



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPIRITU SANTO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

**TÍTULO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO CON LA
INCORPORACIÓN DE RESERVAS INDIVIDUALES.**

TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO

REQUISITO PREVIO A OPTAR EL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR: SHARON MELISSA TUTIVEN GALVEZ

TUTOR: ING. MARIO GARCIA CRUZ

SAMBORONDON, NOVIEMMBRE DE 2017

CERTIFICACION DE APROBACION DEL TUTOR/A

En mi calidad de tutor del estudiante Sharon Melissa Tutiven Gálvez estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil, carrera dictada en la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil de la UEES, certifico: Que he revisado el trabajo de tesis con el título: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO CON LA INCORPORACIÓN DE RESERVAS INDIVIDUALES, presentado por el estudiante Sharon Melissa Tutiven Gálvez con cedula de ciudadanía N °. 0706449758, como requisito previo para optar el Grado Académico de Ingeniería Civil, y considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes necesarios de carácter académico y científico, para presentarse a la Defensa Final.

Tutor: Ing. Mario García Cruz.

Samborondón, Noviembre de 2017.

AGRADECIMIENTO

Mi principal agradecimiento es a Dios, por su amor infinito, por las oportunidades a mí brindadas, por las personas que he conocido en el camino. Agradezco a mis padres por sus esfuerzos para brindarme una buena educación. Gracias a mi novio, Cristian Pozo, por su apoyo y respaldo. Un agradecimiento especial al Ing. Mario García Cruz, por todas las enseñanzas que me brindó y su motivación para encaminarme en la vida profesional.

Sharon Tutivén Gálvez.

Tabla de contenido

CAPITULO 1	3
1.1 EL PROBLEMA	3
1.1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.1.2 Delimitación del problema.....	4
1.1.3 Preguntas directrices	4
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 Objetivos Generales	5
1.2.2 Objetivos Específicos	5
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	5
CAPITULO 2	7
2.1 MARCO DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1.1 Antecedentes	7
2.1.2 Fundamentación Teórica.....	8
2.2 MARCO TEÓRICO	8
2.2.1 Hidrología Urbana.....	8
2.2.2 Urbanismo.....	12
2.2.3 Densidad habitacional.....	15
2.2.4 Inundaciones en la cuenca del Río Guayas	20
2.2.5 Reportes de inundaciones en la Parroquia Samborondón en los últimos 5 años	24
2.2.6 Consideraciones para el Diseño AALL	27
2.2.7 Consideraciones para el Estudio Ambiental	37
2.2.8 Consideraciones el Análisis Económico.....	40
2.2.9 Dispositivo Regulador para bocas de Tormenta	42
CAPITULO 3	44
3.1 INVESTIGACIONES Y TRABAJO DE CAMPO	44
3.1.1 Urbanización Vista Sol	44
3.1.2 Coordenadas Geográficas.....	45

3.1.3 Hidrología	46
3.1.4 Climatología	46
3.1.5 Precipitación	47
3.1.6 Planimetría del Área	49
3.1.7 Altimetría del Área	51
3.1.8 Geología del Sector	52
CAPITULO 4	53
4.1 MARCO METODOLÓGICO.....	53
4.1.1 Metodología para determinación de la Factibilidad Técnica	53
4.1.2 Metodología para determinación de la Factibilidad Ambiental	57
4.1.3 Metodología para determinación de la Factibilidad Económica	60
CAPITULO 5	62
5.1 RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	62
5.1.1 Factibilidad Técnica.....	62
5.1.2 Factibilidad Ambiental	76
5.1.3 Factibilidad Económica	82
CAPITULO 6	90
6.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
6.1.1 Conclusiones.....	90
6.1.2 Recomendaciones	92

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Etapa Pre – Desarrollo	12
Ilustración 2.- Distribución temporal del escurrimiento más rápido	13
Ilustración 3.- Caudales y niveles pico mayores	14
Ilustración 4.- Vivienda baja aislada (2-3 pisos)	15
Ilustración 5.- Vivienda baja en hilera (2-3 pisos)	16
Ilustración 6.- Vivienda media altura en hilera (4-5 pisos)	17
Ilustración 7.- Vivienda de media altura en agrupación cerrada (4 – 5 pisos)	18
Ilustración 8.- Vivienda en bloques aislados en hilera (6 pisos)	18
Ilustración 9.- Viviendas en agrupación de patio (6 – 7 pisos)	19
Ilustración 10.- Viviendas (8 o más pisos)	19
Ilustración 12.- Exceso de precipitación en una cuenca	33
Ilustración 13.- Hidrograma de una cuenca	34
Ilustración 14.- Esquema del dispositivo regulador de caudales	43
Ilustración 15.- Urbanización Vista Sol	45
Ilustración 16.- Ubicación de la Urbanización Vista Sol	50
Ilustración 17.- Plano Hidráulico del Proyecto Vista Sol	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Delimitación del Problema	4
Tabla 2.- Datos básicos	29
Tabla 3.- Velocidades máximas	31
Tabla 4.- Coeficientes de Rugosidad de los tipos de conductos	31
Tabla 5.- Coeficiente de Escorrimento	35
Tabla 6.- Periodos de Retorno Aconsejados	36
Tabla 7.- Coordenadas Geográficas del terreno de la urbanización Vista Sol	45
Tabla 8.- Información de la Estación M0056	46
Tabla 9.- Información Climatológica	47
Tabla 10.- Información de Precipitaciones	47
Tabla 11.- Valores Pluviométricos Mensuales 2012 (mm)	48
Tabla 12.- Resumen de Valores Pluviométricos en la estación M1252	49
Tabla 13.- Datos para diseño	63
Tabla 14.- Cálculo de Tiempo de Concentración	63

Tabla 15.- Cálculo de Intensidad de lluvia	64
Tabla 16.- Determinación de áreas	64
Tabla 17.- Tabla General – Diseño Existente	65
Tabla 18.- Tabla General – Diseño Optimizado	67
Tabla 19.- Cálculos Preliminares para análisis de reservorios	69
Tabla 20.- Datos para el cálculo del volumen de reservorios	70
Tabla 21.- Volúmenes de Reservorios para análisis	70
Tabla 22.- Calculo de Volumen-Tiempo-Altura de Inundación	71
Tabla 23.- Resultados de Cálculo: Volumen-Tiempo-Altura Inundación	71
Tabla 24.- Numero de Reservorios - Densidad de Viviendas	73
Tabla 25.- Densidad de Viviendas.....	73
Tabla 26.- Tamaño de Viviendas en el Proyecto	73
Tabla 27.- Calculo Volumen-Tiempo-Altura Inundación según densidad de Vivienda.	74
Tabla 28.- Parámetro de área de reservorio según Densidad de Vivienda	75
Tabla 29.- Macro actividades del Proyecto	76
Tabla 30.- Resumen de Matriz de Importancia.....	81
Tabla 31.- Criterios para Factibilidad Económica	82
Tabla 32.- Tabla de Cantidades y Precios	83
Tabla 33.- Datos preliminares para el análisis económico	84
Tabla 34.- Beneficios Remanentes por atención medica	84
Tabla 35.- Beneficios Remanentes por limpieza	85
Tabla 36.- Plusvalía	86
Tabla 37.- Gastos por Mantenimiento	86
Tabla 38.- Fórmula para el cálculo del VAN.....	87
Tabla 39.- Fórmula para el cálculo de la tasa de descuento	87
Tabla 40.- Cálculos de Flujo de Caja y VAN.....	88
Tabla 41.- Función VAN	89
Tabla 42.- Función TIR.....	89

INDICE DE REGISTROS FOTOGRAFICOS

Registro Fotográfico 1.- Guayaquil en 1961	21
Registro Fotográfico 2.- Vista al Centro comercial Villa Plaza	24
Registro Fotográfico 3.- Vista al teatro Sánchez Aguilar	25
Registro Fotográfico 4.- Imagen con vista al centro comercial Plaza Lagos	25
Registro Fotográfico 5.- Imagen con vista a etapa de la urbanización Villa Club	26
Registro Fotográfico 6.- Imagen con vista a Parque Histórico	26

INDICE DE MATRICES

Matriz 1.- Matriz de Identificación de Impactos	76
Matriz 2.- Matriz Calificación de Impactos – Movimiento de Tierras	77
Matriz 3.- Matriz Calificación de Impactos – Obras de Hormigón	78
Matriz 4.- Matriz Calificación de Impactos – Instalaciones Sanitarias	78
Matriz 5.- Matriz Calificación de Impactos – Obras de Acabados	79
Matriz 6.- Matriz Calificación de Impactos - Mantenimiento y Limpieza	79
Matriz 7.- Matriz de Importancia de los Impactos	80

INTRODUCCIÓN

Esta investigación es referente a un nuevo sistema de drenaje pluvial, con el cual se podría mitigar los problemas de inundaciones producidas por la saturación de los sistemas de drenaje convencionales. Explica, de manera sistemática, las variables inmersas en la investigación y sus correspondientes dimensiones.

Se establecen conceptos e información pertinente al caso, tales como:

- Definición Sistemas de drenaje pluvial urbano,
- Efectos Hidrológicos de la Urbanización,
- Evolución Histórica de la Hidrología Urbana, Definición de reguladores de caudales,
- Definición de reservorios para agua lluvia,
- Causas y efectos de las inundaciones.

La importancia de realizar la investigación “ Diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano con incorporación de un sistema regulador de caudales y reservorios individuales”, radica en presentar una alternativa técnico-factible ante los problemas de inundaciones.

Este sistema permite acondicionar los sistemas de drenajes convencionales otorgándoles la capacidad de disminuir los caudales máximos antes que ingresen a los conductos de desagüe pluvial públicos.

La capacidad demandada por los sistemas convencionales es, a diferencia del crecimiento y desarrollo urbano, pocas veces adecuada a las nuevas solicitudes. Las solicitudes hídricas para los sistemas de drenaje incrementan de forma proporcional a los procesos de urbanización; cuanto más se construya mayor será el área que se impermeabiliza del suelo impidiendo de este modo su infiltración; consecuentemente, mayor cantidad de agua lluvia será captada y desalojada mediante el sistema de drenaje pluvial.

A la par del desarrollo urbano es necesario que exista un acondicionamiento de los sistemas de drenaje pluvial para ajustar las solicitudes a las crecientes demandas. De este modo se evitará que estos sistemas superen su capacidad y se desborden; ocasionando las inundaciones.

La presente investigación se desarrollará acorde a los lineamientos APA para la elaboración de un ante proyecto de grado, estará constituido por cinco capítulos: capítulo 1 correspondiente a El problema, Planteamiento del problema; capítulo 2 Marcos de la investigación; capítulo 3 Marco Metodológico, Metodología; capítulo 4 Marco Administrativo; capítulo 5 Conclusiones y Recomendaciones.

CAPITULO 1

1.1 EL PROBLEMA

1.1.1 Planteamiento del problema

El desarrollo de la población humana y por ende su necesidad de espacio, ha ido fomentando el desarrollo urbano. La urbanización, en su mayoría ha crecido de manera desordenada, ocasionando inconvenientes. La expansión de las urbes con lleva a su paso el aumento de las coberturas o capas impermeables del suelo, impidiendo así su capacidad de drenaje, afectando el ciclo hidrológico (Pedraza, 2007).

Tucci y Bertoni (citado por Pedraza, 2007) expresan que, en América Latina, las crecientes solicitudes hídricas usualmente no son acompañadas por un reacondicionamiento de los sistemas de drenaje y éstos ven superada su capacidad al cabo de su vida útil. Este problema se ve reflejado en las ciudadelas de la vía Samborondón-Daule y, muchas otras ciudades y localidades de Ecuador, donde se suscitan inundaciones debido a que los sistemas de drenaje pluvial ven superadas sus capacidades.

En Latinoamérica, ciudades como Buenos Aires, Argentina, frente a los frecuentes problemas de inundaciones, han invertido considerables sumas de dinero en instituciones a cargo de la investigación y desarrollo de medios para la mitigación de estos problemas, implementado sistemas reguladores de crecidas y bocas de tormentas (INA, 2010).

Con el uso del sistema de drenaje pluvial al que se le incluya un sistema regulador de caudales, se espera disminuir los caudales máximos antes que ingresen a los conductos de desagüe pluvial públicos. Es decir que estos dispositivos permiten,

mediante una trampa hidráulica, "cortar" los picos de las crecidas, almacenarlos y retenerlos hasta que la red existente vuelva a tener capacidad de conducción y no produzca anegamientos (INA, 2010).

1.1.2 Delimitación del problema

Tabla 1.- Delimitación del Problema

Campo	Infraestructura urbana, Hidráulica
Aspecto	Técnico
Área	Urbanizaciones de Samborondón
Tema	Relación entre sistema de drenaje pluvial e inundaciones

(Tutiven, 2015)

1.1.3 Preguntas directrices

- ¿Existe una relación directa entre la falta de acondicionamiento de los sistemas de drenaje pluvial y las inundaciones?
- ¿Es posible que la incorporación de un sistema regulador de caudales y reservorios individuales adecuen la capacidad del sistema convencional de drenaje pluvial?
- ¿Es una alternativa técnico-factible?
- ¿Tendría un menor impacto esta alternativa que otras aplicadas para evitar inundaciones?
- ¿la implementación de este sistema en otras ciudades ha sido exitosa?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Generales

- Analizar la factibilidad de un sistema de Drenaje Pluvial Urbano con la incorporación de reservas individuales.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la factibilidad Técnica del sistema de reservas individuales.
- Evaluar la factibilidad Ambiental del sistema de reservas individuales.
- Evaluar la factibilidad Económica del sistema de reservas individuales.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El despunte demográfico que han evidenciado las ciudades durante el último siglo conllevó a considerables cambios en cuanto a la percepción y tratamiento de muchas variables inmersas en la urbanización; variables tales como: alcantarillado, tratamiento de aguas servidas, desechos domiciliarios, desechos industriales, agua potable, agua lluvia, etc. Referente a las aguas lluvias, no fue sino hasta las últimas décadas que esta variable ganó fuerza (Tucci, 2008). En Suramérica, ciudades como Buenos Aires y Corrientes, en Argentina; Rio Grande do Sul y Porto Alegre, en Brasil han enfrentado grandes crisis debido a las inundaciones, ya que su crecimiento urbano no estuvo a la par de un acondicionamiento de sus sistemas de drenaje.

“ En 1900, el 13% de la población mundial era urbana, actualmente equivalen al 50%, ocupando sólo el 2,8% del territorio mundial” (Tucci C. E., 2008), es lógico suponer que con el incremento poblacional, a la par, deben ir los incrementos en viviendas y construcciones; en consecuencia, estas obras de construcción son membranas que recubren el terreno e impiden que el agua lluvia llegue al suelo, se infiltre y continúe su ciclo natural; de modo tal que surge la necesidad de los drenajes pluviales. El problema se suscita cuando los incrementos de coberturas impermeables

siguen en crecimiento y las solicitudes de desalojo de agua lluvia continúan incrementando; pero, paradójicamente, los sistemas de drenaje no son acondicionados, por tanto superarán su capacidad, se saturarán y desbordarán, ocasionando las inundaciones.

En Argentina, sus ciudades, debido al desarrollo demográfico han incrementado también su Infraestructura Urbana, pero como resultado a la falta de un sistema de drenaje pluvial acorde a las necesidades, las inundaciones eran muy frecuentes y representaban pérdidas económicas considerables. Por ello el Instituto Nacional del Agua en Argentina ha invertido en proyectos y propuestas para la solución del problema que afecta la calidad de vida de todos los argentinos; y es aquí donde surge el concepto de regulador de caudales. (INA, 2010).

La problemática de las inundaciones también es una realidad vigente en las ciudades de Ecuador, en las que se ha suscitado un gran crecimiento demográfico y se ha evidenciado la falta de adecuación de los sistemas de drenaje pluvial; por ello el objetivo de esta tesis es la de presentar un diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano con incorporación de un sistema regulador de caudales y reservorios individuales, en una urbanización de vía Samborondón, sector donde comúnmente sus ciudadelas se inundan, para demostrar la factibilidad técnica de este sistema como alternativa en Ecuador.

CAPITULO 2

2.1 MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes

Importantes cambios en el ciclo hidrológicos son producidos debido a la urbanización. Cambios tales como el aumento de los volúmenes de escurrimiento, aumento en las descargas pico, reducción de los tiempos de distribución del flujo.

En ciudades como Buenos Aires y Rosario, en Argentina, las inundaciones han ocasionado pérdidas económicas millonarias, y es por ello que, en respuesta a estos eventos, adicionando la particularidad que estas cuencas son altamente urbanizadas, se optó por soluciones con almacenamiento debido a la falta de espacios verdes, estas soluciones representaron con el fin de ocasionar mínimas interferencias a los servicios públicos y un bajo impacto ambiental.

EL INA Instituto Nacional del Agua, en Argentina, desarrollo, experimento y patento un dispositivo regulador de crecidas; el cual almacena los excedentes durante un pico de crecida, de este modo minimizando o eliminando las acumulaciones de aguas lluvias (inundaciones) en las zonas vulnerables (INA, 2010).

2.1.2 Fundamentación Teórica

Como referencia a este trabajo, se ha hecho la recopilación de la información centrada en aspectos hidrológicos, Infraestructura Urbana, drenaje pluvial y crecimiento demográfico. La sustentación teórica se realizó en base a investigaciones documentales, descriptivas, analíticas y de campo, en las cuales los objetos de estudios se relacionan con el tema del presente proyecto de investigación.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Hidrología Urbana

Definición de hidrología urbana

Según Pedraza, hidrología urbana es la rama de la hidrología que estudia zonas urbanas y metropolitanas, en las cuales existe supremacía de las áreas casi impermeables y el relieve artificial de la superficie (suelo), analizando específicamente la consecuencia del desarrollo urbano (Pedraza, 2007).

Evolución Histórica

Existen 3 etapas de la hidrología urbana:

- a) Higienicista o sanitaria
- b) De racionalización del cálculo hidrológico-hidráulico
- c) Ambientalista

Higienista o sanitaria. -

Según la tesis doctoral de Pedraza, la etapa higienicista inició con los conductos primitivos de los desagües subterráneos de la antigua Roma (de los cuales existe mayor información) se conoce que la conexión directa desde las casas a dichos desagües no era usual.

Desde del siglo X, con la expansión del comercio en Europa, se enlazaron ciudades, los desechos y excrementos eran desalojados a través de canales a cielo abierto o arrojados a fosos. Las letrinas públicas eran dispuestas en las murallas, para que su evacuación sea fuera de los muros, debido a esto las zonas bajas de las ciudades eran las que captaban los desperdicios de las zonas altas, convirtiéndose en localidades insalubres y pestilentes.

En los siglos posteriores, las ciudades se expandieron fuera de los muros, llegando a ocupar las zonas bajas; "ciudad baja", la cual era habitada por los artesanos y sus familias, debido a ello se convirtió en un tema de preocupación para las autoridades, por ello se dieron origen los cerramientos de las letrinas a cielo abierto, se generalizaron los sistemas de pozos ciegos y se realizó limpiezas y purgas de los canales.

En el transcurso de los siglos XVIII y XIX se desarrollaron las teorías higienistas, lo que conllevó a mejorar la distribución del agua para consumo y la recolección de aguas servidas.

Durante el siglo XIX, las epidemias de cólera y fiebre amarilla, permitieron vislumbrar la relación existente entre las enfermedades endémicas y la falta de un sistema de drenaje de aguas residuales urbano eficiente. Los primeros desagües construidos en Estados Unidos y Europa únicamente captaban agua lluvia. Las excreciones de las poblaciones se evacuaron por primera vez en Londres en 1815, en Boston en 1833 y en Paris en 1880; sin embargo, no hubo un progreso notable hasta las redes de saneamiento de 1840-1850.

En 1842, en Hamburgo (Alemania), luego de un gran incendio, la reconstrucción de la ciudad vino de la mano con la primera red "moderna" de drenaje urbano, la cual consistía en un drenaje combinado de aguas pluviales y aguas residuales. En 1854 se inició en Paris la construcción de desagües unitarios, y en Londres se lo realizó en los años 1859 y 1873.

Al término del siglo XIX grandes ciudades de Europa y América realizaron grandes ampliaciones de sus redes de saneamiento, esto ocurrió durante el crecimiento urbano producto de la Revolución Industrial.

En el siglo XVIII surgieron avances importantes en la medición y experimentación hidráulica: ecuaciones de Bernoulli y Chezy; en el siglo XIX avances en la hidrología e hidráulica: Mulvaney en 1850 planteó el método racional, Sain Venant en 1871 desarrolló la teoría de flujo de agua impermanente y Manning en 1891 planteó la ecuación para flujo en canales abiertos.

No obstante, los criterios cuantitativos de la hidrología no se constataron sino hasta comienzos del siglo XX (Pedraza, 2007).

De racionalización del cálculo hidrológico-hidráulico. -

Pedraza expresa que, en esta etapa se sustituyó el empirismo por el análisis racional de información observada.

En 1911 Green y Ampt desarrollaron un modelo de infiltración fundamentado físicamente. Hazen en 1914 produjo el análisis de frecuencia para caudales máximos. Richards en 1931 definió la ecuación que rige el flujo en medios no saturados. Sherman en 1932 postuló el método del Hidrograma Unitario. Horton en 1933 generó su teoría de infiltración. Zoch en 1934 generó un modelo conceptual del Hidrograma Unitario Instantáneo (HUI). Gumbel en 1941 postuló una ley de valores extremos para los estudios hidrológicos. Penman en 1948 postuló una ecuación para tasar la evaporación uniendo los métodos aerodinámicos y balance de energía. Lighthill y Whitham en 1955 postularon las ecuaciones de la onda cinemática. Nash en 1957 generó una expresión del HUI regida en embalses lineales en cascada; y, Rodríguez Iturbe et al. en 1979 postularon una expresión del HUI basada en parámetros geomorfológicos de la cuenca.

Los avances en hidrología dieron cabida a nuevas metodologías para diseñar sistemas de drenaje, a la vez que motivaron la solución a los problemas de inundación debidos al desarrollo urbano y a la falta de infraestructuras de drenaje.

Los países desarrollados presentaron los primeros problemas severos relacionados al escurrimiento urbano, esto sucedió luego de la Segunda Guerra Mundial; la migración rural y el incremento en el consumo de agua a consecuencia del aprovisionamiento sanitario en los domicilios, ocasionaron el acrecentamiento de los efluentes de aguas servidas, destruyendo así la calidad de los cuerpos de agua receptores. Debido a esto se adoptó de manera definitiva el sistema de tipo separativo.

La simulación hidrológica se inició entre los años 1950-1960, debido a la aparición de las computadoras digitales.

En países desarrollados se establecieron manuales e instructivos para el diseño, construcción y operación de los sistemas de drenaje urbano.

Entre los años 1970-1980, la modelación matemática por computadora se convirtió en una valiosa herramienta para planear, diseñar y operar sistemas de

drenaje. Agencias estatales y universidades iniciaron la creación de modelos aplicables en áreas urbanas.

En los últimos 40 años surgieron nuevos modelos de simulación hidrológica "de parámetros distribuidos", los cuales expresan variables espaciales: longitudes y pendientes, Modelos digitales del Terreno (MDT), imágenes satelitales (GIS). Estos nuevos modelos tuvieron como objeto principal simular la escorrentía superficial y estimar procesos de erosión en cuencas rurales.

A la par de la modelación matemática, evolucionaron los modelos físicos de componentes individuales del sistema de drenaje, tales como: bocas de tormenta, obras de transición, disipadores de energía, etc (Pedraza, 2007).

Ambientalista. –

De acuerdo a lo expresado por Pedraza, a inicios de la década de los 70 se implementó un enfoque sistemático y ambientalista en la hidrología urbana, el cual se ha extendido hasta la actualidad; con este nuevo enfoque surge una nueva concepción en la que la antigua, drenaje de excesos pluviales, es reemplazada por el manejo del agua pluvial urbana. Esta nueva concepción (manejo) otorga la ventaja de que el drenaje urbano puede ser interrelacionado con otras funciones, como: control de crecida, recarga de acuíferos, abastecimiento de agua, disposición de residuos, control de estabilidad de cauces, desarrollo de espacios abiertos para recreación. Estos problemas abarcan aspectos técnicos, ambientales, institucionales, legales, económicos y sociales; por lo que, para tratarlos se requiere hacerlo de manera interdisciplinaria.

A diferencia de años anteriores, surgen cambios en las prácticas de manejo de aguas pluviales urbanas, se adicionan técnicas "conservacionistas" a fin de preservar el ambiente e incrementar la eficiencia en el manejo del agua pluvial.

La regulación de caudales en cuencas urbanas, hábito poco usado antes, en la actualidad es una característica común en desarrollos de planes directores de drenaje urbano.

En la etapa ambientalista, la modelación matemática se centró en la aglomeración de distintos contaminantes en las aguas pluviales.

A mediados del siglo XIX, Europa implementó los sistemas unitarios y separados (Pedraza, 2007).

2.2.2 Urbanismo

Proceso de Urbanización. -

El crecimiento urbano, en todas las regiones del mundo, se ha incrementado en los últimos 40 años. La porción de la población mundial que vive en zonas urbanas aumentó, desde un tercio en 1960 hasta el 47% (2.800 millones de personas en 1999) (Pedraza, 2007).

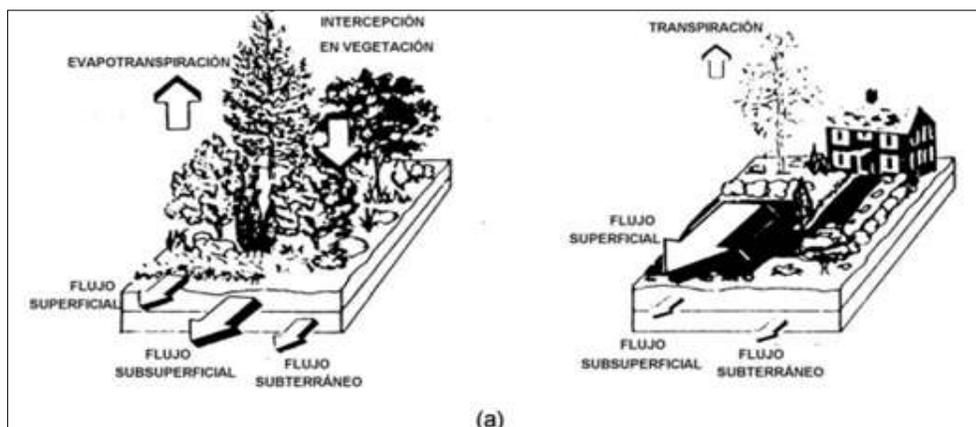
Según el United Nations Population Fund (citado por Pedraza, 2007), la región de América Latina y el Caribe es urbana en más de un 75%; porcentaje casi igual al de Europa, Japón y América del Norte.

Tucci indica en su libro que la población de América Latina y el Caribe variaron de 2.1% en los primeros cinco años de la década de los 80; en un 1.5% en los primeros cinco años del nuevo milenio, y que la tendencia para el año 2015 es de 1.2% (Tucci C. e., 2007).

Efectos Hídricos de la Urbanización. -

Los procesos de urbanización tienen un impacto fuerte en el medio ambiente natural, debido a que generan incremento de la cobertura impermeable de los suelos y decrecimiento de su capacidad de drenaje. Las mencionadas condiciones generan importantes modificaciones en el comportamiento hidrológico de las cuencas con respecto a las condiciones previas al desarrollo.

Ilustración 1.- Etapa Pre – Desarrollo

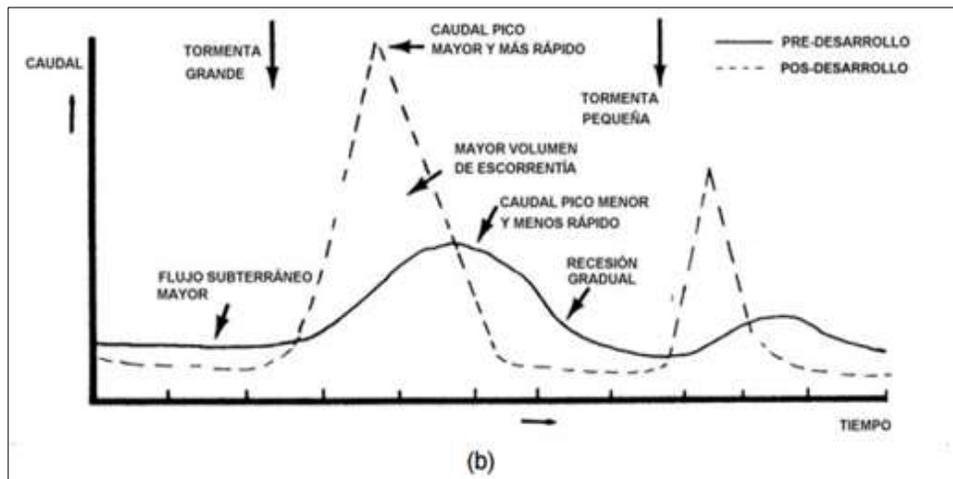


(Tucci C. e., 2007)

Aumenta el escurrimiento total. -

- a) En la etapa Pre-Desarrollo, las pérdidas totales de escurrimiento por la evapotranspiración, intercepción vegetal, flujo superficial e infiltración tienden a ser significativas respecto a la precipitación. En la etapa Post-Desarrollo se reducen estas pérdidas, esencialmente en la infiltración.

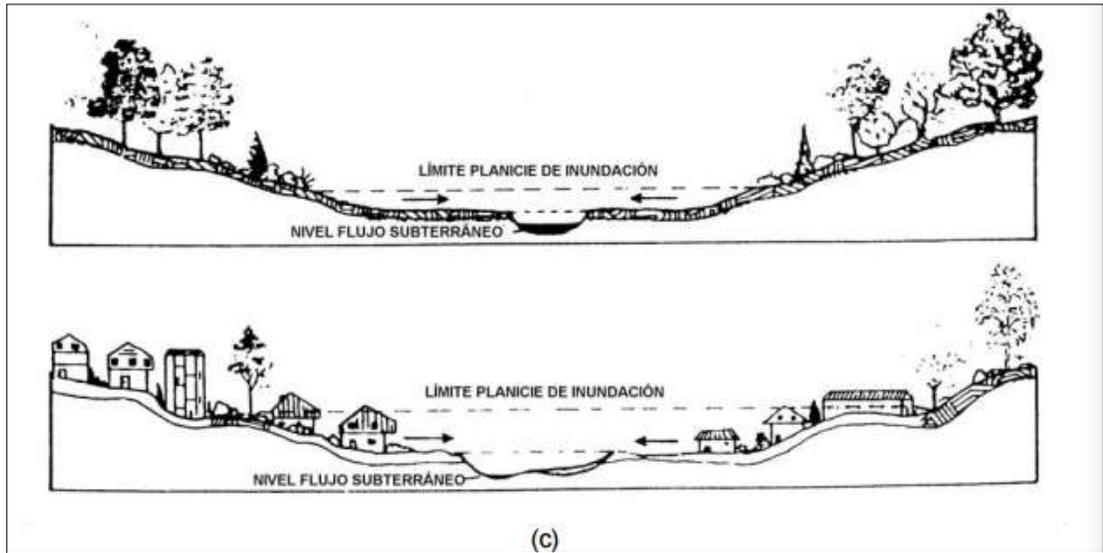
Ilustración 2.- Distribución temporal del escurrimiento más rápido



(Tucci C. e., 2007)

- b) La distribución temporal del escurrimiento es más rápida. -
Debido al crecimiento urbano, las superficies impermeables se han incrementado a la par, lo cual aumenta el escurrimiento superficial. Durante los periodos lluviosos, las descargas del curso normalmente se incrementan; mientras que en los periodos secos disminuyen, debido a la reducción de la recarga subterránea. Además, los pavimentos, cunetas y conductos transportan el escurrimiento más velozmente que las superficies naturales. Lo mencionado, más las obras de rectificación y limpieza de los canales naturales, incremental la velocidad del flujo, ocasionando tiempos de base más cortos.

Ilustración 3.- Caudales y niveles pico mayores



(Tucci C. e., 2007)

c) Las caudales y niveles pico son mayores. -

Los caudales pico se incrementan con el crecimiento urbano, en consecuencia, se suscita un mayor volumen escurrido en un tiempo más corto. Además, la ocupación de las planicies de inundación de los cursos obstaculiza el flujo en crecidas, lo que genera un aumento de los niveles máximos.

La urbanización tiene mayor impacto en efectos frecuentes, que en eventos raros.

d) Se modifica la calidad del agua de los cuerpos receptores. -

Según el United States Environmental Protection Agency (citado por Pedraza, 2007), la contaminación de las aguas pluviales urbanas es una de las causas principales del deterioro de los cuerpos de agua receptores, con mayor afectación a lagos y ríos próximos a grandes ciudades.

Dicha contaminación se debe al lavado que realiza el agua pluvial de las superficies urbanas impermeables (pavimentos, cubiertas entre otras superficies), las cuales acumulan aceites, basura, polvo, etc., originados por las actividades urbanas, tales como combustión de motores, industrias, desechos domésticos y otros.

En América Latina, el reacondicionamiento de los sistemas de drenaje pluvial urbano no es proporcional al crecimiento urbano; debido a ello, estos sistemas no son capaces de asumir las necesidades de conducción de agua, ocasionando inundaciones en las ciudades.

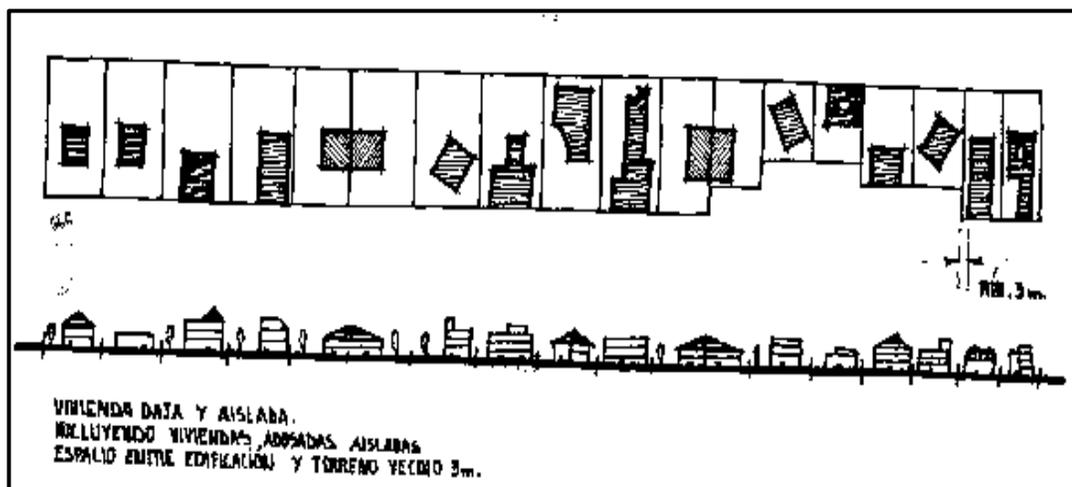
Adicional, muchas ciudades hispanas no tienen una correcta gestión de desechos sólidos urbanos, lo que contribuye a la obstrucción de las alcantarillas, ductos y canales, reduciendo su capacidad; y de tal suerte, que las inundaciones son frecuentes en estos avientes urbanos (Pedraza, 2007).

2.2.3 Densidad habitacional

En la organización de las edificaciones se puede distinguir usualmente las siguientes variaciones de viviendas y construcciones:

- a) Vivienda baja aislada (2-3 pisos). – La densidad habitacional es aproximadamente 30-60 viv/ha. que corresponde a 150 – 300 hab/ha., con promedio de 5hb/viv. Se identifica esta clasificación en cuanto existe un retiro, la distancia mínima de las fachadas hasta el lado del terreno 3m. Los presentes datos corresponden al sector urbano (Nienhuys, 1979).

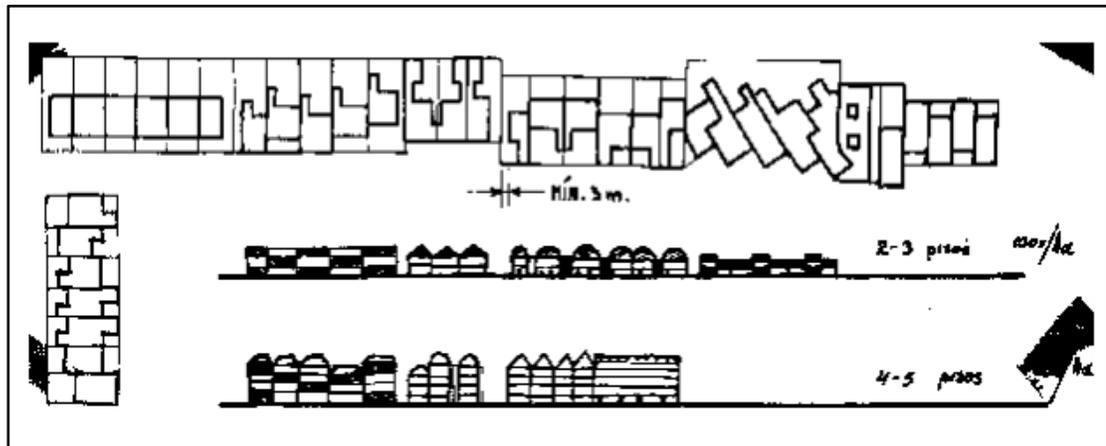
Ilustración 4.- Vivienda baja aislada (2-3 pisos)



(Nienhuys, 1979)

- b) Vivienda baja en hilera (2-3 pisos). – La densidad habitacional es aproximada 80 -100 viv/ha. que corresponde a 400 – 500 hab/ha.; para esta categoría se considera 3 viviendas adosadas o más. Se identifica esta clasificación en cuanto existe un retiro, la distancia mínima de las fachadas hasta el lado del terreno 3m. Los presentes datos corresponden al sector urbano (Nienhuys, 1979).

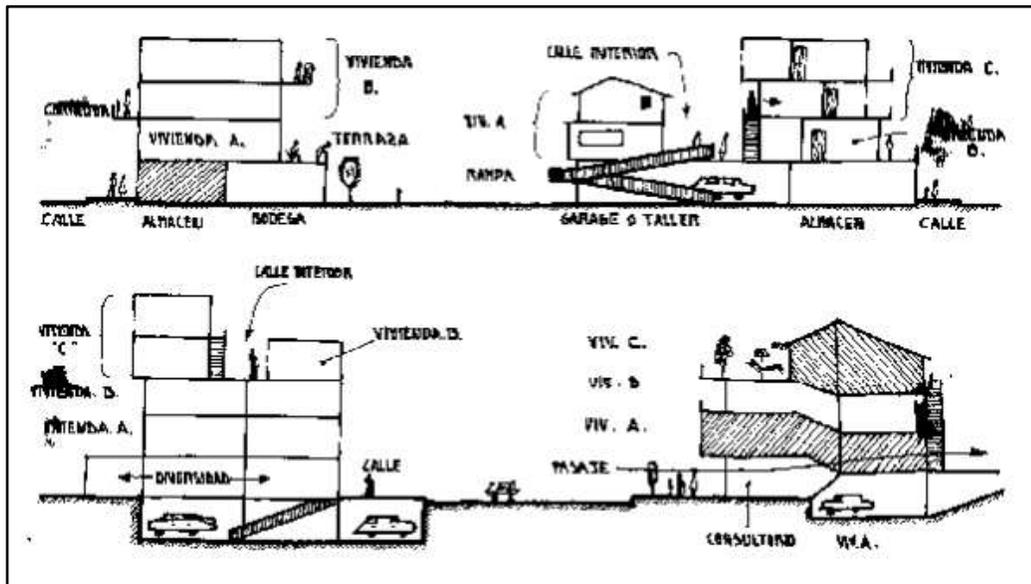
Ilustración 5.- Vivienda baja en hilera (2-3 pisos)



(Nienhuys, 1979)

- c) Vivienda media altura en hilera (4-5 pisos). – La densidad habitacional es aproximada 120 – 150 viv/ha. que corresponde a 500 – 600 hab/ha; la composición de este tipo es igual al anterior con la diferencia de que los edificios pueden tener funciones separadas en el sentido vertical. Como por ejemplo en la planta baja pueden operar restaurantes, farmacias, almacenes, taller pequeño, oficinas públicas, etc. (Nienhuys, 1979).

Ilustración 6.- Vivienda media alta en hilera (4-5 pisos)

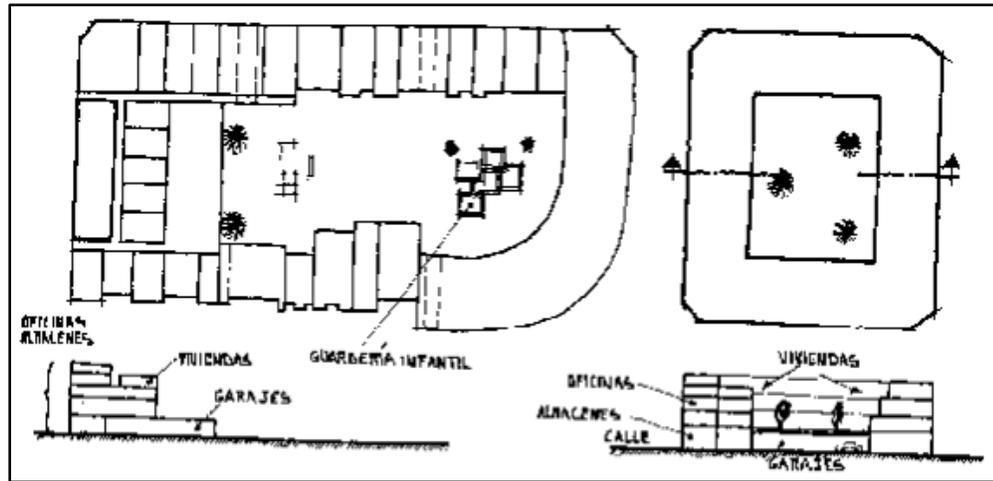


(Nienhuys, 1979)

- d) Vivienda de media altura en agrupación cerrada (4 – 5 pisos). – Densidad habitacional de 160 – 200 viv/ha. corresponde a aproximadamente 700 -800 hab/ha. La agrupación en conjunto cerrado da forma a un tipo de gran patio interior, un espacio verde de ocupación comuna.

En algunas ciudades la densidad de este tipo de construcción puede ser más alto de 350 viv/ha. (1000 – 1500 hab/ha.) (Nienhuys, 1979).

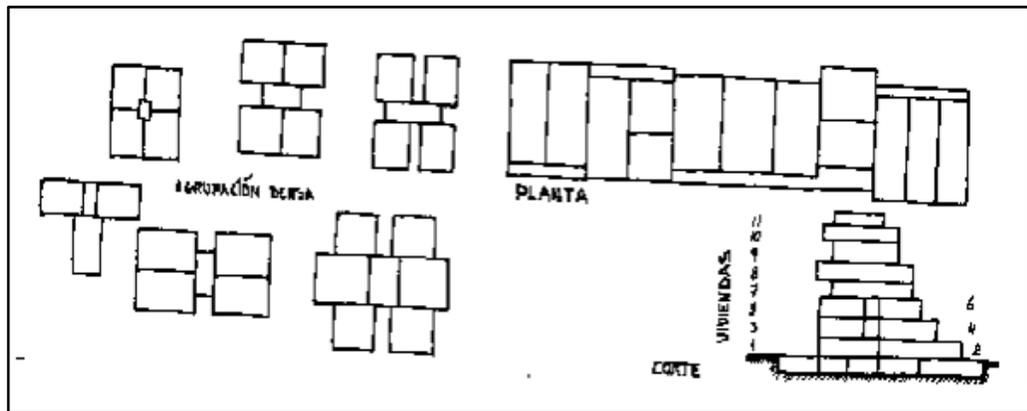
Ilustración 7.- Vivienda de media altura en agrupación cerrada (4 – 5 pisos)



(Nienhuys, 1979)

- e) Vivienda en bloques aislados en hilera (6 pisos). - aproximadamente 225 viv/ha (800 – 1000 hab/ha.), poseen generalmente escalera en el centro y agrupaciones en hilera, con corredores centrales o corredores exteriores (Nienhuys, 1979).

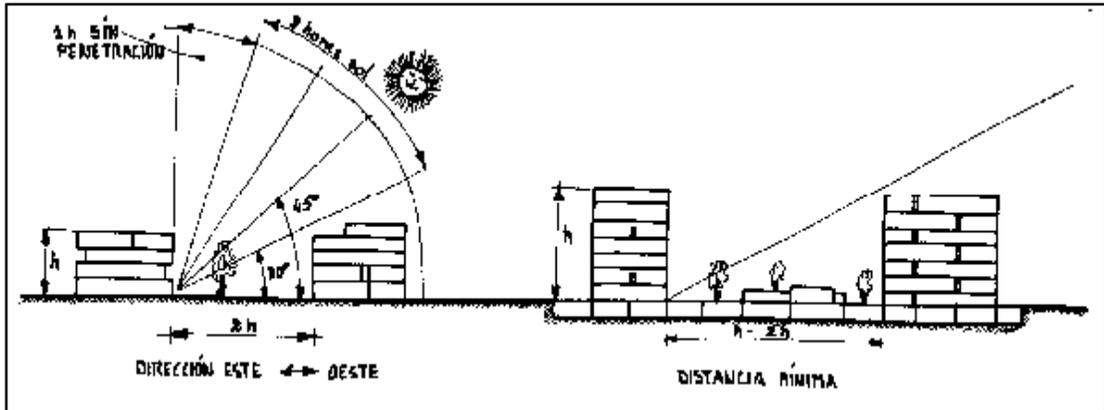
Ilustración 8.- Vivienda en bloques aislados en hilera (6 pisos)



(Nienhuys, 1979)

- f) Viviendas en agrupación de patio (6 – 7 pisos). – Aproximadamente 250 viv/ha (1000 hab/ha.); debido a la mayor altura los edificios tienen más distancia entre ellos, lo cual tiene como consecuencia que no se aumente considerablemente el número de habitantes por ha, en comparación con la categoría e (Nienhuys, 1979).

Ilustración 9.- Viviendas en agrupación de patio (6 – 7 pisos)

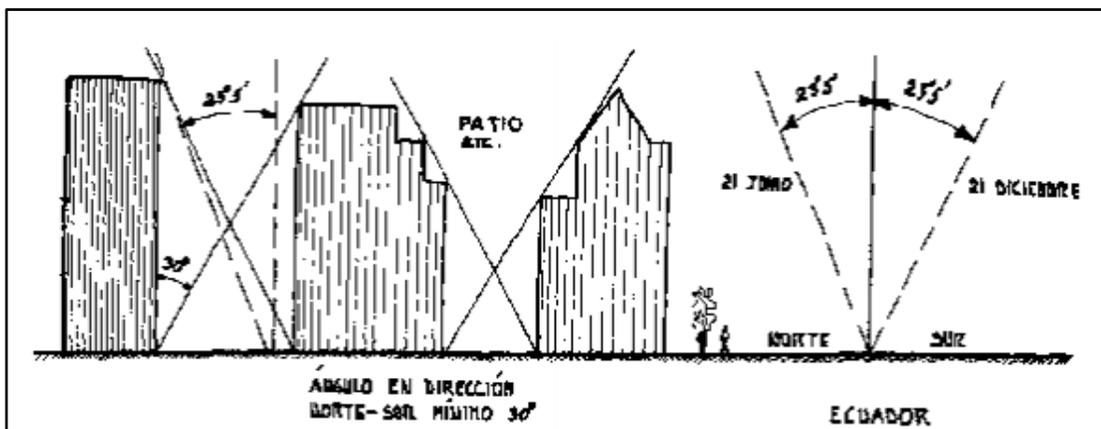


(Nienhuys, 1979)

g) Viviendas (8 o más pisos). – viviendas localizadas en edificios relativamente altos, la densidad oscila entre 1000 – 1400 hab/ha; la densidad de las torres no puede ser muy alta, por razón de su proyección de sombra sobre otros edificios bajos en la cercanía, los que deben tener derecho al asoleamiento y ventilación.

La razón de estos edificios solo se justifica en los centros de las ciudades, donde existe una superposición de funciones, como parqueos, transporte, comercio, oficinas y viviendas (Nienhuys, 1979).

Ilustración 10.- Viviendas (8 o más pisos)



(Nienhuys, 1979)

2.2.4 Inundaciones en la cuenca del Río Guayas

Inundaciones en la zona Sur del Río Guayas

Según Jacinto Rivero Solórzano, la importancia de un "Proyecto de Control de Inundaciones de la Zona Agrícola y Urbana del Sur del Río Guayas y el área Metropolitana de Guayaquil", es imperiosa. Él se fundamenta en los fenómenos naturales y antrópicos de tipo Fluvial, la influencia de la marea, la infraestructura básica de las ciudades, los asentamientos urbanos desordenados y los deslizamientos de laderas (Rivero, 2007).

Fenómenos Naturales y Antrópicos de tipo Fluvial

La gran cantidad de parámetros que intervienen en la formación de un río, y la gran variación que estos pueden tener a lo largo del tiempo hacen del río un fenómeno de difícil solución experimental y analítica.

En ríos en equilibrio, muchos factores naturales e incidencias del hombre, pueden generar un desbalance entre el abastecimiento y la capacidad de transporte de sedimentos del río, originando a su vez sedimentación o erosión en tramos del mismo.

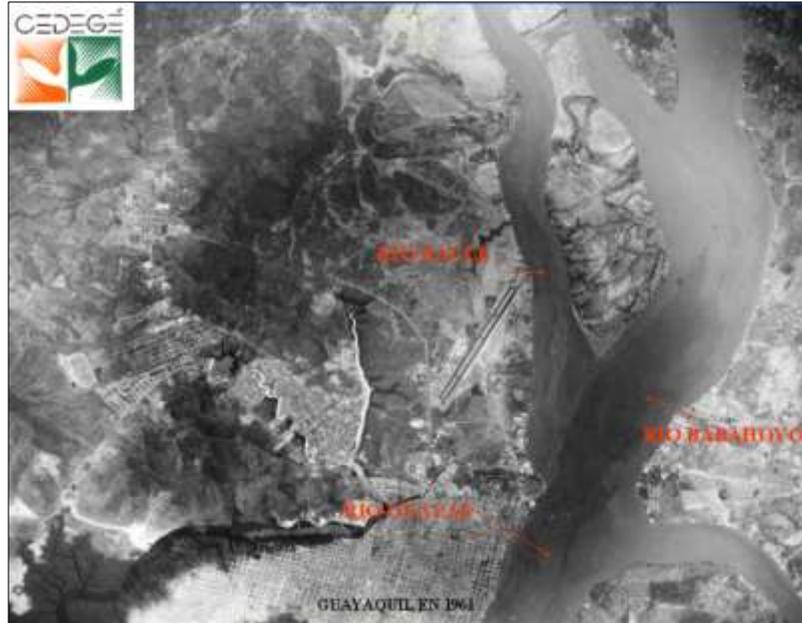
Respecto al proceso de formación de estuarios y llanuras de inundación, y su relación con el Delta del río Guayas, Jacinto Rivero nos comenta que, todas las cuencas sufren decrecimientos debido a los procesos erosivos producidos por los ríos de la misma. Estos ríos transportan los sedimentos hacia llanuras, particularmente a cuerpos de agua donde la velocidad y turbulencia son muy pequeñas, por lo que el sedimento es depositado, formando así los estuarios.

Al tiempo de la formación del estuario, el nivel del río aguas arriba se eleva, a razón de la deposición de los sedimentos; convirtiéndose en parte de la llanura de inundación. En adición, el canal del río se extiende, por lo que su pendiente se vuelve aún más pequeña.

El efecto Natural y Antrópico sobre la sedimentación de los ríos Daule, Vinces y Babahoyo, se tornó más evidente después de El Niño de 1997-1998. Estos ríos comprenden una extensión de 5000 km² (500.000Ha), la cual está sujeta a la influencia de las mareas; volviendo más vulnerable esta región; y ya no solo en los años extremos, sino también en años normales o secos.

En Guayaquil y su área de influencia son cada vez más frecuentes las inundaciones; esto debido a la sedimentación de los ríos Daule, Babahoyo y Guayas (Rivero, 2007).

Registro Fotográfico 1.- Guayaquil en 1961



(Rivero, 2007)

Influencia de la Marea

Las inundaciones en el Delta del río Guayas están ampliamente influenciadas por las mareas, aún más, cuando estas coinciden con las crecientes que bajan de los ríos; ambas, sumadas a la creciente deposición de sedimentos en los ríos, dan origen a un complicado y retador problema para el estuario Guayas, al Nor-Este de la ciudad de Guayaquil.

Las altas mareas suscitadas durante del Fenómeno El Niño, están acrecentando los efectos geomorfológicos en el Delta del río Guayas; lo que genera sedimentación, socavación e inundaciones de la ciudad de Guayaquil y la zona Sur de su cuenca (Rivero, 2007).

Infraestructura básica de las ciudades

Según lo que indica Carlos Tucci en uno de sus libros, en la segunda mitad del siglo XX el crecimiento urbano se ha acelerado, existe gran concentración de población en espacios pequeños de la urbe; esto ha generado impactos negativos en el ecosistema terrestre y acuático, inundaciones en las propias poblaciones, enfermedades y pérdida de calidad de vida. Estos aspectos ocurren debido a la falta de control del área urbana, y esto genera efectos directos en la infraestructura del agua: abastecimiento, sistema sanitario, drenaje urbano e inundaciones ribereñas y residuos sólidos.

Debido a la impermeabilización del suelo y la construcción de redes de conductos pluviales, las inundaciones aumentan su frecuencia y magnitud. A razón del aumento de la urbanización se suscitan los siguientes impactos:

- Incremento de los caudales máximos (hasta 7 veces) y su frecuencia a razón del aumento de la capacidad de escurrimiento a través de conductos y canales, e impermeabilización de superficies.
- Incremento en la producción de sedimentos a razón de la falta de protección de las superficies y la generación de residuos sólidos (basura).
- Deterioro de la calidad del agua superficial y subterránea, a razón del lavado de las calles y superficies impermeables, e instalaciones clandestinas de cloacas.
- Mala implementación de la infraestructura urbana, tal como: a) estructura que obstruyen el escurrimiento (puentes y talud de calles); b) disminución del área de escurrimiento debido a rellenos en puentes y otras construcciones; c) deposición y obstrucción de ríos, canales y conductos, ya sea por basura o sedimentos; d) Proyectos y obras de drenaje inadecuados (diámetros que no corresponden a los requerimientos), que no cuentan con las pendientes correctas, etc. (Tucci C. e., 2007).

Asentamientos urbanos desordenados

El incremento de la periferia de las ciudades de manera incontrolada, debido a la emigración rural que se traslada a las grandes ciudades, buscando empleo origina barrios que usualmente no cuentan con seguridad, infraestructura tradicional de agua, cloacas, drenajes, transporte y recolección de basura.

En el Plan Director de Desarrollo Urbano de las ciudades generalmente no existe ninguna restricción con respecto a la ocupación de áreas de riesgo de inundación, deslizamiento, erosión, entre otras; sin un adecuado planeamiento del espacio, la ocupación se suscita sobre estas áreas de riesgo, originando muertes durante el periodo de lluvias; episodio usual en la invasión de áreas que bordean a los ríos, que pertenecen al poder público, por población de baja renta (Rivero, 2007).

Deslizamientos de laderas

Una de las principales causas de muerte durante la etapa de lluvias es la ocupación de las laderas en las ciudades, ya que en estas se producen deslizamientos de tierra, originados por el escurrimiento de los excedentes pluviales en los suelos de baja sustentabilidad (Tucci C. e., 2007).

Estos deslizamientos de terreno, que se suscitan a los márgenes de ríos u otros cuerpos de agua, crean un taponamiento hidráulico, originando que el nivel del río agua arriba se incremente, generando inundaciones.

2.2.5 Reportes de inundaciones en la Parroquia Samborondón en los últimos 5 años

Diario El Universo en su página web, el 17 de febrero de 2011, informo que el día anterior se produjo una fuerte precipitación que inundo varias zonas de la vía a Samborondón, entre estas: EL Tornado III, Entre Ríos, parqueaderos del centro comercial Rio Centro Entre Ríos, entrada a la zona comercial, vía al parque histórico de Guayaquil y el interior de las urbanizaciones; el agua superaba los 20 centímetros de altura. (Universo, 2011).

Registro Fotográfico 2.- Vista al Centro comercial Villa Plaza



(Universo, 2011)

En una publicación de la página web del diario Expreso, el día 11 de marzo de 2016, se relata la gran inundación del día anterior en Samborondón; comenta que hubo una fuerte lluvia que causo la inundación de los primeros kilómetros de la vía a Samborondón, afectando a los centros comerciales Rio Centro y Village Plaza; las vías públicas y ciudadelas (Expreso, 2012).

Registro Fotográfico 3.- Vista al teatro



(Expreso, 2012)

En su página web Ecuavisa público que en la noche del sábado 2 de marzo de 2013 una intensa lluvia provocó graves inundaciones en Guayaquil y Samborondón, dejando como resultados 7 personas fallecidas y un niño desaparecido (Ecuavisa, 2013).

Registro Fotográfico 4.- Imagen con vista al centro



(Ecuavisa, 2013)

El martes 05 de mayo de 2015 debido a una fuerte precipitación suscitada en la provincia del Guayas, en los Cantones Samborondón y Daule, la urbanización Villa Club en sus etapas Júpiter, Estelar, Boreal, entre otras, resultaron inundadas por horas (El Universo, 2015).

Registro Fotográfico 5.- Imagen con vista a etapa de la urbanización Villa Club



(El Universo, 2015)

El miércoles 19 de abril de 2017 debido a las fuertes precipitaciones suscitadas a partir del mediodía, se reportaron inundaciones en varios sectores de la ciudad de Guayaquil, entre ellas las zonas Puntilla – Samborondón (Ecuavisa, 2017).

Registro Fotográfico 6.- Imagen con vista a Parque Histórico



(Ecuavisa, 2017)

2.2.6 Consideraciones para el Diseño AALL

Datos de Proyecto

A partir de haber decidido realizar el proyecto de alcantarillado pluvial, es conveniente recopilar la información siguiente:

- **Generalidades.** -
 - ✓ Nombre completo de la localidad, municipio y estado a que pertenece.
 - ✓ Coordenadas geográficas y altitud media (x, y, z).
 - ✓ Población, de acuerdo al último censo oficial.
 - ✓ Población actual.
 - ✓ Clima.
 - ✓ Comunicaciones.
 - ✓ Aspecto de la localidad, indicando tipo de edificaciones.
 - ✓ Localización en un plano actualizado de las vías de comunicación.

- **Estado actual de la red de alcantarillado pluvial.** - Descripción de los componentes del sistema, estado de conservación y grado de aprovechamiento.
 - **Red existente.** - Plano actualizado de la red de alcantarillado, en el que se indique:
 - ✓ Escala.
 - ✓ Nombre de las calles.
 - ✓ Trazo de la red existente.
 - ✓ Ubicación de pozos de visita.
 - ✓ Elevación de terreno y plantilla de los pozos de visita.
 - ✓ Pendiente de cada tramo.
 - ✓ Diámetro y tipo de tuberías.

- ✓ Longitud de cada tramo.
- ✓ Sentido del escurrimiento en cada tramo.
- ✓ Sitio de vertido.

- **Información topográfica.** - Constituyen uno de los más importantes aspectos en el proyecto de alcantarillado pluvial, debido a que la topografía de la región define las pautas para la elección del tipo de configuración que tendrá el sistema. Entonces, es necesario contar con la altimetría y planimetría, para establecer los trazos y la ubicación de las estructuras e instalaciones auxiliares.

Los planos deberán incluir los datos siguientes:

- ✓ Planimetría, ubicando paramentos, banquetas, líneas eléctricas, tuberías de agua potable y cajas de operación de válvulas, ductos, etc.
- ✓ Nombre de las calles que forman las manzanas.
- ✓ Longitud de cruce a cruce de las calles.
- ✓ Elevación todos los sitios en los que varíe la pendiente del terreno.
- ✓ Elevación de las tuberías de red de agua potable, alcantarillado sanitario, ductos de gas, etc., existentes.

En el caso de que el proyecto comprenda la rehabilitación o ampliación de una red existente, y no se disponga de planos de la red existente y de las obras accesorias, o estos no sean confiables; debe hacerse el levantamiento topográfico correspondiente.

- **Información adicional para el proyecto. -**

- **Uso de suelo**

- a) Plano de zonificación por tipo de activad. Además, identificar la zona que actualmente esté poblada y las de probable crecimiento futuro.

- b) Planos de instalaciones subterráneas

- Aquellos planos existentes y en proceso de construcción (planos maestros).

- ✓ Agua potable.

- ✓ Alcantarillado sanitario.

- ✓ Gas.

- ✓ Teléfono.

- ✓ Luz.

- ✓ Plano de detalle de estructuras y obras accesorias.

- **Estructuras y obras accesorias**

- Planos topográficos detallados de sitios probables para estaciones de bombeo. Sifones invertidos, obras de vertido, etc. (Comisión Nacional del Agua, 2007).

- **Datos básicos**

Tabla 2.- Datos básicos

Dato	Detalle
Periodo de retorno	años
Área por drenar	ha
Sistema	aguas pluviales
Coefficiente de escurrimiento	adimensional
Intensidad de lluvia	mm/h
Método de diseño	Racional, gráfico alemán, R.R.L.,

	Hidrograma unitario
Fórmulas usadas	Manning, continuidad, y las propias empleadas para método
Gasto de diseño	m ³ /s
Velocidad mínima	m/s
Velocidad máxima	m/s
Sistema de eliminación	gravedad/ bombeo
Tipo de tubería	Concreto, polietileno, etc.

(Comisión Nacional del Agua, 2007)

Hidrología de los Conductos

Velocidad. - La fórmula empírica de Manning es utilizada para el cálculo de la velocidad en el diseño de canales abierto y cerrados. Tiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{n}(R)^{2/3}(S)^{1/2}$$

Dónde:

V: Velocidad (m/s)

n: Coeficiente de rugosidad, está en función del tipo de tubería.

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m) (Ruíz Larrea, 2011).

Velocidades Mínimas. - En alcantarillado pluvial, la velocidad mínima será de 0.9 m/s, para el caudal máximo instantáneo en cualquier época del año.

Velocidades Máximas. - Las velocidades máximas permisibles en alcantarillado pluvial pueden ser mayores a las aprobadas para caudales sanitarios, dado que los caudales de diseño ocurren con poca frecuencia.

Tabla 3.- Velocidades máximas

Conductos	velocidades
V max. Tubería de Hormigón	6 m/s
V max. Canales y colectores, de hormigón armado, y tuberías termoplásticas o PVC	9 m/s

(Ruíz Larrea, 2011)

Tipo de tubería. - Existen tuberías formadas por diversos tipos de materiales; cada uno de estos materiales posee distintas propiedades, las cuales influyen en el cálculo de las velocidades en los ductos (Ruíz Larrea, 2011).

Tabla 4.- Coeficientes de Rugosidad de los tipos de conductos

TIPO DE CONDUCTO	n	n
Tubería de Hormigón Simple	0,012-0,015	0,013
Tuberías de Plástico o PVC corrugada		0,013
Tubería de Termoplástica de interior liso o PVC		0,010
Colectores y tuberías de hormigón armado, fundido en sitio	0,013-0,015	0,015
Ladrillo	0,014-0,019	0,016
Mampostería de piedra	0,017-0,020	0,018
Tubería de acero Corrugado	0,024-0,027	0,026
Canal en tierra sin revestir	0,025-0,040	0,033
Canal en roca sin revestir	0,030-0,045	0,038
Canal revestido con hormigón	0,013-0,015	0,015
Túnel en roca sin revestir	0,025-0,040	0,033
Túnel revestido con hormigón	0,014-0,016	0,015

(Ruíz Larrea, 2011)

Radio hidráulico. - Es un parámetro de gran importancia en el dimensionamiento de canales, tuberías y otros elementos de las obras hidráulicas. Su expresión es:

$$R = \frac{Am}{Pm}$$

Donde.

R: Radio hidráulico (m)

Am: Área mojada (m²)

Pm: Perímetro mojado (m) (Ruíz Larrea, 2011).

Diseño de la red de AALL

Caudal de Diseño. - Para el cálculo de los caudales de escurrimiento superficial directo, se podrá emplear tres enfoques básicos:

1. El Método Racional
2. El Método del Hidrograma unitario sintético

1. Método Racional. - Sirve para determinar el caudal instantáneo máximo de descarga de una cuenca; es empleado en cuencas cuya área de aportación es menor a las 100Ha.; debido a que tiende a ser muy conservador. El utilizar el método racional en una cuenca de mayor tamaño, derivaría a un sobredimensionamiento del sistema; esto debido a que considera que en una cuenca la intensidad y frecuencia de lluvia es la misma en cualquier sector de la cuenca; lo que no es real.

La expresión del método racional es:

$$Q = c \times I \times A$$

Donde.

Q: Caudal

C: Coeficiente de escurrimiento

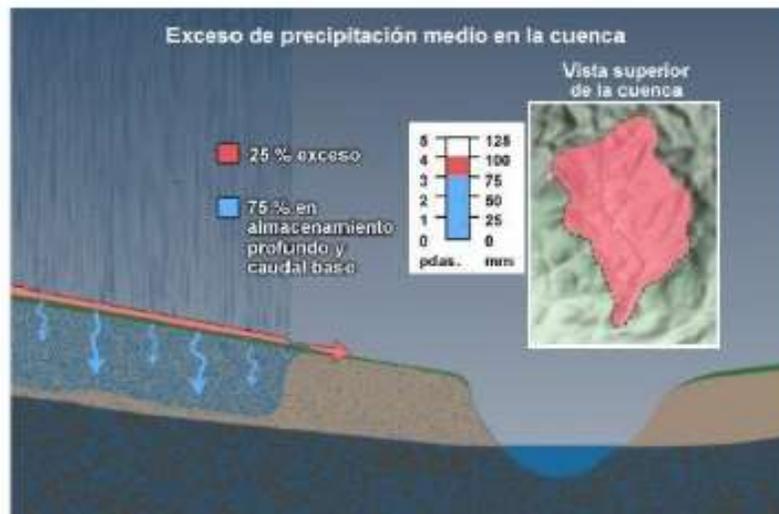
A: Área de drenaje

I: Intensidad de lluvia (García Cruz, 2013).

- 2. El Método del Hidrograma unitario sintético.** - El hidrograma unitario es la representación gráfica de las variaciones del caudal respecto al tiempo, arregladas en orden cronológico en un lugar dado de la corriente. Considerando una cantidad específica de precipitación, la teoría del hidrograma unitario nos permite calcular la cantidad de flujo que se producirá en determinado periodo.

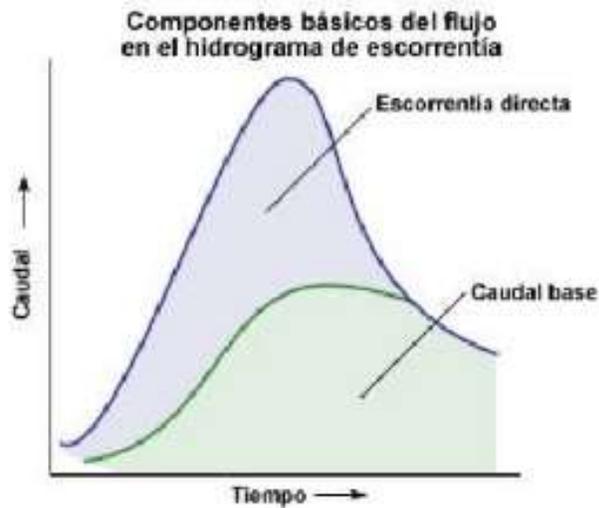
Representa el exceso de precipitación o escorrentía directa.

Ilustración 11.- Exceso de precipitación en una cuenca



(Duran Sarmientos, García Troya, Panchano Ramón, Terán Reyes, & Ullauri Ortega, 2014)

Ilustración 12.- Hidrograma de una cuenca



(Duran Sarmientos, García Troya, Panchano Ramón, Terán Reyes, & Ullauri Ortega, 2014)

Coefficiente de Escurrimiento. - es la relación entre la lámina de agua precipitada sobre una superficie y la lámina de agua que escurre superficialmente (ambas en mm). Generalmente se lo expresa con la letra "C" (Ruíz Larrea, 2011).

Tabla 5.- Coeficiente de Esguerrimiento

TIPO DE AREA DRENADA	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	
	MINIMO	MÁXIMO
Zonas Comerciales:		
Zona Comercial	0.75	0.95
Zonas mercantiles	0.70	0.90
Vecindarios	0.50	0.70
Zonas Residenciales:		
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares, espaciados	0.40	0.60
Multifamiliares, compactos	0.60	0.75
Semiurbanas	0.25	0.40
Casas habitación	0.50	0.70
Zonas Industriales:		
Espaciado	0.50	0.80
Compacto	0.60	0.90
Cementerios y Parques		
Campos de juego	0.20	0.35
Patios de ferrocarril y terrenos sin construir	0.20	0.40
Zonas Suburbanas	0.10	0.30
Calles:		
Asfaltadas	0.70	0.95
De concreto hidráulico	0.80	0.95
Adoquinadas o empedradas, junteadas con cemento	0.70	0.85
Adoquín sin juntear	0.50	0.70
Terracerías	0.25	0.60
Estacionamientos		
Techados	0.75	0.85
Praderas:		
Suelos arenosos planos (pendientes ≤ 0.02)	0.05	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02 - 0.07)	0.10	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 ó más)	0.15	0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 ó menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02 - 0.07)	0.18	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 ó más)	0.25	0.35

(Ruíz Larrea, 2011)

Caudal teórico. - El caudal teórico se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{0.312}{n} (D)^{8/3} (S)^{1/2}$$

Intensidad de lluvia. - Es la cantidad de agua que pasa una determinada superficie, es decir, el volumen de agua caída por unidad de tiempo y superficie. Se mide habitualmente en mm/h.

La expresión de la intensidad de lluvia, para un periodo de 10 años, es:

$$I = -31,70 \ln(Tc) + 199.41$$

La intensidad de lluvia está en función del Periodo de Retorno y el Tiempo de Concentración (García Cruz, 2013).

Periodo de Retorno. - Es la inversa de la probabilidad de que ocurra la lluvia de diseño en un determinado intervalo de tiempo (García Cruz, 2013).

Tabla 6.- Periodos de Retorno Aconsejados

5 años	Zonas de Baja riqueza del suelo, de baja densidad demográfica.
10 años	Zonas de riqueza media del suelo, zonas de residencia habitual.
20-25 años	Zonas de Alto Valor del suelo, zonas Históricas.
25 años	Emisarios y colectores principales.

(García Cruz, 2013).

Tiempo de concentración. - Representa el tiempo que se tarda una gota de agua en recorrer desde el punto más alejado hasta el punto de recolección del sistema, ya sea: sumidero, rejilla, canal, etc.

Existen diversos métodos establecidos para la determinación del tiempo de concentración, algunos partes de tablas, otros de gráficas, o ecuaciones empíricas; las más utilizadas, respecto a tablas y gráficas son: Agres, USDA y Comack; y, respecto a ecuaciones son: Bransby-Williams, Ventura-Heras, Giandotti, Kirpich, Passinni (García Cruz, 2013).

2.2.7 Consideraciones para el Estudio Ambiental

Para la ejecución de un Estudio de Impacto Ambiental en Ecuador, se debe considerar como documento guía las directrices emitidas en el Reglamento 068 del Ministerio del Ambiente, en el cual indica las líneas maestras para la elaboración del estudio pertinente, entre estas tenemos los siguientes elementos:

- i) Un marco legal, en el cual se extraen las leyes, reglamentos y ordenanzas ambientales relacionadas con el proyecto.
- ii) La línea base, en la que se caracteriza el entorno en el cual se desarrollara el proyecto, comprende los componentes físico, biótico y socioeconómico.
- iii) Descripción del proyecto, en el cual se caracteriza el proyecto como tal, acciones principales, volúmenes de obras, actividades de operación y mantenimiento, etc.
- iv) Evaluación de impacto, teniendo en consideración los elementos antes descritos se realiza la evaluación de impacto ambiental por medio de la cual se determina el nivel de impacto que generaran las actividades del proyecto sobre los diferentes recursos.
- v) Plan de manejo ambiental, en el cual se determinan una serie de medidas destinadas a eliminar, minimizar los impactos que serán generados por el proyecto.

La obtención de los elementos principales del estudio se realiza con los métodos siguientes:

- a) Aspectos Físicos**
- b) Aspectos Biológicos**
- c) Aspectos Socioeconómicos**

La información para cada uno de los aspectos pertinentes del área de influencia del proyecto, deberán ser obtenidos de los estudios de instituciones del estado o de estudios privados que cumplan con el rigor técnico pertinente (tesis de grado o post grado, estudios de instituciones privadas).

Por ejemplo, el caso particular para estudios climáticos existen los registros del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), del cual se podrá seleccionar la estación meteorológica más cercana al proyecto en cuestión, es decir, que se encuentre en la misma zona climática (García Cruz, 2013).

2.2.7.1 Metodología de Evaluación del Impacto Ambiental

Se considera métodos habituales para la identificación de impactos a las categorías denominadas: listas de revisión, matrices causa – efecto, matriz de interacción, diagramas de redes y métodos ad hoc. Para la valoración de impactos citan como métodos directos de valoración escalas cuantitativas o cualitativas y, como métodos indirectos la valoración por desagregación en componentes y el valor ambiental agregado, métodos que puedes apoyarse en técnicas auxiliares como paneles de expertos o la técnica Delphi (Zuñiga Palma, 2009).

Método de valoración Cualitativa

El método de valoración cualitativa, conocido como Matriz de Importancia, metodología recomendada por Conesa en el documento “Estudios de Impacto Ambiental – España, 1998”. La matriz de Importancia permite obtener una valoración cualitativa, y se realiza a partir de la Matriz de identificación de impactos. Cada casilla de cruce en la Matriz o elemento tipo, dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Los elementos tipo, o casilla de cruce, están ocupados por la valoración correspondiente a siete símbolos, a los que se añade uno o más que sintetiza en una cifra la importancia del Impacto, en función de los seis primeros símbolos anteriores.

A continuación se describe el significado de los mencionados símbolos que conforman el elemento tipo de una matriz de valoración cualitativa o de una matriz de importancia:

Signo (Naturaleza + / -).- Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad (IN).- Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. La valoración está comprendida entre 1 y 16, en el que 16 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima.

Extensión (E).- Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedio, según gradación, como impacto parcial (2) y Extenso (4).

Momento (M).- El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, asignándole un valor (4). Si es período de tiempo que va de 1 a 3 años, mediano Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de tres años, largo plazo con valor (1).

Persistencia (P).- Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un mes, consideramos que la acción

produce un efecto fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 2 y 6 meses, Temporal (2); entre 7 y 24 meses Pertinaz (4) y si el efecto tiene una duración superior a los 2 años, consideramos el efecto como permanente, asignándole un valor (8).

Reversibilidad (R).- Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, como consecuencia de la acción acometida, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medio natural. Si es a corto plazo, se le asignará el valor (1), si es mediano plazo (2), si es largo plazo (4) y si es irreversible se asigna (8). Cuando el impacto es irrecuperable se asigna un valor de (20).

Medidas Correctoras (MC).- La posibilidad y el momento de introducir acciones o medidas correctoras para paliar o remediar los impactos, se testimonia de manera temporal. No existe posibilidad, se simboliza con la letra (N), en la fase de proyecto (P), en la fase de obra (O) y en la fase de funcionamiento (F).

Importancia.- Viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados. (García Cruz, 2013)

$$\text{Importancia} = +/- (3IN + 2E + M + P + R)$$

2.2.8 Consideraciones el Análisis Económico

Los estudios de factibilidad económica comprenden análisis de costos y beneficios asociados con cada alternativa del proyecto. Con análisis de costo/beneficio, todos los costos y beneficios de adquirir y operar cada sistema alternativo se identifican y se hace una comparación entre ellos. En primera instancia se comparan los costos esperados de cada alternativa con los beneficios esperados para cerciorarse que los beneficios superen los costos. Después la proporción

costo/beneficio de cada alternativa se compara con las proporciones costo/beneficio de las otras alternativas para identificar la alternativa más atractiva en el aspecto económico.

En tercera instancia, generalmente implícita, se relaciona con las formas en que se podría gastar el dinero de modo que no fuera en un proyecto de sistema. Los costos de implementación abarcan comúnmente el costo remanente de la investigación de sistemas, los costos de operación del sistema para su vida útil esperada, y los costos de mano de obra, material, energía, reparaciones y mantenimiento. A través de este análisis costo/beneficio, y apoyándose en los conceptos tradicionales de análisis financiero y las herramientas como teoría del valor actual neto (VAN), análisis de costos diferenciales y análisis de flujo descontados, además de la tasa interna de retorno (TIR).

Flujo de caja

“Es el resultado de contabilizar el dinero efectivo que entra y sale producto de la ejecución del proyecto y es la base para el manejo de la tesorería, de forma de no caer en incumplimiento por falta de liquidez” (Palacios, 2005).

Es el efectivo neto y real, que fluye durante un periodo específico. El flujo de caja es el paso más importante en el análisis financiero (Goxens, 2007).

Valor actual neto (VAN)

El valor el dinero varía en el tiempo ya que una cantidad de dinero recibida hoy es más valiosa que la misma suma recibida dentro de un año; por tanto, de igual manera, una cantidad de dinero que será recibida dentro de un año es menos valiosa que si esa misma suma se recibiera hoy.

Tasa Interna de Retorno

Es aquella tasa de descuento que hace que el valor actual de todos los flujos del modelo sean cero. TIR se calcula de forma iterativa, es decir, asignando sistemáticamente diversos valores a la tasa de descuento en la fórmula de valor presente, hasta lograr la tasa que lo hace igual a cero (Palacios, 2005).

2.2.9 Dispositivo Regulador para bocas de Tormenta

Introducción

La urbanización genera cambios importantes en el ciclo hidrológico, incrementando los volúmenes de escurrimiento, y las descargas pico y reduciendo los tiempos de distribución del flujo.

El crecimiento desordenado y acelerado de las grandes ciudades, incrementa los efectos mencionados y dejando a las redes de desagüe pluvial sin la capacidad para conducir los caudales generados y en consecuencia las inundaciones son cada vez más frecuentes.

Las inundaciones en cuencas altamente urbanizadas han ocasionado pérdidas económicas millonarias; como ha ocurrido en la ciudad de Buenos Aires y Rosario (Argentina); y es debido a ello, que el INA Instituto Nacional del Agua (Instituto Argentino) ha desarrollado y patentado un dispositivo regulador de crecidas. (INA, 2010).

Desarrollo del dispositivo regulador

Descripción geométrica e hidráulica. - La función del dispositivo es trabajar con almacenamientos distribuidos y regulados sobre los caudales que ingresen a los ductos de desagüe pluvial.

El diseño del dispositivo regulador se realiza en función de la capacidad actual de la red o conducto, se determina el nivel de insuficiencia para conducir los excesos para una tormenta de diseño seleccionada. En base a esto y al número de sumideros necesarios en la red, se diseñan los dispositivos para que puedan contener los excedentes del sistema y se logren los efectos de atenuación (Secchi & Giacosa).

Funcionamiento interno. – El sistema está conformado por una entrada con un sistema de retención de residuos, dos cámaras de almacenamiento interconectadas mediante orificio y vertedero, un orificio regulador de salida con conexión a la red; elementos diseñados en función de la tormenta de diseño, porcentajes de laminación y tiempos de desembalse buscados.

Si el dispositivo funciona por gravedad y sin mecanismos internos, se deberá diseñar los dos reservorios en función que una vez que se supere el pico de diseño en el hidrograma, el excedente sea almacenado en el segundo reservorio que se encuentra vacío y con capacidad de retención proyectada según el sumidero (Secchi & Giacosa).

Ilustración 13.- Esquema del dispositivo regulador de caudales



(INA, 2010)

CAPITULO 3

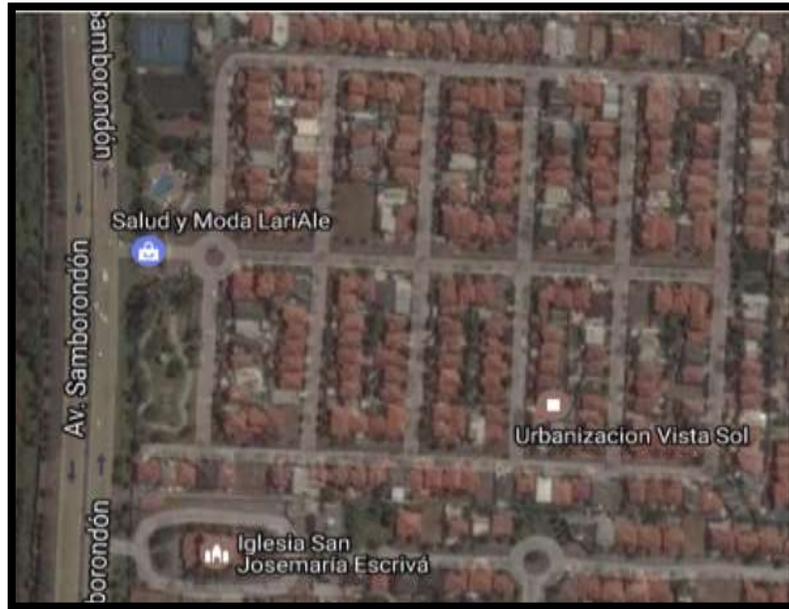
3.1 INVESTIGACIONES Y TRABAJO DE CAMPO

3.1.1 Urbanización Vista Sol

La urbanización Vista Sol está ubicada en el Km 7.5 de la Vía Puntilla-Samborondón, Parroquia Urbana Satélite La Puntilla, del Cantón Samborondón. Vista Sol es una zona residencial privada, cuenta con infraestructura sanitaria, eléctrica, seguridad.

Vista Sol cuenta con lotes de aproximadamente 360m², para villas de 4 a 5 dormitorios, cada uno con sus respectivos parqueos para residentes. Las calles interiores están adoquinadas, midiendo 6.6 m de ancho las secundarias y 17.20 m las principales; el bordillo o cuneta mide 0.6m y aceras 1.4m, totalizando una sección transversal de 10.2 m para las calles secundarias y 24.4 para las calles principales.

Ilustración 14.- Urbanización Vista Sol



(Tutiven 2017)

3.1.2 Coordenadas Geográficas

Tabla 7.- Coordenadas Geográficas del terreno de la urbanización Vista Sol

UTM-DATUM WGS 84		
PUNTOS	ESTE	NORTE
1	625297	9769422
2	625737	9769405
3	625305	9769245
4	625727	9769235
5	625301	9769072
6	625721	9769053

3.1.3 Hidrología

Cerca de unos 575 metros de la ciudadela Vista Sol se encuentra el Río Babahoyo, cuya extensión aproximada es de 80km, perteneciente al Sistema Hidrográfico del Guayas.

3.1.4 Climatología

El clima se define como un conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan a un área de la superficie terrestre.

La información climatológica del sector en cuestión proviene de los registros históricos del Boletín Climatológico Anual 2015, en específico de los recopilados de la estación aeronáutica de Aviación civil código M0056, localizada en la ciudad de Guayaquil (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015).

Los datos de la estación son los siguientes:

Tabla 8.- Información de la Estación M0056

LITORAL						
Cod. Estación	Nombre	Tipo	Latitud	Longitud	Elevación	Provincia
M0056	Guayaquil A.	AR.	02°09'12'' S	79°53'00'' W	0005msnm	Guayas

(Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2016)

Para el sector en cuestión la información climatológica es la siguiente:

Tabla 9.- Información Climatológica

GUAYAQUIL	Normal Temperatura media anual	Normal Temperatura media de máxima absoluta anual	Normal Temperatura media de mínima absoluta anual
Anual	25.4 °C	33.8 °C	20.6 °C
2015	27.7 °C	34.0 °C	22.2 °C

(Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2016)

3.1.5 Precipitación

Los valores pluviométricos mensuales también son obtenidos del Boletín Climatológico Anual 2015 (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2016), de la estación aeronáutica de Aviación civil código M0056. Los valores están expresados en la siguiente tabla:

Tabla 10.- Información de Precipitaciones

GUAYAQUIL	Precipitación normal anual acumulada	Total días con precipitación anual	Precipitación máxima en 24 horas	Mes precipitación máxima 24 horas
Anual	1285.6	-	-	-
2015	966.6	90	112.0	Abril

(Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2016)

Para una interpretación más precisa, respecto a cuáles son los meses con mayor precipitación, se incorpora una gráfica obtenida del INAMHI.

Tabla 11.- Valores Pluviométricos Mensuales 2012 (mm)

CODIGO	VALORES PLUVIOMETRICOS MENSUALES 2012 (mm)												TOTAL ANUAL	Máxima en 24 Hrs Fecha	Número de días	
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.				
M1095	603.9	568.5	531.3	619.9	372.4	20.0	7.9	1.8	5.3	18.4	15.0	18.0	2783.0	123.2	7-ene	210
M1096	279.8	606.5	420.7	256.8	65.1	6.0	0.0	0.0	0.2	2.5	5.5	8.8	1650.0	145.1	25-feb	130
M1097							69.2	8.0	0.0	66.6	273.1	223.7				
M1099							0.0	0.0	0.0	14.3	14.1	36.3				
M1101							0.0	0.0	0.0	77.9	228.9	154.7				
M1103	350.7	377.7	114.3	154.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	147.8	76.4		1225.4			
M1105	465.8	728.2	725.8	242.6	380.1	77.8	4.9	10.3	0.0	1.8	14.9	43.7	2675.7			
M1107	206.5	106.3	108.9	106.5	30.8	20.8	0.0	2.7	15.9	101.6	99.1	43.3	902.5	25.0	2-nov	139
M1111	181.0	158.6	182.7	157.6	96.2	113.4	97.5	81.5	45.2	122.1	115.5	55.9	1405.2			
M1117	197.0	167.3	99.0	344.0	37.4	20.3	0.0	3.6	8.9	63.8	76.8	30.4	948.5			
M1123	455.7	952.9	529.6	134.8	129.4	1.0	2.0	0.0	0.0	8.5	0.0	3.4	2205.3	130.4	27-feb	107
M1124	322.4	162.9	361.7	278.3	225.2	279.8	302.2	472.3	211.3	174.0	114.0	219.3	3143.4	88.0	29-ago	329
M1128							0.0	0.0	1.5	46.2	219.4	99.8				
M1130				121.8	21.1	15.2	19.0	28.8	46.8	98.7	109.3	57.8				
M1146	196.6	383.2	209.9	141.5	39.7	17.6	4.4	0.0	2.3	0.2	1.0	15.1	1011.5	80.0	6-abr	83
M1148	453.7	628.2	545.0	336.0	190.0	4.6	0.0	0.0	1.0	1.6	4.3	25.4	2159.8	108.0	26-feb	136
M1149	536.8	571.9	700.4	453.7	393.9				8.2	26.4	34.1	57.4				
M1152	90.9	185.9	196.4	45.1	76.8	1.3	0.5	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	596.7	40.0	5-feb	94
M1155	450.3	394.7	436.1	463.3	196.5	57.8	10.3	4.9								
M1156	120.7	109.2	70.6	181.9	17.6	22.2	0.0	3.2	19.1	88.9	174.4	33.2	850.0			
M1159							0.5	0.0	0.0	0.0	10.0	6.3				
M1160							0.0	0.0	0.0	11.1	77.1	67.9				
M1163							0.0	0.0	0.0	8.0	70.5	60.5				
M1164	365.4	946.2	767.3	463.3	142.8	6.5	0.0	0.4	0.0	0.0	52.7	23.2	2797.9	140.8	17-mar	130
M1167						15.8	7.0	11.9	2.8	223.1	247.8	58.9				
M1169							0.0	0.0	0.0	0.0	125.5	29.8				
M1170	99.9	77.6	58.8	26.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	263.7			
M1171	627.7	484.2	710.8	376.9	346.4	378.4	356.4	316.6	263.1	382.3	312.0	339.6	4894.4	118.4	12-ago	192
M1173	486.0	353.4	153.5	138.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	3.1	1136.4	108.2	7-abr	58
M1199	92.8	181.3	93.6	142.0	57.6	38.9	24.5	46.1	17.8	100.9	94.9	81.6	972.0	38.1	18-mar	176
M1203	744.7	516.9	731.6	671.7	437.0	430.5	371.0	254.2	254.3	226.6	342.5	667.9	5637.9	200.2	10-abr	309
M1205			382.2	29.9	211.7	30.1	1.9	0.6	0.0	2.2	5.7	17.2				
M1207	269.7	471.6	383.8	156.8	216.7	13.9	0.0	0.0	0.0	1.2	0.4	38.5	1552.4	96.4	11-feb	106
M1208	251.9	443.5	289.7	91.2	79.0	59.1	0.3	0.3	0.0	0.2	0.0	28.5	1243.7			
M1209	101.0	74.9	60.7	137.8	18.5	11.4	6.9	16.5	0.0	94.3	135.2	30.3	687.5			
M1210							3.5	10.0	11.9	63.6	85.9	24.2				
M1212	250.7	235.6	212.2	230.5	48.5	77.0	0.0	0.0	3.0	38.8	49.7	51.0	1197.6			
M1213	374.3	406.9	348.8	155.9	77.0	23.7	2.1	0.0	0.0	3.1	20.0	50.4	1462.2			
M1214	231.6	221.6	91.7	194.7	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	115.7	30.0	927.8	56.2	7-abr	87
M1215	618.0	632.4	527.3	532.3	326.4	109.2	61.3	21.2	35.2	97.0	95.3	73.7	3129.3	73.0	29-feb	288
M1217	241.5	335.2	239.6	28.6	27.3	34.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	906.7			
M1219	460.2	194.7	577.2	494.8	320.4	401.5	426.2	430.9	208.1	549.6	331.4	225.2	4620.2	104.5	16-nov	327
M1221	417.8	444.9	581.6	451.0	247.3	248.2	350.0	194.9	184.4	345.5	273.4	404.9	4143.9			
M1230	319.1	474.0	369.9	152.2	167.4	91.1	6.5	0.0	0.0	0.9	5.3	29.1	1615.5			
M1231	234.7	218.3	116.0	164.4	83.6	7.4	4.9	30.5	36.8	105.8	185.4	46.2	1235.0			
M1232	273.7	264.5	455.3	206.1	275.7	197.6	211.7	151.7	133.1	460.3	187.1	401.5	3218.3			
M1233	129.2	203.8	257.2	11.5	6.4	12.6	0.0	20.1	8.1	20.3	8.1	21.4	899.7			
M1234	236.8	536.3	452.0	176.5		48.1	3.2	0.0	0.0	0.0	1.5	16.0				
M1236	76.9		34.5	56.3	11.5	4.6	6.4	17.7	10.6	55.5	76.9	19.7				
M1239	731.0	577.7	646.8	499.1	429.9	64.3	3.2	3.8	1.8	10.9	24.3	51.2	3043.0			
M1240						15.6	1.0	3.1	4.7	1.1	65.0	60.1	33.5			
M1241	819.9	657.6	652.8	412.0	247.1	48.1	0.0	0.5	2.2	1.2	36.8					
M1243					7.5	5.3	2.9	19.8	4.9	52.0	14.0	14.4				
M1251	175.0	495.3	506.3		897.6	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9				
M1252	271.4	441.9	486.2	79.8	71.3	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1301.9	149.0	11-mar	93

(Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015).

En una tabla resumen:

Tabla 12.- Resumen de Valores Pluviométricos en la estación M1252

ESTACION	M1252
ENE.	271.4
FEB.	441.9
MAR.	486.2
ABR.	79.8
MAY.	71.1
JUN.	10.0
JUL.	0.0
AGO.	0.0
SEP.	0.0
OCT.	0.0
NOV.	0.0
DIC.	1.5
TOTAL ANUAL	1361.9
Máxima en 24 Mrs.	149.0
Fecha	11-mar.
Número de días	93

(Tutiven 2017)

3.1.6 Planimetría del Área

Planimetría es la parte de la topografía que trata la medición y representación de una superficie de una porción de la superficie terrestre sobre una superficie plana.

La ciudadela está asentada en el km 7.5 de la Vía Puntilla-Samborondón, los límites del área donde se desarrolló la ciudadela son los siguientes:

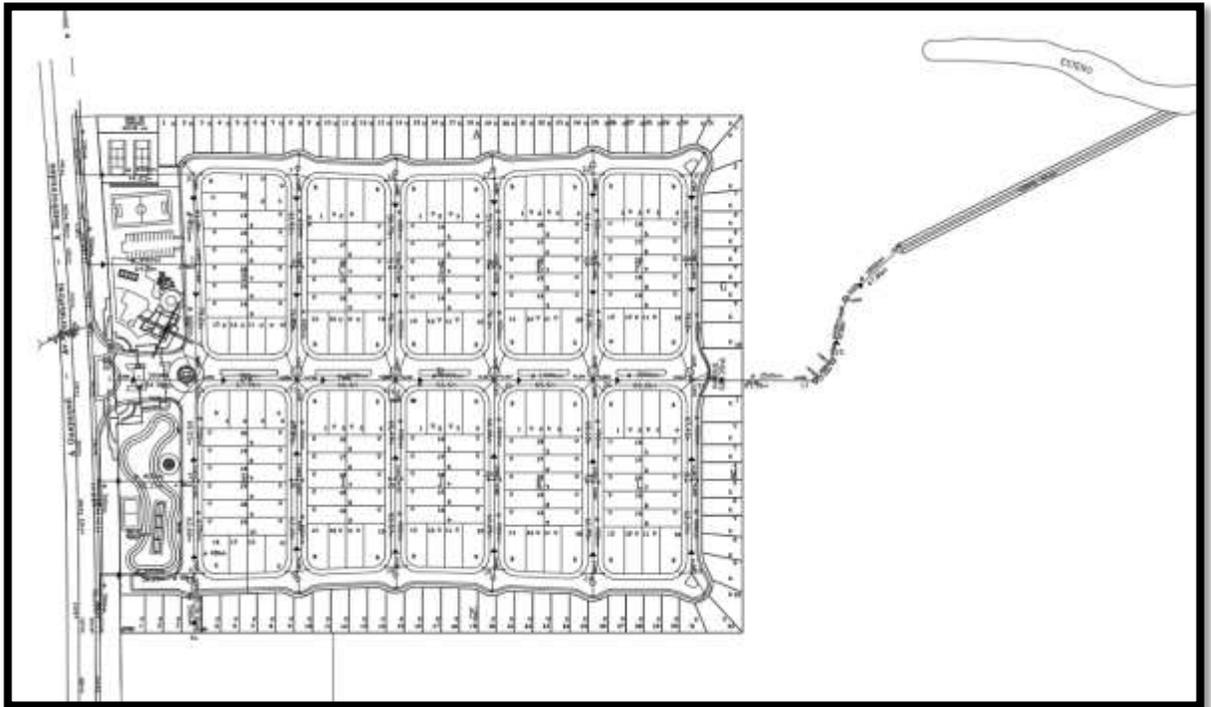
- Norte: Urbanización Lago Sol.
- Sur: Iglesia San Josemaría Escrivá.
- Este: Urbanización Lago Sol.
- Oeste: Av. Samborondón.

Ilustración 15.- Ubicación de la Urbanización Vista Sol



(Tutiven 2017)

Ilustración 16.- Plano Hidráulico del Proyecto Vista Sol



3.1.7 Altimetría del Área

En el terreno de la urbanización Vista Sol las cotas comprende +3.10 a la +4.60, debido a los trabajos de mejoramiento en la zona (Consulambiente Cia. Ltda., 2011).

El sector de la Vía Puntilla-Samborondón, en la parroquia la puntilla, es una planicie; no existen ninguna elevación en la zona. El rango altitudinal se comprende des los 3 a 6 m.s.n.m. (Municipio de Samborondon, 2015).

3.1.8 Geología del Sector

La ubicación del Ecuador en el sector noroccidental de Sudamérica es una causa de la particular disposición tectónica a la que se encuentra sujeto el territorio de Samborondón. Sin embargo, esta presencia ha sido mínimamente amenazante según la historia.

Debido a que la cuenca del río Guayas es un depósito de materiales y está probado que como fondo se encuentra constituido por una gran masa de roca basáltica denominada “arco de islas”, esta está ubicada por debajo de toda la cuenca de drenaje, a más de 3000 metros de profundidad; en encima de la roca encontramos los denominados depósitos aluviales, que a la par se formaron por los ríos y por la acumulación de materiales de las cordilleras (Municipio de Samborondon, 2015).

CAPITULO 4

4.1 MARCO METODOLÓGICO

4.1.1 Metodología para determinación de la Factibilidad Técnica

4.1.1.1 Metodología para el diagnóstico del sistema de Aguas lluvias convencional existente en la urbanización "Vista Sol"

Para Diagnosticar el sistema de Aguas lluvias existente de la urbanización "Vista Sol", procedió inicialmente a determinar la intensidad de lluvia, el tiempo de concentración, ambas tomando en consideración los datos específicos para este proyecto, tales como coeficiente de escurrimiento, periodo de retorno y factor de escurrimiento. A continuación, se realizó el cálculo de las áreas de aportación para cada una de las cámaras del diseño existente, seguido de la realización de una tabla Excel en la que se determinaron: El Caudal de aportación, el Caudal Real Acumulado, el Caudal Teórico, la relación entre el Caudal Real el Caudal Teórico y la velocidad; estos valores se los consigno en función de los detalles de cotas y diámetros de tuberías expuestos en plano existente del sistema de Aguas lluvias de la ciudadela en cuestión.

Todos los valores determinados para el presente objetivo fueron realizados acorde a las formulas y procedimientos indicados en el Capítulo 2 en Marco Teórico.

Una vez obtenidos los valores se determinó la relación entre el Caudal Real y el Caudal Teórico ($Q_{\text{Real/Teórico}}$) aceptando un margen de diseño por debajo del 80%.

Los diámetros de las tuberías son un factor fundamental para la determinación del Caudal Teórico y por tanto del $Q_{\text{Real/Teórico}}$; mientras más cercanos son los valores del $Q_{\text{Real/Teórico}}$ al 80% más óptimo es el sistema.

4.1.1.2 Metodológica para la evaluación del desempeño de un sistema regulador de caudales con sus reservas individuales aplicado en un sistema de drenaje pluvial

Para evaluar el desempeño del sistema regulador de caudales con sus reservas individuales, se procedió con base en los resultados del objetivo anterior; Los Caudales, Volúmenes de tuberías y áreas de aportación; calculamos el área inundable corresponde al área de las vías, que son cotas más bajas que las de las viviendas, por tanto, la zona inundable; con esta información incorporamos los criterios para determinar el volumen que debería tener cada reservorio, realizando una pequeña tabla de Excel que permitía jugar con la variable volumen, a fin de determinar el volumen óptimo según las circunstancias específicas del proyecto.

El volumen de los reservorios se determinó en función a dos condiciones importantes al momento que se suscite una inundación, las cuales son:

1. El tiempo.- en que este volumen de reservorios nos permitirá evitar la inundación
2. la altura de inundación.- que este volumen de reservorios nos permitirá evitar.

Con posterioridad se procedió a interactuar con las variables de volumen de los reservorios fin de encontrar el más idóneo, tanto por costos económicos como por efectividad. Los resultados fueron representativos para el proyecto “Vista Sol”, se consideró que el volumen de 4m³ es el idóneo por cada uno de los predios (por vivienda). El volumen total de los reservorios pudo ser efectivo para disminuir los volúmenes de agua y así evitar inundaciones, llegando a representar un 20% del total volumétrico del sistema existente.

Nuevamente todos los valores determinados para el presente objetivo fueron realizados acorde a las formulas y procedimientos indicados en el Capítulo 2 en Marco Teórico.

4.1.1.3 Metodología para el análisis de las opciones factibles de reservas individuales en un predio.

En consideración de que los resultados no fueron representativos para el proyecto ‘Las Condes’, debido al bajo número de sumideros, por tanto, bajo número de reservorios, ya que se había previsto ubicar un reservorio debajo de cada sumidero; se procedió a implementar la tabla de Excel empleada para el objetivo anterior (objetivo 2), pero con la modificación de que exista la variante para el número de reservorios.

Entonces a más de la realidad ya descrita de 82 reservorios en la Urbanización Las Condes, 4 escenarios más fueron empleados; los cuales corresponden a:

- a) 278 Reservorios. - implementando la tendencia de que se ubique un reservorio en la acera y que corresponda uno por cada vivienda; el cual almacenara cierta cantidad del caudal (agua lluvia) del terreno de la vivienda.
- b) 663 Reservorios. -continuando con la tendencia del número de reservorios por cada vivienda, utilizamos información correspondiente

a la cantidad de viviendas por hectárea de terreno, 60viv/ha, en particulares condiciones.

- c) 1105 Reservorios. -continuando con la tendencia del número de reservorios por cada vivienda, utilizamos información correspondiente a la cantidad de viviendas por hectárea de terreno, 100viv/ha, en particulares condiciones.

Con los resultados obtenidos se pudo evidenciar y demostrar la factibilidad de la aplicación de los reservorios individuales para evitar se propicien inundaciones en las áreas intervenidas con este sistema.

4.1.2 Metodología para determinación de la Factibilidad Ambiental

Para la ejecución del presente estudio de factibilidad ambiental, se consideró como documento guía, las directrices emitidas en el Reglamento 068 del Ministerio del Ambiente, del cual consideramos como líneas maestras los siguientes elementos.

- i) La línea base, en la que se caracteriza el entorno en el cual se desarrollara el proyecto, comprende los componentes físico, biótico y socioeconómico.
- ii) Descripción del proyecto, en el cual se caracteriza el proyecto como tal, acciones principales, volúmenes de obras, actividades de operación y mantenimiento, etc.
- iii) Evaluación de impacto, teniendo en consideración los elementos antes descritos se realiza la evaluación de impacto ambiental por medio de la cual se determina el nivel de impacto que generaran las actividades del proyecto sobre los diferentes recursos.

4.1.2.1 Metodología para la determinación de la línea base para el proyecto

d) Aspectos Físicos

La información sobre aspectos físicos del área de influencia del proyecto, en relación al Clima fueron obtenidos de los registros del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de la estación ubicada en Guayaquil, que se encuentra en la misma zona climática; la información obtenida fue respecto a los parámetros de Temperatura, Humedad, Velocidad y Dirección del Viento, del periodo 2012-2016. Respecto al componente Geológico, la información obtenida provino de la página web del Municipio de Samborondón (Municipio de Samborondon, 2015).

La información de los aspectos físicos fue recopilada mediante el análisis de los datos presentados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la construcción, operación y cierre de la planta de tratamiento de aguas residuales Batan; estos datos corresponden a Nivel de Presión Sonora (ruido) y Material Particulado (medido en términos de PM10 y PM2, 5) (ELICONSUL C. LTDA., 2014).

e) Aspectos Biológicos

Los datos sobre el medio físico biótico existente en el sector fueron obtenidos del Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador, elaborado por el Ing. Luis Cañadas Cruz, 1983: y, de la Guía de Parques Nacionales y Reservas del Ecuador, elaborado en el marco del Proyecto Plan Maestro para la Protección de la biodiversidad mediante el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Quito 1998.

En lo que se refiere a la descripción específica, para la caracterización el componente biótico se validó la información existente de estudios preliminares realizados en la zona, específicamente en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la construcción, operación y cierre de la planta de tratamiento de aguas residuales Batan.

f) Aspectos Socioeconómicos

Los datos de la caracterización de los aspectos socio económicos se realizó con fundamentación en el último INEC, VII Censo de Población y VI de Vivienda en el 2010. En la descripción socio-económica se consideró el cantón Samborondón, dado que el proyecto en cuestión se desarrolla en este cantón.

4.1.2.2 Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental

Para la evaluación ambiental del proyecto, se empleó el método de evaluación cuantitativa, conocida como Matriz de Importancia, metodología recomendada por Conesa en el documento “Estudios de Impacto Ambiental-España, 1998”. La Matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa, y esta se realiza a partir de la Matriz de identificación de Impactos. Cada casilla de cruce en la Matriz o elemento tipo, dará una idea del efecto de cada acción sobre cada factor ambiental impactado.

La asignación del valor numérico de cada uno de los elementos que conforman la Matriz de Importancia han sido determinados de acuerdo a lo que se estimó sería el efecto causado al ambiente.

Es necesario señalar que la matriz se ha dividido en fases, identificando los impactos de las principales acciones del proyecto, considerando la fase de construcción y operación del proyecto.

4.1.3 Metodología para determinación de la Factibilidad Económica

Para la determinación de la factibilidad económica determinamos el Valor Actual Neto (VAN) y el Tasa Interna de Retorno (TIR).

El primer paso a seguir para poder calcular el TIR y el VAN fue realizar el diseño de los reservorios; para a partir de los diseños estructurales y arquitectónicos poder realizar un presupuesto de un reservorio. El presupuesto es el resumen o recopilación de los costos determinados en los Análisis de Precios Unitarios de cada uno de los rubros necesarios para la construcción de un reservorio, incluyendo costos de manos de obra (MO) costos directos y costos indirectos.

Una vez obtenido este costo por reservorio se inició con los cálculos para la determinación del VAN, considerando el valor del presupuesto como el costo por inversión inicial para el proyecto de implementación de un reservorio por predio dentro de la ciudadela Vista Sol.

Para la determinación del VAN, además de la inversión inicial, se determinó en este caso en particular, los costos remanentes, es decir, los costos que evitamos realizar debido a la incorporación de estos reservorios (evitando las inundaciones), estos costos a pesar de no ser ganancias, ya que no es un ingreso, aun así representan dinero que no saldrá, no será más un gasto previsto. Estos costos remanentes comprenden: Costos por Enfermedad, Costos por limpieza. Además calculamos la Plusvalía del predio, considerando que la incorporación de este sistema dará un valor adicional al bien, un ingreso adicional.

Los costos remanentes fueron obtenidos a partir de una entrevista a una vivienda dentro de la ciudadela Vista sol, en la cual se indicó el número de miembros del hogar, el número de veces que se enferman durante la época de lluvias, los costos que les representan estas enfermedades en cuanto a consulta médica y medicamentos; por otra partes los costos por limpieza del interior y exterior de la residencia debido a las

inundaciones. Se seleccionó esta familia en particular ya que está conformada por 5 miembros, correspondiendo a una familia tipo en Ecuador.

Se consideró para este estudio un periodo de 30 años para la determinación del VAN y el TIR.

Los cálculos para determinar el TIR y el VAN se realizaron mediante la aplicación de las formulas y conocimientos expresados en el Capítulo 2, Marco Teórico.

CAPITULO 5

5.1 RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

5.1.1 Factibilidad Técnica

Conforme a los objetivos específicos planteados en el Capítulo 1 se realizaron los cálculos correspondientes a fin de dar respuestas a dichos objetivos.

5.1.1.2 Diagnostico del sistema de Aguas lluvias convencional existente en la urbanización "Las Condes"

Datos:

Los datos indicados en la presente tabla están en función de la información brindada en el Marco Teórico, que van acorde al proyecto; para los valores que necesitaron ser calculados se colocó su fórmula, para comprender como se obtuvieron.

Tabla 13.- Datos para diseño

PROYECTO = URB. LAS CONDES				
Planilla de cálculo AA.LL.				
Descripción	Codigo	Unidad	Valor	Fórmula
Coefficiente de escurrimiento	c	-	0,75	
Área	A	ha	-	
Intensidad	I	mm/h	113,033	$I = -31,70 \ln(Tc) + 199,41$
Periodo de retorno	F	años	10,000	Depende del diseño
Tiempo de concentración	Tc	min	15,25	$Tc = (ko(L)^{0,3333}) / S^{0,5}$
Factor de escurrimiento	Ko		-	Depende del uso de suelo
Pendiente de promedio de la cuenca	S		0,003	$S = Ci - Cf / L$
Longitud de la cuenca en la red principal	L	m		
Caudal	Q	m ³ /dia	1,71	$Q = cxIx A$
Caudal Teorico	QT	m ³ /dia	1,81	$Q = (0,312/n) \times D^{(8/3)} \times S^{(1/2)}$
Velocidad	V	m/seg	0,00	$V = (1/n) \times (R^{2/3}) \times (S^{1/2})$
Radio hidráulico	RH			$RH = (\text{área/perímetro mojado})$
Coefficiente de fricción Manning	n	-	0,009	Depende del material del tubo - PVC
Diámetro	D	mm	150,00	Deben considerarse diámetros comerciales
		m	0,150	

- Coefficiente de Escurrimiento:

Seleccionado de la tabla 5 del presente documento, por tratarse de que las vías están realizadas con adoquines con jutas selladas.

$$C = 0.75$$

- Tiempo de concentración:

Tabla 14.- Cálculo de Tiempo de Concentración

Tiempo de Concentración					
	$Tc = (ko(L)^{0,3333}) / S^{0,5}$				
Tc=	15,25 min	Tiempo de Concentración (horas)			
L=	55,79 m	Longitud del punto más alejado hasta el punto de recolección			
S=	0,003	Pendiente del Trayecto L			
Ko=	0,20	Factores de escurrimiento ko		Ci=	4,00
		S= Ci - Cf / L		Cf=	3,86
		S=		0,00250941	
Tc=	15,254 min				
				tc ->	Factores de escurrimiento ko
				Uso del Suelo	Ko
				Terrenos sin urbanizar	0,30
				Parques y áreas verdes	0,25
				Áreas urbanizadas	0,20

- Intensidad de precipitación:

Tabla 15.- Cálculo de Intensidad de lluvia

Intensidad							
	$I = -31,70 \ln(T_c) + 199,41$						
I= Intensidad de Lluvia mm/h							
Ln= Logaritmo Natural							
Tc= Tiempo de Concentración (horas)							
	I=	113,033	mm/h	→	Tc=	15,254	min

- Áreas:

Se debe determinar:

- 1.- el área total del terreno de la Urbanización Las Condes
- 2.- el área de aportación para cada cámara.
- 3.- el área de las vías (que son las áreas inundables)
- 4.- las áreas correspondientes a viviendas o edificaciones.

Tabla 16.- Determinación de áreas

area total urbanizacion =	158234.44	m2
area viviendas =	110546.09	m2
area vias =	47688.35	m2
numero de casa =		278

RESULTADO DEL DIAGNOSTICO:

Tabla General de Cálculos del sistema de Alcantarillado – Diseño Existente

Tabla 17.- Tabla General – Diseño Existente

	INICIAL	FINAL	c	A	Q	L	Q real acum	R	D	S	V	Q Teorico	Real/Teoric	Cota terrestre		Cota Invert	
				ha	m3/s	m	m3/s		m	0,30%	m3	m3/s	%	inicial	final	inicial	final
MZ 1																	
1	6	0,70	1,023	0,225	54,96	0,2250	0,113	0,45	0,0041	1,6494	0,2626	86%	2,5	2,5	2	1,777	
2	3	0,70	0,967	0,213	61,18	0,2127	0,113	0,45	0,0025	1,3033	0,2075	103%	2,5	2,5	1,68	1,525	
3	6	0,70	0,740	0,163	78,21	0,3755	0,150	0,6	0,0018	1,3460	0,3809	99%	2,5	2,5	1,405	1,261	
4	5	0,70	0,887	0,195	62,66	0,1950	0,169	0,675	0,0015	1,3350	0,4782	41%	2,5	2,5	1,43	1,333	
5	6	0,70	0,554	0,122	68	0,3168	0,188	0,75	0,0015	1,4166	0,6265	51%	2,5	2,5	1,273	1,17	
MZ 2																	
6	11	0,70	0,580	0,128	67,96	1,0449	0,225	0,9	0,0021	1,8921	1,2049	87%	2,5	2,5	1,05	0,906	
7	8	0,70	0,506	0,111	61,92	0,1113	0,100	0,4	0,0020	1,0626	0,1337	83%	2,5	2,5	1,68	1,558	
8	11	0,70	0,402	0,088	76,61	0,1997	0,100	0,4	0,0045	1,5971	0,2009	99%	2,5	2,5	1,558	1,217	
9	10	0,70	0,518	0,114	62,18	0,1140	0,100	0,4	0,0019	1,0384	0,1306	87%	2,5	2,5	1,68	1,563	
10	11	0,70	0,317	0,070	67,29	0,1837	0,100	0,4	0,0046	1,6195	0,2037	90%	2,5	2,5	1,563	1,255	
MZ 3																	
11	16	0,70	0,580	0,128	66,6	1,5560	0,275	1,1	0,0014	1,7839	1,6970	92%	2,5	2,5	0,746	0,65	
12	13	0,70	0,506	0,111	58,75	0,1114	0,100	0,4	0,0019	1,0452	0,1315	85%	2,5	2,5	1,68	1,568	
13	16	0,70	0,402	0,088	76,3	0,1997	0,100	0,4	0,0043	1,5671	0,1971	101%	2,5	2,5	1,568	1,241	
14	15	0,70	0,518	0,114	59,57	0,1140	0,100	0,4	0,0018	1,0240	0,1288	88%	2,5	2,5	1,68	1,571	
15	16	0,70	0,317	0,070	66,49	0,1837	0,100	0,4	0,0044	1,5945	0,2006	92%	2,5	2,5	1,571	1,276	
MZ 4																	
16	21	0,70	0,580	0,128	66,6	2,0670	0,350	1,4	0,0006	1,4022	2,1606	96%	2,5	2,5	0,41	0,367	
17	18	0,70	0,506	0,111	59,73	0,1114	0,100	0,4	0,0018	1,0273	0,1292	86%	2,5	2,5	1,68	1,57	
18	21	0,70	0,402	0,088	76,3	0,1997	0,100	0,4	0,0043	1,5695	0,1974	101%	2,5	2,5	1,57	1,242	
19	20	0,70	0,518	0,114	60,25	0,1140	0,100	0,4	0,0019	1,0413	0,1310	87%	2,5	2,5	1,68	1,566	
20	21	0,70	0,317	0,070	66,86	0,1837	0,100	0,4	0,0044	1,5901	0,2000	92%	2,5	2,5	1,566	1,271	
MZ 5																	
21	26	0,70	0,580	0,128	66,6	2,5781	0,350	1,4	0,0009	1,6972	2,6153	99%	2,5	2,5	0,367	0,304	
22	23	0,70	0,506	0,111	61,4	0,1114	0,100	0,4	0,0018	1,0178	0,1280	87%	2,5	2,5	1,68	1,569	
23	26	0,70	0,402	0,088	78,05	0,1997	0,100	0,4	0,0043	1,5753	0,1982	101%	2,5	2,5	1,569	1,231	
24	25	0,70	0,518	0,114	61,95	0,1140	0,100	0,4	0,0019	1,0359	0,1303	87%	2,5	2,5	1,68	1,564	
25	26	0,70	0,317	0,070	68,65	0,1837	0,100	0,4	0,0045	1,5982	0,2010	91%	2,5	2,5	1,564	1,258	
MZ 6																	
26	31	0,70	0,589	0,130	66,61	3,0913	0,375	1,5	0,0009	1,7341	3,0676	101%	2,2	2,5	0,224	0,164	
27	28	0,70	0,514	0,113	60,56	0,1131	0,100	0,4	0,0018	1,0295	0,1295	87%	2,5	2,5	1,5	1,388	
28	31	0,70	0,408	0,090	78,15	0,2029	0,100	0,4	0,0044	1,5859	0,1995	102%	2,5	2,5	1,388	1,045	
29	30	0,70	0,526	0,116	62,29	0,1158	0,100	0,4	0,0019	1,0375	0,1305	89%	2,5	2,5	1,5	1,383	
30	31	0,70	0,322	0,071	67,41	0,1866	0,100	0,4	0,0046	1,6155	0,2032	92%	2,5	2,5	1,383	1,076	
31	Descarga	0,70	0	0	83,56	3,4808	0,375	1,5	0,0012	1,9788	3,5003	99%	2,5	2,5	0,164	0,066	
ACUMULADO				15,824			3,4808	0,375	1,5	0,0013	43,8105	3,6403	96%	2,5	2,5	0,156	0,05

ANALISIS DE RESULTADO:

El diseño existente se lo pudo analizar en base a los planos del sistema AALL obtenidos, ya que estos indicaban los tamaños de las tuberías y las pendientes de las mismas. En primera instancia se considera que el diseño presenta oportunidades de mejora principalmente considerando que la relación Q Real/Teórico, en ciertos tramos puede ser optimizado; por otra parte, los valores de velocidades mínimas resultado de este diagnóstico muestra el cumplimiento de la norma establecida en el capítulo de marco teórico.

Los tramos más críticos con sus respectivas longitudes y diámetros son los siguientes: 1-6; 2-3; 3-6; 6-11; 7-8; 8-11; 9-10; 10-11; 11-16; 12-13; 13-16; 14-15; 15-16; 16-21; 17-18; 18-21; 19-20; 20-21; 21-26; 22-23; 23-26; 24-25; 25-26; 26-31; 27-28; 28-31; 29-30; 30-31; 31- Descarga.

En virtud de los resultados obtenidos en el diagnóstico se procedió a realizar un diseño optimizado, cuyos resultados se muestran en la Tabla No. 18 siguiente.

RESULTADO DEL DISEÑO OPTIMIZADO:

Tabla General de Cálculos del sistema de Alcantarillado – Diseño optimizado

Tabla 18.- Tabla General – Diseño Optimizado

	INICIAL	FINAL	c	A	Q	L	Q real acum	R	D	S	V	Q Teorico	λ Real/Teoric	Cota terrestre		Cota Invert	
				ha	m3/s	m	m3/s		m	0,30%	m3	m3/s	%	inicial	final	inicial	final
	MZ 1																
	1	6	0,70	1,023	0,225	54,96	0,2250	0,125	0,5	0,0041	1,7694	0,3478	65%	2,5	2,5	2	1,777
	2	3	0,70	0,967	0,213	61,18	0,2127	0,138	0,55	0,0025	1,4899	0,3543	60%	2,5	2,5	1,68	1,525
	3	6	0,70	0,740	0,163	78,21	0,3755	0,175	0,7	0,0018	1,4916	0,5746	65%	2,5	2,5	1,405	1,261
	4	5	0,70	0,887	0,195	62,66	0,1950	0,138	0,55	0,0015	1,1646	0,2770	70%	2,5	2,5	1,43	1,333
	5	6	0,70	0,554	0,122	68	0,3168	0,163	0,65	0,0015	1,2877	0,4277	74%	2,5	2,5	1,273	1,17
	MZ 2																
	6	11	0,70	0,580	0,128	67,96	1,0449	0,250	1,00	0,0021	2,0297	1,5958	65%	2,5	2,5	1,05	0,906
	7	8	0,70	0,506	0,111	61,92	0,1113	0,113	0,45	0,0020	1,1494	0,1830	61%	2,5	2,5	1,68	1,558
	8	11	0,70	0,402	0,088	76,61	0,1997	0,113	0,45	0,0045	1,7275	0,2750	73%	2,5	2,5	1,558	1,217
	9	10	0,70	0,518	0,114	62,18	0,1140	0,113	0,45	0,0019	1,1232	0,1788	64%	2,5	2,5	1,68	1,563
	10	11	0,70	0,317	0,070	67,29	0,1837	0,113	0,45	0,0046	1,7518	0,2789	66%	2,5	2,5	1,563	1,255
	MZ 3																
	11	16	0,70	0,580	0,128	66,6	1,5560	0,300	1,2	0,0014	1,8905	2,1402	73%	2,5	2,5	0,746	0,65
	12	13	0,70	0,506	0,111	58,75	0,1114	0,113	0,45	0,0019	1,1306	0,1800	62%	2,5	2,5	1,68	1,568
	13	16	0,70	0,402	0,088	76,3	0,1997	0,113	0,45	0,0043	1,6951	0,2699	74%	2,5	2,5	1,568	1,241
	14	15	0,70	0,518	0,114	59,57	0,1140	0,113	0,45	0,0018	1,1076	0,1763	65%	2,5	2,5	1,68	1,571
	15	16	0,70	0,317	0,070	66,49	0,1837	0,113	0,45	0,0044	1,7247	0,2746	67%	2,5	2,5	1,571	1,276
	MZ 4																
	16	21	0,70	0,580	0,128	66,6	2,0670	0,450	1,8	0,0006	1,6579	4,2231	49%	2,5	2,5	0,41	0,367
	17	18	0,70	0,506	0,111	59,73	0,1114	0,113	0,45	0,0018	1,1112	0,1769	63%	2,5	2,5	1,68	1,57
	18	21	0,70	0,402	0,088	76,3	0,1997	0,113	0,45	0,0043	1,6977	0,2703	74%	2,5	2,5	1,57	1,242
	19	20	0,70	0,518	0,114	60,25	0,1140	0,113	0,45	0,0019	1,1263	0,1793	64%	2,5	2,5	1,68	1,566
	20	21	0,70	0,317	0,070	66,86	0,1837	0,113	0,45	0,0044	1,7200	0,2738	67%	2,5	2,5	1,566	1,271
	MZ 5																
	21	26	0,70	0,580	0,128	66,6	2,5781	0,450	1,8	0,0009	2,0068	5,1118	50%	2,5	2,5	0,367	0,304
	22	23	0,70	0,506	0,111	61,4	0,1114	0,113	0,45	0,0018	1,1010	0,1753	64%	2,5	2,5	1,68	1,569
	23	26	0,70	0,402	0,088	78,05	0,1997	0,113	0,45	0,0043	1,7040	0,2713	74%	2,5	2,5	1,569	1,231
	24	25	0,70	0,518	0,114	61,95	0,1140	0,113	0,45	0,0019	1,1205	0,1784	64%	2,5	2,5	1,68	1,564
	25	26	0,70	0,317	0,070	68,65	0,1837	0,113	0,45	0,0045	1,7288	0,2752	67%	2,5	2,5	1,564	1,258
	MZ 6																
	26	31	0,70	0,589	0,130	66,61	3,0913	0,450	1,8	0,0009	1,9583	4,9882	62%	2,2	2,5	0,224	0,164
	27	28	0,70	0,514	0,113	60,56	0,1131	0,113	0,45	0,0018	1,1135	0,1773	64%	2,5	2,5	1,5	1,388
	28	31	0,70	0,408	0,090	78,15	0,2029	0,113	0,45	0,0044	1,7154	0,2731	74%	2,5	2,5	1,388	1,045
	29	30	0,70	0,526	0,116	62,29	0,1158	0,113	0,45	0,0019	1,1222	0,1787	65%	2,5	2,5	1,5	1,383
	30	31	0,70	0,322	0,071	67,41	0,1866	0,113	0,45	0,0046	1,7474	0,2782	67%	2,5	2,5	1,383	1,076
	31	Descarga	0,70	0	0	83,56	3,4808	0,450	1,8	0,0012	2,2345	5,6918	61%	2,5	2,5	0,164	0,066
ACUMULADO				15,824			3,4808	0,45	1,8	0,0013	47,3990	5,9196	59%	2,5	2,5	0,156	0,05

ANALISIS DE RESULTADO:

Se procedió con un rediseño del sistema existente, modificando los diámetros de las tuberías con el fin de optimizar el sistema; conforme a la modificación se obtuvieron porcentajes más cercanos al 80%, cumpliendo con el propósito.

5.1.1.3 Evaluar el desempeño de un sistema regulador de caudales con sus reservas individuales para ser aplicado en un sistema de drenaje pluvial

Los diseños de los reservorios se realizan empleando formulas básicas de la física (caudal, tiempo, volumen), utilizando como datos los valores obtenidos en el Diseño del Sistema AALL.

Cálculos Preliminares:

Tabla 19.- Cálculos Preliminares para análisis de reservorios

Calculo de Volumen			
	camaras		Vol sistema 43,811
	Vol. camara tipo 1=	3,217 m3	
	Vol. camara tipo 2=	6,022 m3	
	Vol. camaras=	113,751 m3	
	Sumideros		
	Vol. 1 sumidero=	0,768 m3	
	Vol. sumideros=	62,976 m3	
	altura inundacion=	$Q*1/A*t$	
	altura inundacion=	0,004625 m	
Vol. Total	220,537	m3	
Calculo de tiempo de saturacion del sistema existente			
	$Q=Vol/t$		
	$t=Vol/Q$	$t= t \text{ ret.}$	
	t=	63,3586969 s	
	t=	1,05597828	min
	Area inundable= Area de vias		
	A-inundable=	47688,35	m2

Datos:

Los valores obtenidos de la tabla General son considerados datos para el cálculo de los reservorios, adicional a ello, se adicionan:

1. Los cálculos preliminares.- el volumen total del sistema, es decir la cantidad de agua que puede almacenar.
2. El número de reservorios.- que para este caso particular será, un reservorio por cada sumidero; es decir, número de reservorios igual a número de sumideros.

Tabla 20.- Datos para el cálculo del volumen de reservorios

Caudal	3,481	m3/s
Vol. Total	220,537	m3
Tiempo	1,056	min
Area inundable	47688,35	m2
Numero de Reservorios	82,0	

A la par a los datos anteriores, existen las variables del diseño, las cuales son los posibles los volúmenes de cada uno de los reservorios, para determinar entre estos cual es el más idóneo y factible.

Tabla 21.- Volúmenes de Reservorios para análisis

volumen individual de reservorios		secciones			
	volumen	largo	ancho	alto	
1	m3	1,0	0,85	0,8	1,5
2	m3	2,0	1,35	1	1,5
3	m3	3,0	1,25	1,6	1,5
4	m3	4,0	1,85	1,45	1,5
5	m3	5,0	1,8	1,85	1,5

RESULTADO:

Reservorios Individuales ubicados en cada Sumidero:

Tabla 22.- Calculo de Volumen-Tiempo-Altura de Inundación

Caudal	3,481	m3/s
Vol. Total	220,537	m3
Tiempo	1,056	min
Area inundable	47688,35	m2
Numero de Reservorios	82,0	
Volumen de un reservorio	4,00	m3
Volumen Reservorios	328	m3
Altura de inundacion	0,005	m
Volumen Reserva (m3)	tiempo (min)	Altura inundacion (m)
328	1,571	0,0069

Tabla 23.- Resultados de Cálculo: Volumen-Tiempo-Altura Inundación

RESULTADOS			
Vol. /reservorio (m3)	Volumen Total (m3)	Tiempo (min)	Alt. Inundación (m)
1	82	0.393	0.0017
2	164	0.785	0.0034
3	246	1.178	0.0052
4	328	1.571	0.0069
5	410	1.963	0.0086

ANALISIS DE RESULTADOS:

Los resultados no fueron representativos para el caso de estudio “Vista Sol”, debido al número de sumideros, de 3 a 4 por cada cámara, en total 82. El volumen total de los reservorios no pudo ser efectivo para disminuir los volúmenes de agua y así evitar inundaciones.

A pesar de la implementación de reservorios con un volumen de 4m³ cada uno, los tiempos y alturas de inundación evitados no son representativos para el proyecto, los resultados son:

- volumen aproximado 328 m³
- tiempo aproximado de evitar inundación 1.571 min
- altura de inundación evitada 6.9mm

Es decir que el impacto respecto al drenaje de aguas lluvias mediante la implementación de reservas en los sumideros de un sistema de drenaje pluvial, no impacta, motivo por el cual se procedió a realizar el análisis de reservas individuales por predio, evaluación que se presenta a continuación.

5.1.1.4 Analizar opciones factibles de reservas individuales en un predio.

Para esta evaluación, se analizaron varios escenarios con diferentes valores de densidad de vivienda para el área de construcción de viviendas establecida en el caso de estudio, y de este modo determinar parámetros aplicables a cualquier sector y/o densidad de vivienda.

Las densidades de vivienda fueron implementadas acorde a los parámetros expresados en el Capítulo 2, en Marco Teórico, para viviendas bajas de 2 a 3 pisos y a la realidad existente en la Ciudadela Vista Sol.

Tabla 24.- Numero de Reservorios - Densidad de Viviendas

Numero de reservorios	
278	si hubiese un reservorio por casa -Vista Sol-
663	si hubiese un reservorio por casa -60 viv/ha-
1105	si hubiese un reservorio por casa -100 viv/ha-

De acuerdo a la densidad expresada en tabla anterior y al área establecida para la construcción de viviendas en la Ciudadela Vista Sol, se procedió a determinar el tamaño de viviendas.

Tabla 25.- Densidad de Viviendas

viv/ha	área (ha)	viv
25.1	11.05	278
60.0	11.05	663
100.0	11.05	1105

Tabla 26.- Tamaño de Viviendas en el Proyecto

	Tamaño de areas casas	
Baja	397.65	m2
Media	166.74	m2
Alta	100.04	m2

Se estableció como condición idónea para los siguientes cálculos que el tiempo mínimo de alivio al sistema seria de 16 min, tiempo que los reservorios evitarían la inundación. Este tiempo lo hemos tomado como tiempo de diseño al tener en consideración el tiempo de concentración (15.254 min).

En base a la mencionada condición se procedió a implementar la Tabla 22, Calculo de Volumen-Tiempo-Altura Inundación, jugando con los factores de volumen de reservorio hasta encontrar los volúmenes que más se aproximaran al tiempo establecido (16 min).

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 27.- Calculo Volumen-Tiempo-Altura Inundación según densidad de Vivienda

numero de reservorios		volumen individual de reservorios	
278	si hubiese un reservorio por casa -Vista Sol-	12	m3
663	si hubiese un reservorio por casa -60 viv/ha-	5	m3
1105	si hubiese un reservorio por casa -100 viv/ha-	3	m3

Caudal	3,481	m3/s
Vol. Total	220,537	m3
Tiempo	1,056	min
Area inundable	47688,35	m2
Numero de Reservorios	278,0	
Volumen de un reservorio	12,00	m3
Volumen Reservorios	3336	m3
Altura de inundacion	0,005	m

Volumen Reserva (m3)	tiempo (min)	Altura inundacion (m)
3336	15,973	0,0700
3315	15,873	0,0695
3315	15,873	0,0695

Considerando que la altura de dicho reservorio sea 1.5m se determinó qué área le correspondería a cada reservorio según cada condición de densidad; luego, se comparó el área del reservorio con respecto al área del terreno de la vivienda donde sería implantado y se obtuvo que representa un 2% del área.

En base a lo expuesto, se estableció como parámetro que, el área de cada reservorio con una altura de 1.5m debe representar el 2% del área total del predio.

Tabla 28.- Parámetro de área de reservorio según Densidad de Vivienda

	Viv / ha	m2 area viv	m3 volumen reserv.	m altura reserv.	m2 area de reserv.	% porcent. Area	min tiempo	m alt. inundacion
baja	25	397,6	12,0	1,5	8,0	2,00	16	0,0700
media	60	166,7	5,0	1,5	3,3	2,00	16	0,0695
alta	100	100,0	3,0	1,5	2,0	2,00	16	0,0695

Es decir que la aplicación de reservorios individuales por predio resulta apropiado siempre que el área de reserva represente más del 2% del área total del terreno, debido a que genera un tiempo de almacenamiento de 16 minutos; es decir que durante 16 minutos las aguas lluvias no ingresaran al sistema pluvial amortiguando los picos que pudieran presentarse.

Es necesario recalcar que el presente análisis de investigación cumple con el objetivo de analizar la factibilidad técnica del sistema de reserva propuesto, como fue explicado en la metodología en su operación al inicio de un evento de lluvia; no obstante, este regulador tiene un efecto dinámico que, en función de los caudales de aguas lluvias, regula a lo largo del evento los picos.

5.1.2 Factibilidad Ambiental

5.1.2.1 Determinación de Criterios

De acuerdo a la información proporcionada en el Capítulo 3, donde se describe el proyecto en cuestión, se ha determinado que el proyecto este dividido en 2 Etapas, y a su vez en 5 macro actividades, expresados en el siguiente cuadro:

Tabla 29.- Macro actividades del Proyecto

ETAPA	MACRO ACTIVIDADES
CONSTRUCCION	MOV. TIERRAS
	OBRAS DE HORMIGON
	INSTALACION SANITARIA
	OBRAS DE ACABADO
OPERACION	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

5.1.2.2 Identificación de Impactos

Posterior a la determinación de las macro actividades, se procede a determinar que impactos (afectaciones a los recursos) son producidos por la acción de cada macro actividad.

Matriz 1.- Matriz de Identificación de Impactos

MEDIO	RECURSOS	IMPACTO	CONSTRUCCION				OPERACION
			MT	OH	IS	A	LM
FISICO	AIRE	CONTAMINACION POR GASES	1	1	0	0	0
		CONTAMINACION POR POLVO	1	1	0	1	1
		CONTAMINACION POR RUIDO	1	1	1	1	1
	AGUA	CONTAMINACION DE LAS AGUAS	0	0	1	1	1
		CAMBIO DEL USO DE AGUA	0	0	0	0	0
	SUELO	CONTAMINACION DEL SUELO	0	1	1	1	0
		CAMBIO DEL USO DE SUELO	1	0	1	0	0
GEOMORFOLOGIA	ALTERACION DEL PAISAJE	1	1	1	0	0	
BIOTICO	FAUNA	ALTERACION DE FAUNA TERRESTRE	0	0	0	0	0
		ALTERACION AVES	1	1	1	1	1
		ALTERACION DE LA FLORA TERRESTRE	0	0	0	0	0
SOCIO ECONOMICO	SOCIO ECONOMICO	EXPECTATIVAS DE LA COMUNIDAD	1	1	1	1	1
		AUMENTO DE EMPLEO	1	1	1	1	1
		BENEFICIO DE ECONOMIA LOCAL	1	1	1	1	1
		SALUD & SEGURIDAD	1	1	1	1	1
		PLUSVALIA	1	1	1	1	1
		CAPACITACION INFORMAL	1	1	1	1	1

5.1.2.3 Calificación de Impactos

De acuerdo a los criterios establecidos, se ha asignado un valor determinado a cada uno de los impactos que afectan a los medios existentes debido a la acción específica de cada macro actividades, por lo establecemos un calificación cuantitativa a cada uno de ellos.

Construcción:

Matriz 2.- Matriz Calificación de Impactos – Movimiento de Tierras

RECURSOS	IMPACTO	MT.- MOVIMIENTO DE TIERRAS						IMPORT	CLA SIF.
		S	IN	EX	M	P	R		
AIRE	CONTAMINACION POR GASES	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
	CONTAMINACION POR POLVO	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
	CONTAMINACION POR RUIDO	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
AGUA	CONTAMINACION DE LAS AGUAS	0							
	CAMBIO DEL USO DE AGUA	0							
SUELO	CONTAMINACION DEL SUELO	0							
	CAMBIO DEL USO DE SUELO	-1	1	1	3	2	2	-12	IRRELEVANTE
GEOMORFOLOGIA	ALTERACION DEL PAISAJE	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
FAUNA	ALTERACION DE FAUNA TERRESTRE	0							
	ALTERACION AVES	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
	ALTERACION DE LA FLORA TERRESTRE	0							
SOCIO ECONOMICO	EXPECTATIVAS DE LA COMUNIDAD	-1	1	1	2	2	2	-11	IRRELEVANTE
	AUMENTO DE EMPLEO	1	1	1	5	2	2	14	IRRELEVANTE
	BENEFICIO DE ECONOMIA LOCAL	1	1	1	5	2	8	20	IRRELEVANTE
	SALUD & SEGURIDAD	-1	1	1	2	1	1	-9	IRRELEVANTE
	PLUSVALIA	1	1	1	3	2	8	18	IRRELEVANTE
	CAPACITACION INFORMAL	1	1	1	3	4	2	14	IRRELEVANTE

Matriz 3.- Matriz Calificación de Impactos – Obras de Hormigón

MEDIO	RECURSOS	IMPACTO	OH.- OBRAS DE HORMIGON						IMPORT	CLA SIF.
			S	IN	EX	M	P	R		
FISICO	AIRE	CONTAMINACION POR GASES	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
		CONTAMINACION POR POLVO	-1	2	1	3	1	1	-13	IRRELEVANTE
		CONTAMINACION POR RUIDO	-1	2	1	3	1	1	-13	IRRELEVANTE
	AGUA	CONTAMINACION DE LAS AGUAS	0							
		CAMBIO DEL USO DE AGUA	0							
	SUELO	CONTAMINACION DEL SUELO	-1	2	1	1	1	1	-11	IRRELEVANTE
		CAMBIO DEL USO DE SUELO	0							
	GEOMORFOLOGIA	ALTERACION DEL PAISAJE	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
BIOTICO	FAUNA	ALTERACION DE FAUNA TERRESTRE	0							
		ALTERACION AVES	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
		ALTERACION DE LA FLORA TERRESTRE	0							
SOCIO ECONOMICO	SOCIO ECONOMICO	EXPECTATIVAS DE LA COMUNIDAD	-1	1	1	2	2	2	-11	IRRELEVANTE
		AUMENTO DE EMPLEO	1	2	1	4	1	2	15	IRRELEVANTE
		BENEFICIO DE ECONOMIA LOCAL	1	1	1	3	2	8	18	IRRELEVANTE
		SALUD & SEGURIDAD	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
		PLUSVALIA	1	3	1	2	2	8	23	IRRELEVANTE
		CAPACITACION INFORMAL	1	2	1	3	4	2	17	IRRELEVANTE

Matriz 4.- Matriz Calificación de Impactos – Instalaciones Sanitarias

MEDIO	RECURSOS	IMPACTO	IS.- INSTALACIONES SANITARIAS						IMPORT	CLA SIF.
			S	IN	EX	M	P	R		
FISICO	AIRE	CONTAMINACION POR GASES	0							
		CONTAMINACION POR POLVO	0							
		CONTAMINACION POR RUIDO	-1	1	1	1	1	1	-8	IRRELEVANTE
	AGUA	CONTAMINACION DE LAS AGUAS	-1	1	1	1	1	1	-8	IRRELEVANTE
		CAMBIO DEL USO DE AGUA	0							
	SUELO	CONTAMINACION DEL SUELO	-1	1	1	1	1	1	-8	IRRELEVANTE
		CAMBIO DEL USO DE SUELO	-1	1	1	1	1	1	-8	IRRELEVANTE
	GEOMORFOLOGIA	ALTERACION DEL PAISAJE	-1	1	1	1	1	1	-8	IRRELEVANTE
BIOTICO	FAUNA	ALTERACION DE FAUNA TERRESTRE	0							
		ALTERACION AVES	-1	1	1	1	1	1	-8	IRRELEVANTE
		ALTERACION DE LA FLORA TERRESTRE	0							
SOCIO ECONOMICO	SOCIO ECONOMICO	EXPECTATIVAS DE LA COMUNIDAD	-1	1	1	1	1	1	-8	IRRELEVANTE
		AUMENTO DE EMPLEO	1	1	1	2	2	2	11	IRRELEVANTE
		BENEFICIO DE ECONOMIA LOCAL	1	2	1	2	2	4	16	IRRELEVANTE
		SALUD & SEGURIDAD	-1	1	1	1	1	1	-8	IRRELEVANTE
		PLUSVALIA	1	1	1	1	3	8	17	IRRELEVANTE
		CAPACITACION INFORMAL	1	1	1	1	4	2	12	IRRELEVANTE

Matriz 5.- Matriz Calificación de Impactos – Obras de Acabados

MEDIO	RECURSOS	IMPACTO	OA.- OBRAS DE ACABADOS						IMPORT	CLA SIF.
			S	IN	EX	M	P	R		
FISICO	AIRE	CONTAMINACION POR GASES	0							
		CONTAMINACION POR POLVO	-1	2	1	2	1	1	-12	IRRELEVANTE
		CONTAMINACION POR RUIDO	-1	2	1	3	1	1	-13	IRRELEVANTE
	AGUA	CONTAMINACION DE LAS AGUAS	-1	1	1	2	1	1	-9	IRRELEVANTE
		CAMBIO DEL USO DE AGUA	0							
	SUELO	CONTAMINACION DEL SUELO	-1	1	1	1	1	1	-8	IRRELEVANTE
		CAMBIO DEL USO DE SUELO	0							
GEOMORFOLOGIA	ALTERACION DEL PAISAJE	0								
BIOTICO	FAUNA	ALTERACION DE FAUNA TERRESTRE	0							
		ALTERACION AVES	-1	1	1	2	1	1	-9	IRRELEVANTE
		ALTERACION DE LA FLORA TERRESTRE	0							
SOCIO ECONOMICO	SOCIO ECONOMICO	EXPECTATIVAS DE LA COMUNIDAD	-1	2	1	2	2	2	-14	MODERADA
		AUMENTO DE EMPLEO	1	1	1	2	1	2	10	IRRELEVANTE
		BENEFICIO DE ECONOMIA LOCAL	1	3	1	2	2	8	23	IRRELEVANTE
		SALUD & SEGURIDAD	-1	1	1	3	1	1	-10	IRRELEVANTE
		PLUSVALIA	1	3	1	2	2	8	23	IRRELEVANTE
		CAPACITACION INFORMAL	1	2	1	2	4	2	16	IRRELEVANTE

Operación:

Matriz 6.- Matriz Calificación de Impactos - Mantenimiento y Limpieza

MEDIO	RECURSOS	IMPACTO	ML.- MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA						IMPORT	CLA SIF.
			S	IN	EX	M	P	R		
FISICO	AIRE	CONTAMINACION POR GASES	0							
		CONTAMINACION POR POLVO	-1	1	1	4	1	1	-11	IRRELEVANTE
		CONTAMINACION POR RUIDO	-1	1	1	4	1	1	-11	IRRELEVANTE
	AGUA	CONTAMINACION DE LAS AGUAS	-1	1	1	4	1	1	-11	IRRELEVANTE
		CAMBIO DEL USO DE AGUA	0							
	SUELO	CONTAMINACION DEL SUELO	0							
		CAMBIO DEL USO DE SUELO	0							
GEOMORFOLOGIA	ALTERACION DEL PAISAJE	0								
BIOTICO	FAUNA	ALTERACION DE FAUNA TERRESTRE	0							
		ALTERACION AVES	-1	1	1	2	1	1	-9	IRRELEVANTE
		ALTERACION DE LA FLORA TERRESTRE	0							
SOCIO ECONOMICO	SOCIO ECONOMICO	EXPECTATIVAS DE LA COMUNIDAD	-1	2	2	2	2	2	-16	MODERADA
		AUMENTO DE EMPLEO	1	1	2	2	2	2	13	IRRELEVANTE
		BENEFICIO DE ECONOMIA LOCAL	1	3	4	2	4	8	31	MODERADA
		SALUD & SEGURIDAD	-1	2	1	2	2	2	-14	MODERADA
		PLUSVALIA	1	8	4	2	4	8	46	MODERADA
		CAPACITACION INFORMAL	1	3	1	4	4	2	21	IRRELEVANTE

5.1.2.4 Importancia de los Impactos

En base a los resultados de las Matrices de Calificación se elabora la Matriz de Importancia, la cual resume la calificación de la interacción entre las macro actividades del proyecto y los recursos.

Matriz 7.- Matriz de Importancia de los Impactos

RECURSOS	IMPACTO	CONSTRUCCION				OPERACION	SUBTOTAL DE IMPACTO
		MT	OH	IS	A		
AIRE	CONTAMINACION POR GASES	-10	-10	x	x	x	-20
	CONTAMINACION POR POLVO	-10	-13	x		-11	-46
	CONTAMINACION POR RUIDO	-10	-13	-8	-13	-11	-55
AGUA	CONTAMINACION DE LAS AGUAS	x	x	-8	-9	-11	-28
	CAMBIO DEL USO DE AGUA	x	x	x	x	x	0
SUELO	CONTAMINACION DEL SUELO	x	-11	-8	-8	x	-27
	CAMBIO DEL USO DE SUELO	-12	x	-8	x	x	-20
EOMORFOLOG	ALTERACION DEL PAISAJE	-10	-10	-8	x	x	-28
FAUNA	ALTERACION DE FAUNA TERRESTRE	x	x	x	x	x	0
	ALTERACION AVES	-10	-10	-8	-9	-9	-46
	ALTERACION DE LA FLORA TERRESTRE	x	x	x	x	x	0
SOCIO ECONOMICO	EXPECTATIVAS DE LA COMUNIDAD	-11	-11	-8	-14	-16	-60
	AUMENTO DE EMPLEO	14	15	11	10	13	63
	BENEFICIO DE ECONOMIA LOCAL	20	18	16	23	31	108
	SALUD & SEGURIDAD	-9	-10	-8	-10	-14	-51
	PLUSVALIA	18	23	17	23	46	127
	CAPACITACION INFORMAL	14	17	12	16	21	80
	GRAN TOTAL	-16	-15	-8	-3	39	-3

ANALISIS DE RESULTADO:

Considerando los resultados obtenidos y expresados en las matrices anteriores, se afirma lo siguientes:

- Todas las actividades del caso de estudio, tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación representan un impacto de calificación irrelevante, es decir menor de 25.

- De las actividades de construcción, la que genera el mayor impacto es la macro actividad movimiento de tierras, seguida por obras de hormigón; con una calificación de -16 y -12 respectivamente.
- De las actividades de la etapa constructiva, las macro actividades de producción generan un mayor impacto, con una calificación de -38, notoriamente superior en comparación con la macro actividad de mayor impacto de la etapa de construcción.
- El recurso que será más afectado es el aire producto del ruido y el polvo, lo que generó una calificación de -121, seguida de la contaminación del suelo con -47.
- Los aspectos de Salud y Seguridad, motivan una calificación de impacto representativa de -51.
- El proyecto genera impactos positivos, tal como lo es el caso de plusvalía con una calificación de 127, beneficio en la economía local con 108, capacitación informal con 80 y aumento de empleo con 63.

En recopilación de la información del Análisis Ambiental anteriormente expuesto se presente el siguiente resumen de resultados.

Tabla 30.- Resumen de Matriz de Importancia

Descripcion	Fisico	Biotico	Socio-Econ	TOTAL
Impactos Irrelevantes	22	5	30	57
Impactos Moderados	0	0	2	2
Impactos Severos	0	0	0	0
Impactos Criticos	0	0	0	0
Total Impactos	22	5	32	59
Calificacion de Importancia	-224	-46	267	-3
Promedio de Impacto	(10.18)	(9.20)	8.34	(0.05)

Como se observa, el 37.29% de los impactos corresponden al medio físico, el 8.47% al medio biótico, el 50% Socio-Económico; en resumen, el medio físico es el más impactado con una calificación promedio de -10.18, seguido del biológico con -9.20.

Por otra parte, el resumen total del caso de estudio muestra una calificación de -2.14, que resulta de la división de -3/59, es decir, que finalmente el proyecto tiene una calificación de “IMPACTO NEGATIVO IRRELEVANTE”.

5.1.3 Factibilidad Económica

5.1.3.1 Determinación de Criterios

Para el presente proyecto se ha considerado pertinente evaluar su factibilidad económica mediante el TIR y VAN, para los cuales será pertinente determinar el siguiente flujo de caja:

Tabla 31.- Criterios para Factibilidad Económica

FACTIBILIDAD ECONOMICA			
VAN	Flujo de caja	Inversion	Costo de Construccion
		Beneficios	Costo por Enfermedad
		Remanentes	Costo por Limpieza
TIR		Ingresos	Plusvalia
		Gastos	Mantenimiento

5.1.3.2 Flujo de Caja

En la determinación del flujo de caja hemos separados en cuatro grupos los flujos de efectivo: Inversión, Beneficios Remanentes, Ingresos y Gastos.

Para el cálculo de la Inversión se procedió a realizar los diseños estructurales y arquitectónicos del reservorio, en base a los cuales se realizaron los Análisis de Precios Unitarios (APU) y a su vez, en base a estos APU, se realizó el presupuesto para la construcción, **Anexo I y II.**

Tabla 32.- Tabla de Cantidades y Precios

EJERCICIO DE PRESUPUESTO					
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
Reservorio para Inundaciones (2017)					
UEES					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTI.	PRECIO UNITAR.	SUB TOTAL
1.- PRELIMINARES					
1.1	Replanteo y Trazado	m2	17.08	3.73	63.687
1.2	Excavación a pulso	m3	61.15	10.06	615.339
1.3	Relleno Compactado	m3	30.65	21.02	644.166
			SUB TOTAL		1323.192
2.- CIMENTACIÓN					
2.1	Replanteo	m3	1.71	160.85	274.698
2.3	Reservorio	m3	14.91	564.80	8420.787
			SUB TOTAL		8695.486
8.- INSTALACIÓN SANITARIA					
8.3	Tubería Reservorio 330mm	ml	4	169.87	679.488
			SUB TOTAL		679.488
9.- PIEZAS SANITARIAS					
9.1	Tapa metalica	UNID.	1	103.46	103.460
9.5	Rejilla para limpieza	UNID.	1	50.82	50.820
			SUB TOTAL		154.280
				TOTAL	10852.45
SON: Diez mil ochocientos cincuenta y dos con cuarenta y cinco ctvos					
FECHA: 30/05/2017					
Sharon Tutiven					
	Costo por m2	\$	23.59		

Para el cálculo de los Beneficios Remanentes, los costos que se evitaran mediante la aplicación del presente proyecto, se ha considerado pertinente evaluar los Costos por Enfermedad, Costos por Limpieza; para lo cual se debió realizar una investigación de campo y se realizó una encuesta a dos familias de la ciudadela para poder estimar los costos para estos dos indicadores. El condicionante para selección de las familias fue ser consideradas familia tipo de 5 integrantes. **Anexo III.**

Tabla 33.- Datos preliminares para el análisis económico

Datos:					
Periodo de lluvia:					
	de:	Enero	a:	Abril	
Meses de lluvia		4 meses			
Entrevista:					
Familias		Pozo Cervantes / Avila Sanchez			
Descripcion		Residentes de Urbanizacion Vista Sol. Mz k Villa 4/ Mz E Villa 6			
Numero de integrantes		5			
Integrantes economicamente activos		4			
Area del Predio		460 m2			

Tabla 34.- Beneficios Remanentes por atención medica

Atencion medica				
Datos especificos:				
		por persona	total	
veces se enferman		2	10	
veces que asisten a consulta medica		1	5	
dias no trabajados		3	12	
		unitario	Total	
gasto por consulta medica		\$ 20.00	\$ 100.00	
gasto por medicina		\$ 20.00	\$ 100.00	
gasto por dias no trabajados		\$ 70.00	\$ 280.00	
			\$ 480.00	

Tabla 35.- Beneficios Remanentes por limpieza

Limpieza debido a inundaciones			
Datos especificos:			
	# de veces	Costo unitario	Costo Total
limpieza de la cisterna de agua	1	\$ 60.00	\$ 60.00
limpieza del interior de la vivienda	4	\$ 20.00	\$ 80.00
limpieza del exterior de la vivienda	4	\$ 20.00	\$ 80.00
limpieza de los vehiculos	0	\$ 15.00	\$ -
			\$ 220.00

El incremento en la Plusvalía de la ciudadela Vista Sol debido a la implementación de los reservorios se calculó en base a Las Ordenanzas municipales del Cantón Samborondón, específicamente en las ordenanzas para Catastro (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal del Canton Samborondon, 2011).

El incremento anual en la Plusvalía para el Cantón Samborondón está establecido en 5%; en base a esta normativa se estableció el incremento en la plusvalía debido a la incorporación de los reservorios individuales; 1.5% sería el incremento, es decir, un tercio del valor de la plusvalía considerada para el Cantón Samborondón.

Tabla 36.- Plusvalía

valor catastral del suelo									
Sobre el valor del terreno se aplica el porcentaje anual que determine cada municipio									
municipio									
1.-	incremento de valor generados en un periodo destinado al comercio en areas comerciales de menor intensidad, correspondientes a barrios, ciudadelas, se aplica un incremento del :				5%	Incremento Annual IM. Samborondon			
Valor catastral del terreno					1.5%	incremento considerado			
Ciudadela	Sector	\$/m2							
Vista Sol	Sector 5	\$ 200.00							
Calculos de Plusvalia									
Valor del Predio:	\$ 92,000.00								
años enteros transcurridos	10 años								
Incremento de valor:	\$ 13,800.00								
Plusvalia anual	\$ 1,380.00								

El costo por mantenimiento se consideró, y se estima que esta acción se deberá implementar cada 15 años.

Tabla 37.- Gastos por Mantenimiento

Costo por Mantenimiento				
	u	\$/u	cant.	total
Impermiabilizacion	m2	\$ 6.80	41.24	\$ 280.42
Reparacion hormigon	m2	\$ 11.00	41.24	\$ 453.61
			TOTAL	\$ 734.03

Posterior a los cálculos anteriormente expuestos, se procedió a realizar el análisis económico del proyecto, determinando; el Flujo de Caja, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Se considera adicional a lo expuesto, un periodo de 30 años y el valor de la tasa de interés para el presente estudio fue obtenido del Banco central del Ecuador, de la tasa pasiva referencial (Banco Central del Ecuador, 2017).

Para ellos las formulas empleadas son:

Tabla 38.- Fórmula para el cálculo del VAN

			Vt=	flujos de caja en cada periodo t	
VAN=	$\sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+d)^t} - I_0$		I0=	es el valor de desembolso inicial de la inversion	
			n=	numero de periodos considerado	
			k=	es el tipo de interes	
Vt=					
I0=					
n=		30 anos			
d=		14%			
i=		4.8 %			

Tabla 39.- Fórmula para el cálculo de la tasa de descuento

tasa de descuento	
d=	$i/(1+i)$
d=	14%

Tabla 40.- Cálculos de Flujo de Caja y VAN

FACTIVILIDAD ECONOMICA			FLUJOS DE CAJA		
Individual, por cada reservorio			Años	Flujo	VAN
			1	\$ 2,080.00	\$1,827.88
Datos			2	\$ 2,080.00	\$1,606.32
			3	\$ 2,080.00	\$1,411.61
Inversion:	\$ 10,852.45	inicial	4	\$ 2,080.00	\$1,240.51
			5	\$ 2,080.00	\$1,090.14
Salud:	\$ 480.00	anual	6	\$ 2,080.00	\$958.00
			7	\$ 2,080.00	\$841.88
Limpieza	\$ 220.00	anual	8	\$ 2,080.00	\$739.84
			9	\$ 2,080.00	\$650.16
Plusvalia	\$ 1,380.00	anual	10	\$ 2,080.00	\$571.35
			11	\$ 2,080.00	\$502.10
Mantenimiento	\$ 734.03	c/15 años	12	\$ 2,080.00	\$441.24
			13	\$ 2,080.00	\$387.75
			14	\$ 2,080.00	\$340.75
			15	\$ 1,345.97	\$193.77
			16	\$ 2,080.00	\$263.15
			17	\$ 2,080.00	\$231.26
			18	\$ 2,080.00	\$203.22
			19	\$ 2,080.00	\$178.59
			20	\$ 2,080.00	\$156.94
			21	\$ 2,080.00	\$137.92
			22	\$ 2,080.00	\$121.20
			23	\$ 2,080.00	\$106.51
			24	\$ 2,080.00	\$93.60
			25	\$ 2,080.00	\$82.26
			26	\$ 2,080.00	\$72.29
			27	\$ 2,080.00	\$63.52
			28	\$ 2,080.00	\$55.82
			29	\$ 2,080.00	\$49.06
			30	\$ 2,080.00	\$43.11
					\$3,809.33

Para corroborar el VAN obtenido mediante la fórmula expuesta, se implementó la Función VAN en el programa Excel, obteniendo el mismo valor.

Tabla 41.- Función VAN

VAN=	\$3,809.33
funcion	

Para el cálculo del TIR se empleó también una función del programa Excel, Función TIR.

Tabla 42.- Función TIR

TIR	19.064%
funcion	

Estos resultados indican que el proyecto de reservorios, en términos económicos, es económicamente factible, debido que el VAN es mayor a 0, y el TIR es mayor a la tasa de descuento, es decir 19.064% es mayor a 14%, por tanto se concluye que es viable.

CAPITULO 6

6.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.1 Conclusiones

6.1.1.1 Conclusión - Factibilidad Técnica

1. No se alcanzaron los resultados esperados con la implementación de un reservorio por cada sumidero para el caso de estudio Urbanización Vista Sol, con el volumen seleccionado de 3m³ únicamente se evitó 246 m³ de inundación en un tiempo de 1.095min; por lo que no se consideró significativo.
2. Se lograron los resultados esperados al implementar un reservorio de 12 m³ por cada predio de vivienda para el caso de estudio Urbanización Vista Sol, el tiempo que se otorga al sistema antes de que se desborde e inunde el área vial es de 15min.
3. Se logró establecer como parámetro que cada reservorio de 1.5m de altura represente 2% del área del predio en el que es construido, este parámetro puede ser aplicado a cualquier sector, acorde a las densidades de vivienda estudiadas. En todos los casos, para cada densidad de vivienda, la condición es que alivie el sistema en 15min.

6.1.1.2 Conclusión - Factibilidad Ambiental

1. El impacto Ambiental generado por la construcción y operación de un sistema de Drenaje Pluvial Urbano con la incorporación de reservas individuales para el caso de estudio Urbanización Vista Sol será de -0.05, el cual es menor a 25, por tanto se lo considera IMPACTO NEGATIVO IRRELEVANTE, y es factible ambientalmente.

6.1.1.3 Conclusión - Factibilidad Económica

1. El Valor Actual Neto (VAN) de la construcción de un reservorio, en un periodo de 30 años será de \$3.809.33.
2. La tasa Interna de Retorno (TIR) de la construcción de un reservorio, en un periodo de 30 años será de 19.064%
3. La inversión por construcción de un reservorio para una casa dentro del caso de estudio se recuperara en 10 años.
4. Se considera económicamente factible la implementación del nuevo sistema debido a que el valor del VAN es mayor a 0 y el valor del TIR es mayor a la tasa de descuento (14%).

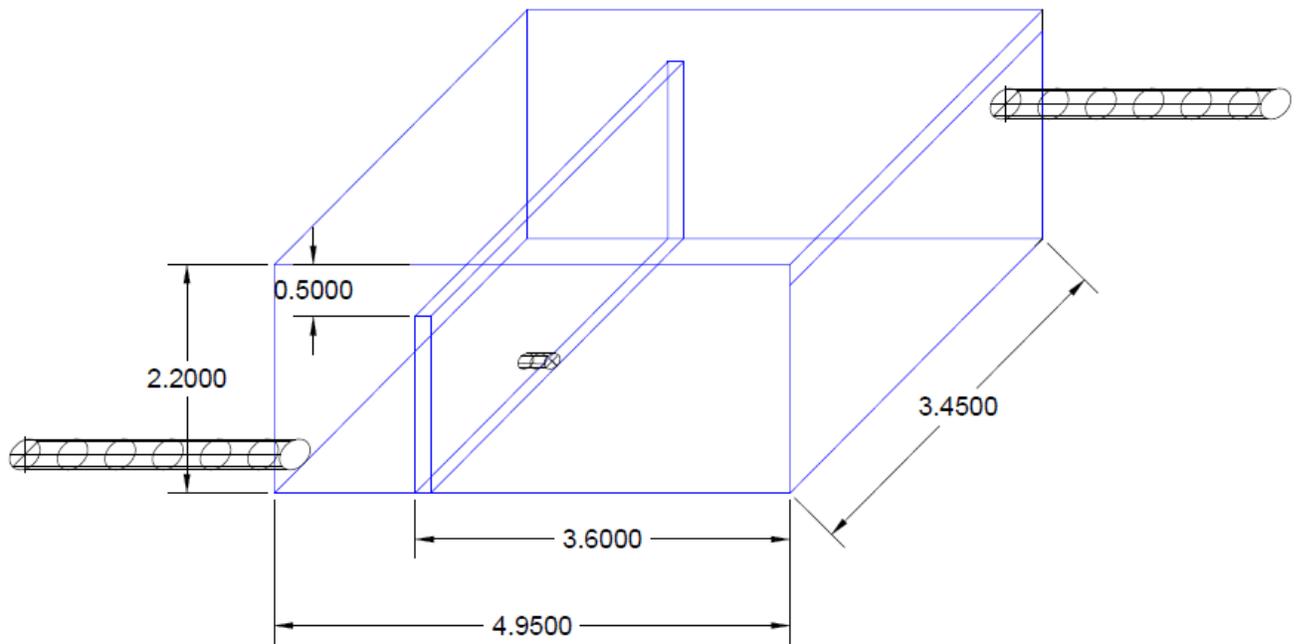
6.1.2 Recomendaciones

- Realizar cálculos dinámicos de las entradas y salidas del elemento propuesto (reservorio), a fin de establecer los detalles en el diseño Hidráulico del mismo.
- Establecer políticas públicas, sean nacionales, provinciales o cantonales, para la descarga de aguas lluvias a los sistemas públicos de drenaje pluvial, tal como se lo establece en Argentina.
- Los costos por construcción y mantenimiento de los reservorios construidos en predios de viviendas sean asumidos por el propietario del predio.
- Se recomienda que se realicen estudios similares en vías públicas, a fin de que se puedan evitar inundación en estas zonas.

ANEXOS

Anexo I.

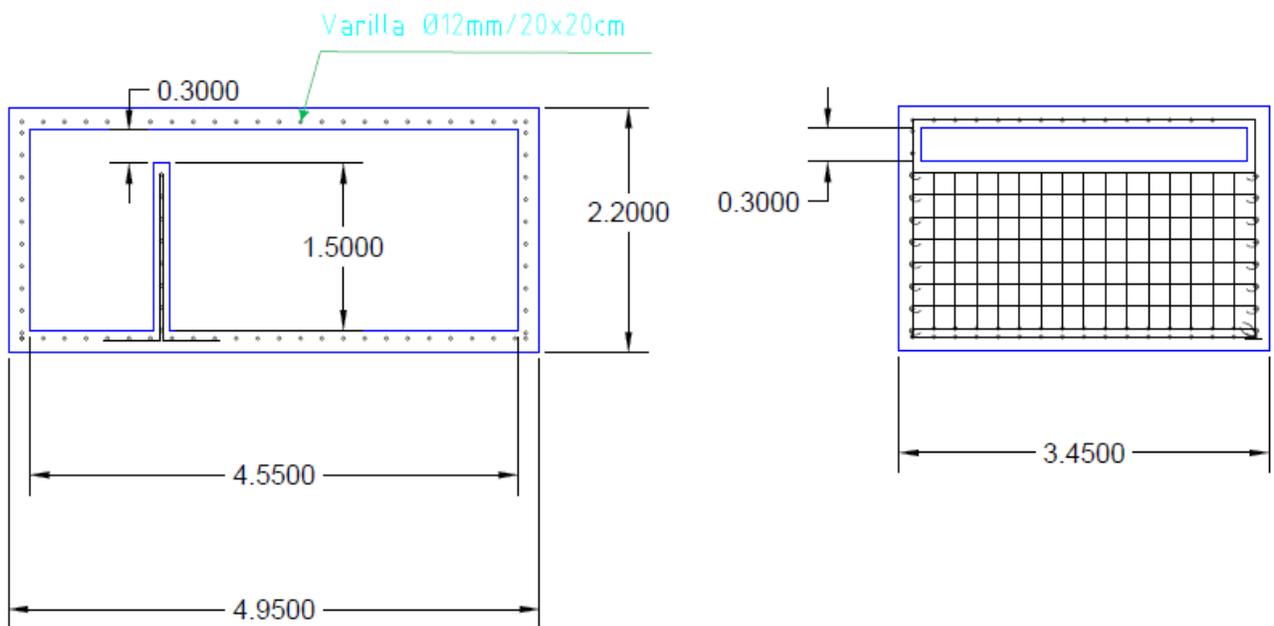
I.a. Plano Arquitectónico del reservorio



I.b. Plano Arquitectónico del reservorio- Corte



I.c. Plano Estructural del reservorio



Anexo II.

II.a. Análisis de Precios Unitarios de los rubros para la construcción de un reservorio

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (INVIERNO 2017)					
NOMBRE DEL PROPONENTE:			Sharon Tutiven Galvez		
CÓDIGO:	1,1		(H/U)		
RUBRO:	Replanteo y trazado	UNIDAD:	m2	RENDIMIENTO (R):	0,242
DETALLE:				FECHA:	20/05/2017
MATERIALES: (Incluido transporte)		A		B	
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.		COSTO PARCIAL
Cuarton	u	0,15	5,59		0,818
Tiras	u	0,25	4,10		1,008
Clavos	kg	0,009	2,26		0,019
					0,000
					0,000
					0,000
					0,000
					0,000
					0,000
					0,000
			PARCIAL M:		1,846
MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Albañil	0,25	16,13	1,93	0,971	0,235
Peón	1	12,82	1,95	3,130	0,759
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				MAESTRO 10%	0,099
				PARCIAL M/O:	1,094
EQUIPOS		A	B	C=A*B	C*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA		COSTO PARCIAL
Herramienta Menor (4 % de M/O)					0,044
					0,000
					0,000
					0,000
				PARCIAL E:	0,04
Samborondón		TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + M/O + E			2,983
		TOTAL COSTOS INDIRECTOS:			0,746
Firma					25%
Sharon Tutiven Galvez		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			3,729
		VALOR PROPUESTO:			3,73

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (INVIERNO 2012)

NOMBRE DEL PROPONENTE:

Sharon Tutiven Galvez

CÓDIGO:

2,2

A

Plintos Encofrado

(H/U)

RUBRO:

Reservorio enconf.

UNIDAD:

m3

RENDIMIENTO (R):

7,81

DETALLE:

3.45 x 3.45 x 1.50

FECHA:

20/05/2017

MATERIALES: (Incluido transporte)					A	B	A*B
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL			
Encofrado	m2	5,86	9,45	55,372			
				0,000			
				0,000			
				0,000			
				0,000			
				0,000			
				0,000			
				0,000			
				0,000			
				0,000			
				PARCIAL M:	55,372		
MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R		
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL		
Carpintero	1	16,13	1,93	3,886	30,353		
Ayudante	1	12,99	1,95	3,168	24,749		
				0,000	0,000		
				0,000	0,000		
				0,000	0,000		
				MAESTRO 10%	5,510		
				PARCIAL M/O:	60,612		
EQUIPOS	A	B	C=A*B	C*R			
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL			
Herramienta Menor (4 % de M/O)				2,424			
				0,000	0,000		
				0,000	0,000		
				0,000	0,000		
				0,000	0,000		
				PARCIAL E:	2,42		
Samborondón	TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + M/O + E			118,408			
Firma	TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 21%			24,866			
Sharon Tutiven Galvez	COSTO TOTAL DEL RUBRO:			143,273			
	VALOR PROPUESTO:			143,27			

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (INVIERNO 2012)

NOMBRE DEL PROPONENTE:

Sharon Tutiven Galvez

CÓDIGO:

2,2

B

Plintos Refuerzo

(H/U)

RUBRO: Reservoirio Acero

UNIDAD: m3

RENDIMIENTO (R):

2,13

DETALLE:

3.45 x 3.45 x 1.50

FECHA:

20/05/2017

MATERIALES: (Incluido transporte)		A		B		A*B		
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.			COSTO PARCIAL		
Acero de refuerzo	kg	45,19	4,40			198,912		
						0,000		
						0,000		
						0,000		
						0,000		
						0,000		
						0,000		
						0,000		
						0,000		
						0,000		
PARCIAL M:						198,912		
MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R			
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL			
Fierrero	0,5	16,13	1,93	1,943	4,132			
Ayudante	1	12,99	1,95	3,168	6,738			
				0,000	0,000			
				0,000	0,000			
				0,000	0,000			
MAESTRO 10%						1,087		
PARCIAL M/O:						11,957		
EQUIPOS	A		B		C=A*B		C*R	
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA			COSTO/HORA		COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (4 % de M/O)							0,478	
					0,000		0,000	
					0,000		0,000	
					0,000		0,000	
					0,000		0,000	
PARCIAL E:						0,48		
Samborondón	TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + M/O + E					211,347		
Firma	TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 21%					44,383		
Sharon Tutiven Galvez	COSTO TOTAL DEL RUBRO:					255,729		
	VALOR PROPUESTO:					255,73		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (INVIERNO 2012)

NOMBRE DEL PROPONENTE:

Sharon Tutiven Galvez

CÓDIGO:

2,2 C Plintos Fundición

(H/U)

RUBRO: Reservoirio Hormigon

UNIDAD: m3

RENDIMIENTO (R):

5,33

DETALLE:

3.45 x 3.45 x 1.50

FECHA:

20/05/2017

MATERIALES: (Incluido transporte)		A	B	A*B	
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	
Fundición Hormigón 1:2:3	m3	1,00	92,56	92,563	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
			PARCIAL M:	92,563	
MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Albañil	0,25	16,13	1,93	0,971	5,181
Peón	1	12,82	1,95	3,130	16,694
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				MAESTRO 10%	2,187
				PARCIAL M/O:	24,062
EQUIPOS	A	B	C=A*B	C*R	
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (4 % de M/O)				0,962	
Concretera de un saco	0,10119	28,29	2,863	15,269	
Vibrador para concreto	0,10119	7,72	0,782	4,169	
			0,000	0,000	
				PARCIAL E:	20,40
Samborondón	TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + M/O + E			137,025	
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 21%			28,775	
Firma	COSTO TOTAL DEL RUBRO:			165,800	
Sharon Tutiven Galvez	VALOR PROPUESTO:			165,80	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (INVIERNO 2012)

NOMBRE DEL PROPONENTE: Sharon Tutiven Galvez
CÓDIGO: 3,1 Tubería hacia reservorio (H/U)
RUBRO: Instalacion de Tub. **UNIDAD:** ml **RENDIMIENTO (R):** 5,33
DETALLE: Conexión a reservorio **FECHA:** 20/05/2017

MATERIALES: (Incluido transporte)		A	B	A*B
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL
TUBERIA PVC NOVAFORT 335mm	ML	1,00	31,95	31,950
TUBERIA PVC NOVAFORT 125mm	ML	0,25	6,14	1,535
ADHESIVO NOVAFORT	U	3,33	19,16	63,867
				0,000
				0,000
				0,000
				0,000
				0,000
				0,000

PARCIAL M: 97,352

MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Gasfitero	1	16,13	1,93	3,886	20,724
Ayudante	1	12,99	1,95	3,168	16,897
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000

MAESTRO 10% 3,762

PARCIAL M/O: 41,383

EQUIPOS	A	B	C=A*B	C*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Herramienta Menor (4 % de M/O)				1,655
			0,000	0,000
			0,000	0,000
			0,000	0,000

PARCIAL E: 1,66

Samborondón	TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + M/O + E	140,390
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 21%	29,482
Firma	COSTO TOTAL DEL RUBRO:	169,872
Sharon Tutiven Galvez	VALOR PROPUESTO:	169,87

Anexo III.

III.a. Formato de encuesta - Gastos por inundaciones en la Urbanización Vista Sol

ENCUESTA PARA TRABAJO DE TITULACION				
El objetivo de la presente investigación de campo es obtener información pertinente para la elaboración de una Tesis de Grado para la obtención del Título de Ingeniero Civil.				
La presente encuesta pretende obtener información referente a los gastos que se generan producto de las inundaciones o anegamientos en las vías de la ciudadela Vista Sol.				
1.-	INFORMACION GENERAL:			
	<u>DATOS PRELIMINARES:</u>			
	Periodo de lluvia:			
		de: Enero	a: Abril	
	Meses de lluvia	4 meses		
	<u>DATOS DEL ENCUESTADO</u>			
	Familia:	_____		
	Descripcion:	Residentes de Urbanización Vista Sol. Mz _____ Villa _____		
	Numero de integrantes:	_____		
	Integrantes económicamente activos:	_____		
	Area del Predio de la vivienda:	_____ m2		
2.-	CONTESTAR LAS SIGUIENTES PREGUNTAS			
2.1.-	<u>COSTO POR ENFERMEDAD:</u>			
	Atención médica:			
			por persona	total
	veces que se enferman	_____	_____	_____
	veces que asisten a consulta médica	_____	_____	_____
	días no trabajados	_____	_____	_____
2.2.-	Limpieza debido a inundaciones			
	Costos específicos:			
		# de veces	Costo unitario	Costo Total
	limpieza de la cisterna de agua	_____	_____	_____
	limpieza del interior de la vivienda	_____	_____	_____
	limpieza del exterior de la vivienda	_____	_____	_____
	limpieza de los vehículos	_____	_____	_____
	Agradezco su colaboración.			