar de que en grandes masas toma una coloración azulada, a veces verdosa. En la coloración influyen, además de la presencia de sales minerales en disolución, material coloidal de naturaleza orgánica.

- Turbiedad: La turbiedad del agua se debe esencialmente a materias en suspensión, tales como arcilla y otras sustancias inorgánicas finamente divididas, o materias similares, y organismos microscópicos. Se mide por comparación con patrones convencionales a través de un instrumento llamado turbidímetro (se acepta como unidad de turbiedad la que produce, en peso, una parte de sílice, tierra de diatomeas o tierra de fuller, en un millón de partes [p.p.m] de agua destilada).
- Temperatura: La temperatura es un parámetro para definir la calidad de un agua en el sentido que afecta a la mayoría de los procesos biológicos que tiene lugar en un ecosistema como el fluvial.
- Conductividad: Se define la como la capacidad que presenta el agua para conducir la electricidad, debido a las sales que lleva disueltas. Al ser un parámetro relacionado con el conjunto de iones (y por tanto de sales) del agua, no es específico de una especie concreta, sino globalizador del conjunto de iones.
- Olor y Sabor: Olor es la impresión producida en el olfato por las materias volátiles contenidas en el agua. Sabor es la sensación gustativa que producen las materias contenidas en el agua. Los sentidos del gusto y del olfato, aunque distintos, están íntimamente relacionados; referente al agua, muchos de los llamados sabores son, en realidad, olores.

La clasificación que se hace en término de “olor” se usa para describir los atributos del agua para beber que puedan afectar los sentidos del olfato y del gusto.

Los olores de las aguas naturales se clasifican en cuatro grupos:

- Olores causados por materias orgánicas naturales descompuestas.

- Olores causados por organismos vivos.
- Olores causados por gases o combinación de ellos.
- Olores causados por residuos industriales.

B.- Características Químicas

Las sustancias minerales contenidas en el agua deben quedar comprendidas entre los límites que la experiencia ha encontrado necesario o tolerable para el consumo humano, los cuales en su mayor parte han sido fijados por normas.

C.- Característica Bacteriológicas

Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario. El agua debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen endémico y parasitario intestinal, que son los que pueden transmitir enfermedades, como, por ejemplo, Salmonellas, Shigellas, Eberthellas, Amebas, etc. Su hallazgo no es solamente difícil, sino dudoso que pueda encontrarse en la muestra, debido a su baja concentración, y, por consiguiente, el examen bacteriológico tiende a mostrar la contaminación fecal o presencia de los gérmenes del grupo coliforme.

El profesor Dussert (Profesor de la Escuela de Salubridad y Medicina, Universidad de Chile), en su Guía práctica de Microbiología, tomo II, dice textualmente:

“Por coliforme se conocen todas aquellas enterobacteriaceae que fermentan la lactosa con formación de ácido-gas. Es indudable que el término incluye gran número de cepas que se clasifican en varias divisiones y grupos que proponemos: Escherichia, Citrobacter, Klebsiella, Enterobacter.

Todos estos aspectos son necesarios conocerlos a la hora de intentar hacer un diseño de un sistema de distribución o evaluar su comportamiento para emitir un diagnóstico sobre su actual estado.

2.2.1.4. TIPOS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Los cuerpos de aguas subterráneos son comúnmente usados en comunidades rurales como fuente de abastecimiento. Su aprovechamiento se puede llevar a cabo de 2 maneras:

- Manantiales: Se originan como consecuencia del afloramiento de cursos de aguas subterráneas por fallas o accidentes de estratos impermeables. Por ser una captación abierta, es necesario que se proteja ante cualquier contaminación externa, sin embargo es recomendable que antes de su protección para su posterior aprovechamiento, se realice un reconocimiento de la zona para evaluar las posibles fuentes de abastecimiento del acuífero.
- Pozos de agua: Son excavaciones de tierra de mas de 7 metros, que interceptan el curso de las aguas subterráneas, para su posterior extracción a través de bombas. Algunas consideraciones acerca de los pozos de aguas, son expuestas a continuación:
 - Ubicación: Es muy importante que se evite la contaminación del acuífero con aguas residuales provenientes de letrinas, sumideros, o cualquier sistema de disposición de aguas residuales al subsuelo.
 - Entrada de agua superficial: Para evitar que el agua superficial penetre al pozo, este debe estar cubierto hermética e impermeable. También debe evitarse la infiltración del agua al pozo, lo cual se logra construyendo un brocal impermeable que recubra parte del pozo (por lo menos 3 metros).

2.2.2. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS SERVIDAS

Una vez diseñado el sistema de acueducto de cualquier población, surge como necesidad inmediata, plantear alternativas tanto en la recolección como en la disposición de las aguas de desecho que se producen, pretendiendo con esto, mejorar las condiciones de salubridad de la población y prevenir la polución y contaminación del agua. Estas aguas residuales provienen del consumo de la población y están constituidas por una proporción variable de los siguientes tipos:

- Agua domiciliaria: baños, cocinas, lavamanos, servicios;
- Residuos comerciales: restaurantes, garajes, etc.;
- Residuos Industriales;
- Infiltración, percolación, lluvias.

En comunidades rurales no es común que los residuos industriales formen parte de las aguas residuales, por lo cual solo se consideran los residuos domiciliarios y los residuos comerciales (en caso de existir) como parte de su composición.

2.2.2.1. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS

Para la recolección de estos efluentes domésticos, el método más seguro y conveniente desde el punto de vista sanitario es la construcción de tuberías subterráneas denominadas cloacas y que conducen dichas aguas a puntos distantes para su tratamiento y/o disposición final. Sin embargo, en el caso de poblaciones de baja densidad, puede ser factible aprovechar la capacidad de absorción de los suelos, empleando sépticos combinados con sumideros, zanjas filtrantes ó zanjas de absorción, eliminándose así los altos costos de colocación de estas tuberías.

Los sistemas cloacales están compuestos por varios elementos, entre los que se destacan:

- Red de colectores: está constituida por un conjunto de tramos de tuberías y en ella se puede definir un colector principal (también llamado colector de descarga o emisario), el cual recibe aportes de una serie de colectores secundarios, generalmente estos colectores se realizan con tuberías del tipo espiga campana, cuyo material puede ser de PVC, concreto y arcilla vitrificada entre otros, los más utilizados son el concreto y PVC, donde el primero es permeable y más económico como material, pero es más laborioso en su colocación; en cambio las de PVC se consideran impermeables y de fácil colocación, pero son más costosas y no alcanzan grandes dimensiones.

Es importante destacar aquí el tipo de apoyo sobre el cual va a descansar la tubería, estos suelen variar dependiendo de la profundidad de la rasante y el material usado y son de tres tipos: Apoyo A (es el más resistente y se caracteriza porque la tubería se apoya sobre una cama de concreto pobre), Apoyo B (aporta menor resistencia a las cargas que el anterior y la tubería se apoya sobre un lecho de arena) y Apoyo C (es el más básico y peligroso, ya que no se coloca ningún tipo de apoyo bien conformado a la tubería).

- Bocas de Visita: son estructuras colocadas donde finaliza un tramo y comienza otro, que permiten el acceso a los colectores cloacales y cuya ubicación tipo y características están señaladas en el Art.336 de las «Normas e instructivos para el proyecto de alcantarillado», del Instituto Nacional de Obras Sanitarias¹⁰, el cual establece que, deberán proyectarse bocas de visita en los siguientes casos:
 - a) En toda intersección de colectores del sistema.
 - b) En el comienzo de todo colector.
 - c) En los tramos rectos de los colectores, a una distancia entre ellas de 120 m., para colectores hasta Ø0,30 m (12”) y 150 m para colectores mayores de 0,30 m (Ø12”).

¹⁰ Normas e Instructivos para el Proyecto de Alcantarillado, República de Venezuela. INOS, 1975.

- d) En todo cambio de dirección, pendiente, diámetro y material empleado en los colectores.
- e) En los colectores alineados en curva, al comienzo y fin de la misma y en la curva a una distancia de 30 m entre ellas, cuando corresponda.

Para el trazado en general se proyecta la red de colectores de manera que todas las viviendas puedan descargar sobre los mismos, se ubican las bocas de visita de acuerdo a las indicaciones antes dadas y se disponen las tuberías de forma que en ellas el liquido residual se conduzca por gravedad.

El cálculo de la red de colectores, se basa en que estos puedan transportar como un canal un caudal superior al estimado. Para la determinación del caudal de diseño, existen varios criterios entre los que se son más conocidos son el SAS-INOS y el INOS.

Las Norma I.N.O.S., que es la más utilizada propone el siguiente método:

- a) Aguas Negras domiciliarias.

$$Q_{\max} = Q_m \times K \times R \quad (\text{Ec. 2.35})$$

donde:

$Q_{\max}$: Caudal máximo de cloacas

Q_m : Caudal medio del acueducto

R : Coeficiente de gasto de reingreso (0.8)

K : Coeficiente en función de la población futura de la zona, sus valores son:

Hasta 20.000 habitantes.....	3,00
de 20.001 a 75.000 habitantes.....	2.25
de 75.001 a 200.000 habitantes....	2.00
de 200.001 a 500.000 habitantes..	1.60
Mayor de 500.000 habitantes.....	1.50

- b) Aguas Infiltración:

$$Q_{\max} = (20.000 \text{ (lt/Km/día)} \times L \text{ (Km.)})/86400 \quad (\text{Ec. 2.36})$$

donde:

L: Longitud de todos los colectores, más la longitud de empotramientos.

También dependiendo el tipo de actividades en la zona, debe calcular su consumo según las dotaciones establecidas en gaceta, como es el caso de: aguas residuales industriales, locales comerciales, institucionales, etc. Donde el caudal de diseño se obtendrá de la sumatoria de los consumos máximos antes mencionados multiplicado por 2, debido a no tomar en cuenta los malos empotramientos.

$$Q_{\text{DISEÑO}} = 2x(Q_{\text{residencial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{infiltracion}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{institucional}}) \text{ (Ec. 2.37)}$$

Una vez obtenido el caudal de diseño, se selecciona la tubería, siendo la topografía y a los costos de excavación (profundidades) factores predominantes en el diseño, se trata obtener la pendiente del colector lo más parecido a la del terreno luego se realiza las diferentes verificaciones referentes a la velocidad de escurrimiento, velocidad de arrastre, tirante de agua, las caídas en las bocas de visitas, entre otras. Finalizando con la elaboración de los perfiles para cada colector.

2.2.2.2. SISTEMAS DESCENTRALIZADOS DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.

Existe una gran variedad de tecnologías que permite minimizar la contaminación, que las aguas residuales, ejercen sobre los cuerpos de agua receptores. Son diversas las variables que influyen en la selección del tipo de tecnología a utilizar, sin embargo las variables técnicas y económicas son las que mayor influencia tienen.

Por otro lado, existen situaciones en las que la gestión descentralizada de aguas residuales debe considerarse o seleccionarse, estas situaciones son:

1. Cuando la comunidad no pueda afrontar los costos de los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales.

2. Cuando las aguas residuales se puedan reutilizar para otros fines, por ejemplo para el riego.
3. Cuando la capacidad del sistema de tratamiento existente no sea suficiente, y no se disponga de financiación para su ampliación, o simplemente no sea posible por que esta interrumpa las actividades cotidianas de la comunidad.
4. Cuando las viviendas estén muy dispersas.

El manejo descentralizado de las aguas residuales, contempla el uso de sistemas de tratamiento que permiten minimizar la carga de contaminantes presentes en estos residuos líquidos, de manera parcial. Las aguas residuales se dividen en dos grupos, las llamadas “aguas negras” las cuales son las provenientes de los excusados y las “aguas grises” producto del agua de desecho de los lavamanos, duchas, fregaderos, bateas etc. En comunidades rurales las aguas grises son generalmente esparcidas directamente al suelo, mientras que las aguas negras son dispuestas en sistemas de tratamientos de excreta los cuales se clasifican en dos grupos:

- Sistemas de tratamiento de aguas negras sin arrastre de agua:

Estos sistemas no necesitan agua para su funcionamiento, sin embargo requieren tan solo una pequeña cantidad de agua, para un aseo permanente. A continuación se describe brevemente algunos de estos sistemas:

- Letrinas sanitarias sobre pozo negro: Consiste en un hoyo excavado a mano, cubierta con una losa, sobre la cual se colocará el excusado con su respectiva tapa. La letrina deberá ser ubicada a una distancia no menor de 15 metros de cualquier cuerpo de agua natural ya sea subterráneo o superficial, y de ser posible aguas abajo de cualquier fuente de abastecimiento. *La función del pozo consiste en aislar y almacenar las excretas humanas tendentes a producir su estabilización y evitar que las bacterias patógenas puedan*

*transmitirse a un nuevo huésped*¹¹. Este tipo de sistema no es recomendable ubicarlo en lugares en donde el nivel freático esté muy cercano a la superficie.

- Letrina con estanque séptico: En este sistema las heces se depositan en un tanque de agua, en donde se produce la decantación de los sólidos sedimentables. La caseta, el escusado y el piso son similares a los descritos en el sistema anterior. La limpieza del estanque debe realizarse cada 2 o 3 años, sin embargo, es recomendable que cada año se inspeccione el nivel de los lodos sedimentados, y verificar que no sea demasiado alto. Para un buen funcionamiento es necesario que diariamente sean vertidos en el estanque una proporción de agua que permita romper la costra superficial del líquido. El efluente de esta letrina con estanque séptico, se dispone mediante un sistema de drenaje conformado por tubos de cemento de 3", separados 1 cm, colocados en una zanja de 40 centímetros de ancho por 50 centímetros de alto, rellena con ripio de tamaño uniforme.
- Sistemas de disposición de excretas con arrastre de agua: Estos sistemas se aplican generalmente en lugares en donde a pesar de existir un continuo suministro de agua para consumo humano a través de redes de tuberías, no existen sistemas de alcantarillados que permitan recoger las aguas residuales que se producen. Entre los sistemas de disposición de excretas con arrastre de agua podemos mencionar:
- Tanque Séptico: Consiste en un tanque hermético, el cual puede ser de piedra, ladrillo, concreto armado entre otros. La geometría del tanque es generalmente rectangular, sin embargo, es posible encontrarlos con forma circular o cilíndrica. En este tanque decantan los sólidos sedimentables presentes en las aguas residuales de la o las viviendas que incorporen sus aguas de desecho a este tipo tanque.

¹¹ Tomado del Unda Opazo, página 327

El efluente del Tanque Séptico puede ser descargado posteriormente en pozos absorbentes, zanjas filtrantes, filtros subterráneos de arena, cámaras de contacto, filtros superficiales de arena y cursos de agua, a continuación se describen los aspectos mas resaltantes de cada uno:

- Pozo absorbente: Las aguas residuales provenientes del tanque séptico, pueden infiltrarse en el terreno al ser dispuesta en un pozo absorbente, de 2 a 2,5 metros de diámetros y profundidad entre 6 y 12 metros. El pozo debe tener una cubierta o losa de concreto armado, en sus bordes se colocaran bloques de ladrillo o concreto separados lateralmente uno de otro por una pequeña abertura (10 cms aproximadamente), por medio del cual se infiltrara el agua. El pozo debe estar relleno $\frac{3}{4}$ de su capacidad con piedra bolon de 0,2 metros de diámetro como mínimo, cuya finalidad es distribuir el liquido en el subsuelo. La profundidad del pozo absorbente dependerá la tasa de absorción del terreno, es decir a mayor velocidad de absorción menor será la profundidad y la superficie requerida para la filtración.

Según Unda Opazo solo se recomienda el uso de pozo absorbente en los siguientes casos:

- a) Cuando se vacían solo aguas de lavado, desagües de piscinas o aguas pluviales.
- b) Para efluente de tanques sépticos.
- c) Se dispone de mucho terreno.
- d) Como solución transitoria.

En nuestro país el tratamiento descentralizado de las aguas residuales se lleva a cabo mediante el uso de tanques sépticos con descarga a pozo absorbente, la normativa venezolana (Gaceta Oficial Numero 4044 de sistemas particulares de tratamiento de aguas residuales) estipula lo siguiente:

Artículo 497

La instalación de sistemas particulares para el tratamiento de aguas servidas a base de tanques sépticos, se permitirá para aquellas edificaciones con adecuado servicio de agua, cuando no sea posible disponer de un sistema cloacal en condiciones de prestar servicio, de acuerdo a lo establecido en los Artículos 100 y 101 y siempre que la disposición final de las aguas tratadas pueda realizarse sin constituir un peligro para la salud pública.

Artículo 498

Cuando se emplee tanque séptico deberá ubicarse en sitio donde no ofrezca riesgo de contaminación a las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano; donde permita una pendiente aceptable para la instalación de las cloacas de la edificación y demás elementos del sistema de disposición propuesto, donde sea fácil su inspección, operación y mantenimiento, y donde resulte factible la disposición final de las aguas tratadas; debiéndose guardar las distancias mínimas indicadas en la Tabla N° 52.

TABLA N° 52
UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE
AGUAS SERVIDAS, DISTANCIAS MÍNIMAS A MANTENERSE DE BORDE A
BORDE

Tipo de sistema	Fuente de abastecimiento de agua	Cuerpo de agua	Estanque subterráneo	Vivienda	Lindero	Campo de riego	Sumidero
Séptico	15	5	10	1,5	1,0	-	-
Campo de riego	30 (*)	7,5	15	3	3,0 (**)	-	6
Sumidero	30 (*)	15	15	5	4,5 (**)	6	6 (***)
Letrina	45	15	15	6	4,5	4,5	4,5
Pozo Seco	15	-	3	3	3	6	6

- (*) A juicio de la Autoridad Sanitaria Competente esta distancia puede ser reducida hasta 15 metros, según las condiciones del suelo.
- (**) Esta distancia podrá ser aumentada a juicio de la Autoridad Sanitaria Competente, cuando el terreno donde se vaya a construir el sumidero o campo de riego presente considerable desnivel hacia el predio vecino.
- (***) Cuando hay mas de un sumidero.

Las medidas recomendadas en esta normativa para el dimensionamiento de los tanques sépticos son:

TABLA N° 48
MEDIDAS RECOMENDABLES PARA TANQUE SÉPTICO DE UNA CÁMARA

Personas	Volumen útil (m ³)	Largo L (m)	Ancho A (m)	Profundidad útil P (m)	Cámara de aire C (m)
1 – 2	0,80	1,20	0,60	1,20	0,30
3 – 4	1,50	1,60	0,80	1,20	0,30
5 – 7	2,10	1,95	0,90	1,20	0,30
8 – 10	3,00	2,30	1,10	1,20	0,30
11 – 15	4,50	2,90	1,30	1,20	0,30
16 – 20	6,00	3,10	1,50	1,30	0,30
21 - 25	7,50	3,40	1,70	1,30	0,30

NOTA: Los tanques sépticos de capacidad mayor de 7,50 m³, deberán ser de doble cámara.

TABLA N° 49
MEDIDAS RECOMENDABLES PARA TANQUE SÉPTICO DE DOS CÁMARAS

Personas	Volumen útil (m ³)	Largo primera cámara L ₁ (m)	Largo segunda cámara L ₂ (m)	Ancho A (m)	Profundidad útil P (m)	Cámara de aire C (m)
26 – 30	9,00	2,45	1,20	1,70	1,50	0,40
31 – 35	10,50	2,75	1,30	1,80	1,50	0,40
36 – 40	12,00	2,80	1,35	2,00	1,50	0,40
41 – 50	15,00	3,15	1,55	2,20	1,50	0,40
51 – 60	18,00	3,25	1,60	2,40	1,60	0,40
61 – 70	21,00	3,50	1,70	2,60	1,60	0,40
71 – 80	24,00	3,85	1,85	2,70	1,60	0,40
81 – 90	27,00	4,20	2,00	2,80	1,60	0,40
91 – 100	30,00	4,30	2,10	3,00	1,60	0,40

NOTA: Si en la vivienda se instalan trituradores de desperdicios, lavadoras automáticas de ropas u otros artefactos similares que incrementen la cantidad de aguas servidas, los volúmenes indicados en estas tablas deberán incrementarse en un 60% (20% por los primeros y 40% por los segundos).

Para el pozo absorbente (sumidero), las medidas recomendadas en la normativa venezolana son las siguientes:

TABLA N° 51
DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA SUMIDEROS EN RELACIÓN A LAS
PERSONAS SERVIDAS Y A LA RATA DE PERCOLACIÓN

Número de personas servidas	Superficie (m ²)	Número de sumideros	Diámetro (m)	Profundidad (m)
<u>Rata de percolación de 0 hasta 3</u>				
1 – 2	4,25	1	1,50	2,00
3 – 4	8,50	1	1,50	2,00
5 – 7	14,87	1	1,70	2,80
8 – 10	21,25	1	1,90	3,60
11 – 15	31,87	2	1,50	3,40
16 – 20	42,50	2	1,90	3,60
21 – 25	53,13	2	2,30	3,70
26 – 30	63,75	2	2,60	3,90
31 – 35	74,37	2	2,70	4,40
<u>Rata de percolación de 3 hasta 5</u>				
1 – 2	5,50	1	1,50	2,00
3 – 4	11,00	1	1,50	2,50
5 – 7	19,25	1	1,70	3,60
8 – 10	27,50	1	2,40	3,70
11 – 15	41,25	2	1,80	3,70
16 – 20	55,00	2	2,40	3,70
21 – 25	68,75	2	2,60	4,20
26 – 30	82,50	3	2,10	4,20
31 – 35	96,25	3	2,30	4,40
<u>Rata de percolación de 5 hasta 30</u>				
1 – 2	13,45	1	1,50	2,90
3 – 4	26,90	1	2,30	3,70
5 – 7	47,08	2	2,00	3,70
8 – 10	67,25	2	2,60	4,10
11 – 15	100,88	3	2,60	4,10
16 – 20	134,50	3	2,70	5,30
21 – 25	168,13	4	2,70	5,00
26 – 30	201,75	4	2,70	6,00
31 – 35	235,38	5	2,50	6,00

El proyectista podrá adoptar dimensiones diferentes a las recomendadas en esta tabla, justificándolas con los cálculos correspondientes, los cuales deberán ajustarse a los principios establecidos en este Capítulo.

2.2.2.3. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

El tratamiento de las aguas residuales y su disposición final, tiene por objeto fundamental evitar que las aguas receptoras se transformen en ofensivas o inapropiadas en relación con los siguientes aspectos¹²:

- Salud Pública: la contaminación de los servicios de agua para consumo público o privado como canales, ríos, lagunas, estuarios y escurrimientos subterráneos, puede resultar dañina para la salud de los consumidores.
- Consideraciones Estéticas: la contaminación de las aguas superficiales por descargas residuales, pueden originar un aspecto desagradable a la vista, y al olfato.
- Consideraciones Económicas: la contaminación de cuerpos de aguas destinadas para el consumo doméstico o industrial puede significar un incremento significativo en los costos de tratamiento. El deterioro de los cuerpos de aguas producto de su contaminación pueden también influir negativamente en la pérdida de la vida acuática aprovechable, la depreciación de la propiedad y en la navegación.

A. Tratamiento de Aguas Residuales Mediante Lagunas Facultativas

Existe una gran variedad de tecnologías que permite minimizar la contaminación, que las aguas residuales, ejercen sobre los cuerpos de agua receptores. Son diversas las variables que influyen en la selección del tipo de tecnología a utilizar, sin embargo las variables técnicas y económicas son las que tienen mayor influencia.

¹² Tomado del Unda Opazo

En las ultimas décadas el uso de laguna de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales ha venido adquiriendo gran aceptación en países con climas tropicales como Venezuela, esto debido a su gran eficiencia y bajo costo en la construcción, mantenimiento y operación.

El principio de funcionamiento de las lagunas de estabilización es someter el agua residual a elevados tiempos de retención en un estanque de geometría generalmente rectangular, excavados en el terreno. En estos estanque la materia orgánica presente en el agua residual es sintetizada mediante procesos biológicos aerobios o anaerobios. La única desventaja significativa que presenta este tipo de tratamiento son las grandes extensiones de terreno que requiere, lo cual deja en la ubicación del terreno su aplicabilidad o no en una determinado zona.

De los tres tipos de lagunas de estabilización existentes (aerobia, anaerobia, facultativa), las facultativas son las mas utilizadas, las cuales son una combinación de las lagunas aerobias y anaerobias. Su profundidad varia entre 1.5 y 3 metros (es mas flexible a cambios de temperatura) y requiere menor área que las aerobias y anaerobias. Las eficiencias esperadas en este tipo de laguna van del 60% al 80 %, en cuanto a remoción de materia orgánica se refiere.

Son diversos los métodos existentes para el diseño de lagunas facultativas, sin embargo, en pequeñas comunidades con cargas orgánicas bajas y con medianas limitaciones de terreno, es recomendable el método Gloyna Marais¹³, por obtenerse, mediante este método áreas relativamente bajas con respecto al resto de los métodos existentes. A continuación se presenta las ecuaciones utilizadas por Gloyna Marais para el calculo de las dimensiones de una laguna facultativa:

$$K_t = (K_{35}) / (\theta^{(35-T)}) \quad (\text{Ec. 2.38})$$

¹³ Tomado del XI seminario de Ingeniería Sanitaria de Centro América y Panamá.

$$L_p = L_o / (Kt R_t + 1) \quad (\text{Ec. 2.39})$$

Despejando R_t de la Ec :

$$R_t = \left(\frac{1}{L_p/L_o} - 1 \right) \times Kt \quad (\text{Ec.2.40})$$

Donde:

L_p = DBO _{5,20} en el efluente

L_o = DBO _{5,20} en el afluente

Kt = Velocidad de degradación que temperatura T

R_t = Periodo de retención

K_{35} = 1.2

$\emptyset$ = coeficiente de reacción de temperatura (1.085)

T = temperatura media mensual mínima

Suponiendo una profundidad D entre 1.2 y 2 m y con el tiempo de retención R_t se obtiene el volumen (V) de la laguna:

$$V = Q \times R_t \quad (\text{Ec.2.41})$$

Sabiendo que el volumen es también igual a:

$$V = A \times D \quad (\text{Ec. 2.42})$$

Tenemos que:

$$A = Q \times R_t / D \quad (\text{Ec.2.43})$$

Para lagunas facultativas rectangulares la relación largo-ancho es de:

$$\text{Largo} = 4 \times \text{ancho} \quad (\text{Ec.2.44})$$

Si se conoce la carga orgánica por habitante (C_q) es posible calcular la carga orgánica total aplicada (C_t):

$$C_t = \text{Población} \times C_q \quad (\text{Ec.2.45})$$

Con la carga orgánica total aplicada (Ct) se calcula la carga superficial aplicada Csa mediante la siguiente ecuación:

$$Csa = Ct / A \quad (\text{Ec.2.46})$$

Para calcular la carga superficial removida (Csr) es necesario conocer la eficiencia de remoción (Ef) de la laguna facultativa:

$$Ef = \frac{Lp - Lo}{Lp} \quad (\text{Ec.2.47})$$

Sustituyendo la Ef en la siguiente ecuación se obtiene la carga orgánica superficial removida (Csr):

$$Csr = Csa \times Ef \quad (\text{Ec.2.48})$$

2.3. ALGUNOS ANTECEDENTES REFERENTES A ESTE TIPO DE TRABAJO

Para culminar este conjunto de información básica para la elaboración de este Trabajo Especial se hizo necesario acotar experiencias, que aunque no poseen exactamente las características de comunidades rurales si presentan gran complejidad a la hora de planteamientos urbanísticos o dotación de servicios y representan ejemplos de trabajos integrales.

Como es el caso del Trabajo Especial de Grado titulada “*Planteamiento urbanístico, diseño y cálculo de los servicios básicos del barrio El Samán, Acarigua, Edo. Portuguesa*”¹⁴. Elaborada por los estudiantes de Ingeniería Civil: Caballero Deyanira, Morao Martín y Pares Carlos, en la cual la se plantea una propuesta

¹⁴ Trabajo especial presentado ante la Universidad Central de Venezuela para optar por el título de Ingeniería Civil. Caracas, noviembre 1.992

urbanística con servicios a bajo costo, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y adaptarlos a la ciudad bajo una visión de conjunto.

El barrio El Samán se constituye como tal en el mes de junio de 1987, producto de una invasión, la que posteriormente se organizó y pidió ayuda a diferentes organismos públicos para conseguir la prestación de servicios básicos. En la búsqueda de alternativas para enfrentar los serios problemas de salud y seguridad, la Alcaldía del Municipio Páez del Edo. Portuguesa y dentro del convenio con la Universidad Central de Venezuela a través de la Comisión de Extensión Universitaria, solicitó ayuda y bajo éste contexto, la Facultad de Ingeniería a través de la Planta Experimental de Tratamiento de Aguas, propuso elaborar un proyecto que planteara posibles soluciones a esta realidad.

El objetivo planteado se alcanzó partiendo de un diagnóstico de la zona de estudio. Posteriormente se evaluaron los servicios comunales existentes tanto en los alrededores como dentro del barrio, con el propósito de lograr un planteamiento que satisficiera las necesidades de los habitantes, armonizándolos con las construcciones existentes y dotándolos de los servicios de infraestructura básicos.

Después se define una red vial en la que se determina la geometría del sistema de abastecimiento de agua, se realiza el diseño del sistema de recolección de aguas servidas. Para el complemento de los servicios básicos, se diseña un sistema de recolección y disposición de desechos sólidos, y se aportan alternativas de reciclaje de algunos materiales. Como refuerzo al planteamiento urbanístico, se desarrolla una propuesta habitacional que mantiene los esquemas de distribución de las viviendas del barrio, pero siguiendo lineamientos básicos de diseño.

Trabajo del cual se concluye que es indispensable la participación activa de la comunidad tanto para la gestión de los recursos como para la elaboración y ejecución del proyecto. Al igual que se hace una necesidad de Estado por medio de las

Municipalidades y Alcaldías, conjuntamente con el Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR), para que elaboren propuestas de planificación urbana en las distintas ciudades orientadas hacia las clases más necesitadas.

Además, se tiene también como referencia un importante caso de rehabilitación y dotación de servicios titulado “*Desarrollo Urbano y Ambiental del Valle del Río Catuche, Caracas (Venezuela)*”¹⁵

El principio del *Proyecto Catuche* es la elaboración de un programa de revaloración que mejore las condiciones urbanas de los sectores degradados, así como su integración urbana en la ciudad. El proceso de gestión y la responsabilidad están en manos de las organizaciones civiles, dentro de una organización abierta y flexible que coordina y negocia con los distintos agentes del desarrollo. Se cuenta con el apoyo de organizaciones intermedias, instituciones académicas, y profesionales propuestos por el gobierno local. Este tipo de proyecto, que crea un espacio para la sociedad civil en las zonas degradadas de las ciudades, puede reproducirse y aplicarse en todo el mundo. Este proyecto contribuye a la construcción de las ciudades y al desarrollo de la ciudadanía.

El primer diagnóstico del lugar indicaba que la acción prioritaria era elaborar un proyecto de saneamiento para la mejora del degradado entorno del río. El barrio Catuche presenta una forma irregular a lo largo del riachuelo de 1.250 metros de longitud, ocupa 28,3 hectáreas y cuenta con 8.747 habitantes con una densidad de 309 habitantes por hectárea. La mayor parte del terreno pertenece a las autoridades locales.

¹⁵ Experiencia seleccionada en el Concurso de Buenas Prácticas patrocinado por Dubai en 1996, y catalogada como **BEST**

El proyecto se ha acometido utilizando los mejores recursos tecnológicos y profesionales del país. El proyecto incluye el diseño urbano general con las infraestructuras, la construcción y la estimación de costes.

Esta experiencia, es para cualquier persona fuente de inspiración y de motivación para el trabajo con barrios como para el trabajo con saneamiento ambiental, y sobretodo si se tiene la oportunidad de compartir con personas involucradas en el proyecto. Es un icono de la autogestión, participación comunitaria y del profesionalismo llevado a los sectores mas necesitados, demostrándose así que es posible, viable y factible realizar proyectos donde se interactué con la comunidad y sea ella la principal protagonista.

Para la realización de cualquier estudio o proyecto en el área de ingeniería es necesario y muchas veces vital realizar visitas de campo que ayuden a obtener una percepción más real del problema o que incluso sea el punto de partida para el posterior establecimiento de un plan de trabajo o metodología. Especialmente, si el estudio se pretende hacer lo más apegado a la realidad hay que tomar las variables y características particulares más importantes de la zona.

Desde que se inició el trabajo en el sector de Maitana, se estudió como un todo, en el que no solamente era necesario tomar en cuenta variables técnicas sino también aspectos sociales de la comunidad e incluso información útil al momento de realizar una planificación urbanística, que aunque no es objetivo de este Trabajo Especial de Grado, si es una necesidad y una meta de la Comunidad de Maitana.

La información contenida en éste capítulo y a la que hace referencia es el resultado de las visitas de campo realizadas al sector, mediciones, la interacción con la comunidad y junta de vecinos, la realización de una encuesta, búsqueda de información bibliográfica y la obtenida en instituciones como: Instituto Geográfico de Venezuela, MINFRA, HIDROVEN, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, entre otras.

Con la obtención y el procesamiento de toda esta información recolectada se obtuvo una visión más amplia de la realidad del sector y sirvió para establecer prioridades y lineamientos metodológicos en la solución de la problemática del sector, con los que se trabajaran en los capítulos posteriores. Para mayor comprensión de la información y como complemento de la misma, se presentan al final del capítulo algunas láminas de resumen.

3.1. UBICACIÓN

La zona de estudio pertenece a el estado Miranda, el cual está ubicado en el centro-norte del país y además integra junto con el Distrito Capital y el estado Vargas lo que se denomina la Región Capital, que cuenta con una población total de 2.607.163 habitantes (2000)¹ y es el tercer estado con mayor población del país.

El desarrollo económico del estado tiene sus bases en la excelencia de sus suelos, en la práctica de la avicultura y cría de porcinos en las áreas suburbanas, sin embargo el sector terciario y el proceso de industrialización ha ejercido un importante impacto económico en la región, haciéndolo un sitio atractivo tanto residencialmente como económicamente. Además su cercanía a la ciudad de Caracas genera un continuo crecimiento de asentamientos formales e informales aunado a un importante deterioro ambiental.

El municipio *Guaicaipuro* es uno de los 21 municipios que conforman el estado Miranda, el mismo se encuentra ubicado al Oeste del Estado Miranda y sus principales poblaciones son: Los Teques (Capital de Estado), Altagracia de la Montaña, San Diego, El Jarillo, Paracotos, San Pedro y Táchata.

3.2. IDENTIFICACIÓN DE ZONA DE ESTUDIO:

La zona de estudio se conoce con el nombre de “*Maitana*”, localidad que pertenece al municipio Guaicaipuro del estado Miranda, y se encuentra aproximadamente a cinco kilómetros de la población de Paracotos.

¹ <http://www.viva-venezuela.com/geografia/mapas/miranda/miranda.htm>

Este sector se ha desarrollado adyacente a la Quebrada Maitana y a la Autopista Regional del Centro² (A.R.C.) entre los kilómetros 28 y 31 y a la Carretera Nacional a Paracotos (C.N.P) aproximadamente a lo largo de tres kilómetros, razón por la cual la comunidad presenta forma alargada y dispersa. La zona de estudio tiene un área de aproximadamente 243 Ha., y sus límites son los mismos definidos para la Comunidad de Maitana.

La Comunidad esta localizada dentro la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas (clasificada como Zona 6) y también forma parte de la Zona Protectora de la Cuenca Alta del Río Tuy.

3.3. RASGOS NATURALES

3.3.1. TOPOGRAFÍA

El sector presenta un relieve montañoso, perteneciente a la Cordillera de la Costa, las pequeñas planicies se presentan por la actividad de las quebradas, que van suavizando poco a poco las curvas de nivel del terreno. Con la construcción de la A.R.C., se realizaron modificaciones en la topografía original de la zona como resultado de los taludes de relleno y de corte.

3.3.2. PENDIENTES

En la zona existe un predominio de pendientes fuertes (mayores a 45%) y para fines prácticos las pendientes se clasificaron en varios grupos, mayores de 45%, entre 30% y 45%, entre 25% y 30%, y menores de 25%.

3.3.3. GEOLOGÍA Y SUELO

El suelo es de características permeables, arenoso y de poca arcilla, todo esto permite una gran capacidad de extracción del acuífero existente. Existen varios afloramientos

² El tramo inicial de la Autopista Regional del Centro se conoce también como Autopista Coche-Tejerías.

rocosos, en donde se observa la presencia de rocas metamórficas, en algunos sitios bastante meteorizada con alta presencia de grafito. La zona pertenece a lo que se conoce como formación de Las Brisas.

La formación Las Brisas se localiza en el sector oeste de la Zona Protectora, en toda el área adyacente al Parque Macario. Se compone fundamentalmente de esquistos cuarzo-micáceos que al meteorizarse forman mantos residuales gruesos (hasta 100 o más metros) de carácter limo-arenosos, micáceos blandos y fácilmente deleznable. En efecto los esquistos de ésta formación pierden su resistencia y cohesión como resultado de lixiviación de los materiales de cementación debido a la infiltración de agua, lo que acelera su proceso de meteorización por la presencia de diaclasas, fracturas, etc., que son muy frecuentes en éstas rocas.

En conclusión, los cortes en ladera sobre ésta formación pueden ser muy inestables, por lo que al permitir cualquier actividad que implique modificaciones importantes a las condiciones naturales del sector, deben ser cuidadosamente estudiadas a fin de evitar consecuencias indeseables.

3.3.4. HIDROLOGÍA

El lugar cuenta con una importante corriente de agua que fluye de manera continua a la cual se conoce con el nombre de “Quebrada Maitana” y una quebrada intermitente llamada “Las Marías”, que cuando hay lluvias de mucha intensidad crece aceleradamente.

También existe un acuífero del cual se tiene indicios de gran capacidad de recarga, ya que existe una red de pozos de la cual solamente hay uno funcionando desde aproximadamente 50 años y es la fuente de agua potable de los Anaucos y gran parte de Maitanita; también se evidencia en la zona el nivel freático a menos de tres metros de profundidad en las zonas mas bajas y llanas.

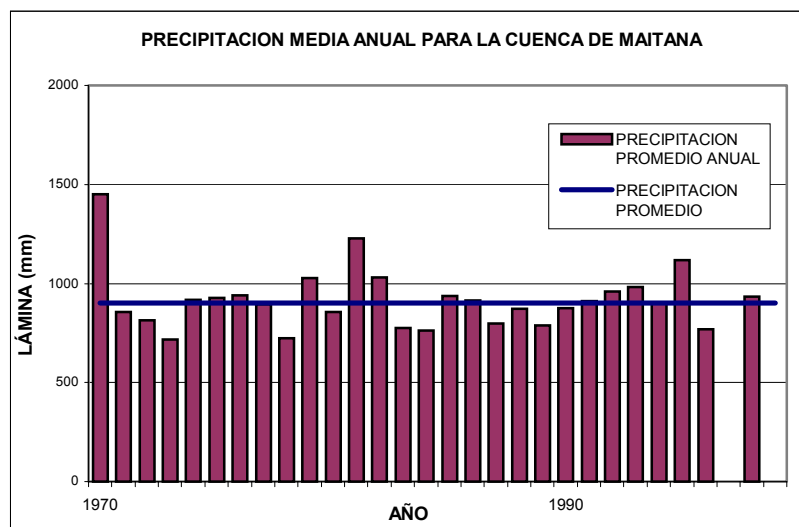


Figura 3.2: Precipitación Media Anual para la Cuenca de la Quebrada Maitana en Maitanita

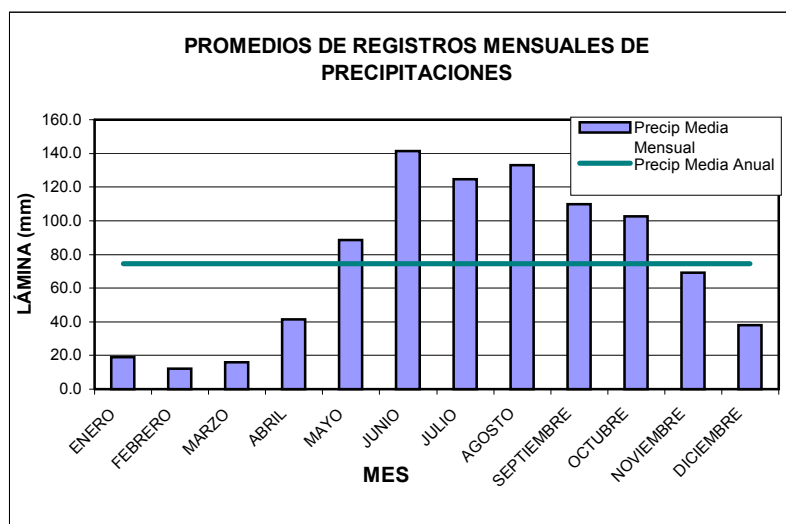


Figura 3.1: Precipitación Media para la Cuenca de la Quebrada Maitana en Maitanita

La precipitación media para la zona (tomando las estaciones más cercanas Paracotos, Charallave, Universidad Simón Bolívar y promediándolas según los polígonos de Thiessen) es de 900 mm anual con promedios máximo y mínimo mensual de 141.2 mm y 12.2 mm respectivamente.

3.3.5. VEGETACIÓN

Maitana está ubicada geográficamente en la cordillera de la costa, por lo cual tiene la vegetación característica de ésta zona venezolana, como es la presencia de bosques siempreverdes montanos. Las zonas con vegetación más densa se presenta en las inmediaciones de los cauces de quebradas y está mayormente compuesta por algunos árboles de gran altura como los bucares, los cuales se encuentran muy cercanos a la Quebrada Maitana y a su planicie de inundación, también existen especies de cedro, apamate, jobo, ceiba, caoba, yagrumo, marías, higuerote. Dentro de los estratos inferiores del bosque abundan: las palmas, epífitas, helechos, musgos, lianas y bejucos, entre otras.

3.3.6. FAUNA

Existe gran variedad de mamíferos entre los cuales se destacan la pereza, cachicamos montañeros, rabipelados, lapas, báquiros, puerco espines, ardillas, y murciélago, dentro de las aves, las más comunes son: guacharacas, azulejos, cambureros, reinitas, paraulatas, picos de plata, golondrinas, buhos, lechuzas, morocotas, gavilanes, arrendajos, periquitos, loros verdes y perdiz montañera, en reptiles se destaca la presencia de tragavenados, cazadoras, tigre mariposa, cascabeles, corales, macaguas y mapanares.

3.3.7. MOVIMIENTOS SÍMICOS.

La Zona Protectora se encuentra ubicada dentro de la faja tectónica de la Cordillera de la Costa, la cual a su vez se ubica en una de las provincias sísmo tectónicas más activas del continente. Como consecuencia de lo señalado, ésta área al igual que el resto de la Región Capital, se encuentra expuesta a movimientos sísmicos de gran magnitud, originados por la activación de fallas geológicas capaces de generar desplazamientos de bloques de la corteza terrestre. En la región, la intensidad de los sismos puede alcanzar el grado 10 de la escala M.C.S. que corresponde a la fase de aniquilamiento. Dentro de las fallas más importantes en el sector y que se consideran

activas se encuentran la de La Victoria y la de Cúa-Charallave, las cuales atraviesan el sector sur y suroeste en su sección más meridional.

3.4. RASGOS URBANOS

3.4.1. POBLACIÓN:

Originalmente el sector estaba compuesto por grandes haciendas, las cuales unas se vendieron y otras pasaron a manos del Estado. La población está distribuida en varios sectores, los que se nombran a continuación y de los cuales se trabajará especialmente con los más densos (señalados con un *) y preocupados por el mejoramiento de los servicios:

Tabla 3.1: Sectores de la Comunidad de Maitana

1	Puente Tinta	9	Colinas de Maitana
2	Los Mangos	10	Agua Fría
3	San Felipe	11	Carretera de Maitana
4	Montañita	12	Corosal
5	Cortada de Maturín	13	Zona Central
6	El Topo	14	Maitana Alta
7	Palmiras	15	San Judas Tadeo
8	Las Marías		

Una minoría de la población es originaria de Maitana y propietaria legal de las parcelas, la mayoría en cambio viene de poblaciones cercanas u otros estados, que han venido ocupando las tierras desde hace aproximadamente 25 años, acentuándose éstas invasiones en los últimos años (sobretudo en los alrededores de la A.R.C), particularmente en los sitios menos adecuados para uso residencial, tampoco se descarta la compra y venta de bienes o la sucesoria de títulos de propiedad, aunque por lo general los asentamientos más recientes son producto de invasiones que usan el sitio como dormitorio por su cercanía a importantes centros poblados.

Existe un alto porcentaje de niños (aproximadamente un 20% de la población es menor de 10 años, de 721 personas encuestadas por la comunidad³) y adolescentes. La población está equitativamente distribuida en cuanto a sexos (48% de población femenina y 52% población masculina). La mayoría de la población es religión católica, y aproximadamente un 25% es evangélica. Entre los pobladores de los diferentes sectores existe una convivencia sana.

Los habitantes de Maitana han hecho esfuerzos por la integración de la comunidad, incluso esta actualmente funcionando una junta de vecinos llamada JUVEMA, que nació hace aproximadamente 15 años, actualmente trabaja por lograr una participación activa de todos los miembros en la solución de los problemas que los atañen. Se han realizado ya varias actividades de interés comunitario, dentro de las que cabe mencionar una encuesta, actividades recreativas, actividades deportivas, de esparcimiento, reuniones, talleres, formación de un grupo ecológico, jornadas de limpieza, entre otras, que evidencian el interés en desarrollar una conciencia conservacionista y elevar su actual calidad de vida. Es importante señalar que también existe una visión de futuro para el sector por parte de sus dirigentes vecinales, ya que se ha elaborado un anteproyecto, en el que se plantea el desarrollo del ecoturismo en la Comunidad, aprovechando su belleza, recursos y ubicación.

3.4.2. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS:

3.4.2.1. ACUEDUCTOS :

La comunidad se dota de agua del acueducto de Los Anaucos, mediante tomas ilegales a lo largo del tubo matriz que pasa por el sector de Las Marías, dicho tubo tiene un diámetro de 10” en Hierro Fundido. En este primer tramo que va desde la estación de bombeo hasta la estación de rebombeo hay aproximadamente 12 tomas ilegales y se benefician alrededor de 25 familias. Hay otro grupo de familias que se dotan de agua del acueducto mediante una tubería de 1”, que esta conectada en la

³ Censo realizado por la Comunidad de Maitana en el año 1997, cuyos datos completos no se disponen.

primera estación de bombeo al inicio del tubo matriz, cuya función principal era de respiradero, de aquí se benefician alrededor de 30 familias, hay una que va hacia Zona Central, otra que va a Maitana Alta, otra a Los Mangos y por último una manguera que va hacia La Montañita. Casi todas las tuberías son de PEAD⁴ con diámetros de ¾” y 1”.

Adicional a este sistema, también existen un conjunto de aljibes o pozos que complementan el servicio y que son contruidos por los pobladores, los cuales en su mayoría no exceden los cuatro metros de profundidad y mediante pequeñas bomba (0,5 hp en su mayoría) extraen el agua requerida por cada hogar. El agua obtenida en éstos pozos posee unas condiciones físicas buenas, ya que es cristalina y de buen sabor.

Existe un aproximado de cinco aljibes entre los sectores de Zona Central, San Judas y Los Mangos, además de tres tanques comunales en los sectores Los Mangos y Zona Central, de estos se visitaron tres aljibes y los tres tanques. A continuación se explican cada uno de estos elementos:

- Pozo San Judas Tadeo: tiene aproximadamente 25 años construido, con una profundidad de 3 metros y se dice que ha fallado solamente 2 veces. Posee dos bomba de 1,5 hp de potencia y tiene que vencer una altura estática de 25 metros aproximadamente una de ellas, la otra es para consumo cercano. La primera bomba sirve para abastecer el tanque comunal de San Judas, el cual será explicado en lo sucesivo, a través de una tubería de ½” de PEAD.
- Pozo Los Mangos : este pozo es un ejemplo de organización, está construido con anillos de boca de visita hasta una profundidad de aproximadamente 1,8 metros, encima tiene una placa de concreto sobre la que se apoya una pequeña bomba encerrada en una caja metálica ventilada y cerrada con un candado. Esta bomba eleva el agua hasta el tanque comunal Los Mangos 2 con una diferencia de cota de

⁴ PEAD: Polietileno de Alta Densidad.

aproximadamente 60 metros y se activa automáticamente utilizando una electroválvula ubicada en su respectivo tanque. Cabe destacar que este pozo se encuentra ubicado mas o menos a 8 metros de un sumidero de una vivienda cercana y al mismo nivel del mismo, por lo que hay que mencionar la posible contaminación del aljibe.

- Pozo de Zona Central : de este pozo no hay mucho que decir es muy rudimentario, no tiene bomba instalada, tiene una profundidad de 5 metros, recubierto internamente con anillos de metal corrugado para alcantarillas. La bomba que se utiliza es de 1,5 hp y no está instalada en el sitio como debiese porque este pozo es auxiliar ya que las personas beneficiadas de éste se surten de agua del sistema de pozos de Los Anaucos anteriormente explicado, y solo utilizan este aljibe cuando este sistema falla.
- Tanque Comunal de San Judas: de aproximadamente 5000 litros de capacidad, este tanque viene a ser el almacenamiento temporal de las aguas provenientes del pozo de San Judas Tadeo. De este tanque se surten aproximadamente 22 personas provenientes de 3 familias y se vacía aproximadamente en 3 días.
- Tanque Comunal de Los Mangos 1: surte aproximadamente 33 personas y sus aguas provienen de un aljibe que se encuentra en la sector de Puente Tinta. Tiene una capacidad de 7500 litros y para llenarlo se necesita utilizar de dos bombas en serie pequeñas. Tanto este tanque como el anterior sirvieron para estimar la dotación real en la zona.
- Tanque Comunal de Los Mangos 2: sus aguas provienen del pozo automático, su capacidad es de 13500 litros y se encuentran alrededor de 30 personas conectadas.

3.4.2.2. CLOACAS:

No existe una red formal de cloacas, la disposición de las aguas servidas se realiza en algunos casos en un tanque séptico o sumidero de diseño incierto y construcción, y en otros se dispone el agua servida por alguna tubería directamente al suelo o a la quebrada más cercana. También existen casos como el del sector Los Mangos y San Judas donde existe una red improvisada de tuberías de recolección de aguas “grises”

(aguas provenientes del lavado, no posee heces fecales) de un conjunto de casas que luego disponen directamente en la Quebrada Maitana sin ningún tipo de tratamiento.

3.4.2.3. LUZ:

Existe una distribución eléctrica que a pesar de cubrir la mayoría de las viviendas, tiene poca potencia y poca seguridad en sus instalaciones, sobretodo las obtenidas de tomas ilegales, que son una cantidad considerable de viviendas. Actualmente existe un proyecto de extensión y mejoramiento del servicio por parte de la Electricidad de Caracas.

3.4.2.4. RECOLECCIÓN DE BASURA:

La recolección de basura la realizan camiones encargados de aseo que transitan solo por la vía principal (carretera Nacional hacia Paracotos) normalmente los días lunes, miércoles y viernes, pero no siempre cumple las jornadas estipuladas. También se realiza con mucha frecuencia la práctica de quema de basura.

3.4.2.5. OTROS:

Hay casas con teléfono fijo, llega la señal de radio y hay cobertura de telefonía celular (sobretodo en partes altas y despejadas). Existen conexiones de antenas Directv. El gas domiciliario es distribuido por medio de bombonas. Existe una línea de gas de PDVSA que pasa paralela a la autopista, pero que en ningún punto surte a la comunidad.

3.4.3. VIALIDAD

En cuanto a las vías para arribar a la Comunidad, se tienen varias alternativas las cuales desembocan en el distribuidor vehicular de Cortada de Maturín, desde el cual se puede acceder a la Carretera Nacional a Paracotos donde se encuentra ubicada la Comunidad, la principal entrada es por la Autopista Regional del Centro, luego se encuentra la vía hacia Agua Fría (en doble sentido), que viene desde Los Teques y

que llega hasta la Cortada de Maturín y también existe comunicación con Charallave, Los Anaucos y con la misma población de Paracotos.

En la comunidad existen diversos accesos a las viviendas, entre las que se destacan: caminos de tierra, escaleras, puentes improvisados, brechas e incluso alcantarillas de la Autopista Regional del Centro que sirven de paso peatonal además de las mismas quebradas, que son usadas para el tránsito tanto peatonal como vehicular. Cabe destacar que hay sectores como Las Marías y Corosal, en los que la mayoría de viviendas tienen rutas alternas de acceso.

3.4.4. SISTEMA DE DRENAJE:

En el sector no existe un sistema de drenaje urbano conformado, las únicas estructuras de drenajes construidas corresponden a las de la Autopista Regional del Centro y a las propias de la carretera hacia Paracotos, que conducen las aguas, de una manera segura, hasta la quebrada receptora, la cual puede ser la quebrada Las Marías ó la quebrada Maitana.

3.4.3.1- DRENAJE DE LA AUTOPISTA

Las estructuras que afectan directamente a la zona son las torrenteras, las cuales canalizan las aguas desde la alcantarilla ó cuneta correspondiente hasta la quebrada más cercana y para ello atraviesan sectores de la comunidad, como es el caso en Carretera de Maitana, Las Marías, Colinas de Maitana, Zona Central, San Judas y Los Mangos.

El estado general de estas estructuras es deplorable y peligroso, la mayoría de estas torrenteras se encuentran obstruidas, ya sea por derrumbes o por construcciones que la hayan taponado completamente desde sus inicios, en el segundo de los casos, trasladando estas aguas hasta la siguiente torrentera, lo que provoca el desbordamiento de esta última, por superarse su capacidad hidráulica, y generando problemas adicionales.

A continuación se clasifican los problemas más notables de este sistema de drenaje de acuerdo al sector afectado:

- Sector Las Marías: la afectación del sistema sobre la zona y viceversa no es alta, las estructuras de drenaje que de alguna u otra manera son relevantes son las siguientes:
 - Según testimonios de los habitantes, hay una torrentera que partía desde un punto muy cercano a lo que ahora es la Estación de Servicio Maitana, al ser construida esta gasolinera, su entrada se tapó, por lo que quedo inactiva y todo el caudal que antes se desviaba por esta, cae sobre la torrentera siguiente. Esta torrentera, pasa entre los terrenos de dos viviendas de Las Marías, pero no produce ningún daño de importancia, excepto que la descarga se encuentra en el patio de entrada a una de estas dos casas, en donde siempre se acumula basura y se erosiona después de alguna lluvia intensa, pero no tiene riesgo considerable.
- Sectores San Judas y Los Mangos: esta zona manifiesta una gran inestabilidad de su terreno y por esto todas las obras de drenaje ubicadas en el sector han tenido y tienen graves problemas obstrucción, grietas, deslizamientos ó socavación en sus bases. En esta zona se encuentran tres alcantarillas (Sistema de alcantarillas de la Autopista en el Sector de San Judas), que descargan en sus respectivas torrenteras, las cuales después se unen en una sola de grandes dimensiones, la cual después de pasar por un desarenador, cruza la carretera a través de un pontón. Adicional a estas descargas de drenajes transversales, también está la descarga de una cuneta de la autopista, que usaba una torrentera para descender hasta la quebrada Maitana, cruzando previamente la carretera por medio de otra alcantarilla de pequeñas dimensiones. A continuación se explican detalladamente los problemas de cada uno:

- Gran deslizamiento de San Judas: debido a inestabilidades del talud izquierdo a la torrentera principal del sistema de drenaje de las tres alcantarillas mencionadas, esta se deslizó, destruyéndose alrededor de 150 metros de torrentera, por lo que el curso de agua se desvió a la derecha, socavando al pie del talud derecho, provocando su erosión progresiva, con lo que ya se han afectado algunos bienes (gallineros y conejeras) de una vivienda contigua y, por supuesto, causando alarma a las familias afectadas. No solo se ha afectado el talud derecho, sino que la torrentera también ha ido desapareciendo constantemente aguas arriba alrededor de 150 metros adicionales a los ya derrumbados.
- Drenaje de la cuneta de la autopista: ésta también desapareció tras un pequeño deslizamiento, por lo que las aguas de esta cuneta fueron desviadas hasta el canal que transporta las aguas de la alcantarilla más cercana a través de un canal en tierra, terminando finalmente en la misma gran torrentera mencionada en el caso anterior.

3.4.3.2. DRENAJE DE LA CARRETERA

Gran parte de las aguas que se drenan de la autopista, cruzan esta carretera, por lo que cualquier afectación al sistema de drenaje anterior, termina afectando directamente a esta otra vía (principal vía de la zona). El drenaje longitudinal de la carretera se sirve de una cuneta de dimensiones 0.20*0.55 m., de forma similar a una cuneta Tipo A (Según clasificación del MOP), desembocando las aguas recogidas en la alcantarilla mas cercana, generalmente se encuentra completamente sucia, tanto que ni siquiera se logra divisar, debido a ésto muchas veces la gente de la comunidad se organiza y la limpia.

En cuanto al drenaje transversal de la carretera, está representado en el tramo de interés por diez alcantarillas (de las cuales siete se ubican desde Cortada de Maturín hasta la Escuela), un pontón (conocido como Puente Tinta) y un cajón (conocido

como Puente Las Marías). El estado general en que se encuentran estas estructuras es deplorable y sus características y problemas más comunes son los siguientes:

- El material utilizado en las alcantarillas circulares es metal corrugado, todos de diámetro mínimo de 90 centímetros.
- Son muy útiles cuando surge la necesidad de cruzar la carretera con alguna tubería, ya sea de aguas blancas o de aguas servidas, el peor caso es el segundo, ya que estas aguas generalmente son muy agresivas y acelera el proceso de corrosión del material.
- La mayoría de ellas se encuentran obstruidas por material arrastrado por las lluvias o por basura mal dispuesta por los mismos habitantes de la zona.

Las estructuras más relevantes, ya sean por su estado como por su ubicación son:

- Cajón “Puente Las Marías”: se encuentra en buen estado, un poco sedimentado por el material de la quebrada, sus dimensiones son de 2 metros de ancho por 1 metro de alto, con aproximadamente 10 centímetros de sedimentación, con una longitud de 12 metros aproximadamente. La entrada al igual que la salida es oblicua a la dirección del flujo. Se encuentra ubicado a pocos metros de la ferretería de la zona y de la “Bodeguita de Geremias”, por lo que cualquier falla en su funcionamiento puede afectar a éstas y a otras viviendas más de la Zona Central.
- La alcantarilla de San Judas: por ella pasan las aguas servidas que han sido, de alguna manera, canalizadas hasta la tanquilla de entrada. Originalmente esta estructura servía principalmente a las aguas provenientes de una cuneta de la autopista, la cual ya fue mencionado, que debido a un derrumbe sus aguas se desviaron al canal más cercano, por lo que ahora drenan únicamente las aguas de lluvia de las zonas cercanas a ella. Debido a la inestabilidad el terreno de la carretera, esta alcantarilla se encuentra partida con un cambio de inclinación en el punto de quiebre de 10° aproximadamente, adicional a esto la

tubería esta completamente corroída, lo que permite la infiltración constante de aguas servidas al terreno, aumentando así su inestabilidad y la segregación del material de lecho. Aguas abajo de la alcantarilla, existe un tramo de torrentera, que cruza un pequeño acceso vehicular a una vivienda cercana por medio de un canal cubierto con ventanas de drenaje tipo INOS, hasta llegar al lecho de la quebrada Maitana, esta estructura se encuentra completamente destruida por el tiempo y la inestabilidad del terreno ya mencionada, la cual se evidencia en el gran derrumbe que existe junto a esta estructura.

- Pontón “Puente Tinta”: Se encuentra ubicado al lado de la “Bodeguita del Medio”, sus condiciones sanitarias son de cuidado, ya que por aquí pasan las aguas servidas de unas pocas viviendas de la zona, las cuales llegan a este por medio de una cuneta. Su estructura presenta grietas de hasta 1 centímetro de separación, la luz es de 2.8 metros, con una altura de aprox. 5 metros, las vigas son de acero en doble T. Del lado izquierdo (en sentido hacia Paracotos) se encuentran sujetadas dos tuberías, una en PVC de 110 mm que pertenece al nuevo sistema de acueducto (no esta en funcionamiento) y la otra es de hierro galvanizado de 4 pulgadas, por la cual pasan los cables de un tendido de telefonía móvil.
- Alcantarilla Los Mangos 1: su estado es un poco mejor a la anterior, su entrada es fácilmente obstruible debido a la gran cantidad de basura y palos que se encuentran en la torrentera y en la misma entrada. Su tubería se encuentra corroída, pero no en el mismo estado de la torrentera anterior, ya que no hay descargas de aguas servidas dentro de la misma.
- Alcantarilla Los Mangos 2: la torrentera de aproximación a la alcantarilla se encuentra en medio de dos viviendas, una de ellas también utilizada como bodega, conocida como “Bodeguita de los Evangélicos”, la estructura de entrada se encuentra en muy buen estado (aunque muchas veces llena de basura) pero el material de la tubería se encuentra muy deteriorado, ya que dentro de él corren una parte de las aguas servidas de los habitantes de la

zona. Tampoco se manifiesta gran problema hidráulico en el canal de descarga, aunque si un problema sanitario debido al constante flujo de este agua contaminada en el lecho.

- Alcantarilla Los Mangos 3: a pesar de que no presenta ningún problema desde el punto de vista sanitario, hidráulicamente esta muy deteriorado. En cuanto a la obra de entrada, no se manifiesta ningún problema, pero la tubería está seriamente dañada, partida, corroída y aplastada por las cargas dispuestas encima de ella. A la salida de la alcantarilla, no existe ningún canal, sino un muro de casi seis metros de altura, donde el punto de descarga está a un poco mas de tres metros del pie del muro. Este muro aparenta ser de gaviones, pero además de encontrarse deteriorado, también lo está toda la estructura de disipación (de gaviones también) ubicada al pie. Resalta el hecho de que existen restos de lo que aparentaba ser la tubería de metal corrugado de la alcantarilla y que, a lo mejor en alguna lluvia considerable, se salió de su ubicación original. Cabe destacar la necesidad de mantener el buen estado de esta alcantarilla, ya que es en ella donde termina y es además el punto más bajo de la línea del acueducto proyectado por la gobernación, por lo que cabe la posibilidad de utilizarlo como futuro desagüe de la limpieza del sistema.

3.4.5. CONTAMINACIÓN

La zona por ser de uso residencial, sus problemas de contaminación son de origen doméstico, siendo uno de los más importantes, la contaminación de la Quebrada Maitana. Existen casos de sectores que recolectan sus aguas servidas y las vierten directamente sobre la quebrada, lo que origina un fuerte deterioro de la calidad del agua y de las condiciones sanitarias de los habitantes aguas debajo de éstas descargas.

También se destaca la probable contaminación del acuífero de Maitana, ya que muchos casos las personas construyen sumideros y tanques sépticos sin tomar en

cuenta el alto nivel freático de la zona, lo que además acarrea problemas de salud al contaminar los pozos y aljibes en la zona.

También existe poco cuidado por el manejo de los desechos sólidos, ya que cualquier sitio de Maitana, como quebradas, torrenteras o terrenos baldíos puede ser propenso a ser un botadero de basura.

Se presentan malos olores en las partes de la Quebrada Maitana en donde existen descargas de aguas residuales domésticas, en sitios cercanos a “tanques sépticos” y en zonas que disponen directamente las aguas servidas o excretas, pero ninguno de éstos adquiere un carácter agudo.

3.4.6. INCENDIOS:

La zona, debido a que presenta características de bosque caducifolio, en las temporadas de sequía es propensa a incendiarse ciertos sectores ya sea por motivos naturales o artificiales como la tala y quema en conucos o quemas de basuras descontroladas. También se han presentado casos de incendios por problemas de malas instalaciones eléctricas dentro de las viviendas.

3.4.7. SITIOS DE REFERENCIA Y DE INTERÉS

3.4.7.1. SITIOS DE REFERENCIA

Algunos de los sitios que son fácilmente identificables y que para los habitantes de Maitana son un punto de referencia son los siguientes:

- La escuela: Es la única de la zona y tiene aproximadamente 350 alumnos, en los niveles de 1° a 6°, cuenta con una cancha de Básquet-fútbolito en la que se realizan actividades deportivas.
- El Ambulatorio: está ubicado al lado de la escuela y comparten la misma entrada. Ofrece consultas de medicina general, enfermería, sicología clínica, sicología

escolar, servicio social y odontología (casi todos los servicios se prestan tres veces a la semana). Este ambulatorio recibe apoyo del Ministerio de Salud y Alcaldía del Municipio Guaicaipuro.

- Bomba de gasolina “Maitana”, se encuentra ubicada a aproximadamente 200 metros de la Cortada de Maturín, cuenta con capacidad de diez carros y adicionalmente se encuentran locales comerciales y de comida.
- La Iglesia Evangélica: Es la única iglesia del sector, y se congrega gran cantidad de gente del sector e inclusive miembros de poblaciones cercanas.
- La Bodeguita de Medio, La Bodega de Matías y la Bodega de Los Evangélicos (llamada así por su cercanía a la iglesia): son sitios de servicio comercial y usados también para promulgar información, como repartir folletos, pegar avisos, son especialmente usados por la Junta de Vecinos.

3.4.7.2. SITIOS DE INTERÉS

Son considerados sitios de interés los que son frecuentados por los habitantes del sector o que representan un espacio de esparcimiento o recreación. En la Comunidad de Maitana existen algunos, los cuales son descritos a continuación:

- Distribuidor Cortada de Maturín, por ser un sitio de cruce de varias vías, se usa generalmente de parada de autobús y hay varios comercios alrededor de él, siendo uno de ellos un sitio de recreación conocido como El Caney.
- La explanada de Zona Central: Es un terreno de aproximadamente 5000 m², bastante llano y con poca vegetación, de uso libre en el cual la comunidad realiza algunas actividades (como deportes o verbenas). Se encuentra ubicada en este sitio la estación de bombeo y el tanque que surte agua hacia Los Anaucos.

- En la Quebrada Maitana, hacia el sector de Corosal, se localiza “El Salto el Diablo” que es una caída de agua natural, la cual es muy frecuentada por los habitantes de Maitana especialmente los más jóvenes como sitio de esparcimiento, y para admirar su belleza natural.

3.4.8. USO DE LA TIERRA

Dentro de la zona de estudio el uso de la tierra es principalmente residencial, cada familia posee una parcela con espacio suficiente como para tener una casa, un patio (donde tienen animales de cría, matas y/o un conuco anexo) y el baño generalmente aparte, aunque hay excepciones como Zona Central donde hay mayor densidad de viviendas y las personas suelen tener el baño integrado en la casa y mucho menos espacio de patios. El área de las casas está generalmente en el rango de 50 y 150 m² (sin contar con el patio).

Existen varias zonas que han sido deforestadas para la siembra o para la construcción, sobretodo la última, debido a que para la construcción de viviendas en una zona de fuertes pendientes como lo es Maitana se necesitan hacer banqueos importantes.

Existen algunos locales comerciales o viviendas en las que una parte de ellas funciona como comercio, dentro de las que se encuentran: dos ferreterías, licorerías, zonas de extracción de arena, mecánicas, un vivero, varias bodegas y una estación de gasolina. También existen instalaciones de servicios o de interés público como una escuela, ambulatorio, iglesia.

3.5. ASPECTOS JURÍDICOS:

Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas

La comunidad de Maitana se encuentra ubicada dentro de lo que corresponde a la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas, la cual es una ABRAE⁵ con su respectivo reglamento, el cual según el artículo 5° y afines de facilitar la administración, el manejo y la utilización de la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas ha sido objeto de una zonificación de uso, de acuerdo a las características físico-naturales, bióticas y socioeconómicas, las cuales determinan el uso racional de los recursos naturales y del espacio.

La Comunidad de Maitana pertenece según la clasificación de Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas, a la Zona 6.

Localización de la Zona 6: entre la franja de protección de la Autopista Coche-Tejerías (A.R.C) y la correspondiente a la Carretera Panamericana.

Usos permitidos: Protector, agrícola vegetal, agrícola animal, forestal, turístico-recreacional, educacional, asistencial, de investigación científica, cultural, de defensa nacional y residencial.

A continuación se resumen las especificaciones de uso más importantes:

- *Del uso protector:*

Este uso se refiere a aquellos espacios que por sus condiciones físico-naturales y por los recursos naturales que involucran (suelos, agua y vegetación), merecen una consideración especial de protección en todo el ámbito geográfico de la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas, las cuales se identificaran de uso protector con las siguientes variables: pendientes superiores al 45 %, vegetación natural alta y media, red hidrográfica y erosión.

- *Actividades Residenciales:*

⁵ ABRAE. Área Bajo Régimen de Administración Especial.

El uso residencial fuera de las poligonales urbanas estarán sujetas a las siguientes condiciones:

- La superficie mínima requerida es de una (1) hectárea.
 - Las instalaciones deberán ubicarse fuera de las zonas protectoras establecidas en el Artículo 17, numeral 3 y 4 de la Ley Forestal de Suelos y Aguas, y en áreas con pendientes iguales o inferiores al 30%.
 - Se permitirá la construcción, reconstrucción o remodelación de las edificaciones destinadas al uso residencial en las variantes unifamiliar y multifamiliar, con una densidad bruta máxima equivalente a 20 hab./Ha.
 - La actividad podrá desarrollarse en forma aislada o en conjunto, combinada o no con el uso agrícola y turístico recreacional, provistos en la ley. Las áreas de ubicación y construcción máximas se calcularán aplicando al área útil del terreno los porcentajes siguientes: hasta una (1) hectárea, ubicación 15% y construcción 30%, superior a una (1) hectárea. ubicación 20% y construcción 40%.
 - Se permite movimiento de tierra que no podrá exceder al 15% del área útil del terreno, exceptuando lo correspondiente a la vialidad del proyecto
- *Actividades Agrícolas:*

Según el artículo 21 de la referida Ley: En la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas, el uso agrícola comprende la actividad agrícola vegetal, agrícola animal y agrícola conservacionista. Y para llevar a cabo las dos primeras actividades agrícolas en resumen se debe cumplir lo siguiente:

- La superficie mínima debe ser de 1 hectárea.
- Las pendientes del terreno deben ser menores a 45%.
- La cobertura vegetal no puede ser alta, media o densa.
- El área de ubicación máxima es de 300 m², en los que se incluyen, vivienda y/u otras edificaciones menores a 6 metros.
- Para suelos con pendientes menores a 30%, se permite todo tipo de cultivo, pero con práctica conservacionista.

- Para suelos con pendientes entre 30% y 45% solo se permitirán practicas de cultivos permanentes (café, frutales arbóreos).
 - Para pendientes mayores a 45% solo se permitirán actividades de deforestación y reforestación con la mínima afectación de la vegetación original.
 - En casos de viveros, solo se podrán desarrollar las siguientes categorías: preservación y conservación, valor escénico paisajista, investigación científica, forestal, textil, medicinal y alimenticia.
 - Todas las prácticas agrícola vegetal se permiten de manera semi-intensiva.
 - La actividad agrícola animal comprende la producción apícola, avícola, cunícola y piscícola (estas dos ultimas se permiten intensivamente), así como el mejoramiento y el establecimiento de haras y vaqueras a estabulación y semiestabulación.
 - Para la practica conservacionista se considerarán las siguientes características (siempre que la vegetación sea media o alta): para pendientes menores a 15% se permite cualquier cultivo con practicas conservacionistas para cultivos limpios y anuales; para pendientes entre 15% y 30% se permitirán practicas semi-permanentes y permanentes solo con práctica conservacionista. Todas las actividades deben adoptar practicas conservacionistas en sus cultivos (terrazas, siembra de barreras vivas, cultivos en curvas de nivel, etc)
 - Para la practica agrícola conservacionista se requiere un mínimo de 2,5 hectáreas, en las cuales no podrá haber mas que una vivienda de no mas de 3 metros de altura, no se podrá intervenir mas de 700 m² y solamente se podrán ubicar en pendientes menores a 25%.
 - Para todas las actividades se prohíbe el uso de pesticidas, biocidas e insecticidas.
- *Actividades Turístico-Recreacional:*
- Se podrán ubicar en forma aislada o de conjunto siempre y cuando:
- La superficie mínima sea de 1 hectárea

- Se traten las aguas servidas a fin de que se cumplan las normas pertinentes.
 - Se podrán realizar actividades del tipo pasivo conservacionista (camping, pernocta, etc) solo en pendientes menores al 45%, con un área máxima de 100 m² para las instalaciones complementarias, se tomará la salvedad de que en áreas con pendientes entre 15% y 30% solo se construirán camineras, miradores, refugios, todo que no afecte la topografía natural.
- *Uso Forestal:*
- Se podrán desarrollar actividades como:
- El uso de viveros y plantaciones naturales de especies arbóreas y arbustivas con fines protectores, paisajista, investigación científica, forestal, textil, medicinal y alimenticia, previo estudio técnico y paisajista.
 - La arborización con fines recreacionales y de recuperación de áreas degradadas.
- *Manejo de las Aguas:*
- El fin prioritario del uso de sus aguas es para abastecimiento de las poblaciones ubicadas en su área de influencia.

Las demás normativas utilizadas en el desarrollo del presente trabajo se tocarán en su respectivo capítulo.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO

Del análisis detallado del sitio los aspectos más relevantes para el desarrollo del trabajo especial son los siguientes:

- Que por las condiciones del sitio las mayores amenazas que posee la zona son la de inundación de la Quebrada Maitana y la Quebrada Las Marías, y la de deslizamiento de terreno.
- Debido a lo disperso que se encuentran algunos sectores, será factible o no brindarles una solución de servicios integrada con todos los demás sectores de la comunidad. Incluso hay sectores que por sus características legales, de densidad, o de ubicación, entre otros, no se les realizará un determinado estudio y por lo tanto una propuesta.
- La importancia de contener el derrumbe de la carretera vía Paracotos.
- La realización de ensayos de la calidad del agua y del nivel de contaminación de la misma, ya que la mayoría de los habitantes son consumidores de las aguas del acuífero.
- La necesidad de un levantamiento detallado de varias zonas para el diseño de servicios.
- Es necesario plantear varias modalidades de recolección y disposición de aguas servidas debido a las dificultades técnicas para plantear una solución única.
- En general es muy importante que se discuta y estudie cada una de las normativas de uso a la hora de realizar un proyecto en el sector y que se use un criterio conservador y de protección como es el fin principal de la zonificación que se le asigna al sector.

Teniendo una idea clara del reto al que se enfrenta y de los conceptos necesarios para poder abordar cada uno de los temas, lo que sigue es organizar toda la labor a realizar en una serie de pasos a fin de lograr la mejor eficiencia en el trabajo. Hay que destacar que en todo momento fue de mucha ayuda el apoyo de la comunidad, tanto para las labores físicas y la logística del trabajo de campo (alimentación y sitio donde dormir en la noche), como para los testimonios de eventos que estén ocurriendo o que hayan ocurrido en la zona. Esta metodología a seguir se presenta en el flujograma mostrado en la figura 4.1.

4.1. SOLICITUD DE LA AYUDA

Se mencionaba que todo este proyecto nació del interés de la comunidad de tratar de resolver su problema ambiental de contaminación de la quebrada Maitana por las descargas directas de las aguas servidas y motivada por este hecho, la Junta de Vecinos de Maitana (JUVEMA) decidió redactar una carta de petición de apoyo técnico y dirigirla a la Planta Experimental de Tratamiento de Aguas (PETA) de la UCV, para el saneamiento de esta quebrada, por lo cual se tomó la decisión de visitar el sitio con la finalidad de evaluar la situación y las características ambientales, de servicios y las propias de la comunidad.

4.2. INSPECCIÓN DEL SITIO

Se puede decir que este paso no se realiza en una sola visita, sino que es mas bien todo un proceso de varias y continuas inspecciones a la comunidad y a sus alrededores, lo que proporciona una idea bien clara de la raíz del problema y de cual debe ser el mejor camino para su ataque y solución.

4.3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Luego de este proceso de inspección, se determina que la base del problema no son las aguas servidas de la comunidad, sino mas bien este es uno de los tantos que conforman del conjunto de factores estudiados en el proyecto, algunos inherentes al sitio y otros productos de un crecimiento desorganizado y arbitrario de la comunidad, la cual, ya sea por desconocimiento o por desinterés al solucionar algunas de sus dificultades tanto sanitarias como de vivienda, fue originando algunos más ó agravando otros ya existentes. Los problemas encontrados en el sitio fueron:

- Inundaciones.
- Deslizamientos.
- Ineficiencias en el servicio de agua potable.
- Inexistencia completa de un sistema formal de recolección, tratamiento y disposición de las aguas servidas.
- Problemas en cuanto al incumplimiento de la legislación ambiental y propias de las ABRAE, como lo es la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas, dentro de la cual se encuentra ubicada la comunidad.
- Falta de un plan de crecimiento ordenado.
- Gran escasez de información técnica de la zona.

Motivado a estas variables, lo primero que se decidió hacer fue recopilar la información que se consideró primordial, que fue la que permitió terminar de aclarar y asimilar las ideas que se tenían del problema y de sus orígenes, así de cómo atacarlos; además de brindar la oportunidad de dar a conocer personalmente en la zona lo que se estaba haciendo, quienes estaban incluidos en el estudio y conocer a la comunidad más directamente, tanto al medio ambiente como a la gente que la conforma, logrando así apreciar el conjunto que define a la comunidad de Maitana, esto se logró por los medios que se exponen en el punto siguiente.

4.4. RECOPIACION DE INFORMACIÓN EXISTENTE

En la elaboración de proyectos como el planteado en este trabajo, una de las primeras actividades a realizar es la recopilación de la información básica de la comunidad, información que para este caso contempló los siguientes aspectos:

4.4.1. ESTUDIOS O PROYECTOS REALIZADOS:

Cualquier información acerca de estudios técnicos o no técnicos, que se hayan realizado en la comunidad y puedan contribuir con la elaboración del proyecto, deberá ser recopilada. El contar con esta información puede en muchos casos implicar, la no realización de algún determinado estudio, lo cual significa menos costo en la elaboración del proyecto. Información de este tipo, es posible encontrarla en Instituciones Gubernamentales, ONG's, Universidades o entes privados.

Los estudios o proyectos realizados en la comunidad que tienen aplicación en el presente trabajo fueron los siguientes:

- 1) Proyecto del acueducto
- 2) Informes de técnicos de la estación de bombeo

4.4.2. MAPAS, FOTOGRAFÍAS AÉREAS, PLANOS: Los mapas al igual que los planos son el mejor auxiliar para la interpretación de cualquier área o región. A pesar de que pueden reemplazar la observación directa, en proyectos comunitarios es siempre necesario equilibrar la información cartográfica con la observación directa, actualizando esta información directamente en campo, y de esta manera lograr que los mapas y planos ofrezcan datos precisos al momento y puedan relacionarse con los distintos elementos observados en el terreno. ¹

¹ Tomado de la Guía Metodológica de Capacitación en Gestión Ambiental Urbana

Para la elaboración de este trabajo fueron recopilados los siguientes planos y fotografías

- 1) Planos aerofotogramétricos de la zona a escala 1:5.000, con las siguientes características:
 - Diferencias de 5 metros entre las curvas de nivel, datum vertical Nivel Medio del Mar y horizontal La Canoa.
 - Algunos fueron elaborados por la empresa ESTEREOFOTO C.A. para la Gobernación del Distrito Federal, a partir de las fotografías aéreas tomadas entre Noviembre y Diciembre del año 1983, en la misión numero 0304167. Las hojas utilizadas fueron: L-44, L-45, LL-43, LL-44 y M-44.
 - Otro plano fue elaborado por la empresa TRANARG C.A. para el Ministerio de Desarrollo Urbano, a partir de las fotografías aéreas de la misión 0303168, tomadas entre Enero y Febrero del año 1982. Los números de las hojas utilizadas son: L-43 y LL-43.
- 2) Planos de catastro de la Autopista Coche-Valles del Tuy-Tejerías, sus características son:
 - Los planos son a escala 1:1.000, donde destacan el nombre de las antiguas haciendas, los terraplenes y los cortes de la autopista y su sistema de drenaje transversal.
 - Estos planos fueron hechos por el Ministerio de Obras Públicas, en el año 1967. las hojas utilizadas fueron los números: 21, 22, 23, 24 y 25.
- 3) Planos de la Electricidad de Caracas, respectivos a un proyecto de mejoramiento de la red eléctrica de la zona. Solicitudes N°: 6014687-A4, 6027484, 6027483 y 6027482.

- 4) Mapa de vialidad de Caracas y sus alrededores, del Ministerio de Obras Públicas, Primera Edición 1963. Escala 1:100.000. Hoja N°19 “Mapa Especial del Conjunto Venezuela 1:500.000”

4.4.3. INFORMACIÓN HIDROLÓGICA: en principio se deseaba obtener datos de aforos de la quebrada, pero se desconoce su existencia, también estudios de tormentas de diseño, para así poder comparar resultados, pero tampoco se encontró referencia alguna, por lo que la única información hidrológica recopilada fue la referente a las mediciones de las distintas estaciones hidrometeorológicas cercanas a la cuenca, estas son: Paracotos, Charallave y Universidad Simón Bolívar.

4.4.4. INFORMACIÓN CATASTRAL EXISTENTE: Los datos referentes a la población, como número de habitantes, tipo de vivienda, uso del suelo, actividades realizadas en la zona, son siempre de gran utilidad en la elaboración de cualquier proyecto comunitario. Los censos nacionales no exponen los resultados de sus análisis de una manera muy detallada, por lo que comunidades pequeñas no se tratan separadamente sino en conjunto con otras dentro de los resultados de un municipio, parroquia o de poblaciones grandes. En comunidades rurales esta información está generalmente limitada o simplemente inexistente, por lo cual es necesario que las personas involucradas en el proyecto obtengan la información faltante, mediante continuas visitas a la comunidad, en la cual se realicen las distintas actividades necesarias para su obtención.

En el caso de la comunidad de Maitana, la única información catastral existente, fue una encuesta realizada por los miembros de la junta de vecinos (JUVEMA) en el año 2000, en la cual se realizaron preguntas como: datos personales, datos de la vivienda, servicios básicos entre otros, a los habitantes de los distintos sectores que conforman la comunidad.

Esta encuesta fue de mucha ayuda para conocer distintos aspectos como la distribución poblacional en función del sexo, numero de habitantes por sector, tenencia de la tierra, procedencia, entre otros. Esta información tuvo que ser complementada, ya que aspectos como la obtención del agua, disposición de las aguas residuales y antigüedad de la vivienda, no fueron tomados en cuenta con detalle por la comunidad.

4.5. LEVANTAMIENTO CATASTRAL

A fin de poder completar la información existente de la población, en octubre del año 2001 se comenzó a realizar una encuesta (ver Apéndice 3), con ayuda de la comunidad, en la cual se elaboraron las siguientes preguntas:

- 1) Apellido de la familia
- 2) Número de habitantes
- 3) Antigüedad de la vivienda
- 4) Obtención del agua
- 5) Disposición de las aguas grises
- 6) Disposición de las aguas negras

Toda esta información permitió obtener una idea de la manera en como cada uno de los sectores de la comunidad obtenían y disponían las aguas. Asimismo se pudo obtener el número actual de habitantes en los distintos sectores de la comunidad, lo cual es indispensable conocer, para el dimensionamiento de los sistemas de abastecimiento disposición y drenaje de las aguas de la comunidad.

La encuesta se llevó a cabo casa por casa, lo cual hizo posible una constante interacción con la comunidad, en donde se pudo dar a conocer los aspectos más resaltantes del proyecto que se estaba realizando. A cada una de las viviendas que fueron encuestadas se le asignó un código para identificarla, donde se identifica el

sector al cual pertenece y el número de vivienda, lo cual permite reconocer a cual vivienda corresponde la información recopilada en las encuestas. Para determinar la ubicación de cada una de las viviendas, se procedió a ubicarlas en el plano aerofotogramétrico del vuelo de 1983 por medio de la utilización de un GPS Modelo Blazer Navigator, Marca Magellan, el cual posee un error aproximado de 10 metros en condiciones favorables. En vista de que estas condiciones favorables muchas veces no se tenían en campo, esta información se corroboró reubicando las casas en el plano, ayudándose de puntos referentes como casas viejas (que ya se encontrasen originalmente en el plano), curvas de la carretera y de la autopista, colinas y curvas de nivel, siempre con la colaboración de algún habitante de la zona que ayudara a identificar la familia a la cual pertenece la vivienda.

Posteriormente esta información fue analizada con la finalidad de obtener los parámetros necesarios para el diseño de los servicios, así como para otros fines futuros. Los parámetros tomados en cuenta fueron:

- Número de habitantes por sector y el total para toda la comunidad.
- Número de personas por vivienda: este parámetro facilita la estimación del número de personas para el diseño para los servicios, ya que solamente hay que determinar a cuantas viviendas va a servir alguna línea de acueducto o alguna planta de tratamiento.
- Densidad de habitantes por sector: para esto es necesario primero hacer una delimitación burda de los distintos sectores identificados. Una vez identificados los límites del sector, se calcula su área y, con el número de habitantes del sector, se calcula su densidad bruta.
- Distribución porcentual de los distintos sistemas existentes de tratamiento de las aguas servidas de la comunidad.
- Distribución porcentual de los distintos sistemas de abastecimiento de agua existentes en comunidad.

4.6. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

En lo posterior se mencionará el porque y como realizar los estudios de amenazas, al igual que como, donde y porque se diseñaron los distintos servicios de agua y ciertas soluciones a problemas puntuales, pero para poder hablar de un buen diseño, hay que tener información del terreno, en especial si ésta es tan importante como: los cauces para el estudio de inundación, la vía para el diseño de las cloacas y forma del terreno donde ubicar plantas de tratamiento. Es por esto que antes de mencionar de los distintos estudios y diseños incluidos en el proyecto, hay que realizar los levantamientos topográficos necesarios.

El levantamiento topográfico es información básica para cualquier proyecto de ingeniería, en la realización de este trabajo se hizo indispensable realizarlo con los siguientes fines:

- Determinación de la planicie de inundación.
- El diseño de colectores principales de cloacas.
- El diseño del muro de gaviones
- Ubicación, distribución y diseño de las plantas de tratamiento.
- Desnivel entre los tanques de rebombeo del acueducto Anauco y el tanque Maitana.

En todos estos levantamientos fue muy necesario el apoyo de la comunidad, en varios aspectos como: piquero para los casos donde no había visual entre el equipo y la mira, ubicación de los posibles sitios de planta, despeje de maleza, cuando no existían problemas que se desconocían, los habitantes de la zona son siempre los ojos visores ante cualquier eventualidad

4.6.1. LEVANTAMIENTO DE LAS QUEBRADA MAITANA Y LAS MARÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN

Para el análisis de la amenaza hidráulica y poder determinar la mancha de inundación es necesario entre otras cosas tener una información completa de la planimetría del cauce del río y de la geometría de las secciones transversales del mismo. La información obtenida inicialmente constaba de un plano a escala 1:5000 con curvas de nivel cada 5 metros, la cual no es lo suficientemente detallada para poder realizar un análisis representativo de este tipo, y que sirviera para un diseño a futuro. Para obtener información más precisa para el estudio de la planicie de inundación se realizó el levantamiento topográfico de la Quebrada Las Marías y de la Quebrada Maitana.

Este levantamiento se realizó bajo dos metodologías, la primera consistió en el levantamiento de secciones transversales al cauce y la poligonal de la quebrada, y la segunda en un levantamiento detallado de toda el área del cauce, sus adyacencias y zonas de interés. Esta variación metodológica se hizo con la finalidad de poder evaluar la utilidad y la operatividad de ellas. A continuación se explican cada una:

- *Levantamiento por Secciones:*

Con este procedimiento se comenzó el levantamiento de la Quebrada Maitana, los vértices de la poligonal se colocaron aproximadamente cada 50 metros con levantamiento de secciones cada 25 metros y hasta menos en las zonas de interés (como curvas o viviendas cercanas). El ancho de la sección dependía de la geometría de la misma, es decir, si esta tenía un cauce perfectamente definido y relativamente profundo, la sección se tomaba menos ancha y viceversa. En los casos en que fue inoperativo tomar detalles de la sección (por el tamaño de la misma o por la presencia de mucha vegetación que impidiera la visión de la mira)

se procedía a aproximar la sección con cinta hasta el talud más próximo, ya que de ahí en adelante se podrían completar los datos con el plano disponible.

Para procesar los datos de las crecientes, se clasificaron las distintas n de Manning del cauce de la Quebrada, mediante la delimitación de las características físicas de las secciones transversales, entre las cuales se colocó: vegetación, presencia de suelo o roca y viviendas; del cauce normal y de los bordes derecho e izquierdo del mismo, ya que por ejemplo, el cauce puede ser de lecho de piedras, un borde puede presentar suelo con vegetación y el otro borde ser un talud de roca vertical, en cada uno de los cuales varía la rugosidad.

- *Levantamiento detallado:*

En la Quebrada Las Marías se adoptó este método. Se realizó el levantamiento detallado de muros, paredes de viviendas, escaleras, terreno y el propio cauce, comenzando desde aguas abajo hacia aguas arriba de la quebrada. Finalizando un poco mas allá de la última casa del sector, en una zona donde se consideró prudencial.

Por último, la información levantada con el T2 fue procesada con el software *Land Development* y toda la información levantada con la estación total fue procesada con el software especializado *CartoMap*.

Ya una vez explicados los dos tipos de levantamientos utilizados y como fue procesada la información, se explicará el procedimiento y los resultados de los levantamientos en ambas quebradas.

Quebrada Maitana:

Fue el primer levantamiento realizado, se hizo desde aguas arriba hacia aguas abajo, los vértices se colocaron cada 50 metros aproximadamente debido a la necesidad de medir las distancias con una cinta de 50 metros de longitud, el equipo que se utilizó inicialmente fue un teodolito T2 (ver foto 4.2) con una precisión de 2 a 3 segundos, y



Foto 4.1: Izquierda
Levantamiento de
secciones por taquimetría



Foto 4.2: Derecha
Colocación del T2 en
un punto estación del
levantamiento en la
la Quebrada Maitana

con este se levantó la poligonal el vértice P1 hasta el P14, junto con los detalles correspondientes de las secciones transversales (estos levantados por taquimetría, ver foto 4.1). El resto del levantamiento, debido a problemas con el equipo (T2) se tuvo que realizar con una estación total² (ver foto 4.3) por lo que el trabajo posterior fue mucho más rápido pero aplicando el mismo tipo de levantamiento (por secciones).

Después de este levantamiento, debido a problemas que existieron en la medición de distancias de la poligonal de P1 a P14 se decidió, replantear nuevamente estos puntos

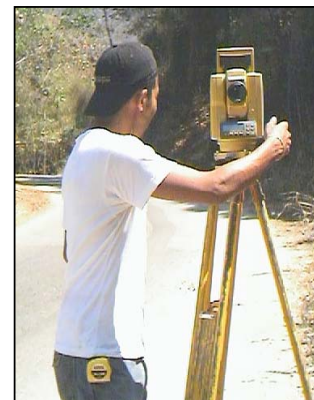


Foto 4.3. Levantamiento con
Estación Total

² Marca TOPCON, Modelo GTS 212, con una precisión de 4 a 5 segundos.

con la misma pero en esta ocasión con la estación total.

Para poder georreferenciar la poligonal en el plano disponible fue necesario levantar dos puntos conocidos, los cuales fueron la “Estación de Bombeo” y la “Iglesia de los Evangélicos” puntos que si estaban ubicados en el plano, de manera tal que al hacerlos coincidir todos los puntos levantados quedarían referenciados con respecto al plano disponible. En cuanto a la cota, en vista de que no se tenía información, se optó por aproximar la cota del vértice P15 y como todos los levantamientos están enlazados a la poligonal de la quebrada Maitana, todos los puntos levantados están referenciados a la misma cota, por lo que las diferencias de cota entre estos están bien calculadas, que en fin es lo importante a la hora de cualquier diseño que no requiera mas información de la levantada.

Quebrada Las Marías:

Esta poligonal empezó a levantarse desde su desembocadura, enlazándola a la de Maitana en los puntos P14 y P15, que a pesar de no estar justo en la desembocadura, eran los puntos existentes más cercanos, ya que los puntos que estaban justo en la desembocadura fueron retirados sin razón aparente.

Una vez enlazada, se realizó el levantamiento detallado de la quebrada, tomándose los puntos de cercas, paredes de casas, tuberías, accesos, escaleras y demás elementos naturales o artificiales que de una u otra manera definan el comportamiento de la quebrada en caso de alguna crecida.

Para obtener una mejor visual para las mediciones, ya que la vegetación en la zona es bastante tupida, fue necesario limpiar la maleza, ramas, etc., que se interponían entre la estación total y la visual de la mira. Hecho que retrasó un poco el proceso, debido a que no se disponía de un piquero y a la poca experiencia en el asunto, pero en poco tiempo se aumentó el ritmo de trabajo y se levantó lo correspondiente a la quebrada

en un día y medio, aproximadamente 26.000 m², datos con lo que se construyó un plano del levantamiento con curvas de nivel cada 0,5 metros.

Con esta topografía levantada, se definió el eje del cauce del río y por este se construyeron secciones cada 10 metros para su posterior análisis hidráulico.

4.6.2. LEVANTAMIENTO DE LA VÍA PARA EL DISEÑO DE LAS CLOACAS.

Para el trazado de los colectores principales de cloacas se hizo necesario el levantamiento de la carretera para el diseño y la evaluación de la factibilidad de los mismos. En conjunto con la carretera, también hay que definir todo lo que son pasos de alcantarillas, tomas de agua potable, puentes y demás estructuras que puedan definir el diseño de las cloacas debido a su geometría.

También es importante destacar que en la carretera se encuentran ubicadas longitudinalmente una tubería de acueductos correspondiente a las etapas 1 y 2 del Proyecto del Acueducto de Maitana por parte de la gobernación y una tubería de telefonía móvil, las cuales limitan el espacio para el trazado del colector.

Este levantamiento comienza desde el cajón de Las Marías y culmina en el sitio de ubicación de la planta de tratamiento. Para definición de la carretera se levantaron los siguientes puntos:

- Orilla de la vía, tanto la izquierda, que limita con la cuneta de la carretera, como la orilla derecha que en muchos casos representaba también el borde de talud hacia la Quebrada Maitana.
- Las entradas a casas, las cercas y caminos de tierra adyacentes a la carretera.
- Los ejes de las tuberías del acueducto y de la línea de telefonía, con sus respectivas tanquillas.
- Los bordes de talud relevantes.

- Los puntos necesarios para la definición de alcantarillas y del puente.
- Tuberías de aguas blancas transversales a la carretera y algunos puntos del terreno.

4.6.3. LEVANTAMIENTO DEL DERRUMBE DE LA CARRETERA NACIONAL A PARACOTOS, A LA ALTURA DE SAN JUDAS PARA EL DISEÑO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN.

Para poder plantear técnicamente una solución a este problema, fue necesario tener toda la geometría de la cuña de falla. Para ello se levantaron puntos en el pie del derrumbe, en todo el borde del derrumbe y también algunos aleatorios dentro del terreno para luego elaborar una malla de puntos que abarcara toda el área derrumbada, aproximadamente 750 m². Luego, con esta malla se generó las curvas de nivel cada 0,5 metros del derrumbe que posteriormente se llevaron un plano, de igual manera que como se hizo con el levantamiento de la Quebrada Las Marías. Luego se enlazó este derrumbe a la poligonal que se definió en el levantamiento de la Quebrada Maitana.

4.6.4. LEVANTAMIENTO DEL SITIO DE UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE SAN JUDAS, PUENTE TINA Y LOS MANGOS.

El sitio de ubicación de la planta está a unos 300 metros aproximadamente de la Iglesia Evangélica, entre la Carretera y la Quebrada Maitana en un meandro de la misma. Este levantamiento fue necesario por varios motivos, entre los que se destacan: para conocer de una forma mas detallada el sitio de ubicación de la planta y así poder realizar un diseño de las instalaciones más acorde con la realidad del terreno, para obtener buena geometría de la zona ya que es necesaria para así poder hacer el análisis respectivo de los perfiles hidráulicos y sus planicies para las distintas crecientes estudiadas.

Este levantamiento se enlazó a los dos vértices finales del levantamiento de la carretera. Adicional a este sitio, para poder tener una buena aproximación de la planicie, fue necesario levantar dos secciones transversales de la quebrada para poder aproximar el flujo, o extender el perfil desde la ultima sección medida de la Quebrada Maitana y la zona de la planta, separadas aproximadamente unos 380 metros medidos en cauce. Con estos datos se construyó un plano con curvas de nivel cada 0,5 metros.

4.6.5. LEVANTAMIENTO DE ÁREAS PARA LA UBICACIÓN DE OTRAS OPCIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En vista que no solo se tratarán las aguas recolectadas en los sectores de San Judas y Los Mangos, sino que a otros sectores también se les ofrecerá opciones de tratamiento, fue necesario realizar unos pequeños levantamientos para obtener la información mínima para su dimensionamiento. Cada uno de ellos fue levantado con la misma metodología que el punto anterior y de igual manera llevado a un plano con curvas de nivel cada 0,5 metros.

4.6.6. MEDICIÓN DEL DESNIVEL ENTRE LOS ESTANQUES UBICADOS EN EL SECTOR CORTADA DE MATURÍN

Este levantamiento fue muy sencillo y consistió en medir el desnivel existente entre la entrada de la tubería de aducción del Tanque Maitana en el tanque de rebombeo del Sistema Anauco y la descarga en el propio Tanque Maitana ya que se pensaba que su desnivel era muy pequeño. El levantamiento planimétrico no se realizó en vista de que para los cálculos hidráulicos el dato que hay que tener con mas precisión son los desniveles, por lo que la longitud de la tubería se aproxima directamente del plano.

4.7. ESTUDIOS DE AMENAZAS

Cuando una amenaza es evaluada en detalle, es porque en el sitio existen evidencias de haber ocurrido eventos similares o relacionados a ésta ó por testimonios de los habitantes, pero no se puede gastar esfuerzo y dinero en evaluar amenazas que no son viables en la zona, o que no representen vulnerabilidad alguna que indique algún riesgo al sector, ya sean pérdidas económicas, humanas y/o materiales.

En este caso, hubo amenazas que se tomaron en cuenta pero no se evaluaron en detalle; una de ellas porque no había evidencia alguna que indicase la ocurrencia de algún evento anterior y las otras porque no se consideró a la zona como vulnerable ante tal amenaza. La que entra en el primer grupo es la amenaza de flujos de barro y en el segundo grupo entran la sequía y los sismos. La explicación detallada del porque se descartaron estos fenómenos como amenazas para la zona se explicarán más adelante en el Capítulo V de Resultados.

Las amenazas a inundación y deslizamiento de taludes, se definieron como las más importantes para la zona ya que había evidencia clara y testimonios de eventos anteriores y presentes.

4.7.1. AMENAZA A INUNDACIÓN.

Para este estudio fue necesario realizar los pasos que a continuación se explica:

4.7.1.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO:

A) Análisis de los datos hidrológicos:

- En el plano a escala 1:100.000 se ubicaron todas las estaciones y las cuencas de cada una de las quebradas Maitana y Las Marías, se construyeron los Polígonos de Thiessen, y se determinaron cuales de ellos influían en cada una de las

cuenclas, para después ponderar su efecto por el área de influencia en la cuenca respectiva.

- De los planos a escala 1:5.000 se dibujaron en detalle cada una de las cuencas y se midió la longitud del cauce principal de cada una de las quebradas y el respectivo desnivel existente entre la cabecera y el punto tomado como final.
- Se calculo el Tiempo de Concentración, por la formula del California Culver Practice de los E.E.U.U, en cada una de las quebradas. En la quebrada Las Marías se calculo hasta la confluencia con la quebrada Maitana, y para esta última se cálculo hasta la zona conocida como Maitanita, ya que pasar de que este punto se encuentra alejado del punto final de estudio, este se describe como el fin del área de jurisdicción de la Junta de Vecinos de Maitana (JUVEMA).
- Por otro lado, resultaron tres estaciones las influyentes en la zona; de ellas se tomaron sus datos de precipitaciones máximas acumuladas por año y se analizaron estadísticamente por el Método de Gumbel, para proyectar precipitaciones máximas cuenca para períodos de retorno iguales a 5, 10, 25, 50 y 100 años. Hay que destacar el hecho que las tres estaciones estudiadas presentan grandes vacíos en sus registros (especialmente la estación Caracas USB) pero esta incertidumbre se disminuyó al combinar los resultados de las tres estaciones y observar una relación de valores bastante similar en todas las estimaciones.
- Con estos valores se construyeron las correspondientes curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia. Las cuales fueron extrapoladas para intensidades menores de 15 minutos (tiempo mínimo de registro) hasta los 5 minutos, que es el tiempo de concentración mínimo a considerar.

El posterior análisis fue distinto para cada una de las Quebradas dependiendo de sus características.

A.1) Quebrada Maitana.

- Se hizo una distribución horaria (cada 15 minutos) de la precipitación por el método de los Bloques Alternos, para obtener así la tormenta de diseño correspondientes a cada uno de los distintos Períodos de Retorno antes mencionados. La duración de esta tormenta esta en función del escurrimiento, ya que esta se varía hasta encontrar un escurrimiento de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, de manera tal que se garantice el drenado de toda la cuenca para el momento de la creciente pico.
- Por el método del “Soil Conservation Service” se calcula la escorrentía superficial para cada uno de los intervalos tomados en la distribución de la tormenta.
- Tomando estos aportes horarios o escorrentía horaria, se sintetizó la creciente correspondiente a cada una de las tormentas por medio del Método de C.O.Clark. Cabe destacar que este método es perfectamente aplicable a este caso ya que el área de la cuenca es un poco mas de 26 km² y el límite de área para la aplicabilidad de este método es de 1000 km² aproximadamente.³

A.2) Quebrada Las Marías

- En vista de que la cuenca es muy pequeña (al igual que su tiempo de concentración), se tomó una distribución de apenas dos intervalos, cada uno de igual duración al tiempo de concentración.

³ Tomado del artículo “El Método de C. O. Clark para la obtención de hidrogramas unitarios” de J. J. Bolinaga y J. B. Azpúrua publicado en la Revista El Agua N°20, marzo de 1981.

- Por el método del “Soil Conservation Service” se calculó la escorrentía superficial para cada uno de los intervalos tomados en la distribución de la tormenta.
- Tomando el aporte total o escorrentía total de la cuenca, se sintetizó la creciente correspondiente a cada una de las tormentas de diseño utilizando el Método del Hidrograma Triangular, y luego las ramas ascendentes y descendentes se suavizaron con un hidrograma adimensional propio de cuencas venezolanas, resultado de investigaciones del Prof. Guilarte de la UCV.

4.7.1.2. PLANICIE DE INUNDACIÓN.

Combinando los resultados de los análisis hidrológicos (caudales) y del levantamiento topográfico (geometría) se define la planicie de inundación. Este análisis se realizó con la ayuda del modelo unidimensional conocido con el nombre de HEC-RAS v.3.1, el cual ya fue explicado como funciona y sus bases teóricas en el Capítulo II.

Para definir la geometría de los canales se tomaron las secciones directamente medidas en el caso de la quebrada Maitana y en el caso de la quebrada de Las Marías, en vista de que se tenía un plano de curvas de nivel suficientemente detallado, se tomaron secciones cada 10 metros. En ambos casos algunas secciones no pudieron ser tomadas en cuenta debido a la generación de comportamientos hidráulicos dudosos.

Con respecto a la intersección de ambas quebradas, se vio la necesidad de eliminar esta intersección para el análisis de la quebrada Maitana, esto debido a que la sección inmediata aguas arriba de la unión, el agua alcanzaba la profundidad crítica, un efecto muy raro cuando esto se traduce en que un ancho de aproximadamente 100 metros se reduce a menos de 20 metros y se vuelve a expandir a 40 metros aproximadamente,

todo esto en aproximadamente un total de 70 metros de distancia de recorrido y conservando las mismas características de pendiente de fondo y material de lecho siendo las secciones aguas abajo y aguas arriba de la sección muy similares.

Las profundidades de agua, resultado del análisis de los perfiles hidráulicos se llevan a su ancho de inundación respectivo dependiendo de la geometría propia de la sección, cada uno de estos anchos van a conformar los límites de la planicie de inundación para el período de retorno estudiado. Una vez que se aprecia esta planicie, se verifica que sea coherente y se corroboran los resultados con la realidad de campo y con los testimonios de los habitantes, para lo cual se hace una visita y se verifican nuevamente las secciones y los anchos de inundación viendo si para los tirantes obtenidos en cada sección, correspondería un ancho como el mostrado en la planicie, esto fue muy importante hacerlo en el caso de curvas y meandros muy grandes, donde se forman planos anegadizos, además de las descargas de otros pasos de aguas menos importantes, pero que pudiesen afectar a alguna vivienda cercana a este, además que esto sirve para verificar los resultados analíticos con los testimonios aportados por los habitantes del sector.

4.7.1.3. PLANO DE AMENAZA A INUNDACIÓN

Por último se construye lo que será el plano de amenaza a inundación tomando como criterio para escoger los niveles de amenaza el siguiente:

- Para la amenaza alta se tomó la zona inundada por una creciente de período de retorno de 10 años.
- Para la amenaza media se tomó la planicie de la creciente con período de retorno de 25 años.
- Para delimitar la zona de baja amenaza, se abarca la planicie generada por las crecientes de período de retorno de 50 y 100 años.

4.7.2. AMENAZA A DESLIZAMIENTO DE TALUDES.

Para este estudio se tomó la información necesaria de los resultados preliminares del Trabajo Especial de Grado “Elaboración del mapa de riesgo geológico de la comunidad de Maitana, Municipio Guaicaipuro, Estado Miranda” la cual está actualmente en desarrollo en la Escuela de Geología de la Facultad de Ingeniería de la UCV, donde se aplicó la siguiente metodología únicamente hasta los resultados preliminares aquí expuestos, ya que los resultados finales todavía no se han alcanzado.

En la etapa de visita al sitio, destaca la presencia de varios derrumbes que están afectando a la zona debido a inestabilidades del terreno y a el alto nivel de las aguas subterráneas que disminuye los esfuerzos efectivos de la masa de suelo, entre estos es de mucha importancia el derrumbe que esta afectando progresivamente a la carretera que comunica Maitana con Paracotos y que es la principal vía de acceso de la zona, por lo tanto también se le ha planteado solución ya puede causar un problema mucho más grave a la simple incomunicación de esta vía, como lo pudiese ser el hecho de afectar toda la colina que se encuentra arriba de la carretera y sobre la cual se ubica uno de los sectores mas densamente habitados de la comunidad como lo es el sector de San Judas Tadeo. Este último aspecto, a pesar de que no influye en la determinación de las manchas de amenaza de la zona, fue incluido dentro de lo que es amenaza a deslizamiento, porque corresponde al diseño de una obra de mitigación a deslizamiento de taludes.

4.7.2.1. ESTUDIO DEL NIVEL DE AMENAZA A DESLIZAMIENTO DE TALUDES DE LA ZONA.

A) Análisis de fotografías aéreas.

Con las fotografías aéreas de la zona, se puede obtener mucha información, en cuanto a la estructura, geodinámica superficial, vegetación, sistema de drenaje, paisaje, vegetación, indicios de posibles manantiales, etc, además que de esta manera se logra

que el campo visual sea lo bastante amplio como para observar eventos o procesos dinámicos en la superficie.

Cuando se poseen varias fotografías del mismo sitio y en la misma escala, pero de distintas fechas, se puede realizar un estudio evolutivo del proceso o de los procesos geodinámicos identificados, obteniendo una primera evaluación del nivel de amenaza en la zona, ya que si este proceso avanza muy rápidamente, su nivel de amenaza será mayor que si el proceso es lento.

B) Verificación en campo de las conclusiones obtenidas del análisis aerofotográfico. Posteriormente al estudio de las fotografías aéreas se realizó el trabajo en campo, en el cual se corroboró la información aérea y además se tomó registro de rumbos, buzamientos, foliaciones, material presente en la zona, pozos, manantiales y toda información relevante.

De este trabajo se obtiene un plano de amenaza clasificado en: amenaza baja, amenaza media y amenaza alta, dentro de la zona de estudio y en el que se señalaron también los principales deslizamientos de terreno.

4.7.2.2. DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN PARA EL DERRUMBE DE LA CARRETERA.

La Comunidad de Maitana tiene como vía principal la Carretera Nacional a Paracotos, alrededor de la cual se han asentado varias poblaciones. Esta carretera presenta un derrumbe en un talud de relleno en el sector de San Judas, producto de la inestabilidad del mismo talud y de la acción erosiva de las crecientes de la Quebrada Maitana, la cual choca casi perpendicularmente a este (ver foto 4.4), poniendo en riesgo la operatividad de la vía y la vida de los habitantes de la zona, al poderse transformar este derrumbe en un deslizamiento de mayores proporciones, todo por no tomar las medidas pertinentes. Además hay que destacar el hecho de que es por esta

vía donde se tiene proyectado pasar un colector de aguas negras y por tal razón es necesario garantizar la estabilidad del terreno.

Para esta problemática se ha concebido una propuesta técnica que contempla la ejecución de una obra longitudinal, que protegerá la orilla contra la erosión y actuará como contención, concibiendo estabilidad del talud natural.

Cabe destacar la importancia que tiene esta vía para el desenvolvimiento normal de la comunidad, ya que los únicos accesos vehiculares existentes utilizan esta carretera, es una vía alterna de acceso hacia Paracotos y además, gran parte de los servicios públicos existentes y a diseñar dependen de este espacio de ubicación.

Razones por las cuales se elaboró la propuesta de un diseño de muro, para lo cual fue necesario como primer paso realizar un levantamiento topográfico de todo el sitio del deslizamiento, que permitiera trabajar sobre las medidas reales del mismo (ver punto 4.6.3 *Levantamiento del Derrumbe de la Carretera Nacional a Paracotos, a la altura de San Judas para el diseño de las obras de mitigación*).



Foto 4.4. Derrumbe de un talud de la carretera en el sector San Judas

Para optar por un tipo de muro en específico, había que tomar en cuenta ciertas características propias del caso, como son que el talud que se busca contener es un suelo de relleno compactado colocado en esa zona al construir la Carretera Nacional a Paracotos, el derrumbe está ubicado en un meandro de la quebrada que es bien pronunciado y que hace que las aguas de la quebrada choquen contra el talud, en el sector abundan los manantiales evidenciándose en la presencia de aljibes y pozos de poca profundidad ya que el nivel freático se encuentra a pocos metros de la superficie.

A escasos metros de lo que se consideró el derrumbe existe una descarga de aguas residuales proveniente de la población de San Judas, la cual pasa por una alcantarilla de la carretera, alcantarilla que se encuentra en pésimas condiciones de mantenimiento (ver con mas detalle en el *diagnóstico del sistema de drenaje* en el *Análisis del Sitio*).

El deslizamiento tiene actualmente una forma semicircular, cuyo diámetro es de aproximadamente 30 metros y posee una altura máxima de aproximadamente 11 metros, con respecto al nivel de agua de la quebrada. Además tiene una pequeña prolongación lateral de aproximadamente 10 metros por todo el borde de la carretera en sentido a la Cortada de Maturín.

Está ubicado en una zona importante, ya que al otro lado de la carretera se encuentra localizado el sector San Judas uno de los más densos de la comunidad.

Tomando en cuenta los factores antes mencionados se optó por el diseño en gaviones, una de las opciones que más se acopló a las necesidades del caso, por su uso extendido a los márgenes de quebradas y por sus características de monoliticidad y flexibilidad, que le permite absorber los asentamientos diferenciales sin comprometer

su estabilidad, y la permeabilidad, que alivia cargas hidrostáticas, presentando de igual forma excelente resistencia a los empujes.

A) Propuesta en Gaviones:

Para realizar esta propuesta se contó con la asesoría técnica del Grupo Maccaferri, bajo la tutela del Ing. Ricardo Lanz, con el que se compartió toda la información obtenida del análisis del sitio (levantamiento topográfico, fotos, información hidrológica de la quebrada, entre otras) y toda la información necesaria para diseñar en gaviones.

Antes de realizar el diseño de las secciones transversales fue necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones pertinentes al caso:

- Es necesario que la estructura sea fundada 1 metro bajo el fondo del canal para garantizar el no colocar la estructura en la capa vegetal o suelo orgánico.
- Además para proteger el pie del muro de la socavación y erosión (producto de las velocidades de flujo, hasta un máximo de 4 m/s como velocidad crítica) será necesaria la colocación de una plataforma de deformación en colchonetas Reno® de altura 0,23 metros, la cual no se incluye en el análisis estructural, sino que es un complemento a favor de la protección del muro.
- Generalmente este tipo de muros se realiza de poca altura (aproximadamente 4 metros) por lo que, para este caso donde hay alturas de hasta 11,00 metros, es posible plantear una estructura en gaviones, con una altura que varía entre los 3,00 metros y 4,00 metros, continuada de un pequeño talud de relleno, estable y que podría estar recubierto de vegetación.
- Es importante destacar que debido a lo complejo de la topografía, fue necesario desde el comienzo plantear diferentes tipos de secciones que cubrieran las necesidades de cada tramo de derrumbe y que después pudieran concatenarse como una estructura continua, en la realización del muro.

Tomando en cuenta todas las consideraciones antes expuestas se procedió a un predimensionado de las secciones. Posteriormente fue necesario el uso de un software que permitiera agilizar los cálculos necesarios para la determinación de los factores de seguridad de una manera eficiente y con los que se pudiera evaluar las diferentes geometrías de las secciones, el software utilizado fue GawacWin 1.0, creado por el grupo Maccaferri.

4.7.3. PLANO BASE DE AMENAZAS.

Este plano no es más que la combinación de ambos planos de amenazas, tanto el de inundación como el de deslizamiento, con la finalidad de apreciar fácilmente el estado de amenaza bajo el cual se encuentra la zona, identificando así cuales son las zonas que se encuentran en amenaza baja, los cuales van a ser los futuros posibles sitios donde se pueda plantear un desarrollo residencial sin poner en peligro a sus habitantes, además de identificar las zonas de amenazas media y alta, para poderles plantear distintos tipos de usos de su suelo, por ejemplo, recreacionales, agrícolas, turísticos, etc.

4.8. SERVICIOS DE AGUA

4.8.1. SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

4.8.1.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA:

Como primer punto a evaluar está la calidad de las distintas fuentes de agua que surten a la comunidad, en especial aquellas que vayan a ser parte de la propuesta de los nuevo sistemas de abastecimiento y distribución. Los requerimientos físicos químicos y bacteriológicos que debe un cumplir un cuerpo de agua destinado para el consumo humano fueron descritos en el Capítulo II.

Es de mucho utilidad en los análisis de agua, consultar a los centros locales de salud pública como los ambulatorios, y a los mismos pobladores, acerca del padecimiento de enfermedades relacionadas con el consumo de agua y de esta manera poder relacionar los resultados obtenidos con enfermedades gastrointestinales como E.Coli, amibiasis, giardiasis, hepatitis, etc.

Para analizar la calidad del agua para consumo en comunidades rurales, se debe llevar a cabo los siguientes pasos:

A) Ubicación de las fuentes de abastecimiento a evaluar: es muy común en comunidades rurales que sean varias las fuentes de abastecimiento de agua para el consumo de la población, por lo cual es necesario priorizar los análisis sobre las que abastezcan al mayor número de habitantes.

B) Toma de muestra: de ser posible la captación de la muestra debe ser lo mas directa posible de la fuente de abastecimiento (acuífero, manantial, agua superficial). En aquellos casos en donde no sea posible captar la muestra directamente sobre el cuerpo de agua a evaluar o en algún punto cercano, se deberá tomar la muestra en lugares que se abastezcan de dicha fuente, siendo los mas recomendables las escuelas, ambulatorios, o cualquier otro sitio de interés común de la comunidad. La toma de muestra se debe llevar a cabo según lo recomendado en el Standard Methods (ver Apéndice 2).

C) Ensayos de Laboratorio: luego de haber sido captadas las muestras se deben llevar al laboratorio para sus correspondientes análisis Físicos, Químicos y Bacteriológicos según lo recomendado en el Standard Methods. El tiempo que debe transcurrir entre la toma de muestra y los ensayos bacteriológicos no debe ser mayor de 6 horas. Parámetros como la temperatura, oxígeno disuelto y la conductividad, es posible determinarlos directamente en el campo es decir, durante la captación de la muestra.

D) Análisis de los Resultados: el análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio contempla principalmente su comparación con lo permitido en la normativa vigente y de esta manera determinar que tan apta es la fuente de abastecimiento evaluada para el consumo de agua.

E) Recomendaciones: se debe notificar a la comunidad sobre los resultados de los análisis, realizando las recomendaciones necesarias en los casos que lo ameriten para evitar en el corto plazo problemas en la salud de los consumidores. También es muy importante que los resultados sean entregados a los organismos de salud pública locales y regionales, quienes son los principales responsables de velar por la salud pública de los habitantes.

4.8.1.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL:

Para poder diseñar un sistema de abastecimiento de agua a la comunidad, primero que todo hay que hacer un diagnóstico del sistema existente para así poder determinar:

- Los elementos que actualmente se encuentran instalados y se pudiesen aprovechar para un futuro diseño, en especial tanques y tuberías. Las fuentes aisladas de abastecimiento (aljibes) no se tomaron para el diseño a futuro, como parte de la red, debido a que no presentan las características mínimas necesarias de salubridad y capacidad de descarga de agua, como para ser incorporadas a la red.
- La dotación con la que está funcionando actualmente el sistema. Para lo cual se procedió a calcular el consumo de la siguiente manera: se tomaron dos tanques, a los que se les determina su capacidad, personas abastecidas y tiempo de vaciado, con esta información se calcula cuanta agua se consume por un número determinado de personas en un tiempo dado.
- La calidad del agua, tanto a nivel bacteriológico como a nivel físico-químico, para lo cual se realizaron análisis de calidad de agua en distintos puntos importantes

como tanques, tomas y a las fuentes de abastecimiento más importantes para la comunidad.

- Número de personas a abastecer, tanto actualmente como en un futuro, tomando en cuenta variables tanto demográficas como ambientales.
- El rango de presiones bajo el cual está trabajando el sistema y verificar si corresponden con las características de la zona, esto se evaluó directamente del plano, por la variación de cota entre los distintos puntos y el tanque principal.

4.8.1.3. DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA.

Una vez diagnosticadas todas las características mencionadas, se procede a diseñar un nuevo sistema de abastecimiento, aprovechando en lo posible los elementos ya existentes y adaptando este diseño a las características culturales, socio-económicas y tipos y ubicación de las viviendas de la comunidad. Antes de hacer el diseño, hay que identificar cuales son las condiciones bajo las cuales va a tener que regirse el nuevo sistema; al respecto, se consideraron las siguientes:

- Presiones excesivas en el sistema debido a las grandes diferencias de cota de 100 metros y hasta más.
- No pasar, en lo posible, líneas grandes de acueducto por terrenos inestables para así evitar la probabilidad de un bote de agua, que inestabilice más al suelo.
- Utilizar tubería de un material económico, adaptable a cualquier terreno, resistente a impactos, a posibles desplazamientos diferenciales del terreno inestable y de fácil transporte y colocación.
- Diseñar un sistema que sea lo más económico posible, de fácil construcción, basado en el sistema existente y tomando en cuenta las características de un terreno arbitrario y sin vías de acceso bien constituidas.

Para el cálculo de los elementos del sistema se estudiaron los siguientes escenarios:

- Caudal Base: corresponde a las condiciones promedio anuales del sistema, este análisis sirve para evaluar el balance de los gastos de entrada y de salida de cada uno de los tanques y garantizar que como mínimo el caudal entrada sea igual al de descarga promedio del sistema consumidor del tanque.
- Caudal Pico: se evalúan las condiciones críticas del sistema de distribución, todas las tuberías se diseñan bajo estas condiciones para así garantizar un buen sistema de distribución para el máximo pico horario de consumo anual, el cual fue estimado como 3,0 veces al caudal promedio anual. En vista de que el acueducto a diseñar se cataloga como rural y el pico de consumo horario, al igual que la dotación de diseño, es bastante holgado con respecto a la demanda actual del sistema, unas pocas fallas en algunos sitios no van a ser indicativos de que el sistema esta mal diseñado, siempre y cuando sean cuantificadas y no correspondan a demandas importantes como lo serían el ambulatorio, la escuela ó grandes tanques.
- Caudal del Incendio: en caso de un siniestro se evalúa la posibilidad de que el sistema siga funcionando correctamente, para lo cual se toma como abierto el hidrante mas desfavorable al sistema y un consumo de 1,8 veces igual al gasto promedio anual. Hay que destacar que para acueductos rurales no es usual la instalación de hidrantes y no es evaluado en la mayoría de los diseños, por lo tanto no va a ser una condición impositiva que el sistema se comporte perfectamente bien para este caso.

Por ultimo, todos estos resultados son dispuestos en los respectivos cuadros de nodos y de tuberías para cada uno de los escenarios evaluados.

4.8.2. RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y DESCARGA DE LAS AGUAS SERVIDAS

4.8.2.1. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES:

Los principales sistemas de tratamiento utilizados en comunidades rurales, son los sistemas descentralizados como los mencionados en el Capítulo II, el evaluar su correcta ubicación sólo es posible mediante inspecciones visuales en donde se aprecie las distancias existentes entre el sistema de tratamiento y los cuerpos de aguas naturales cercanos.

Una de las preguntas que contempla la encuesta realizada en la comunidad, fue la manera en como descarga cada vivienda sus aguas residuales, preguntando en cada una de ellas, la manera como fue diseñado el sistema de tratamiento in situ de sus aguas residuales (Tanque Séptico con descarga a Pozo Absorbente). De ser posible se debe consultar a la persona encargada de construir el sistema de tratamiento (usualmente construido por alguien de la vivienda o de la misma comunidad) y de esta manera tener una idea de que tan ajustado está el diseño a lo recomendado en la normativa.

Un importante indicador de la incidencia, de las descargas de aguas negras sobre los cuerpos de aguas naturales, es la determinación de la presencia de coliformes totales y fecales, los cuales como se explicó en el Capítulo II están relacionados directamente con la contaminación del agua por líquidos residuales.

4.8.2.2. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES:

La recolección unificada de las aguas residuales que se producen en un determinado sector es posible cuando las condiciones topográficas favorecen el flujo del líquido residual por la acción de la gravedad a través de tuberías y las viviendas estén

relativamente cerca una de otra. Si las condiciones de la zona no permiten el planteamiento de una red de colectores cloacales, se deberá hacer uso de los sistemas de tratamiento descentralizados como los explicados en el Capítulo II.

Sin embargo, en comunidades como la de Maitana, en donde algunos de los sectores que la conforman, además de no presentar las condiciones antes mencionadas, presentan una considerable separación entre ellos, es necesario plantear varios sistemas tanto de recolección como de tratamiento.

Cuando las vías de acceso por carretera no llegan a todas las viviendas, es muy común que algunos ramales e incluso toda la red de colectores este enterrado debajo de caminos de tierra, caminerías, o simplemente colocado a lo largo del terreno hasta llegar al sitio de descarga. Es muy importante que los habitantes de los sectores que se empotrarán al sistema de recolección, sean copartícipe en la determinación del trazado de los colectores, ya que de esto dependerá en gran medida su aceptación. Para la estimación del caudal de diseño de la red de colectores, se aplicó el criterio INOS.

4.8.2.3. SISTEMA TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES:

La selección del tipo de tecnología a aplicar, para el tratamiento de las aguas residuales en comunidades rurales está limitada principalmente a los siguientes factores:

- a) Costos de diseño y operación: Siendo tan pequeña la población de diseño, se considera que el sistema a aplicar debe ser de muy bajo costo.
- b) Facilidad de operación y mantenimiento: Cualquier sistema que se vaya a implementar debe ser fácil de operar y de poco mantenimiento, de ser posible debe requerir un mínimo personal de operación.

- c) El sistema no debe requerir instalaciones complementarias como bombas, dosificadores, aireadores o cualquier otro equipo que demande energía y eleve los costos de diseño, operación y mantenimiento del sistema.
- d) Debe ser poco sensible a cambios bruscos en el caudal de entrada al sistema.

Luego de analizar los factores antes mencionados, se puede concluir con certeza que uno de los sistemas que mejor se ajusta a estas condiciones es el de laguna de estabilización, sistema cuya única desventaja es la de requerir grandes extensiones de terreno para su eficiente funcionamiento. Sin embargo siendo tan pequeño el caudal de diseño para este tipo de comunidades, las áreas requeridas para la ubicación de la laguna son relativamente bajas.

Para estimar los parámetros involucrados en el cálculo de las dimensiones de la laguna facultativa, mediante el método planteado por Gloyna-Marais es necesario considerar lo siguiente:

Como no se cuenta con un colector de aguas residuales, no es posible determinar la carga orgánica ($DBO_{5,20}$) presente en el líquido residual a estabilizar, es necesario consultar información bibliográfica sobre valores usados en centros poblados con características similares y de esta manera obtener un valor suficientemente ajustado para el diseño de la laguna de estabilización.

Para la $DBO_{5,20}$ efluente de la laguna de oxidación, la normativa venezolana recomienda que su valor no exceda los 60 mg/l, sin embargo debido a que en periodo de sequía la quebrada Maitana (receptora) a veces se seca completamente, no se puede contar con una capacidad de autopurificación, por lo que se cree que el valor normativo es muy alto para este caso en particular. La estimación de la $DBO_{5,20}$ (efluente) estuvo limitada al área disponible para el tratamiento, es decir, se

determina cual seria la máxima remoción de carga orgánica para este tamaño máximo de laguna.

El caudal de diseño de la laguna, es el caudal medio que fluye en el sistema de recolección de las aguas residuales, su manera de calcular fue explicado en el Capitulo II.

La velocidad de degradación (K_t) es un parámetro que depende de la temperatura del medio ambiente. La temperatura usualmente utilizada en nuestro país es de 25 grados. La profundidad recomendada esta entre 1.2 y 2 metros.

4.8.2.4. UBICACIÓN DEL TERRENO

Luego de seleccionar el tipo de sistema de tratamiento a aplicar, se procede a inspeccionar los distintos terrenos que reúnan los requerimientos necesarios para la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales, en las comunidad rurales estos requerimientos son los siguientes:

- a) Espacio suficiente para un eficiente tratamiento
- b) De ser posible, el sitio escogido para la ubicación del sistema de tratamiento, no debe requerir la utilización de equipos de bombeos, o movimientos de tierra muy elevados, minimizando así los costos de construcción.
- c) Su ubicación no debe interferir con las costumbres, tradiciones y hábitos de vida de la comunidad, es decir, que se debe evitar en lo posible que la planta este ubicada en lugares de interés común de la población.
- d) El lugar escogido debe contar con la aprobación de la comunidad.

4.8.2.5. DESCARGA FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES:

Las aguas residuales luego de haber sido sometidas a un proceso de tratamiento pueden descargar finalmente a cursos de agua natural, campos de infiltración, o algún colector cloacal cercano. Es muy común que las aguas tratadas sean finalmente

descargadas en ríos o quebradas cercanas, tratándose de generar el mínimo impacto posible, siendo necesario evaluar la incidencia que puedan tener aguas debajo de esta descarga.

4.9. PROPUESTA DE DESARROLLO

Para poder dar una propuesta de futuro desarrollo coherente con el lineamiento planteado, es necesario tomar en cuenta diferentes consideraciones, a saber, las tomadas aquí fueron las siguientes:

- Las preferencias para determinar el espacio necesario para cada parcela de manera que los habitantes se sientan cómodos y seguros.
- Ubicar este crecimiento en una zona que no esté bajo amenaza grave a eventos naturales que puedan repercutir en la vida de los habitantes.
- Hay que aprovechar los terrenos amenazados para otro tipo de usos, como recreacional, agrícola, paisajístico, entre otros, esto depende de su ubicación y características.
- Las características de crecimiento de la población y su tendencia de ubicación.
- Tener conocimiento y entender las normativas vigentes bajo las cuales se rigen los distintos usos que se pueden aplicar a los suelos de la zona, dependiendo de sus características, necesidades tanto para la comunidad que en ella vive, como para los intereses regionales y nacionales, siempre y cuando nunca se olvide que estos usos no son para el detrimento ni de la comunidad ni del ambiente.

Para poder cumplir con estas consideraciones de una manera ordenada y directa, en cuanto al desarrollo residencial se refiere, se siguieron los siguientes pasos:

1. Uniendo los planos de amenazas de inundación, deslizamiento de taludes y pendientes, se delimita una o más áreas de desarrollo residencial, cumpliendo con las limitantes, que no estuviese bajo gran amenaza ni tuviese pendientes mayores a 30%, esta última consideración es tomada de la ley que rige la zona (ver punto

3.8 *Aspectos Jurídicos*) en la que se prohíbe desarrollar áreas para usos residenciales en pendientes mayores al 30%, tomando en cuenta su accesibilidad, tanto a la zona, como a la incorporación a los servicios sanitarios diseñados.

2. Tomando en cuenta las características propias de la zona y la comunidad, sus costumbres, uso del suelo, manejo del espacio, tipo y forma de las viviendas y parcelas, se toma una dimensión de parcela acorde, determinando así un área promedio de parcela.
3. Se adopta un porcentaje de 10% del área bruta desarrollable residencialmente, con lo que queda un 90% para parcelas y tomando el área de cada parcela propuesto, se estima el número máximo de viviendas a ubicar en la zona.
4. A este número máximo de viviendas se le resta el número de viviendas que ya se encuentran dentro de la zona, determinando así el número de viviendas adicionales ubicables en la zona, respetando las condiciones de amenaza y los aspectos legales.
5. Con el número de personas por vivienda determinado para la zona y las personas actuales en la comunidad, se haya el número de personas para un desarrollo ordenado.
6. Se evalúa la capacidad de los servicios de agua diseñados, a fin de que puedan cumplir con la demanda a futuro y en caso de que no pueda, plantear una ampliación a los sistemas. Esto, en el caso del sistema de aguas residuales, en vista de que son varios sistemas independientes, este crecimiento solo afecta al sistema al cual pertenece (colector y planta de tratamiento), por lo cual se chequea las dimensiones del mismo. En el caso del acueducto, el aumento del consumo de agua pudiese afectar las dimensiones de la línea principal de distribución y del tanque principal de Maitana.
7. Todas estas propuestas se le plantean a la comunidad con la finalidad de llegar a una propuesta acorde con las necesidades de ellos, con las condiciones ambientales y técnicas y con los aspectos legales.

Los otros usos de tierra considerados fueron: agrícola, protector-conservacionista y recreacional, para los que solo se hacen recomendaciones de uso basándose en lo que dicta la normativa legal correspondiente y el Plan de Ordenamiento de la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas.

A pesar de que estos últimos pasos conforman la metodología planteada para llegar a una propuesta de desarrollo ordenado, lo ideal sería que la propuesta no venga de los técnicos que trabajan en el proyecto, sino que debe ser desde el mismo seno de la comunidad donde se planteen estas ideas y pasen a ser los técnicos del proyecto, simples asesores que ayuden a que estas ideas se consoliden dentro del marco de la legalidad y de un desarrollo sostenible en el tiempo, tanto para el bien de la comunidad como del medio ambiente. Esto no se pudo realizar en este proyecto ya que para llegar a este grado de madurez y organización en la comunidad, es necesario un trabajo social bastante exhaustivo, con el cual se logre ampliar los horizontes de cada una de las personas y que entiendan de que sus derechos, al igual que sus deberes, son iguales a los de cualquier otra persona, sin importar su estrato social ni los conflictos personales y que la única manera de lograr las metas trazadas es con esfuerzo y dedicación y no de solo unos pocos, sino de todos los integrantes de la comunidad, ya que es en la unión donde está la fuerza y el éxito.

Siguiendo con el mismo esquema de la metodología, primero se muestran los resultados de las características de la población, para así aclarar cualquier duda importante en el planteamiento de las distintas soluciones de servicios de agua y de desarrollo a futuro. También se muestran los distintos niveles de amenazas naturales bajo los que se encuentra influenciada la zona que es una información de alta importancia al momento de plantear las distintas propuestas de solución y desarrollo. Posteriormente se analizan los servicios actuales de agua así como la propuesta definitiva para su mejora y por último se explicará el bosquejo de una propuesta para el desarrollo ordenado de Maitana tomando en cuenta los análisis de amenazas evaluados y respetando las leyes ambientales y las costumbres de la comunidad.

Con la finalidad de un mejor entendimiento para el lector primero se expondrán los resultados de cada uno de los puntos aquí estudiados, resumiéndose cada uno de estos en una lámina.

5.1. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA.

Los resultados del número de personas por sector y total de la comunidad ya se adelantaron en el Análisis del Sitio como una manera de poder explicar al lector las características demográficas de la comunidad, pero serán nuevamente colocados en este capítulo con la finalidad de englobar todas las características. En las Tablas 5.1 a 5.4 se detalla toda la información por sector.

En estas tablas se aprecia como la mayor parte de los servicios de agua potable son abastecidos directamente del bombeo del Sistema Anauco, a través de una conexión ilegal a la tubería de aducción, manifestándose la necesidad inherente de un buen sistema ordenado y eficiente de acueducto. En cuanto al servicio de aguas residuales, la gran mayoría dispone sus aguas grises de manera directa sobre el suelo o sobre la quebrada y en cuanto a las descargas de aguas negras, estas en su mayoría se

disponen en sumideros, sin ningún tratamiento primario, excepto unos poco que usan bien el sistema séptico-sumidero.

Tabla 5.1 Análisis de datos de población de la comunidad por sectores

SECTOR	Número de habitantes	Número de viviendas	per/viv	Area (Ha)	Densidad de personas (hab/ha)	Densidad de viviendas (viv/ha)
LAS MARIAS	117	25	5	12	10	2
COLINAS DE MAITANA	36	7	5	7	5	1
AGUA FRIA	181	29	6	15	12	2
CARRETERA DE MAITANA	106	25	4	17	6	1
COROSAL	99	23	4	22	5	1
ZONA CENTRAL	70	13	5	5	13	3
MAITANA ALTA	60	16	4	5	13	3
SAN JUDAS TADEO	86	23	4	5	19	5
PUENTE TINTA	20	5	4	4	5	1
LOS MANGOS	211	51	4	12	18	4
SAN FELIPE	38	9	4	18	2	1
MONTAÑITA	30	7	4	2	15	4
CORTADA DE MATURIN	7	2	4	1	7	2
EL TOPO	14	3	5	6	2	1
PALMIRA	32	8	4	4	9	2
TOTAL MAITANA ==>	1107	246	5	240	5	1

		100	0	0	0	0	0	0	0	0	3	60
LOS MANGOS	28	56	20	40	0	0	0	0	2	4	4	8
SAN FELIPE	0	0	0	0	8	100	0	0	0	0	2	25
MONTAÑITA	10	83	0	0	2	17	0	0	0	0	2	17
CORTADA DE MATURIN	2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EL TOPO	0	0	0	0	3	100	0	0	0	0	0	0
PALMIRA	0	0	0	0	8	100	0	0	0	0	0	0
TOTAL MAITANA ==>	168	67	27	11	34	14	15	6	6	2	29	12

Tabla 5.3 Distribución de los sistemas particulares de disposición de aguas grises por sector

SECTOR	Sistema particular de disposición de Aguas Grises					
	séptico-sumidero		disposición directa		No Respondió	
	Num. Viv.	%	Num. Viv.	%	Num. Viv.	%
LAS MARIAS	5	20	19	76	1	4
COLINAS DE MAITANA	0	0	7	100	0	0
AGUA FRIA	0	0	31	100	0	0
CARRETERA DE MAITANA	4	13	26	87	0	0
COROSAL	4	14	14	48	11	38
ZONA CENTRAL	3	21	10	71	1	7
MAITANA ALTA	0	0	16	89	2	11
SAN JUDAS TADEO	1	4	18	69	7	27
PUENTE TINTA	0	0	5	63	3	38
LOS MANGOS	0	0	46	92	4	8
SAN FELIPE	0	0	8	80	2	20
MONTAÑITA	0	0	10	83	2	17
CORTADA DE MATURIN	0	0	2	100	0	0
EL TOPO	2	50	1	25	1	25
PALMIRA	0	0	8	100	0	0
TOTAL MAITANA →	19	8	221	92	0	0

Tabla 5.4 Distribución de los sistemas particulares de disposición de aguas negras por sector

SECTOR	Sistema particular de disposición de Excretas									
	séptico-sumidero		sumidero		letrina		No posee		No Respondió	
	Num. Viv.	%	Num. Viv.	%	Num. Viv.	%	Num. Viv.	%	Num. Viv.	%
LAS MARIAS	5	20	18	72	0	0	2	8	0	0
COLINAS DE MAITANA	0	0	7	100	0	0	0	0	0	0
AGUA FRIA	0	0	30	100	0	0	0	0	1	3
CARRETERA DE MAITANA	4	11	30	86	0	0	1	3	0	0
COROSAL	4	14	24	83	0	0	1	3	1	3
ZONA CENTRAL	3	23	10	0	0	0	0	0	1	8
MAITANA ALTA	0	0	16	84	0	0	3	16	2	11
SAN JUDAS TADEO	1	6	11	0	2	11	4	22	7	39
PUENTE TINTA	1	20	2	40	0	0	2	40	3	60
LOS MANGOS	10	22	11	0	5	11	19	42	3	7
SAN FELIPE	0	0	2	25	1	13	5	63	2	25
MONTAÑITA	0	0	7	0	0	0	5	42	2	17
CORTADA DE MATURIN	0	0	2	100	0	0	0	0	0	0
EL TOPO	2	67	1	0	0	0	0	0	1	33
PALMIRA	0	0	8	100	0	0	0	0	0	0
TOTAL MAITANA ==>	30	12	179	69	8	3	42	16	23	9

Se puede apreciar que en la zona existe un promedio de entre 4.5 y 5 personas por vivienda, por lo que para los diseños de los servicios se decide adoptar el numero de 5 habitantes por vivienda, para así tener un mayor rango de seguridad.

En cuanto a la densidad de los habitantes en la zona, esta ronda el valor medio de 5 hab./Ha para un área total estimada en el uso residencial de 240 hectáreas, presentando un valor máximo de 19 hab./Ha, el cual si se habla de lo especificado en la norma de 20 hab./Ha (ver punto 3.3), ningún sector estaría fuera de la legalidad en este aspecto en particular. Si se compara este valor con el número de personas por vivienda se puede ver que en promedio la densidad de viviendas sería de 1 vivienda por hectárea, llegando a valores picos de hasta casi 5 viviendas por hectárea, todos estos valores indican que la densidad de la comunidad es baja, por lo que para cualquier propuesta de desarrollo se tienen que tener presente estos valores que son propios de la gente y sus costumbres, siempre dentro del marco de la legalidad.

5.2. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

En la lámina 5.1 se exponen claramente todos los levantamientos realizados en el sitio por medio de un plano único con fotos para un mejor entendimiento del lugar. Como ya se mencionó en la metodología, el levantamiento de desnivel entre los estanques no se llevó al plano ya que solamente se realizó el levantamiento altimétrico, así que los resultados de este levantamiento se exponen en la tabla 5.5, hay que mencionar que la cota del punto A, se supuso para los cálculos en 790 msnm como cota aproximada, esto se puede hacer ya que el valor que interesa es el desnivel entre los tanques y no la cota absoluta de ellos.

Tabla 5.5. Datos del levantamiento y cálculos del desnivel entre la entrada y la salida de la tubería de aducción al Tanque Maitana (cota del punto "A" supuesta)

PT #	IDEN	ALTURA	ANG VERT			DIST INCLI	DIST HOR	COTA PTO
		m	°	'	"	m	m	msnm
A	Estación	1.555						790.000
Tanque Maitana	Atrás	2.3	92	14	16	152.905	152.788	783.285
B	Adelante	1.5	85	3	29	112.06	111.988	799.709
B	Estación	1.568						799.709
A	Atrás	1.5	95	2	26	112.428	111.993	
C	Adelante	1.5	88	34	35	22.026	22.019	800.324
C	Estación	1.565						800.324
B	Atrás	1.5	91	59	40	22.019	22.006	
Rebombeo	Adelante	0.7	100	16	16	48.319	47.545	792.573
DESNIVEL ENTRE LA ENTRADA Y LA SALIDA DE LOS ESTANQUES ==> 9.289 metros								

5.3. ANÁLISIS DE AMENAZAS NATURALES

5.3.1. AMENAZAS HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS

5.3.1.1. SEQUÍAS.

El consumo de agua en la zona está definido únicamente por un consumo residencial, no existe un desarrollo agrícola de importancia ni la infraestructura necesaria para esta, los cultivos vistos en la zona se engloban en pequeños conucos con riego de secano (riego por lluvia); todo lo anterior indica que el consumo de agua en la zona es muy poca.

Adicionalmente a lo mencionado cabe resaltar el hecho de que la única fuente de agua en la zona es la subterránea, de la cual se menciona también que se sospecha de una gran capacidad de extracción del acuífero ya que, con un pozo de aproximadamente 40 o 50 metros de profundidad, se logra sacar un caudal aproximado de 30 lps por períodos de hasta 5 días seguidos.

Por todo lo mencionado, no se toma la sequía como una amenaza natural, ya que no hay posibilidad de algún daño a cultivos ni a falla en el abastecimiento de agua a consumo humano. La única posibilidad de amenaza debida a la sequía es el aumento de los incendios forestales, para lo que se recomienda disponer a lo largo del acueducto los hidrantes necesarios para salvaguardar el bienestar de la vida y los bienes de los habitantes ante un incendio de grandes magnitudes.

5.3.1.2. INUNDACIONES.

A) HIDROLOGÍA

Los resultados de este análisis son expuestos en tablas tal y como fueron calculados, en el Apéndice 3, únicamente se mostrarán en este capítulo las curvas I-D-F para ambas quebradas y las crecientes de diseño para cada uno de los tramos, pero hay

cierta información que no sale explícitamente en las tablas y por lo tanto fue mejor presentarla a continuación.

Para el análisis de la creciente generada en la quebrada Maitana, en vista de que esta era interceptada por la quebrada Las Marías, a la cual también era necesario definirle su creciente de diseño, la quebrada Maitana se dividió en dos tramos para su análisis: el primero hasta la intercepción con la quebrada Las Marías y el segundo tramo desde este punto hasta el final de la jurisdicción de la Junta de Vecinos de Maitana, en el sector Maitanita, determinándose así las crecientes para ambos tramos.

La quebrada Maitana hasta Maitanita tiene un Tiempo de Concentración de 75 minutos (desnivel de 765 metros y longitud de cauce de 11,6 kilómetros), al dividir la cuenca en 5 isócronas de 15 minutos cada una (para el análisis por el método de C.O. Clark), la isócrona de tiempo de concentración 15 minutos pasa justamente por la confluencia con la quebrada Las Marías, definiéndose que la creciente para el primer tramo de quebrada tiene un tiempo de concentración de 60 minutos.

En cuanto a la quebrada Las Marías su cauce principal tiene un desnivel de 235 metros y una longitud de 1550 metros, para un tiempo de concentración de 12 minutos, fue debido a este tiempo de concentración tan corto y por la necesidad académica de aplicar otro método de análisis, que las crecientes de esta quebradas se sintetizaron por el Método del Hietograma Triangular.

Dada las características de las cuencas de las quebradas Maitana y Las Marías el número de curva escogido para la primera cuenca fue de 55 y para la segunda fue de 60¹, esta diferencia se debe a que, a pesar de que Las Marías es una subcuenca de la quebrada Maitana, la intervención en la cuenca de la quebrada Las Marías es mayor, y por ende este número tiene que ser un poco mayor.

¹ Tomado de la Tabla 5.5.2 del texto “Hidrología Aplicada”.

El área de cada una de las cuencas es de 26,26 km² para la quebrada Maitana en Maitanita y de 148 hectáreas para la quebrada Las Marías en la confluencia con la quebrada Maitana.

Para los cálculos de las curvas I-D-F, por los polígonos de Thiessen, se determinó que para la cuenca de la quebrada Maitana en Maitanita las estaciones influyentes son tres (Charavalle, Caracas USB y Paracotos), en cambio para la cuenca de Las Marías la única estación influyente es Charavalle.

B) HIDRÁULICA

En los resultados de esta parte del análisis se encuentran las secciones con sus respectivos niveles de agua para cada una de las crecientes consideradas, el perfil hidráulico de la quebrada donde se muestren todos cambios en los niveles de superficie, las distintas curvas de área vs. profundidad, rugosidad vs. profundidad y radio hidráulico vs. profundidad como las principales para cada sección, además de las estructuras especiales y las consideraciones particulares tomadas para cada caso.

En cuanto a los resultados de los niveles de agua en cada una de las secciones, así como las curvas de sus características vs. la profundidad, se consideran que no son necesarios mostrarlos, ya que cada uno de ellos por si solo no aportan nada en especial que ayude a la comprensión del comportamiento, sino mas bien son la combinación de todos los resultados en el perfil hidráulico de la quebrada lo que logra demostrar el comportamiento hidráulico de la quebrada cuando por ella transitan cada una de las crecientes sintetizadas en el análisis hidrológico

Debido a que la planicie se construyó con los valores de las crecientes de 10, 25 y 100 años de período de retorno (T_r), serán estos los resultados mostrados en el análisis, las otras crecientes con períodos de 5 y 50 años, a pesar de que fueron transitadas y se utilizaron para corroborar resultados, no se mostrarán en los resultados para así no densificar tanto la información que no la haga entendible.

Para demostrar el comportamiento de la quebrada, los gráficos a mostrar son:

- Los *perfiles hidráulicos*, en donde se señala la línea de profundidad crítica y del flujo, la energía y el fondo del canal.
- Las *velocidades* a lo largo del canal, para las distintas crecientes, tanto para el canal derecho, izquierdo y central.
- El *Número de Froude* a lo largo del canal, para las distintas crecientes, tanto para el canal derecho, izquierdo y central.

Debido a que el canal de la quebrada Maitana se dividió en dos, los resultados de los perfiles también se separan en dos, donde el tramo que dice *Corosal* corresponde aguas arriba de la confluencia y el tramo que dice *SJ LMan* corresponde al tramo desde la confluencia hasta el sitio de ubicación de la planta de tratamiento de las aguas residuales de San Judas, Los Mangos y Puente Tinta.

Es de recordar que todos los resultados mostrados en estos gráficos son los aportados directamente del HEC-RAS y por lo tanto aquí no se toman en cuenta las corroboraciones y correcciones a la planicie que fueron hechas en campo ya mencionadas cuando se explicó la metodología aplicada.

Hay que señalar que todos los gráficos mostrados son tomados de los resultados del HEC-RAS y debido a esto tanto la leyenda como alguna información en los ejes se presentan en inglés.

- *Perfiles Hidráulicos*: estos se muestran en las figuras 5.6 a 5.11 (el espacio en blanco en los perfiles de Maitana corresponden al punto donde se encuentra la confluencia entre las dos quebradas y por lo tanto, el modelo no calcula perfil en ese tramo, ya que los cálculos de los niveles los hace por Cantidad de Momento), de las cuales se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Para la creciente de período de retorno de 10 años, en la quebrada Maitana se ve de manifiesto un comportamiento bastante aceptable y sin resaltos extraños, ni nada que pareciera ir en contra de la lógica. Se observa la existencia de varios resaltos hidráulicos, que ponen en evidencia un flujo tendiente al crítico y por lo tanto bastante inestable. En cuanto a la quebrada Las Marías, apenas se logra ver la línea de la creciente, lo que indica que la profundidad es muy pequeña, pero siempre acompañada de altas velocidades y con un ancho de inundación bastante pequeño.
- En el caso de la creciente para el período de retorno de 25 años, la quebrada Maitana, ya se empiezan a manifestar comportamientos poco probables, como lo es el gran resalto evidenciado en la progresiva 1860 ubicado geográficamente un poco antes del plano donde está la casa del Sr. Samuel (Co-23), este resultado tiene que verificarse en campo para ver si hay condiciones geométricas para generarlo, ó evidencia de eventos pasados. En cuanto a la quebrada Las Marías no se observa nada extraño, apreciándose el buen desempeño de la alcantarilla ó cajón presente en la progresiva 140 del cauce.

Para la creciente de período de retorno de 100 años, se pone de manifiesto la gran cantidad de resaltos que caracterizan el comportamiento de la creciente en la quebrada Maitana, el gran resalto que se formaba en la progresiva 1860 a disminuido hasta comportarse de una manera bastante lógica en relación con el resto de la quebrada, las profundidades alcanzadas por el flujo son alarmantes e indicativos de extensas inundaciones. En cuanto a Las Marías, los niveles alcanzados en la confluencia son tales que se llega a inundar el cajón y hasta un poco mas aguas arriba de esta quebrada, indicando esto que la Zona Central estaría también bajo las aguas. A pesar de que no se representa gráficamente, el cajón de Las Marías se comporta hidráulicamente bastante bien hasta una creciente de 50 años en donde la alcantarilla, no estando cubierta por los niveles de agua de la quebrada Maitana, colapsa pasando por encima de la vía las aguas provenientes de la quebrada Las Marías.

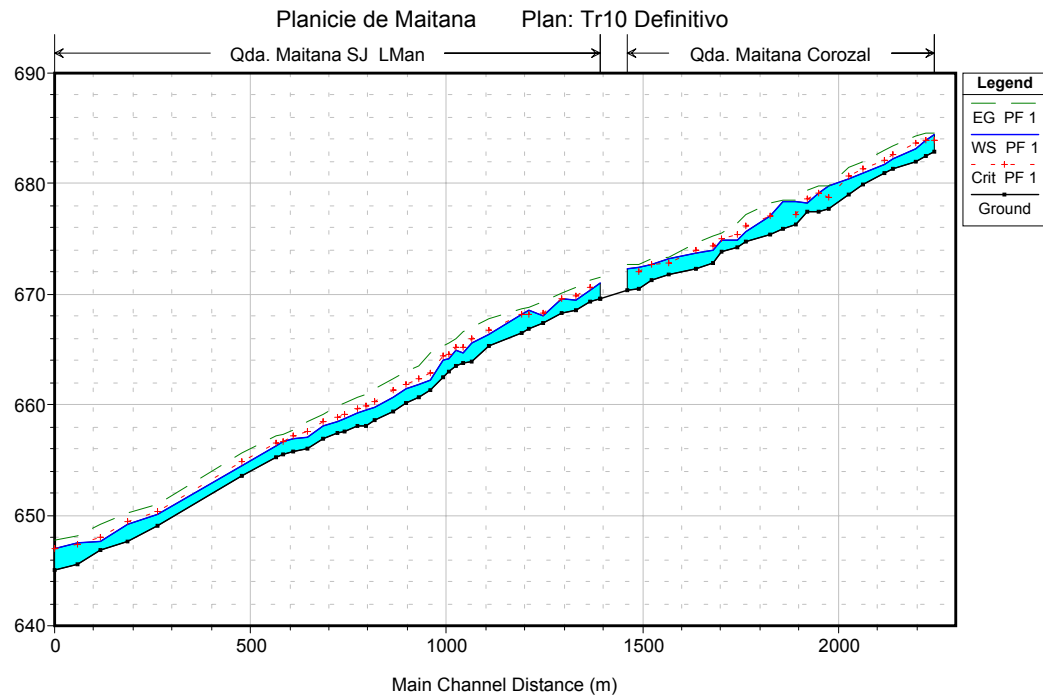
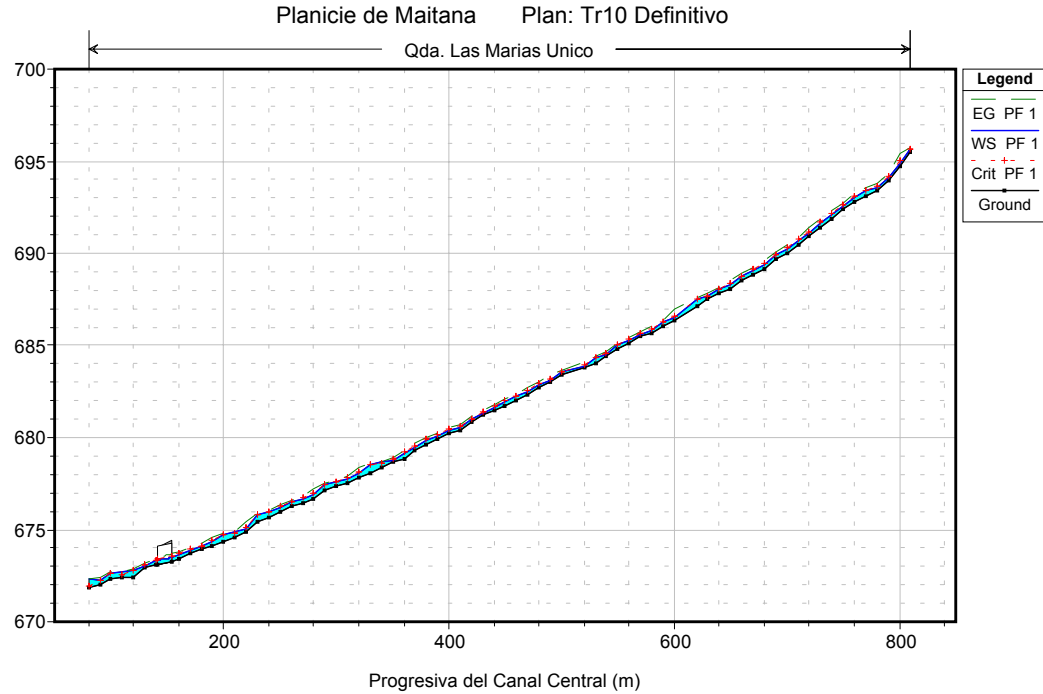


Figura 5.6 Perfil Hidráulico de la Quebrada Maitana para la creciente de 10 años



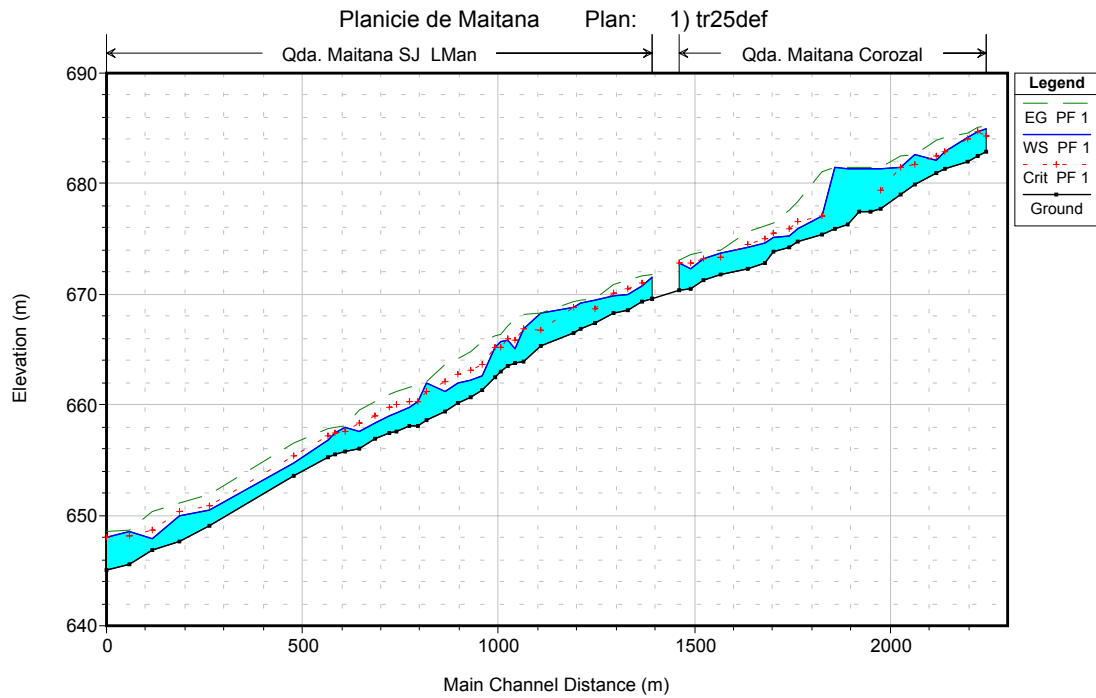
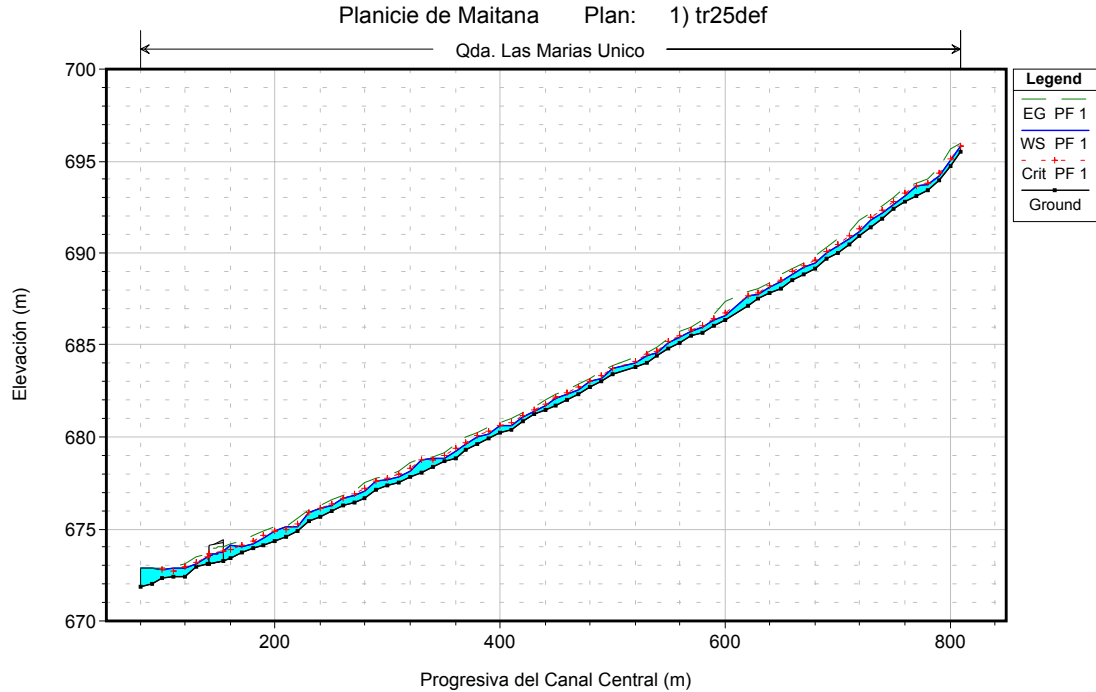


Figura 5.8 Perfil Hidráulico de la Quebrada Maitana para la creciente de 25 años



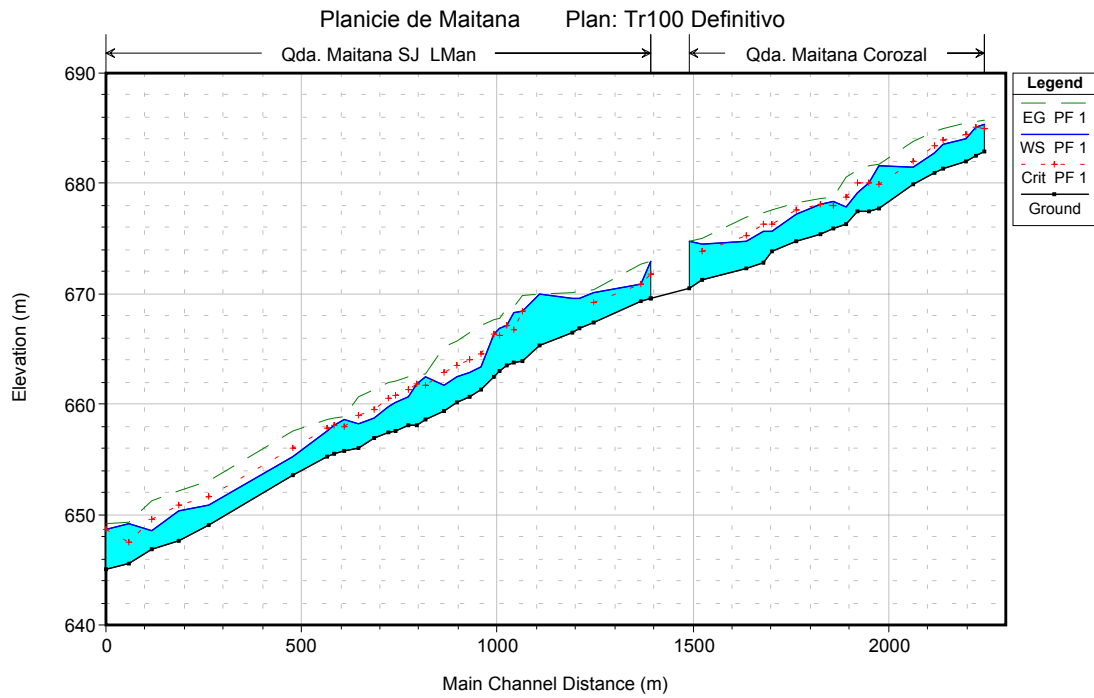
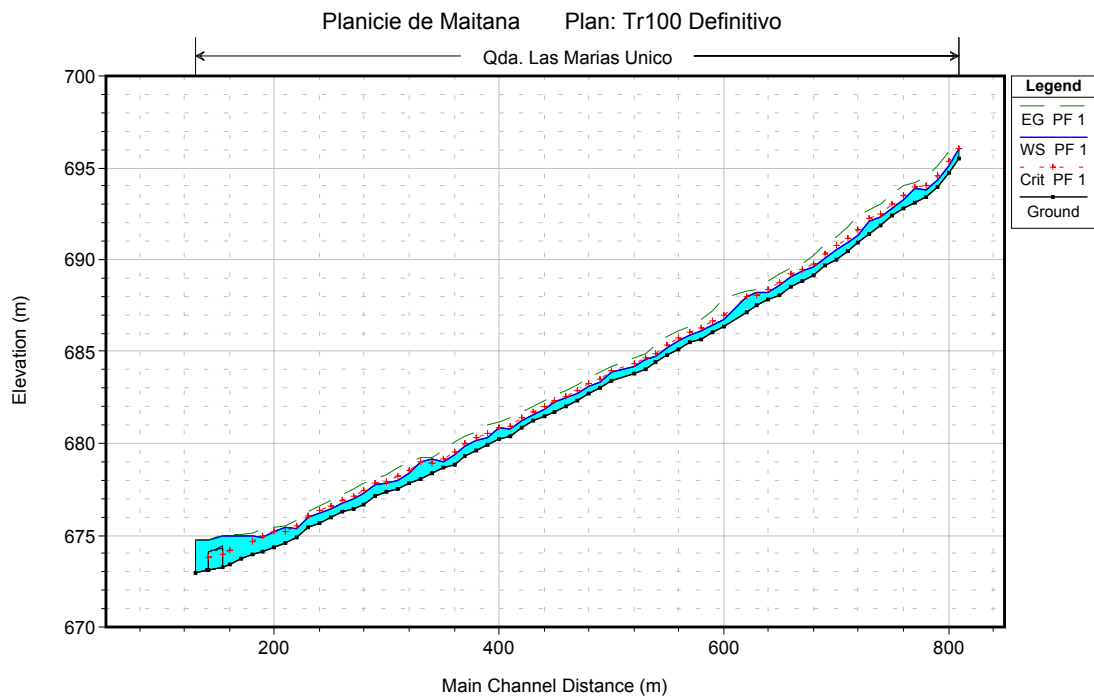


Figura 5.10 Perfil Hidráulico de la Quebrada Maitana para la creciente de 100 años



Velocidades Promedios a lo largo del canal: estos resultados son mostrados en las figuras del 5.12 al 5.16, debido a que algunas de las secciones se eliminaban por las razones ya explicadas en la metodología, la geometría del cauce de Las Marías y del tramo aguas arriba de Maitana era distinta para las crecientes de 10 y 25 años con respecto a la de 100 años y debido a esto los resultados de velocidades y de número de Froude tienen que ser separados en gráficos, uno para 10 y 25 años y otro para 100 años de período de retorno. De estas curvas se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- Para el tramo aguas abajo de la confluencia, las velocidades medias para el canal central están entre los 5 y los 6 m/s para todas las crecientes y para las bermas derecha e izquierda ronda el 1 m/s. Esta diferencia tan abismal se debe a que en general la rugosidad en los laterales (valores de n de Manning entre los 0,5 y 0,7 como promedio) es mucho mayor a la del canal (n de Manning en 0,025) además que la geometría de las bermas por lo general es mas alargada por lo que su sección es menos eficiente que en el canal central.
- Para el tramo aguas arriba de la confluencia las velocidades medias rondan los valores de 4 m/s para las crecientes de 10 y 25 años en el canal central y de 5 m/s en el canal central para la creciente de 100 años. En cuanto a las velocidades de las bermas estas rondan los valores de 0,8 m/s y 1,0 m/s respectivamente, por las mismas razones explicadas anteriormente. Existe un pico muy alto de velocidad (mas de 10 m/s) después de un pico muy bajo (0,8 m/s) para el canal central, esto es muestra de la existencia de un resalto muy fuerte en este punto, el cual es el mismo que se había mencionado en el análisis del perfil hidráulico y que era necesario corroborar en campo, ya que velocidades tan altas son poco probables que no dejen huellas o marcas en el cauce o no sean debidas a un cambio muy abrupto de la geometría, además este efecto ocurre únicamente para la creciente de 25 años ya que para las otras no ocurre nada parecido. Al verificar la información en campo, no se encontraron evidencias de que ocurriera algún efecto parecido al explicado, por lo que se descartó este resalto como probable.

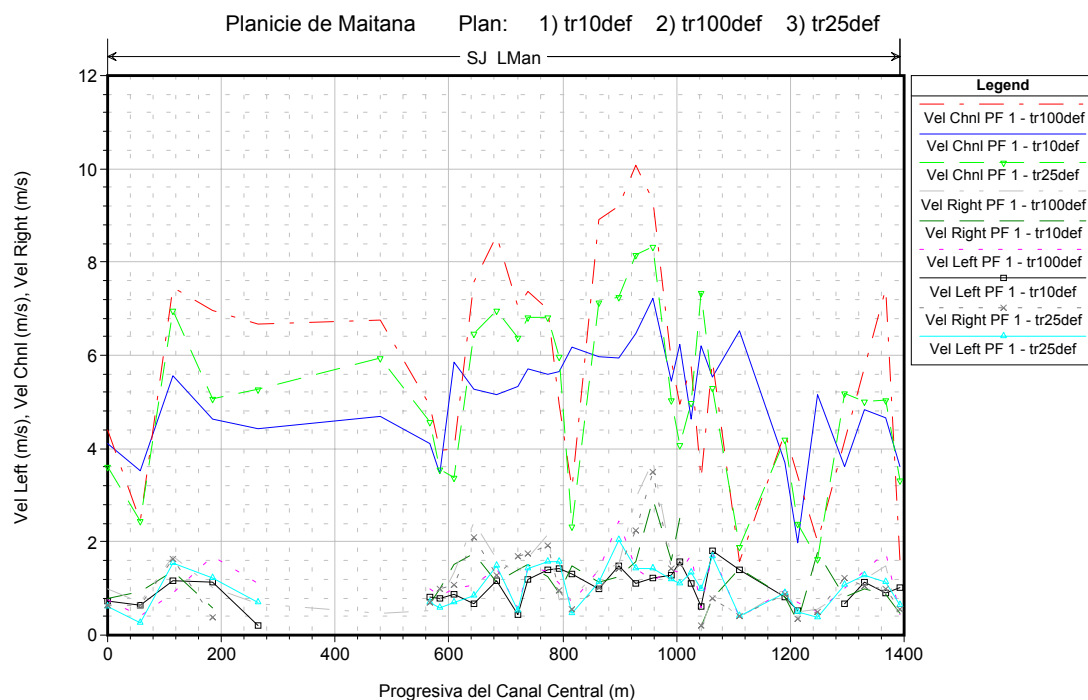
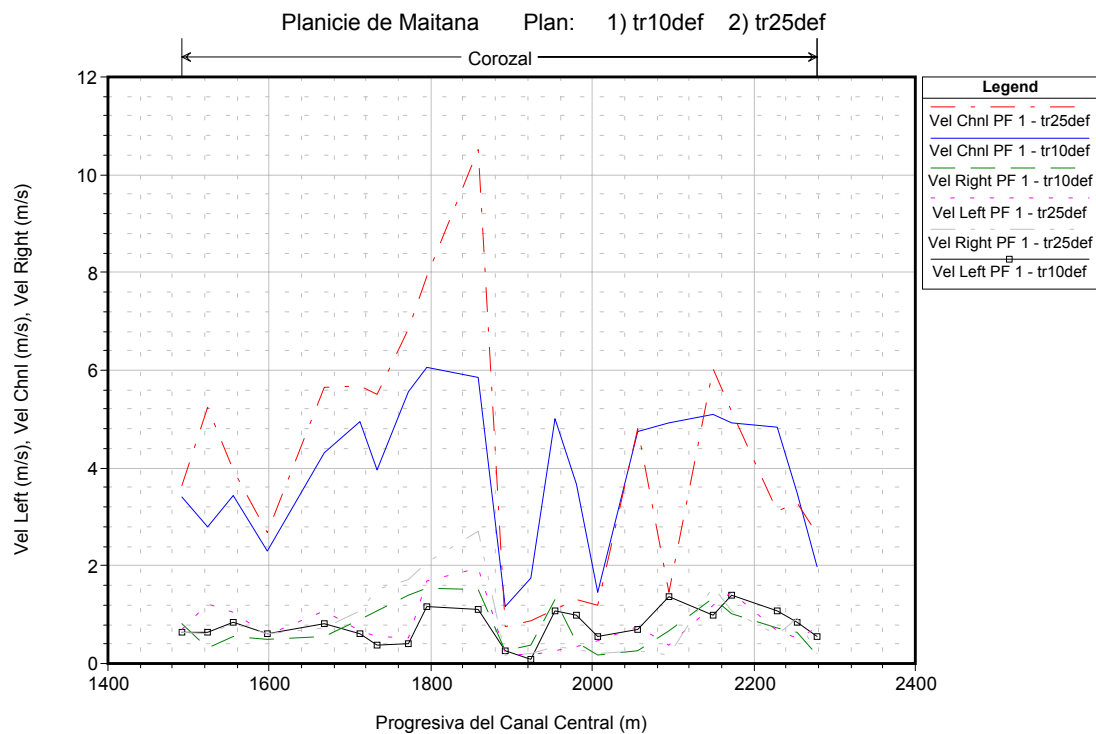


Figura 5.12 Velocidades promedio en el Canal Central, Berma Derecha e Izquierda para la Quebrada Maitana, tramo aguas abajo de la confluencia para todas las crecientes.



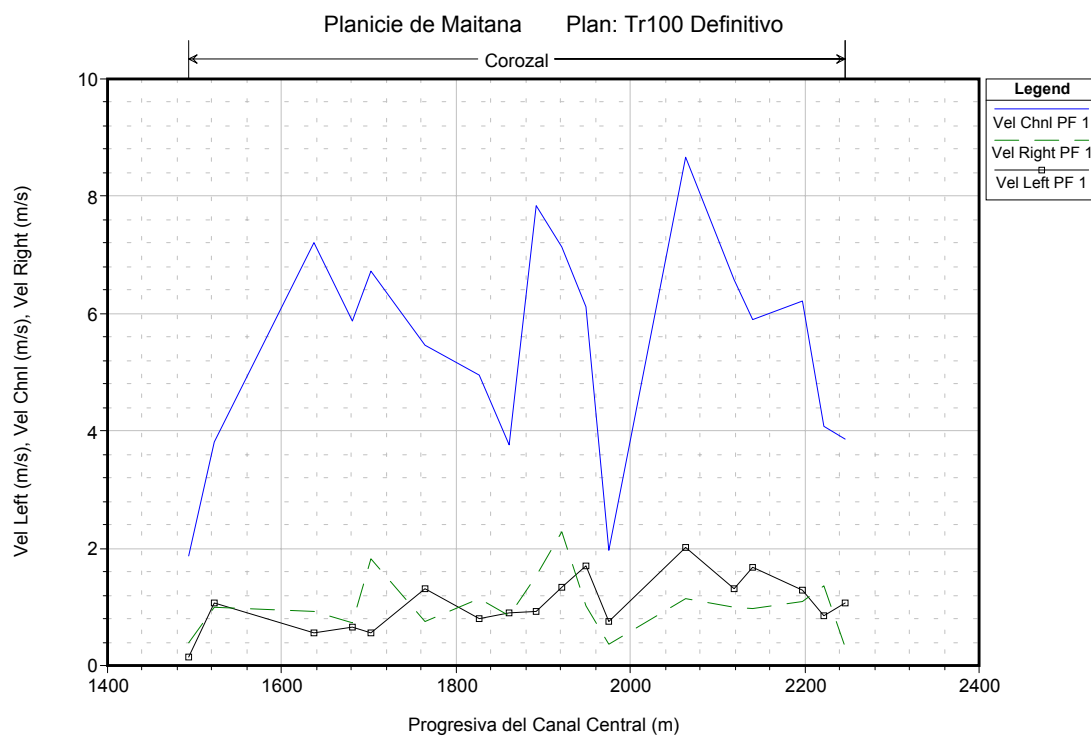
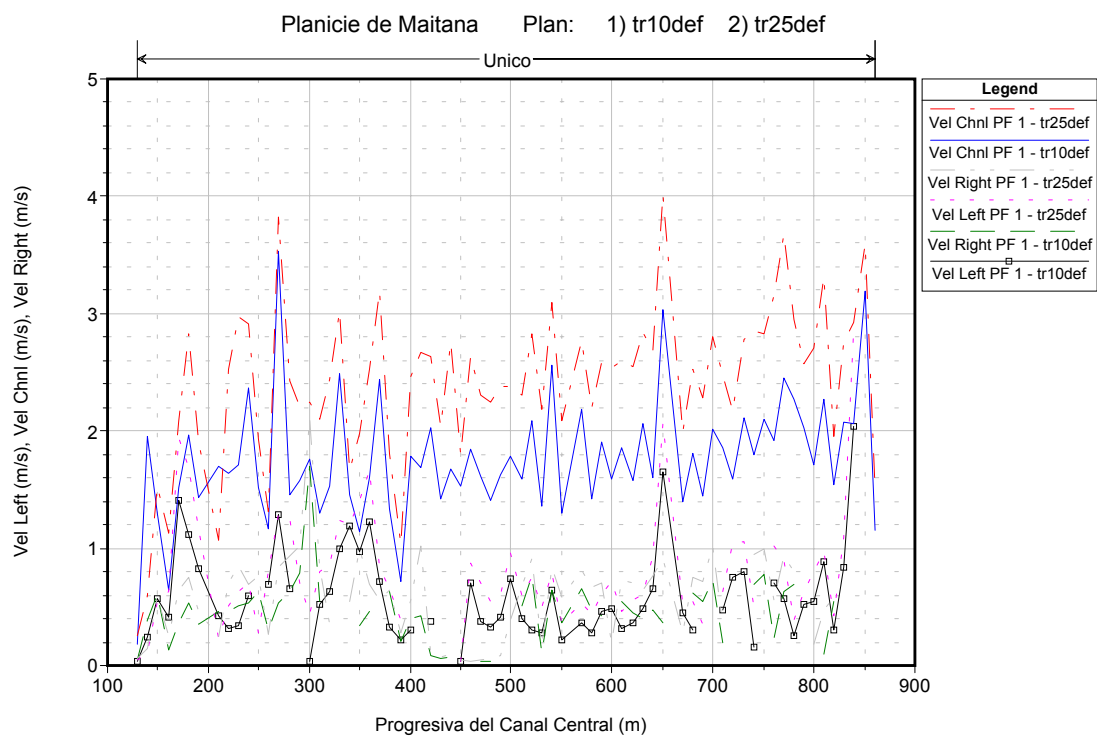


Figura 5.14 Velocidades Promedio en el Canal Central, Berma Derecha e Izquierda para la Quebrada Maitana, aguas arriba de la confluencia, para periodo de retorno igual a 100 años.



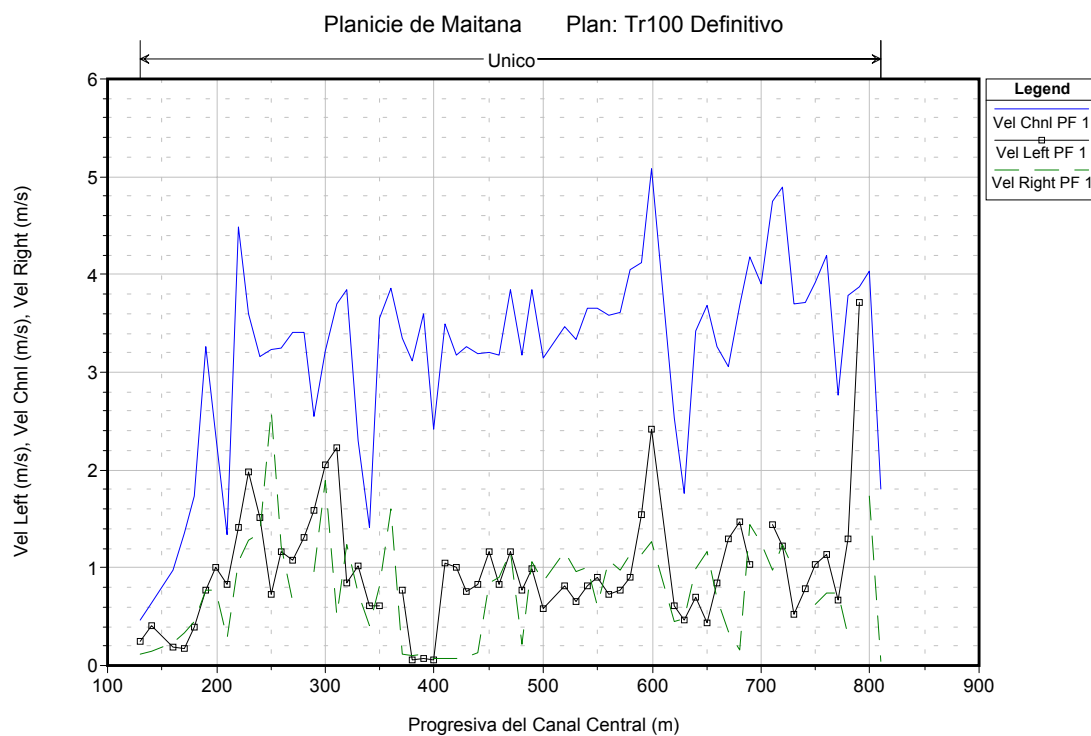
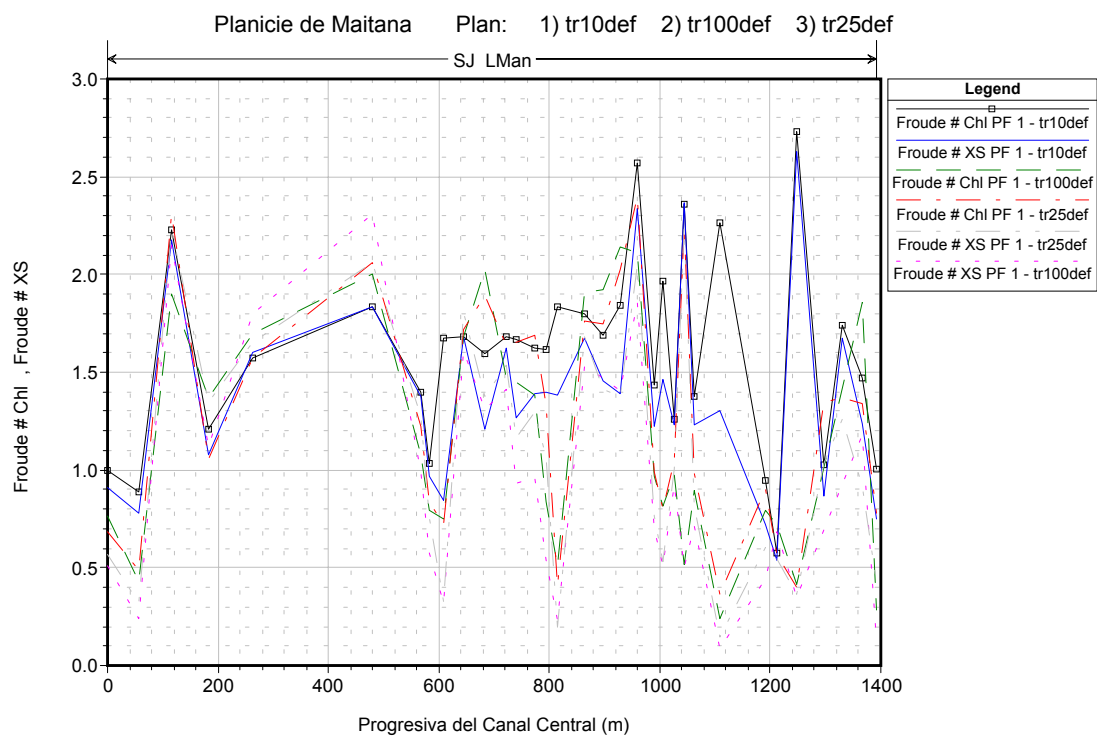


Figura 5.16 Velocidades Promedio en el Canal Central, Berma Derecha e Izquierda para la Quebrada Las Marias, para período de retorno igual a 100 años.



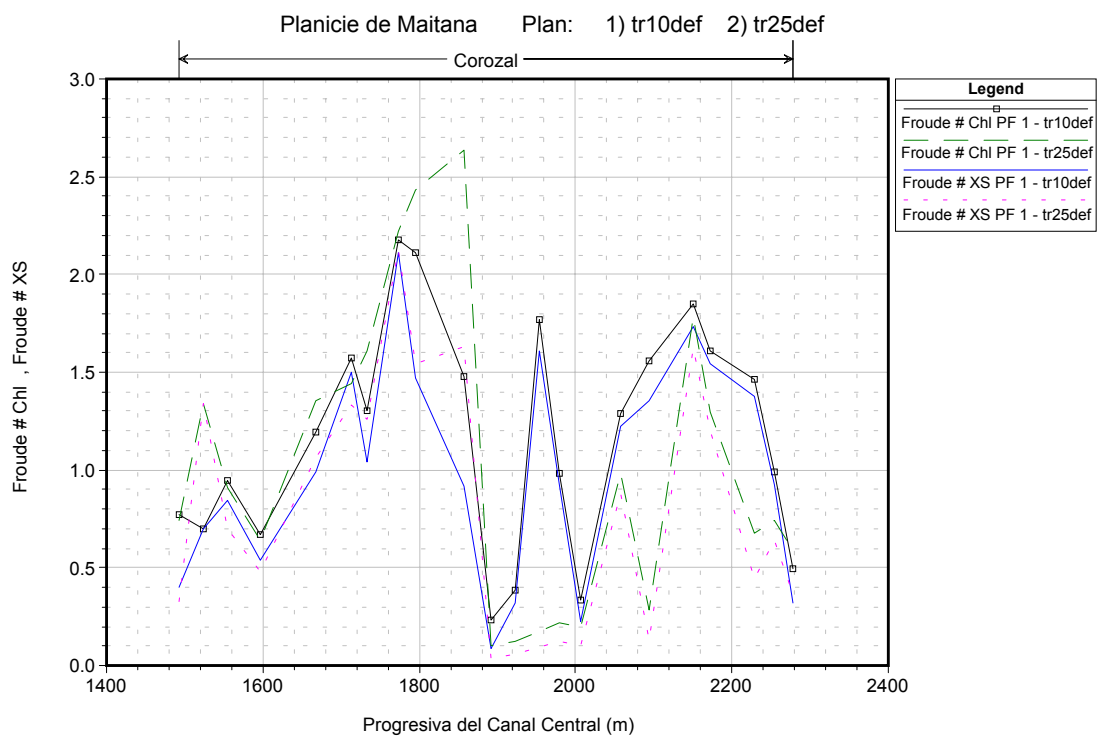


Figura 5.18 Números de Froude para la Quebrada Maitana, tramo aguas arriba de la confluencia, para las crecientes de 10 y 25 años de período de retorno.

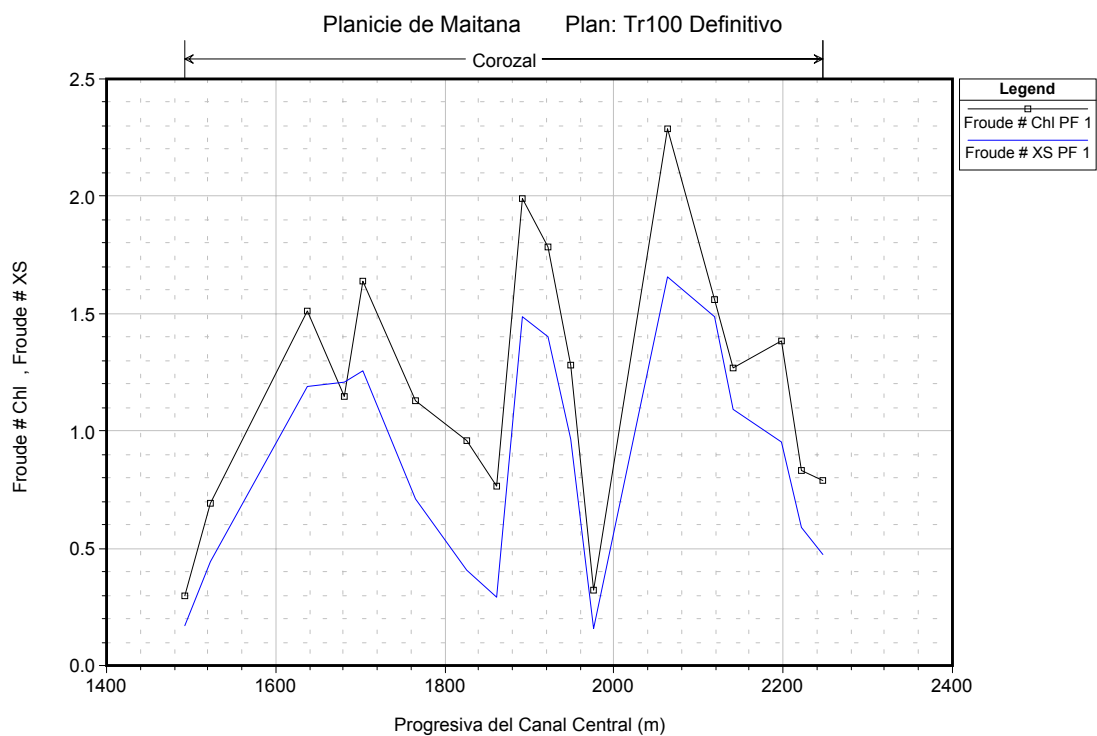
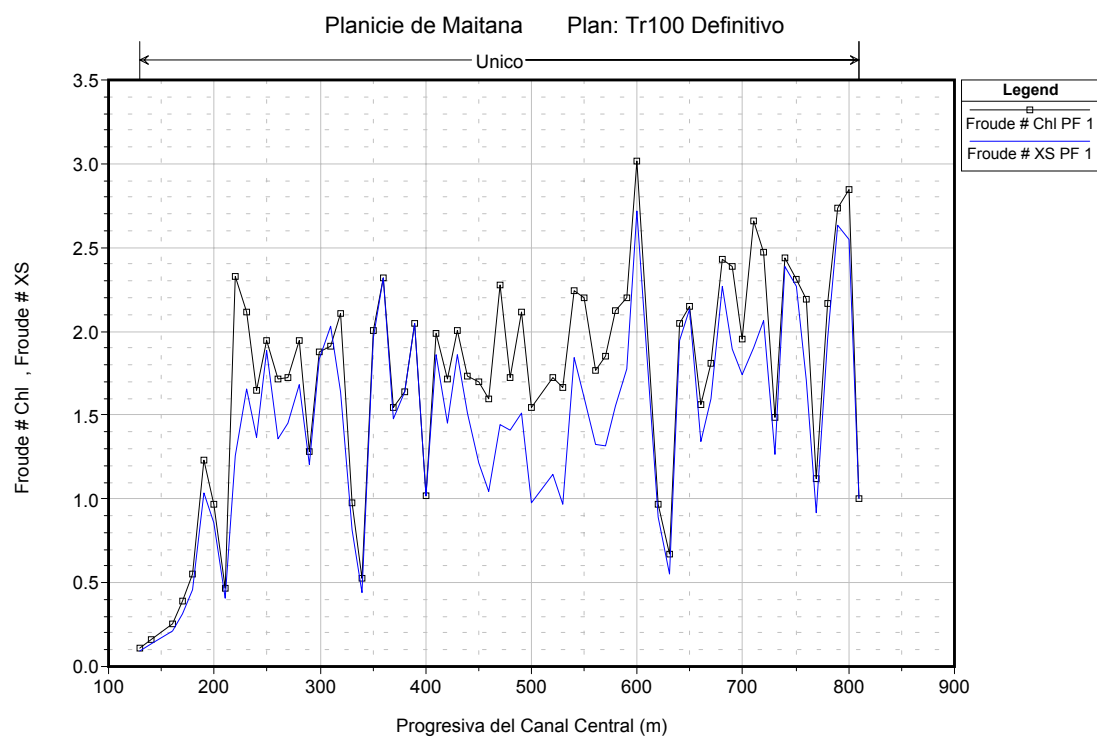


Figura 5.20 Números de Froude para la Quebrada Las Marías, para las crecientes de 10 y 25 años de período de retorno.



En cuanto a la quebrada Las Marías las velocidades medias en el canal central para las crecientes de 10, 25 y 100 años son de 1,8 m/s, 2,5 m/s y 3,5 m/s, mientras que para las bermas derecha e izquierda las velocidades medias rondan los 0,5 m/s para las crecientes de 10 y 25 años mientras que para la de 100 años, las velocidades medias rondan los 0,8 m/s. Estas velocidades pueden no ser muy altas, pero si esta quebrada pasa junto a viviendas, en donde hay niños que puedan caer a las aguas, representa una gran amenaza para las familias contiguas a su cauce..

Números de Froude para las quebradas: se representan en los gráficos 5.17 a 5.21 los números de Froude alcanzados en las crecientes tanto para el canal central como para la sección completa, al igual que los gráficos anteriores, el tramo aguas arriba de la confluencia de la quebrada Maitana y la quebrada Las Marías, son separados en los resultados de las crecientes de 10 y 25 años y otro para la creciente de 100 años. De las curvas se puede concluir lo siguiente:

- El número de Froude promedio para el tramo aguas abajo de la confluencia es de 1.5 con un valor máximo de 2.6, este número indica que el régimen del fluido es en su mayoría supercrítico, pero por estar muy cerca de 1.0, es indicativo de que la quebrada tiende a ser inestable y se pueden remansar las aguas en cualquier momento inundando las zonas aledañas, por otra parte números de Froude entre 1 y 2.5 producen resaltos ondulantes y débiles.
- En el tramo aguas arriba de la confluencia para las crecientes de 10 y 25 años el Número de Froude ronda la unidad, pero existen valores extremos de 2.2 y 0.1, en el tramo, también hay un pico de 0.1 seguido de otro de 2.6 (máximo) pero este no es tomado en cuenta ya que pertenece al resalto formado en el punto ya varias veces mencionado. En cuanto a la creciente de 100 años, el Froude máximo es de 2.3 y el mínimo de 0.2, con una media en 1.2, tanto este valor medio como el de las crecientes de 10 y 25 años son indicativos de un régimen muy inestable y de resaltos débiles y ondulantes.
- En cuanto a la quebrada Las Marías, el Froude medio para las crecientes de 10 y 25 años esta en 1.5 pero con picos mucho mas pronunciados de hasta 3.6 y 0.5,

hay un valor de 0.1, pero este no se toma en cuenta, ya que es debido al remanso provocado por el alto nivel de la quebrada Maitana en la confluencia. Para la creciente de 100 años, el valor medio está en 1.7 y con un pico mínimo igual en 0.5 y el máximo en 3.0.

C) ANÁLISIS DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN

Después de evaluar el comportamiento hidráulico de la quebrada, llevar estos resultados a plano y corroborar estos resultados en campo, es posible obtener un buen panorama del daño que puede causar cada una de las diferentes crecientes sintetizadas y estudiadas. A continuación se resumen las conclusiones de los resultados para cada una de las quebradas:

- Quebrada Las Marías:

Debido a que sus caudales son pequeños y su pendiente es alta, no posee una planicie de inundación ancha, sino mas bien unas velocidades inmensas, por lo que su afectación a la zona de Las Marías es muy poca pero es de alta peligrosidad debido a que si alguien cae en sus aguas por accidente, es muy fácil que sea arrastrado por la corriente. En cuanto al funcionamiento hidráulico de la alcantarilla en la carretera para el paso de esta quebrada, se comporta bastante bien, hasta un período de retorno de 25 años, ya que para el período de 50 años estas dimensiones son insuficientes y la alcantarilla se desborda inundando la calle y posiblemente a las viviendas cercanas, además claro está a las viviendas de Zona Central que están a la margen izquierda de la quebrada y aguas abajo de la alcantarilla identificadas con los códigos Zc-1 y Zc-2. Es preciso destacar que para una alcantarilla con estas características (carretera de dos canales y un gasto menor a $20 \text{ m}^3/\text{s}$) se recomienda diseñar sus dimensiones para un período de retorno de 10 años².

² Tabla 1.1 del libro “Drenaje Vial” de L. E. Franceschi A., Caracas 1984.

De las demás viviendas, las otras posiblemente afectadas son las casas B30, M9, M11 y M12. Las posibles afectaciones a estas viviendas se pueden resumir en: socavación de sus bases o fundación (casa B30) ó inundación del patio de la casa o posiblemente de una manera muy eventual pero sin riesgos a daños mayores (casas M9, M11 y M12).

Cabe destacar que en vista de que la principal vía de acceso es el mismo lecho de quebrada, en los momentos en que hay crecidas se puede decir que el acceso a la zona es casi nulo excepto a unas cuantas viviendas que tienen alguna entrada desde la carretera o desde la autopista.

- Quebrada Maitana:

Esta quebrada representa una amenaza mayor a la comunidad, por varias razones: es la quebrada de mayor envergadura, posee mas viviendas cercanas a esta y de mayor precariedad (ranchos de palos y zinc, paredes de bolsa, sin baños y aproximadamente a solo 1,5 metros por encima del lecho de la quebrada, etc).

Las principales zonas afectadas son Corosal y Zona Central, pero se puede decir que la zona de mayor riesgo es Corosal ya que es allí donde se encuentran las viviendas mas precarias. Para explicar los efectos de inundación por la quebrada se hará el recorrido de aguas arriba a aguas abajo.

Las primeras casas afectadas son las Co-3 y Co-4 ya que están a poco menos de un metro y medio por encima del lecho de la quebrada, su amenaza es alta y el hecho de ser la vivienda muy endeble y sin vías de escape, la pone en alto riesgo.

La casa Co-12, a pesar de que esta a 40 metros de la quebrada, se encuentra bajo una amenaza baja (no se inunda con la creciente de 25 años pero si con la de 100 años).

La vivienda Co-7 esta sometida a una alta amenaza por su cercanía a la quebrada mientras que la vivienda Co-9, que se encuentra muy cercana a la anterior, por estar un poco mas elevada, su nivel de amenaza es medio. La vivienda Co-23 es de uso netamente recreacional y su nivel de amenaza es medio.

En la zona de la planada, la creciente se sale de su cauce para la creciente de 25 años y se desborda totalmente para la de 100 años, anegando la estación de bombeo con un nivel superior a medio metro. Pero para el otro lado de la quebrada el resultado es peor, las viviendas ubicadas como Co-30 (ambas de la misma familia y de dos plantas) están entre medio y alto riesgo de inundación. La vivienda Co-31 está en alto riesgo, de hecho por testimonio de sus habitantes, cuando la tormenta Bret la vivienda terminó enterrada casi un metro en lodo proveniente de la quebrada, aunado a esto la vivienda está entre varias zanjas que inundan la casa ante cualquier lluvia, cabe destacar que para los momento el dueño de la vivienda está construyendo actualmente una en el sector de Zona Central, lejos de cualquier amenaza de inundación.

Los otros dos sitios que se evalúan son los posibles sitios de ubicación de las plantas de tratamiento de Zona Central y el del sistema San Judas-Puente Tinta-Los Mangos: en cuanto al primer sitio se encuentra en riesgo bajo para la inundación de la quebrada Maitana, pero de todas maneras por ser un sitio bajo siempre pasan los escurrimientos de las áreas adyacentes por lo que hay que hacer un buen manejo del drenaje en el diseño. En cuanto al sitio de la segunda planta, está amenazada a inundarse debido a un resalto que aparentemente se forma aguas abajo del sitio. Estos aspectos de todas maneras son explicados con mas detalle al igual que las medidas de mitigación del riesgo derivado a esta amenaza en los dos sitios en el punto 5.4.2. Todos estos resultados se pueden visualizar y entender mucho mejor en la Lámina 5.2, en donde se muestra espacialmente, por medio de manchas, los distintos niveles de amenaza a inundación.

5.3.2. AMENAZAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS

5.3.2.1. ESTUDIOS DE AMENAZA A DESLIZAMIENTO

Primero hay que recordar el hecho de que estos resultados son los preliminares de los resultados finales de la tesis “Elaboración del mapa de riesgo geológico de la comunidad de Maitana, Municipio Guaicaipuro, Estado Miranda” y por lo tanto carecen de un análisis minucioso, ya que para la fecha todavía no se tenían los resultados finales debido a varias razones como los análisis de las muestras de suelo y roca tomadas en campo. El criterio tomado en este estudio toma como los principales factores que inciden en el nivel de riesgo los siguientes elementos: buzamiento desfavorable, grandes pendientes, presencia de aguas subterráneas, modificación de la topografía y de los drenajes naturales de agua, debido a la construcción de la Autopista Coche-Tejerías ó Autopista Regional del Centro, ya que existe un conjunto de torrenteras de la autopista en el sector.

Estos resultados preliminares a exponer se pueden resumir en las siguientes líneas:

- Se aprecia que del cauce de la quebrada Maitana hacia el norte es la zona de menor amenaza ya que presenta un buzamiento que favorece la estabilidad de las rocas y no existen grandes evidencias o manifestaciones de algún proceso erosivo o de inestabilidad en el sector, excepto dos zonas bien marcadas que se comentan en los dos puntos anteriores.
- La amenaza media se puede ubicar entre la autopista y el cauce de la Quebrada las Marías, donde hay presencia de rellenos provenientes de la Autopista y existe menor presencia de manantiales. Adicional a este también hay una pequeña zona junto a la carretera, en el sector Carretera de Maitana, más específicamente donde se encuentra el Rancho Indio, que según la opinión de la geóloga Gerlic de Peña, es una zona de amenaza media debido a que existen manifestaciones de inestabilidad de este talud lo suficientemente relevante como para ser consideradas de manera especial.
- La alta amenaza se presenta en la zona mas densamente poblada, como lo es el Sector San Judas y Los Mangos por la gran cantidad de manantiales en la zona,

además de la gran cantidad de derrumbes y deslizamientos, que son indicios de una gran inestabilidad geotécnica en la zona, además que en este sector es donde se encuentra el mayor relleno de la autopista de toda la zona. Adicionalmente a estos sectores, también está la zona de Maitana Alta, que debido a la gran cantidad de cárcavas (las cuales se evidencian en el período de sequía o cuando se deforesta la zona para los conucos) y a la existencia de una grieta en forma de arco que abarca una gran extensión, indican que la zona es bastante inestable y esta bajo alta amenaza de deslizarse.

Todos estos resultados se aprecian mucho mejor en la Lámina 5.3, donde se clasifican por medio de manchas los distintos niveles de amenaza a deslizamiento existentes en la zona.

5.3.2.2. DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES

Del uso del programa Gawac Win versión 1.0, donde se colocaron los datos de cinco de las secciones más representativas del sitio del derrumbe para el diseño del muro de gavión, se obtienen los siguientes resultados de estabilidad.

Tabla 5.6. Resultados de los Análisis de estabilidad del muro de gaviones para las cinco secciones del derrumbe tomadas

Secciones	Coeficiente de Seguridad a			Tensiones en la fundación	
	Deslizamiento	Vuelco	Rotura Global	Izquierda	Derecha
1(3803)	1.75	2.01	1.19	110.43	14.19
2(3803B)	1.60	3.23	1.16	50.36	60.41
3(3803C)	1.78	3.20	1.23	75.03	59.16
4(3803D)	1.51	3.37	1.20	69.36	71.76
5(3803E)	2.13	2.07	1.49	114.80	4.29

Los coeficientes cumplen satisfactoriamente los requisitos de seguridad que fueron especificados en la teoría.

En éste caso se toma en cuenta el empuje pasivo, por lo que el coeficiente de seguridad a deslizamiento debe presentar valores mayores o iguales a 2, en éste caso se observan valores inferiores debido a que se toma en cuenta el efecto sísmico, lo que hace que los valores de los coeficientes de seguridad sean aceptables en valores más bajos, dándose la situación que el valor de 1,5 o mayor es aceptable. Ya que si no se toma en cuenta el efecto sísmico los valores de coeficientes de seguridad se incrementan considerablemente.

Con respecto a los valores de coeficientes de seguridad al volcamiento, ocurre lo mismo, dándose el caso que los factores tienen un mayor rango de seguridad, lo que garantiza que el muro no presentará falla por volcamiento.

El factor de seguridad global tomando en cuenta el efecto sísmico, según estudios realizados por Maccaferri debe encontrarse cercano a 1.10 o mayor que éste valor, cumpliéndose para todos los casos analizados.

Para las tensiones del suelo de fundación el programa arroja unos valores máximos de tensión, para cada una de las secciones, ya que estos dependen de la geometría de las mismas, la cual dependiendo de la topografía de la zona que puede ser diferente o igual para todas. En éste caso se tomaron cinco geometrías diferentes, tratando de hacerlas más efectivas y económicas para cada tramo del muro, obteniéndose resultados máximos muy por encima de los aceptables para el extremo izquierdo o derecho de la base del muro. En general, el cumplir todas las condiciones de factores de seguridad, garantizan la sustentabilidad de éste diseño, uno seguro.

5.3.3. AMENAZAS RESULTADO DE LA COMBINACIÓN DE AMBOS

En cuanto a la posibilidad de inestabilidad de los taludes por la gran acumulación de agua en la masa de suelo, este efecto ya esta incluido en el estudio de amenaza a deslizamiento, como fue mencionado en el criterio tomado para dicho estudio. En cambio, la amenaza por flujos de barro, no se estudio en detalle ya que en la zona no existen evidencias o manifestaciones que indiquen la recurrencia de este tipo de eventos morfodinámicos, como lo es la ausencia, tanto de grandes rocas en el cauce de la quebrada, como de una distribución granulométrica caótica en los perfiles de suelo apreciables en el sector.

5.4. SERVICIOS DE AGUA

5.4.1. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN.

5.4.1.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA

En el Análisis del Sitio se explicó como se surte de agua los habitantes de la zona, pero no se determinaron dos aspectos muy importantes como lo son la calidad de la fuente de agua y la dotación actual.

Adicional a la manera de cómo se surte de agua actualmente la comunidad, por parte de la gobernación se está construyendo un acueducto un poco más conformado, pero sigue teniendo grandes debilidades, sus características y fallas se explicarán seguidamente a la determinación de la dotación actual.

A) EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO ACTUAL.

A.1) *Ubicación de las fuentes de abastecimiento a evaluar*

Se evaluó la calidad físico-química y bacteriológica de aquellas fuentes de abastecimiento que surten a un significativo número de viviendas (mas de 5 casas), así como también se consideró importante evaluar la red de distribución de la principal fuente de abastecimiento de la comunidad (pozo Maitana), para lo cual se captó una muestra de agua en una toma cercana al tanque Maitana.

Tabla 5.7 Relevancia de los puntos de muestras

MUESTRA	Viviendas Abastecidas
Pozo Maitana	166
Red Distribución Maitana	166
Pozo Mangos I	8
Pozo Mangos II	12
Pozo San Judas	7

Siendo la bacteriología la que mayor incidencia tiene sobre la salud publica, se decidió determinar la presencia de organismos coliformes, en los principales tanques de agua de la comunidad, los cuales son:

Tabla 5.8 Importancia de los tanques existentes

MUESTRA	Viviendas abastecidas
Tanque Maitana	166
Tanque Maitana (Salida)	166
Tanque Mangos I	8
Tanque Mangos II	12
Tanque San Judas	7

Finalmente se captaron muestras en 3 diferentes puntos de la quebrada, para determinar cuantitativamente la presencia de coliformes totales y fecales en este cuerpo de agua, y de esta manera conocer la incidencia que pudiesen tener la descargas de aguas residuales sobre este cuerpo de agua superficial.

La primera muestra (muestra A) se tomo en un punto de la quebrada conocido como el salto del diablo su ubicación se puede apreciar en el plano #, en las adyacencias de este punto no existen viviendas pertenecientes a la comunidad de Maitana y tampoco existen viviendas en por lo menos 2 km aguas arribas del mismo. La segunda muestra (muestra B) fue captada en un punto cercano al pozo Maitana, ubicado en el tramo de quebrada que atraviesa el sector conocido como Corosal, en este punto existen un considerable numero de viviendas cuyas descargas de aguas residuales impactan directamente la quebrada. Finalmente la tercera muestra (muestra C) fue tomada a 20 metros de una de la descarga de aguas servidas que mayor incidencia tiene, (sobre todo desde el punto de vista estético), sobre la quebrada Maitana.

A.2) Toma de Muestra

Se realizaron 2 jornadas para la toma de las muestras, en una se captaron las correspondiente a las fuentes de abastecimiento, y en la otra se tomaron muestras a los tanques y los diferentes puntos de la quebrada. Todas las muestras fueron

instantáneas, siguiendo para su captación lo recomendado en el Standard Methods (ver Apéndice 2).

A.3) *Resultados de los ensayos físicos, químicos y bacteriológicos de las fuentes de abastecimiento de la comunidad.* Las muestras captadas se ensayaron en la Planta Experimental de Tratamiento de Agua de la UCV, según lo recomendado en el Standard Methods y los resultados se muestran en la Tabla 5.9:

Tabla 5.9 Resultados de los ensayos físico-químicos de las muestras tomadas.

FECHA	1/7/2003	1/7/2003	1/7/2003	1/7/2003	1/7/2003
IDENTIFICACION DE MUESTRA	1	2	3	4	5
TIPO DE MUESTRA	Instantanea	Instantanea	Instantanea	Instantanea	Instantanea
ASPECTO*	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara
TURBIEDAD (UNT)	0.42	0.15	0.43	0.19	0.29
COLOR VERDADERO (UCV)	<5	<5	<5	<5	<5
COLOR APARENTE(UC)	5	5	5	5	5
CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA (umho/cm)*	669	670	885	1056	878
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	5.4	3.4	2.2	3	1.6
pH*	7.2	7.2	6.4	6.6	6.6
Alcalinidad a pH 8,3 (mg/l CaCO ₃)*	0	0	0	0	0
Alcalinidad a pH 4,5 (mg/l CaCO ₃)*	204	199	258	250	268
DUREZA TOTAL (mg/l CaCO ₃)	327	324	383	466	416
CALCICA (mg/l CaCO ₃)	273	270	308	333	328
MAGNESICA (mg/l CaCO ₃)	54	54	75	133	38
CARBONATICA (mg/l CaCO ₃)	204	199	258	250	268
NO CARBONATICA (mg/l CaCO ₃)	123	125	125	216	148
INDICE DE LANGALIER	0.25	0.23	-0.4	-0.18	-0.16
CLORUROS (mg/l)	17	17	19	20	17
SULFATOS (mg/l)	111	108	139	252	148
NITRITOS (mg/l N)	inapreciable	inapreciable	inapreciable	inapreciable	inapreciable
NITRATOS (mg/l N)	0.36	0.36	inapreciable	0.26	2.24
CALCIO (mg/l)	109	108	123	133	131
MAGNESIO (mg/l)	13	13	18	32	21
SODIO (mg/l)	16	16	17	26	21
POTASIO (mg/l)	1.9	1.9	1.5	1.8	1.7
HIERRO (mg/l)	ND	ND	ND	ND	ND
MANGANESO (mg/l)	ND	ND	ND	ND	ND
Solidos Totales (mg/l)	471	449	690	804	649
Solidos Suspendidos (mg/l)	4	4	5	3	1
Solidos Disueltos (mg/l)	467	445	685	801	648

Leyenda de la identificación de la muestra mencionadas en la tabla.

Muestra 1 = Red de Distribución

Muestra 2 = Pozo Maitana

Muestra 3 = Pozo Mangos I

Muestra 4 = Pozo Mangos II
Muestra 5 = Pozo San Judas

A.4.) Descripción de los Resultados

Habiéndose obtenido valores muy similares en los parámetros físico-químico, a continuación se presenta una descripción global de los resultados obtenidos para cada parámetro, particularizándose en aquellos casos en los que fue necesario. Los resultados bacteriológicos si mostraron una notable diferencia entre una muestra y otra, tanto para los tanques de almacenamiento, como para las fuentes de abastecimiento y los distintos puntos de la quebrada, por lo cual su descripción se realizara por separado.

A.5.) Físico-Químicos:

Aspecto: visualmente se pudo apreciar que las muestras captadas tenían aspecto claro y cristalino.

Turbiedad: la turbiedad estuvo por debajo de 1 UNT en todas las muestras, estando este parámetro por debajo de lo exigido en la Gaceta Oficial Número 36.935.

Color Verdadero: en todas las muestras se obtuvieron unidades de color verdadero menores a 5, valor deseable en aguas para el consumo según la Gaceta Oficial Número 36.935.

Conductividad Especifica: la muestra 4 presenta la mayor conductancia especifica con un valor de 1056 umho/cm, lo cual guarda una relación empírica con los valores de los sólidos disueltos, ya que esta muestra también presentó la mayor concentración de sólidos disueltos.

Oxígeno Disuelto: las concentraciones de oxígeno disuelto encontradas en los distintos pozos, son relativamente bajas si se comparan con las que comúnmente se encuentran en aguas superficiales. Sin embargo, estas bajas concentraciones no generan un impacto significativo en el sabor del agua.

pH: los valores de pH obtenidos en las distintas fuentes de abastecimiento estuvieron entre 6.6 y 7.2, estando estos dentro del rango de valores deseables según la Gaceta Oficial Número 36.395.

Alcalinidad: las muestras solo registraron alcalinidad por bicarbonato.

Dureza Total: todas las fuentes de abastecimiento están por debajo del valor máximo aceptable, aunque con un margen estrecho, sobretodo la muestra 4 la cual registro una concentración de 466 mg/l CaCO_3 . Todos los valores están por encima del valor deseable en la Gaceta Oficial Número 36.395. Estos niveles de dureza en las fuentes de agua puede tener efectos laxativo para aquellas personas que no estén acostumbradas a su consumo.

Índice Langelier: según los resultados obtenidos se puede decir que las muestras 1 y 2 provienen de aguas con tendencia depositante, mientras que las muestras 3, 4 y 5 son aguas con tendencia corrosiva.

Cloruros: todas las fuentes de abastecimiento registraron concentraciones del ion cloruro muy por debajo a lo permitido en la Gaceta Oficial Número 36.395.

Sulfatos: a pesar de que todas las concentraciones registradas estuvieron por debajo del valor máximo aceptable en la Gaceta Oficial Número 36.395, la muestra 4 superó por poco el máximo valor deseable en esta normativa.

Nitratos: a pesar de que en aguas subterránea es donde por lo general se encuentran concentraciones altas de nitrato, las concentraciones registradas en los pozos de la comunidad son muy bajas, y en el caso del pozo Los Mangos I fue inapreciable.

Calcio: las normas no reconocen límites a los niveles de calcio, sin embargo la organización mundial de la salud establece como máximo valor permitido 200 mg/l, límite que no es sobrepasado por ninguna de las fuentes de abastecimiento de la comunidad.

Sodio: los niveles de sodio encontrados en todas las muestras, satisface el máximo valor deseable en la Gaceta Oficial número 36.395.

A.6) Bacteriológicos (*Coliformes totales*, *Coliformes fecales*):

La determinación de coliformes totales y fecales se llevo a cabo mediante la técnica de filtración de membrana, a continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 5.10. Resultados de los ensayos bacteriológicos de las muestras tomadas en las fuentes de abastecimiento

MUESTRA	Coliformes totales (UFC/100ml)		Coliformes fecales (UFC/100ml)	
	tipicas	Atípicas	tipicas	atipicas
Pozo Maitana	20	46	0	0
Red Distribución Maitana	140	500	0	6
Pozo Mangos I	24	500	6	2
Pozo Mangos II	150	4800	78	20
Pozo San Judas	250	2300	1030	44

Fuentes de Abastecimiento:

Pozo Maitana: de todas las fuentes de abastecimiento evaluadas, este pozo fue el que registro menor presencia de organismos del grupo coliforme, al ver la tabla 5.10 se puede observar que no se aprecio la presencia de coliformes fecales en la muestra captada, y las ufc/100ml para los coliformes totales fue de tan solo 20.

Red de Distribución: los resultados obtenidos para la red de distribución son muy similares a los del pozo Maitana, con la salvedad de que se registraron 140 ufc/100 ml de coliformes totales. Tampoco se apreciaron coliformes fecales en esta muestra.

Pozo los Mangos I: en este pozo si se registraron coliformes totales y fecales, sin embargo, en menores niveles con respecto a los pozos mangos II, y San Judas.

Pozo los Mangos II: este pozo presenta niveles considerables de coliformes totales y fecales, registrándose valores de 200 ufc/100ml y 78 ufc/100ml.

Pozo San Judas: esta es la fuente de abastecimiento con mayores concentraciones de organismos del grupo coliforme, ya que se reportaron 250 ufc/100ml para coliformes totales y 1030 ufc/100ml para coliformes fecales.

Tabla 5.11. Resultados de los ensayos bacteriológicos en las muestras tomadas en los tanques actuales del sistema

MUESTRA	Coliformes totales (UFC/100ml)		Coliformes fecales (UFC/100ml)	
	tipicas	atipicas	tipicas	atipicas
Tanque Maitana	80	0	0	10
Tanque Maitana (Salida)	120	380	0	420
Tanque Mangos I	260	100	20	490
Tanque Mangos II	200	600	100	120
Tanque San Judas	10000	-	1000	100

Tanque Maitana (entrada): en este tanque las concentraciones de organismos del grupo coliforme no varían significativamente respecto a los valores obtenidos en la fuente de abastecimiento.

Tanque Maitana (salida): en la salida del tanque si se reportó un leve incremento en la concentración de coliformes totales con respecto a la entrada, sin embargo, las ufc/100ml para los coliformes fecales se mantuvo en cero.

Tanque Los Mangos I: si existe un incremento apreciable entre el pozo los mangos I y el tanque, ya que en este ultimo se registraron 260 ufc/100ml para los coliformes totales, y 20 ufc/100ml.

Tanque Los Mangos II: como era de esperarse los niveles encontradas en este tanque también fueron altos, y muy similares a los registrados en su respectiva fuente de abastecimiento (pozo los mangos II).

Tanque San Judas: la concentración de ufc/100ml para los coliformes totales incremento 50 veces con respecto a la registrada en su fuente de abastecimiento (pozo San Judas), mientras que para los coliformes fecales, las concentraciones registradas fueron muy similares.

Tabla 5.12. Resultados de los ensayos bacteriológicos de las muestras tomadas a lo largo de la Quebrada Maitana.

MUESTRA QUEBRADA	Coliformes totales (UFC/100ml)		Coliformes fecales (UFC/100ml)	
	tipicas	Atípicas	tipicas	atipicas
A (salto del diablo)	INCONTABLES	INCONTABLES	98	20
B (Sector Corosal)	INCONTABLES	INCONTABLES	3400	1900
C (descarga sector san judas)	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES

Quebrada Maitana:

De los resultados obtenidos en la Tabla 5.12, se puede observar como las concentraciones de coliformes fecales incrementan considerablemente a lo largo de la quebrada, alcanzando sus niveles mas alto en el punto C, en donde no se pudo contar el numero de ufc/100ml presentes en la cápsula de ensayo. Los 3 puntos (A, B y C) registraron un numero incontable de ufc/100ml para coliformes totales.

B) Análisis de Resultados

- Las muestras captadas en las distintas fuentes de abastecimientos, señalan que estos cuerpos de aguas son aptos desde el punto de vista físico-químico para el consumo de agua, sin embargo, se encontraron bacterias del grupo coliforme en

todos ellos, lo cual hace necesario para que se considere potable la adición de algún agente desinfectante que elimine la presencia de estos microorganismos en el agua.

- El decreto 883 clasifica a todas estas fuentes de abastecimiento de agua como aguas del sub-tipo IA, las cuales desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.
- Los resultados obtenidos no muestran una severa contaminación de las fuentes de abastecimiento, sin embargo, la presencia de coliformes fecales en algunas de estas fuentes, es un claro indicio de que las descargas residuales de la comunidad tienen un impacto directo sobre estos cuerpos de agua naturales.
- La fuente de abastecimiento con mejor calidad tanto desde el punto físico-químico como bacteriológico, es el Pozo Maitana, el cual es la principal fuente de agua para consumo de la comunidad.
- Si bien es cierto que solo se tomo una muestra instantánea, se considera que los resultados obtenidos evidencian en buena medida la necesidad de proteger la calidad del agua de las distintas fuentes de abastecimiento de la comunidad.
- La presencia de coliformes fecales en los distintos puntos de la quebrada Maitana, muestran que las descargas de aguas servidas de las viviendas adyacentes están contaminando continuamente este importante curso de agua.
- Es prioridad que las descargas residuales de las viviendas de la comunidad, sean sometidas a un proceso de tratamiento, sobretudo en aquellos sectores cuyos efluentes domésticos estén siendo descargados en sitios cercanos a alguna fuente de abastecimiento o directamente sobre la quebrada, y de esta manera proteger estos cuerpos de aguas los cuales aun son potencialmente aptos para el consumo.
- Como medida de desinfección del agua a corto plazo, se recomienda hervir el agua, para eliminar cualquier agente patógeno presente. Para eliminar el mal sabor que deja el hervido del agua, es recomendable airearla traspasando una y otra vez de un envase a otro el agua hervida.
- En el mediano o largo plazo se considera factible el uso de las tecnologías de cloración para el abastecimiento rural como las enunciadas en el Apéndice 1.

- Es importante hacer llegar estos resultados a los centros locales de salud pública, y de esta manera destacar la importancia que tiene el llevar un seguimiento continuo de la calidad sanitaria de estas fuentes de abastecimiento.

B.1) Dotación actual del sistema por persona

Para esto se procedió como fue indicado en la metodología, a continuación se explican los resultados del análisis (ver tabla 5.13):

Tabla 5.13. Cálculo de la dotación medida

	San Judas 2	Los Mangos 1
N° personas	22	33
Capacidad (litros)	5200	7500
Tiempo de Vaciado (días)	3	3
Dotación (l/p/d)	79	76

Este consumo tan bajo se debe a diversas razones, entre las cuales se podrían mencionar las siguientes:

- No existe un servicio continuo (en el caso de las personas conectadas al acueducto de Los Anaucos).
- Las características socioeconómicas de la población incide mucho, como por ejemplo, en el caso de los hombres cuando hay necesidad de orinar, no lo realizan en el baño, sino en una mata del jardín, también hay menos ropa para lavar, etc.
- No todas las casas tienen un baño bien conformado, con un sistema de suministro adecuado de agua, ya que puede que no halla una conexión de agua a la poceta al lavamanos, o que el baño sea una letrina.
- La costumbre de nunca haber tenido suficiente agua.
- La zona se podría definir como una población dormitorio, ya que los habitantes trabajan en las afueras (Charavalle, Caracas, Santa Teresa, etc.).
- Otras razones diversas.

B.2.) Diagnóstico del acueducto en construcción por la Gobernación de Miranda.

La obra se ha estado realizando por etapas y ha llevado ya varios años en su construcción, sus principales características son las siguientes:

- Básicamente el sistema consiste en tomar agua de la tanquilla de succión de la estación de rebombero, hacia un tanque rectangular de 200.000 litros de capacidad, por medio de 200 metros (aproximadamente) de tubería de PVC de 110mm.
- De este tanque sale una tubería de PVC 110mm. a través de la carretera para la distribución de agua hacia la comunidad de Maitana. Cabe destacar que en las dos primeras etapas del proyecto se enfocaron en construir la tubería y la tercera etapa consistió en construir las obras necesarias para darle el agua a esa tubería; todas estas obras están construidas de manera deficiente. Faltaría una cuarta etapa que sería continuar la línea de la tubería para llevarle agua a la zona de Maitanita, la cual también pertenece a Maitana.

Las principales fallas del sistema se exponen a continuación:

- A pesar que los estanques presentan una diferencia de cota de poco mas de 9 metros (medido con la estación total) no hay el flujo de agua que le correspondería, ya que el flujo que llega al tanque es de 1 o 2 lps mientras que el calculado esta en el orden de los 23 lps (ver Apéndice 4) por lo que se cree, debe existir alguna obstrucción en la tubería de aducción. Esta obstrucción debe estar cercana al tanque de Maitana por dos razones:
 1. La conexión a la entrada al tanque de Maitana estuvo bastante tiempo descubierta, lo que facilita la entrada de cualquier material sólido,
 2. Aproximadamente a 85 metros antes de la entrada, se rompió la tubería por un accidente y según dicen algunos testigos, el agua salía a sección plena y con bastante fuerza de la tubería, la cual provenía del tanque aductor (tanquilla de rebombero).

- La tubería sufrió graves daños durante la construcción de una línea TELCEL que pasa muy cerca (a un metro y a veces menos) a la tubería de agua. Esto se puso de manifiesto cuando se hizo una prueba de carga a la tubería por parte de la misma comunidad y cuyos resultados no se pueden apreciar de mejor manera que en la Lamina 5.5.
- Las obras de arte de la tubería como las tanquillas están mal construidas.
- La tubería no posee una válvula de descarga, en caso de algunas reparaciones.
- Las tomas domiciliarias se colocaron sin ningún previsto, es decir, a medida que construían la tubería, los vecinos les decían a los constructores, donde y cuantas tomas necesitaban, lo que originó tomas mal ubicadas y en exceso.

B.3.) Diseño del nuevo sistema de abastecimiento y distribución de agua

Una vez diagnosticado el acueducto en construcción y conocidas las condiciones de diseño, discutidas en el capítulo anterior, se procede a diseñar un nuevo sistema de abastecimiento, aprovechando en lo más posible los elementos ya existentes y adaptando este diseño a las características culturales, socio-económicas de la comunidad.

B.4.) Dotación de diseño

Primero que todo se necesita saber cual va ha ser la dotación para la cual se va a diseñar el sistema, ya que una dotación de 78 l/p/d es muy baja y es indicativo de un servicio deficiente, por lo tanto si se desea diseñar un servicio eficiente para la población, es mejor esperar un consumo de agua mayor a este, pero a su vez menor que el consumo indicado por normativa de 250 l/p/d, ya que las características propias de la población crean esta diferencia. Por tal motivo se toma el criterio de la Empresa HIDROVEN, principal empresa prestadora del servicio de agua en el país, la cual tiene adoptada que la dotación de diseño para acueductos rurales es de 200l/p/d, con un pico de consumo de 3,0 veces el caudal promedio.

En cuanto a los consumos especiales de la escuela y el ambulatorio, se tomaron 40 litros/alumno/turno más 50 litros/personal/turno y 500 litros/consultorio/día respectivamente. La escuela tiene una capacidad de 350 niños en 2 turnos y se estimo un personal de 15 personas, también en dos turnos, en cuanto al ambulatorio, este tiene tres consultorios. Ambos consumos se centraron en un solo nodo y no se considero el pico de consumo ya que el agua del acueducto va al tanque de la escuela y del ambulatorio, por lo que los picos de consumo no inciden sobre el sistema de Maitana, sino sobre el mismo sistema de la escuela.

B.5.) Distintas alternativas estudiadas para el diseño.

Se evaluaron distintas posibilidades para la solución de cada uno de los problemas que determinan el diseño del acueducto, estas se pueden dividir en los siguientes:

- Altas Presiones: al tener un gran desnivel entre la mayoría de las viviendas de la comunidad y el tanque de abastecimiento, se originan presiones estáticas tan elevadas que pueden ser causantes de problemas graves en las instalaciones sanitarias de las viviendas, este problema se pensó en solucionar con el uso de tanquillas rompecargas. Estas no se podrían colocar en la línea principal, ya que le restaría presión al acueducto que luego se necesitaría para elevar el agua hasta viviendas de sectores altos como La Montañita, El Topo y Maitana Alta. El uso de válvulas especiales para disminuir presiones no tiene sentido para un acueducto rural ya que los costos de construcción serian altos y el mantenimiento casi nulo por lo que haría inoperativo al acueducto. Por lo ultimo se pensó en el uso de tanques comunales que se encontrarían a una cota prudente para mantener las presiones de las casas a surtir, dentro de las adecuadas. Estos tanques trabajarían como tanquillas rompecargas y como almacenamiento para las viviendas, el cual debiese ser alto ya que este sistema de Los Anaucos presenta muchas fallas por falta de mantenimiento. Estos tanques serían de pequeñas dimensiones y estarían dimensionados para un almacenamiento de un día a consumo promedio y contruidos en bloques de concreto para así disminuir los costos. Para la ubicación se pensó tanto en las presiones como en la necesidad de

construirlos en un terreno con una pendiente no tan elevada además de que el acceso a este no sea tan dificultoso par así poder hacerle periódicamente su debido mantenimiento.

- Tipo de tubería: debido a que el terreno es muy quebrado, no hay accesos bien formados y los caudales son tan bajos, se decidió diseñar el sistema de distribución con tuberías PEAD (Polietileno de Alta Densidad) de un diámetro pequeño y capaces de resistir las altas presiones del sistema. Estas tuberías tienen la particularidad de ser muy flexibles por lo que se adapta al terreno con facilidad y sin el peligro de que se quiebren por un golpe o una carga grande encima de ella, como sí ocurriría con el PVC. La línea principal seguirá siendo en PVC.
- Posibilidad de crear una línea de aducción alterna: esta solución se pensó como una manera de tener una línea para las viviendas elevadas mientras que se tendría otra línea para las viviendas bajas a la cual se le colocaría la tanquilla rompecarga, pero en tal caso, si este era el fin, habría que construir dos líneas, una para las viviendas que se encuentran al lado de la autopista y otra para las viviendas de los sectores Maitana Alta y El Topo, lo que ya de por si lo haría antieconómico. Otra opción era en vez de reparar la tubería que estaba rota por la construcción de la línea de TELCEL ya mencionada en el tema Análisis del Sitio, utilizar esos recursos para lanzar una nueva línea paralela a la autopista para los sectores altos de Los Mangos, San Judas, Zona Central, Colinas de Maitana y La Montañita, pero esta línea pasaría por terrenos tendientes a deslizarse y que además afectan a la autopista, por lo que ya están en medio y alto riesgo, y esta tubería aumentaría su riesgo, ya que cualquier fuga que tenga puede ser causante de una mayor inestabilidad.
- En cuanto a la desinfección, se piensa en la cloración como el método más fiable y económico, buscando siempre un sistema simple y adaptable a las exigencias de un acueducto rural como los recomendados en el Apéndice 1.

B.6.) Propuesta de diseño del acueducto

Ya una vez analizados todos estos aspectos se decidió por la siguiente propuesta de diseño:

- La población de diseño se estimo de la siguiente manera:
 - Se estimo un numero de 6 personas por vivienda para el diseño de la red de distribución y para el diseño de los tanques comunales se toma 5 personas por vivienda. Este último valor es un poco mayor que el propio para la población de Maitana (calculado en 4,5 personas por vivienda según los resultados de la encuesta) y el primero, de 6 personas por vivienda, ambos se adoptan para dar un colchón adicional que garantice el buen funcionamiento del sistema en momentos críticos, ya que según testimonios muchas veces hay varios visitantes en las familias que aumentan el consumo de la casa en un momento dado, claro esto también se permite ya que los caudales son muy pequeños y las tuberías casi todas son de diámetro mínimo.
 - Para los sectores en alta amenaza, no se aumento a la población actual por razones de que su crecimiento debe estar imposibilitado, mas bien, en un futuro esta población debe tender a disminuir por la reubicación de viviendas en alto riesgo.
- La línea principal seguirá siendo la misma línea existente, pero hay que hacer las reparaciones necesarias para poder habilitar esta tubería hasta la última casa de Los Mangos, en donde se prolongará la tubería hasta la alcantarilla más cercana (la cual esta como a 10 metros) en donde se terminará la tubería con una válvula de compuerta de 4" en hierro fundido para que sirva de válvula de limpieza.
- El sistema se diseño con el tanque principal o Tanque Maitana el cual posee una capacidad de 200.000 litros, además de 13 tanques comunales, de los cuales 2 ya existen en el sector Los Mangos con sus respectivas tuberías de distribución, por lo que la única modificación que habría que hacerles es la incorporación al sistema mediante una tubería de PEAD. Las características de todos los tanques se resumen en la Tabla 5.14.

Adicional a estos tanques, también existe actualmente en el sistema el tanque San Judas 2, el cual fue tomado para el calculo de la dotación, pero no fue tomado para el diseño, ya que por su baja cota, su funcionamiento es ineficiente.

Tabla 5.14. Dimensiones, capacidad y cota de los tanques del sistema

Tanque	Dimensiones				Cota (msnm)	Observaciones
	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m3)		
Maitana	8	15	1.7	200	784	Existente
Tanque Maitana Alta	3	3.5	1.5	15.75	730	No Existente
Tanque San Judas	4	4	1.8	28.8	727	No Existente
Tanque Los Mangos 1	2	2	1.5	7.5	720	Existente
Tanque Los Mangos 2	3	3	1.5	13.5	705	Existente
Tanque Los Mangos	4	4	1.8	28.8	720	No Existente
Tanque Zona Central	3	3	1.5	13.5	727	No Existente
Tanque Colinas	2	2.5	1.5	7.5	730	No Existente
Tanque Las Marías 1	3	3	1.5	13.5	700	No Existente
Tanque Las Marías 2	2	2	1.5	6	690	No Existente
Tanque Las Marías 3	2	2	1.5	6	707	No Existente
Tanque Las Marías 4	2	3	1.5	9	705	No Existente
Tanque Corosal	2	2	1.5	6	708	No Existente
Tanque El Topo	2	1.5	1.5	4.5	683	No Existente
TOTAL ==>				360.35		

En cuanto al tanque Los Mangos 2, su servicio ahora esta limitado solamente para unas 5 o 6 familias, pero para el sistema diseñado, su funcionamiento abarcara hasta 12 familias, esto se logra siempre y cuando exista consenso entre las partes ya que este tanque es construido por pocas familias y por lo tanto para su uso por otras familias adicionales puede crear conflictos.

La capacidad total de almacenamiento del sistema está en 350.000 litros aproximadamente, la capacidad recomendada para el sistema debe rondar los 208.000 litros para la población actual (tomada como 1150 personas para incluir de cierta manera las nuevas invasiones no contabilizadas y calculados como el 40% del consumo promedio diario mas 4 horas de gasto constante de uno de los hidrantes) por lo que se corrobora que capacidad de almacenamiento da un rango de seguridad de 142.000 litros, el cual es bastante holgado, para el sistema actual.

- Se van a disponer 4 hidrantes de 8 lps en la línea principal, esto se hace ya que, a pesar de que no se exige colocarlos para acueductos rurales, la zona es bastante boscosa y muy propensa a incendios, como ya fue mencionado.

Todos estas consideraciones se revisaron para tomar la decisión final de la propuesta de acueducto a la comunidad, los resultados de los cálculos del mismo se presentan en el Apéndice 4, en donde se aplican los escenarios de caudal pico y de incendio para las tuberías y los nodos y en cuanto a los tanques se considero el escenario de consumo promedio ya que lo que se necesita verificar es que al tanque le llegue el agua necesaria para el consumo del día, suponiendo que el tanque absorbe todos los picos de consumo, de todas maneras se podrá apreciar que en casi todos los tanques el caudal de entrada es mucho mayor que el caudal promedio de descarga.

Tabla 5.15. Caudales de llenado de los tanques (diferencia de los caudales entrante y de consumo promedio)

Tanque	Volumen (m3)	Caudal de Llenado (l/s)
Maitana	200	8.869
Tanque Maitana Alta	15.75	0.319
Tanque San Judas	28.8	0.216
Tanque Los Mangos 1	7.5	0.276
Tanque Los Mangos 2	13.5	1.125
Tanque Los Mangos	28.8	0.271
Tanque Zona Central	13.5	0.408
Tanque Colinas	7.5	0.16
Tanque Las Marías 1	13.5	0.344
Tanque Las Marías 2	6	0.959
Tanque Las Marías 3	6	0.645
Tanque Las Marías 4	9	0.249
Tanque San Judas 2	0	0.719
Tanque Corozal	6	0.486

De los resultados de los cuadros de nodos resalta el hecho de que unos pocos nodos daban presiones negativas para el análisis de incendio, pero si a ver vamos, el

consumo de estos nodos es casi insignificante en comparación con la demanda total para el consumo del sistema para el escenario en cuestión (6 %), por lo que se puede decir que el sistema se comporta excelente para las exigencias esperadas al sistema. Lo mismo ocurre para el consumo pico horario anual pero de igual manera este consumo es irrelevante con respecto a la demanda actual de consumo (6 %).

Por último se presentan las siguientes recomendaciones para la construcción de los tanques (tomadas del jefe de personal obrero del Laboratorio Nacional de Hidráulica, estos son los mismos criterios que se aplican para la construcción de los modelos hidráulicos físicos), que permitirán construir tanques pequeños de agua de bloque, económicos y livianos:

- Utilizar solo bloques de cemento de 20 cm, ya que estos, a diferencia de los de arcilla, no se pudren.
- No utilizar separaciones entre vigas mayores a cuatro hileras de bloques.
- Utilizar como mínimo viga abajo y viga arriba de la pared.
- La sección de la viga debe ser de 20 x 20 cm, con cuatro cabillas de 3/8", una en cada esquina, con estribos de 3/8" cada 12 cm.
- Losa de espesor de 10 cm.
- Colocar columnas máximo cada 4 metros, con una geometría y distribución de acero igual al de la viga.
- Revestir internamente con una capa de friso no menor de 2 cm y terminarla con un acabado impermeable, en el cual se recomienda utilizar torosil (diluyéndolo en agua hasta formar un líquido viscoso y aplicarlo con brocha).
- En el caso en que el tanque vaya enterrado, revestirlo externamente con el friso base, con un espesor de 2 cm igualmente.

5.4.2. SISTEMA DE RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS SERVIDAS.

Resultaría muy complejo desde el punto de vista técnico y económico, establecer un único sistema de recolección y disposición de las aguas residuales de la comunidad, esto debido a lo disperso que se encuentran su población, y a lo accidentada de la topografía. Por esto se cree que el problema debe ser enfrentado de manera descentralizada, es decir, por sector, con soluciones parciales las cuales estén adaptadas a las condiciones de cada uno de ellos. Antes de presentar las soluciones planteadas a los distintos sectores de la comunidad es importante tener en cuenta lo siguiente:

- La población de diseño de los elementos que conforman el tratamiento de aguas residuales (colectores, tanques sépticos, lagunas facultativas), en los sectores San Judas, Los Mangos y Puente Tinta, además de Zona Central y Maitana Alta, estuvo en función de una pequeña mayoración a la población existente para octubre del 2001, obteniéndose las siguientes poblaciones de diseño:

Tabla 5.16. Numero de habitantes en los sectores mas relevantes de la comunidad.

Sector	Población 2001	Población de Diseño
San Judas Tadeo	106	120
Mangos	171	200
Puente Tinta	40	50
Zona Central	70	100
Maitana Alta	60	80

- Para el diseño de los colectores cloacales se utilizaron tuberías de PVC de 8", las razones que llevaron a la selección de este material fueron las siguientes:
 - a) Las paredes internas de la tubería son muy lisas, lo cual permite un mejor arrastre de los sólidos suspendidos en el liquido residual.
 - b) Este material es impermeable, lo cual impide infiltraciones y fugas del liquido residual.

- c) Es muy resistente al transporte de fluidos corrosivos y a la acción de suelos agresivos.
 - d) Facilidad de transporte a aquellos sitios que no tengan acceso por carretera.
-
- El tipo de boca de visita utilizada en la mayoría de los casos es la del tipo I-A, prevista en la norma para los casos en que la profundidad de la boca de visita es menor o igual a cinco metros, aunque existen puntos donde, por la necesidad de cruzar una alcantarilla la tubería hay que colocarla con la rasante a 0,90 metros y por lo tanto hay que cambiar el tipo de boca de visita.
 - Los colectores cloacas planteados descargan en plantas de tratamientos las cuales están conformadas por un tanque séptico (dimensionados según lo recomendado en la Gaceta Oficial Número 4044 de sistemas particulares para el tratamiento de efluentes domésticos) en el cual se remueven las arenas y demás partículas sedimentables, el efluente de estos tanques desembocaran posteriormente en una laguna facultativa. Las razones que llevaron a la escogencia de lagunas para el tratamiento final de las aguas residuales, fueron expuestas en los Capítulos II y III.
 - La $DBO_{5,20}$ para el afluente y el efluente, estimada para el calculo de las 3 lagunas facultativas fue de 140 mg/l y 30 mg/l respectivamente, valores estimados según lo recomendado en los apuntes de la asignatura Tratamiento de Aguas Residuales (P.E.TA. UCV).
 - La temperatura ambiental media mensual usada para el calculo de K_t fue de 25 grados centígrados, y el coeficiente de reacción de Temperatura (θ) es de 1.085.
 - La remoción del material grueso suspendido en el liquido residual, se efectuara mediante el uso de rejillas de abertura 1.5 pulgadas (37 mm) de barrotes, las cuales estarán colocadas en una tanquilla de 1x1x0,5 metros.
 - Se considera el uso Geo-textiles como material de soporte de las tres lagunas facultativas que se proponen, esto debido a lo impermeable y bajo costo de este material.

Sector: San Judas, Puente Tinta, Los Mangos:

Por la cercanía existente entre los sectores San Judas Tadeo, Puente Tinta y los Mangos, se cree conveniente plantear un sistema único de recolección y disposición de las aguas residuales. Estos sectores se encuentran ubicados en las adyacencias de la carretera, lo cual permite trazar un colector cloacal por el eje de la vía, permitiendo que estos sectores se empotren con relativa facilidad a dicho colector.

También es importante mencionar, que según estudios geotécnicos es recomendable canalizar de una manera organizada y eficiente las aguas residuales de estos sectores, y así evitar un incremento en el factor de amenaza a deslizamientos de tierra, que según estos estudios es alto.

Actualmente los sectores antes mencionados, son de los que mayor incidencia tiene sobre la contaminación de la quebrada, no solo por descargar parte de sus aguas de desecho directamente sobre la quebrada, sino por ser la zona con mayor densidad poblacional en toda la comunidad.

Los distintos aspectos involucrados en el dimensionamiento de los sistemas de recolección y tratamiento de las aguas residuales para estos sectores se describen a continuación:

Sistema de Recolección de las aguas residuales:

El colector se decide ubicarlo en la carretera hacia Paracotos, ya que esta, por ser la vía más importante, se va a mantener protegida de cualquier excavación o empotramiento no previsto que pudiese romperla. En el trazado de la tubería se cruzan tres alcantarillas y un ponton; las características técnicas para el diseño de estos pasos son expuestas a continuación:

- Se trato en lo más posible no diseñar estructuras especiales para el paso de la tubería de cloaca en los cruces con alcantarillas.

- Para el paso del ponton fue necesario descubrir la tubería de cloaca y colgarla del mismo por tirantes, para lo cual se opto por utilizar tuberías de hierro fundido, garantizando así su protección.
- De las tres alcantarillas a cruzar dos se cruzaron por debajo de estas (entre las bocas de visita C-15 C-16 y C-11 C-12) la tercera se cruzo por encima de la alcantarilla (tramo C-3 C-4) para lo cual se recomendó el uso de un colchón de arena muy bien dispuesto y compactado para asegurar la protección de la tubería a cargas verticales.
- Todas las alcantarillas son de diámetro mínimo (90 cm.) y de metal corrugado y en estado deplorable, por lo cual se recomienda el cambio de estas tuberías por tuberías de concreto de dimensiones similares, ya que si no es así el material granular de apoyo entre las dos tuberías se puede lavar y partirse alguna de las dos o incluso ambas tuberías.

Planta de Tratamiento de las aguas residuales:

Ubicación del Terreno: Luego de inspeccionar los distintos terrenos que reunían los requerimientos necesarios para la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales, se encontró que el terreno con las condiciones mas adecuadas tanto desde el punto de vista técnico como económico, es uno ubicado a una distancia aproximada de 500 metros de la ultima vivienda (iglesia evangélica). Las ventajas que presenta este terreno se exponen a continuación:

- En vista de que el terreno se encuentra aproximadamente a 10 metros por debajo de la vía, no se hace necesario la utilización de bombas para hacer llegar el agua residual, del colector a la planta.
- El terreno tiene un área aproximada de 2100 m² lo cual es mas que suficiente para un eficiente tratamiento de las aguas residuales de los sectores en cuestión.
- No hace falta expropiar el terreno ya que el mismo pertenece al estado.
- Desde el punto de vista de amenazas a deslizamiento, el sitio, a pesar que se encuentra dentro de la mancha preliminar de amenaza media, no aparenta estar

bajo alguna amenaza de deslizamiento latente, por lo que desde este punto de vista no existe ningún problema.

A pesar de todas estas ventajas también hay que tomar en consideración los contra que tiene este terreno, especialmente desde el punto de vista de amenaza de inundación, según los estudios realizados, el sitio se encuentra afectado parcialmente por las crecientes de 25 años y totalmente para las de 100 años de periodo de retorno, por esto el sitio presenta algunas desventajas en este aspecto y por lo tanto la ubicación y el diseño de la planta de tratamiento debe manejarse bajo las siguientes consideraciones especiales:

- La cota del borde de los taludes de la laguna será, como mínimo, la misma que el nivel máximo alcanzado para la creciente de 100 años la cual es 649.2 msnm (datum de referencia el del proyecto).
- La planta se ubicara en el sitio que no se encuentre únicamente bajo amenaza baja.
- Desde el punto de vista constructivo se debe compactar muy bien el talud y si es posible recubrirlo con algún enrocado, de manera que en alguna creciente, no se vea afectada de manera considerable ni por las aguas ni por cualquier carama que pueda traer la quebrada, el funcionamiento de la Laguna.

Tanque Séptico: actualmente un buen numero de viviendas del sector San Judas Tadeo, descarga sus aguas grises, en una alcantarilla cuyas aguas escurren hacia la quebrada, generando un impacto visualmente apreciable en la calidad del agua (mencionado en el Análisis del Sitio). Estas aguas de desecho son recolectadas mediante el uso de tuberías de PVC de 4” de diámetro, ubicadas a un lado de una de las caminerias principales del sector.

Una solución a corto plazo que permita minimizar el impacto generado por esta descarga, es el uso de un séptico cuyo afluente será el proveniente de los colectores

antes mencionados, y cuyo efluente puede ser descargado en un pozo absorbente debidamente ubicado. También se considera factible incorporar a este sistema séptico-pozo absorbente, las aguas provenientes de gran parte de las casas del sector, ya que las mismas se encuentran ubicadas cerca de caminerías debidamente delimitadas por sus habitantes, y por medio de las cuales pudiesen trazarse colectores cloacales que finalmente descargarían sus aguas en este tanque séptico.

Una vez construido el colector principal, trazado en el eje de la carretera de Maitana, el efluente de este tanque séptico podrá ser incorporado a dicho sistema, cuyo destino final, es una laguna facultativa cuyas características serán descritas mas adelante. Las dimensiones del tanque séptico son las siguientes:

Población de Diseño = 100 personas

Volumen útil = 30 m³

Largo primera cámara = 4,3 m

Largo segunda cámara = 2.1 m

Ancho = 3 m

Profundidad = 1,6 m

Cámara de aire = 0,4 m

El sector Los Mangos presenta la misma problemática antes mencionadas, con la particularidad que las aguas de desecho no son recolectadas mediante el uso de tuberías, sino que la descarga de un considerable numero de viviendas se realiza directamente a una torrentera cercana. Se considera que la mejor manera de llevar estas aguas residuales a un sistema de séptico con descarga a pozo absorbente, es mediante el uso de tuberías de PVC de diámetro 4" las cuales estarán ubicadas en un borde superior de la torrentera, y recolectaran las aguas de desecho de las viviendas cercanas a dicha estructura.

También se cree que una vez construido el sistema de colectores cloacales de los sectores en cuestión, el efluente del tanque séptico podrá disponerse en dicho sistema.

Las características del tanque séptico se muestran a continuación:

Población de Diseño = 60 personas

Volumen útil = 18 m³

Largo primera cámara = 3.25 m

Largo segunda cámara = 1.6 m

Ancho = 2.4 m

Profundidad = 1,6 m

Cámara de aire = 0,4 m

También se considero la instalación de un séptico en el cual se removerán las arenas y demás partículas sedimentables presentes en las aguas residuales de todas aquellas viviendas no empotradas a los sépticos anteriormente planteados. Las dimensiones de este tanque séptico son las siguientes:

Población de Diseño = 100 personas

Volumen útil = 30 m³

Largo primera cámara = 4,3 m

Largo segunda cámara = 2.1 m

Ancho = 3 m

Profundidad = 1,6 m

Cámara de aire = 0,4 m

El efluente de este tanque descargara en una laguna facultativa cuyas dimensiones son las siguientes:

Laguna Facultativa:

Tabla 5.17. Laguna Facultativa de los Sectores Los Mangos, San Judas y Puente Tinta.

Población de Diseño = 400 personas			
KT (25)	0.5	Tiempo de Retención(día)	6.9
K35	1.2	Volumen calculado(m3)	570.2
alfa	1.085	Área calculada(m2)	285.1
Temp.(C)	25.0	Ancho calculado(m)	8.4
Profundidad (m)	2.0	Largo calculado(m)	33.8
Largo-ancho	4.0	Ancho de diseño (m)	9.0
DBO afluente (mg/l)	140.0	Largo diseño (m)	32.0
DBO efluente (mg/l)	30.0	Área de diseño (m)	288
Caudal (l/seg)	0.96	Volumen de diseño (m3)	576
Caudal (m3/día)	82.5		

Sector: Las Marías, Colinas de Maitana, Cortada de Maturín

Las descargas de aguas residuales de estos sectores no influyen de manera directa en la calidad del agua de la quebrada Maitana, sin embargo, se considera muy probable que estas descargas estén contaminando los cuerpos de aguas subterráneas existentes en el sector.

Según la encuesta realizada en el año 2001, el sector de Las Marías contaba con una población aproximada de 120 personas, mientras que el sector de Colinas de Maitana presento una población cercana a las 40 personas. Estos sectores se encuentran relativamente cerca y presentan características similares, por lo que las recomendaciones que se darán a continuación en cuanto al tratamiento de sus efluentes domésticos, se aplican para ambos sectores.

Tratamiento de las Aguas Residuales:

Por lo disperso y poco ordenado que se encuentran las viviendas no se considera factible trazar un colector principal en el cual se recojan las aguas de desechos generadas. Por esto se cree conveniente que cada vivienda disponga sus aguas residuales en sistemas de tanques sépticos con descargas a pozos absorbentes, cuyo dimensionamiento estará en función del numero de habitantes de la vivienda en cuestión.

Según estudios geotécnicos en el sector, la amenaza a deslizamientos de tierra es media, por lo que no se cree que descargar las aguas residuales de la manera antes descrita implica un incremento significativo en el factor de amenaza a deslizamientos presente en estos sectores.

Sector: Zona Central

En este sector tan solo 3 de 15 viviendas poseen adecuado sistema de tratamiento de sus efluentes domésticos, el cual consiste en un séptico cuyo efluente se dispone finalmente en un pozo absorbente. También se conoce de unas 5 viviendas que disponen sus aguas “grises” (aguas provenientes de lavaderos y duchas) en el cauce de una alcantarilla, que al recolectar las aguas de lluvia arrastra las aguas residuales allí depositadas, para finalmente desembocar en la Quebrada Maitana. El resto de las viviendas descarga sus aguas residuales directamente en sumideros (sin previo tratamiento en tanques sépticos), de aproximadamente 4 metros de profundidad y un metro de diámetro.

Sistema de Recolección:

Por lo cercano que se encuentran las viviendas y por estar estas cerca de la carretera principal de la comunidad, se cree conveniente trazar un colector por el eje de vía que permita recolectar las aguas residuales de este sector. Este colector esta compuesto por 3 tramos, el tramo C7-C2 que se inicia en un punto cercano a la escuela Maitana y cuyo final es el punto C2 que se encuentra ubicado en un punto intermedio del segmento de vía que atraviesa este sector, el otro tramo se inicia en el punto C2-1 y finaliza igualmente en el punto C2. Finalmente, las aguas residuales son llevadas a la planta de tratamiento, a través del tramo de tubería C2-C1 (ver perfil de colectores). Hay que destacar el hecho de que el tramo proveniente de la escuela cruza el cajón de Las Marías, razón por la que hubo que enterrar la tubería lo suficiente para poder cruzarla por debajo sin peligro a que sufriese algún daño.

Se evaluó la posibilidad de plantear un único colector de aguas residuales, para los sectores Zona Central, San Judas, Los Mangos y Puente Tinta, resultando poco factible tanto desde el punto de vista técnico como económico, ya que los banqueros llegaron a estar por encima de los 7 metros, esto debido a un tramo de aproximadamente 50 m en el cual la pendiente del colector en este segmento de trazado estaría sentido contrario a la pendiente de la carretera.

Al igual que los sectores de Maitana Alta, San Judas y los Mangos, la amenaza a deslizamiento de tierra de este sector es alto. Por esto, para el diseño del sistema de tratamiento, no se considero un crecimiento significativo en la población de diseño. Adicional al aporte de aguas residuales por parte de las viviendas del sector, se considera también el caudal de aguas servidas provenientes de la Escuela Maitana, en el cálculo de los colectores cloacales, tanque séptico y laguna facultativa.

Planta de Tratamiento de las aguas residuales:

Ubicación del Terreno:

El terreno escogido para la ubicación de la planta de tratamiento se encuentra en una zona cercana a este sector. Existe la necesidad de expropiar 1 vivienda ubicada en este lugar, además de realizar movimientos de tierra que permita que el liquido residual llegue a la planta sin la necesidad de bombear. En cuanto al estado de amenaza, por estar ubicado en un plano este sitio no presenta ningún tipo de amenaza a deslizamiento pero en cuanto a la amenaza a inundarse la realidad es otra, ya que por ubicarse este sitio muy cerca de la quebrada Maitana, el estado de amenaza es de medio a bajo, siempre y cuando se tomen las siguientes consideraciones para su diseño y ubicación:

- Ubicar la laguna en el sitio más elevado posible.
- Canalizar las aguas provenientes de la carretera y sus adyacencias, ya que existen dos zanjias por donde siempre pasan las aguas de lluvia.
- Al igual que en el caso anterior la cota superior del talud de la laguna debe ser mayor ó igual al nivel máximo de aguas para la creciente de 100 años el cual es

de 672.9 msnm y este debe ser protegido y bien compactado para evitar graves daños a la laguna frente a un evento extremo.

Tanque Séptico:

El principal aporte de aguas residuales en este sector, proviene de la escuela Maitana en la cual laboran y estudian cerca de 200 personas. Actualmente esta escuela descarga sus aguas residuales en 2 sépticos cuyos efluentes son dispuestos en pozos absorbentes. Se considera muy factible que estos sépticos puedan empotrarse al colector planteado para este sector, por lo que únicamente habría que remover las partículas sedimentables presentes en el líquido residual proveniente de las viviendas, para lo que se contempla el uso de un tanque séptico cuyas dimensiones se muestran a continuación:

Población de Diseño = 100 personas

Volumen útil = 30 m³

Largo primera cámara = 4,3 m

Largo segunda cámara = 2.1 m

Ancho = 3 m

Profundidad = 1,6 m

Cámara de aire = 0,4 m

Laguna Facultativa:

Tabla 5.18. Laguna Facultativa del Sector Zona Central

Población de Diseño = 300 personas			
KT (25)	0.5	Tiempo de Retención(día)	6.9
K35	1.2	Volumen (m ³)	328.3
alfa	1.085	Area(m ²)	164.1
Temp.(C)	25.0	Ancho(m)	6.4
Profundidad (m)	2.0	Largo(m)	25.6
Largo-ancho	4.0	Ancho de diseño (m)	7.0
DBO afluente (mg/l)	140.0	Largo diseño (m)	25.0
DBO efluente (mg/l)	30.0	Área de diseño (m)	175
Caudal (l/seg)	0.55	Volumen de diseño (m ³)	350
Caudal (m ³ /día)	47.5		

Sector: Maitana Alta

La mayoría de las viviendas que se encuentran en este sector descargan actualmente sus aguas residuales, en pozos absorbentes mal diseñados sin un previo tratamiento en tanques sépticos, las aguas provenientes de las duchas o de lavado las disponen directamente en la tierra. Tan solo tres viviendas disponen correctamente sus aguas negras en su sistema de fosa séptica con descarga a pozo absorbente.

Por estar las viviendas de este sector relativamente cerca una de otra, se cree conveniente plantear un conjunto de colectores en los cuales se recojan las aguas residuales de toda la zona. Estos colectores estarán ubicados por debajo de las caminerías de la zona siendo esta la manera mas ordenada y eficiente de recolectar las aguas servidas del sector.

Seguido a esto, en un principio se planteaba la posibilidad de que, el liquido residual recolectado por estos colectores, se dispusiera en un sistema de tratamiento de tanque séptico con descarga a una laguna facultativa, pero debido a lo vulnerable a inundarse del posible sitio de ubicación de la planta se llega a la conclusión de que el diseño tiene que realizarse con sumo cuidado, si se desea conservar la laguna en buen estado, por lo que un sitio de planta no se llega a plantear formalmente como en los otros casos, sino mas bien que esto se deja para un futuro estudio mas detallado, pero las dimensiones de los elementos pozo séptico y laguna si se calculan, para de alguna manera saber de que dimensiones se necesita el espacio para ubicar el sistema. Las características tanto del sistema de recolección como de disposición de las aguas residuales se describen a continuación:

Características generales de los Sistemas de Colectores:

Para el trazado de la red de colectores nos limitaremos a realizar algunas recomendaciones, esto debido a que no se cuenta con un levantamiento topográfico detallado que permita dimensionar con precisión los distintos elementos que conforman una red de colectores. Estas recomendaciones son las siguientes:

- Por estar este sector un poco apartado de la carretera, es conveniente usar tuberías de PVC de 6" de diámetro, ya que este tipo de tubería es mucho más fácil de transportar en aquellos lugares cuyo acceso es posible únicamente a pie.
- Se recomienda que los banquetes no sobrepasen los 90 cm, ya que se considera que la mayor carga que deberá soportar el lecho de tierra que este cubriendo la tubería, será el equivalente al peso de una persona.
- En los cruces e intersecciones se podrán colocar en vez de bocas de vistas, pequeñas tanguillas de aproximadamente 0,6x0,6x0,6.

Sistema de Tratamiento:

Se consideró como población de diseño para el sistema de tratamiento, la existente actualmente, debido a las condiciones de riesgo a deslizamientos de tierra existente en la zona, que según los estudios realizados es alto. Un incremento significativo en el número de viviendas en el sector, representaría un agravante para este factor de riesgo, por lo que se recomienda limitar en lo posible nuevos asentamientos.

Tanque Séptico:

Población de Diseño = 80 personas

Volumen útil = 24 m³

Largo primera cámara = 3,85 m

Largo segunda cámara = 1,85 m

Ancho = 2,7 m

Profundidad = 1,6 m

Cámara de aire = 0,4 m

Laguna Facultativa:

Tabla 5.19. Laguna Facultativa del Sector Maitana Alta

Población de Diseño = 80 personas			
KT (25)	0.5	Tiempo de Retención(día)	6.9
K35	1.2	Volumen (m3)	89.5
Alfa	1.085	Area (m2)	44.8
Temp.(C)	25.0	Ancho(m)	3.3
Profundidad (m)	2.0	Largo(m)	13.4
Largo-ancho	4.0	Ancho de diseño (m)	3.0
DBO afluente (mg/l)	140.0	Largo diseño (m)	14.0
DBO efluente (mg/l)	30.0	Área de diseño (m)	42
Caudal (l/seg)	0.15	Volumen de diseño (m3)	84
Caudal (m3/día)	13.0		

De no ser posible la implantación de un sistema unificado para el tratamiento de las aguas residuales de este sector, es muy conveniente el uso de sistemas particulares de tratamiento, tratando en lo posible de empotrar a mas de una vivienda por sistema, y de esta manera minimizar el número de descargas individuales en la zona.

Sector: Corosal

Según la encuesta realizada entre los años 2001 y 2002, la mayoría de las viviendas de la zona descarga sus aguas negras (aguas provenientes del sanitario), directamente en una pozo absorbente de aproximadamente 4 metros de profundidad, sin un previo tratamiento en tanque séptico, mientras que las aguas grises (aguas provenientes de duchas y de lavados) son esparcidas en el suelo.

Ensayos bacteriológicos, realizados en distintos puntos de la quebrada Maitana confirmaron la presencia de coliformes totales y coliformes fecales. Dos de estos ensayos correspondieron a muestras tomadas en el tramo de quebrada ubicada en el sector de Corosal, lo cual es evidencia de una incidencia directa de las descargas de aguas residuales de la zona sobre la calidad bacteriológica de la quebrada.

Esta manera de descargar las aguas residuales, no ha generado aun, un severo impacto en la estética visual del tramo de quebrada ubicada en este sector, sin

embargo, en los últimos años se ha comenzado a observar un progresivo deterioro de la misma.

Por estar las viviendas de este sector muy distanciadas unas de otra no se considera factible, efectuar la recolección y tratamiento de las aguas residuales de manera unificada. Se decide que lo más conveniente es el uso de tanques sépticos con descarga a un pozo absorbente, buscando siempre que el sistema este ubicado lo mas alejado posible de la quebrada Maitana y en lugares en los que no existan cuerpos de aguas subterráneos muy cercanos a la superficie (para mayores detalles ver Capítulo II las distancias normativas y el diseño). De este manera es posible minimizar en gran medida el impacto que actualmente ejerce este sector sobre la quebrada, y los distintos cuerpos de aguas subterráneos existentes en la zona.

Sector: Carretera hacia Maitana, Carretera hacia Agua Fría

Las viviendas ubicadas tanto en la carretera hacia Maitana, como las que están en la carretera hacia agua fría, se encuentran considerablemente separadas unas de otras. Por lo que se cree que la mejor manera de tratar las aguas residuales de estos 2 sectores, es que cada vivienda descargue sus aguas de desecho en fosas sépticas con descarga a pozos absorbentes.

Según la encuesta realizada en el año 2001-2002, la mayoría de las viviendas ubicadas en estos 2 sectores descargan sus aguas residuales en pozos absorbentes mal diseñados, sin un previo tratamiento en tanque séptico. Sin embargo, no se cree que estas descargas incidan de manera directa en el deterioro de la calidad de agua de la quebrada Maitana, esto por lo distanciada que se encuentran estos sectores de este curso de agua natural. No se descarta la posibilidad de que las aguas residuales de estos de estos sectores estén contaminando los cuerpos de aguas subterráneos de la zona.

Sector: Palmira, San Felipe, La Montanita, Maitanita

Por no contar con una ubicación precisa de las viviendas en estos sectores, y desconocer la realidad social de cada uno de estos, la propuesta se limitara únicamente a realizar las siguientes recomendaciones para el tratamiento de las aguas residuales:

- Estos tres sectores son los que se encuentran mas apartado de la comunidad de Maitana en general, para acceder a estos desde cualquier otro punto de la comunidad es necesario cruzar la autopista regional del centro (a excepción de Maitanita). Las viviendas ubicadas en estos sectores se encuentran relativamente cerca unas de otra, por lo que se cree posible que una o más viviendas descarguen sus aguas residuales en una misma fosa séptica, cuyo efluente se dispondrá en un pozo absorbente.
- Aunque se desconoce la influencias de las descargas de aguas residuales de estos sectores sobre cualquier cuerpo de agua natural (subterráneo o superficial), se cree conveniente evaluar la profundidad del nivel freático en aquellos lugares en donde se coloquen el tanque séptico y el pozo absorbente.

5.4.3. RECOMENDACIONES DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE

En cuanto a la red de drenaje de la zona, ya se menciona que esencialmente esta conformada por los drenajes viales de la autopista y la carretera, por lo que nuestras recomendaciones están abocadas a mantener el correcto funcionamiento de estas.

- En cuanto al drenaje longitudinal de la carretera se recomienda la limpieza periódica de las cunetas, especialmente antes de empezar el periodo de lluvias.
- En vista que todas las alcantarillas de la carretera presentan un deterioro avanzado, se recomienda el reemplazo completo de la tubería metálica a tubería de concreto, y en aquellos casos donde la descarga termine en un muro (como es el caso de 4 de todas las alcantarillas del sector), revisar el estado de este y hacerle su respectivo mantenimiento.
- A excepción del ponton de Puente Tinta, la mayoría de las de las estructuras de entrada se encuentran en buen estado, por lo que solo necesitan un mantenimiento de rutina y la limpieza periódica para su correcto funcionamiento.
- En el caso del ponton de Puente Tinta, se recomienda su diagnostico detallado a nivel estructural, ya que se han manifestado grietas en las paredes de la estructura, en donde no se observa la presencia de ningún acero de refuerzo, además del mantenimiento de las vigas metálicas, ya que se aprecia su deterioro por oxidación. A nivel hidráulico, en vista que se han socavado sus bases, se recomienda rellenar nuevamente esta de gaviones y proteger la estanqueidad de este material, al pie de la descarga con la aplicación de concreto pobre, además de revisar el buen estado del canal de aproximación a la estructura.
- En cuanto al grave problema presentado en la torrentera de la autopista que pasa entre los sectores de Zona Central y Los Mangos, se tiene entendido que para la solución de este problema ya fue diseñado y esta en ejecución por parte del Ministerio de Infraestructura, obras de contención.

La propuesta de desarrollo se fundamenta en la definición de los usos permitidos para cada espacio siguiendo, como ya se menciono, las características propias del terreno, las condiciones de amenaza, sus pendientes y su accesibilidad tanto a servicios sanitarios como viales. La normativa de la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas contempla lo que se refiere al plan de ordenamiento y los lineamientos a seguir para cada una de los usos a considerar, explicando en cada uno de los casos, cual es la meta a la cual se desea llegar con la aplicación de la normativa. Para la explicación de cada uno de los usos, primero se expondrá brevemente cual es la línea a seguir, según el plan de ordenamiento de la normativa y luego se expone lo que se hizo para nuestro caso en particular. Por ultimo, una vez que ya se han discutido cada una de las decisiones tomadas con respecto a los usos, todo se resumirá en una sola lamina para ver todo el plan de uso de los suelos como un conjunto en el espacio de Maitana.

Uso Residencial

La normativa especifica que, el uso residencial debe verse en función del mantenimiento de la población actual que habita y/o trabaja en la zona, pero no en función de la expansión de éstas actividades, salvo casos excepcionales que se traduzcan en beneficio para la conservación de la zona.

En cuanto a las redes de infraestructura, los servicios a considerarse, son los relativos a la dotación de agua para consumo doméstico, agrícola, recreacional, disposición de aguas servidas, energía eléctrica, teléfono, vialidad, etc. estos servicios se permitirán para cubrir la necesidades actuales de la población.

Toda actividad que genere aguas servidas deberá contar con su respectivo sistema de disposición final para las mismas. Deberá contar con sistemas de tratamiento y disposición de aguas servidas apropiados a las características físicas del sitio, que garanticen que los efluentes tratados se ajusten a la normativa que regula la materia.

Posterior a la aplicación de la metodología explicada en el Capítulo IV y tomando las consideraciones necesarias, queda para el uso residencial, un área aproximada de 8,2 hectáreas brutas, aprovechándola para los siguientes casos:

- En caso de ser necesario reubicar a personas ya asentadas, por motivos de requerir su espacio de establecimiento para alguna obra de relevancia (laguna o vialidad).
- Para las personas que se encuentran en sitios donde corre peligro vidas humanas, o que su ubicación perjudica de alguna manera a la población, como son lechos de quebrada, sobre torrenteras, sobre manantiales, etc.
- Para el caso de desarrollo de obras para elevar la calidad de vida y en consonancia con los usos permitidos dentro de la zona, por ejemplo: escuelas, ambulatorios, etc.
- Para los casos de crecimiento natural dentro de la Comunidad.

Esta extensión total esta distribuida de la siguiente manera:

- *Riberas de la quebrada Las Mariás*: 4.6 hectáreas brutas, lo que se traduce en 4.1 hectáreas netas para desarrollo residencial, para una capacidad total de 82 viviendas. En vista de que en el área ya existen 20 viviendas, resta espacio suficiente para ubicar alrededor de 62 nuevas viviendas, para un total de aproximadamente 300 nuevos habitantes.
- *Corosal*: 1.1 hectáreas brutas, para 1 hectárea neta de ubicación de viviendas, lo que se traduce en un espacio para 20 viviendas. Como en la zona se encuentra solamente 1 vivienda, resta espacio suficiente para 19 nuevas viviendas, para un total de aproximadamente 100 nuevos habitantes.
- *Vía hacia Agua Fría*: 1.7 hectáreas de área bruta, para un total de 1.5 hectáreas de área neta, con una capacidad de 30 viviendas. En vista que en el área solo se ubica una vivienda, se podrían ubicar 29 nuevas viviendas para un máximo aproximado de 150 nuevos habitantes.
- *Cortada de Maturín*: 0.8 hectáreas de área bruta, 0.7 hectáreas de área neta para un total de 14 viviendas. Si se resta las 5 viviendas que ya se encuentran ubicadas,

quedarían por ubicar 9 nuevas viviendas para un total aproximado de 45 nuevos habitantes.

A continuación se evalúan los distintos componentes urbanos necesarios, por zona delimitada, para así sustentar la factibilidad de la propuesta.

- *Total de habitantes:* de esta distribución tentativa, se estima que en el sector se podría ubicar alrededor de 600 nuevos habitantes, de manera segura, ordenada y respetando a las leyes y la calidad ambiental.
- *Vialidad:* en cuanto al área ubicada en Las Marías, a pesar que la autopista se encuentra muy cerca a la zona en cuestión, no se evalúa la posibilidad de un acceso directo desde esta, por todas las implicaciones de seguridad para la misma autopista, como por las altas pendientes del talud que los separa, lo mismo ocurre con un acceso directo desde la carretera en los alrededores del sector de Carretera de Maitana, por lo que se considera como posible acceso, una pequeña vía que entre desde Zona Central, unos metros después del cajón “Puente Las Marías”, utilizando una pequeña parte del terreno de la ferretería y siguiendo paralela a la quebrada, alrededor de un metro y medio por encima del lecho de esta, garantizando así que la quebrada en ningún momento llegue a afectar la zona. Hay que destacar que no siempre la vía iría justo al lado de la quebrada, ya que hay casos donde se encuentran viviendas en el paso y por lo tanto hay que reubicar la menor cantidad de viviendas posible. En cuanto a las zonas ubicadas en Corosal y en la vía hacia Agua Fría, se puede tomar precisamente esta vía como acceso principal. En el caso del área ubicada en la Cortada de Maturín, esta área ya se encuentra al lado de la carretera de Maitana.
- *Sistema de Abastecimiento de Agua:* en este caso únicamente se evalúa la capacidad de la fuente y el de almacenamiento del sistema, mas no como será el sistema de distribución, debido a que el desarrollo no se encuentra diseñado. En cuanto a la fuente principal de agua del acueducto, se puede decir que, por ser esta el Pozo Maitana (el cual ya esta comprobado que es de gran capacidad de

explotación), no se considera la posibilidad de que la fuente de agua falle o no aporte el caudal requerido. En cuanto al almacenamiento, ya se menciono que el total del sistema ronda los 350.000 litros y que la necesidad actual es de 208.000 litros (ver Capitulo V), lo que deja un excedente de 142.000 litros que sirven para el abastecimiento de mas de 1700 personas adicionales (tomado únicamente el 40% del consumo promedio diario por personas, ya que el gasto de incendio para la comunidad ya fue incluido en los 208.000 litros), con esto se garantiza la continuidad del servicio en el caso de cualquier falla del sistema. Cuando la población crezca y se distribuya, el almacenamiento de los sectores actuales estará provisto por los tanques comunales, mientras que para los sectores de futuro crecimiento, mas las viviendas que actualmente se diseñaron sin tanques comunales y cuyo único almacenamiento previsto es el del tanque principal, su almacenamiento lo proveerá el tanque principal.

- *Sistemas de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales:* para el caso del sector de Las Marías, se puede recomendar el uso de un colector que pase por toda la vía, de manera tal de recolectar las aguas residuales de la mayor cantidad de viviendas posibles, para luego ser empotrado al mismo colector de zona central, justamente en la boca de visita posterior al cruce del colector con el cajón, para descargar en la misma planta de tratamiento de zona central. En cuanto a la capacidad de la planta, antes de pensar en alguna ampliación habría que evaluar como se esta comportando y cual es la carga orgánica del efluente y dependiendo de este valor estudiar si con el nuevo caudal aportado no aumentaría este valor de descarga hasta valores no permitidos, descartando así una ampliación de la planta, ahora, en caso de que exista la necesidad de ampliar la planta, en el terreno existe espacio suficiente para esto, siempre y cuando se tomen las mismas previsiones (principalmente en cuanto al drenaje y a la cota máxima de los taludes de la laguna) tomadas anteriormente. Para los nuevos asentamientos ubicados en la Cortada de Maturín y en la vía hacia Agua Fría, se plantea la posibilidad de incorporarlos a la planta de tratamiento de Zona Central, a través de un colector que recorra desde la Cortada de Maturín hasta dicha

planta. Por ultimo en cuanto a la zona de Corosal, debido a la dificultad de incorporarlo a algún colector cercano, se le plantearían soluciones individuales (séptico y sumidero) para la disposición de sus aguas.

Uso agrícola.

La agricultura debe verse desde una perspectiva socio-económica de la población que dentro de la zona la realiza, pero no como un área de potencial producción agrícola para satisfacer las demandas de alimentos o de otro renglón del Área Metropolitana de Caracas. Así las actividades agrícolas deben realizarse con criterios especialmente conservacionistas y vocacionales, que minimicen los daños al ecosistema.

En la zona de estudio está permitida la actividad agrícola vegetal, agrícola animal y agrícola conservacionista. La actividad agrícola del subsector vegetal comprende el establecimiento, mejoramiento y ampliación de cultivos permanentes y temporales, planteles de propagación y viveros de plantas. La actividad agrícola del subsector animal comprende aprovechamiento de producción apícola, avícola, cunícola y piscícola, así como el mejoramiento y el establecimiento de haras y vaqueras a estabulación y semiestabulación.

Uso protector.

Este uso se refiere a aquellos espacios que por sus condiciones físico-naturales y por los recursos naturales que involucran (suelos, agua y vegetación), merecen una consideración especial de protección en todo el ámbito geográfico de la Zona Protectora del Área Metropolitana de Caracas. La identificación de las áreas de uso protector está sujeta a las siguientes variables: pendientes superiores al 45 %, vegetación natural alta y media, red hidrográfica y erosión. Los espacios seleccionados son todos aquellos en los cuales sus pendientes exceda el 45% y los adyacentes a la red hidrográfica, principalmente de las quebradas Maitana y Las Marías.

Uso forestal

El uso forestal está destinado a fines protectores y de recuperación de áreas degradadas. En la comunidad de Maitana deben reforzarse las actividades concernientes con éste uso, ya que hay muchos sectores que han sufrido de la tala y quema indiscriminada por ende también de erosión progresiva. Aunque no se obtuvo por medio de este Trabajo Especial de Grado la ubicación de los sectores más afectados por la deforestación se recomienda ahondar en el tema, bien sea por fotografías aéreas o por la inspección en campo para que se tomen medidas al respecto y para conciencitizar a la población.

Uso turístico-recreacional

La comunidad tiene muchas cualidades que la hacen propicia para el turismo como lo son: un clima agradable, paisajes hermosos, diversidad en cuanto a flora y fauna, además de ser de fácil acceso. Además de esto la comunidad necesita de espacios de encuentro y de recreación que eleven su calidad de vida.

Para la dotación de ciertas estructuras o espacios necesarios para el desarrollo turístico, se señalan los lugares más factibles a juicio de los autores para actividades turísticas y/o recreacionales, considerando las disposiciones de la leyes y los estudios concernientes a las amenazas naturales más importantes en el sector.

Existe un terreno de aproximadamente 1 hectarea, que se puede utilizar para la ubicación de jardines, ubicado en el sector Corosal y donde actualmente hay una vivienda que prontamente será deshabitada (según testimonios del mismo propietario). La recomendación de este uso se debe a las siguientes razones:

- Se encuentra muy cerca de la quebrada y por lo tanto la humedad es alta.
- Es un terreno periódicamente inundable, por lo que hay que tener esto en cuenta a la hora de la selección del tipo de plantas a ubicar.
- Al encontrarse cerca de la planta de tratamiento de Zona Central y muy posiblemente de la planta de Maitana Alta, estas descargas pudiesen ser

aprovechadas para el regado de estas plantas, siendo esta agua un fertilizante natural.

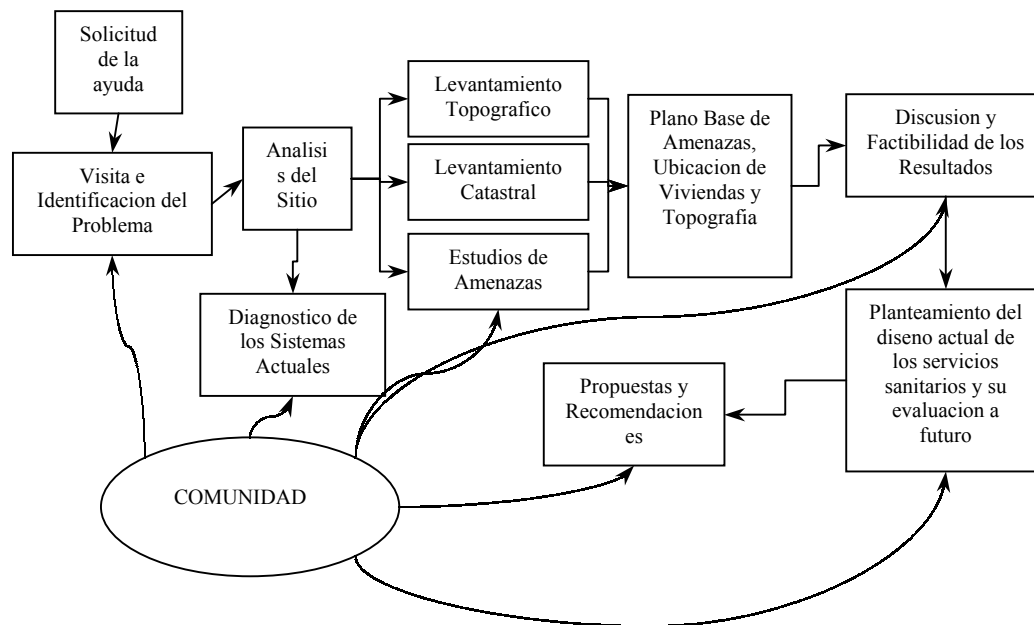
En cuanto a los requerimientos de agua del cultivo, los cuales pueden ser de 1 lps¹ como máximo, se puede pensar en tomar una derivación del mismo pozo utilizado para el acueducto.

Uso educacional, asistencial, de investigación científica, cultura, defensa nacional y de utilidad pública.

En la zona se permite el desarrollo de actividades para la educación escolar, extraescolar y técnica superior, escuelas granjas, centro de atención médica especializada, instalaciones de investigación y experimentación científica, defensa nacional e instalaciones de utilidad pública, para atender los fines propuestos en la Zona Protectora, especialmente en lo relativo a las actividades conservacionistas, de protección ambiental y para el aprovechamiento y manejo racional de los recursos naturales.

¹ Demanda estimada en 1 lps/hectárea, según los criterios del Prof. Joseva de Ondiz impartidos en la cátedra Riego y Drenaje en la UCV.

- Son muchas las variables involucradas en cualquier proyecto comunitario, lo cual hace ambicioso pretender plantear una metodología única para elaborar cualquier proyecto de este tipo. Sin embargo, la experiencia adquirida en este trabajo, sirve como guía para la elaboración de proyectos similares en comunidades rurales, resumiéndose en el siguiente esquema general:



- Para definir la problemática y establecer una estrategia acorde a las necesidades del caso, que permita llegar en forma eficiente a la solución de estos problemas, se requiere, como base fundamental, el análisis exhaustivo del sitio.
- El diagnostico realizado define a Maitana como una comunidad rural, que presenta un crecimiento desorganizado, caracterizado principalmente por asentamientos informales, donde las amenaza de inundación y deslizamiento de taludes son de gran preocupación para los habitantes debido a importantes eventos y manifestaciones relacionados. Además de esto el análisis del sitio permite identificar al suministro de agua y a la disposición de las aguas residuales como los principales problemas sanitarios de la comunidad.
- De las dos quebradas mas influyentes en la zona la única que representa una amenaza considerable es la quebrada Maitana, la cual afectaría en una crecida extrema, a los sectores de Zona Central y Corosal, siendo en este ultimo donde se

ubican las únicas viviendas bajo alta amenaza de inundación. En cuanto a la quebrada Las Marías no significa una amenaza debido a que las fuertes pendientes de su cauce y a su poco caudal, su planicie de inundación se ve reducida.

- La amenaza por deslizamiento de tierra es la de mayor importancia debido a las diversas manifestaciones de inestabilidad de grandes extensiones de terrenos, sobre todo en algunos de los sectores más poblados como San Judas y Los Mangos, en donde se encuentran los dos deslizamientos más relevantes de la zona. Otro sector de gran inestabilidad es Maitana Alta, donde está en proceso de formación una cuña de deslizamiento de grandes dimensiones, la cual puede estar siendo afectada por las constantes deforestaciones en la zona que aumenta el proceso erosivo del terreno.
- La amenaza de deslizamiento de terreno y de inundación, junto con los aspectos legales, son factores importantes a tomar en cuenta para limitar el desarrollo habitacional y para ajustar los servicios básicos a estas condiciones.
- A pesar de lo desorganizado del sistema actual de abastecimiento de agua y de la posible influencia de las descargas de aguas residuales sobre los cuerpos de aguas existentes, resalta el hecho que todas las fuentes de abastecimiento cumplen los requerimientos físico-químicos exigidos en la Gaceta Oficial 36936 de calidad del agua, mas no los bacteriológicos debido a la presencia de organismos del grupo coliforme en estos cuerpos de agua, por lo cual se hace necesaria la desinfección como único tratamiento para considerarlos aptos para el consumo humano.
- Para garantizar el suministro de agua, el diseño del acueducto contempla en un principio como única fuente de abastecimiento al Pozo Maitana, comprobado como de gran capacidad de explotación, considerando la posibilidad a mediano plazo, de la rehabilitación de otro pozo como un deseo de la comunidad de independizarse del Sistema Anauco.
- Para garantizar la continuidad ante cualquier falla del sistema, se proponen varios tanques comunales, los cuales además de proporcionar una mayor capacidad de almacenamiento a la comunidad, rompen la carga debido a los grandes desniveles,

sin embargo, no se descarta la posibilidad de que en un corte muy prolongado del suministro haya que recurrir de los distintos aljibes existentes.

- El tratamiento de las aguas residuales mediante el uso de lagunas facultativas, se planteo para aquellos sectores, en donde fue factible el diseño de colectores cloacales. En aquellos sectores en donde no fue factible, se escogió el uso de tanques sépticos con descarga a pozo absorbentes debidamente ubicados.
- En el diseño de los colectores cloacales no se contemplaron los ramales de empotramiento al colector principal. Se recomienda el uso del menor numero de ramales, tratando en lo posible de incorporar el mayor numero de viviendas a una misma tubería.
- Para dar continuidad a las propuestas generadas en este trabajo es necesario que el contenido social se mantenga presente, ya que se considera este el aspecto que mayor peso tiene en la elaboración de cualquier proyecto comunitario.
- Para que el proyecto a realizarse se adecue a las necesidades reales de la comunidad y se realice de una forma integral, es necesario la intervención de diversas disciplinas (sociales, tecnológicas, políticas, etc.) las cuales deberán trabajar de manera conjunta y con la debida incorporación de los habitantes en la toma de decisiones.

- Unda Opazo, F.** (2000). Ingeniería Sanitaria: Aplicada a Saneamiento y Salud Pública. México: Editorial Limusa.
- Arocha R. Simón** (1983). Cloacas y Drenaje: Teoría y Diseño (1ª. Edición) Caracas: Editorial Vega.
- Arocha R. Simón.** Abastecimiento de Agua: Teoría y Diseño.
- Fratelli, María** (1993). Suelos, Fundaciones y Muros. Caracas.
- Badillo, Juárez y Rodríguez, Rico** (1986). Mecánica de Suelos (Tomo II). México: Editorial Limusa.
- Sawyer, C.; Mc. Carty, P. y Parkin G.** (2001). Química: Para la ingeniería ambiental (4ta. Edición). Colombia: Editorial Mc Graw Hill
- Crites, R. y Tchobanoglous, G.** (2000). Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. Colombia: Editorial Mc Graw Hill.
- Centro Internacional de Agua y Saneamiento** (1988). Sistemas de Abastecimiento para Pequeñas Comunidades: Tecnología de pequeños sistemas de Abastecimiento de Agua en Países en Desarrollo (Serie documentos técnicos N°18). Perú: CEPIS.
- Grasés, José** (1994). Venezuela: Amenazas Naturales. Caracas: Gráficas Monfort.
- Rivas Mijares** (1961). Abastecimiento de Agua y Alcantarillado (2da. Edición). Caracas: O.B.E. Universidad Central de Venezuela.
- Ven Te Chow** (1994). Hidráulica de Canales Abiertos. Colombia: Mc Graw Hill.
- León Mendez, A. y Estopiñan Perez, A.** (1989). Hidráulica de Canales Abiertos. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Read, H. y Watson, J.** (1978). Introducción a la Geología. España: Editorial Alambra.
- López, Ricardo** (1999). Diseño de Acueductos y Alcantarillados (2da. Edición). Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Poch, Manuel.** (1999). Las Calidades del Agua (1ra. Edición). España: Editorial Rubes.
- Henry, Glynn y Heinke, Gary.** (1996). Ingeniería Ambiental (2da. Edición). México: Prentice Hall.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (1997). Guía Metodológica de Capacitación en Gestión Ambiental Urbana para Universidades de América Latina y el Caribe (1ra. Edición) New York: PNUD.

Bolinaga I, Juan J. (1979). Drenaje Urbano. Caracas: INOS.

Francenchi A, Luís E. (1984) Drenaje Vial. Caracas: Fundación Juan José Agueverre

Normas e Instructivos para el Proyecto de Alcantarillado. (1975) República de Venezuela. INOS.

XI Seminario de Ingeniería Sanitaria de Centro América y Panamá.

Bolinaga I. Juan J. y Azpúrua J. B. (1981). Método de C.O. Clark para la obtención de hidrogramas unitarios. Caracas: Revista El Agua N°20.

Ven Te Chow; Maidment, David R. y Mays, Larry W. (1993) Hidrología Aplicada

Gaceta Oficial de la República de Venezuela. (Diciembre, 1995). N° 5.021 Extraordinario. Decreto N° 883. Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos ó efluentes líquidos.

Página Web: www.viva-venezuela.com/geografia/mapas/miranda/miranda.htm

TABLA RESUMEN DE LOS METODOS USADOS PARA LOS ENSAYOS
DE AGUA SEGUN EL STANDARD METHODS

PARAMETRO	METODO	CODIGO
TURBIEDAD (UNT)	nefelometrico	2130B
COLOR VERDADERO (UCV)	comparacion visual	2120B
CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA (umho/cm)*	potenciometrico	2118B
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	membrane electrode	4500-OG
pH*	electrometrico	4500-H+ B
ALCALINIDAD	Titulacion	2320 B
DUREZA TOTAL (mg/l CaCO ₃)	Calculado	
CALCICA (mg/l CaCO ₃)	Calculado	
MAGNESICA (mg/l CaCO ₃)	Calculado	
CARBONATICA (mg/l CaCO ₃)	Calculado	
NO CARBONATICA (mg/l CaCO ₃)	Calculado	
INDICE DE LANGALIER	Calculado	
CLORUROS (mg/l)	ion chromatographic	4500-Cl F
SULFATOS (mg/l)	ion chromatographic	4500-SO ₄ B
NITRITOS (mg/l N)	ion chromatographic	4500-NO ₂ C
NITRATOS (mg/l N)	ion chromatographic	4500-NO ₃ C
CALCIO (mg/l)	atomic absortion spectrometric	3500-Ca B
MAGNESIO (mg/l)	atomic absortion spectrometric	3500-Mg B
SODIO (mg/l)	atomic absortion spectrometric	3500-Na B
POTASIO (mg/l)	atomic absortion spectrometric	3500-K B
Solidos Totales (mg/l)	Gravimetrico	2540 D
Solidos Suspendidos (mg/l)	Gravimetrico	2540 D
Solidos Disueltos (mg/l)	Calculado	

Sector: LAS MARIAS						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Omaira Padilla	M-1	50	2	tuberia de tanque maitana	Séptico	Séptico
Diaz Padilla	M-2	50	5	tuberia de tanque maitana	Séptico	Séptico
Perez Corrales	M-3	<20	5	tuberia de tanque maitana	Séptico	Séptico
Semprum	M-4	<20	8	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Sumidero
Semprum	M-5	<20	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Sumidero
Bracho Semprum	M-6	2	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	No tiene
Guitierrez Semprum	M-7	<20	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	No tiene
Bracho Guevara	M-8	<20	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	No tiene
Roman	M-9	<20	11	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Séptico
Perez Alarcon	M-10	<20	7	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Hidalgo Monroy	M-11	<20	3	tuberia de tanque maitana	Septico	Séptico
Cisneros	M-12	<20	5	tuberia de tanque maitana	Septico	Séptico
Rivas	M-13	1 mes	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Septico
Hidalgo-Rosas	M-14	<20	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Séptico
Pacheco	M-15	8	0			
Sanchez Omaña	M-16	5	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Sumidero
Mora Velasco	M-17	<20	11	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Sumidero
Peña Mesa	M-18	7meses	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Ninguno
Parra Montaño	M-19	12	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Sumidero
Yepez	M-20	17	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Sumidero
Perdomo	M-22	12	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Sumidero
Valencia Araujo	M-23	8	9	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	Ninguno
Medina	M-24	<20	7	Manantial	directa al suelo	Sumidero
Gonzales	M-25	17	2	Manantial	directa al suelo	Sumidero
Cedeño-Martinez	M-26	7	5	Manantial	directa al suelo	Sumidero

Sector: CARRETERA HACIA AGUA FRIA						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Monsalves-Flores	V26	26	7	tuberia de la est de bombeo	directa al suelo	sumidero
Silva	V27	<15	10	tuberia de la est de bombeo	directa al suelo	sumidero
Silva-Moriño	V28	1	2	tuberia de la est de bombeo	directa al suelo	no tiene
Perez-Betancorut	V29	4	6	tuberia de la est de bombeo	directa al suelo	sumidero
Silva-Fonseca	V30	18	10	tuberia de la est de bombeo	directa al suelo	sumidero
Rodriguez	V31	18	2	tuberia de la est de bombeo	directa al suelo	sumidero

Sector: MONTAÑITA						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Rodriguez	MT1	desde el 80	1	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Vasques Rodriguez	MT2	desde el 86	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Diaz Rodriguez	MT3	desde el 80	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Rodriguez Gonzales	MT4	11	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Duran	MT5	>20	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Duran	MT6	año y medio	3	manantial	directa al suelo	sumidero
Nieves	MT7	2	6	manantial	directa al suelo	sumidero

Sector: CARRETERA HACIA AGUA FRIA						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Rojas Lopez	V1	3	6	Sisterna	directa al suelo	sumidero
Ramirez-Lopez	V2	4	6	Sisterna	directa al suelo	sumidero
Lopez	V3		5	Sisterna	directa al suelo	sumidero
Rivas-Palmar	V4	20	5	Sisterna manantial	directa al suelo	sumidero
Viña	V5	1	4	Sisterna manantial	directa al suelo	sumidero
Barriatti	V6		4	no posee	directa al suelo	sumidero
Gennaro	V7	1mes	4	no posee	directa al suelo	sumidero
Púlido-Flores	V8	10	10	tuberia y sisterna	directa al suelo	sumidero
Púlido-gil	V9	20	20	tuberias y sisterna	directa al suelo	sumidero
Brito	V10	12	5	sisterna manantial	directa al suelo	sumidero
Ramirez-Rugano	V11	12	8	tuberias y sisterna	directa al suelo	sumidero
Ramirez-Hernandez	V12	3	3	sisterna	directa al suelo	sumidero
Gil-Rodriguez	V13	8	9	sisterna	directa al suelo	sumidero
Rodriguez-Gil	V14	8	4	sisterna	directa al suelo	sumidero
Herrera-Perez	V15	10	4	sisterna	directa al suelo	sumidero
Milagros-Herrera	V16	10	2	sisterna	directa al suelo	sumidero
Andrade-Cedeño	V17	14	4	sisterna	directa al suelo	sumidero
Araujo	V18	8	5	sisterna	directa al suelo	sumidero
Liendo	V19	4	3	sisterna	directa al suelo	sumidero
Rodriguez Rosas	V20	8	8	sisterna	directa al suelo	sumidero
Cisneros	V23	30	12	sisterna	directa al suelo	sumidero
Guevara	V24	17	12	manantial	directa al suelo	sumidero
Guevara	V25	5	1	manantial	directa al suelo	sumidero

Sector: CARRETERA MAITANA

Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Moreno	b26	>20	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Romero-Ramirez	b27	20	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Castañeda	b28	>20		tuberia de tanque maitana		
Aparicio	b29	>20	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Rodriguez	b30	18	1	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero

Sector: PUENTE TINTA

Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Martinez	PT1	mapa	8	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Villa Paredes	PT2	mapa	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Mendez Villa	PT3	Construcción	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
castillo villa paredes	PT4	<20	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	séptico
guerra	PT5	10	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Ramirez	PT6	1 mes				
Graterol	PT7					
Graterol	PT8					

Sector: CARRETERA MAITANA						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Tovar	b1	6	local 1pers resid	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Silva	b2	20	local	tuberia de tanque maitana	septico	séptico
Perez-nuñes	b3	2	1 pers resid taller	manantial	directa al suelo	sumidero
Silva-Acevedo	b4	3	4 pers resid local	manantial	directa al suelo	sumidero
Garcia	b5	1	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Felix	b6	1	1	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Perez-bello	b7	>20	7	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Martinez-Rodriguez	b8	3	15	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Uran-medina	b9		9	manantial	directa al suelo	sumidero
Gudillo-casola	b10	<2	3	manantial	directa al suelo	no posee baño
Pereira	b11	3	2	manantial	directa al suelo	sumidero
Morales	b12	3	2	manantial	directa al suelo	sumidero
Garcia-rivero	b13	9	7	manantial	directa al suelo	sumidero
Martinez	b14	>25	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Moreno-Alayon	b15	7		tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Romero	b16	3		tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Diaz	b17	11		tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Castañeda Cardenas	b18	3	4	tuberia de tanque maitana	Septico	Séptico
niño	b-b	3	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Briceño	b-19	15	1	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Romero	bc	7			Séptico	Séptico
Guillen-Rojas	b20	15	9	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Tovar-blanco	b21	>25	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Duarte-muscho	b23	20	6	tuberia de tanque maitana	Séptico	Séptico
Rodriguez Hernandez	b24	>25	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Ortiz	b25	>25	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero

Sector: COROSAL						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
	Co-27				IND	IND
	Co-28				IND	IND
	Co-29				IND	IND
Bello	Co-30			tuberia de tanque maitana	IND	IND

Sector: PUENTE TINTA						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Martinez	PT1	mapa	8	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Villa Paredes	PT2	mapa	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Mendez Villa	PT3	Construcción	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
castillo villa paredes	PT4	<20	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	séptico
guerra	PT5	10	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Ramirez	PT6	1 mes				
Graterol	PT7					
Graterol	PT8					

Sector: COROSAL						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Matos Acosta	Co-1	30	8	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Berrios	Co-2	>20	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Fernandez	Co-3	<5	1	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Tovar-Ruben	Co-4	>20	8	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Perdomo	Co-5	>20	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Rodriguez	Co-6	-----	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Rodriguez	Co-7	1	4	tuberia	directa al suelo	sumidero
Fuentes Rodriguez	Co-8	mapa	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Fuentes	Co-9	<20	8	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Medina	Co-10	<20	7	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Conde	Co-11	30	6	tuberia de tanque maitana	IND	IND
Fuentes	Co-12		1		IND	IND
Felix	Co-13	mapa			IND	IND
Montilla	Co-14	18	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
conde	Co-15	mapa	9	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Argisones	Co-16	25	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Olivares	Co-17	2	3	Quebrada	directa al suelo	sumidero
Silva-torres	Co-18	26	1	tuberia de tanque maitana	Séptico	Séptico
Silva-Acevedo	Co-19	2	1	tuberia de tanque maitana	Séptico	Séptico
Silva-guitierrez	Co-20	10	5	tuberia de tanque maitana	Séptico	Séptico
Silva-Acevedo	Co-21	3	4	tuberia de tanque maitana	Séptico	Séptico
Hernandez	Co-22	8	2	tuberia de tanque maitana	IND	IND
	Co-23				IND	IND
	Co-24				IND	IND
Silva peña	Co-25	14	3	tuberia de tanque maitana	IND	IND
	Co-26	15	2	tuberia de tanque maitana	IND	IND

Sector: MAITANA ALTA						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Datos no disponible	MA1	reciente				
aular (piojo)	MA2	proxima Construcción			IND	IND
Perez Blanco	MA3	8	7	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Aponte Rodriguez	MA4	11	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Aponte Villegas	MA5	5	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Rodriguez Gladys	MA6	10	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Hernandez Arginson	MA7	15	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Hernandez	MA8	12	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Aponte Arginson	MA9	6	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Bello Rodriguez	MA10	10	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Villegas	MA11	Próxima construcción	3			
Rodriguez	MA12	20	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Perez Rodriguez	MA13	<13	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Rodriguez Bello	MA14	25	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Rodriguez	MA15	25	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Palacio Bautista	MA16	5	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Martinez masa	MA17	<10	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Morales	MA18	4	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero

Sector: ZONA CENTRAL						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Silva Montañño	Zc1	<15	10	tuberia de tanque maitana	séptico	séptico
Silva Villegas	Zc2	10	4	tuberia de tanque maitana	séptico	séptico
Peña Richard	Zc3	20	2	tuberia de tanque maitana	séptico	séptico
Rodriguez Gutierrez	Zc4	24	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Gutierrez Gonzales	Zc5	mapa	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Gutierrez Fonseca	Zc6	mapa	9	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Flores Gutierrez	Zc7	21	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Flores Bello	Zc8	mapa	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Machado	Zc9	Verificar	9	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
taller	Zc10	5	1	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Gutierrez Camacaro	Zc11	11	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Gutierrez Arginsones	ZC12	10	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Gutierrez Rodriguez	Zc13	23	9	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
IND	Zc14					

Sector: COLINAS DE MAITANA						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Fuentes	C1	7	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Wladimir	C2	4	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Perez-Ramos	C3	13	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Martinez-Mata	C4	10	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Quiroz	C5	11	12	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Fuentes Alfonzo	C6	12	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Montilla gutierrez	C7	2	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero

Sector: LOS MANGOS						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua		Disposición de excretas
Teran Ramos	MN25	9	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Cerrano medina	MN26	15	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
	MN27					
	MN28					
Hernandez	MN29	40	1	regalada	directa al suelo	sumidero
Fuentes Rodriguez	MN30	21	5	taladro	directa al suelo	letrina
Rodriguez	MN31	40	4	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Fuentes Rodriguez	MN32	8	6	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Rodriguez	MN33	10	1	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Nieves	MN34	25	5	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Rodriguez Perdomo	MN35	21	6	algibe	directa al suelo	no tiene baño
Rodriguez molina	MN36	mapa	3	algibe	directa al suelo	no tiene baño
Rodriguez molina	MN37	mapa	3	algibe	directa al suelo	no tiene baño
Flores	MN38	53	1	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Figuera	MN39	1	4	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Rodriguez	MN40	12	3	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Rodriguez	MN41	mapa	2	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Rodriguez	MN42	mapa	4	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Bello	MN43	12	1	taladro	directa al suelo	letrina
Aponte	MN44	12	5	taladro	directa al suelo	no tiene baño
	MN45					
Rodriguez	MN46	23	7	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Torres	MN47	10	1	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Reyes perez	MN48	15	5	taladro	directa al suelo	no tiene baño
Peres Reyes	MN49	mapa	7	taladro	directa al suelo	séptico
Bello osorio	MN50	mapa	7	taladro	directa al suelo	séptico

Sector: SAN JUDAS TADEO						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Jessenia Arginson	SJ1	25	4	tuberia de tanque SJ	directa al suelo	sumidero
Garcia	SJ2	25	7	tuberia de tanque SJ	directa al suelo	sumidero
Garcia	SJ3	10	3	tuberia de tanque SJ	directa al suelo	sumidero
Aponte Garcia	SJ4	20	3	tuberia de tanque SJ	directa al suelo	sumidero
Garcia gonsalez	SJ5	15	3	tuberia de tanque SJ	directa al suelo	sumidero
Garcia	SJ6	enconstrucc	2			
Suarez Garcia	SJ7	>20	4	tuberia de tanque SJ	directa al suelo	septico
Romero	SJ8	30	7	tuberia de tanque SJ	directa al suelo	sumidero
Romero	SJ9	mapa	2			
Castillo	SJ10	15	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	letrina
Castillo	SJ11	construcción	4			
Castillo Garcia	SJ12	mapa	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	letrina
Castillo Garcia	SJ13	mapa	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Garcia aponte	SJ14	13	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Arginson	SJ15	mapa				
Rodriguez	SJ16	10	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Arginson bello	SJ17	3	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Flores bello	SJ18	3	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Flores bello	SJ19	20	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Arginson Flores	SJ20	construcción	2			
morales	SJ21	3	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
morales villegas	SJ22	>20	2			
Rodriguez	SJ23	>20	3	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Armas vivas	SJ24	mapa	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
	SJ25					

Sector: LOS MANGOS						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Armas del gabo		mapa	6	algibe	directa al suelo	sumidero
Rodriguez	MN1		1	algibe	directa al suelo	letrina
Rodriguez	MN2	15	5	algibe	directa al suelo	letrina
martinez	MN3	13		algibe	directa al suelo	letrina
Bolivar	MN4		3			
Rodriguez	MN5	3	1	algibe	directa al suelo	septico
Sevilla Rodriguez	MN6	mapa	12	algibe	directa al suelo	septico
Rodriguez Guitierrez	MN7	24	9	algibe	directa al suelo	septico
Machado Rodriguez	MN8	26	4	algibe	directa al suelo	letrina
Armenia Rodriguez	MN9	30	5	algibe	directa al suelo	septico
Arginson Rodriguez	MN10	60	7	algibe	directa al suelo	septico
Armenia Rodriguez	MN11	12	4	algibe	directa al suelo	septico
Perdomo Rodriguez	MN12	20	6	algibe	directa al suelo	sumidero
Rodriguez Arginson	MN13	20	5	algibe	directa al suelo	sumidero
Rodriguez Arginson	MN14	4	4	algibe	directa al suelo	séptico
Rodriguez Arginson	MN15	40	4	algibe	directa al suelo	septico
Garcia Rodriguez	MN16	3	4	algibe	directa al suelo	sumidero
Garcia Rodriguez	MN17	14	5	algibe	directa al suelo	sumidero
Rodriguez	MN18	10	3	algibe	directa al suelo	no posee baño
Rodriguez	MN19	10	2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Torres Morales	MN20	1	3	regalada	directa al suelo	no posee baño
Perez	MN21	8	5	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Ramirez Zambrano	MN22	9meses	6	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Silvia	MN23	10	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	no posee baño
Diaz Fernandez	MN24	9	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero

Sector: LOS MANGOS						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Duran Rodriguez	MN51		2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Nieves	MN52		4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Nieves	MN53		2	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero
Rodriguez	MN54	>30	4	tuberia de tanque maitana	directa al suelo	sumidero

Sector: CORTADA DE MATURIN						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Ramirez	cm1	5	2	comprada	directa al suelo	no posee baño
Gonzales	cm2	8	5	manantial	directa al suelo	sumidero

Sector: EL TOPO						
Rodriguez Paredes	to1	<10	5	manantial	directa al suelo	sumidero
Rodriguez	to2	1				
Villa Paredes	to3	40	5	manantial	septico	septico
Tovar	to4	20	4	manantial	septico	septico

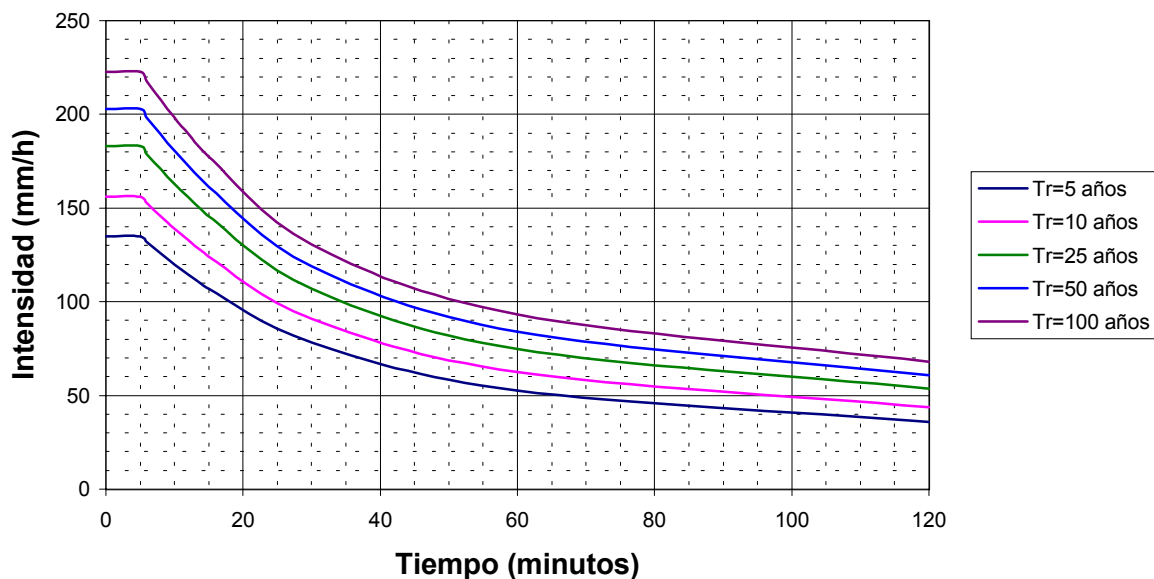
Sector: SAN FELIPE						
Familia	Casa N°	Tiempo de Construcción	Número de personas	obtención de agua	Disposicion aguas grises	Disposición de excretas
Graterol	SF1	1	8	manantial	directa al suelo	sumidero
manzanilla	SF2	1	3	manantial	directa al suelo	sumidero
manzanilla	SF3	1	4	manantial	directa al suelo	no posee baño
manzanilla	SF4	2	4	manantial	directa al suelo	letrina
Cañizales	SF5	6	6	manantial	directa al suelo	no posee baño
Pacheco	SF6	9	5	manantial	directa al suelo	no posee baño
	SF7		5			
Abreu	SF8	14	2	manantial	directa al suelo	no posee baño
Almeida	SF9	14	1	manantial	directa al suelo	no posee baño
Cedeño	SF10					

	CHARALLAVE Area de Influencia(Km ²)= 9.575				CARACAS USB Area de Influencia(Km ²)= 6.045				PARACOTOS Area de Influencia(Km ²)= 10.643			
ANO	15 MIN	30 MIN	1 HORA	2 HORA	15 MIN	30 MIN	1 HORA	2 HORA	15 MIN	30 MIN	1 HORA	2 HORA
1970	26	41.8	54	63	-	-	-	-	-	49.2	62	-
1971	19.6	33.6	51	-	-	-	-	-	30	36.1	40	-
1972	14.8	21.7	23	-	-	-	-	-	15.1	17.7	30	-
1973	16.7	18.4	23	-	-	-	-	-	19.8	32.6	45	-
1974	19.8	29.8	43	-	20.2	31.6	-	-	23.7	33.2	37	-
1975	26.3	40	65	99	-	-	-	-	30	43.5	75	98
1976	24.5	35.6	41	42	-	-	-	-	16.4	22.2	30	32
1977	21.2	28.6	26	48	18.6	28.4	-	-	23.7	38.1	23	57
1978	16.6	20.8	22	22	27	34.6	42	43	10.3	16.4	29	30
1979	-	-	26	34	20	26	-	99	30.8	38.7	47	56
1980	21.9	22	25	26	16.4	21	29	40	17.1	29.3	33	36
1981	19.4	29.8	51	72	19	26.6	37	71	34.7	43.5	71	84
1982	15.6	21.7	34	44	13.6	19.6	31	41	21.8	32.8	55	77
1983	13.1	18.2	23	26	18	20.4	22	23	16.4	46.4	24	27
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	10.4	20.1	30	40	18	21.2	26	28	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	32	54	62	19.3	29.4	35	61
1987	22.2	24.3	33	36	-	32	33	38	21.2	27.4	32	33
1988	27.4	28.4	39	53	-	33.6	41	69	22.2	31.8	40	55
1989	10.2	12.2	18	26	-	30	50	55	25.4	30.4	38	46
1990	17.9	20.3	26	28	-	44.4	59	62	24.5	40.7	52	52
1991	36.8	50	62	67	17.2	26.6	32	37	19.1	35	47	49
1992	23.2	38.6	42	75	-	23.4	39	41	21.1	22.8	26	33
1993	29.5	40.7	45	64	-	33.8	50	72	18.7	28.9	30	31
1994	34.3	50.1	68	89	-	20	31	35	-	-	-	-
1995	42.5	54.4	77	114	-	-	-	-	25.4	36.2	44	50
1996	20.5	20.8	32	36	-	-	-	-	19.1	33.5	43	45
Media	22.1	30.1	39.2	52.6	18.8	28.1	38.4	51.0	22.0	33.2	41.2	50.1
Desv.Estandar	8.0	11.5	16.4	26.0	3.5	6.6	10.9	20.1	5.7	8.4	13.9	19.5
Años	24.0	24.0	25.0	21.0	10.0	18.0	15.0	16.0	23.0	24.0	24.0	19.0
Sn	1.0864	1.0864	1.0915	1.0696	0.9573	1.0475	1.0206	1.0303	1.0811	1.0864	1.0864	1.0553
Yn	0.5296	0.5296	0.5309	0.5252	0.4967	0.5196	0.5128	0.5152	0.5283	0.5296	0.5296	0.5214
Tr (años)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Precip (mm)	29	40	54	76	22	34	49	70	27	41	54	68
Tr (años)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Precip (mm)	35	48	65	94	25	39	57	85	31	46	63	82
Tr (años)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Precip (mm)	42	58	79	118	29	45	67	103	36	54	75	100
Tr (años)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Precip (mm)	47	66	90	135	31	49	74	117	40	59	84	113
Tr (años)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Precip (mm)	52	73	100	152	34	54	82	131	43	65	93	126

CURVAS I-D-F PARA LA CUENCA DE LA QUEBRADA MAITANA EN MAITANITA

INTENSIDADES (QDA. MAITANA)					
Tiempo (min)	Tr=5 años	Tr=10 años	Tr=25 años	Tr=50 años	Tr=100 años
0	134.9	156.1	183.0	202.9	222.7
5	134.9	156.1	183.0	202.9	222.7
6	131.7	152.5	178.8	198.2	217.5
7	128.7	149.0	174.7	193.7	212.5
8	125.7	145.6	170.7	189.2	207.6
9	122.8	142.3	166.8	184.9	202.9
10	120.0	139.0	163.0	180.7	198.3
11	117.2	135.9	159.3	176.6	193.8
12	114.5	132.8	155.7	172.6	189.5
13	111.9	129.8	152.3	168.7	185.2
14	109.3	126.9	148.9	164.9	181.1
15	106.7	124.1	145.6	161.3	177.1
30	78.2	90.8	106.9	118.8	130.6
60	52.6	62.4	74.9	84.1	93.3
120	35.8	43.6	53.5	60.8	68.1

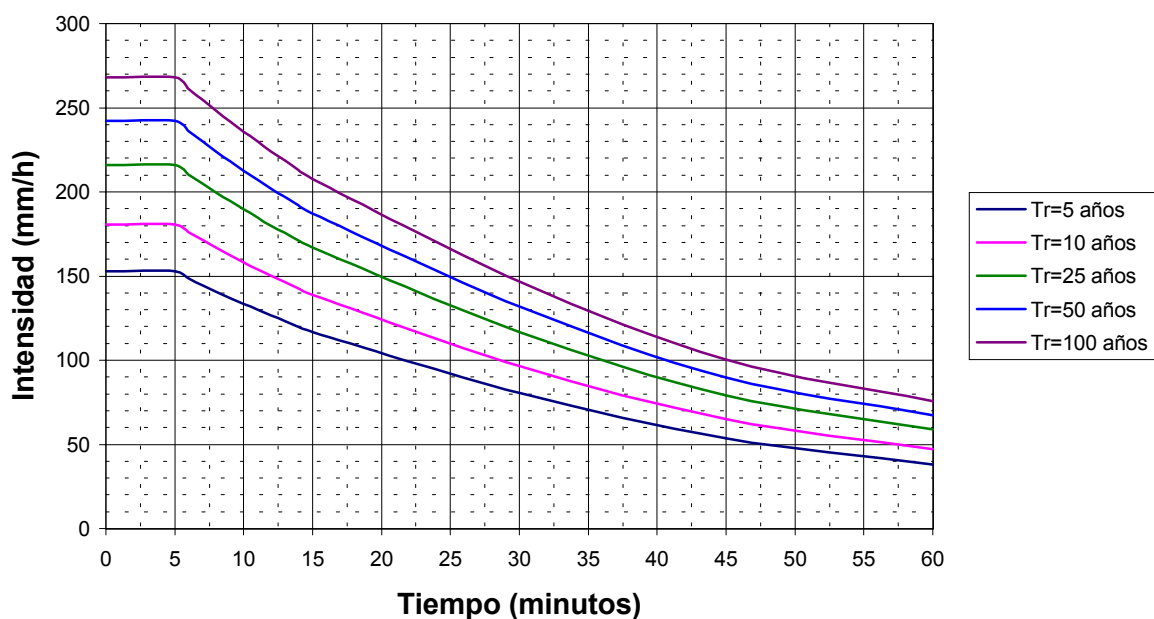
CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA DE MAITANA EN MAITANITA



CURVAS I-D-F PARA LA CUENCA DE LA QUEBRADA LAS MARIAS

INTENSIDADES (QDA. LAS MARIAS)					
Tiempo (min)	Tr=5 años	Tr=10 años	Tr=25 años	Tr=50 años	Tr=100 años
0	152.7	180.7	216.0	242.2	268.2
5	152.7	180.7	216.0	242.2	268.2
6	148.6	175.9	210.4	236.0	261.4
7	144.7	171.3	205.0	229.9	254.7
8	140.8	166.8	199.7	224.0	248.2
9	137.1	162.5	194.6	218.3	241.9
10	133.4	158.2	189.6	212.7	235.8
11	129.9	154.1	184.7	207.3	229.9
12	126.4	150.1	180.0	202.1	224.1
13	123.1	146.2	175.5	197.0	218.5
14	119.8	142.5	171.1	192.0	213.1
15	116.7	138.8	166.8	187.2	207.8
30	80.8	96.7	116.9	131.8	146.6
45	53.7	65.0	79.3	89.8	100.3
60	38.1	47.2	58.8	67.3	75.8

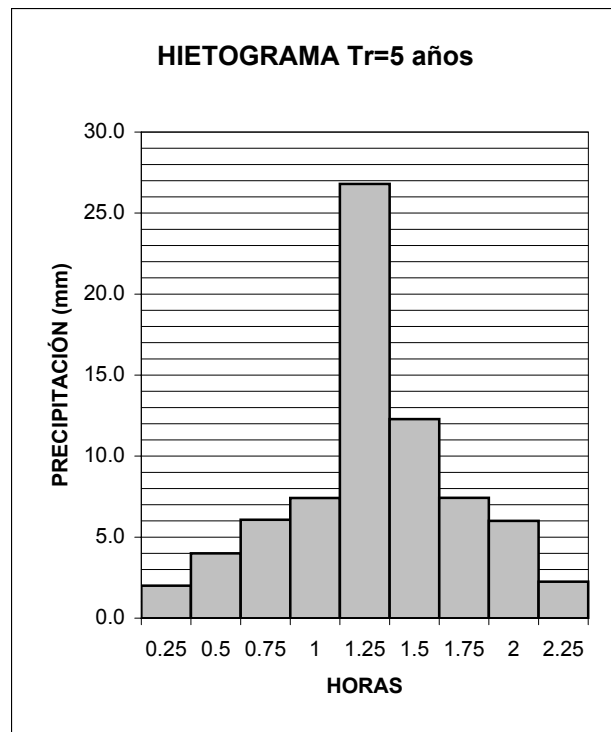
CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA DE LAS MARIAS



HIETOGRAMAS DE DISEÑO PARA LA QUEBRADA MAITANA EN MAITANITA

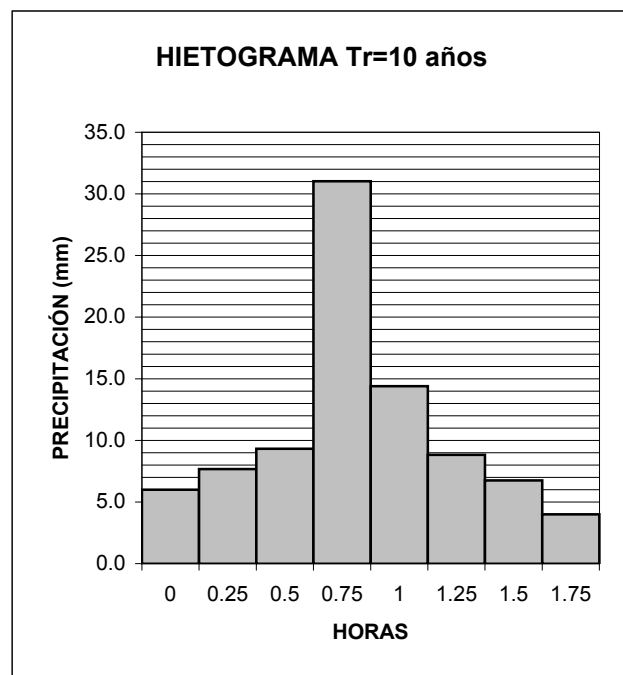
TORMENTA PARA 5 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO DE LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
0.25	107	26.8	26.8	2.0
0.5	78	39.1	12.3	4.0
0.75	62	46.5	7.4	6.1
1	53	52.6	6.1	7.4
1.25	48	60.0	7.4	26.8
1.5	44	66.0	6.0	12.3
1.75	40	70.0	4.0	7.4
2	36	72.0	2.0	6.0
2.25	33	74.3	2.3	2.3



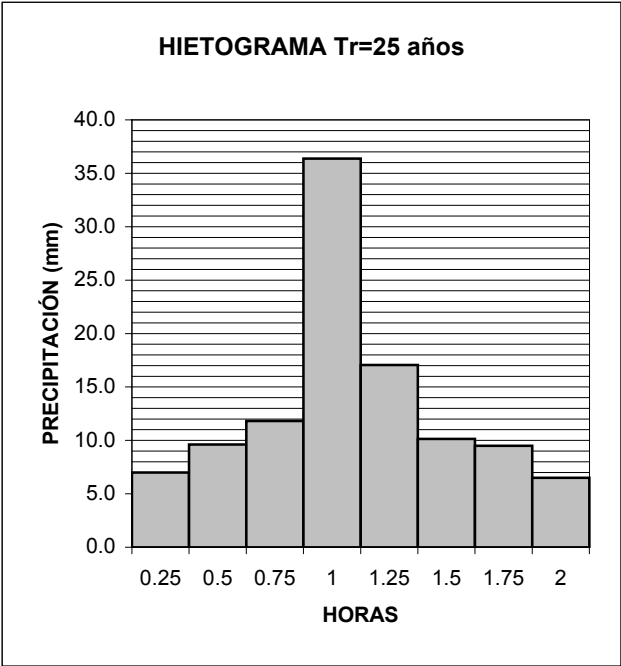
TORMENTA PARA 10 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
0.25	124	31.0	31.0	6.0
0.5	91	45.4	14.4	7.7
0.75	73	54.8	9.3	9.3
1	62	62.4	7.7	31.0
1.25	57	71.3	8.8	14.4
1.5	52	78.0	6.8	8.8
1.75	48	84.0	6.0	6.8
2	44	88.0	4.0	4.0



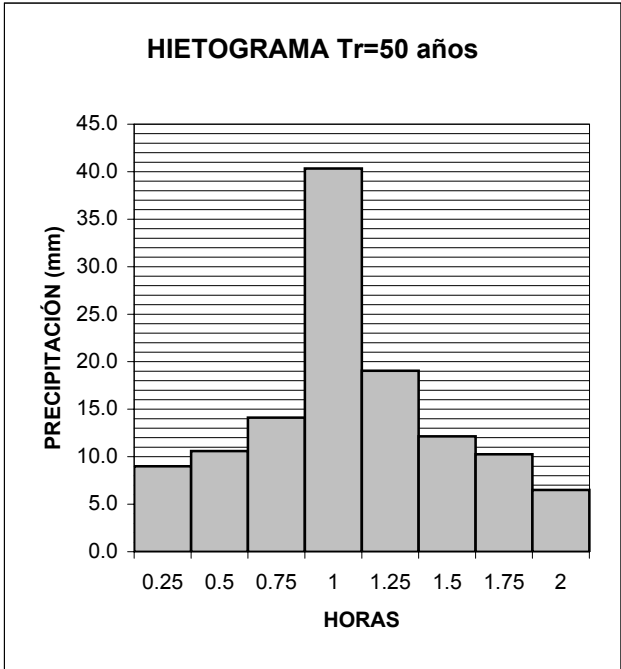
TORMENTA PARA 25 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
			36.4	7.0
0.25	146	36.4		
			17.1	9.6
0.5	107	53.4		
			11.8	11.8
0.75	87	65.3		
			9.6	36.4
1	75	74.9		
			10.1	17.1
1.25	68	85.0		
			9.5	10.1
1.5	63	94.5		
			7.0	9.5
1.75	58	101.5		
			6.5	6.5
2	54	108.0		



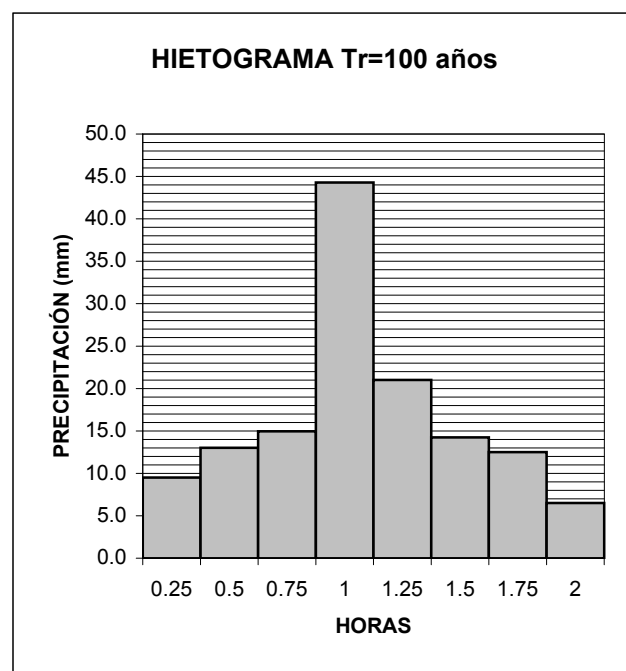
TORMENTA PARA 50 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
			40.3	9.0
0.25	161	40.3		
			19.0	10.6
0.5	119	59.4		
			14.1	14.1
0.75	98	73.5		
			10.6	40.3
1	84	84.1		
			12.2	19.0
1.25	77	96.3		
			10.3	12.2
1.5	71	106.5		
			9.0	10.3
1.75	66	115.5		
			6.5	6.5
2	61	122.0		



TORMENTA PARA 100 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
			44.3	9.5
0.25	177	44.3		
			21.0	13.0
0.5	131	65.3		
			15.0	15.0
0.75	107	80.3		
			13.0	44.3
1	93	93.3		
			14.2	21.0
1.25	86	107.5		
			12.5	14.2
1.5	80	120.0		
			9.5	12.5
1.75	74	129.5		
			6.5	6.5
2	68	136.0		



DETERMINACIÓN DE LA LLUVIA EFECTIVA PARA LA QUEBRADA MAITANA EN MAITANITA

Número de Curva (C.N.)= 55

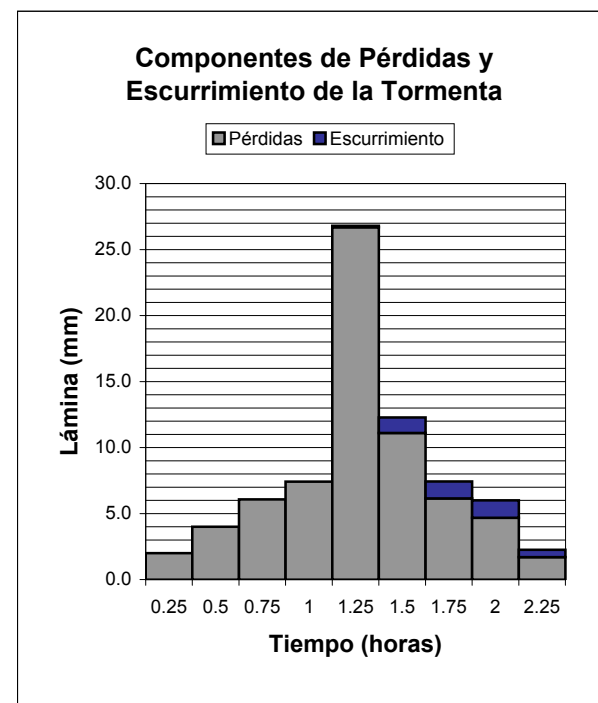
Infiltración Potencial (S)= 207.8 mm.

Abstracción Inicial (Ia)= 41.6 mm.

TORMENTA PARA 5 AÑOS

TIEMPO horas	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	2.0
0.25	2.0	41.6	0.0	0.0		
					0.0	4.0
0.5	6.0	41.6	0.0	0.0		
					0.0	6.1
0.75	12.1	41.6	0.0	0.0		
					0.0	7.4
1	19.5	41.6	0.0	0.0		
					0.1	26.7
1.25	46.3	41.6	4.6	0.1		
					1.2	11.1
1.5	58.6	41.6	15.7	1.3		
					1.3	6.1
1.75	66.0	41.6	21.9	2.6		
					1.3	4.7
2	72.0	41.6	26.5	3.9		
					0.6	1.7
2.25	74.3	41.6	28.2	4.4		

Ecurr Total= 6.0%

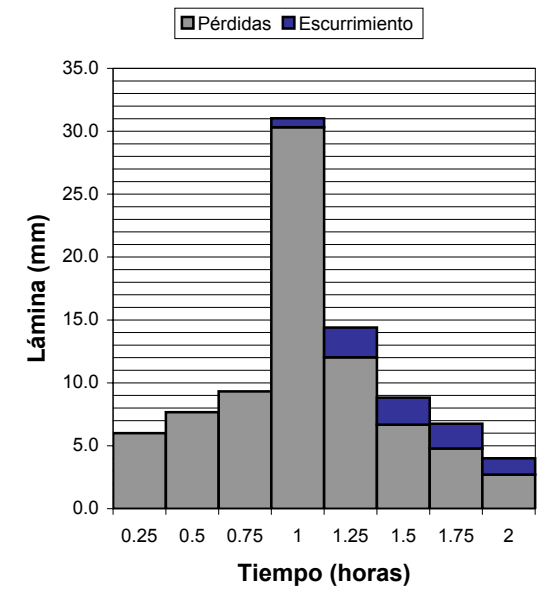


TORMENTA PARA 10 AÑOS

TIEMPO horas	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		la mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	6.0
0.25	6.0	41.6	0.0	0.0		
					0.0	7.7
0.5	13.7	41.6	0.0	0.0		
					0.0	9.3
0.75	23.0	41.6	0.0	0.0		
					0.7	30.3
1	54.0	41.6	11.8	0.7		
					2.4	12.0
1.25	68.4	41.6	23.8	3.1		
					2.2	6.7
1.5	77.3	41.6	30.5	5.2		
					2.0	4.8
1.75	84.0	41.6	35.2	7.2		
					1.3	2.7
2	88.0	41.6	38.0	8.5		

Ecurr Total= 9.6%

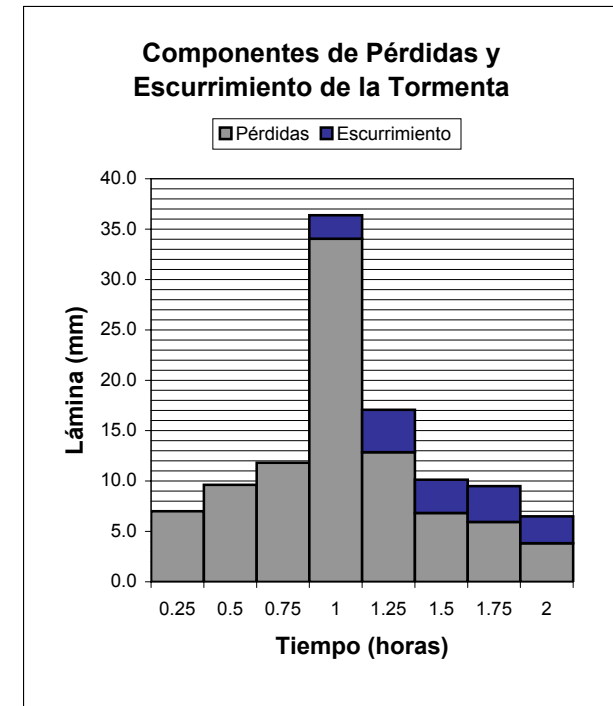
Componentes de Pérdidas y Ecurrimiento de la Tormenta



TORMENTA PARA 25 AÑOS

TIEMPO horas	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	7.0
0.25	7.0	41.6	0.0	0.0		
					0.0	9.6
0.5	16.6	41.6	0.0	0.0		
					0.0	11.8
0.75	28.4	41.6	0.0	0.0		
					2.3	34.0
1	64.8	41.6	20.9	2.3		
					4.2	12.9
1.25	81.9	41.6	33.8	6.5		
					3.3	6.8
1.5	92.0	41.6	40.6	9.9		
					3.6	5.9
1.75	101.5	41.6	46.5	13.4		
					2.7	3.8
2	108.0	41.6	50.3	16.1		

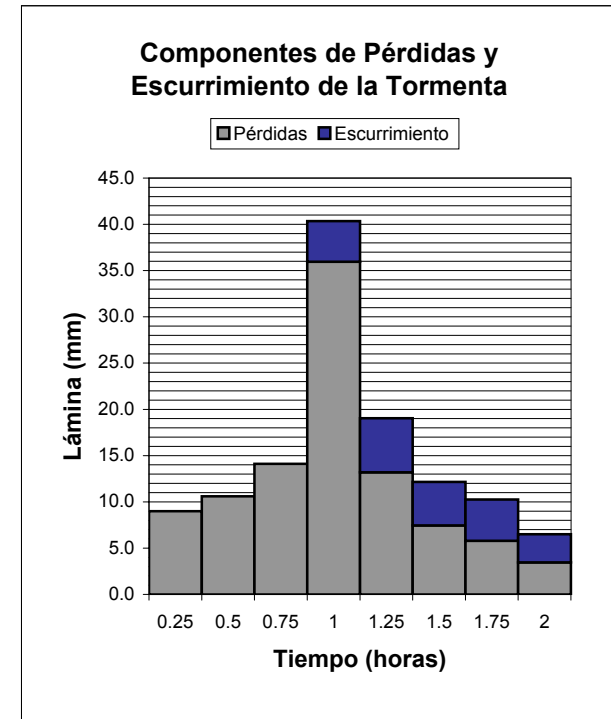
Ecurr Total= 14.9%



TORMENTA PARA 50 AÑOS

TIEMPO horas	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	9.0
0.25	9.0	41.6	0.0	0.0		
					0.0	10.6
0.5	19.6	41.6	0.0	0.0		
					0.0	14.1
0.75	33.7	41.6	0.0	0.0		
					4.4	35.9
1	74.1	41.6	28.1	4.4		
					5.8	13.2
1.25	93.1	41.6	41.3	10.2		
					4.7	7.5
1.5	105.3	41.6	48.7	14.9		
					4.5	5.8
1.75	115.5	41.6	54.5	19.4		
					3.0	3.5
2	122.0	41.6	58.0	22.4		

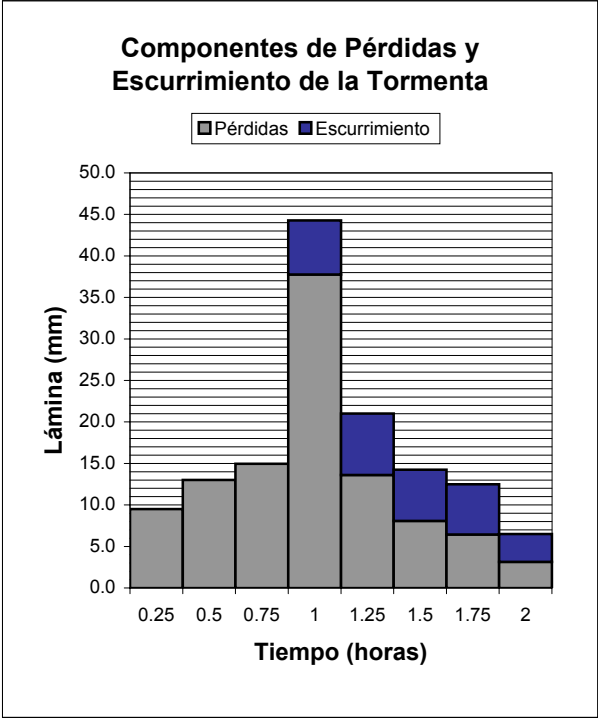
Ecurr Total= 18.4%



TORMENTA PARA 100 AÑOS

TIEMPO horas	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		la mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	9.5
0.25	9.5	41.6	0.0	0.0		
					0.0	13.0
0.5	22.5	41.6	0.0	0.0		
					0.0	15.0
0.75	37.5	41.6	0.0	0.0		
					6.5	37.8
1	81.8	41.6	33.7	6.5		
					7.4	13.6
1.25	102.8	41.6	47.3	13.9		
					6.2	8.1
1.5	117.0	41.6	55.3	20.1		
					6.1	6.4
1.75	129.5	41.6	61.8	26.1		
					3.4	3.1
2	136.0	41.6	64.9	29.5		

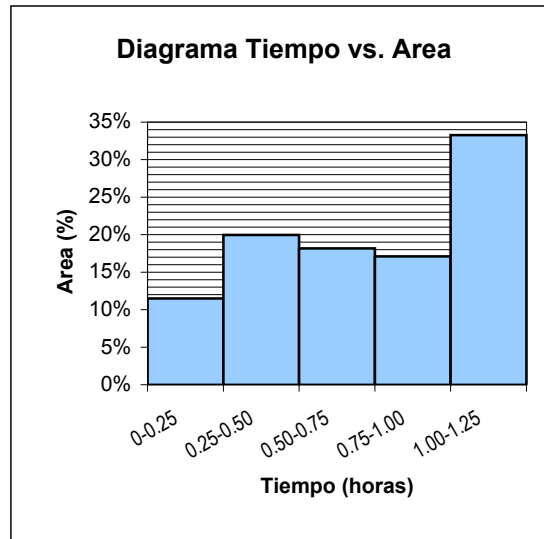
Ecurr Total= 21.7%



SINTETIZACIÓN DE LAS CRECIENTES DE LA QUEBRADA MAITANA EN MAITANITA POR EL MÉTODO DE C.O. CLARK

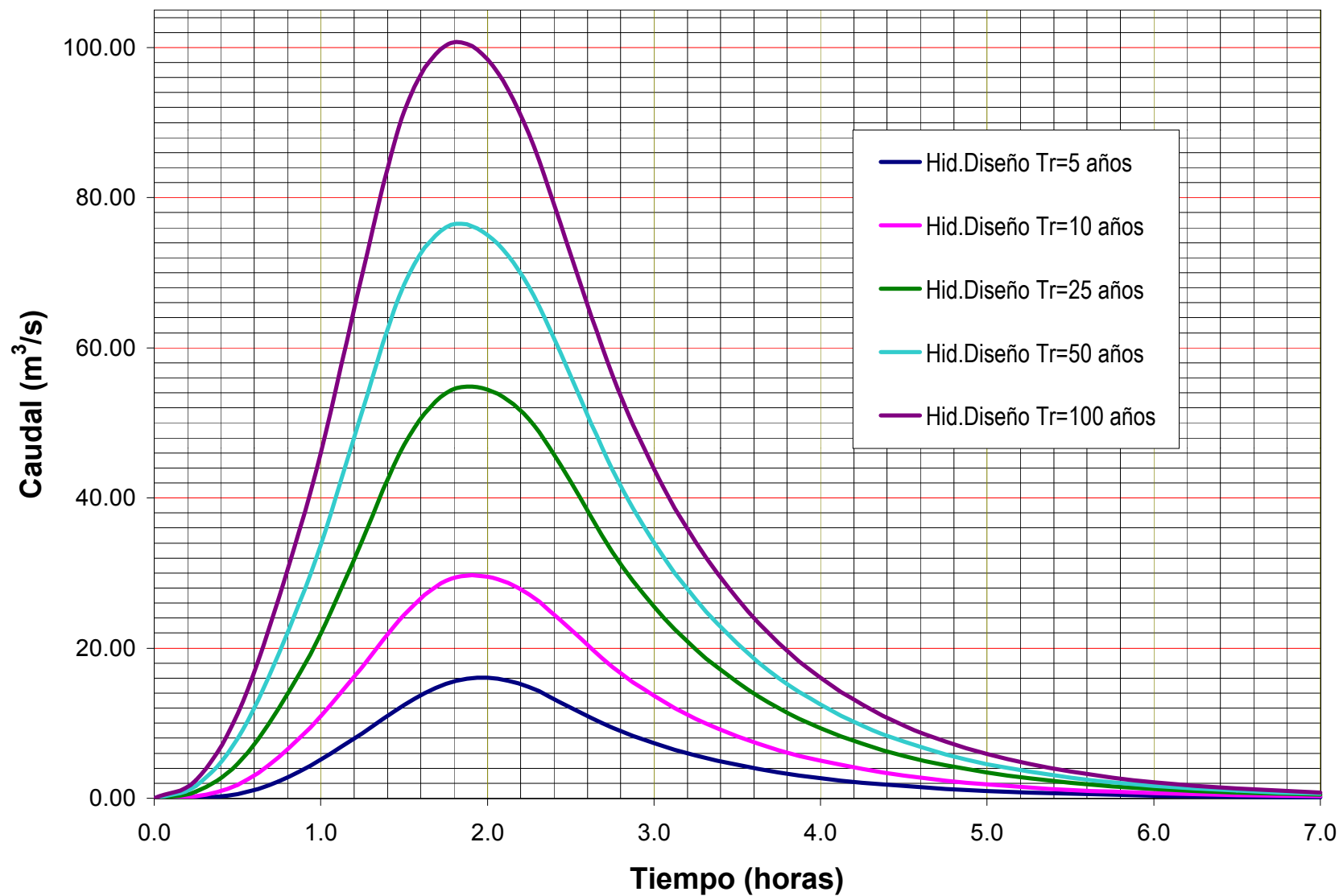
Tiempo de Conc (min)= 75
 Tiempo de Retardo (min)= 60
 Dur Lluvia Efectiva (min)= 75
 Intervalo Tiempo (min)= 15
 K (min)= 60
 Co= 0.1111
 C₁= 0.1111
 C₂= 0.7778
 Eu= 0.2918

Tiempo (h)	Area (m ²)	Area (%)
0-0.25	3014858	11%
0.25-0.50	5237133	20%
0.50-0.75	4769800	18%
0.75-1.00	4486877	17%
1.00-1.25	8733697	33%



TIEMPO (horas)	AREA (%)	C ₀ xI ₂ (m ³ /s)	C ₁ xI ₁ (m ³ /s)	C ₂ xO ₁ (m ³ /s)	O (m ³ /s)	H.U.Diseño Ll.Efec.=15min (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=5 años (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=10 años (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=25 años (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=50 años (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=100 años (m ³ /s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	11.49	1.28	0.00	0.00	1.28	0.37	0.04	0.26	0.87	1.64	2.43
0.50	19.96	2.22	1.28	0.99	4.49	1.31	0.58	1.81	4.63	7.93	11.29
0.75	18.18	2.02	2.22	3.49	7.73	2.25	2.26	5.49	12.01	19.31	26.69
1.00	17.10	1.90	2.02	6.01	9.93	2.90	5.14	10.94	21.92	33.73	45.91
1.25	33.28	3.70	1.90	7.72	13.32	3.89	8.66	17.52	34.40	51.59	69.87
1.50		0.00	3.70	10.36	14.06	4.10	12.44	24.46	47.07	68.41	91.45
1.75		0.00	0.00	10.93	10.93	3.19	15.24	28.94	53.94	76.06	100.28
2.00		0.00	0.00	8.50	8.50	2.48	16.03	29.52	54.41	75.00	98.38
2.25		0.00	0.00	6.61	6.61	1.93	14.79	27.18	50.54	68.12	88.54
2.50		0.00	0.00	5.14	5.14	1.50	12.10	22.53	42.20	56.27	72.49
2.75		0.00	0.00	4.00	4.00	1.17	9.41	17.52	32.82	43.76	56.38
3.00		0.00	0.00	3.11	3.11	0.91	7.32	13.63	25.53	34.04	43.85
3.25		0.00	0.00	2.42	2.42	0.71	5.69	10.60	19.85	26.48	34.11
3.50		0.00	0.00	1.88	1.88	0.55	4.43	8.24	15.44	20.59	26.53
3.75		0.00	0.00	1.46	1.46	0.43	3.44	6.41	12.01	16.02	20.63
4.00		0.00	0.00	1.14	1.14	0.33	2.68	4.99	9.34	12.46	16.05
4.25		0.00	0.00	0.89	0.89	0.26	2.08	3.88	7.27	9.69	12.48
4.50		0.00	0.00	0.69	0.69	0.20	1.62	3.02	5.65	7.54	9.71
4.75		0.00	0.00	0.54	0.54	0.16	1.26	2.35	4.40	5.86	7.55
5.00		0.00	0.00	0.42	0.42	0.12	0.98	1.82	3.42	4.56	5.87
5.25		0.00	0.00	0.32	0.32	0.09	0.76	1.42	2.66	3.55	4.57
5.50		0.00	0.00	0.25	0.25	0.07	0.59	1.10	2.07	2.76	3.55
5.75		0.00	0.00	0.20	0.20	0.06	0.46	0.86	1.61	2.14	2.76
6.00		0.00	0.00	0.15	0.15	0.04	0.36	0.67	1.25	1.67	2.15
6.25		0.00	0.00	0.12	0.12	0.03	0.28	0.52	0.97	1.30	1.67
6.50		0.00	0.00	0.09	0.09	0.03	0.22	0.40	0.76	1.01	1.30
6.75		0.00	0.00	0.07	0.07	0.02	0.17	0.31	0.59	0.78	1.01
7.00		0.00	0.00	0.06	0.06	0.02	0.13	0.24	0.46	0.61	0.79

Crecientes de Diseño de la Qda. Maitana en Maitanita (N.C.=55)



HIETOGRAMAS DE DISEÑO Y CÁLCULO DE LA LLUVIA EFECTIVA DE LA QUEBRADA LAS MARIAS

Número de Curva (C.N.)= 60

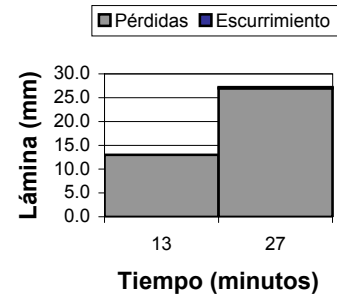
Infiltración Potencial (S)= 169.3 mm.

Abstracción Inicial (Ia)= 33.9 mm.

TORMENTA PARA 5 AÑOS

TIEMPO minutos	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	13.0
13	13.0	33.9	0.0	0.0		
					0.2	27.0
27	40.2	33.9	6.1	0.2		

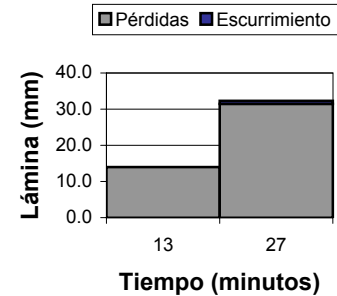
Componentes de Pérdidas y Esgurrimiento de la Tormenta



TORMENTA PARA 10 AÑOS

TIEMPO minutos	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	14.0
13	14.0	33.9	0.0	0.0		
					0.9	31.4
27	46.3	33.9	11.6	0.9		

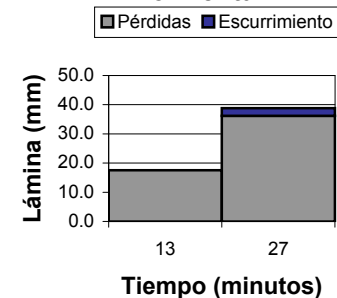
Componentes de Pérdidas y Esgurrimiento de la Tormenta



TORMENTA PARA 25 AÑOS

TIEMPO minutos	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	17.5
13	17.5	33.9	0.0	0.0		
					2.6	36.2
27	56.3	33.9	19.8	2.6		

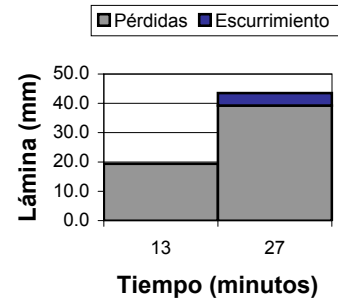
Componentes de Pérdidas y Esgurrimiento de la Tormenta



TORMENTA PARA 50 AÑOS

TIEMPO minutos	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		la mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
13	19.4	33.9	0.0	0.0	0.0	19.4
27	62.9	33.9	24.8	4.2	4.2	39.3

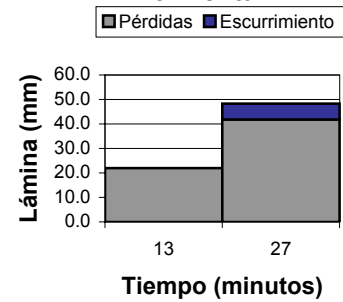
Componentes de Pérdidas y Esguerrimiento de la Tormenta



TORMENTA PARA 100 AÑOS

TIEMPO minutos	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN TOTAL mm	PÉRDIDA TOTAL mm
		la mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
13	22.0	33.9	0.0	0.0	0.0	22.0
27	70.3	33.9	30.0	6.4	6.4	41.9

Componentes de Pérdidas y Esguerrimiento de la Tormenta

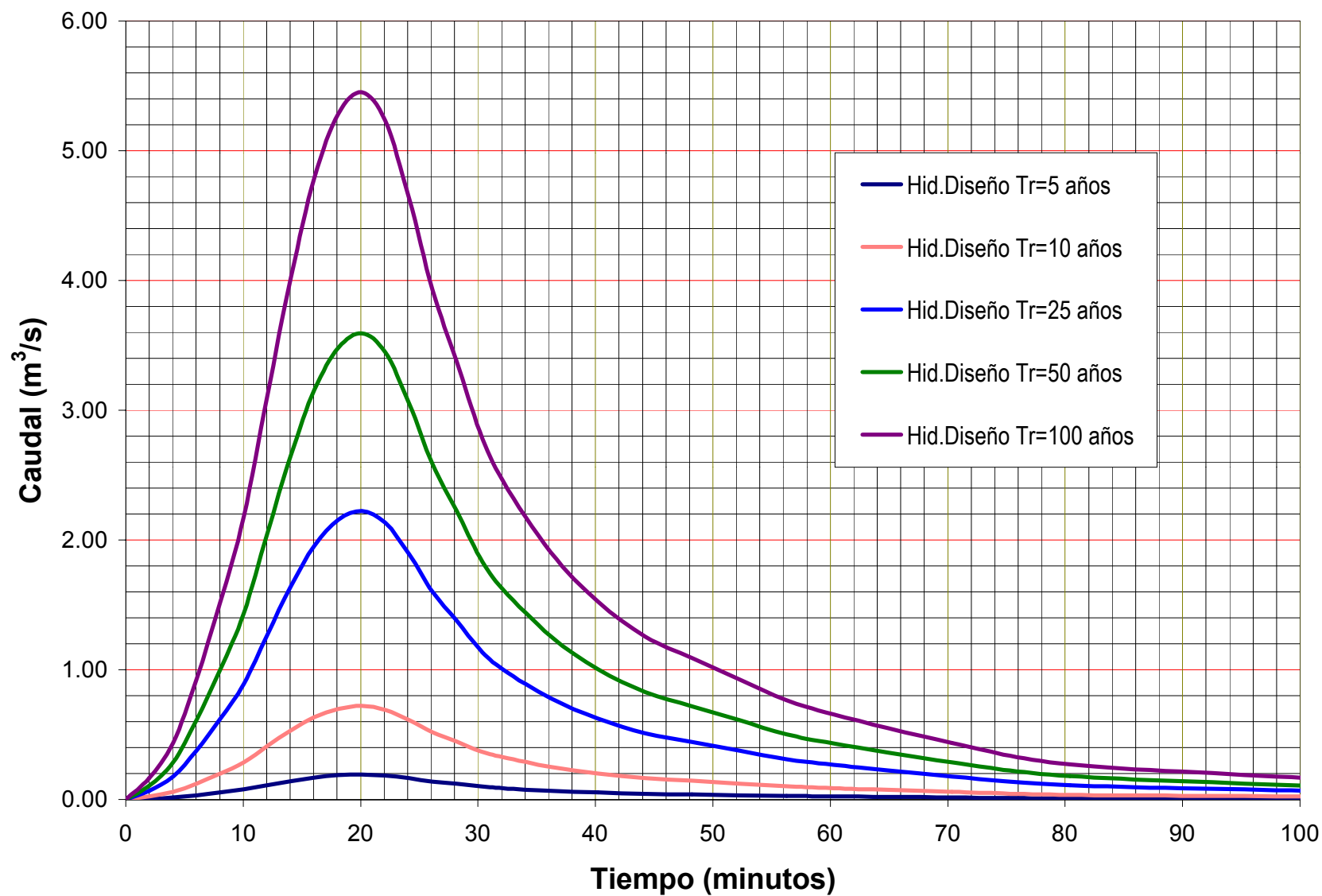


MÉTODO DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

Area (ha)= 148.34
 Long Cauce Principal (m)= 1700
 Desnivel (m)= 210
 Tiempo de Conc (min)= 13
 Tiempo de Retardo (min)= 13
 Tiempo al Pico (min)= 20
 Tiempo Base (min)= 58
 Caudal Pico H.U. (m³/s)= 0.85
 Caudal Pico 5 (m³/s)= 0.19
 Caudal Pico 10 (m³/s)= 0.72
 Caudal Pico 25 (m³/s)= 2.22
 Caudal Pico 50 (m³/s)= 3.59
 Caudal Pico 100 (m³/s)= 5.45

			H.U.	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
T/Tp	Q/Qp	T (min)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.03	2.0	0.03	0.01	0.02	0.07	0.11	0.16
0.2	0.08	4.0	0.07	0.02	0.06	0.18	0.29	0.44
0.3	0.17	6.0	0.14	0.03	0.12	0.38	0.61	0.93
0.4	0.28	8.0	0.24	0.05	0.20	0.62	1.01	1.53
0.5	0.40	10.1	0.34	0.08	0.29	0.89	1.44	2.18
0.6	0.57	12.1	0.48	0.11	0.41	1.27	2.05	3.11
0.7	0.74	14.1	0.63	0.14	0.53	1.65	2.66	4.03
0.8	0.88	16.1	0.74	0.17	0.63	1.96	3.16	4.80
0.9	0.97	18.1	0.82	0.19	0.70	2.16	3.48	5.29
1.0	1.00	20.1	0.85	0.19	0.72	2.22	3.59	5.45
1.1	0.96	22.1	0.81	0.19	0.69	2.14	3.45	5.23
1.2	0.85	24.1	0.72	0.16	0.61	1.89	3.05	4.63
1.3	0.72	26.1	0.61	0.14	0.52	1.60	2.59	3.92
1.4	0.62	28.1	0.52	0.12	0.45	1.38	2.23	3.38
1.5	0.52	30.2	0.44	0.10	0.37	1.16	1.87	2.83
1.6	0.45	32.2	0.38	0.09	0.32	1.00	1.62	2.45
1.8	0.35	36.2	0.30	0.07	0.25	0.78	1.26	1.91
2.0	0.28	40.2	0.24	0.05	0.20	0.62	1.01	1.53
2.2	0.23	44.2	0.19	0.04	0.17	0.51	0.83	1.25
2.4	0.20	48.2	0.17	0.04	0.14	0.44	0.72	1.09
2.6	0.17	52.3	0.14	0.03	0.12	0.38	0.61	0.93
2.8	0.14	56.3	0.12	0.03	0.10	0.31	0.50	0.76
3.0	0.12	60.3	0.10	0.02	0.09	0.27	0.43	0.65
3.5	0.08	70.4	0.07	0.02	0.06	0.18	0.29	0.44
4.0	0.05	80.4	0.04	0.01	0.04	0.11	0.18	0.27
5.0	0.03	100.5	0.03	0.01	0.02	0.07	0.11	0.16
6.0	0.01	120.6	0.01	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05
7.0	0.01	140.7	0.01	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05

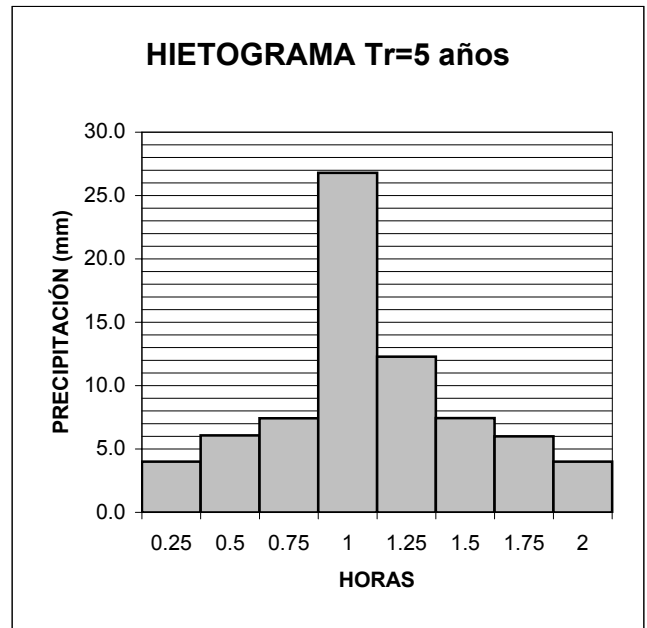
Crecientes de Diseño de la Qda. Las Marias en confluencia con Qda. Maitana (N.C.=60)



HIETOGRAMAS DE DISEÑO PARA LA QUEBRADA MAITANA CONFLUENCIA CON QUEBRADA LAS MARÍAS

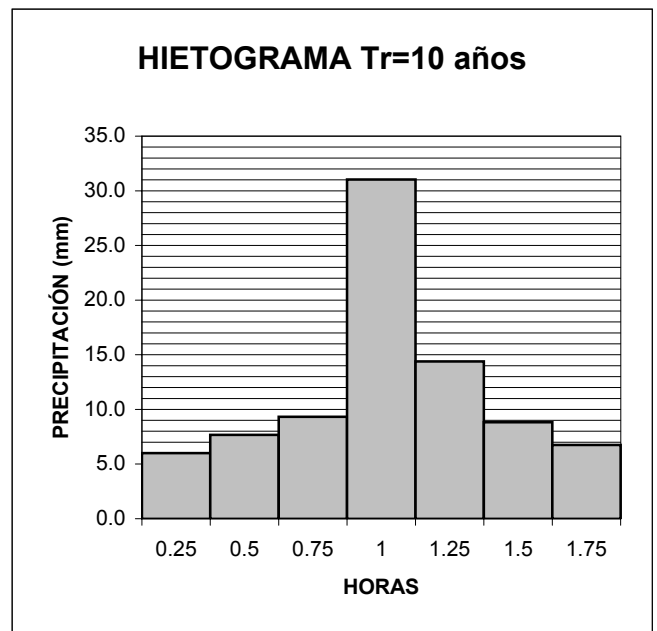
TORMENTA PARA 5 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO DE LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
			26.8	4.0
0.25	107	26.8		
			12.3	6.1
0.5	78	39.1		
			7.4	7.4
0.75	62	46.5		
			6.1	26.8
1	53	52.6		
			7.4	12.3
1.25	48	60.0		
			6.0	7.4
1.5	44	66.0		
			4.0	6.0
1.75	40	70.0		
			2.0	4.0
2	36	72.0		



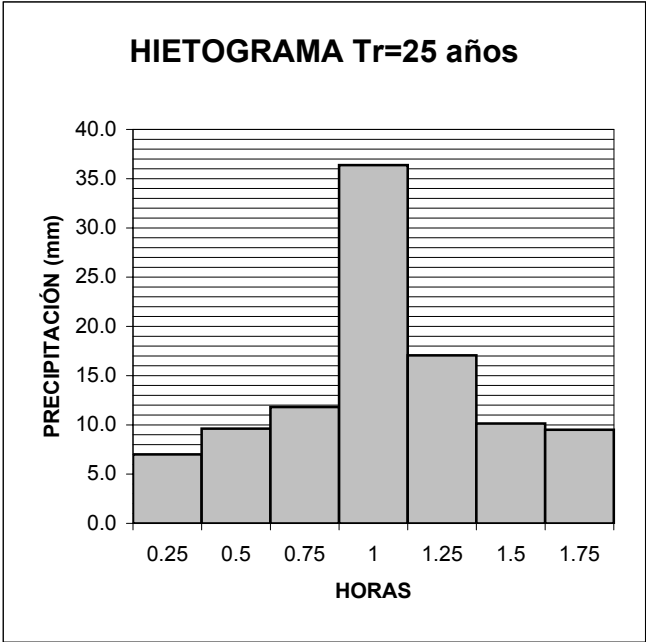
TORMENTA PARA 10 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
			31.0	6.0
0.25	124	31.0		
			14.4	7.7
0.5	91	45.4		
			9.3	9.3
0.75	73	54.8		
			7.7	31.0
1	62	62.4		
			8.8	14.4
1.25	57	71.3		
			6.8	8.8
1.5	52	78.0		
			6.0	6.8
1.75	48	84.0		



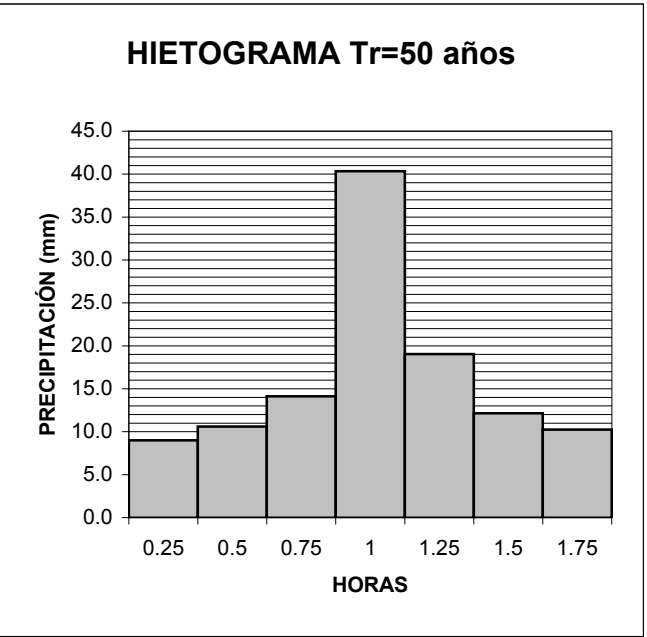
TORMENTA PARA 25 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
			36.4	7.0
0.25	146	36.4		
			17.1	9.6
0.5	107	53.4		
			11.8	11.8
0.75	87	65.3		
			9.6	36.4
1	75	74.9		
			10.1	17.1
1.25	68	85.0		
			9.5	10.1
1.5	63	94.5		
			7.0	9.5
1.75	58	101.5		



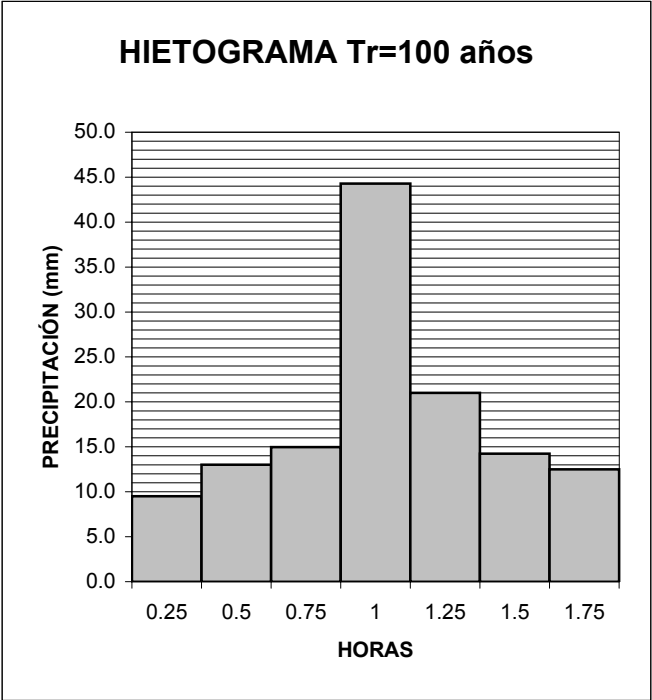
TORMENTA PARA 50 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
			40.3	9.0
0.25	161	40.3		
			19.0	10.6
0.5	119	59.4		
			14.1	14.1
0.75	98	73.5		
			10.6	40.3
1	84	84.1		
			12.2	19.0
1.25	77	96.3		
			10.3	12.2
1.5	71	106.5		
			9.0	10.3
1.75	66	115.5		



TORMENTA PARA 100 AÑOS

TIEMPO horas	INTENSIDAD mm/h	LAMINA PRECIPITADA mm	INCREMENTO LAMINA PRECIPITADA mm	TORMENTA DE DISEÑO (mm)
0	0	0.0		
			44.3	9.5
0.25	177	44.3		
			21.0	13.0
0.5	131	65.3		
			15.0	15.0
0.75	107	80.3		
			13.0	44.3
1	93	93.3		
			14.2	21.0
1.25	86	107.5		
			12.5	14.2
1.5	80	120.0		
			9.5	12.5
1.75	74	129.5		



DETERMINACIÓN DE LA LLUVIA EFECTIVA PARA LA QUEBRADA MAITANA EN CONFLUENCIA CON LA QUEBRADA LAS MARÍAS

Número de Curva (C.N.)= 55

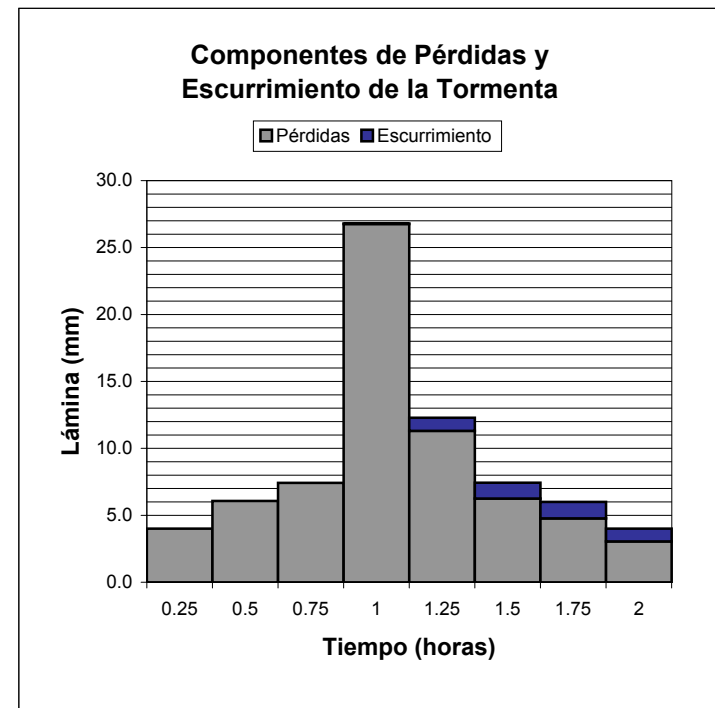
Infiltración Potencial (S)= 207.8 mm.

Abstracción Inicial (Ia)= 41.6 mm.

TORMENTA PARA 5 AÑOS

TIEMPO horas	LÁMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	4.0
0.25	4.0	41.6	0.0	0.0		
					0.0	6.1
0.5	10.1	41.6	0.0	0.0		
					0.0	7.4
0.75	17.5	41.6	0.0	0.0		
					0.0	26.8
1	44.3	41.6	2.7	0.0		
					1.0	11.3
1.25	56.6	41.6	14.0	1.0		
					1.2	6.3
1.5	64.0	41.6	20.3	2.2		
					1.2	4.8
1.75	70.0	41.6	25.0	3.4		
					1.0	3.0
2	74.0	41.6	28.1	4.4		

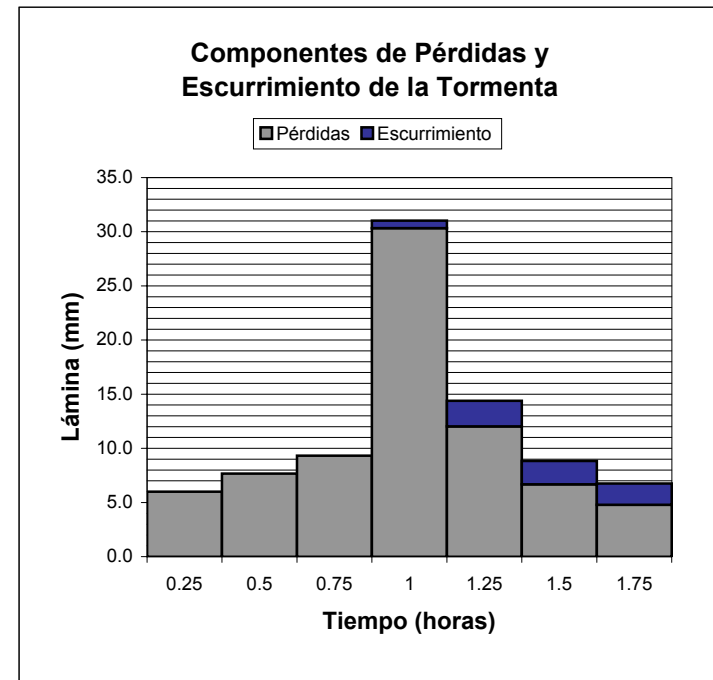
Ecurr Total= 5.9%



TORMENTA PARA 10 AÑOS

TIEMPO horas	LÁMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	6.0
0.25	6.0	41.6	0.0	0.0		
					0.0	7.7
0.5	13.7	41.6	0.0	0.0		
					0.0	9.3
0.75	23.0	41.6	0.0	0.0		
					0.7	30.3
1	54.0	41.6	11.8	0.7		
					2.4	12.0
1.25	68.4	41.6	23.8	3.1		
					2.2	6.7
1.5	77.3	41.6	30.5	5.2		
					2.0	4.8
1.75	84.0	41.6	35.2	7.2		

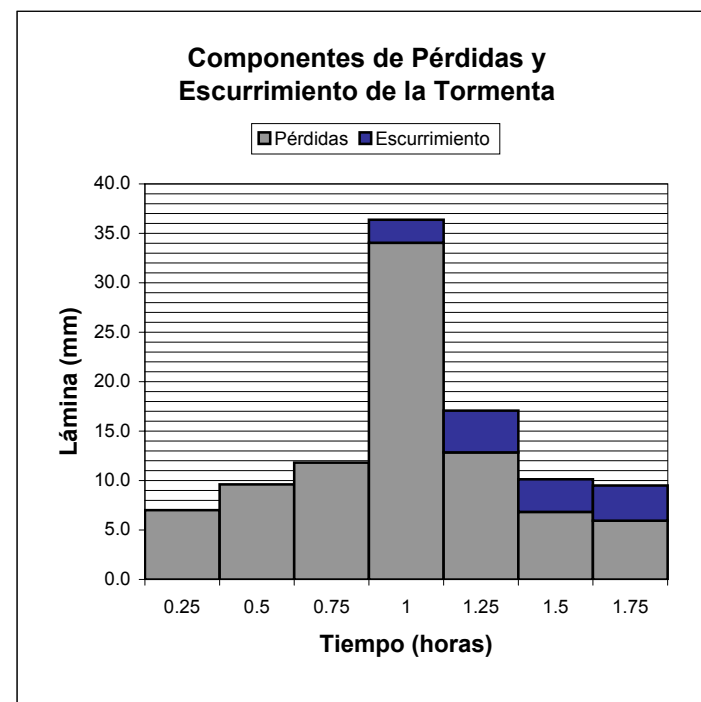
Escurr Total= 8.6%



TORMENTA PARA 25 AÑOS

TIEMPO horas	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	7.0
0.25	7.0	41.6	0.0	0.0		
					0.0	9.6
0.5	16.6	41.6	0.0	0.0		
					0.0	11.8
0.75	28.4	41.6	0.0	0.0		
					2.3	34.0
1	64.8	41.6	20.9	2.3		
					4.2	12.9
1.25	81.9	41.6	33.8	6.5		
					3.3	6.8
1.5	92.0	41.6	40.6	9.9		
					3.6	5.9
1.75	101.5	41.6	46.5	13.4		

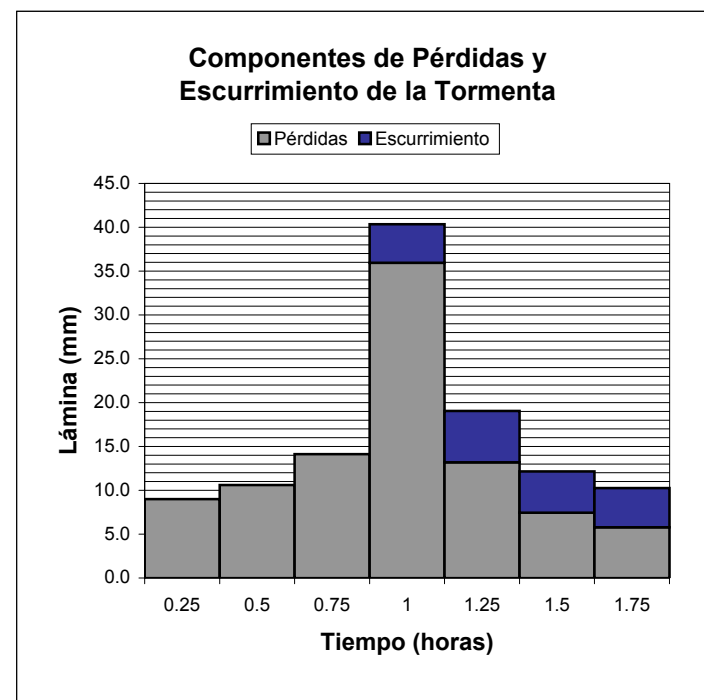
Escurr Total= 13.2%



TORMENTA PARA 50 AÑOS

TIEMPO horas	LÁMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	9.0
0.25	9.0	41.6	0.0	0.0		
					0.0	10.6
0.5	19.6	41.6	0.0	0.0		
					0.0	14.1
0.75	33.7	41.6	0.0	0.0		
					4.4	35.9
1	74.1	41.6	28.1	4.4		
					5.8	13.2
1.25	93.1	41.6	41.3	10.2		
					4.7	7.5
1.5	105.3	41.6	48.7	14.9		
					4.5	5.8
1.75	115.5	41.6	54.5	19.4		

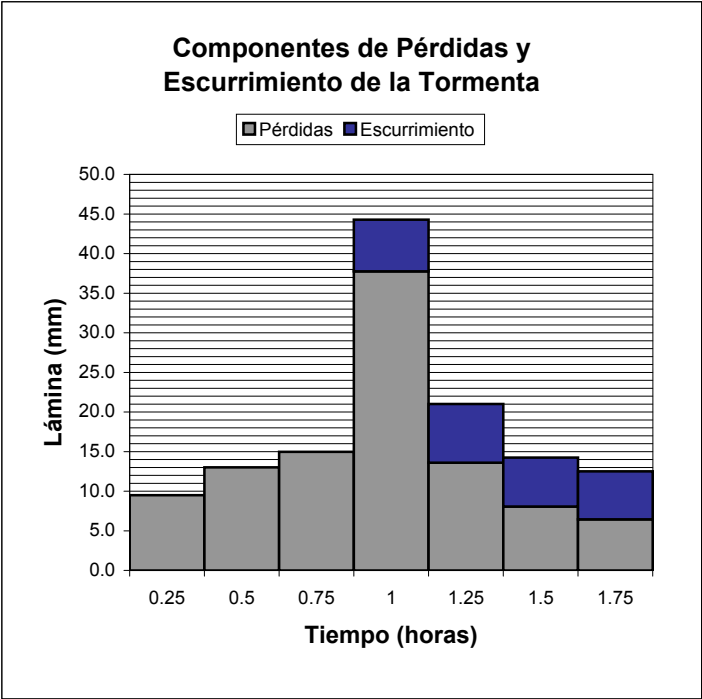
Escurr Total= 16.8%



TORMENTA PARA 100 AÑOS

TIEMPO horas	LAMINA ACUMULADA mm	PÉRDIDAS ACUMULADAS		LÁMINA ESCURRIDA ACUMULADA mm	ESCURRIMIEN HORARIO mm	PÉRDIDAS HORARIA mm
		Ia mm	F mm			
0	0.0	0.0	0.0	0.0		
					0.0	9.5
0.25	9.5	41.6	0.0	0.0		
					0.0	13.0
0.5	22.5	41.6	0.0	0.0		
					0.0	15.0
0.75	37.5	41.6	0.0	0.0		
					6.5	37.8
1	81.8	41.6	33.7	6.5		
					7.4	13.6
1.25	102.8	41.6	47.3	13.9		
					6.2	8.1
1.5	117.0	41.6	55.3	20.1		
					6.1	6.4
1.75	129.5	41.6	61.8	26.1		

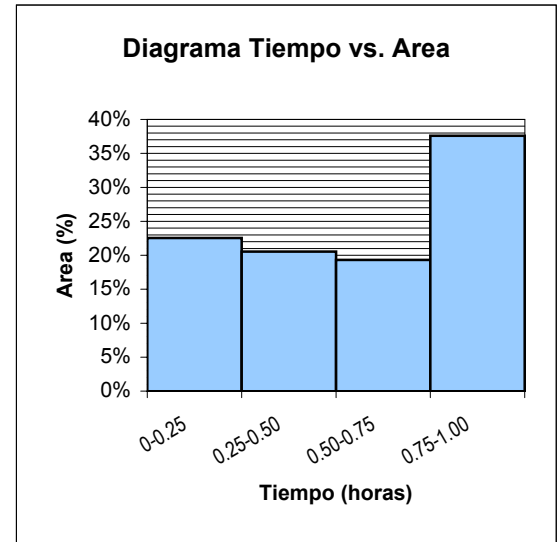
Escurr Total= 20.2%



SINTETIZACIÓN DE LAS CRECIENTES DE LA QUEBRADA MAITANA EN CONFLUENCIA CON LA QUEBRADA LAS MARÍAS POR EL MÉTODO DE C.O. CLARK

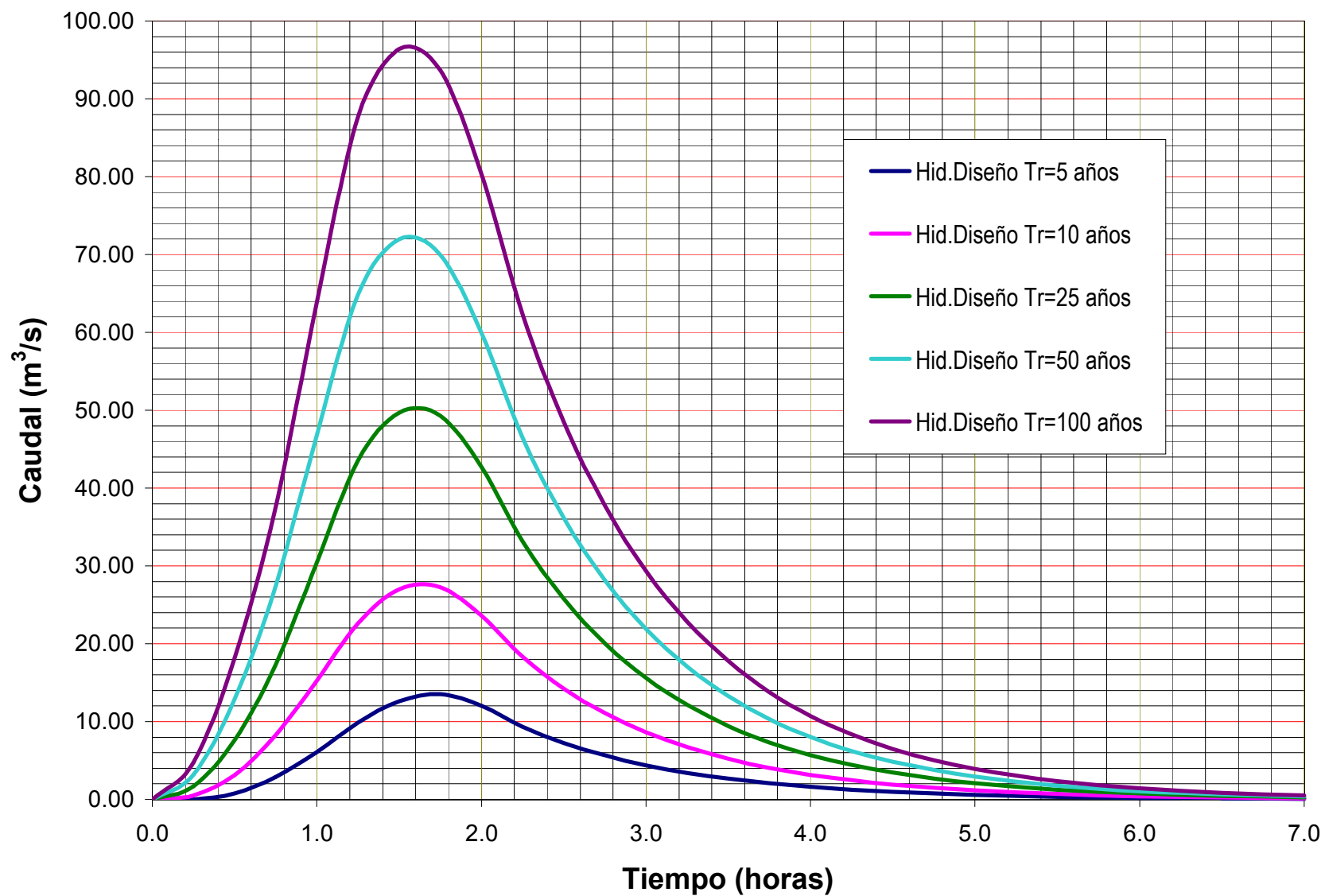
Tiempo de Conc (min)= 60
 Tiempo de Retardo (min)= 60
 Dur Lluvia Efectiva (min)= 60
 Intervalo Tiempo (min)= 15
 K (min)= 60
 Co= 0.1111
 C₁= 0.1111
 C₂= 0.7778
 Eu= 0.2918

Tiempo (h)	Area (m ²)	Area (%)
0-0.25	5237133	23%
0.25-0.50	4769800	21%
0.50-0.75	4486877	19%
0.75-1.00	8733697	38%



TIEMPO (horas)	AREA (%)	C ₀ XI ₂ (m ³ /s)	C ₁ XI ₁ (m ³ /s)	C ₂ XO ₁ (m ³ /s)	O (m ³ /s)	H.U.Diseño Ll.Efec.=15min (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=5 años (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=10 años (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=25 años (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=50 años (m ³ /s)	Hid.Diseño Tr=100 años (m ³ /s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	22.55	2.51	0.00	0.00	2.51	0.73	0.03	0.52	1.71	3.21	4.76
0.50	20.54	2.28	2.51	1.95	6.74	1.97	0.78	3.12	7.67	12.91	18.22
0.75	19.32	2.15	2.28	5.24	9.67	2.82	2.88	8.22	17.28	27.32	37.45
1.00	37.60	4.18	2.15	7.52	13.84	4.04	6.11	15.21	30.42	46.74	63.76
1.25		0.00	4.18	10.77	14.94	4.36	9.84	22.59	43.53	64.81	87.64
1.50		0.00	0.00	11.62	11.62	3.39	12.61	26.98	49.69	71.97	96.40
1.75		0.00	0.00	9.04	9.04	2.64	13.52	27.24	49.26	69.94	93.68
2.00		0.00	0.00	7.03	7.03	2.05	12.03	23.58	42.66	59.84	80.24
2.25		0.00	0.00	5.47	5.47	1.60	9.35	18.34	33.18	46.54	62.41
2.50		0.00	0.00	4.25	4.25	1.24	7.27	14.27	25.81	36.20	48.54
2.75		0.00	0.00	3.31	3.31	0.97	5.66	11.10	20.07	28.16	37.75
3.00		0.00	0.00	2.57	2.57	0.75	4.40	8.63	15.61	21.90	29.36
3.25		0.00	0.00	2.00	2.00	0.58	3.42	6.71	12.14	17.03	22.84
3.50		0.00	0.00	1.56	1.56	0.45	2.66	5.22	9.44	13.25	17.76
3.75		0.00	0.00	1.21	1.21	0.35	2.07	4.06	7.35	10.30	13.82
4.00		0.00	0.00	0.94	0.94	0.27	1.61	3.16	5.71	8.01	10.75
4.25		0.00	0.00	0.73	0.73	0.21	1.25	2.46	4.44	6.23	8.36
4.50		0.00	0.00	0.57	0.57	0.17	0.97	1.91	3.46	4.85	6.50
4.75		0.00	0.00	0.44	0.44	0.13	0.76	1.49	2.69	3.77	5.06
5.00		0.00	0.00	0.34	0.34	0.10	0.59	1.16	2.09	2.93	3.93
5.25		0.00	0.00	0.27	0.27	0.08	0.46	0.90	1.63	2.28	3.06
5.50		0.00	0.00	0.21	0.21	0.06	0.36	0.70	1.26	1.77	2.38
5.75		0.00	0.00	0.16	0.16	0.05	0.28	0.54	0.98	1.38	1.85
6.00		0.00	0.00	0.13	0.13	0.04	0.22	0.42	0.77	1.07	1.44
6.25		0.00	0.00	0.10	0.10	0.03	0.17	0.33	0.60	0.83	1.12
6.50		0.00	0.00	0.08	0.08	0.02	0.13	0.26	0.46	0.65	0.87
6.75		0.00	0.00	0.06	0.06	0.02	0.10	0.20	0.36	0.50	0.68
7.00		0.00	0.00	0.05	0.05	0.01	0.08	0.15	0.28	0.39	0.53

Crecientes de Diseño de la Quebrada Maitana en confluencia con la Quebrada Las Marias (N.C.=55)



CUADRO DE TUBERÍAS PARA EL ESCENARIO DE CONSUMO PICO

Nombre	Longitud (m)	Diametro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (l/s)	Energía Total Aguas Arriba (m)	Energía Total Aguas Abajo (m)	Pérdida Energía Tubería (m)	Gradiente Pérdida (m/km)
P-1	155.5	103.6	PVC	140	10.731	785	782.5	2.5	16.08
Aductor T-T	200	103.6	PVC	140	18.715	794	785	9	45
P-3	165.5	103.6	PVC	140	10.689	782.5	779.86	2.64	15.97
P-5	31.5	16	PEAD	130	0.084	779.86	779.2	0.66	20.89
P-6	58	103.6	PVC	140	10.563	779.86	778.95	0.91	15.62
P-8	25	16	PEAD	130	0.126	778.95	777.85	1.11	44.22
P-9	54.5	103.6	PVC	140	10.437	778.95	778.12	0.83	15.28
P-11	45	16	PEAD	130	0.168	778.12	774.73	3.39	75.3
P-17	34	16	PEAD	130	0.126	775.45	773.94	1.5	44.22
P-22	35.5	103.6	PVC	140	10.227	777	776.48	0.52	14.71
P-23	70.5	103.6	PVC	140	10.185	776.48	775.45	1.03	14.6
P-28	70	99.4	PVC	140	8.885	771.09	770.12	0.97	13.87
P-49	49	16	PEAD	130	0.042	765.87	765.59	0.28	5.79
P-67	123	93.6	PVC	140	4.582	763.18	762.51	0.67	5.46
P-69	66.5	16	PEAD	130	0.707	762.51	691	71.51	1,075.35
P-70	12.5	93.6	PVC	140	3.875	762.51	762.46	0.05	4.01
P-74	146	20	PEAD	130	0.561	762.46	728	34.46	236.03
P-80	78.5	16	PEAD	130	0.331	741.72	721	20.72	263.94
P-96	76.5	16	PEAD	130	0.014	752.32	752.26	0.06	0.76
P-97	181	16	PEAD	130	0.014	752.32	752.18	0.14	0.76
P-98	388	25	PEAD	130	0.565	763.18	731.79	31.39	80.9
P-99	12.5	25	PEAD	130	0.495	731.79	731	0.79	63.36
P-101	68	16	PEAD	130	0.126	774.73	771.72	3.01	44.22
P-102	66	16	PEAD	130	0.042	771.72	771.34	0.38	5.79
P-103	98	16	PEAD	130	0.042	770.12	769.56	0.57	5.79
P-106	121.5	16	PEAD	130	0.042	767.9	767.19	0.7	5.79
P-107	12.5	16	PEAD	130	1.199	741.72	706	35.72	2,857.56
P-113	118.5	20	PEAD	130	0.64	763.77	728	35.77	301.85
P-115	103.5	25	PEAD	130	0.796	766.76	751.01	15.75	152.14
P-117	75	16	PEAD	130	0.546	751.01	701	50.01	666.78
P-118	9	12	PEAD	130	1.017	767.9	691	76.9	8,543.96
P-119	13.5	12	PEAD	130	0.734	771.09	708	63.09	4,673.69
P-120	215	16	PEAD	130	0.356	771.09	706	65.09	302.77
P-121	54.5	103.6	PVC	140	10.059	775.45	774.67	0.78	14.27
P-127	44.5	16	PEAD	130	0.252	731.7	724.61	7.09	159.42
P-128	19.5	16	PEAD	130	0.21	691	688.78	2.22	113.78
P-130	105.5	25	PEAD	130	0.336	706	702.74	3.26	30.89
P-132	118	93.6	PVC	140	5.788	764.76	763.77	0.99	8.42
P-135	86.5	93.6	PVC	140	5.148	763.77	763.18	0.59	6.77
P-136	95	93.6	PVC	140	6.905	765.87	764.76	1.11	11.66
P-137	99.5	99.4	PVC	140	6.989	766.76	765.87	0.89	8.9
P-131	105	99.4	PVC	140	-7.784	766.76	767.9	1.14	10.86
P-138	162	99.4	PVC	140	-8.843	767.9	770.12	2.23	13.75
P-139	208	99.4	PVC	140	9.975	774.67	771.09	3.57	17.19
P-142	131.5	40	PEAD	130	2.757	761.93	741.72	20.21	153.73
P-143	175.5	93.6	PVC	140	-3.315	761.93	762.46	0.53	3
P-144	75.5	103.6	PVC	140	10.269	778.12	777	1.12	14.83
P-145	123.5	16	PEAD	130	0.249	751.01	731.7	19.31	156.34
P-148	70.5	32	PEAD	130	1.176	721	714.36	6.64	94.23
P-149	30.5	32	PEAD	130	0.924	714.36	712.52	1.84	60.31

P-150	33	16	PEAD	130	0.378	712.52	701.38	11.14	337.53
P-151	39.5	20	PEAD	130	0.462	712.52	706	6.52	165.04
P-152	53	16	PEAD	130	0.168	706	702.01	3.99	75.3
P-153	42	16	PEAD	130	0.126	714.36	712.5	1.86	44.22
P-154	51.5	25	PEAD	130	0.756	728	720.87	7.13	138.46
P-155	41	25	PEAD	130	0.714	720.87	715.76	5.11	124.56
P-156	63	20	PEAD	130	0.462	715.76	705.36	10.4	165.04
P-157	49	20	PEAD	130	0.336	705.36	700.88	4.49	91.57
P-158	46	16	PEAD	130	0.042	705.36	705.1	0.27	5.79
P-159	127	16	PEAD	130	0.252	700.88	680.63	20.25	159.42
P-160	47.5	16	PEAD	130	0.126	680.63	678.53	2.1	44.22
P-126	16.5	25	PEAD	130	0.63	701	699.37	1.63	98.82
P-161	42	16	PEAD	130	0.042	699.37	699.13	0.24	5.79
P-162	32.5	20	PEAD	130	0.588	699.37	690.99	8.38	257.84
P-163	44	20	PEAD	130	0.252	690.99	688.62	2.37	53.78
P-164	66.5	20	PEAD	130	0.126	688.62	687.63	0.99	14.92
P-165	92.5	16	PEAD	130	0.084	724.61	722.67	1.93	20.89
P-166	38	16	PEAD	130	0.126	724.61	722.93	1.68	44.22
P-167	12.5	20	PEAD	130	0.042	731.7	731.68	0.02	1.95
P-168	52.5	16	PEAD	130	0.084	688.78	687.68	1.1	20.89
P-169	62.5	16	PEAD	130	0.126	688.78	686.02	2.76	44.22
P-170	19	20	PEAD	130	0.294	708	706.64	1.36	71.52
P-171	36	16	PEAD	130	0.084	706.64	705.89	0.75	20.89
P-172	38.5	16	PEAD	130	0.042	706.64	706.42	0.22	5.79
P-173	33	20	PEAD	130	0.168	706.64	705.8	0.84	25.4
P-174	81.5	16	PEAD	130	0.084	705.8	704.1	1.7	20.89
P-175	65	16	PEAD	130	0.042	702.74	702.36	0.38	5.79
P-176	105.5	16	PEAD	130	0.084	702.74	700.54	2.2	20.89
P-177	35.5	16	PEAD	130	0.21	709	704.96	4.04	113.78
P-178	37	16	PEAD	130	0.168	704.96	702.17	2.79	75.3
P-179	29	16	PEAD	130	0.042	704.96	704.79	0.17	5.79
P-180	70	40	PEAD	130	1.092	728	726.06	1.94	27.71
P-181	44	16	PEAD	130	0.21	726.06	721.05	5.01	113.78
P-182	33.5	32	PEAD	130	0.84	726.06	724.37	1.69	50.57
P-183	15	16	PEAD	130	0.126	724.37	723.7	0.66	44.22
P-184	31	25	PEAD	130	0.714	724.37	720.5	3.86	124.56
P-185	34	16	PEAD	130	0.336	720.5	711.28	9.23	271.45
P-186	53	16	PEAD	130	0.21	711.28	705.25	6.03	113.78
P-187	47.5	20	PEAD	130	0.336	720.5	716.16	4.35	91.57
P-188	28.5	16	PEAD	130	0.084	716.16	715.56	0.6	20.89
P-189	28	20	PEAD	130	0.252	716.16	714.65	1.51	53.78
P-190	26	16	PEAD	130	0.21	714.65	711.69	2.96	113.78
P-191	32	16	PEAD	130	0.042	714.65	714.46	0.19	5.79
P-192	85	16	PEAD	130	0.042	720.5	720.01	0.49	5.79
P-194	107.5	93.6	PVC	140	0	761.91	761.91	0	0
P-195	49	20	PEAD	130	0.042	761.91	761.82	0.1	1.95
P-196	61.5	16	PEAD	130	0.21	701.38	694.38	7	113.78
P-197	34	16	PEAD	130	0.042	706	705.8	0.2	5.79
P-200	43	32	PEAD	130	0.672	731	729.56	1.44	33.46
P-201	92	20	PEAD	130	0.336	729.56	721.14	8.42	91.56
P-202	23.5	16	PEAD	130	0.252	721.14	717.39	3.75	159.42
P-203	25	16	PEAD	130	0.21	717.39	714.55	2.84	113.78
P-204	22.5	16	PEAD	130	0.084	714.55	714.08	0.47	20.89
P-205	61.5	16	PEAD	130	0.126	714.55	711.83	2.72	44.22

P-206	40	20	PEAD	130	0.21	729.56	728.03	1.54	38.38
P-207	18	16	PEAD	130	0.084	729.56	729.19	0.38	20.89
P-208	88	16	PEAD	130	0.084	711.83	709.99	1.84	20.89
P-210	37	25	PEAD	130	0.546	731.9	729.1	2.81	75.83
P-211	78	20	PEAD	130	0.168	729.1	727.12	1.98	25.4
P-212	71.5	20	PEAD	130	0.252	729.1	725.25	3.85	53.78
P-214	94	40	PEAD	130	1.227	741.72	738.49	3.23	34.36
P-215	25.5	16	PEAD	130	0.555	738.49	721	17.49	685.87
P-217	75.5	16	PEAD	130	0.168	705.25	699.56	5.68	75.3
P-218	157.5	16	PEAD	130	0.084	712.5	709.21	3.29	20.89
P-219	73.5	16	PEAD	130	0.042	690.99	690.56	0.43	5.79
P-221	19	16	PEAD	130	0.294	721	716.97	4.03	212.03
P-223	382	93.6	PVC	140	0.042	761.91	761.91	3.72E-04	9.74E-04
P-224	152	16	PEAD	130	0.474	761.91	684	77.91	512.58
P-225	18	16	PEAD	130	0.168	684	682.64	1.36	75.29
P-226	48	16	PEAD	130	0.042	682.64	682.37	0.28	5.79
P-227	54	16	PEAD	130	0.084	682.64	681.52	1.13	20.89
P-228	53.5	32	PEAD	130	-0.588	731.9	733.3	1.4	26.14
P-229	155	32	PEAD	130	-0.672	733.3	738.49	5.19	33.46
P-230	116	16	PEAD	130	0.084	733.3	730.88	2.42	20.89
P-231	114	20	PEAD	130	0.028	752.42	752.32	0.11	0.92
P-232	23.5	20	PEAD	130	-0.028	731.77	731.79	0.02	0.92
P-233	18.5	25	PEAD	130	0.504	706	704.79	1.21	65.4
P-235	57.5	20	PEAD	130	0.294	704.79	700.68	4.11	71.52
P-236	34	16	PEAD	130	0.21	700.68	696.81	3.87	113.78
P-237	40.5	16	PEAD	130	0.042	704.79	704.56	0.23	5.79
P-238	16.5	16	PEAD	130	0.084	704.79	704.45	0.34	20.89
P-222	122	93.6	PVC	140	0.516	761.92	761.91	0.01	0.1
P-198	101	93.6	PVC	140	0.558	761.93	761.92	0.01	0.11
P-213	83.5	16	PEAD	130	0.042	729.1	728.61	0.48	5.79
P-239	226.5	25	PEAD	130	0.758	764.76	733.21	31.55	139.29
P-240	49	16	PEAD	130	0.464	733.21	709	24.21	494.11
P-241	235	20	PEAD	130	0.294	733.21	716.4	16.81	71.52
P-242	136.5	16	PEAD	130	0.252	716.4	694.64	21.76	159.42
P-245	89	16	PEAD	130	0.042	692.28	691.77	0.52	5.79
P-244	113	16	PEAD	130	-0.084	692.28	694.64	2.36	20.89

CUADRO DE TUBERÍAS PARA EL ESCENARIO DE INCENDIO

Nombre	Longitud (m)	Diametro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (l/s)	Energía Total Aguas Arriba (m)	Energía Total Aguas Abajo (m)	Pérdida Energía Tubería (m)	Gradiente Pérdida (m/km)
P-1	155.5	103.6	PVC	140	15.029	785	780.34	4.66	29.99
Aductor T-T	200	103.6	PVC	140	18.715	794	785	9	45
P-3	165.5	103.6	PVC	140	15.004	780.34	775.39	4.95	29.9
P-5	31.5	16	PEAD	130	0.05	775.39	775.13	0.26	8.12
P-6	58	103.6	PVC	140	14.928	775.39	773.67	1.72	29.62
P-8	25	16	PEAD	130	0.076	773.67	773.24	0.43	17.19
P-9	54.5	103.6	PVC	140	14.852	773.67	772.07	1.6	29.34
P-11	45	16	PEAD	130	0.101	772.07	770.75	1.32	29.26
P-17	34	16	PEAD	130	0.076	766.83	766.24	0.58	17.19
P-22	35.5	103.6	PVC	140	14.726	769.88	768.86	1.03	28.89
P-23	70.5	103.6	PVC	140	14.701	768.86	766.83	2.03	28.79
P-28	70	99.4	PVC	140	13.612	758.06	755.93	2.14	30.55
P-49	49	16	PEAD	130	0.025	745.75	745.64	0.11	2.25
P-67	123	93.6	PVC	140	10.577	737.02	733.86	3.16	25.67
P-69	66.5	16	PEAD	130	0.536	733.86	691	42.86	644.53
P-70	12.5	93.6	PVC	140	10.041	733.86	733.57	0.29	23.31
P-74	146	20	PEAD	130	0.209	733.57	728	5.57	38.15
P-80	78.5	16	PEAD	130	0.106	723.54	721	2.54	32.35
P-96	76.5	16	PEAD	130	0.014	751.64	751.59	0.06	0.76
P-97	181	16	PEAD	130	0.014	751.64	751.51	0.14	0.76
P-98	388	25	PEAD	130	0.229	737.02	731.12	5.9	15.21
P-99	12.5	25	PEAD	130	0.176	731.12	731	0.12	9.32
P-101	68	16	PEAD	130	0.076	770.75	769.59	1.17	17.19
P-102	66	16	PEAD	130	0.025	769.59	769.44	0.15	2.25
P-103	98	16	PEAD	130	0.025	755.93	755.71	0.22	2.25
P-106	121.5	16	PEAD	130	0.025	750.99	750.72	0.27	2.25
P-107	12.5	16	PEAD	130	0.817	723.54	706	17.54	1,403.18
P-113	118.5	20	PEAD	130	0.344	739.33	728	11.33	95.6
P-115	103.5	25	PEAD	130	0.61	748.18	738.55	9.64	93.13
P-117	75	16	PEAD	130	0.468	738.55	701	37.55	500.61
P-118	9	12	PEAD	130	0.889	750.99	691	59.99	6,666.04
P-119	13.5	12	PEAD	130	0.647	758.06	708	50.06	3,708.45
P-120	215	16	PEAD	130	0.316	758.06	706	52.06	242.16
P-121	54.5	103.6	PVC	140	14.626	766.83	765.27	1.55	28.52
P-127	44.5	16	PEAD	130	0.151	731.7	728.94	2.76	61.96
P-128	19.5	16	PEAD	130	0.126	691	690.14	0.86	44.22
P-130	105.5	25	PEAD	130	0.202	706	704.73	1.27	12
P-132	118	93.6	PVC	140	11.15	742.67	739.33	3.34	28.3
P-135	86.5	93.6	PVC	140	10.806	739.33	737.02	2.31	26.71
P-136	95	93.6	PVC	140	12.012	745.75	742.67	3.09	32.48
P-137	99.5	99.4	PVC	140	12.062	748.18	745.75	2.43	24.43
P-131	105	99.4	PVC	140	-12.67	748.18	750.99	2.81	26.76
P-138	162	99.4	PVC	140	-13.59	750.99	755.93	4.93	30.44
P-139	208	99.4	PVC	140	14.575	765.27	758.06	7.21	34.66
P-142	131.5	40	PEAD	130	1.442	729.63	723.54	6.09	46.35
P-143	175.5	93.6	PVC	140	-9.831	729.63	733.57	3.94	22.42
P-144	75.5	103.6	PVC	140	14.752	772.07	769.88	2.19	28.97
P-145	123.5	16	PEAD	130	0.142	738.55	731.7	6.85	55.43
P-148	70.5	32	PEAD	130	0.706	721	718.42	2.58	36.62
P-149	30.5	32	PEAD	130	0.554	718.42	717.7	0.71	23.44

P-150	33	16	PEAD	130	0.227	717.7	713.37	4.33	131.19
P-151	39.5	20	PEAD	130	0.277	717.7	715.17	2.53	64.15
P-152	53	16	PEAD	130	0.101	715.17	713.62	1.55	29.27
P-153	42	16	PEAD	130	0.076	718.42	717.7	0.72	17.19
P-154	51.5	25	PEAD	130	0.454	728	725.23	2.77	53.81
P-155	41	25	PEAD	130	0.428	725.23	723.24	1.98	48.41
P-156	63	20	PEAD	130	0.277	723.24	719.2	4.04	64.15
P-157	49	20	PEAD	130	0.202	719.2	717.46	1.74	35.59
P-158	46	16	PEAD	130	0.025	719.2	719.1	0.1	2.25
P-159	127	16	PEAD	130	0.151	717.46	709.59	7.87	61.96
P-160	47.5	16	PEAD	130	0.076	709.59	708.77	0.82	17.19
P-126	16.5	25	PEAD	130	0.378	701	700.37	0.63	38.41
P-161	42	16	PEAD	130	0.025	700.37	700.27	0.09	2.25
P-162	32.5	20	PEAD	130	0.353	700.37	697.11	3.26	100.21
P-163	44	20	PEAD	130	0.151	697.11	696.19	0.92	20.9
P-164	66.5	20	PEAD	130	0.076	696.19	695.8	0.39	5.8
P-165	92.5	16	PEAD	130	0.05	728.94	728.19	0.75	8.12
P-166	38	16	PEAD	130	0.076	728.94	728.29	0.65	17.19
P-167	12.5	20	PEAD	130	0.025	731.7	731.69	0.01	0.76
P-168	52.5	16	PEAD	130	0.05	690.14	689.71	0.43	8.12
P-169	62.5	16	PEAD	130	0.076	690.14	689.06	1.07	17.19
P-170	19	20	PEAD	130	0.176	708	707.47	0.53	27.8
P-171	36	16	PEAD	130	0.05	707.47	707.18	0.29	8.12
P-172	38.5	16	PEAD	130	0.025	707.47	707.39	0.09	2.25
P-173	33	20	PEAD	130	0.101	707.47	707.15	0.33	9.87
P-174	81.5	16	PEAD	130	0.05	707.15	706.48	0.66	8.12
P-175	65	16	PEAD	130	0.025	704.73	704.59	0.15	2.25
P-176	105.5	16	PEAD	130	0.05	704.73	703.88	0.86	8.12
P-177	35.5	16	PEAD	130	0.126	709	707.43	1.57	44.22
P-178	37	16	PEAD	130	0.101	707.43	706.35	1.08	29.26
P-179	29	16	PEAD	130	0.025	707.43	707.36	0.07	2.25
P-180	70	40	PEAD	130	0.655	728	727.25	0.75	10.77
P-181	44	16	PEAD	130	0.126	727.25	725.3	1.95	44.22
P-182	33.5	32	PEAD	130	0.504	727.25	726.59	0.66	19.65
P-183	15	16	PEAD	130	0.076	726.59	726.33	0.26	17.19
P-184	31	25	PEAD	130	0.428	726.59	725.09	1.5	48.41
P-185	34	16	PEAD	130	0.202	725.09	721.5	3.59	105.5
P-186	53	16	PEAD	130	0.126	721.5	719.16	2.34	44.22
P-187	47.5	20	PEAD	130	0.202	725.09	723.4	1.69	35.59
P-188	28.5	16	PEAD	130	0.05	723.4	723.16	0.23	8.12
P-189	28	20	PEAD	130	0.151	723.4	722.81	0.59	20.9
P-190	26	16	PEAD	130	0.126	722.81	721.66	1.15	44.22
P-191	32	16	PEAD	130	0.025	722.81	722.74	0.07	2.25
P-192	85	16	PEAD	130	0.025	725.09	724.9	0.19	2.25
P-194	107.5	93.6	PVC	140	0	725.92	725.92	0	0
P-195	49	20	PEAD	130	0.025	725.92	725.88	0.04	0.76
P-196	61.5	16	PEAD	130	0.126	713.37	710.65	2.72	44.22
P-197	34	16	PEAD	130	0.025	715.17	715.09	0.08	2.25
P-200	43	32	PEAD	130	0.403	731	730.44	0.56	13.01
P-201	92	20	PEAD	130	0.202	730.44	727.17	3.27	35.59
P-202	23.5	16	PEAD	130	0.151	727.17	725.71	1.46	61.96
P-203	25	16	PEAD	130	0.126	725.71	724.6	1.11	44.22
P-204	22.5	16	PEAD	130	0.05	724.6	724.42	0.18	8.12
P-205	61.5	16	PEAD	130	0.076	724.6	723.55	1.06	17.19

P-206	40	20	PEAD	130	0.126	730.44	729.84	0.6	14.92
P-207	18	16	PEAD	130	0.05	730.44	730.29	0.15	8.12
P-208	88	16	PEAD	130	0.05	723.55	722.83	0.71	8.12
P-210	37	25	PEAD	130	0.302	720.83	719.89	0.94	25.42
P-211	78	20	PEAD	130	0.101	719.89	719.12	0.77	9.87
P-212	71.5	20	PEAD	130	0.151	719.89	718.4	1.49	20.9
P-214	94	40	PEAD	130	0.519	723.54	722.88	0.66	7
P-215	25.5	16	PEAD	130	0.166	722.88	721	1.88	73.8
P-217	75.5	16	PEAD	130	0.101	719.16	716.95	2.21	29.27
P-218	157.5	16	PEAD	130	0.05	717.7	716.42	1.28	8.12
P-219	73.5	16	PEAD	130	0.025	697.11	696.94	0.17	2.25
P-221	19	16	PEAD	130	0.176	721	719.43	1.57	82.41
P-223	382	93.6	PVC	140	0.025	725.92	725.92	1.49E-04	3.90E-04
P-224	152	16	PEAD	130	0.339	725.92	684	41.92	275.77
P-225	18	16	PEAD	130	0.101	684	683.47	0.53	29.27
P-226	48	16	PEAD	130	0.025	683.47	683.37	0.11	2.25
P-227	54	16	PEAD	130	0.05	683.47	683.03	0.44	8.12
P-228	53.5	32	PEAD	130	-0.328	720.83	721.31	0.47	8.86
P-229	155	32	PEAD	130	-0.353	721.31	722.88	1.57	10.16
P-230	116	16	PEAD	130	0.025	721.31	721.05	0.26	2.25
P-231	114	20	PEAD	130	0.028	751.75	751.64	0.11	0.92
P-232	23.5	20	PEAD	130	-0.028	731.09	731.12	0.02	0.92
P-233	18.5	25	PEAD	130	0.297	706	705.55	0.45	24.58
P-235	57.5	20	PEAD	130	0.176	705.55	703.95	1.59	27.68
P-236	34	16	PEAD	130	0.126	703.95	702.45	1.5	44.22
P-237	40.5	16	PEAD	130	0.021	705.55	705.48	0.07	1.61
P-238	16.5	16	PEAD	130	0.05	705.55	705.41	0.13	8
P-222	122	93.6	PVC	140	8.364	727.95	725.92	2.03	16.63
P-198	101	93.6	PVC	140	8.389	729.63	727.95	1.69	16.72
P-213	83.5	16	PEAD	130	0.025	719.89	719.7	0.19	2.25
P-239	226.5	25	PEAD	130	0.504	742.67	727.86	14.8	65.36
P-240	49	16	PEAD	130	0.406	727.86	709	18.86	384.98
P-241	235	20	PEAD	130	0.098	727.86	725.66	2.2	9.37
P-242	136.5	16	PEAD	130	0.084	725.66	722.81	2.85	20.89
P-245	89	16	PEAD	130	0.014	722.5	722.43	0.07	0.76
P-244	113	16	PEAD	130	-0.028	722.5	722.81	0.31	2.74

CUADRO DE NODOS PARA EL ESCENARIO DE CONSUMO PICO

Nombre	Cota (m)	Demanda (l/s)	Energía Total Calculada (m)	Presión (m H2O)	Nombre	Cota (m)	Demanda (l/s)	Energía Total Calculada (m)	Presión (m H2O)
J-3	762	0.042	782.5	20.447	J-72	660	0.168	702.01	41.901
J-4	750	0.042	779.86	29.781	J-73	708	0.042	712.5	4.488
J-5	770	0.084	779.2	9.176	J-93	698	0.042	720.87	22.812
J-6	745	0	778.95	33.865	J-94	672	0.252	715.76	43.652
J-7	757	0.126	777.85	20.793	J-95	670	0.084	705.36	35.276
J-8	740	0	778.12	38.022	J-96	670	0.084	700.88	30.8
J-9	765	0.042	774.73	9.705	J-97	683	0.042	705.1	22.043
J-12	727	0	775.45	48.325	J-98	670	0.126	680.63	10.605
J-13	718	0.126	773.94	55.803	J-99	670	0.126	678.53	8.51
J-15 (Hid 1)	735	0.042	777	41.893	J-87	695	0	699.37	4.358
J-17	732	0.042	776.48	44.364	J-100	697	0.042	699.13	2.121
J-22	713	0	771.09	57.948	J-101	682	0.294	690.99	8.967
J-23	705	0	770.12	64.959	J-102	675	0.126	688.62	13.589
J-24	715	0.042	769.56	54.418	J-103	683	0.126	687.63	4.62
J-27	722	0.042	767.19	45.078	J-104	712	0.084	722.67	10.647
J-34	686	0	766.76	80.551	J-105	707	0.126	722.93	15.885
J-37	680	0.042	765.87	85.653	J-106	727	0.042	731.68	4.664
J-38	700	0.042	765.59	65.42	J-107	683	0.084	687.68	4.673
J-44	669	0	763.77	94.53	J-108	680	0.126	686.02	6.002
J-48	673	0	763.18	89.955	J-109	702	0	706.64	4.629
J-52 (Hid 3)	673	0	762.51	89.285	J-110	702	0.042	706.42	4.407
J-54	673	0	762.46	89.235	J-111	704	0.084	705.8	1.798
J-59	670	0	761.93	91.702	J-112	700	0.084	704.1	4.09
J-61	700	0	741.72	41.614	J-113	697	0.042	702.36	5.351
J-74	750	0.014	752.26	2.255	J-114	685	0.084	700.54	15.499
J-76	745	0	752.32	7.3	J-115	683	0.168	702.17	19.127
J-77	750	0.014	752.18	2.176	J-116	695	0	704.96	9.936
J-79	730	0.042	731.79	1.787	J-117	690	0.042	704.79	14.756
J-75	778	0.084	771.72	-6.261	J-118	695	0.21	721.05	25.988
J-78	767	0.042	771.34	4.329	J-119	695	0.042	726.06	30.982
J-80 (Hid 2)	692	0	767.9	75.704	J-120	693	0.126	723.7	30.625
J-82	697	0	751.01	53.872	J-121	687	0	724.37	37.272
J-83	724	0.084	774.67	50.542	J-122	675	0	720.5	45.39
J-88	710	0.042	724.61	14.569	J-123	680	0.126	711.28	31.197
J-89	680	0	688.78	8.759	J-124	685	0.042	705.25	20.194
J-90	690	0.084	705.89	15.849	J-125	688	0	716.16	28.084
J-91	688	0.21	702.74	14.704	J-126	700	0.084	715.56	15.521
J-92 (Esc y Amt)	672	0.358	764.76	92.528	J-127	705	0.21	711.69	6.674
J-66	652	0	761.91	109.634	J-128	690	0	714.65	24.587
J-68	708	0.126	714.36	6.341	J-129	685	0.042	714.46	29.39
J-69	700	0.084	712.52	12.486	J-130	675	0.042	720.01	44.899
J-70	690	0.168	701.38	11.35	J-131	653	0	761.91	108.636
J-71	685	0.252	706	20.945	J-132	660	0.042	761.82	101.559

J-133	685	0.21	694.38	9.358
J-134	675	0.042	705.8	30.723
J-136	722	0.042	729.56	7.542
J-137	702	0.084	721.14	19.089
J-138	693	0.042	717.39	24.329
J-139	675	0.084	714.08	38.978
J-140	685	0	714.55	29.472
J-141	675	0.042	711.83	36.734
J-142	715	0.21	728.03	12.993
J-143	722	0.084	729.19	7.167
J-144	664	0.084	709.99	45.873
J-145	713	0.042	731.9	18.857
J-146	715	0.084	729.1	14.063
J-147	733	0.168	727.12	-5.868
J-148	738	0.252	725.25	-12.714
J-150	705	0	738.49	33.405
J-151	665	0.168	699.56	34.473
J-152	690	0.084	709.21	19.161
J-153	677	0.042	690.56	13.53
J-155	715	0.294	716.97	1.966
J-156 (Hid 4)	663	0	761.91	98.662
J-157	673	0.042	682.64	9.62
J-158	673	0.042	682.37	9.343
J-159	667	0.084	681.52	14.48
J-160	710	0	733.3	23.244
J-161	715	0.084	730.88	15.84
J-163	698	0.084	704.79	6.773
J-164	684	0.084	700.68	16.636
J-165	675	0.21	696.81	21.754
J-166	695	0.042	704.56	9.531
J-167	693	0.084	704.45	11.417
J-135	665	0.042	761.92	96.679
J-149	730	0.042	728.61	-1.382
J-168	687	0	733.21	46.095
J-169	680	0.042	716.4	36.312
J-170	687	0.168	694.64	7.623
J-172	690	0.042	692.28	2.277
J-173	690	0.042	691.77	1.763

CUADRO DE NODOS PARA EL ESCENARIO DE INCENDIO

Nombre	Cota (m)	Demanda (l/s)	Energía Total Calculada (m)	Presión (m H2O)	Nombre	Cota (m)	Demanda (l/s)	Energía Total Calculada (m)	Presión (m H2O)
J-3	762	0.025	780.34	18.29	J-72	660	0.101	713.62	53.483
J-4	750	0.025	775.39	25.324	J-73	708	0.025	717.7	9.672
J-5	770	0.05	775.13	5.12	J-93	698	0.025	725.23	27.16
J-6	745	0	773.67	28.598	J-94	672	0.151	723.24	51.114
J-7	757	0.076	773.24	16.2	J-95	670	0.05	719.2	49.078
J-8	740	0	772.07	31.99	J-96	670	0.05	717.46	47.339
J-9	765	0.025	770.75	5.74	J-97	683	0.025	719.1	36.008
J-12	727	0	766.83	39.728	J-98	670	0.076	709.59	39.49
J-13	718	0.076	766.24	48.122	J-99	670	0.076	708.77	38.675
J-15 (Hid 1)	735	0.025	769.88	34.796	J-87	695	0	700.37	5.353
J-17	732	0.025	768.86	36.765	J-100	697	0.025	700.27	3.263
J-22	713	0	758.06	44.95	J-101	682	0.176	697.11	15.071
J-23	705	0	755.93	50.797	J-102	675	0.076	696.19	21.136
J-24	715	0.025	755.71	40.603	J-103	683	0.076	695.8	12.772
J-27	722	0.025	750.72	28.648	J-104	712	0.05	728.19	16.151
J-34	686	0	748.18	62.028	J-105	707	0.076	728.29	21.236
J-37	680	0.025	745.75	65.588	J-106	727	0.025	731.69	4.679
J-38	700	0.025	745.64	45.529	J-107	683	0.05	689.71	6.694
J-44	669	0	739.33	70.151	J-108	680	0.076	689.06	9.041
J-48	673	0	737.02	63.857	J-109	702	0	707.47	5.458
J-52 (Hid 3)	673	0	733.86	60.708	J-110	702	0.025	707.39	5.371
J-54	673	0	733.57	60.417	J-111	704	0.05	707.15	3.138
J-59	670	0	729.63	59.484	J-112	700	0.05	706.48	6.468
J-61	700	0	723.54	23.48	J-113	697	0.025	704.59	7.568
J-74	750	0.014	751.59	1.581	J-114	685	0.05	703.88	18.829
J-76	745	0	751.64	6.626	J-115	683	0.101	706.35	23.288
J-77	750	0.014	751.51	1.502	J-116	695	0	707.43	12.399
J-79	730	0.025	731.12	1.114	J-117	690	0.025	707.36	17.321
J-75	778	0.05	769.59	-8.393	J-118	695	0.126	725.3	30.224
J-78	767	0.025	769.44	2.431	J-119	695	0.025	727.25	32.165
J-80 (Hid 2)	692	0	750.99	58.846	J-120	693	0.076	726.33	33.246
J-82	697	0	738.55	41.441	J-121	687	0	726.59	39.488
J-83	724	0.05	765.27	41.17	J-122	675	0	725.09	49.96
J-88	710	0.025	728.94	18.895	J-123	680	0.076	721.5	41.395
J-89	680	0	690.14	10.112	J-124	685	0.025	719.16	34.07
J-90	690	0.05	707.18	17.136	J-125	688	0	723.4	35.307
J-91	688	0.126	704.73	16.691	J-126	700	0.05	723.16	23.107
J-92 (Esc y Amt)	672	0.358	742.67	70.49	J-127	705	0.126	721.66	16.619
J-66	652	0	725.92	73.731	J-128	690	0	722.81	32.728
J-68	708	0.076	718.42	10.392	J-129	685	0.025	722.74	37.644
J-69	700	0.05	717.7	17.658	J-130	675	0.025	724.9	49.77
J-70	690	0.101	713.37	23.315	J-131	653	0	725.92	72.733
J-71	685	0.151	715.17	30.093	J-132	660	0.025	725.88	65.714

J-133	685	0.126	710.65	25.589
J-134	675	0.025	715.09	39.992
J-136	722	0.025	730.44	8.419
J-137	702	0.05	727.17	25.103
J-138	693	0.025	725.71	32.628
J-139	675	0.05	724.42	49.298
J-140	685	0	724.6	39.505
J-141	675	0.025	723.55	48.425
J-142	715	0.126	729.84	14.807
J-143	722	0.05	730.29	8.274
J-144	664	0.05	722.83	58.685
J-145	713	0.025	720.83	7.814
J-146	715	0.025	719.89	4.88
J-147	733	0.101	719.12	-13.842
J-148	738	0.151	718.4	-19.552
J-150	705	0	722.88	17.837
J-151	665	0.101	716.95	51.815
J-152	690	0.05	716.42	26.351
J-153	677	0.025	696.94	19.893
J-155	715	0.176	719.43	4.423
J-156 (Hid 4)	663	8	725.92	62.759
J-157	673	0.025	683.47	10.447
J-158	673	0.025	683.37	10.339
J-159	667	0.05	683.03	15.994
J-160	710	0	721.31	11.279
J-161	715	0.025	721.05	6.031
J-163	698	0.05	705.55	7.526
J-164	684	0.05	703.95	19.903
J-165	675	0.126	702.45	27.381
J-166	695	0.021	705.48	10.454
J-167	693	0.05	705.41	12.382
J-135	665	0.025	727.95	62.787
J-149	730	0.025	719.7	-10.269
J-168	687	0	727.86	40.761
J-169	680	0.014	725.66	45.547
J-170	687	0.056	722.81	35.721
J-172	690	0.014	722.5	32.42
J-173	690	0.014	722.43	32.352

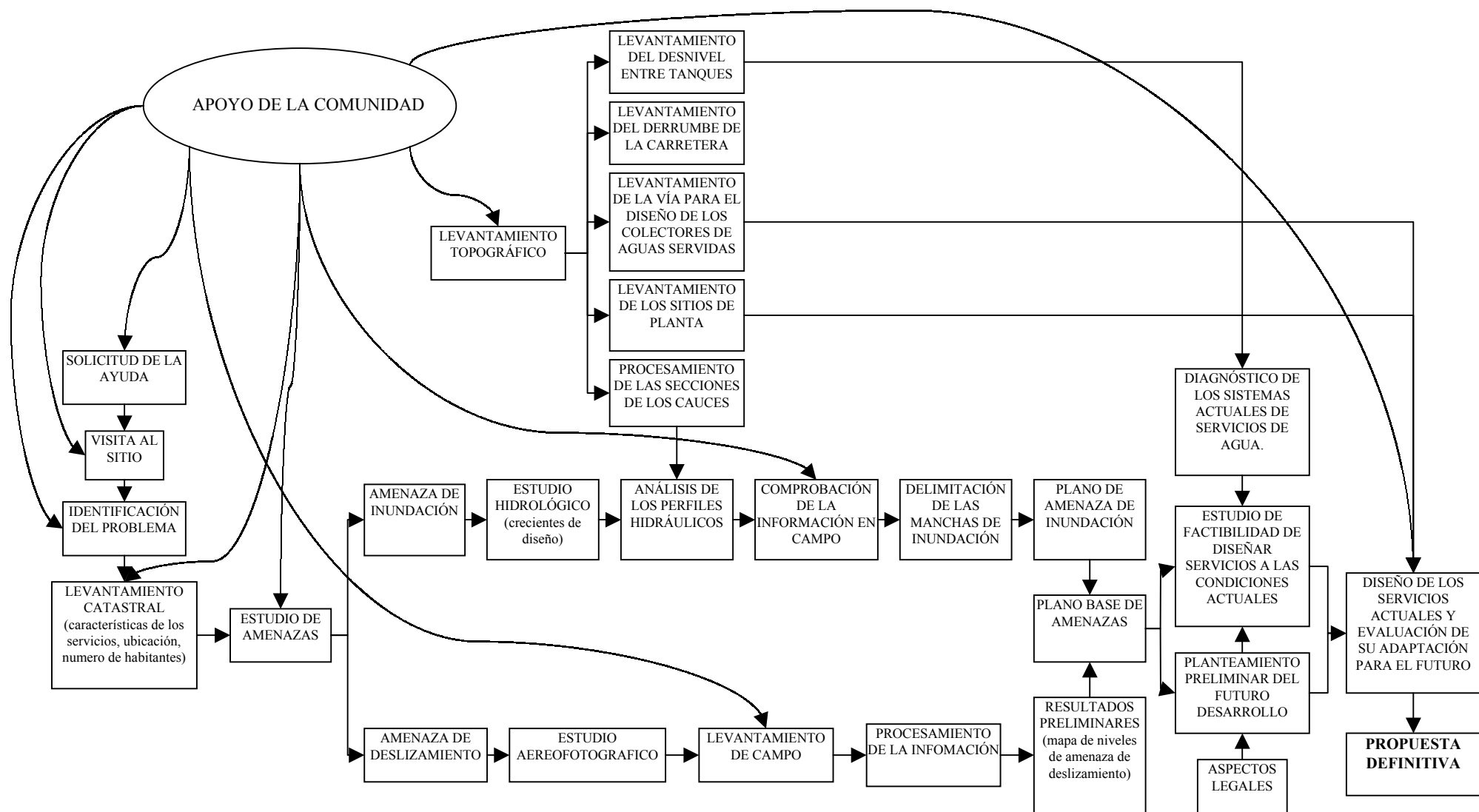


Figura 4.1. Metodología Aplicada para la Solucion de la Problematica



Ubicación Relativa

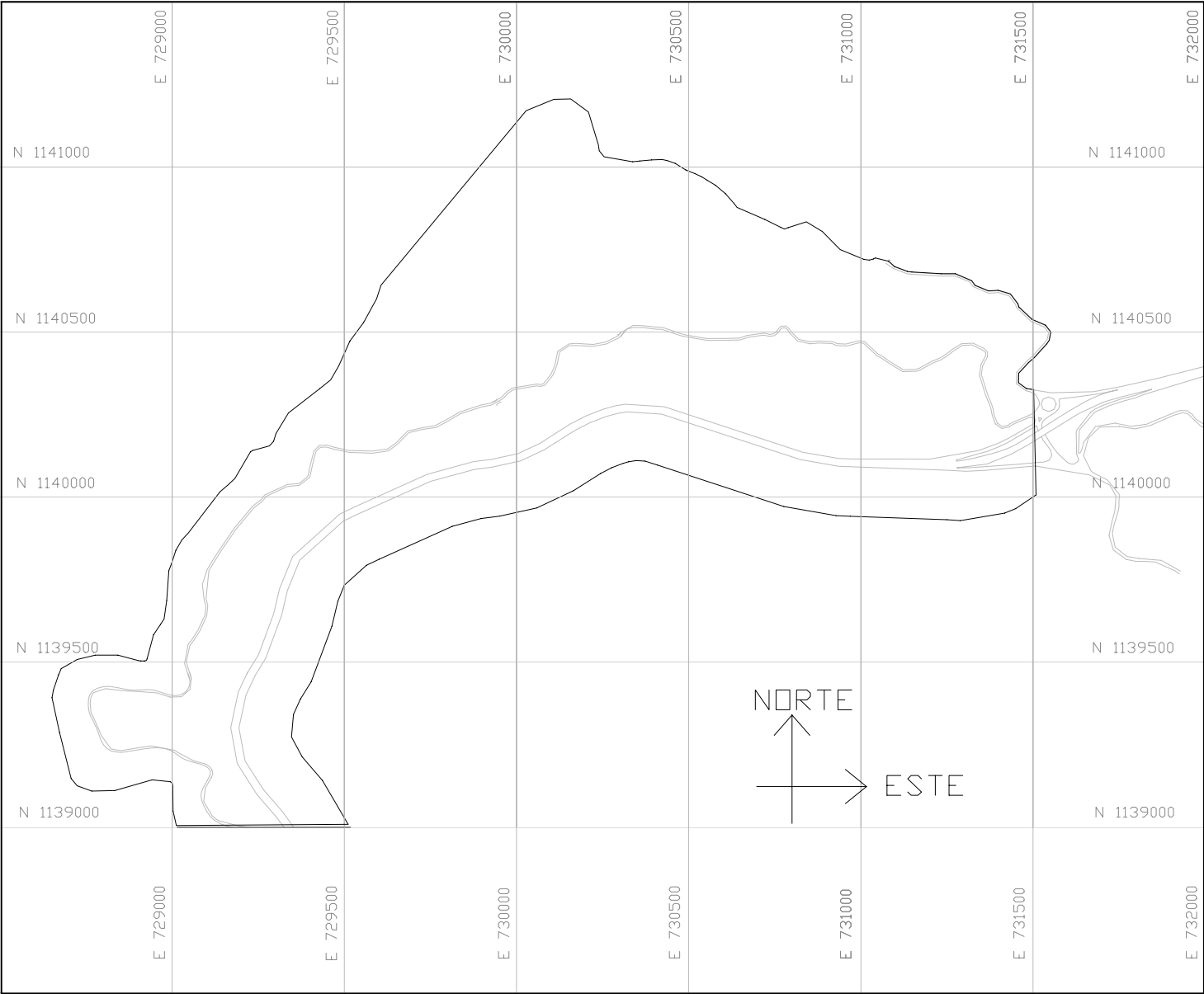
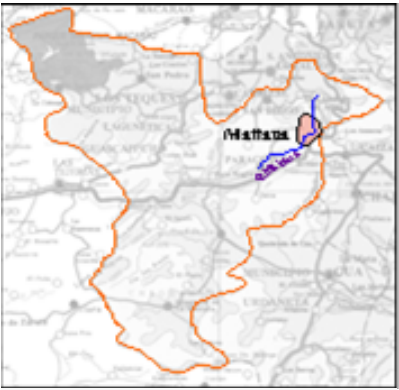
La zona de estudio pertenece al estado Miranda el cual está localizado en el centro norte del país. Este estado integra junto con el Distrito Capital y el estado Vargas lo que se denomina la Región Capital.

Límites

Según el Documento para el establecimiento de la Comunidad de Maitana, otorgado por la Dirección de Desarrollo Urbano, División de Planificación Urbana, Alcaldía del Municipio Guaicaipuro, los límites son los siguientes:

“Nuestro ámbito territorial se establece en la franja sur de la Cuenca Hidrográfica de la Quebrada Maitana. Limita al Norte con el Cerro Tocuyano, al Sur con el Cerro Bucare, que es paralelo a la Autopista Regional del Centro, al Este con el Distribuidor Cortada de Maturín y la Hacienda los Anaucos, al Oeste con el sector Lomas del Viento y parte del Cerro Tocuyano. Para efectos de delimitación se incluye en éste al sector de Maitanita.”

El estado Miranda se divide político territorialmente en veintiún (21) municipios y cincuenta y tres (53) parroquias. La zona de estudio pertenece al Municipio Guaicaipuro.



Este municipio presenta como principales poblaciones a: Los Teques (capital del Edo.), Altavracia de la Montaña, San Diego, El Jarillo, Paracotos, San Pedro y Tácata.

La Comunidad de Maitana presenta una distribución muy dispersa de las viviendas, situación que, aunada a su gran extensión, dificulta el planteamiento de servicios.

MAITANA

Lámina N°: 3.1

ANALISIS DEL SITIO

Zona de Estudio

La zona de estudio del presente Trabajo Especial de Grado es la correspondiente a los límites de la Comunidad de Maitana, lindero que se muestran en la figura central de la lámina.

Esta zona posee un área aproximada de 243 Ha., su forma es alargada, debido a que la población se ha asentado principalmente en las áreas circundantes a las vías de acceso asfaltadas y a la Quebrada Maitana.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA COMUNIDAD DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO



D.- Entrada de la alcantarilla Los Mangos 1



C.- Puente Tinta, es el paso de agua del sistemas de la torrenteras de San Judas hacia la Qda. Maitana y también recoge agua de la cuneta de la Carretera Nacional vía Paracotos



B.- Alcantarilla del Sector San Judas, a la izquierda salida a la torrentera que desemboca a la Qda. Maitana. A la derecha: deterioro de la tubería.



El estado general de las estructuras de drenaje vial, tanto de la Autopista como de la Carretera es deplorable y peligroso, la mayoría de estas torrenteras se encuentran obstruidas, también hay que destacar que algunas de estas estructuras ya han pasado su periodo de diseño, por lo cual necesitan de mantenimiento y reparación.

MAITANA

Lámina N°: 3.10

ANALISIS DEL SITIO

Rasgos Urbanos

DRENAJE VIAL

Las estructuras de drenaje vial construidas corresponden a las de la Autopista Regional del Centro y a las propias de la carretera hacia Paracotos, las cuales conducen las aguas, de una manera segura, hasta la quebrada receptora, la cual puede ser la quebrada Las Marias ó la quebrada Maitana.



E.- A LA IZQUIERDA:

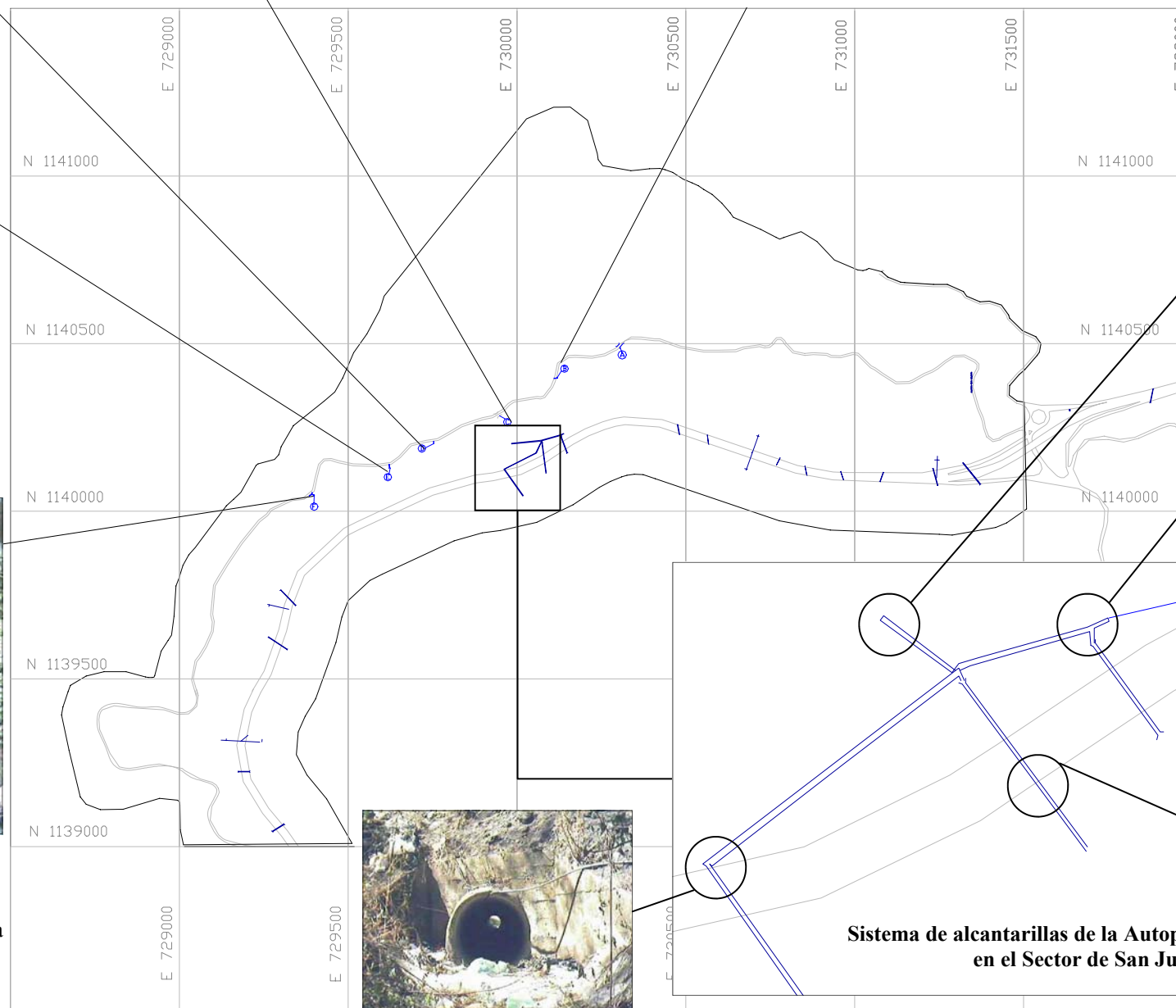
Canal de aproximación de la torrentera de los Mangos 2.

E.- A LA DERECHA:

Entrada de la torrentera de los Mangos 2, donde se aprecia que por la misma torrentera se atraviesa una tubería de acueductos y sirve para la conducción de aguas servidas.



F.- Torretera de Los Mangos 3: en la fotografía de la izquierda se aprecia la entrada, la cual está completamente obstruida, además de que la tubería seriamente dañada. En la de la izquierda se aprecia la salida de la torrentera, la cual presentaba una estructura de disipación y de protección del muro, la cual se encuentra destruida.



Sistema de alcantarillas de la Autopista en el Sector de San Judas.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

MAITANA

Lámina N°: 3.11

ANÁLISIS DEL SITIO

Rasgos Urbanos

CONTAMINACION

La contaminación en el sector se debe principalmente a residuos de origen doméstico y a la poca cultura de conservación.



Punto de Interseccion de las aguas residuales provenientes de la alcantarilla de San Judas con la s aguas de la Quebrada Maitana, aprox. A 15 metros de la alcantarilla.



Este es un ejemplo de como la basura es acumulada en sitios como el mostrado en la figura, sin ningun tipo de restriccion.



La deforestación es un problema de gran relieve ya que en la zona no esta permitida la tala de árboles y aun así se aprecian sectores con presencia de árboles deforestados.

En la Comunidad de Maitana las descargas de aguas residuales directamente sobre la Quebrada son uno de los principales factores que la están deteriorando. Aquí se señalan los puntos de descarga mas representativas, los cuales coincidentemente transportan el agua servida por medio de torrenteras



La contaminación de desechos sólidos termina muy frecuentemente incrementando el deterioro presente

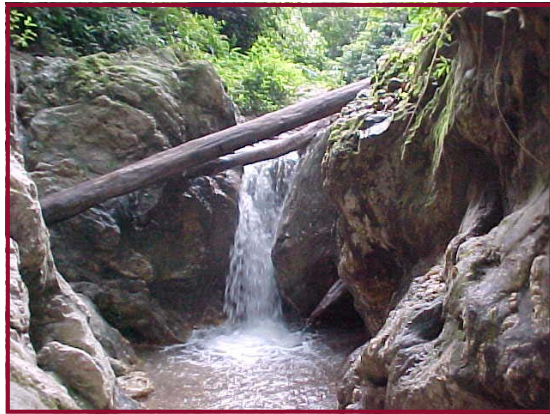


UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO



SALTO EL DIABLO, QUEBRADA MAITANA



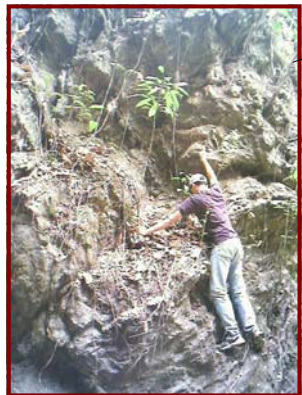
PLAZUELA DE ZONA CENTRAL



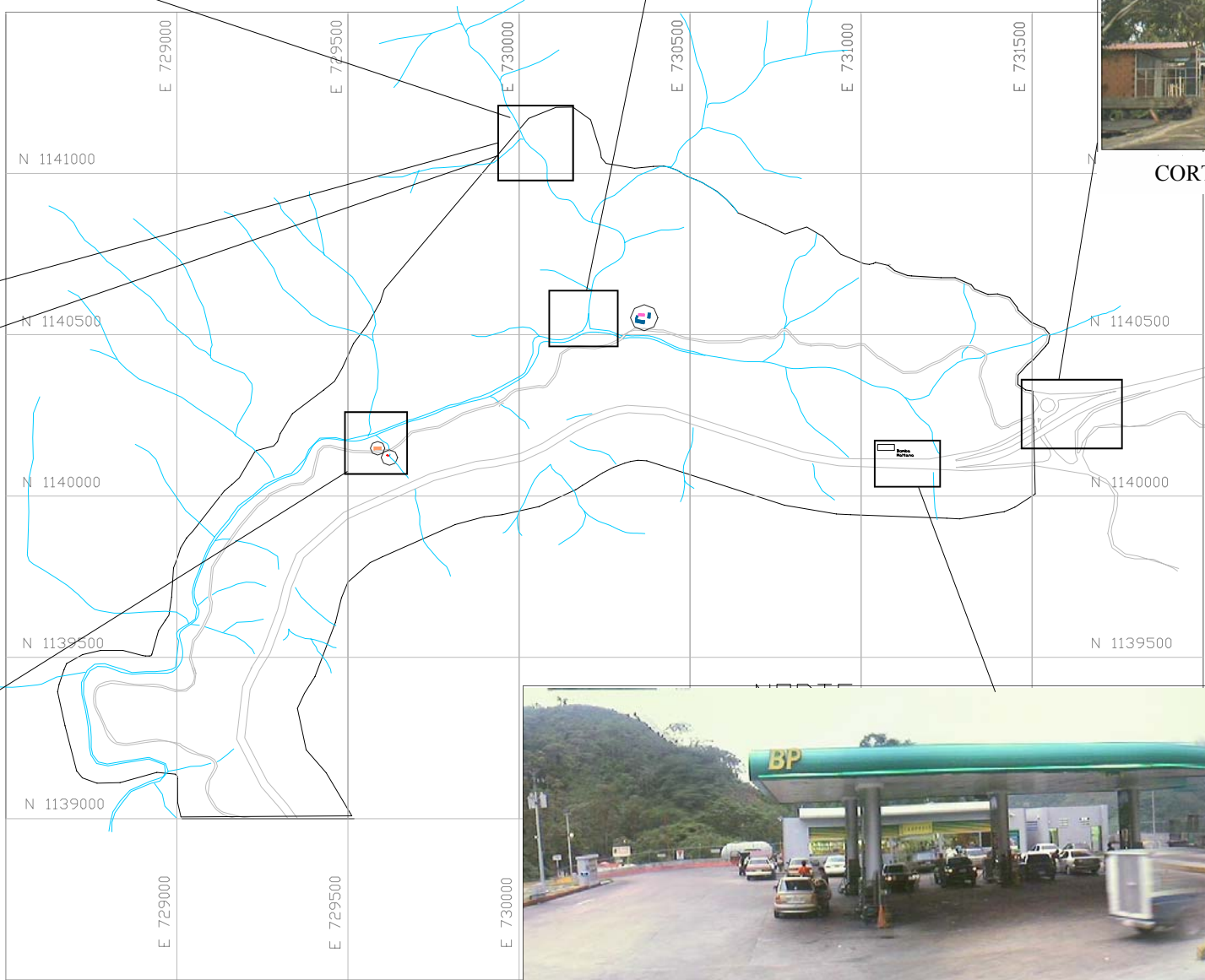
CORTADA DE MATURIN



FORMACIONES
ROCOSAS,
CAMINO A
SALTO EL
DIABLO EN LA
QUEBRADA
MAITANA.



IGLESIA EN LA COMUNIDAD DE MAITANA



Maitana cuenta con muchos sitios agradables y paisajes hermosos, los cuales se pueden aprovechar para el beneficio de todos, emprendiendo actividades conservacionistas y de educación.

MAITANA

Lámina N°: 3.12

ANÁLISIS DEL SITIO

Rasgos Urbanos

SITIOS DE REFERENCIA E INTERES

Los sitios de referencia están representados por todos aquellos que son conocidos por todos los habitantes de la comunidad y que sirven para ubicar otros sitios alejados específicos.

Los sitios de interés se tomaron como aquellos apreciados por la comunidad y que proporcionan esparcimiento y recreación.

LEYENDA

- SITIO DE REFERENCIA
- SITIO DE INTERES

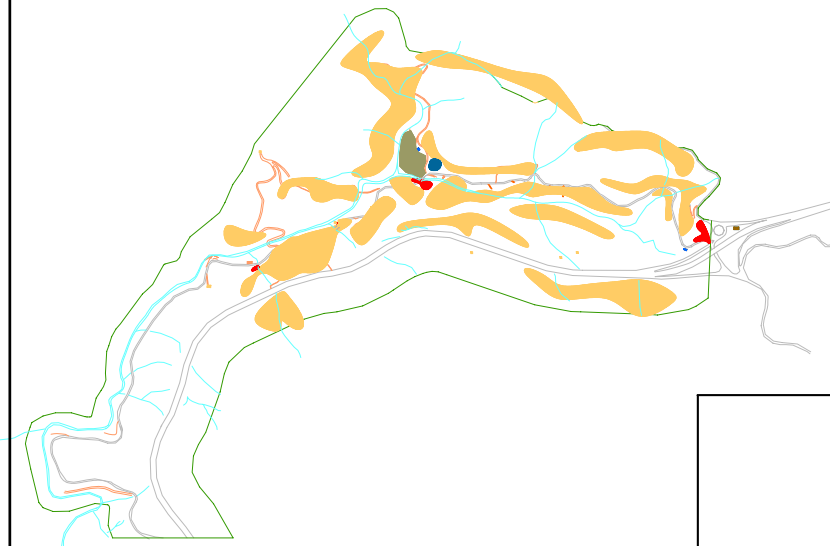


UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

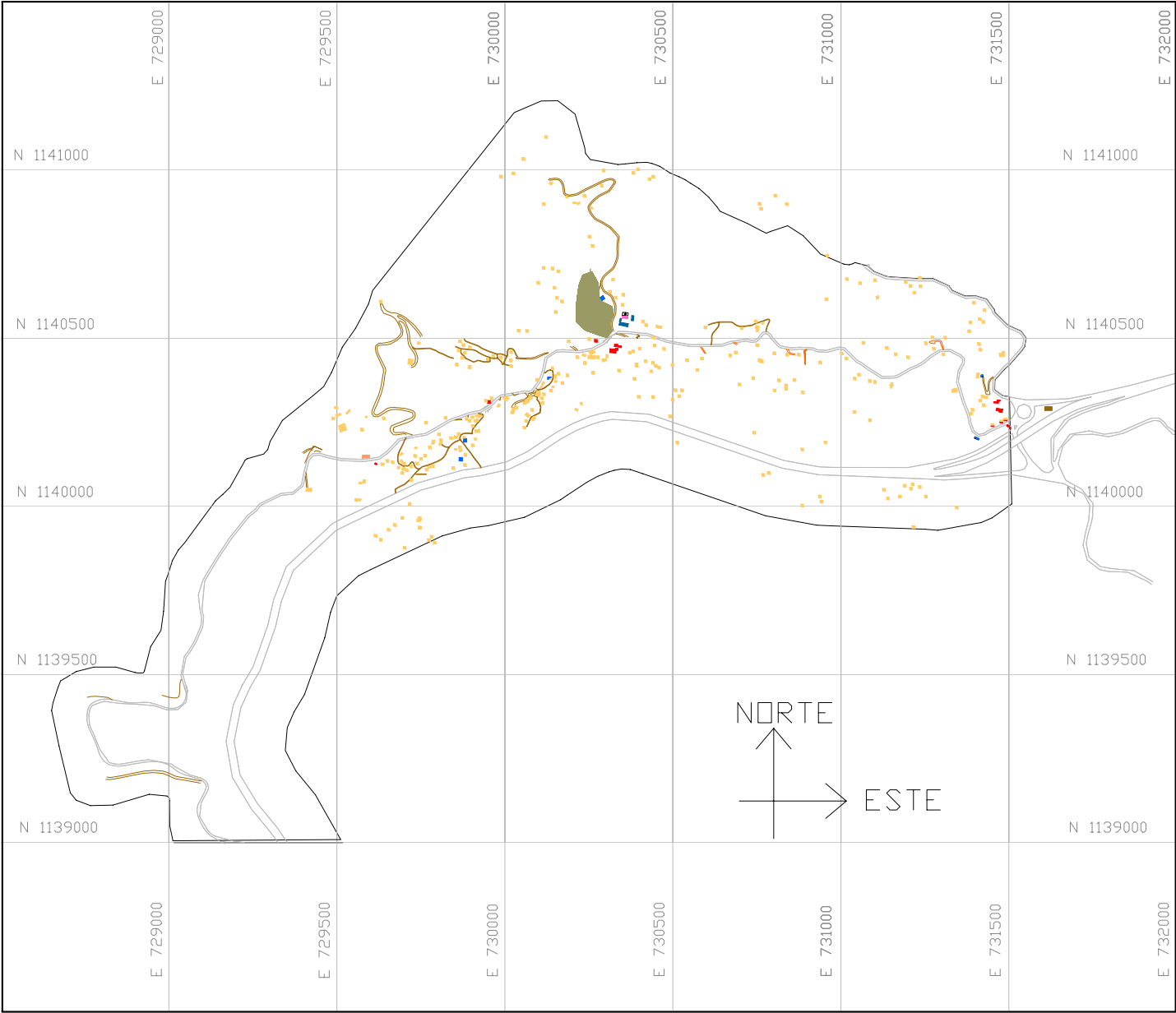
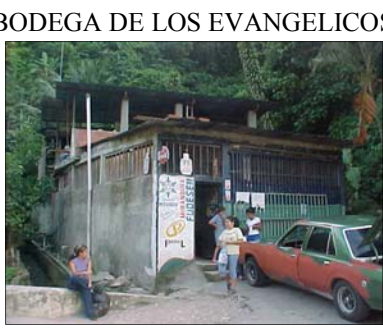


ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO



El uso residencial como se puede apreciar, es el predominante en el sector, el cual no se ha visto controlado ni por las fuertes pendientes y escasas vías secundarias, ya que han sido los mismos pobladores los constructores de brechas, escaleras para acceder a sus casas, teniendo incluso que realizar grandes banqueos para la ubicación de sus viviendas



En el sector de Zona Central se encuentran ubicados servicios importantes como lo son la escuela y el ambulatorio, por lo que, como su nombre lo indica el sitio funciona como centro de la Comunidad de Maitana.

Existen también varias viviendas en el sector, las cuales una parte de ellas o un anexo de la misma funciona como comercio, actividad que se ha incrementado últimamente.

Prácticamente todas las casas poseen espacios de patios donde se tienen árboles frutales o decorativos, y de ser posible un conuco anexo a la vivienda. También se practica la cría de animales generalmente para fines de subsistencia.

MAITANA

Lámina N°: 3.13

ANÁLISIS DEL SITIO

Rasgos Urbanos

USO DEL SUELO

En Maitana es predominantemente el uso residencial del suelo, unido a unos pocos comercios generalmente de comida o bebidas.

Por lo que el sector presenta un ambiente tranquilo, muy campesino y de poca producción agropecuaria.

LEYENDA

- VIVIENDAS
- COMERCIOS
- RECREACION
- ESCUELA
- AMBULATORIO
- IGLESIA
- ALMACENAMIENTO DE AGUA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO



3. Talud de corte de la Autopista Regional del Centro, en el sector Los Mangos.



2.- Talud de Relleno de la Autopista Regional del Centro, en el Sector San Judas, es el de mayor tamaño del sector y el que a traído mayores problemas de deslizamientos.

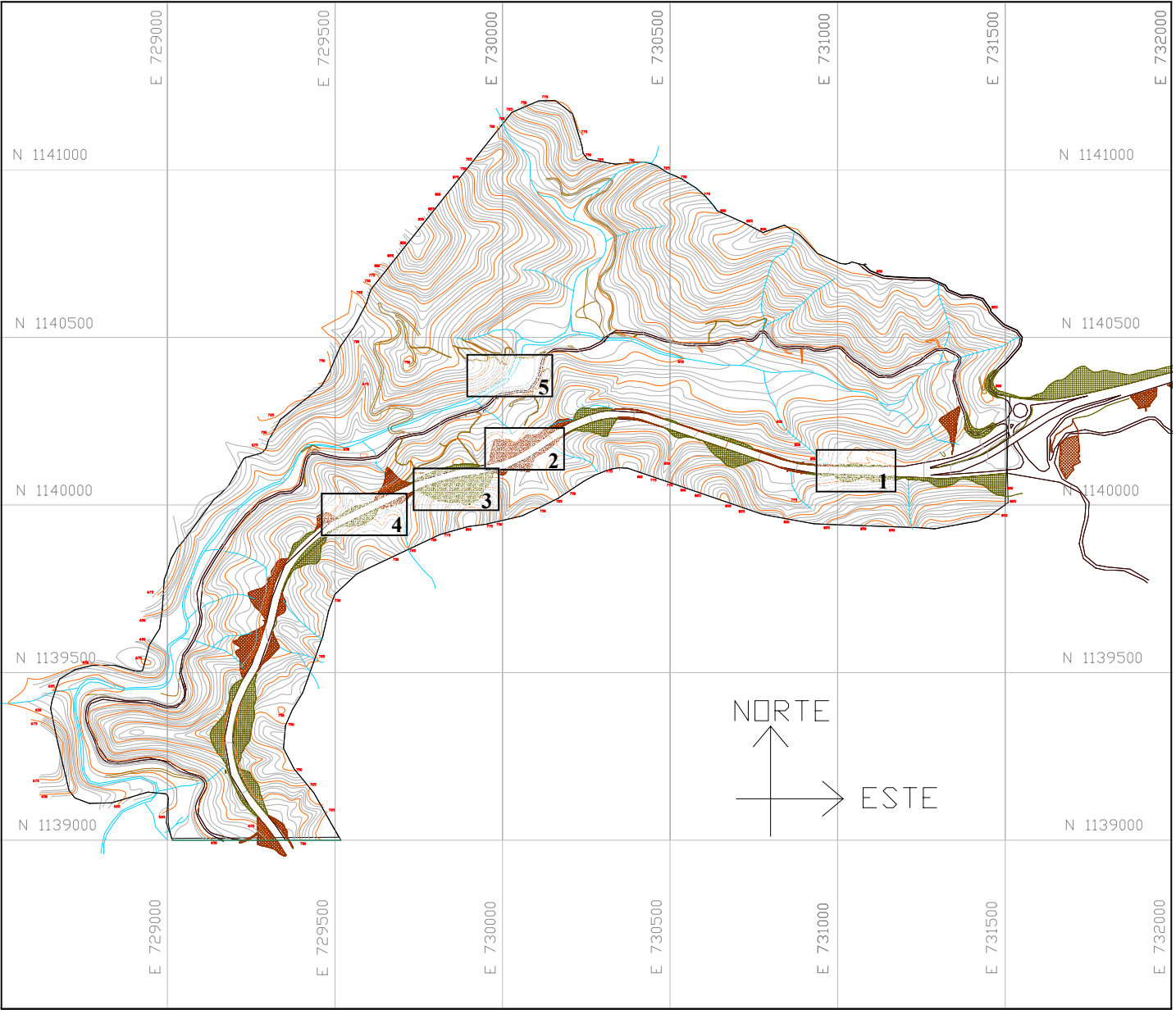


1.- Talud de Corte de la Autopista Regional del Centro, donde se aprecia también la estación de gasolina Maitana.

5.- Talud de relleno de la Carretera Nacional a Paracotos, éste talud se encuentra en las inmediaciones de la Quebrada Maitana y lo que se observa en la fotografía es el deslizamiento del talud, el cual se debe entre otras razones a la erosión de el pie del talud por el choque de las aguas de la quebrada contra el mismo..



4.- Muro de gaviones de la Autopista Regional del Centro, cercano al Sector de San Judas Tadeo.



Los taludes de corte en general se encuentran en buen estado, mientras que en algunos rellenos se presentan problemas de deslizamientos, sobretodo si hay presencia de infiltración de agua.

A LA IZQUIERDA:
En ésta, se muestra la topografía de la zona de estudio, por medio de curvas de nivel cada 5 metros de altura (curvas en color gris) y cada 25 metros (las curvas de color rojo). Además se muestran las modificaciones realizadas a la topografía debido a los taludes de corte y relleno de la Autopista Regional del Centro.

MAITANA

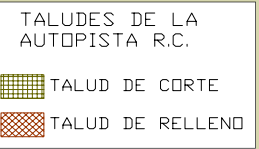
Lámina N°:3.2

ANALISIS DEL SITIO

Rasgos Naturales

TOPOGRAFIA NATURAL Y MODIFICADA.

El sector presenta un relieve montañoso, perteneciente a la Cordillera de la Costa, por lo que predominan las fuertes pendientes, las pequeñas planicies existentes se deben a la actividad de las quebradas. Con la construcción de la Autopista Regional del Centro se realizaron modificaciones importantes a la topografía de la zona debido a los taludes de corte y relleno.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO



ARRIBA:
En la fotografía mostrada de evidencian las fuertes pendientes presentes en la zona, lo que hace que el espacio para la construcción sea muy limitado y que las viviendas que se construyen generalmente necesiten de grandes banqueros.

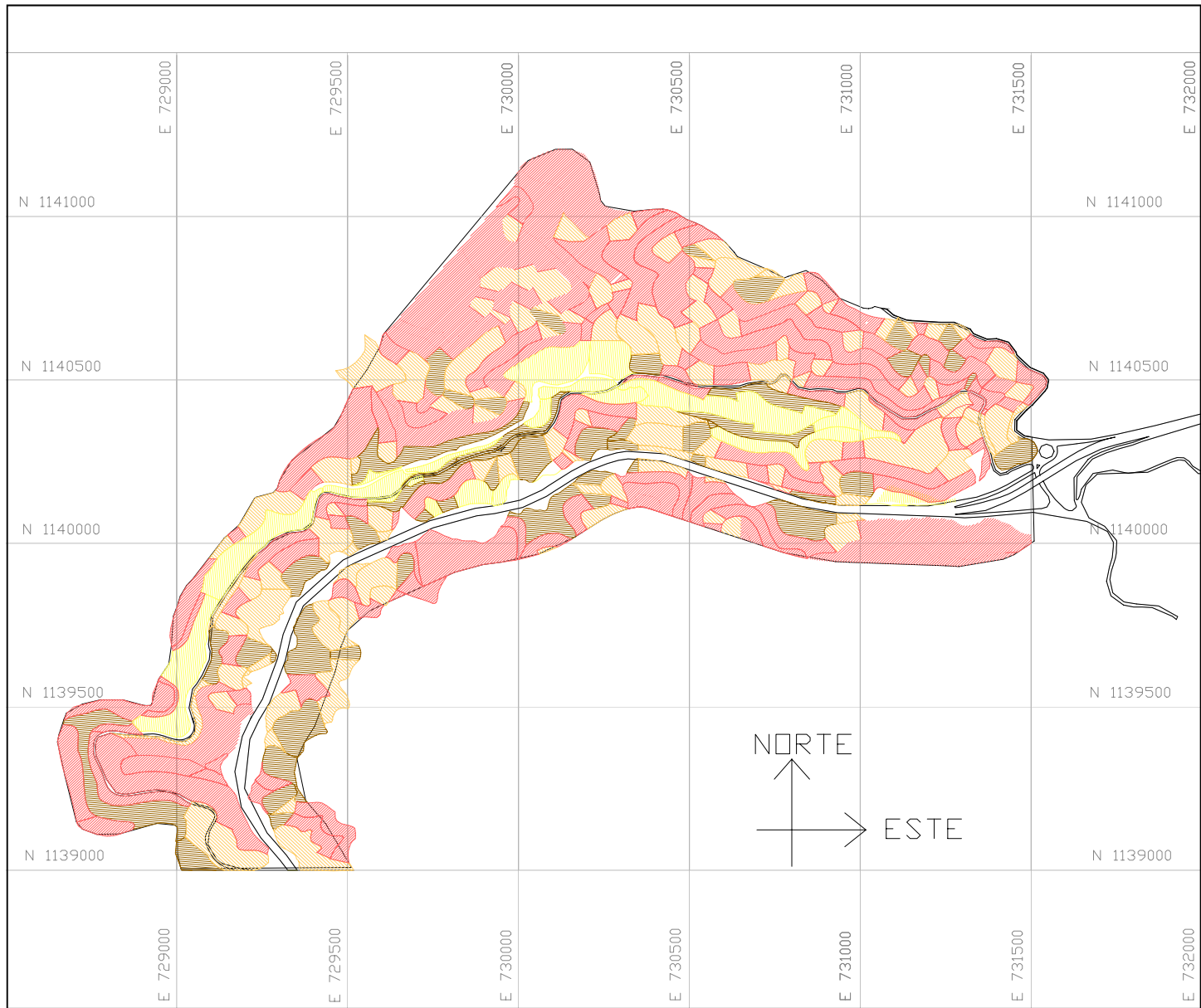


ARRIBA:
Existen varias zonas propensas a deslizamiento, motivados a varios factores, entre los cuales se destaca, grandes pendientes, el alto nivel freático, presencia de rellenos, la erosión y la deforestación.

A LA IZQUIERDA:
En la fotografía muestra una de las pocas planicies en el sector generadas por la acción de la Quebrada Maitana, la cual también es bordeada por la quebrada Las Marías, la misma se ubica en Zona Central.



En la figura central se puede apreciar el predominio de pendientes mayores de 30%, lo que indica que terrenos abruptos y de fácil erosión. Los espacios en color blanco dentro de la zona de son los correspondientes a los taludes de corte y relleno de la Autopista Regional del Centro (ya ubicados en la Lámina 3.2).



Quebrada Maitana, en el sector de Corosal.

ARRIBA
Existen varios sectores donde se presentan afloramientos rocosos, como el mostrado en la foto superior, donde la Quebrada Maitana atraviesa grandes rocas. Predomina la presencia de rocas metamórficas y de alto contenido de grafito en las mismas, condiciones características de la formación Las Brisas, que es la determinante en el sector.

MAITANA

Lámina N°: 3.3

ANÁLISIS DEL SITIO

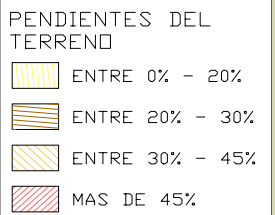
Rasgos Naturales

PENDIENTES

Es importante determinar los valores de las pendientes de un sector, ya que esta variable suele ser muy usada para el establecimiento de normativas de uso ó para el establecimiento de un plan de ordenamiento urbano.

GEOLOGIA

La zona pertenece a la formación geológica de Las Brisas y sus suelos son permeables, arenosos y de poca arcilla.



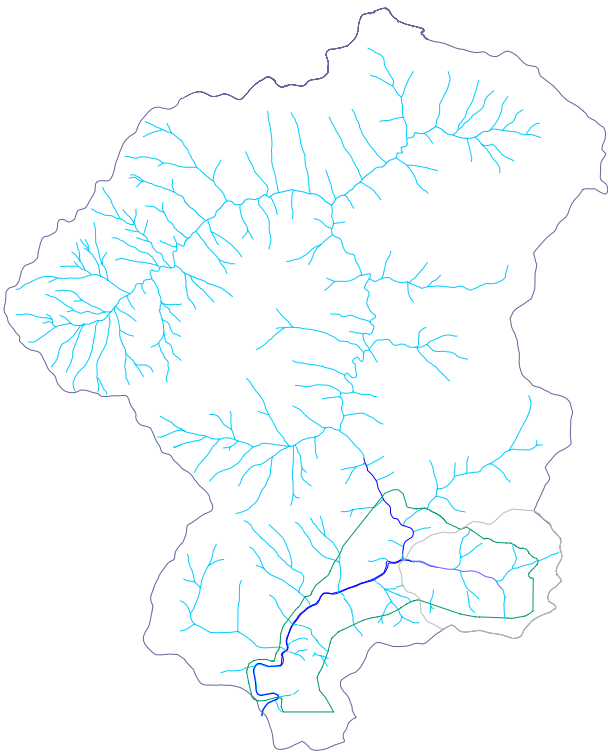
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

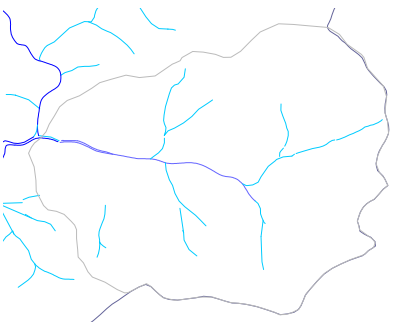
TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

Cuenca de la Quebrada Maitana



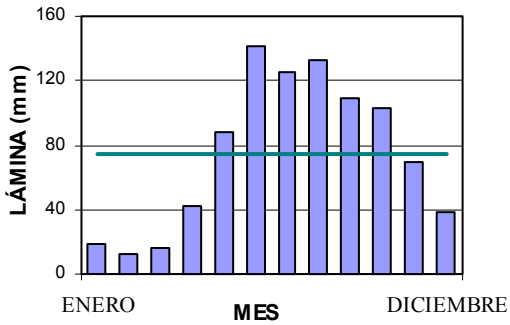
ARRIBA::
Se muestra la cuenca de la Quebrada Maitana, afluente del Río Tuy, esta tiene un área de aproximada de 2560 Ha. La Quebrada Maitana pertenece a lo que se conoce como cuenca alta del Río Tuy

Cuenca de la Quebrada las Marías



La Quebrada Las Marías, de curso intermitente, cuando hay lluvias de mucha intensidad crece aceleradamente por la pequeña área de su cuenca, (aproximadamente 150 Ha.) y sus pendientes pronunciadas.

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL



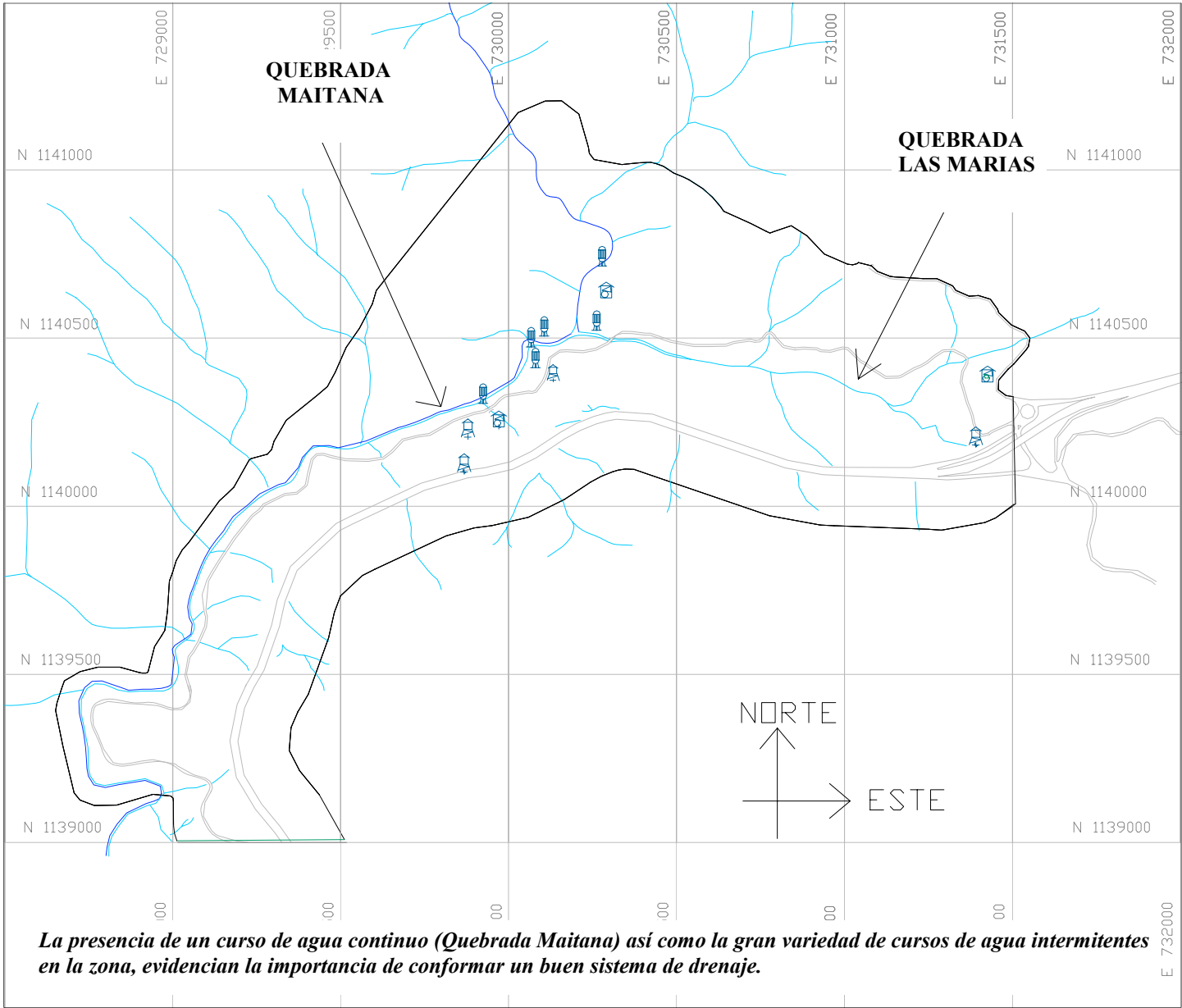
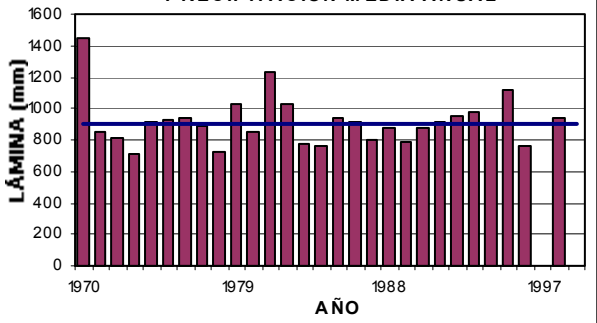
A LA IZQUIERDA:

Variación de la precipitación media mensual para la cuenca de la Qda. Maitana hasta el sector de Maitanita, en el gráfico se puede observar que hay periodos de precipitación diferenciados, lo que implica tomar medidas que garanticen continuidad en los servicios que dependan de ésta.

A LA DERECHA:

Variación de la precipitación media anual para la cuenca de la Qda. Maitana hasta el sector de Maitanita, observándose picos importantes, los cuales deben tomarse en cuenta para cualquier diseño hidrológico.

PRECIPITACION MEDIA ANUAL



La presencia de un curso de agua continuo (Quebrada Maitana) así como la gran variedad de cursos de agua intermitentes en la zona, evidencian la importancia de conformar un buen sistema de drenaje.

A LA IZQUIERDA:

La diversidad de pozos o aljibes presentes en todo el sector, los cuales no suelen ser muy profundos y mantienen dotados a sus usuarios todo el tiempo, evidencian un alto nivel freático y una gran capacidad de recarga.

Existen testimonios de que se han obtenido mas de 2.500.000 de litros de agua diarios de un pozo (ubicado en Zona central), por cinco días consecutivos, sin que esto afecte el funcionamiento del mismo.



Lecho de la Qda. las Marías, limitado por muros de viviendas los que sirven también de protección a las crecidas.

Quebrada Maitana



MAITANA

Lámina N°: 3.4

ANÁLISIS DEL SITIO

Rasgos Naturales

HIDROLOGIA

En la zona existe un acuífero del cual hay indicios de una gran capacidad de recarga, además existe una importante corriente de agua que fluye de manera continua a la cual se conoce con el nombre de “Quebrada Maitana” y muchos cursos de agua intermitentes, destacándose entre ellos la Qda. “Las Marías” ó “Qda. Seca”, la cual funciona como eje vial para el sector Las Marías. La Quebrada Maitana es afluente del río Tuy y llega a éste, aproximadamente a 20 Km., de la Comunidad de Maitana.

LEYENDA

- POZO
- REBOMBEO
- TANQUES DE ALMACENAMIENTO



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

MAITANA

Lámina N°: 3.5

ANÁLISIS DEL SITIO

Rasgos Naturales

VEGETACIÓN

La zona de estudio presenta vegetación característica de la Cordillera de la Costa, y de mayor densidad arborea en las proximidades de los cursos de agua y manantiales.

LEYENDA	
	VEGETACION MEDIANA Y ALTA
	VEGETACION BAJA
	ARBOLES

ARRIBA:
Vista panorámica de gran parte de la Comunidad de Maitana. En muchos casos en el sector la vegetación más exuberante, ha sido intervenida parcialmente por la mano del hombre, que ha deforestado sin ningún tipo de restricciones, para construcciones, cultivos tradicionales y cría de animales.



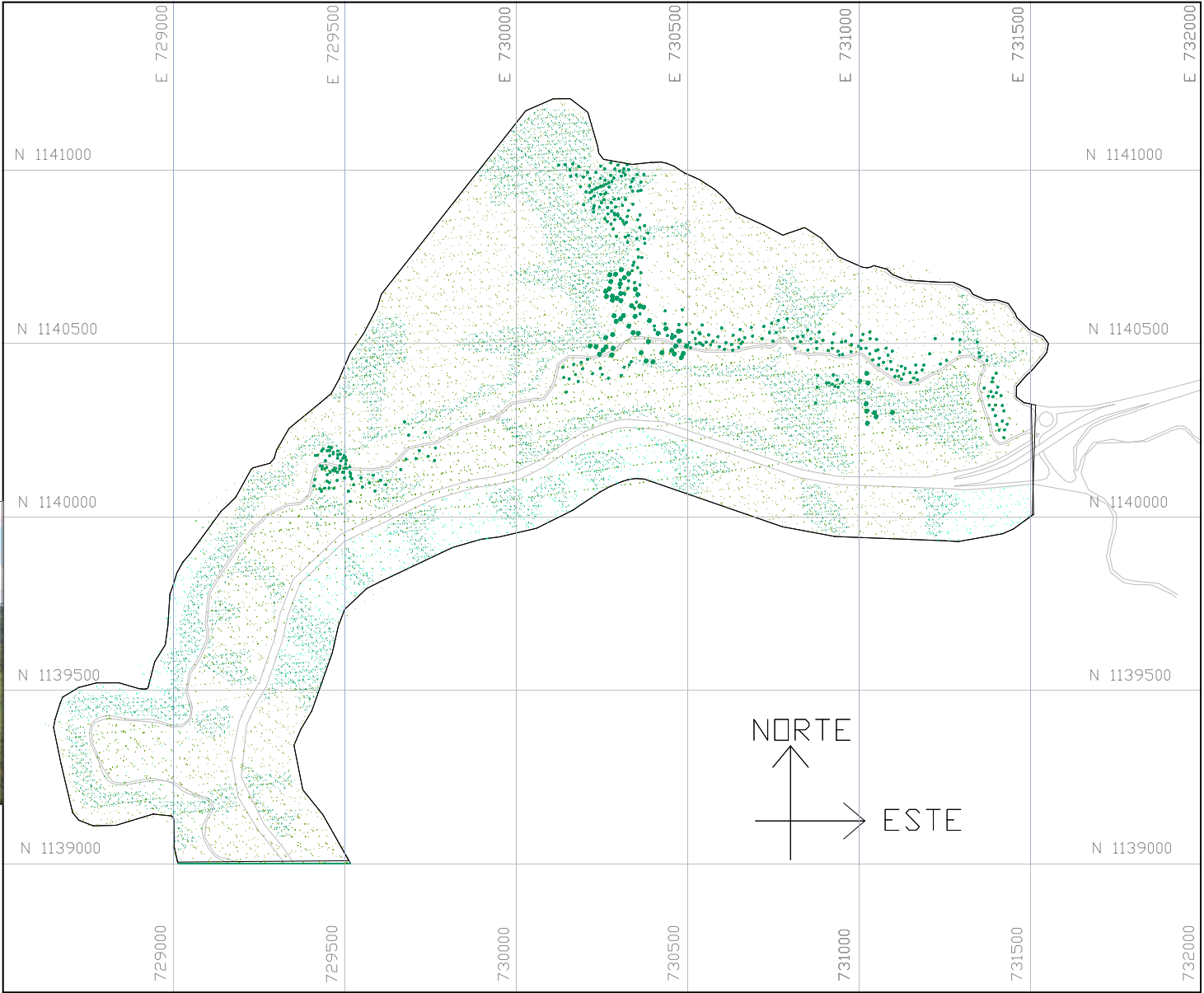
Banqueo en el Sector de Corosal

Esta zona por sus características hídricas, geográficas y de vegetación fue clasificada como Zona 6 del la Zona Protectora del Area Metropolitana de Caracas, La cual es un Area Bajo Régimen de Especial, por lo que se le asigna una serie de normativas de uso para el sector.



A LA IZQ:
La figura se aprecia la densa vegetación, en la mayor parte de la zona de estudio, y principalmente en las cercanías de los lechos de los cursos de aguas continuos e intermitentes.

Además se puede apreciar que la zona posee una importante cubierta vegetal, la cual conserva verde su follaje la mayor parte del año lo que evidencia la continuidad en el flujo de las aguas tanto superficiales como las subterráneas.



En la zona se dan con mucha facilidad las flores y vegetación en general.



ARRIBA:
En la fotografía se representa con la línea de color azul la Q. Maitana (con la dirección de flujo), ya que ésta no logra ser divisada por la densa vegetación que se presenta en sus márgenes.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION Y DISPOSICION DE AGUAS DE LA COMUNIDAD DE MAITANA, MUNICIPIO GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA, CONSIDERANDO LA AMENAZA DE INUNDACION Y DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO



Sector Las Marías



Sector San Judas

POBLACIÓN

Actualmente la densidad máxima por sector es la correspondiente al de San Judas (19 hab/Ha) y la mínima es de aproximadamente 5 hab./Ha. La población total es de 1107 hab. según encuesta realizada en 1.991.



Sector Zona Central

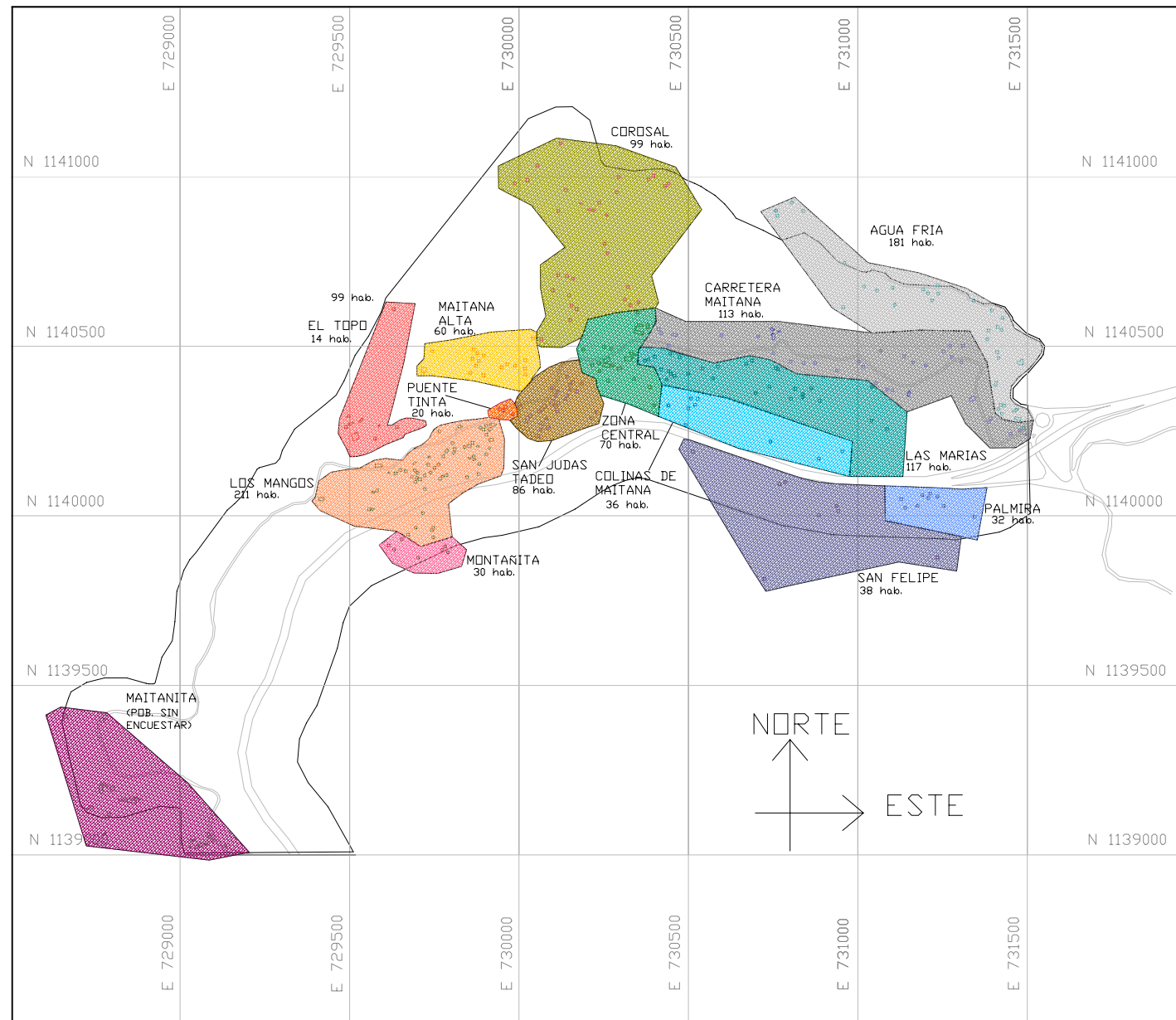
La población está distribuida en varios sectores (mostrados en la figura central), de los cuales se trabajará especialmente con los más densos (como San Judas, Zona Central, Los Mangos y Maitana Alta) y preocupados por el mejoramiento de los servicios, ya que técnicamente tienen mayor factibilidad que los que se encuentran más dispersos o alejados.



Sector de los Mangos



Parte del Sector Corosal



La mayoría de la población es de bajos recursos económicos. Las viviendas generalmente son de poco presupuesto y sin ninguna planificación que contemple el riesgo geológico, hidrológico o el equipamiento de servicios básicos.

SECTORES

No existe una delimitación territorial de cada sector, por lo que la delimitación realizada aquí es de una forma aproximada con la información suministrada por los habitantes y de una encuesta realizada en el 2001. Los colores utilizados no corresponden a alguna información específica, sino a una simple delimitación visual

MAITANA

Lamina N: 3.6

ANALISIS DEL SITIO

Rasgos Urbanos

POBLACIÓN

Con respecto a toda el área de la comunidad la densidad de población es muy baja, pero si se toma en cuenta la densidad por sectores hay algunos que se encuentran más densos como es el caso de San Judas cuya densidad alcanza los 19 Hab/Ha.

SECTORES

Los sectores más densamente poblados son San Judas, Zona Central, Los Mangos y Las Marías, por lo cual requieren de especial interés dentro del planeamiento de servicios.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

A la izquierda se muestra la manera mas común de distribución de agua en la comunidad.



Aljibe aductor del tanque Los Mangos 2, posee un sistema automático de electro válvula, para que se prenda y apague solo la bomba y nunca se vacíe completamente el tanque.



Aljibes de abastecimiento de los tanques de San Judas y Los Mangos 1. A cada uno de estos tanques se llega por dos bombas de 1.5 hp instaladas en el mismo pozo.



Pozo del Sistema Anauco. Único pozo activo del cual se sirve la urbanización Los Anaucos y gran parte de Maitana.



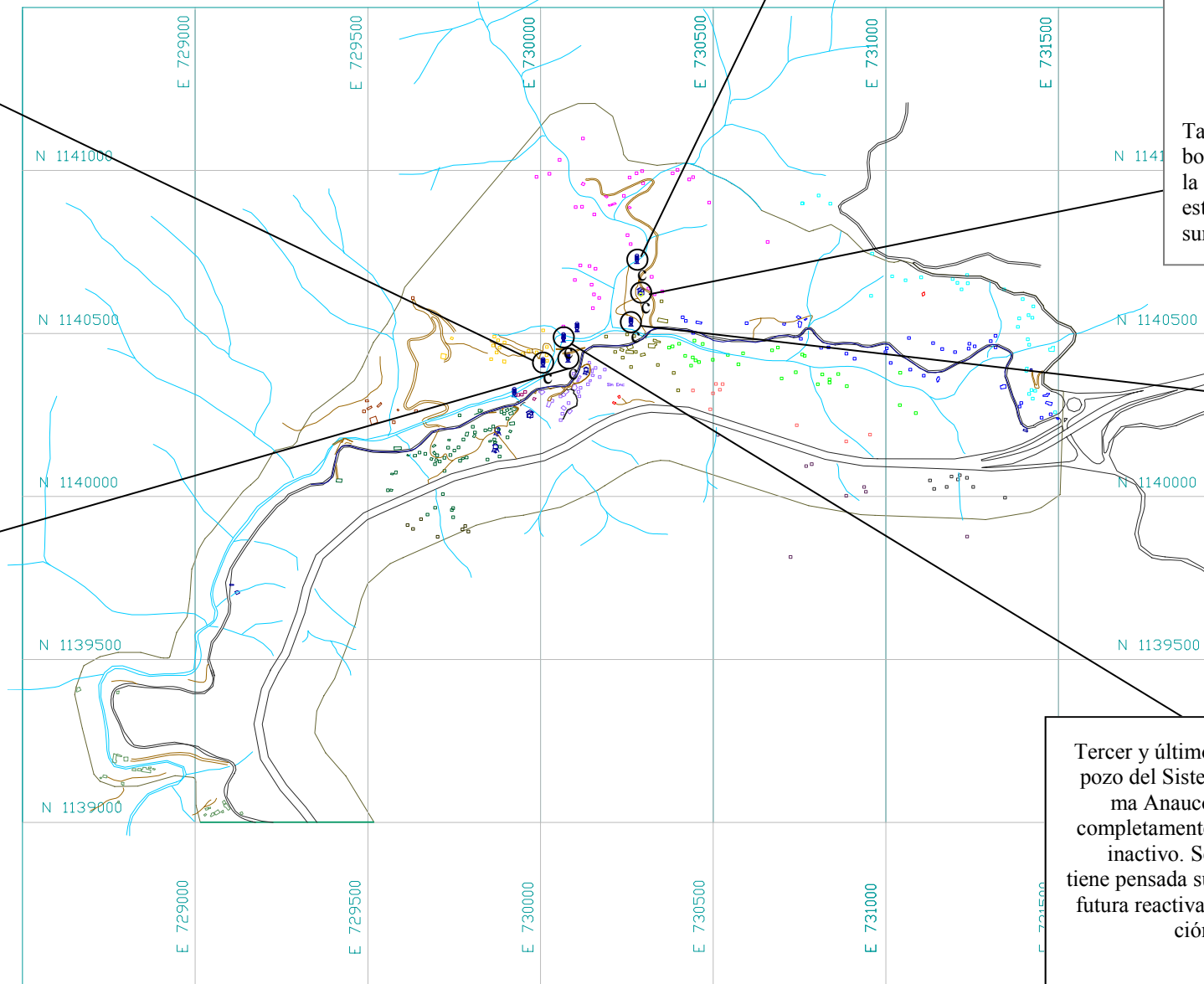
Tanque y primera estación de bombeo del Sistema Anauco. Es de la tubería de impulsión de esta estación de bombeo de donde se surte de agua Maitana.



Segundo pozo del Sistema Anauco, según testimonios el sistema aparenta estar completamente oxidado por la tonalidad roja del agua.



Tercer y último pozo del Sistema Anauco completamente inactivo. Se tiene pensada su futura reactivación



MAITANA

Lámina N 3.7

ANALISIS DEL SITIO

Rasgos Urbanos

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO

La principal fuente de abastecimiento de la comunidad es el Pozo del Sistema Anauco, la cual abastece no solo a gran parte de la comunidad sino a la urbanización los Anaucos, el resto de la comunidad se abastece de aljibes y en casos muy particulares de manantiales, en el sector de Maitana el agua es obtenida a través de cisternas, esto debido a lo lejano que se encuentra del Pozo Maitana, o de cualquier otro cuerpo de agua del cual puedan surtirse. Las tuberías de empotramiento son en su mayoría de PEAD, las cuales van generalmente enterradas o colocadas sobre el suelo, aunque en muchas ocasiones se puede observar este tipo de tubería colgando sobre las ramas de los árboles hasta llegar a su destino.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

MAITANA

Lámina N°: 3.8

ANALISIS DEL SITIO

Rasgos Urbanos

ELECTRICIDAD

La electricidad actualmente es suministrada por la Electricidad de Caracas C.A., la cual, tiene una etapa en funcionamiento y otra que está en proyecto.

El sistema eléctrico presenta deficiencias en cuanto a las tomas ilegales de electricidad, ya que hay varios sectores que las han hecho tomas. Lo que ha generado que las viviendas sean propensas a cortos circuitos, que en algunos caso han conducido a incendios o que no presenten unas instalaciones de calidad.

LEYENDA

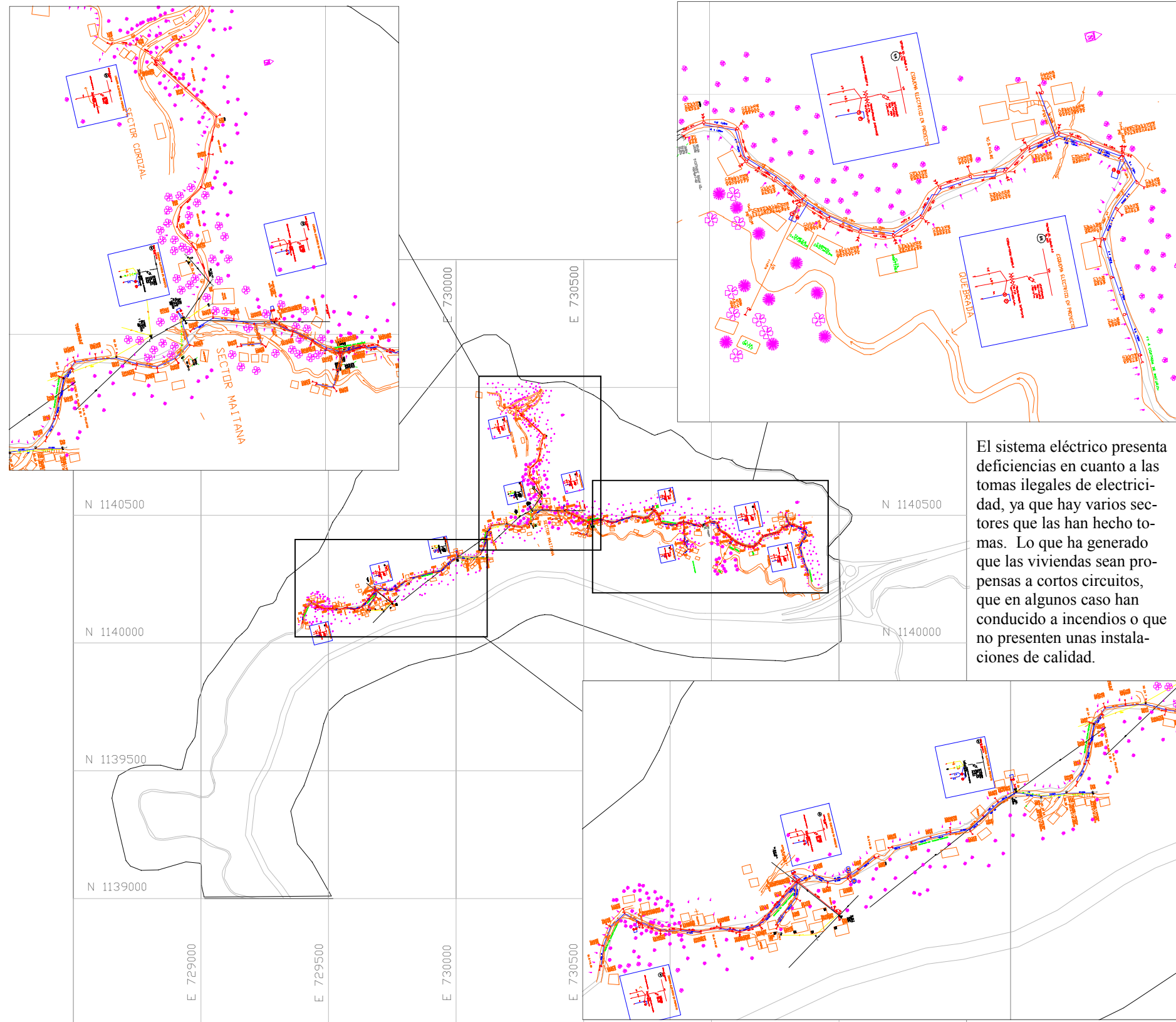
- LUMINARIA CON POSTE
- POSTE REFORZADO
- TRANSFORMADOR DE DOBLE MANDO
- TIERRA
- BANCO DEL TRANSFORMADOR



Muestra de cableado en la zona en el sector de Zona Central.



Acometida de Luz



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO



CARRETERA DE TIERRA:
Prácticamente hay solo dos cortas carreteras de tierra en la zona, ésta se dirige hacia el Sector Corosal, donde existe unas pocas viviendas.



CARRETERA ASFALTADA:
Existe una sola que atraviesa el sector y se le conoce con el nombre de Carretera Nacional vía Paracotos, a lo largo de la cual se ha desarrollado un alto porcentaje de la comunidad.



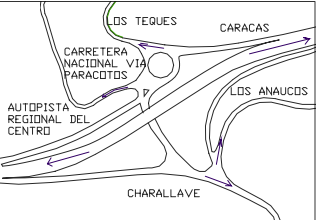
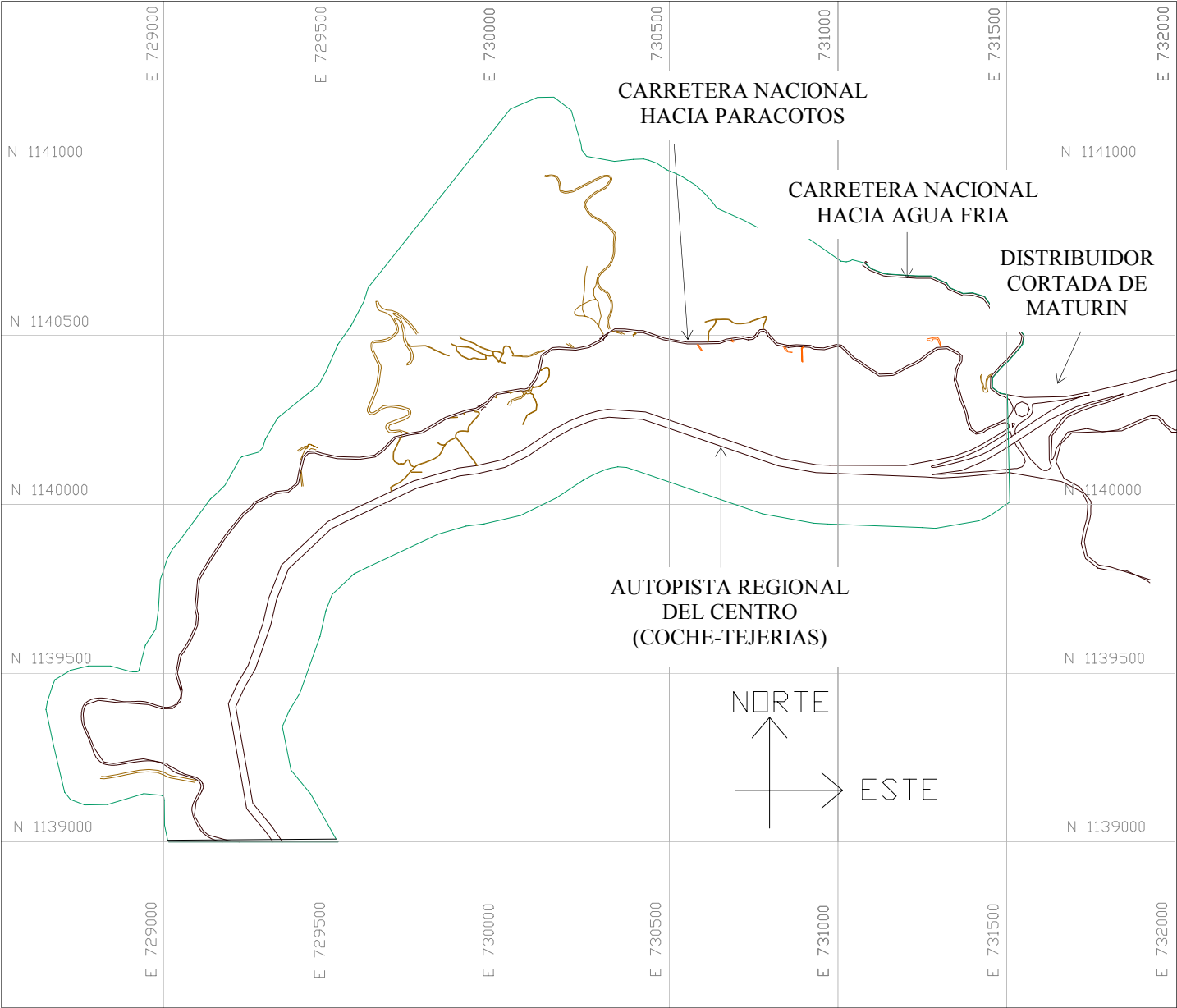
DISTRIBUIDOR CORTADA DE MATURIN:
Este es el punto de conexión de varias vías con la Carretera Nacional a y por ende con la comunidad. ↑↓



CAMINO DE TIERRA:
Hay muchos caminos de tierra bien sean hechos desde la Autopista o desde la carretera, los cuales traen problemas de destrucción de la vegetación.



PASARELAS:
Los sectores que se encuentran del otro lado de la Quebrada, tienen éste tipo de pasos para cuando la quebrada crece y no es posible cruzarla con facilidad.



DISTRIBUIDOR CORTADA DE MATURIN

Dentro de la Comunidad las únicas vías pavimentadas son la Carretera hacia Paracotos (la que funcionan como principal colectora del tránsito en la zona) y la vía hacia Agua Fria (que funciona como lindero de la misma). Como principal vía de acceso está la Autopista Regional del Centro.

MAITANA

Lamina N: 3.9

ANALISIS DEL SITIO

Rasgos Urbanos

VIALIDAD

La autopista no tiene ramificaciones que permitan un mayor acceso a la Comunidad y el único punto de conexión es la Cortada de Maturín. La carretera está en las mismas condiciones ya que no posee accesos asfaltados, excepto una carretera de tierra de acceso a Corosal, y que se encuentra en un estado regular, en general lo que se usa son escaleras o brechas dirigidas desde la carretera hasta la vivienda.

LEYENDA
VIALIDAD PAVIMENTADA
CAMINOS DE TIERRA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

RESULTADOS

Levantamientos
Topográficos

Se utilizó una estación total para todos los levantamientos topográficos, exceptuando el levantamiento de una parte de la quebrada Maitana en la cual se usó un T2 para la taquimetría de los puntos de las secciones. Esta información sirvió entre otras cosas, para la representación en plano de la planicie de inundación, el trazado de los colectores cloacales, y el diseño de un muro de contención para el derrumbe ubicado en el sector San Judas.

LEVANTAMIENTO
DETALLADO DE LA
QUEBRADA LAS MARIAS
Y DEL SITIO DE PLANTA
(ENCERRADO EN
CIRCULO)

LEVANTAMIENTO
DEL DERRUMBE

LEVANTAMIENTO DEL SITIO DE
PLANTA DE SAN JUDAS, LOS
MANGOS Y PUENTE TINTA

DERECHA
LEVANTAMIENTO DE LAS
SECCIONES DE LA QUEBRADA
MAITANA (TRAMO COROSAL)

- LEVANTAMIENTO DE LA CARRETERA HASTA EL SITIO DE PLANTA.
- LEVANTAMIENTO DE LAS SECCIONES DE LA QUEBRADA MAITANA CON LA ESTACION TOTAL.
- LEVANTAMIENTO DEL SITIO DE PLANTA (CIRCULO)



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

MAITANA

Lámina N°: 5.8

RESULTADOS

Amenazas Naturales

INUNDACION

Las inundaciones pueden afectar a la población de manera alarmante.

Se pueden identificar como los sectores mas amenazados Corosal y Zona Central.

A pesar de que la mayoría de las viviendas en Las Marías se encuentran junto a la quebrada, no son gravemente afectadas, esto es debido al poco caudal y el pequeño ancho de inundación de la misma.

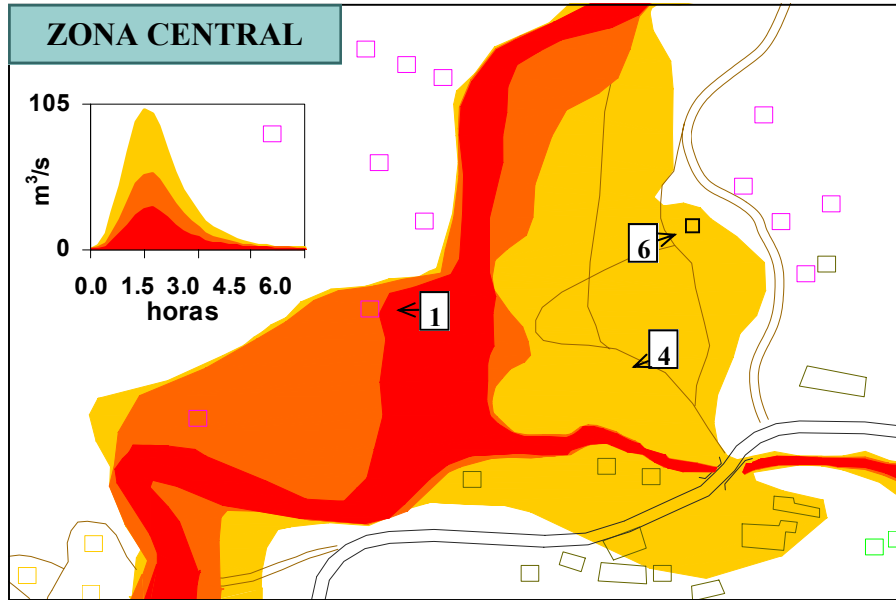
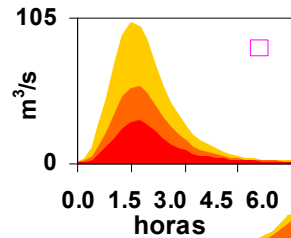
La situación amerita un buen entendimiento del problema y adoptar las precauciones necesarias para evitar grandes desastres.

LEYENDA

- Baja Amenaza
- Amenaza Media
- Alta Amenaza

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

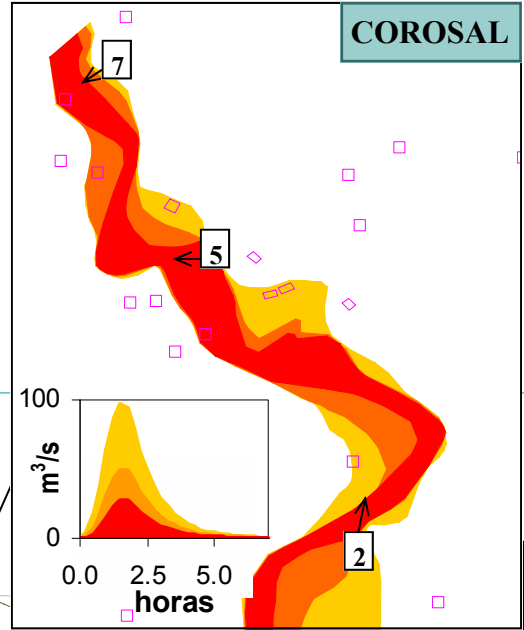
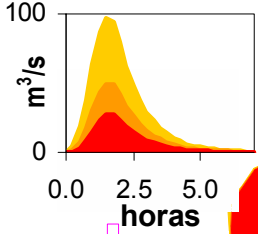
ZONA CENTRAL



A LA IZQUIERDA:

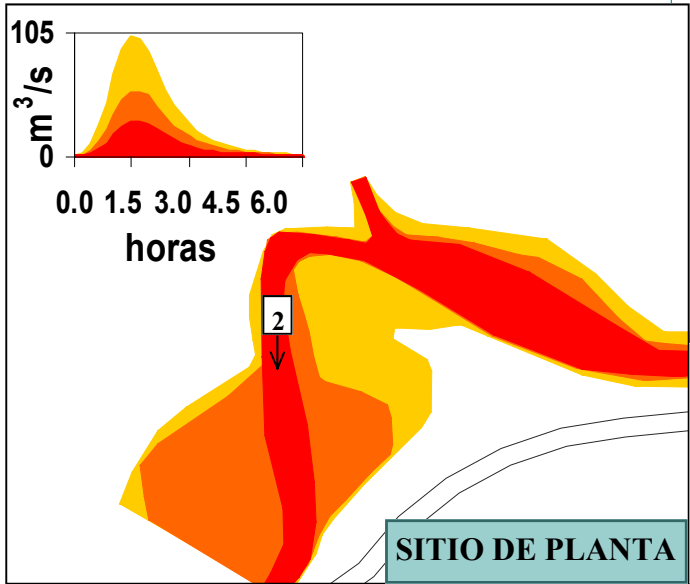
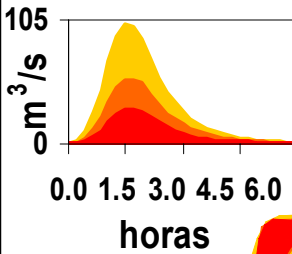
- Extensa afectación para una amenaza baja. Inundaciones de medio metro y hasta más para viviendas en Zona Central y la Estación de Bombeo de Sistema Anauco.
- Dos viviendas bajo alta amenaza, una bajo amenaza media y 6 o mas viviendas bajo baja amenaza.
- Los resultados manifiestan correlación con testimonios de una creciente ocurrida en los años '30.

COROSAL



A LA IZQUIERDA:

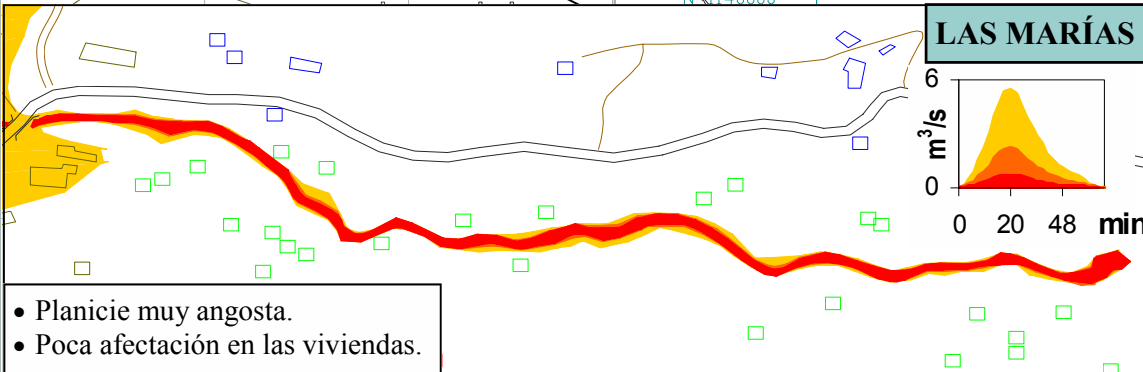
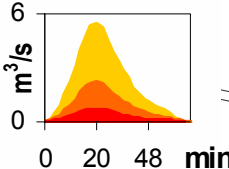
- Sector bastante amenazado por inundaciones.
- Las altas pendientes de los taludes y el difícil acceso a la zona son indicativos de la necesidad de un buen entendimiento y manejo del riesgo en la zona.
- Una familia y una vivienda de recreación en baja amenaza, una vivienda bajo amenaza media y dos bajo alta amenaza.



A LA IZQUIERDA:

- Situaciones críticas de inundación para las crecientes de 25 y 100 años de período de retorno.
- Es necesario un buen manejo de los resultados para la ubicación y diseño de la planta de tratamiento.

LAS MARÍAS



- Planicie muy angosta.
- Poca afectación en las viviendas.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.



2.- Grieta en vivienda, de Maitana Alta.



1.- Terreno inestable cercano al sistema de torrenteras de San Judas, el cual sigue avanzando pudiendo poner en peligro viviendas cercanas..



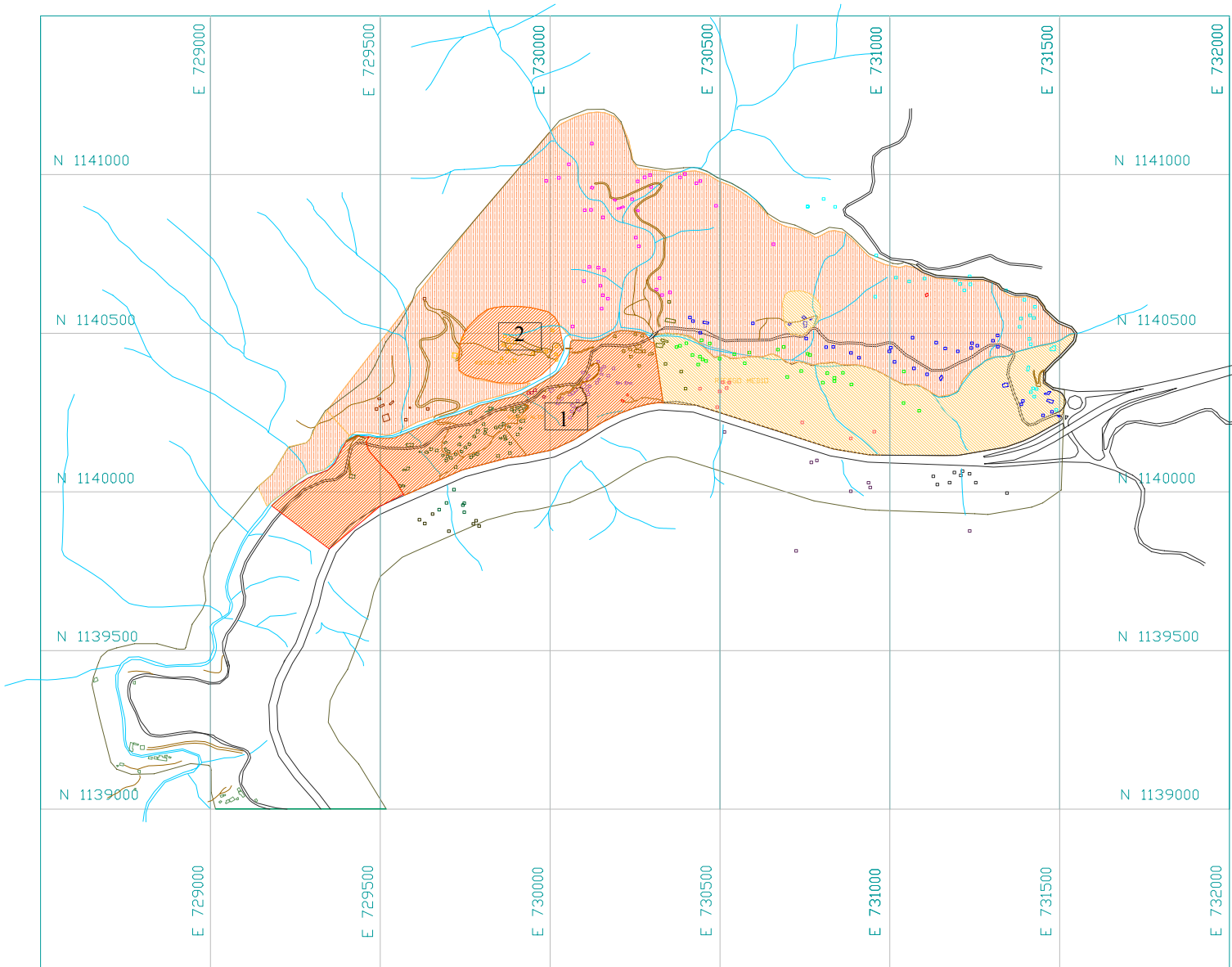
Suelo característico de la zona, el cual es producto de la meteorización de las rocas suprayacentes



1.- Carcava presente en el sector de San Judas.



1.- En la imagen se puede observar una cuna de deslizamiento en el sector de San Judas



Del cauce de la quebrada Maitana hacia el norte es la zona es de menor riesgo. El riesgo medio se puede ubicar entre la autopista y el cauce de la Quebrada las Marías. El riesgo Alto se presenta en la zona mas densamente poblada, como lo es el Sector San Judas y Los Mangos.

En la zona se evidencian varios sitios de inestabilidad en los suelos, como lo son principalmente los sectores San Judas y Maitana Alta, los cuales presentan cárcavas en el terreno, se han construido varios muros para la autopista al igual que las casas presentan grietas, producto de asentamientos.

MAITANA

Lámina N°: 5.8

RESULTADOS

Amenazas Naturales

DESGLIZAMIENTO

Los principales factores que inciden en el nivel de riesgo son: buzamiento desfavorable, grandes pendientes, presencia de aguas subterráneas, modificación de la topografía y de los drenajes naturales de agua, drenajes que fueron construidos para la Autopista Regional del Centro. Estos estudios son preliminares y requieren y para tomar en cuenta las características tanto de los suelos como de las rocas, es necesario realizar ensayos de laboratorio para cada una de las muestras tomadas y analizarlas posteriormente, toda esta parte final del estudio esta actualmente en desarrollo.

LEYENDA

AMENAZA DE DESGLIZAMIENTO DE TIERRAS	
	ALTA
	MEDIA
	BAJA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

RESULTADOS

Amenazas Naturales

PLANO BASE DE AMENAZAS

A pesar de que la zona se encuentra bastante amenazada a deslizamiento y considerablemente a inundaciones, con las medidas necesarias y respetando los aspectos legales, se puede reorganizar los usos del suelo de manera que se permita convivir con estas amenazas de una manera segura sin aumentarlas, sino mas bien disminuyéndolas.

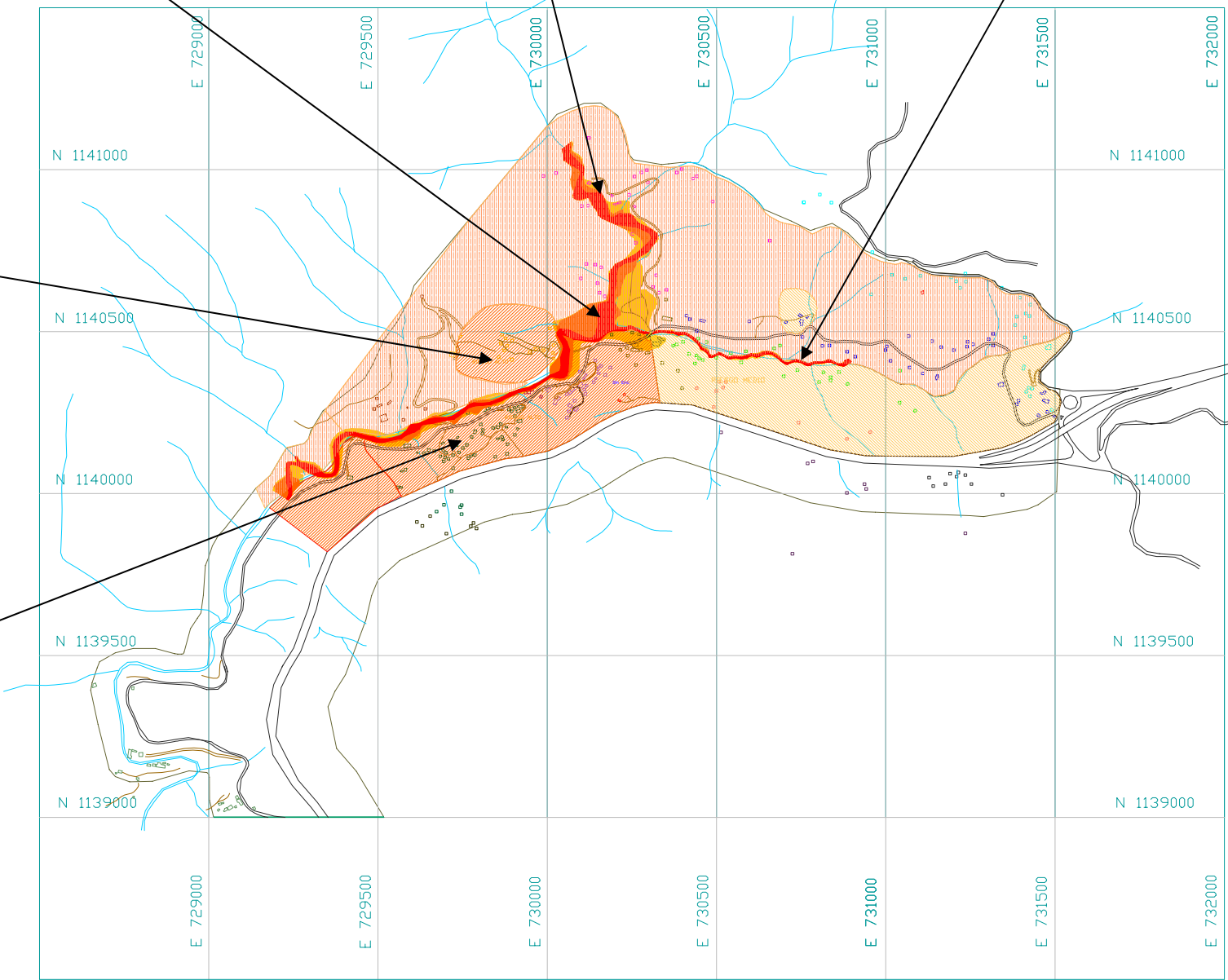
Por último, el sector de Zona Central, a pesar de no estar bajo una amenaza influyente a deslizamiento, la amenaza de inundación es considerable, por lo cual no se recomienda el crecimiento en las zonas planas, pero en cambio si se recomiendan otros tipos de usos como agrícola, protector o recreacional, que también son importantes para cualquier comunidad y sus habitantes.

En cuanto al sector de Corosal, gran parte de este está bajo el efecto de las crecientes de la quebrada Maitana, por lo cual se minimiza la posibilidad de algún aprovechamiento residencial excepto en la parte de Corosal que se encuentra por los alrededores de la escuela e incluso más arriba.

Los sectores de Las Marías y Carretera de Maitana, se encuentran entre media y baja amenaza a deslizamiento y con ciertas consideraciones especiales, el drenaje natural no seria un problema para el desarrollo residencial de esta zona, por lo cual se recomienda uso para algún desarrollo residencial.

El sector Maitana Alta, a pesar de que se encuentra al norte de la quebrada, donde los buzamientos favorecen la estabilidad, se ha manifestado una cuña de deslizamiento que afecta directamente a la zona, por lo que se clasifica en alta amenaza y se recomienda la restricción del crecimiento, así como la aplicación de practicas conservacionistas.

El sector de San Judas y Los Mangos se encuentran bajo alta amenaza a deslizamiento de taludes, donde el alto nivel freático y los problemas con los drenajes de la autopista son factores muy influyentes de este nivel de amenaza. Debido a estas razones, en la zona se recomienda la restricción del crecimiento de la población y el planteamiento de sistemas de colectores como una manera de mitigar o por lo menos no incrementar los factores de amenaza en el sector.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

RESULTADOS

Servicios de Agua

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO DE LA GOBERNACION

El acueducto diseñado por la gobernación presenta deficiencias principalmente en la tubería de distribución proveniente del tanque de almacenamiento ubicado en la cortada de Maitana. Las numerosas fugas que presenta la tubería de distribución se deben a la mala construcción de la misma, y a que según testimonios de habitantes de la comunidad reparaciones realizadas sobre una tubería perteneciente a TELCEL ocasiono daños sobre este acueducto, ya que este se encuentra adyacente a la mencionada línea TELCEL.



Escape de agua, en varios tramos del tubo matriz, sector San Judas Tadeo (Etapa I)



Filtración de agua en el pavimento por posible rotura del tubo matriz o daño al mismo por Telcel. (Etapa I).

Otra vista del escape de agua por daño en la tubería. A la altura de muro que esta a 40 mts. de la bodega del medio.

Cantidad de agua que sale de tanquilla de la válvula de paso 2. (Etapa I). Por filtración en la misma.



Levantamiento de la tapa de la tanquilla 2 donde esta ubicada la segunda válvula. Observe que la tapa ni la base de la misma no guarda ninguna norma de construcción.

Se observa como el agua proveniente de posible falla del tubo, se filtra a la tanquilla y llena la misma.



Fuga de agua por probable mala unión del tubo en el sector de la ultima bodega. (Etapa IV).



Fuga de agua en la parte alta de la carretera (Etapa II)

Fuga de agua en el sector donde esta el taller (Etapa I)

Otra fuga del liquido a unos 100 mts. del taller (Etapa I)

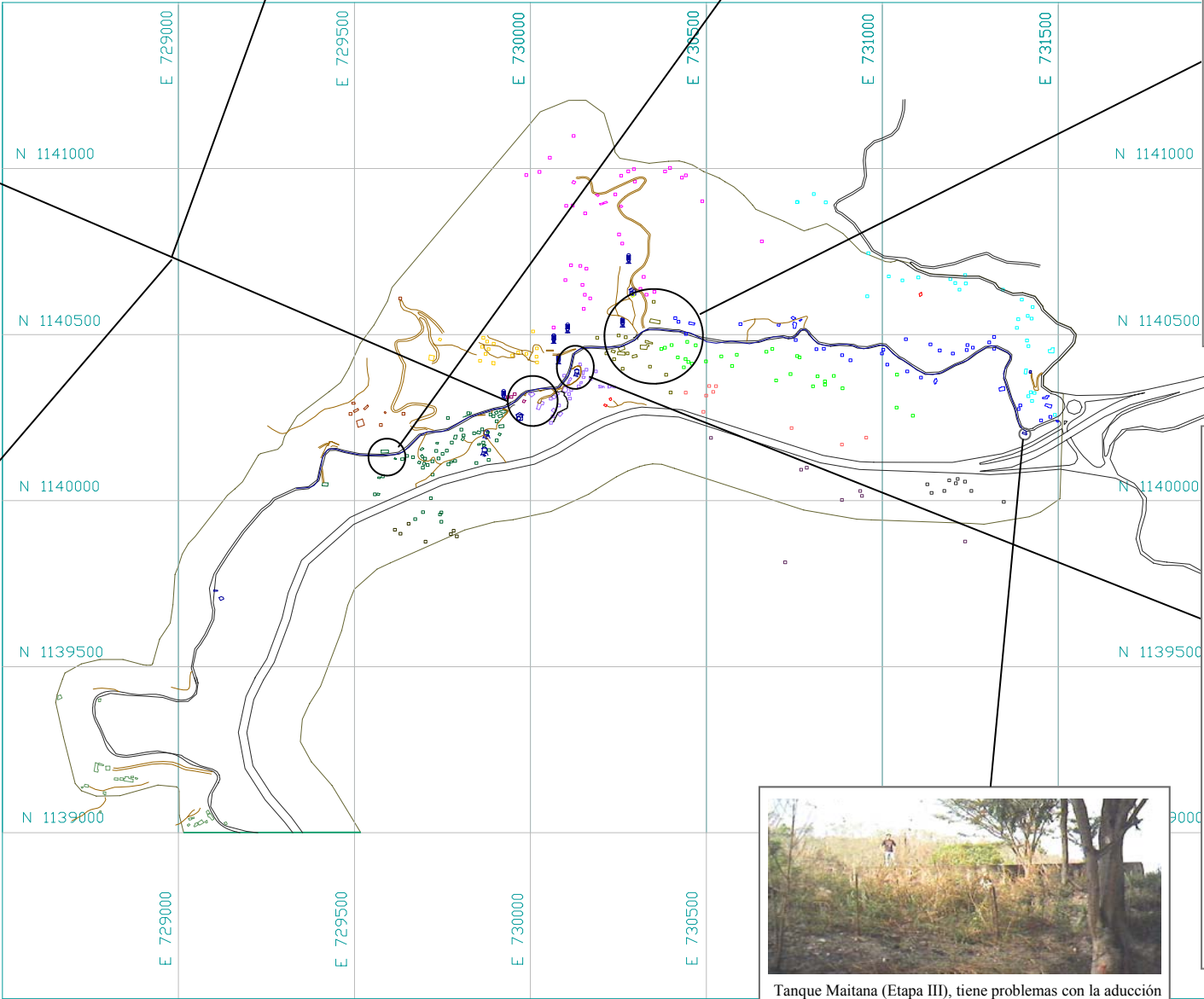


Vista de la tanquilla 1, la válvula tiene escape de agua. También se observa grieta en la base de la tapa.(Etapa II).

Fractura y agrietamiento de la pared de la tanquilla 1. (Etapa II).



Tanque Maitana (Etapa III), tiene problemas con la aducción por posible obstrucción o poca carga de presión de entrada.



MAITANA

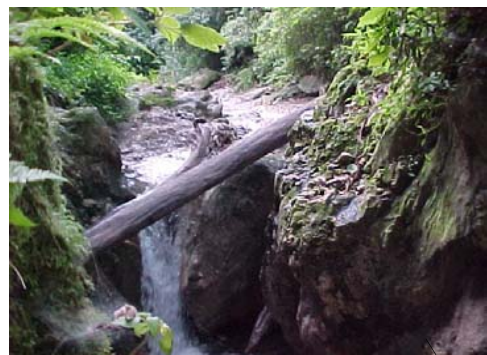
Lámina N°: 5.6

RESULTADOS

Servicios de Agua

CALIDAD DE AGUA

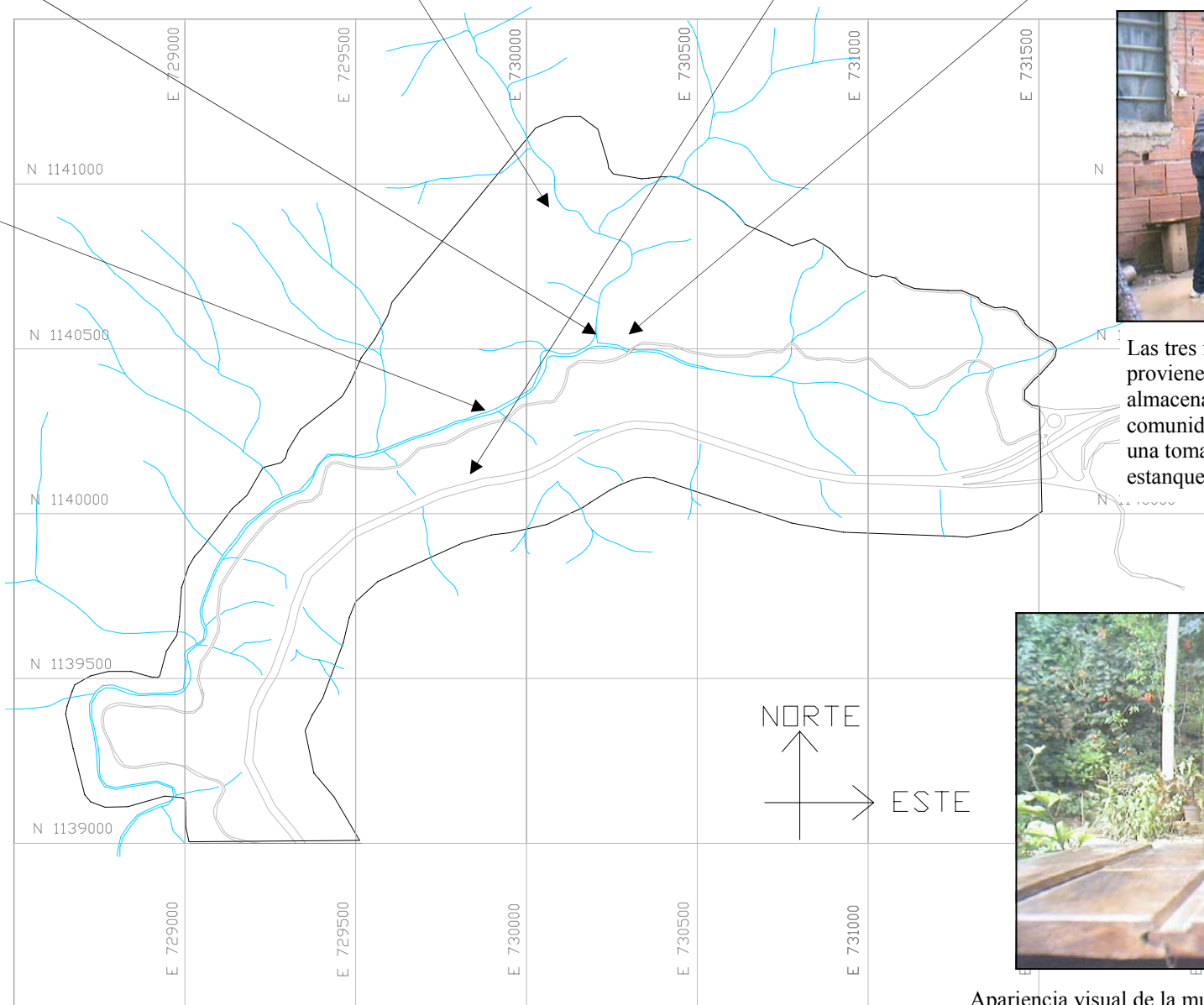
Todas las fuentes de abastecimiento de agua, cumple los requerimientos físico-químicos exigidos por la normativa venezolana, sin embargo todas reportaron la presencia de bacterias del grupo coliforme, lo cual hace necesario la adición de algún desinfectantes para que sean aptas para el consumo.



Puntos de la Quebrada Maitana en donde se tomaron muestras para la determinacion de organismos coliformes: foto a la derecha descarga del sector San Judas, foto central tramo cercano al pozo Maitana, foto izquierda salto del diablo.



Resultados de la determinacion de organismos coliformes, mediante la tecnica de filtracion por membrana, en algunas de las muestras analizadas.



Las tres fotos arriba mostradas, provienen de los principales tanques de almacenamiento de agua de la comunidad. La foto del medio muestra una toma de agua proveniente del estanque de la escuela Maitana.



Apariencia visual de la muestra de agua captada del pozo Maitana. Su apariencia cristalina evidencia los bajos niveles de turbiedad que se registraron.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

MAITANA

Lámina N°: 5.8

RESULTADOS

Servicios de Agua

PROPUESTA DE ACUEDUCTO

Para poder solucionar los excesos de presión estática en el sistema y para cubrir cualquier falla temporal del sistema, se optó por diseñar varios tanques comunales a diferentes cotas. La línea principal de distribución es la tubería de PVC de 110mm, la cual necesita ser reparada. Las tuberías adicionales de distribución son de PEAD y de diámetros pequeños para aminorar costos. La dotación se estima en 200 l/p/d.

LEYENDA

- Ø 17 mm PEAD
- Ø 21 mm PEAD
- Ø 26 mm PEAD
- Ø 36 mm PEAD
- Ø 50 mm PEAD
- Ø 110 mm PVC

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

ABAJO:
Parte del sistema El Topo, su agua proviene de la aducción a Maitana Alta y por medio de una bomba de 0,5 Hp se aumenta la presión para garantizar el servicio a las dos viviendas

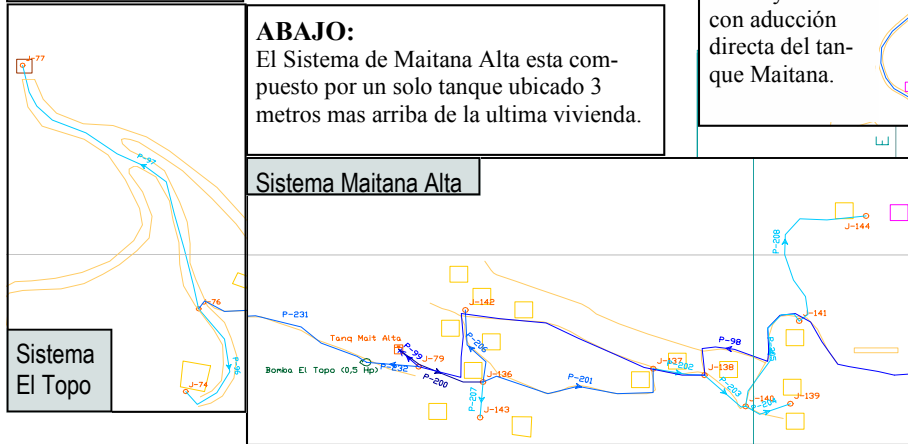


Sistema Corozal

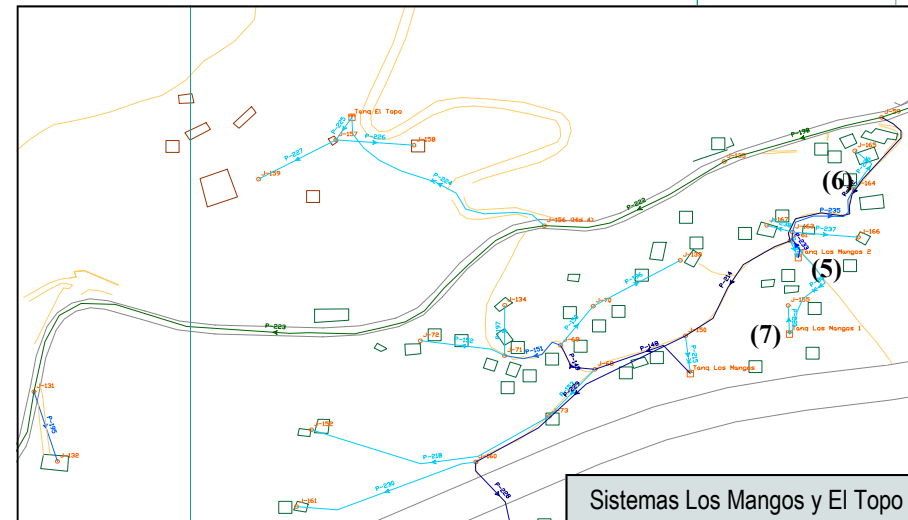
Diseñado con un tanque solo para una pequeña parte de este sector y el resto con aducción directa del tanque Maitana.

ABAJO:
El Sistema de Maitana Alta esta compuesto por un solo tanque ubicado 3 metros mas arriba de la ultima vivienda.

Sistema Maitana Alta

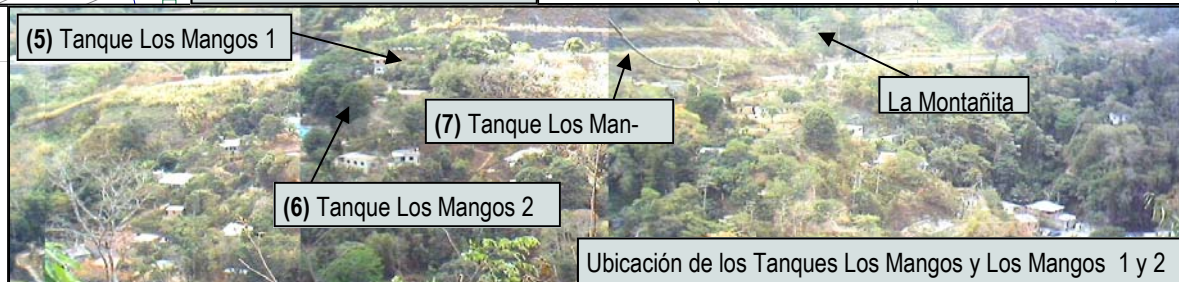


Sistema El Topo



Sistemas Los Mangos y El Topo

(5) Tanque Los Mangos 1



(7) Tanque Los Man-

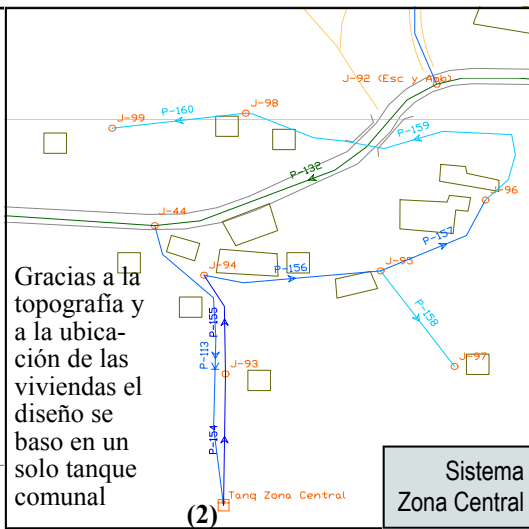
(6) Tanque Los Mangos 2

Ubicación de los Tanques Los Mangos y Los Mangos 1 y 2

Gracias a la topografía y a la ubicación de las viviendas el diseño se baso en un solo tanque comunal

A LA IZQUIERDA:
El sistema Los Mangos conformado por 2 tanques existentes (Los Mangos 1 y 2) y 1 tanque nuevo (Los Mangos). Parte del sistema El Topo, de donde se surten de agua tres viviendas del sector. Pequeña línea de aducción al sector La Montañita, no se diseño tanque por que las presiones no son altas.

Sistema Zona Central



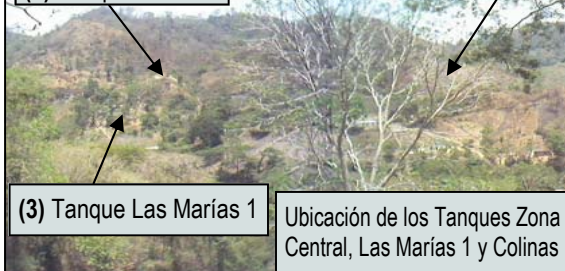
(2) Tanq Zona Central

(1) Tanque Colinas

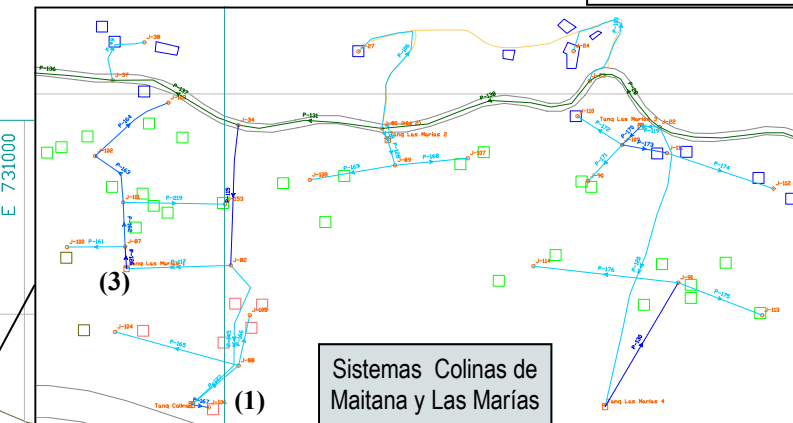
(2) Tanque Zona Central

(3) Tanque Las Marías 1

Ubicación de los Tanques Zona Central, Las Marías 1 y Colinas

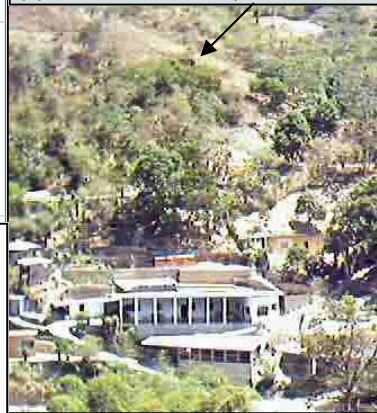


ABAJO:
Debido a la gran dispersión de los habitantes se han tenido que diseñar 5 tanques para la zona, de los cuales ninguno está construido.



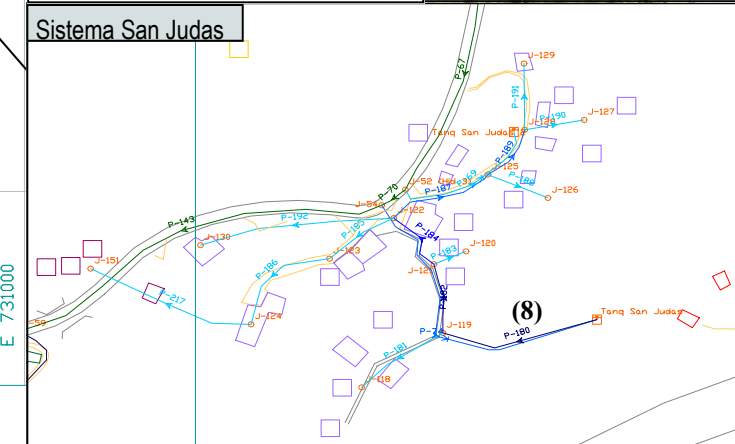
Sistemas Colinas de Maitana y Las Marías

(8) Ubicación del Tanque San Judas



ABAJO:
El sistema de San Judas, surtido de un solo tanque comunal a construir (San Judas). Existe otro tanque pero debido a que no puede surtir por gravedad a las viviendas, no fue tomado para el diseño.

Sistema San Judas



(8) Tanq San Judas



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

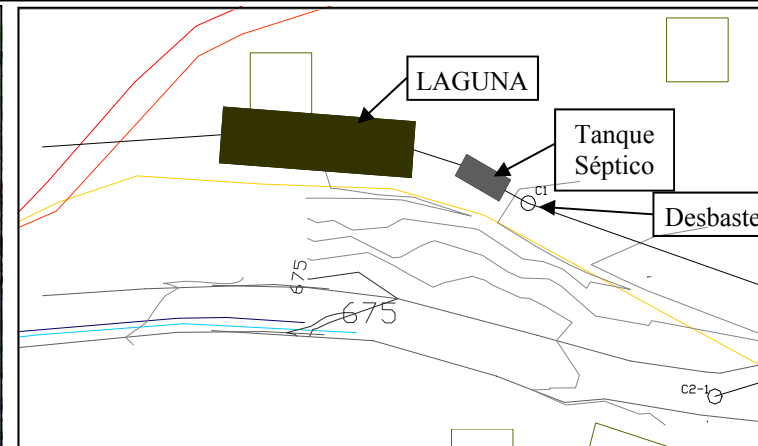
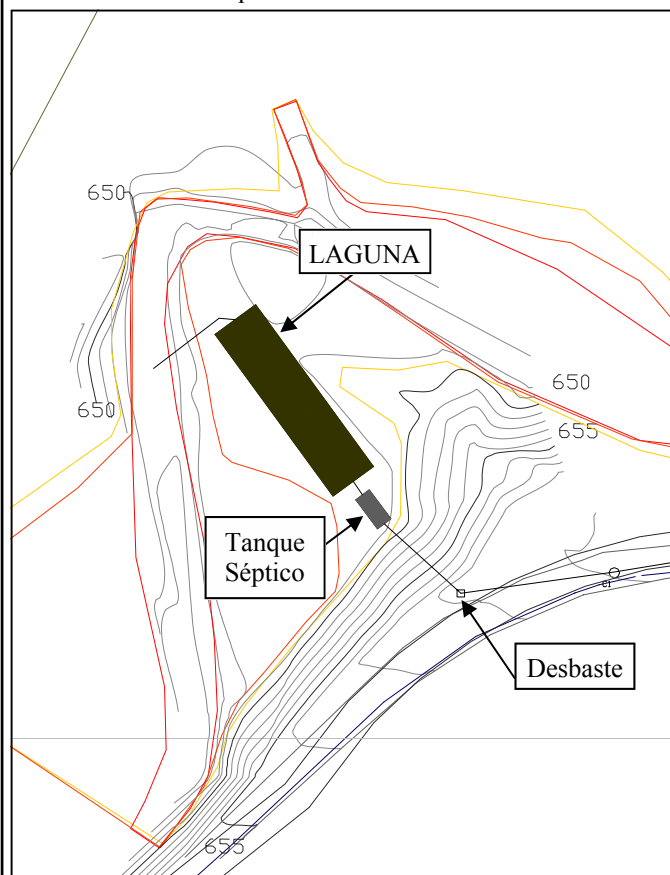


ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.



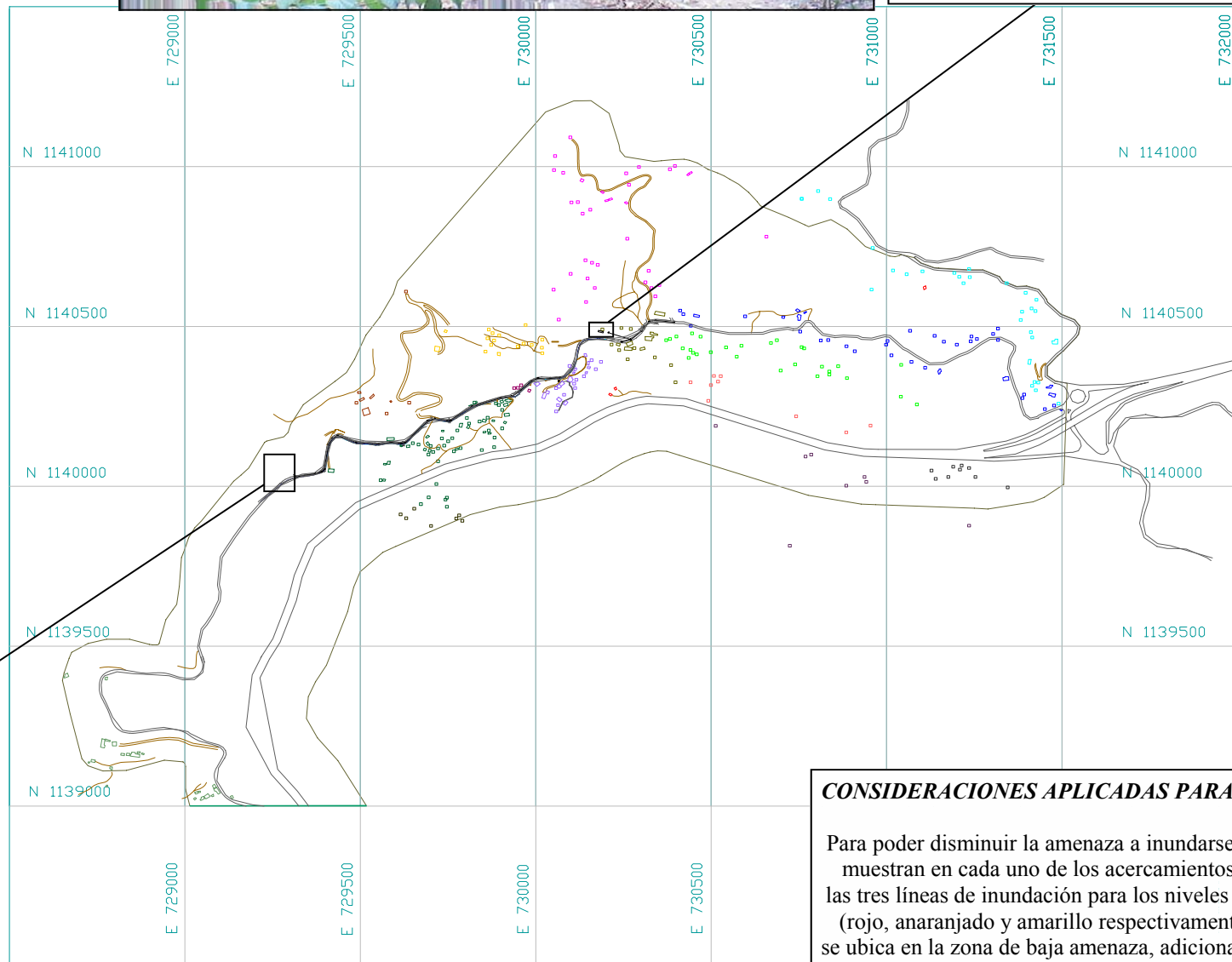
Arriba: Foto en donde se señala con una flecha el posible sitio de ubicación de la planta.

Abajo: en este lugar será situado la laguna facultativa para el tratamiento de las aguas provenientes de los sectores San Judas Puente Tinta y los Mangos. Las aguas tratadas descargarán finalmente en la quebrada Maitana.



Arriba: Las aguas residuales provenientes del sector Zona Central y la escuela Maitana serán tratadas mediante el uso de una laguna facultativa la cual será ubicada según se muestra en la figura a la derecha. El efluente de esta laguna descargará finalmente en la quebrada Maitana.

Arriba a la derecha: foto donde se muestra con una flecha en posible sitio de la planta.



CONSIDERACIONES APLICADAS PARA MITIGAR LA AMENAZA A INUNDARSE:

Para poder disminuir la amenaza a inundarse en cada una de las lagunas, se muestran en cada uno de los acercamientos de la ubicación de las lagunas las tres líneas de inundación para los niveles de amenaza bajo, medio y alto (rojo, anaranjado y amarillo respectivamente), apreciándose que la laguna se ubica en la zona de baja amenaza, adicional a esta consideración, el nivel del borde de los taludes de la laguna es igual al máximo nivel de agua alcanzado según el estudio realizado.

MAITANA

Lámina N°: 5.8

RESULTADOS

Servicios de Agua

PROPUESTA DE RECOLECCION, TRATAMIENTO Y DISPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES

El sistema completo de recolección, tratamiento y disposición de las aguas, esta compuesto por dos sistemas integrales, uno para las aguas de Zona Central y el otro, de mayor envergadura, para las aguas de San Judas, Puente Tinta y Los Mangos, ambos con sistemas de colectores para la recolección y lagunas facultativas para el tratamiento. Debido a inconvenientes en Maitana Alta para la ubicación de la planta, no se plantea nada en concreto de este sistema. Para el resto de los sectores, sus aguas terminaran en un sistema de pozo séptico, seguido de un sumidero.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

MAITANA

Lámina N°: 6.1

RESULTADOS

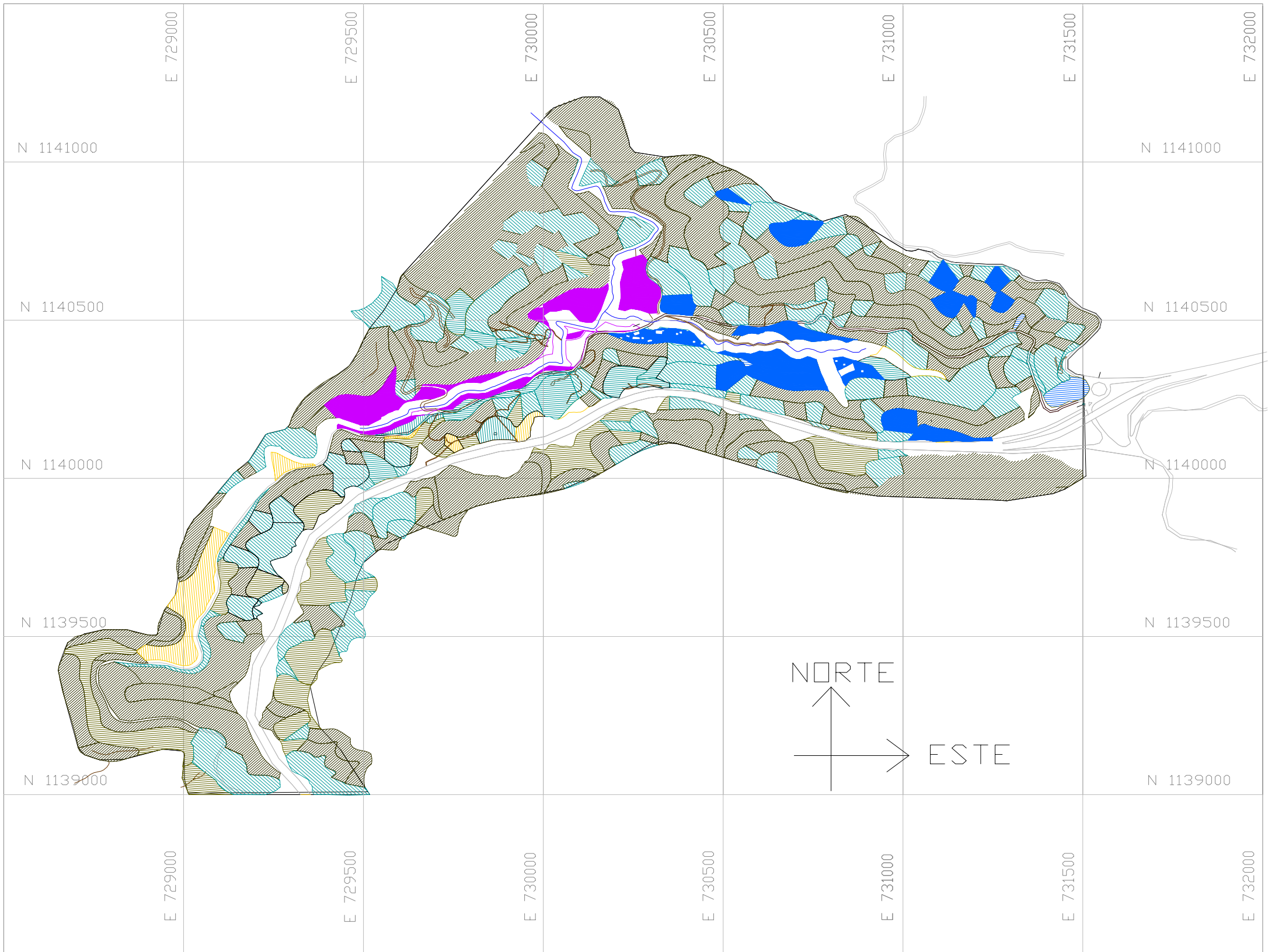
Uso del suelo

Esta clasificación de la tierra, se basa exclusivamente en el porcentaje de pendientes, asumiéndose a lo que la norma de Zona Protectora dispone para el uso del suelo y ésta se realiza debido a que un buen uso de las tierras existentes, permite reducir enormemente los efectos destructivos de cualquier amenaza ambiental existente en la zona además de propiciar un uso más ordenado y adecuado de los recursos.

LEYENDA

DE ACUERDO A LA PENDIENTE DEL TERRENO

- TODO TIPO DE CULTIVO
- CULTIVO CON PRACTICAS CONSERVACIONISTAS
- CULTIVOS PERMANENTES
- USO PROTECTOR
- USO RESIDENCIAL
- USO RECREACIONAL



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



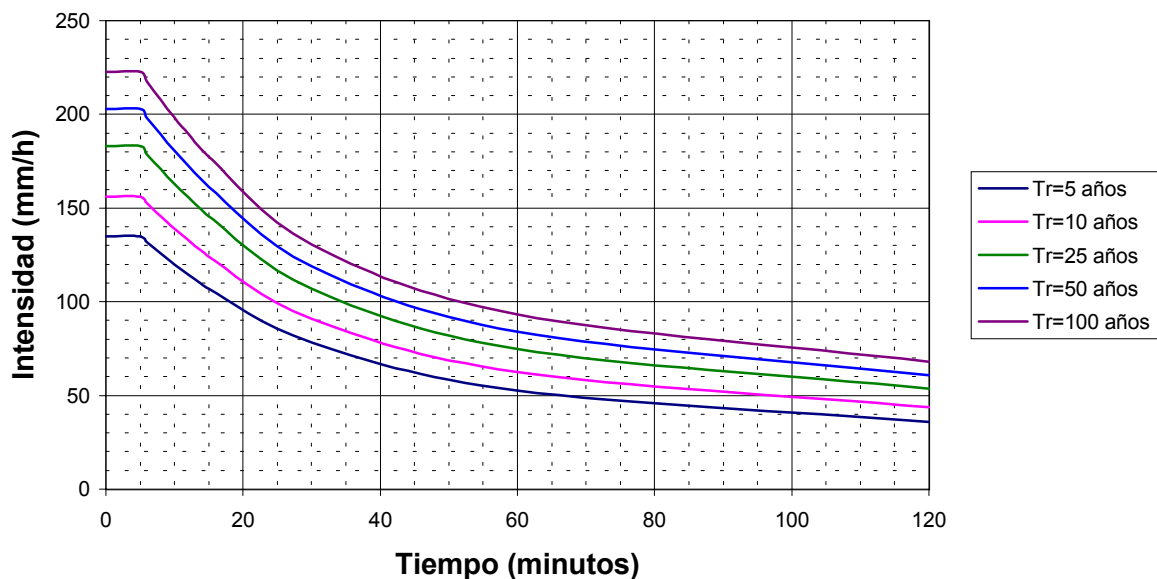
ANTEPROYECTO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO, RECOLECCION,
DISPOSICION Y DRENAJE DE AGUAS DE LA POBLACION DE MAITANA, MUNICIPIO
GUAICAIPURO, EDO. MIRANDA.

TUTOR: ING. EDUARDO MARTINEZ
COTUTOR: ING. MARIA RINCONES
BACHILLERES: CARMEN MARTINEZ
GUSTAVO QUERALES
DAVID MONTERO

CURVAS I-D-F PARA LA CUENCA DE LA QUEBRADA MAITANA EN MAITANITA

INTENSIDADES (QDA. MAITANA)					
Tiempo (min)	Tr=5 años	Tr=10 años	Tr=25 años	Tr=50 años	Tr=100 años
0	134.9	156.1	183.0	202.9	222.7
5	134.9	156.1	183.0	202.9	222.7
6	131.7	152.5	178.8	198.2	217.5
7	128.7	149.0	174.7	193.7	212.5
8	125.7	145.6	170.7	189.2	207.6
9	122.8	142.3	166.8	184.9	202.9
10	120.0	139.0	163.0	180.7	198.3
11	117.2	135.9	159.3	176.6	193.8
12	114.5	132.8	155.7	172.6	189.5
13	111.9	129.8	152.3	168.7	185.2
14	109.3	126.9	148.9	164.9	181.1
15	106.7	124.1	145.6	161.3	177.1
30	78.2	90.8	106.9	118.8	130.6
60	52.6	62.4	74.9	84.1	93.3
120	35.8	43.6	53.5	60.8	68.1

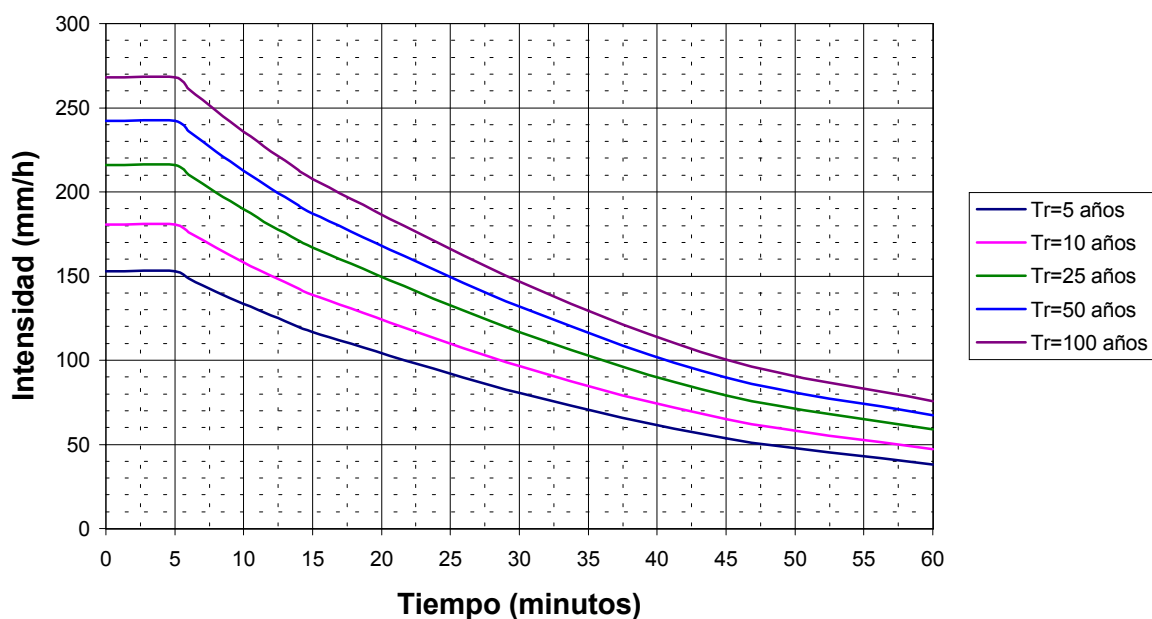
CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA DE MAITANA EN MAITANITA



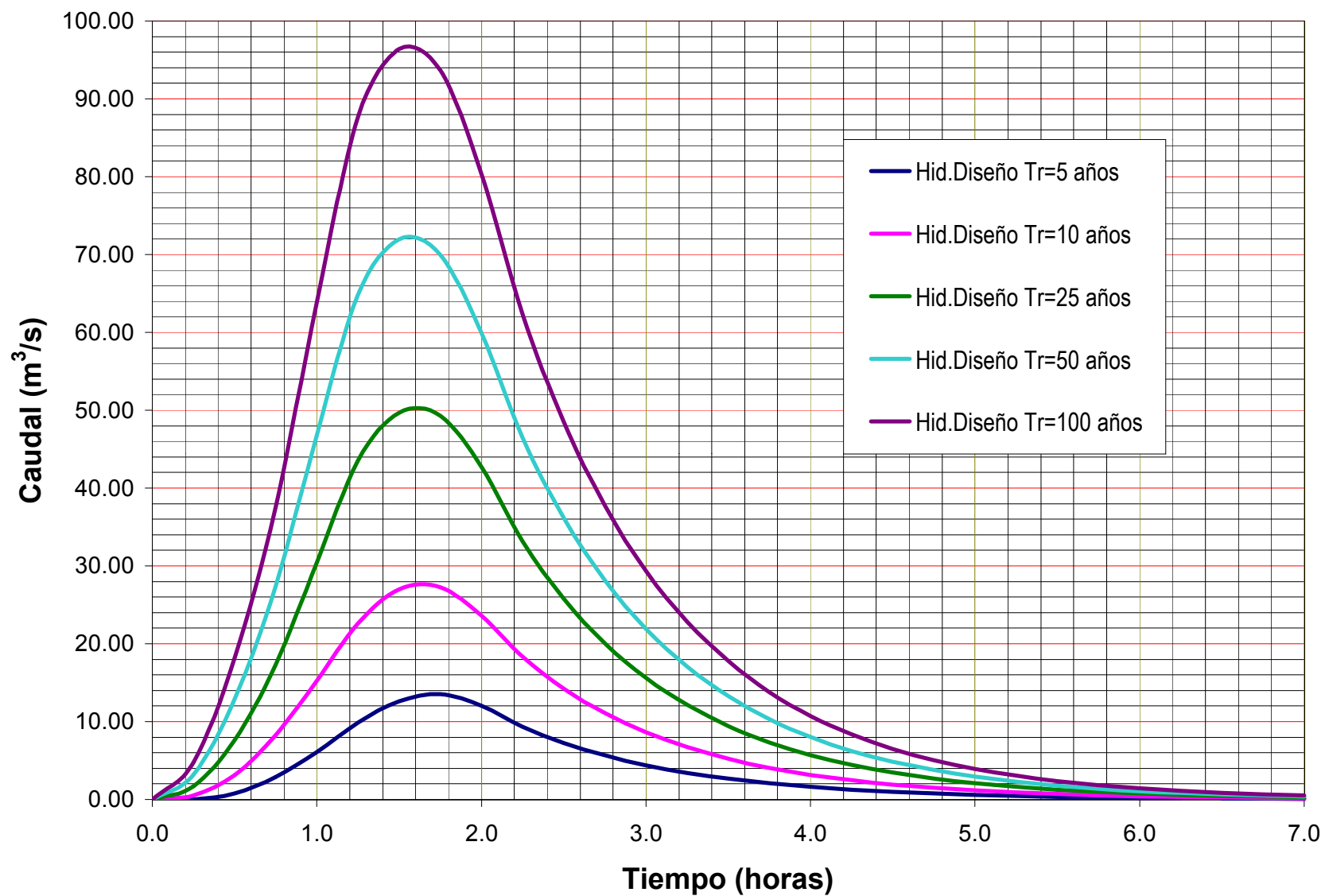
CURVAS I-D-F PARA LA CUENCA DE LA QUEBRADA LAS MARIAS

INTENSIDADES (QDA. LAS MARIAS)					
Tiempo (min)	Tr=5 años	Tr=10 años	Tr=25 años	Tr=50 años	Tr=100 años
0	152.7	180.7	216.0	242.2	268.2
5	152.7	180.7	216.0	242.2	268.2
6	148.6	175.9	210.4	236.0	261.4
7	144.7	171.3	205.0	229.9	254.7
8	140.8	166.8	199.7	224.0	248.2
9	137.1	162.5	194.6	218.3	241.9
10	133.4	158.2	189.6	212.7	235.8
11	129.9	154.1	184.7	207.3	229.9
12	126.4	150.1	180.0	202.1	224.1
13	123.1	146.2	175.5	197.0	218.5
14	119.8	142.5	171.1	192.0	213.1
15	116.7	138.8	166.8	187.2	207.8
30	80.8	96.7	116.9	131.8	146.6
45	53.7	65.0	79.3	89.8	100.3
60	38.1	47.2	58.8	67.3	75.8

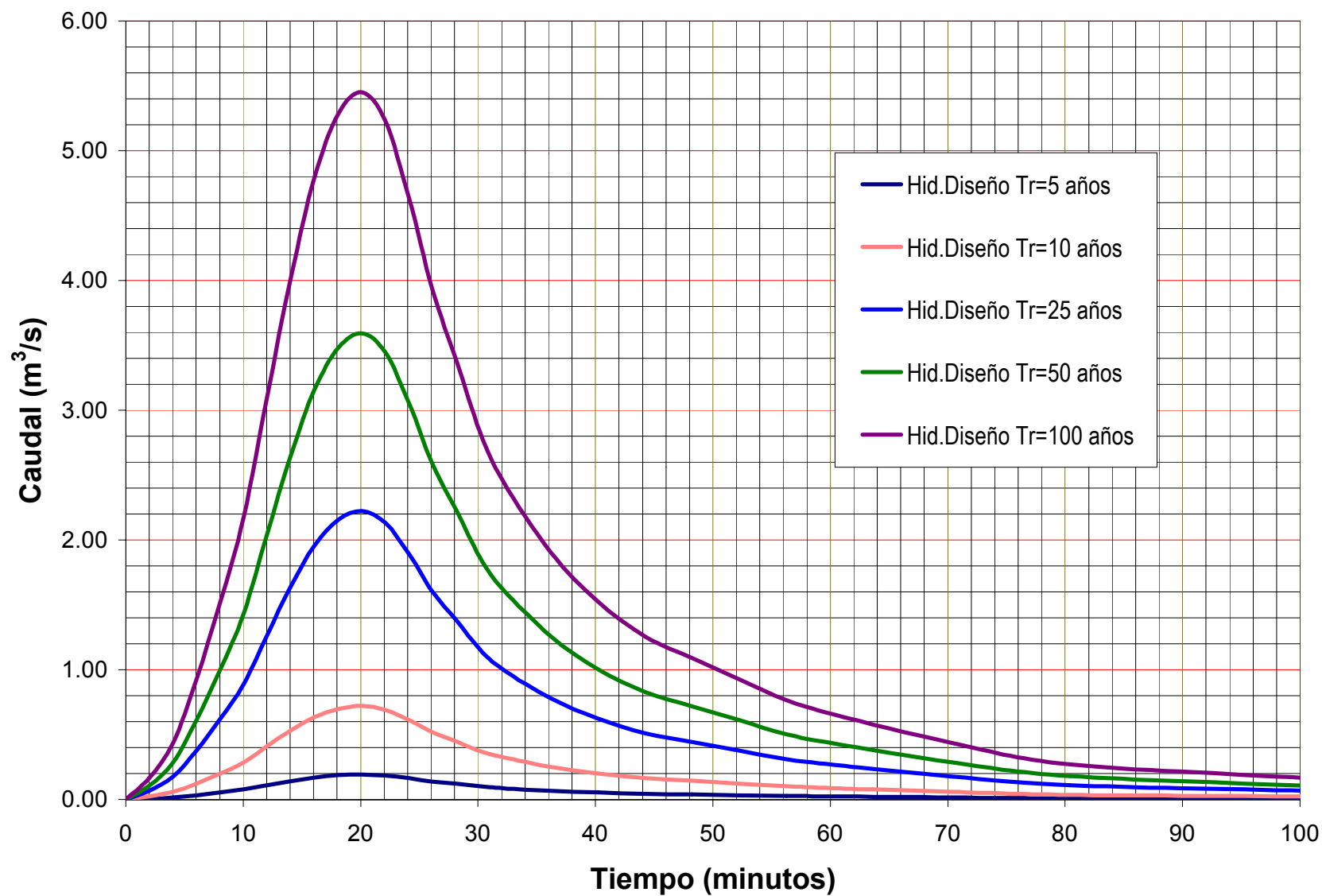
CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA DE LAS MARIAS



Crecientes de Diseño de la Quebrada Maitana en confluencia con la Quebrada Las Marias (N.C.=55)



Crecientes de Diseño de la Qda. Las Marias en confluencia con Qda. Maitana (N.C.=60)



Crecientes de Diseño de la Qda. Maitana en Maitanita (N.C.=55)

