

**Diseño de planta de tratamiento de aguas lluvias para uso sanitario del Colegio San
Bonifacio de las Lanzas**

Trabajo de investigación para optar por el Título de Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Jonathan Lozano

Barajas

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería-ECBTI

Programa Ingeniería Industrial

Ibagué Tolima

2020

**Diseño de planta de tratamiento de aguas lluvias para uso sanitario del
Colegio San Bonifacio de las Lanzas**

Trabajo de investigación para optar por el Título de Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Jonathan Lozano Barajas

Asesor:

Natalia Molina Arevalo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería-ECBTI

Programa Ingeniería Industrial

Ibagué Tolima

2020

Dedicatorias

Dedico este Trabajo de Grado a Dios quien me permitió obtener los recursos necesarios para llegar a esta meta académica y volverme un profesional

A mi esposa, hijas, padres y suegra que me acompañan en cada paso que doy, brindándome la fuerza emocional y apoyo para seguir adelante.

A mis profesores quienes me impulsaron profesionalmente y fueron los guías de este nuevo comienzo, especialmente a Natalia Molina Arévalo, quien siempre me apoyo, oriento e indico el paso a paso de mi profesión permitiéndome llegar a objetivo.

Agradecimientos

Agradezco principalmente a Dios quien ha iluminado mi camino dándome el apoyo, la protección y la fortaleza con la presencia de su espíritu. Por lo demás, cualquier intento de agradecimiento, en mi caso, resultará limitado porque son innumerables las personas –algunas incluso sin saberlo- que de un modo u otro me han apoyado tanto académica como personalmente haciendo posible la culminación de este Trabajo de Grado y el comienzo de una nueva etapa en mi vida; a todos aquellos que no alcanzaremos a nombrar, le dedicamos estas primeras líneas. Deseo resaltar mi agradecimiento a mi Familias especialmente a mi baluarte, mi esposa quien no escatimo esfuerzo alguno para apoyarme y respaldarme en este trasegar, cuya paciencia y perseverancia me dio la fuerza para culminar mi carrera profesional, a mis hijas quienes son el motor para crecer y brindarles un mejor futuro, a mi suegra porque me apoyo emocionalmente.

Agradecemos a la Universidad abierta y a distancia unad-Sede Ibagué y a su Facultad de Ingeniería, por educarnos como unos profesionales con criterios administrativos, industriales en la prestación de bienes y servicios a la comunidad, preparándome como un profesional capaz de afrontar retos de cualquier índole tanto en el campo Personal como en la esfera Administrativa, Económica, Estratégica, Social y Laboral, Por último agradezco a DIOS y a nuestra Directora de Trabajo de grado la Ing. Natalia Molina Arévalo, por haber confiado en mí desde el momento en que le propuse el tema hasta los últimos trámites y lecturas que necesitó del mismo por compartir sus conocimientos y consejos metodológicos; ayudas, las correcciones, propuestas temáticas fundamentales para la realización de este trabajo.

Resumen

El presente trabajo propone el diseño de una planta capaz de captar agua lluvia en las instalaciones del coliseo de la Corporación San Bonifacio de las Lanzas a partir de un modelo digital a escala de la planta de tratamiento de aguas lluvias a fin de evidenciar la funcionalidad el prototipo a sugerir y proporcionar así datos reales de ahorro, reducción de impacto del ambiente e innovación de diseños medioambientales, puesto que el agua lluvia se empleara como alternativa de abastecimiento y ahorro de agua en la descarga de sanitarios del área de administración, para ello se procede al análisis hidráulico de conducción y distribución para la aplicación del cálculo de la ruta crítica pluvial del colegio a nivel de caudales, diámetros, velocidad, presiones mínimas y máximas de servicio y así determinar los litros generados por la lluvia, litros usados de forma mensual y la proyección del ahorro sugerido con la planta, finalmente se procederá al diseño de la planta a escala digital 3D en el coliseo para evidenciar el proceso de captación y recolección agua lluvia, volúmenes recolectados en litros en tanque, a fin de proyectar un periodo de 30 días calendario y de este modo comprobar el porcentaje de ahorro durante el periodo sugerido, por último se analizara las características físicas y químicas de la planta para su respectiva potabilización y uso final.

Contenido

Agradecimientos	5
contenido	7
1.1.1. Objetivo General.....	14
1.1.2. Objetivo Especifico	14
1.1.3. Objetivos Particulares.....	14
1.2. Alcance y Limitaciones	15
1.3. Marco Teórico.....	15
1.3.1. Bases Legales	15
1.1.1. Antecedente Internacional	31
1.1.3. Antecedente Local	34
1.1.4. Antecedente Del Sitio.....	36
1.2. Conceptos de Generales de Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Lluvias Potabilizada para Uso Sanitario del Colegio San Bonifacio De Las Lanzas	38
2.2.2. Puntos Claves y Descriptores	41
2.2.3. Componentes y Diseño Básico de Recolectores de Aguas Lluvias.....	41
Tanque: capacidad 6000 lt (pavco).....	48
Electrobomba.....	48
3.2.3.1. Presupuesto de elaboración de planta si costo de mano de obra por la condición.....	52
-Vista Lateral De Tuberías Con Componente.....	53
3.1.1. Situación Problemática	55
3.1.2 Planteamiento Del Problema	56
3.1.3 Pregunta del Problema.....	57

3.1.4. Necesidad de Diseño Alternativo de Recolección de Aguas Lluvias	57
Planos coliseo, escorrentia, vista panoramica desde dron y planos tuberías internas coliseo ...	58
vista aérea coliseo	67
Capitulo III. Sistema De Acueducto Para La Ruta Crítica Pluvial Del Colegio San Bonifacio	
Diámetros, Velocidad, Presiones Mínimas Y Máximas De Servicio.....	68
1.1. introducción general	68
4.1.1 Sistema de Acueducto Existente.....	68
Diseño de la Red de Acueducto	69
- Caudales de Consumo para el Acueducto	70
- Demanda de Agua para Acueducto	70
5.1.3. Presiones Recomendadas.....	77
5.1.5 Calculo Moto Bomba E Hi-Pres	78
5.2. Funcionamiento	82
Capítulo 4. Aplicación del proyecto	87
6.1.2 Antecedentes.....	87
6.1.3 Sistema de Alcantarillado Existente E Infraestructura Existente (ARBELÁEZ, 2014).	
87	
6.1.4 Justificación y Alcance	89
6.1.5 Servidumbre	89
6.1.6 Caudales de Aguas Lluvia	90
6.1.6. Metodología Utilizada	90
6.1.7. Caudales de Aguas Residuales	91
6.1.8. Diseño de las Redes Internas para Aguas Residuales.....	93
Capítulo 5: cálculos de intensidad, frecuencia, duración de lluvias de zona de estudio,	
población y muestra de población donde se implementara el diseño del proyecto	95
7.1 Introducción.....	95

7.1.1	Población y Muestra:.....	99
7.1.2	Muestra:.....	101
1.2.2.	Curva Intensidad - Frecuencia – Duración	103
7.2.4.	Periodos de Retorno	113
	Periodos de retorno o grado de protección	114
	Áreas de Drenaje.....	115
7.2.5.	Coefficiente de Escorrentía.....	115
7.3.	Análisis Local de escorrentía.....	117
7.3.1.	Diseño del Sistema escorrentías	117
7.4	Ahorro proyectado con planta de tratamiento de aguas lluvias	122
Capítulo Vi Propuesta Final: Elaboración de Diseño Digital de Planta de Tratamiento de Aguas Lluvias para Uso Sanitario en el Colegio San Bonifacio de las Lanzas.		128
8.1	Introducción.....	128
8.2.	Diseño y construcción de maquetaDIGITAL Plano topográfico en zona donde ira el proyecto	128
	Conclusiones.....	135
9.	Consideraciones o Recomendaciones Finales	136
	Bibliografía.....	137

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1: (ACO, 2020)	42
Ilustración 2 (ACO, 2020)	42
Ilustración 3: (ACO, 2020)	43
Ilustración 4: (ACO, 2020)	43
Ilustración 5: (ACO, 2020)	44
Ilustración 6: (ACO, 2020)	44
Ilustración 7: (ACO, 2020)	45
Ilustración 8: (ACO, 2020)	45
Ilustración 9 (ACO, 2020)	46
Ilustración 10 (ACO, 2020)	46
Ilustración 11: (ACO, 2020)	47
Ilustración 12(ACO, 2020)	47
Ilustración 13: https://www.barnes.com.co/tanques-hidroacumuladores/	48
Ilustración 14: https://es.slideshare.net/mgarcianaranjo/diseo-de-desarenadores	49
Ilustración 15: Hidrozon S.A.S.....	49
Ilustración 16: Carbotecnia	50
Ilustración 17RIMAX Polivinilico	50
Ilustración 18: Colegio San Bonifacio.....	52
Ilustración 19: Diseño digital lateral Planta	52
Ilustración 20: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	58
Ilustración 21: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	59
Ilustración 22: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	59
Ilustración 23: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	59
Ilustración 24: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	60
Ilustración 25: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	60
Ilustración 26: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	61
Ilustración 27: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	62
Ilustración 28: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	63
Ilustración 29: Planos Arquitectónicos coliseo, Departamento Mantenimiento	64
Ilustración 30:(Estudio Geska,2015)	64
Ilustración 31:(Estudio Geska,2015)	65
Ilustración 32:(Estudio Geska,2015)	65
Ilustración 33:(Estudio Geska,2015)	66
Ilustración 34: Foto Drom	66
Ilustración 35: (Tinkecard / Jonathan Lozano).....	79
Ilustración 36: (Tinkecard / Jonathan Lozano).....	79
Ilustración 37: (Tinkecard / Jonathan Lozano).....	80
Ilustración 38: (Tinkecard / Jonathan Lozano).....	80

Ilustración 39: (Tinkecard / Jonathan Lozano).....	81
Ilustración 40: (Tinkecard / Jonathan Lozano).....	81
Ilustración 41:(IDEAM,2018).....	92
Ilustración 42:(IDEAM,2018).....	93
Ilustración 43:(IDEAM,2018).....	94
Ilustración 44:(IDEAM,2018).....	112
Ilustración 45: https://es.weatherspark.com	115
Ilustración 46: https://es.weatherspark.com	116
Ilustración 47: https://es.weatherspark.com	116
Ilustración 48: https://es.weatherspark.com	116
Ilustración 49: https://es.weatherspark.com	117
Ilustración 50: https://es.weatherspark.com	118
Ilustración 51: https://es.weatherspark.com	118
Ilustración 52 EXCEL, Datos recibo ibal 2019	120
Ilustración 53 EXCEL, Datos recibo ibal 2020	121
Ilustración 54 EXCEL, Datos recibo ibal 2020, ahorro proyectado	123
Ilustración 55(Tinkecard / Jonathan Lozano)	124
Ilustración 56(Tinkecard / Jonathan Lozano)	125
Ilustración 57(Tinkecard / Jonathan Lozano)	125
Ilustración 58(Tinkecard / Jonathan Lozano)	126
Ilustración 59(Tinkecard / Jonathan Lozano)	126
Ilustración 60(Tinkecard / Jonathan Lozano)	127
Ilustración 61(Tinkecard / Jonathan Lozano)	127
Ilustración 62(Tinkecard / Jonathan Lozano)	127
Ilustración 63(Tinkecard / Jonathan Lozano)	128
Ilustración 64(Tinkecard / Jonathan Lozano)	128
Ilustración 65(Tinkecard / Jonathan Lozano)	129
Ilustración 66(Tinkecard / Jonathan Lozano)	129
Ilustración 67(Tinkecard / Jonathan Lozano)	130
Ilustración 68(Tinkecard / Jonathan Lozano)	131
Ilustración 69(Tinkecard / Jonathan Lozano)	

Introducción

Diseñar una planta de tratamiento de aguas lluvias en el colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS, mediante un diagnóstico técnico y pluvial de la zona de estudio (coliseo) a fin de definir las condiciones estructurales, ambientales, pluviales necesarios para la realización del diseño y futura implementación, calculando mediante los diagnósticos realizados por GESKA S.A.S para definir el curso de las precipitaciones en la zona donde se sitúa el colegio, para determinar los litros captados y así definir la capacidad de ahorro y la proyección de disminución en la facturación en el colegio hasta de un 20%, para ello, el proyecto propone hacer uso del recurso terciario (lluvias) como la alternativa de ahorro, en el servicio de agua, con la variante de potabilización como plus de la planta, la cual inicialmente estará abasteciendo el 4% (área administrativa) de la población total del colegio, para evidenciar su capacidad y luego proyectarla en el 100% de la población disponible.

Justificación

La implementación de la planta de tratamiento de aguas lluvias en el colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS, será un panorama ambiental de impacto para las corporaciones sociales, académicas de servicio y demás, puesto que estas apuntan al uso de alternativas sostenibles como un nuevo método de gestión e innovación tecnológica de optimización, el cual permitirá en su actividad reducir los costos de operación y funcionamiento de la empresa al hacer uso de los recursos naturales disponibles, como la lluvia, para uso potable y sanitario del área administrativa y bachiller, con punto de almacenaje en la cubierta del coliseo, de este modo reducir el impacto ambiental, disminuir gastos de consumo pero sobre todo dar aporte reglamentario de alternativas sostenibles nivel corporativo.

Conforme a lo anterior se puede decir que el proyecto se caracterizara por su innovación medio ambiental, pues al hacer uso de los recursos disponibles como la lluvia permitirá al colegio no solo aportar al medio ambiente sino también a reducir costos de operativos y funcionales, pero lo más importante es que será el primer colegio en la ciudad en aplicar alternativas sostenibles amigables con el medio ambiente y a su vez en reducir costos mensuales.

Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Diseñar una planta de tratamiento de aguas lluvias (Planta de tratamiento de agua potable) con su respectiva potabilización para uso sanitario en el colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS.

1.1.2. Objetivo Especifico

- Realizar Diagnostico técnico y pluvial del área donde se propone el diseño de la planta.
- Describir los recursos disponibles y necesarios, para la elaboración del diseño de la Planta tratamiento de agua potable.
- Diseñar y construir un modelo a escala de la planta (maqueta digital).
- Realizar proyección de ahorro en la facturación mensual en el servicio de agua.

1.1.3. Objetivos Particulares

- Diseñar una planta de tratamiento de aguas lluvias con un sistema de aprovechamiento pluvial escalable y accesible, con base al estudio hidráulico hecho al colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS para el uso sanitario, para que sirva de guía de las buenas prácticas de captación de mejora ambiental y de este modo permitir la replicar el sistema de captación.

1.2. Alcance y Limitaciones

Se diseñará una planta de tratamiento de aguas lluvias capaz de captar y aprovechar el recurso hídrico, por lo tanto, el diseño propuesto se ajustará a los resultados obtenidos de los estudios pluviales realizados por: **GEKSA INGENIERIA S.A.S. R.L. ING. GUIDO KOSLO SÁNCHEZ ARBELÁEZ** M.P. 25202 – 37187 de CND quienes determinaron los niveles de caudal, alcantarillado, alivio de drenaje de aguas lluvias, agua residual, calidad del agua según su uso y factibilidad técnica económica del COLEGIO SAN BINIDACIO DE LAS LANZAS, por lo tanto, el sistema contara con un diseño a escala para replicar zona de estudio, su funcionalidad, desde su captación hasta su destino final.

1.3. Marco Teórico

1.3.1. Bases Legales

Reglamento Técnico del sector Agua Potable y Saneamiento Básico RAS – 2000: _ _

http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_a_.pdf

Por otro lado, mediante resolución 1207 del 25 de Julio de 2014, “por el cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas” , se establecieron las disposiciones generales aplicables al uso de aguas residuales, pero dicha resolución se enfoca en los sectores agrícola e industrial, definiendo los parámetros mínimos de cumplimiento en cuanto a la calidad del agua permitida para su uso en estos sectores y del mismo modo, los diferentes usos aplicables al agua luego de su tratamiento.

- Constitución Política de Colombia
- Art. 49. Atención de la salud y saneamiento ambiental Consagra como servicio público la atención de la salud y el saneamiento ambiental y ordena al Estado la organización, dirección y reglamentación de los mismos.
- Art.58. Función ecológica de la propiedad privada Establece que la propiedad es una función social que implica obligaciones y que, como tal, le es inherente una función ecológica.
- Art.79. Ambiente sano: Consagra el derecho de todas las personas residentes en el país de gozar de un ambiente sano.

- Art. 80. Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales
Establece como deber del Estado la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
- Art. 88. Acciones populares Consagra acciones populares para la protección de derechos e intereses colectivos sobre el medio ambiente, entre otros, bajo la regulación de la ley.
- Art 95. Protección de los recursos culturales y naturales del país: Establece como deber de las personas, la protección de los recursos culturales y naturales del país, y de velar por la
 - conservación de un ambiente sano.
- Decreto ley 2811 de 1.974. Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los RNR , la defensa del ambiente y sus elementos.
- Artículo 1°.- El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social. (C.N. artículo 30).

- Artículo 2º.- Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos.

- Artículo 7º. Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente sano.

- Artículo 9º.- El uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, debe hacerse de acuerdo con los siguientes principios: Ver Decreto Nacional 2857
- de 1981

- a.- Los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general

- Artículo 74º. Se prohibirá, restringirá o condicionará la descarga, en la atmósfera de polvo, vapores, gases, humos, emanaciones y, en general, de sustancias de cualquier naturaleza que puedan causar enfermedad, daño o molestias a la comunidad o a sus integrantes, cuando sobrepasen los grados o niveles fijados y Artículo 77-78-86-89

- Artículo 91º.- En caso de escasez, de sequía u otros semejantes, previamente determinados, y mientras subsistan, se podrán variar la cantidad de agua que puede suministrarse y el orden establecido para hacerlo.

- Artículo 119°.- Las disposiciones del presente título tiene por objeto promover, fomentar, encauzar y hacer obligatorio el estudio, construcción y funcionamiento de obras hidráulicas para cualquiera de los usos de los recursos hídricos y para su defensa y conservación.
- Artículo 126°.- Cuando por causas de aguas lluvias o sobrantes de aguas usadas en riego se produzcan inundaciones, los dueños de los predios vecinos deberán
- Permitir la construcción de obras necesarias para encauzar las aguas, previa la aprobación de los correspondientes planos.
- Artículo 129°.- En ningún caso el propietario, poseedor o tenedor de un predio, podrá oponerse al mantenimiento de las acequias de drenaje, desvío o corona.
- Artículo 134°.- Corresponde al Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano, y en general, para las demás actividades en que su uso es necesario. Para dichos fines deberá: a.- Realizar la clasificación de las aguas y fijar su destinación y posibilidades de aprovechamiento mediante análisis periódicos sobre sus características
- Artículo 136°.- Las industrias que por razón de su proceso productivo viertan aguas de temperatura que esté fuera del nivel o intervalo permisible, no podrán incorporarlas a las corrientes receptoras sin previa adecuación.
- Artículo 167°.- Son recursos energéticos primarios:

- a.- La energía solar; b.- La energía eólica; c.- Las pendientes, desniveles topográficos o caídas; d.- Los recursos geotérmicos; e.- La energía contenida en el mar.
- Ley 23 de 1973 Principios fundamentales sobre prevención y control de la Contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales
- Artículo 1: Es objeto de la presente Ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables
- Artículo 2: El medio ambiente es un patrimonio común; por lo tanto, su mejoramiento y conservación, son actividades de utilidad pública, en las que deberán participar el Estado y los particulares
- Artículo 6: La ejecución de la política ambiental descrita en esta Ley será función del Gobierno Nacional, quien podrá delegar tal función en los Gobiernos Seccionales o en las entidades especializadas.
- Artículo 8: El Gobierno adoptará las medidas necesarias para coordinar las acciones de las entidades gubernamentales que directa o indirectamente adelanten programas de

protección de recursos naturales.

- Ley 99 de 1993. Crea el Ministerio del Medio Ambiente y Organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reforma el sector Público encargado de la gestión ambiental. Organiza el sistema Nacional Ambiental y exige la Planificación de la gestión ambiental de Proyectos.
- Decreto 1753 de 1994 Define la licencia ambiental LA: naturaleza, modalidad y efectos; contenido, procedimientos, requisitos y competencias para el otorgamiento de LA.
- Artículo 2. Concepto. La Licencia Ambiental es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente
- Artículo 5. Modalidades. habrá tres (3) modalidades de licencia ambiental:
- Licencia Ambiental Ordinaria: es la otorgada por la autoridad ambiental competente y en la cual se establecen los requisitos, condiciones y obligaciones que el beneficiario de la Licencia Ambiental.
- Artículo 9. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una Licencia Ambiental.

- Artículo 10. Los planes municipales de uso y ordenamiento del suelo para efectos de este decreto deberán contar con concepto favorable de la respectiva Corporación Autónoma Regional.
- Decreto 2150 de 1995 y sus normas reglamentarias. Reglamenta la licencia ambiental y otros permisos. Define los casos en que se debe presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas, Plan de Manejo Ambiental y Estudio de Impacto Ambiental. Suprime la licencia ambiental ordinaria
- -Ley 388 de 1997. Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial.
- Ley 491 de 1999 define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal
- Artículo 3. Seguro ecológico obligatorio. El seguro ecológico será obligatorio para todas aquellas actividades humanas que le puedan causar daños al ambiente y que requieran licencia ambiental, de acuerdo con la ley y los reglamentos.
- Decreto 1124 de 1999 Por el cual se reestructura el Ministerio del Medio Ambiente
- Ley 134 de 1994 Participación ciudadana
- Decreto - Ley 2811 de 1974 Parte XII, Respecto a los recursos del paisaje y su

protección

- Decreto 1715 de 1978 Reglamenta la protección del paisaje en carreteras. Prohíbe la Alteración de elementos del paisaje
- Ley 2 de 1959. Reserva forestal y protección de suelos y agua
- Decreto 2811 de 1974 Libro II, Parte VIII De los bosques, de las áreas de reserva forestal, de los aprovechamientos forestales, de la reforestación.
- Art. 194. Ámbito de aplicación; Art. 195-199 Definiciones; Art. 196, 197, 200 y 241 Medidas de protección y conservación; Art. 202 a 205 Áreas forestales
- Art. 206 a 210 Áreas de reserva forestal; Art. 211 a 224 Aprovechamiento forestal
- Resoluciones del Ministerio del Medio Ambiente (INDERENA) y Corporaciones Autónomas Regionales. Establecen vedas de varias especies vegetales, a nivel nacional (INDERENA o Ministerio del Medio Ambiente), o regional (Corporaciones Autónomas Regionales).
- Resolución 1602 de 1995
- Resolución 020 de 1996
- Resolución 257 de 1977

- Decreto 1681 de 1978, Se dictan medidas para proteger y conservar las áreas demanglar.
- Aclara 1602-95. Establece PMA para aprovechamiento del manglar Establece condiciones básicas de sustentabilidad del ecosistema y zonas circunvecinas Manejo y control de recursos
- hidrobiológicos y **del** medio ambiente
- Ley 09 de 1979. Código sanitario nacional
- Artículo 51-54 dispone el control y prevención de las aguas para el consumo humano.
- Artículo 55 agua superficiales. Artículo 69 y 79 potencialización del agua
- Decreto 02 de 1982, Reglamenta título I de la Ley 09-79
- Decreto 2811-74. Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas Art. 7 a 9
Definiciones y normas generales
- Art.73 Obligación del Estado de mantener la calidad atmosférica para no causar molestias o daños que interfieran el desarrollo normal de especies y afecten los recursos naturales.

- Art. 74 Prohibiciones y restricciones a la descarga de material articulado, gases y vapores a la atmósfera
- Art. 75 Prevención de la contaminación atmosférica
- Decreto 948 de 1995 Normas para la protección y control de la calidad del aire
- Resolución 1351 de 1995 Se adopta la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones-IE1
- Resolución 005 de 1996 Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles.
- Resolución 864 de 1996 Identifica equipos de control ambiental que dan derecho al beneficio tributario según art. 170, ley 223 de 1995
- Decreto 1449 de 1977 Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática
- Decreto 1541 de 1978 Aguas continentales: Art. 44 a 53 Características de las concesiones.
- Art. 54 a 66 Procedimientos para otorgar concesiones de agua superficiales y subterráneas

- Art. 87 a 97: Explotación de material de arrastre

- Art. 104 a 106: Ocupación de cauces y permiso de ocupación de cauces, Art. 211 a 219: Control de vertimientos

- Art. 220 a 224: Vertimiento por uso doméstico y municipal

- Art. 225: Vertimiento por uso agrícola.

- Art. 226 a 230: Vertimiento por uso industrial. Art. 231: Reglamentación de vertimientos.

- Decreto 1681 de 1978 . Sobre recursos hidrobiológicos

- Ley 09 de 1979 Código sanitario nacional

- Art. 51 a 54: Control y prevención de las aguas para consumo humano. Art. 55 aguas superficiales. Art. 69 a 79: potabilización de agua.

- Decreto 2857 de 1981 Ordenación y protección de cuencas hidrográficas

- Decreto 2105 de 1983 Reglamenta parcialmente la Ley 09 de a 1979 sobre potabilización y suministro de agua para consumo humano

- Decreto 1594 de 1984 Normas de vertimientos de residuos líquidos Art. 1 a 21
Definiciones.
- Art. 22-23 Ordenamiento del recurso agua. Art. 29 Usos del agua. Art. 37 a 50
Criterios de calidad de agua Art. 60 a 71 Vertimiento de residuos líquidos. Art. 72 a 97
Normas de vertimientos.
- Art. 142 Tasas retributivas. Art. 155 procedimiento para toma y análisis de muestras
- Decreto 79 de 1986 Conservación y protección del recurso agua
- Decreto 1700 de 1989 Crea Comisión de Agua Potable
- Ley 99 de 1993. Art. 10,11,24,29: Prevención y control de contaminación de las aguas.
- Tasas retributivas.
- Documento CONPES 1750 de 1995 Políticas de manejo de las aguas
- Decreto 605 de 1996 Reglamenta los procedimientos de potabilización y suministro de
agua para consumo humano
- Decreto 901 de 1997. Tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a cuerpos

de Agua

- Ley 373 de 1997. Uso eficiente y ahorro del agua
- Decreto 3102 de 1998 Instalación de equipos de bajo consumo de agua
- Decreto 475 de 1998 Algunas normas técnicas de calidad de agua
- Ley 09 de 1979, Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos
- Resolución 2309 de 1986, define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento, vigilancia y seguridad.
- Resolución 541 de 1994. Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales concretos y agregados sueltos de construcción.
- Ley 142 de 1994. Dicta el régimen de servicios públicos domiciliarios, Documento CONPES 2750 de 1994 Políticas sobre manejo de residuos sólidos
- -Resolución 0189 de 1994. Regulación para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
- -Decreto 605 de 1996 Reglamenta la ley 142 de 1994. En cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos

- -Ley 430 de 1998. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
- -Decreto Reglamentario 2462 de 1989. Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción.
- -Resolución 0189 de 1994. Regulación para impedir la entrada de residuos peligrosos al territorio nacional.
- -Ley 388 de 1997, Artículo 33. Ordenamiento territorial, que reglamenta los usos del suelo
- Decreto 919 de 1989 Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
- -Directiva Presidencial 33 de 1989-Responsabilidades de los organismos y entidades descentralizadas del orden nacional del sector público, en el desarrollo y operación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
- Ley 09 de 1989, Ley de Reforma urbana que define zonas de riesgo.
- -Decreto 1319 de 1994 Reglamenta la expedición de licencias de construcción, urbanización y parcelación. Cumplimiento de Ley 1400/84

- Ley 115 de 1994 Artículo 5 Numeral 10. Ley general de educación, adquisición de conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente y prevención de desastres
- ley 432 de 1998. Artículo 1º.- Naturaleza jurídica. El Fondo Nacional de Ahorro, establecimiento público creado mediante el Decreto - Ley 3118 de 1968, se transforma en virtud de la presente Ley en empresa Industrial y Comercial del Estado de carácter
- financiero del orden nacional, organizado como establecimiento de crédito de naturaleza especial, con personería jurídica, autonomía administrativa y capital independiente.
- Decreto 1700 de 1989. Comisión de agua potable

Capítulo I: Generalidades

Antecedente General

El hombre primitivo desde el comienzo de sus existencia ha ido en procura de su supervivencia, es por ello que hacía uso no solo de la caza como fuente de alimentación sino del agua como fuente principal de su sistema dietario, por ello, caminaban largas horas en busca de

asentarse o almacenar agua potable apta para su consumo, valiéndose no solo de ríos, sino también de las aguas lluvias como fuente de hidratación natural, gracias a este precepto, el hombre decide asentarse y civilizarse en áreas con fuentes hídricas accesibles para dar paso así a la agricultura, pasando así a la caza a un sistema de cultivo, pero a medida del tiempo, la conformación de civilizaciones hizo que la población fuera en aumento y por ende el consumo diario de supervivencia también, razón por la cual, en algunos sectores las fuentes fluviales fueron agotándose, optando así por alternativas de captación pluvial para su abastecimiento, ya que habían lugares o asentamientos que carecían el líquido vital bien fuese por el crecimiento poblacional o características ambientales de la zona (GARCIA, 2012)

De acuerdo con lo dicho y la necesidad de encontrar otras fuentes de líquido vital comenzaron a crear sistemas de captación y distribución de agua lluvia y si bien no se tiene un dato preciso de su origen, los autores concuerdan que la búsqueda de los sistemas alternativos de la hicieron las primeras civilizaciones del medio oriente, y que

Solo hoy hemos perfeccionado la técnica y adicionado algo de innovación, dando paso así a los complejos hidráulicos, alcantarillado, almacenaje, acueducto entre otros (RODRIGUEZ NEGRETE, 2005).

1.1.1. Antecedente Internacional

En el **CONTINENTE AFRICANO** tienen muchas limitaciones y en gran parte del hay una gran concentración de pobreza que dificulta tener recursos para hacer sistemas de acueductos.

Actualmente el continente africano ha optado por alternativas de suministro de agua potable, debido a las dificultades presentes en su territorio por ello ha implementado sistemas de aguas lluvias, sin embargo las bajas precipitaciones e infraestructura adecuada ha hecho que procesos sea lento, por ello, han propuesto crear otras opciones como lo es absorber el vapor emanado del calor en panales para ir alimentando los tanques, No obstante, la captación de agua lluvia se están difundiendo en grandes proyectos en Botswana, Togo, Mali, Malawi Sudáfrica, Namibia, Zimbawe, Mozambique, Sierra Leona, Tanzania (GARCIA, 2012)

En **ASIA**, el problema ya no radica en la calidad del ambiente o poca precipitación sino no por la sobrepoblación en sus ciudades, entre ellas tenemos la India se caracteriza por ser uno de los países más contaminados con un pésimo sistema de calidad del agua, por ello una de las propuestas es aprovechar su alta pluviabilidad en especial al Monzón el cual es un diluvio de 100 horas y almacenar mayor litros de agua posible y suplir por unos meses a los habitantes utilizarla durante el año. (GARCIA, 2012).

1.1.2. Antecedente Nacional

En Colombia, el conflicto armado y narcotráfico fue el factor preponderante al crecimiento demográfico y crecimiento urbanístico de las ciudades, pues al campo migrar a la ciudad a fin de salvaguardar su vida en consecuencia las empresas prestadoras de servicio, se quedaron sin muchas alternativas de solución y muchas de ellas no alcanzan a suplir todo las personas que

habitan su territorio, evidencia de ello, las grandes y medianas ciudades presentan fallas en el servicio, por ello alternativas antiguas como la captación de aguas lluvias es una solución, ambiental, económica a nivel doméstico y empresarial.

En cuanto a Bogotá, es una de las ciudades con mayor crecimiento demográfico por el desplazamiento forzado, lo cual ha hecho que el agua potable sea insuficiente, pues la proyección de crecimiento de la ciudad se ha ido dispersando, tanto así, que la administración ha tenido que dividir en pequeña ciudades la misma ciudad, con alcaldes menores para agentes del distrito para solucionar problemas locales, por ello, según EAB-ESP en Bogotá se utilizando una gran porción de las aguas superficiales pues las fuentes de abastecimiento primarias están contaminadas por las industrias que están en

el territorio y por ende no son aptas para el consumo, conllevando a racionamientos del líquido vital líquido en los próximos años (ILDÁRRAGA PÁEZ, 2020).

De acuerdo con lo anterior el IDEAM en sus estudios estadísticos nos dice que aproximadamente el 50% de la población Colombiana vive en zonas urbanas y pese estar en zonas céntricas son propensas de sufrir falta de abastecimiento de agua potable, aun en pleno siglo XXI, se debe a dos factores, primero: sobre población urbana, segundo: contaminación de fuentes hídricas como lo son ríos, quebradas, humedales y demás del Cundinamarca, por ello consideran que los sistemas de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, ayudaría a solventar o aliviar dicha situación, por tanto las posibilidades de la incorporación en Colombia de dichos sistemas serian una alternativa viable y aplicable. (BALLEN SUÁREZ, 2006).

Ejemplo de ello, la Universidad Católica de Colombia, quien ha implementado un modelo físico de captación de agua como alternativa para abastecer la demanda de agua, en las actividades cotidianas en el bloque R (Velandia Bernal, 2017), evidenciando un ahorro significativo en su uso por la cual, se determina la viabilidad de modelos similares.

Imagen ilustrativa de presión de vertimientos de aguas, para visualizar los niveles de escasez de fluido líquido por precipitaciones.

1.1.3. Antecedente Local

En Ibagué, Unos de los cuellos de botella que ha tenido el municipio es el de suministro de agua potable a cada uno de los barrios de la ciudad, tanto así que hay 40 zonas de la ciudad donde la empresa de acueducto no ha llegado, y tienen acueductos barriales, otras áreas, los cortes son constantes o el fluido líquido es mala calidad por lo tanto no puede suplir con el mínimo vital de calidad para sus habitantes, esto se debe a que la empresa de alcantarillado y acueducto IBAL pese cobrar tarifas desorbitantes en la tasa de aseo, alcantarillado hasta de un 50% sobre tarifa proporcional por el mantenimiento no ofrece un servicio óptimo por la falta de infraestructura que le permita cumplir con la demanda y crecimiento de la ciudad, pero no solo la infraestructura es una de las fallas del servicio, también su sistema de tuberías y alcantarillado es obsoleto ya que lleva más 50 años sin cambiar, lo que hace que la calidad del agua sea negativa para el consumo, llevando con esto a demandas por problemas de salubridad y calidad de vida (NUEVO DIA, 2012)

El caso más preocupante se sitúa en barrio boquerón y el cañón del combeima, toda vez que las partes altas de la ciudad parece no contar acueductos, en el caso del combeima, no hay fluido liquido constante o potabilizada en la zona alta del bocatoma del IBAL, con el agravante que dichas aguas no tratadas tiene un contenido fecal y bacteria de compuestos no aptos para el consumo, llevando habitantes de esas áreas crear sistemas de riego y de suministro de agua de forma artesanal, agua a la que ellos mismos contaminan con sus heces y demás desperdicios (Campos Pinilla & Cárdenas Guzmán, 2008) con una alta contaminación microbiológica. Según lo estableció la guía para el procedimiento de muestreos de calidad de agua, la Norma Técnica Colombiana NTCISO 5667-6, es decir, los habitantes toman agua contaminada y exponen a sus habitantes a enfermedades gastrointestinales, teniendo en cuenta que es un sector turístico y hotelero, pese a esto, llegan cobros por parte del IBAL sin que exista el servicio, aunque estudios han evidenciado *los altos niveles de contaminación de la cuenca del combeima, con una fuerte incidencia en las enfermedades gastrointestinales e sus pobladores por la instalación de acueductos alternos artesanales* (García Cobas, Gordillo Rivera, & Tovar Hernández, 2014) sin su debida potabilización, IBAL ha hecho promesa parecen infructuosas argumentado no tener el recurso para el alcantarillado y sistema de acueducto a zonas del combeima, pese a la problemática que se presentas en días de precipitación, al tal punto que en días de mucha lluvia se presentan desbordamientos solo obtienen agua turbia y en caso de sequía carecen de la fluidez del servicio y tiene que bajar a veredas que les alcanza el servicio del ibal, pero el resto de veredas que conforman del cañón quedan a la deriva ante un problema de salubridad. (COMBEIMA, 2019).

Conforme a lo anterior, el problema de calidad del agua y continuidad del servicio no solo es en los sectores mencionados sino también en otras partes de la ciudad, en el caso del vergel estrato 4 de la ciudad, donde habitantes de la zona manifiesta que la presión del agua es irregular porque suele reventarse los tubos de abastecimiento y además de ello existe una proliferación de cangrejos de agua dulce y lagartijas, tampoco existe un control para la constructoras que sus construcciones toman el suministro liquido de la quebrada LA BALSAS que atraviesa parte del sector, lo que ha conllevado a que está se

contamine y tome un olor indescriptible toda vez que desde que se construyó puente

Alto, la red de alcantarillado colapso al punto de reventar la tubería, aseguran los entrevistados del conjunto Rincón del Vergel, aunque el IBAL se compromete a cambiar las tuberías, no han hecho nada por solucionar problema de raíz y el problema continua, los cortes del servicio y la baja calidad del agua es una latente en la zona de la ciudad (NUEVO DIA, 2013).

1.1.4. Antecedente Del Sitio

Como es de saberse, la COORPORACION COLEGIO SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS es uno de los colegios bilingües más importante de la ciudad, no solo por la prestación del servicio sino también por el lugar donde se encuentran localizados, un terreno interconectado con más sistemas barriales de estratos medio altos, y de alta presencia pluvial, por ello el sistema de alcantarillados de las Urbanizaciones Los Balsos, Monte Verde, Altos del Vergel y otros, son los

encargados de drenar directamente al Drenaje La Cristalina del colegio, También existe una paso de vía o alcantarilla en 20", que atraviesa la calle 73, el cual tiene la función de servir como ducto para el paso y transporte del caudal de aguas lluvias que se produce en el sector en épocas de invierno. Así mismo este se encuentra conectado a una tubería de 20" que atraviesa los predios del Colegio San Bonifacio y que descarga sus aguas al alcantarillado de la Urbanización Rincón del Vergel.

De acuerdo con las zonas encontradas que afectan al Colegio San Bonifacio y a la Urbanización Rincón del Vergel, por la acción de las aguas lluvias, estas sean dividiendo en tres subcuentas; así:

Sub-cuenca 1: Denominada Sector Hacienda El Vergel. Este drenaje se encuentra limitado por el norte por la línea imaginaria en donde se encuentra la cota del Tanque de Ambala, por el sur con el carretearle de la entrada a la Hacienda el Vergel, por el occidente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias de la Quebrada la Balsa y Drenaje La Cristalina y por el oriente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias del Drenaje Cerro Azul y Drenaje La Cristalina.

Sub-cuenca 2: Denominado Sector los Balsos. Este drenaje se encuentra limitado por el norte con el carreteadle de la entrada a la Hacienda el Vergel, por el sur con la Urbanización Monte Verde, por el occidente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias de la Quebrada la Balsa y Drenaje La Cristalina y por el oriente con la calle73.

Sub-cuenca 3: Denominado Monte Verde. Este drenaje se encuentra limitado por el norte con

la Urbanización Los Balsos, por el sur con la Calle 73, por el occidente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias de la Quebrada la Balsa y Drenaje La Cristalina y por el oriente con la calle 73 y el Colegio San Bonifacio.

Estudio de sistema de alcantarillado y sub cuencas del vergel que afectan al suministro de agua del colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS es suministrado por CONSULTOR:

GEKSA INGENIERIA S.A.S. R.L. ING. GUIDO KOSLO SÁNCHEZ

ARBELÁEZ M.P. 25202 – 37187 de CND (ARBELÁEZ, 2014).

Por lo anterior dicho, el colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS ha optado por solicitar un diseño de planta de potabilización de aguas lluvias como sistema alternativa de suministro de agua en la zona sanitaria de administración.

1.2. Conceptos de Generales de Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Lluvias Potabilizada para Uso Sanitario del Colegio San Bonifacio De Las Lanzas

El aprovechamiento de aguas lluvias es un tema netamente ambiental y eficiente económicamente hablando; debido a que las fuentes proveedoras (cuencas hidrográficas) que pasan por la zona del vergel además de su alta precipitación ayuda a que el suministro de agua sea extraído de una tercera fuente, por lo tanto La metodología abarca dos etapas factibilidad técnica y factibilidad financiera, puesto que sistema consiste en aprovechar el agua lluvias que se precipita sobre las cubiertas del coliseo principal del colegio, las recoge en la canaletas de aguas lluvias, las desplaza por la tubería y las almacenara en un tanque de reserva el cual se encargara de potabilizar el fluido líquido, para luego ser distribuido en las áreas sanitarias de la administración impulsados por una motobomba, a nivel económico la planta de tratamiento

reducirá los costos administrativos de funcionamiento en los departamentos del área a trabajar.

Es necesario en este caso la inserción de este sistema a la red de distribución existente de tal manera que siempre se cuente con la disponibilidad del recurso hídrico, ya sea por su obtención por la empresa de servicios públicos de la región o por la implementación del sistema de almacenamiento de aguas lluvias para de esta forma garantizar su suministro.

De esta forma, no solo se optimiza el sistema de abastecimiento hídrico sino que también se presenta como alternativa para la disminución en los costos de la obtención del recurso líquido, lo cual resulta conveniente a zonas como el vergel donde se encuentra ubicado el colegio ya que pueden contar con el suministro de agua sin depender totalmente de la empresa de servicios públicos, y al mismo tiempo, generando un ahorro en sus recursos económicos.

Dicho esto, cabe resaltar que el DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS POTABILIZADA PARA USO SANITARIO DEL COLEGIO SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS, se hace como alternativa ambiental de solución y un sistema de reducción de costos a nivel administrativo, por otra parte, el diseño se hace a fin de ser considerado a futuro a su implementación por la viabilidad que este sugiere, ante la solicitud las directivas procede tomar en cuenta el estudio del terreno para estudiar, para identificar, la capacidad, precipitación, fuentes hídricas, drenaje de aguas cristalinas, entre otros factores técnicos necesarios para el diseño de una futura de la planta de potabilización de aguas lluvias (ARBELÁEZ, 2014).

Por lo anterior se observa en planos que terreno es semi inclinado y aporta un área importante riego por las aguas lluvias en épocas de invierno y se favorece por las Precipitaciones de la zona,

las cuales confluyen directamente al Colegio San Bonifacio y la Urbanización Rincón del Vergel. Es decir, Este caudal importante que se forma en época de invierno y que drena afectando al Colegio San Bonifacio y la Urbanización Rincón del Vergel, ocasionando inundaciones. Adicionalmente el alcantarillado existente que atraviesa el Colegio San Bonifacio tiene una servidumbre no legalizada que parte el lote, ocasionando que no se pueda construir más infraestructura escolar para beneficio de los estudiantes, por eso el estudio sugiere desviar y aliviar estas aguas lluvias que se producen en épocas de invierno.

La solución se concentrará en aliviar las aguas lluvias, no pretende secar o dejar en funcionamiento el alcantarillado de la Urbanización Rincón del Vergel, sino de crear alternativas de solución, como lo es la captación de aguas lluvias, además se quiere dejar en las mismas condiciones el pequeño lago que existe en la Urbanización Rincón del Vergel, sin afectar su caudal mínimo.

A nivel de servidumbres se seguirá quitando ya que viene afectando los predios del Colegio San Bonifacio, por tal razón el desvío y el alivio irá por la vía Calle 73.

Frente a los Caudales de Aguas Lluvias se buscará los parámetros de diseño, para canalizar y mallarizar los caudales de aguas lluvias en dirección a los tanques de captación y procesamiento, teniendo en cuenta las características de las precipitaciones de la zona, las áreas aferentes, como también los coeficientes de escorrentía, fortalecido por un sistema de captación de canaletas sugerido en esta tesis, toda vez que el sistema propuesto, este caudal debe ser tenido en cuenta para el propósito de dimensionar la tubería y el aliviadero. El diseño y cálculo de tubería se realizará una explicación detallada del cuadro de cálculo relacionado en la presente memoria.

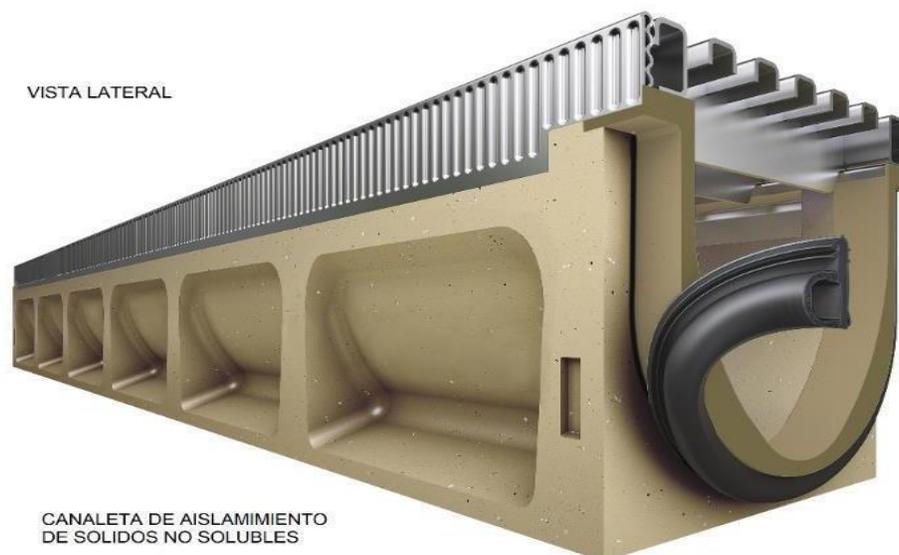
2.2.1. Definición de procesamiento y potabilización

Se entiende como el proceso a la cual llega el fluido líquido para su respectivo tratamiento bacteriológico, aerobio de las aguas lluvias cuyo fundamento está en el descontaminar el agua recolectada, eliminando toda materia orgánica no apta para el consumo (microorganismos dañino), mediante un proceso físico químico de aplicación de componentes como: supresores bacteriológicos, cloro al 90%, arena, gravas filtrantes, carbón activado, lámpara ultra violeta entre otros, necesarios para la implementación de plantas de tratamiento de aguas lluvias en lugares de afluencia como universidades y colegios (Quintero Arias, 2018).

2.2.2. Puntos Claves y Descriptores

Aguas lluvias, abastecimiento, canales, reducción de costos, tratamiento y potabilización.

2.2.3. Componentes y Diseño Básico de Recolectores de Aguas Lluvias.



canales de drenaje de ACO fabricados en hormigón polímero consisten en un sistema de drenaje de alta seguridad y alta resistencia. La superficie del hormigón polimérico permite que el agua y las partículas de suciedad se escurran rápidamente y sean fáciles de limpiar. Además, posee impermeabilidad, elevadas propiedades mecánicas y buena resistencia a los agentes químicos agresivos.

FUENTE: <https://www.aco.es/es/producto/canales-y-sumideros/hormigon-polimero>

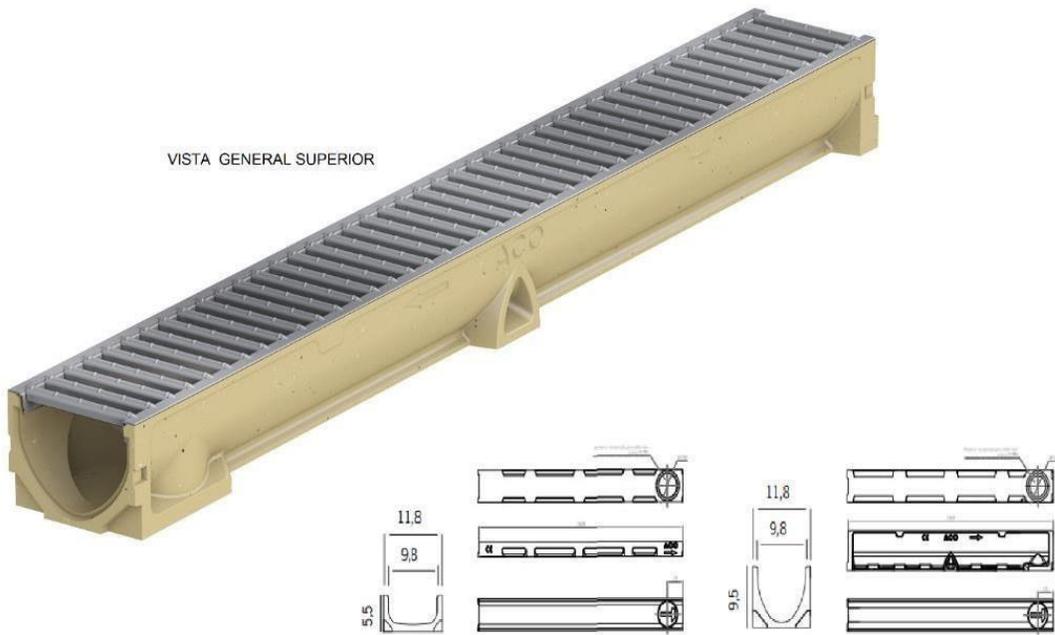


Ilustración 2 (ACO, 2020)

Rejas de contención de residuos sólidos no solubles

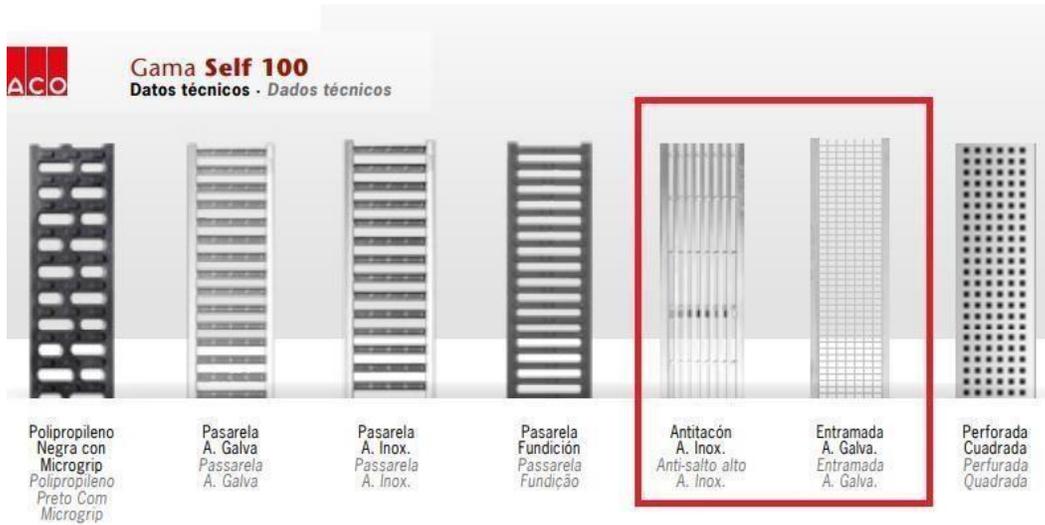


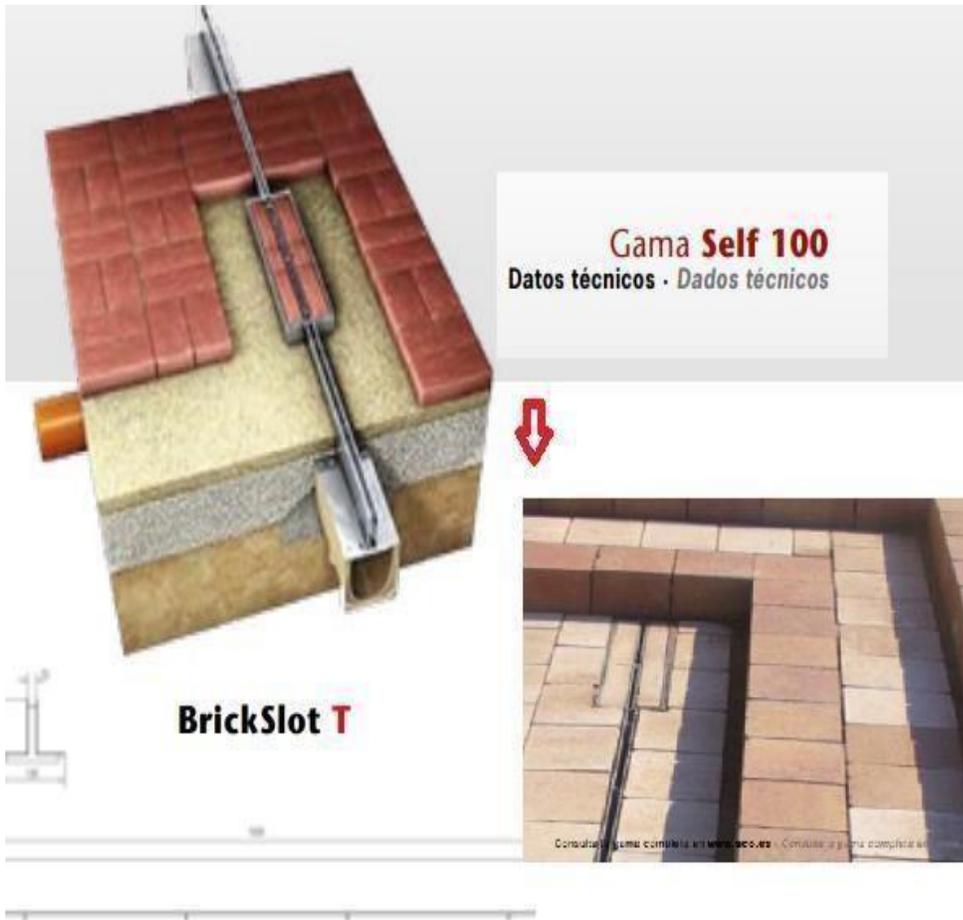
Ilustración 3: (ACO, 2020)

Sistema bricsolt para recolectar aguas de escurrideros e inclinaciones del suelo

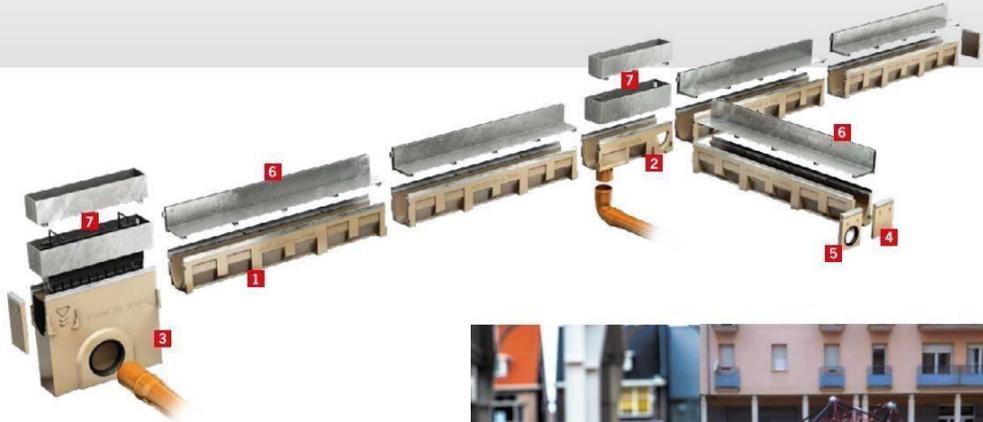
Ilustración 4: (ACO,
2020)



- Canal self 100 - Canal self100
- Cestillo - Cesto
- Sumidero - Sumidouro
- Reja Brickslot en L 100cm - Grelha Brickslot em L 100cm
- BrickSlot Reg. "L" 50cm - BrickSlot Insp. "L" 50cm
- Tapa universal - Tampa universal
- BrickSlot Reg. "L" 15cm - BrickSlot Insp. "L" 15cm



Sistema BrickSlot
Ejemplo en L - Exemplo em L



- 1 Canal de 100cm - Canal de 100cm
- 2 Canal de 50cm - Canal de 50cm
- 3 Sumidero - Sumidouro
- 4 Tapa inicio/final - Tapa inicio/final
- 5 Tapa con junta labiolabéutica inicio/final - Tapa con junta labiolabéutica inicio/final
- 6 Risa BrickSlot en L - Grelha BrickSlot em L
- 7 Slot/fo Registro "L" - Slot/fo Inspecção "L"



Ilustración 6: (ACO, 2020)

Uniones de canaletas

Innovación de futuro la tecnología Seal in examinada con detalle
Inovação de futuro a tecnologia Seal in examinada ao pormenor

Autolimpieza mejorada
Gracias a las transiciones niveladas en las juntas de los canales y a la superficie lisa del hormigón polímero ACO, la función de autolimpieza de los canales es ahora aún mejor.

Autolimpieza melhorada
Graças às transições niveladas nas juntas dos canais e à superfície lisa do betão polímero ACO, a função de auto-limpieza dos canais é, agora, ainda melhor.

Manejo sencillo y probado
Los productos de hormigón polímero ACO son, a igualdad de resistencia de carga, más ligeros que los productos de hormigón. Hay un método especial para su manipulación, transporte y montaje.

Manuseio simples e comprovado
Os produtos de betão polímero ACO são, para igualdade de resistência de carga, mais leves que os produtos de betão. Há um método especial para o seu manuseamento, transporte e montagem.

Fácil colocación desde arriba
El sencillo sistema de conexión es el mismo, en el montaje probado no cambia nada.

Fácil colocação desde cima
O sistema anterior de ligação é o mesmo, no montagem comprovada nada se altera.

= Unión de canales con junta + material estanco
= União de canais com junta + material estanque

La junta de EPDM integrada de serie
Las juntas de caucho EPDM de nuestra estanque al agua.

Nuestra junta de hormigón polímero ACO
es un material con una penetración de protección de agua de 0 mm, todo el ancho del canal es estanco al agua.

A junta de EPDM integrada de serie
é uma das estruturas de canal a água de forma estanque.

Através do betão polímero ACO
um material com uma penetração de proteção de água de 0 mm, a totalidade do troço do canal é estanque a água.

Montaje sencillo
Montagem simples

- Fácil colocación desde arriba
- Fácil colocação a partir de cima
- Poco peso
- Maneabilidad demostrada en sistema de conexión
- Funcionalidad demostrada em sistema de ligação
- Ninguna operación de trabajo adicional
- Nenhuma operação de trabalho adicional

Estanquidad de serie
Estanquidades de série

- Estanquidad de más de 72 horas
- Estanquidade de mais de 72 horas
- Gestión selectiva del agua pluvial
- Gestão selectiva da água pluvial
- Protección duradera de la construcción
- Proteção duradoura da construção
- Protección segura de las aguas subterráneas
- Proteção segura das águas subterráneas

Resistencia duradera
Resistência duradoura

- Estanco tras simulación a largo plazo (100.000 ciclos de carga)
- Estanque após simulação a longo prazo (100.000 ciclos de carga)
- Materiales impermeables como hormigón polímero ACO
- Materiais impermeáveis como betão polímero ACO
- y modernos materiales plásticos
- e modernos materiais plásticos
- Junta de EPDM integrada
- Junta de EPDM integrada

Cuerpo de canal robusto
La geometría mejorada otorga mayor robustez al cuerpo del canal. Esto se refleja en recomendaciones de montajes elevados y adaptados al uso. Ha sido posible reducir, eventualmente, el C.T.C. (C) la calidad del hormigón para la cimentación para los casos de carga A - C.

Estrutura do canal robusta
A geometria melhorada confere maior robustez à estrutura do canal. Reflete-se em recomendações de montagens elevadas e adaptadas ao uso. Foi possível reduzir, eventualmente, o C.T.C. (C) a qualidade do betão para a cimentação para os casos de carga A - C.

Tramo de canal estanco / **Troço de canal estanque**

Consulte la gama completa en www.aco.es / Consulte a gama completa em www.aco.pt

Ilustración 7: (ACO, 2020)

Sumideros Sealin
Sumidouros Sealin



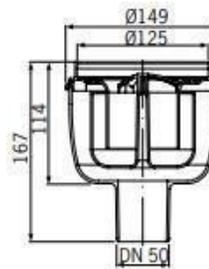
Salidas Saídas



Tapas Sealin
Tampas Sealin



**Salida Vertical
50mm DN50**
*Saída Vertical
50mm DN50*



Realce en Polipropileno



**Realce Cuadrado en
Polipropileno Rellenable y
para Impermeabilización
Líquida**
*Secção Superior Quadrada em
Polipropileno com Rebaixo e
para Impermeabilização
Líquida*

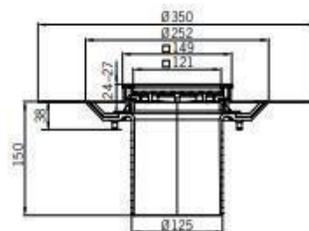


Ilustración 8: (ACO, 2020)

Ilustración 9 (ACO, 2020)

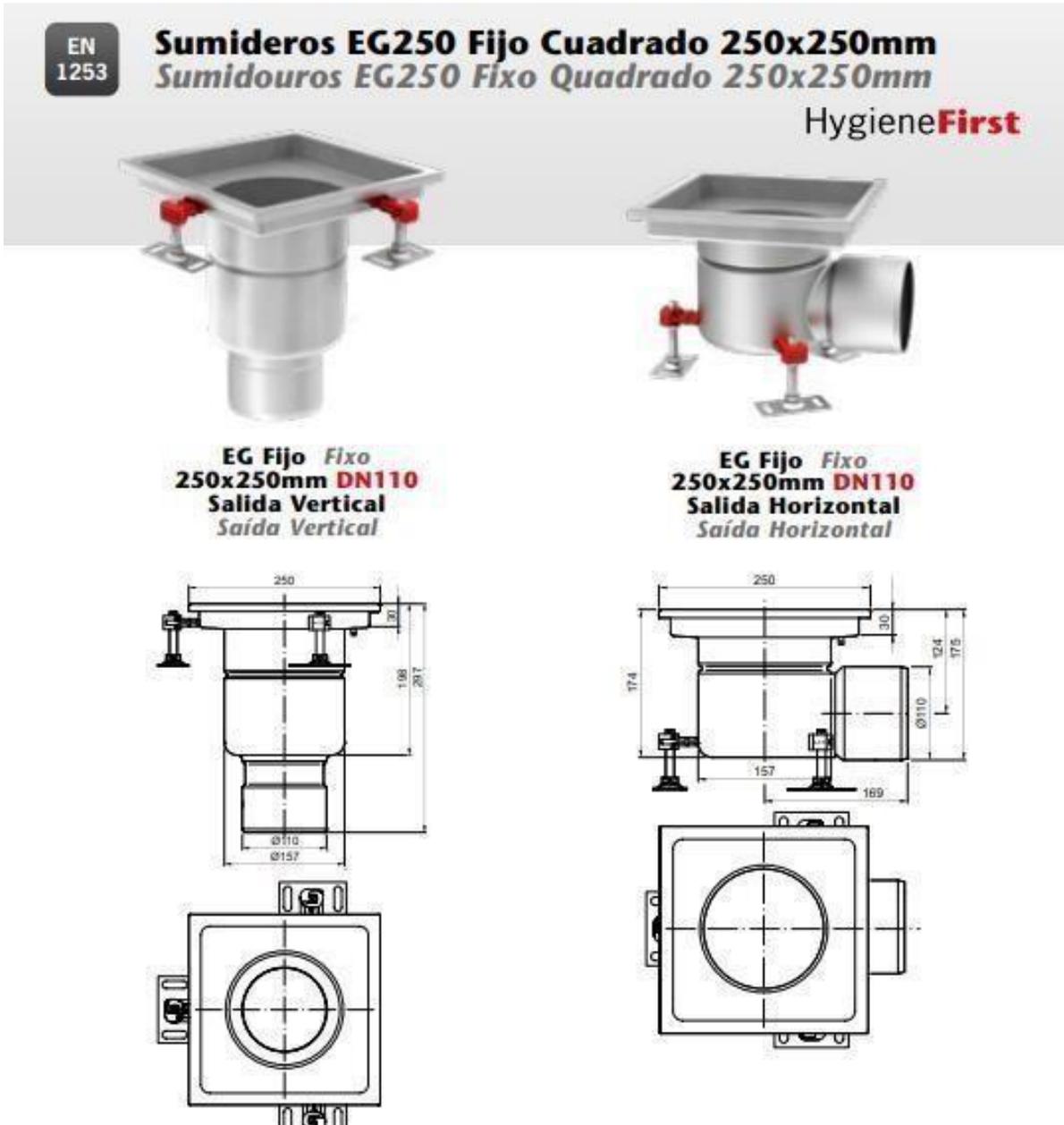


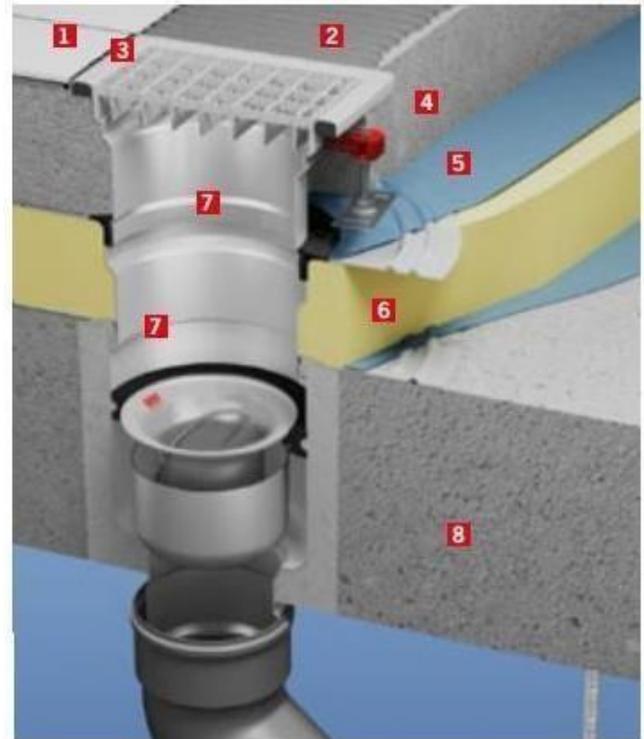
Ilustración 10 (ACO,
2020)

Ilustración 11: (ACO,
2020)

Sumidero telescópico con perfil y pieza de realce instalado en losa de hormigón suspendida

Sumidouro telescópico com perfil e peça de elevação instalado em laje de betão suspensa

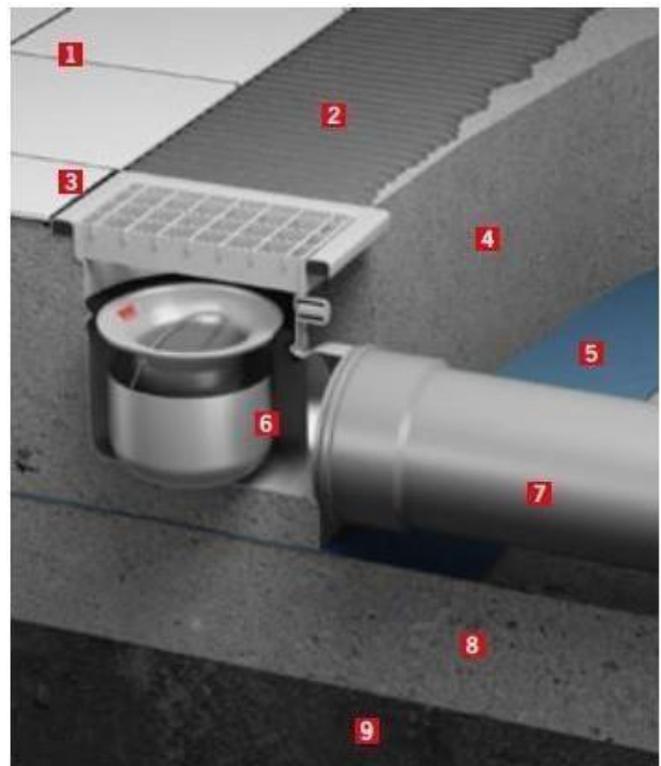
- 1** Baldosas cerámicas
Ladrilhos cerâmicos
- 2** Cemento para baldosas
Cimento para ladrilhos
- 3** Masilla selladora
Massa de vedação
- 4** Pavimento
Pavimento
- 5** Membrana impermeable (WPM)
Membrana impermeável (WPM)
- 6** Aislamiento
Isolamento
- 7** Sumidero con doble perfil
Sumidouro com perfil duplo
- 8** Losa suspendida de hormigón perforada para alojar el cuerpo del sumidero
Laje suspensa de betão perfurada para alojar a estrutura do sumidouro



Sumidero de altura fija instalado en suelo de hormigón macizo

Sumidouro de altura fixa instalado em pavimento de betão maciço

- 1** Baldosas cerámicas
Ladrilhos cerâmicos
- 2** Cemento para baldosas
Cimento para ladrilhos
- 3** Masilla selladora
Massa de vedação
- 4** Pavimento
Pavimento
- 5** Membrana impermeable (WPM)
Membrana impermeável (WPM)
- 6** Sumidero
Sumidouro
- 7** Tubo de salida
Tubo de saída
- 8** Suelo
Pavimento
- 9** Tierra compactada
Terra compactada



Tanque: capacidad 6000 lt (pavco)

TANQUE SUBTERRANEO DE ALMACENAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

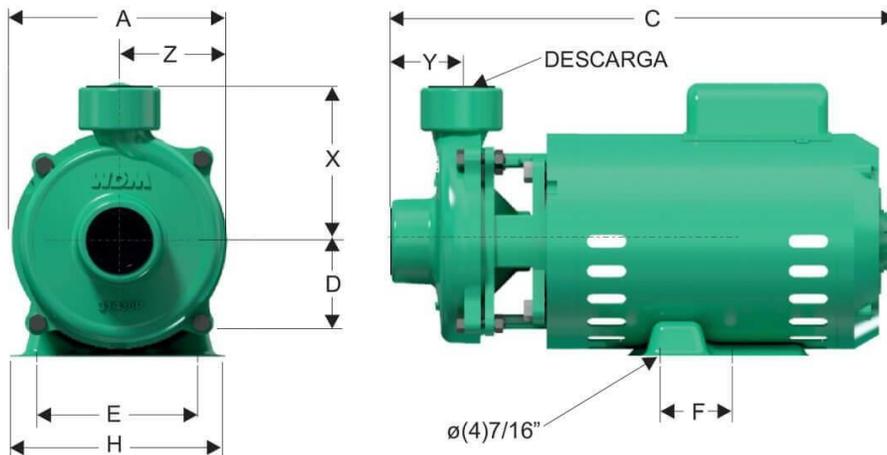


Ilustración 12

Tanque de acumulador de presión hi-pres

FUENTE: <http://www.iarquitectos.com/2010/01/ejemplo-de-calculo-de-cisterna.html>

Electrobomba





TANQUES HIDROACUMULADORES VERTICALES HI-PRESS



Características

- El tanque acumulador es fabricado en lámina de acero de alta resistencia, recubierto internamente con una película de pintura epóxica, evitando el contacto del agua con el metal.
- El diseño del tanque garantiza un sellamiento y hermeticidad absolutos. No requiere bolsa o diafragma en su interior.
- El aire dentro del tanque no se disminuye porque un cargador automático de alta calidad garantiza una reposición permanente en cada ciclo de operación.
- Gran facilidad para cebar, conectar, y efectuar labores de mantenimiento.
- El drenaje de agua en el tanque es fácil y rápido.

Dimensiones Generales

Referencia	Capacidad	H	A	E	D
025056	100 Lts	90 cms	50 cms	1" NPT	1" NPT
025083	200 Lts	140 cms	60 cms	1-1/2" NPT	1-1/2" NPT
025063	300 Lts	120 cms	60 cms	2" NPT	2" NPT
025059	400 Lts	147 cms	70 cms	2" NPT	2" NPT
025060	500 Lts	170 cms	70 cms	2" NPT	2" NPT
025061	750 Lts	209 cms	70 cms	2" NPT	2" NPT
025067	1000 Lts	245 cms	80 cms	2" NPT	2" NPT

CONDICIONES DE TRABAJO DE LOS TANQUES											
Capacidad		PRESIÓN DE ARRANQUE (P.S.I)				PRESIÓN DE APAGADO (P.S.I)					
		20		30		40		50			
Lts		Gal.		Lts		Gal.		Lts		Gal.	
		100	26.4	37.5	9.9	33.3	8.8	30.0	7.9	20.0	5.2
200	52.8	75.0	19.8	66.6	17.6	60.0	15.8	40.0	10.5		
300	79.2	112.5	29.7	99.9	26.4	90.0	23.7	60.0	15.8		
400	105.6	150.0	39.6	132.4	35.0	120.0	31.7	80.0	21.1		
500	132.1	187.5	49.5	165.5	43.7	150.0	39.6	100.0	26.4		
750	198.1	225.0	59.4	200.5	52.9	180.0	47.5	120.0	31.7		
1000	264.2	262.5	69.3	235.0	62.0	210.0	55.4	140.0	36.9		



Parque Industrial Celia
Autopista Bogotá-Medellín Km 7.5 bodegas 86 y 93
Funza - Cundinamarca
PBX (57(1) 743 9090
Apartado Aéreo 12098
www.barnes.com.co



Ilustración 13: <https://www.barnes.com.co/tanques-hidroacumuladores/>

DISEÑO DE DESARENADORES

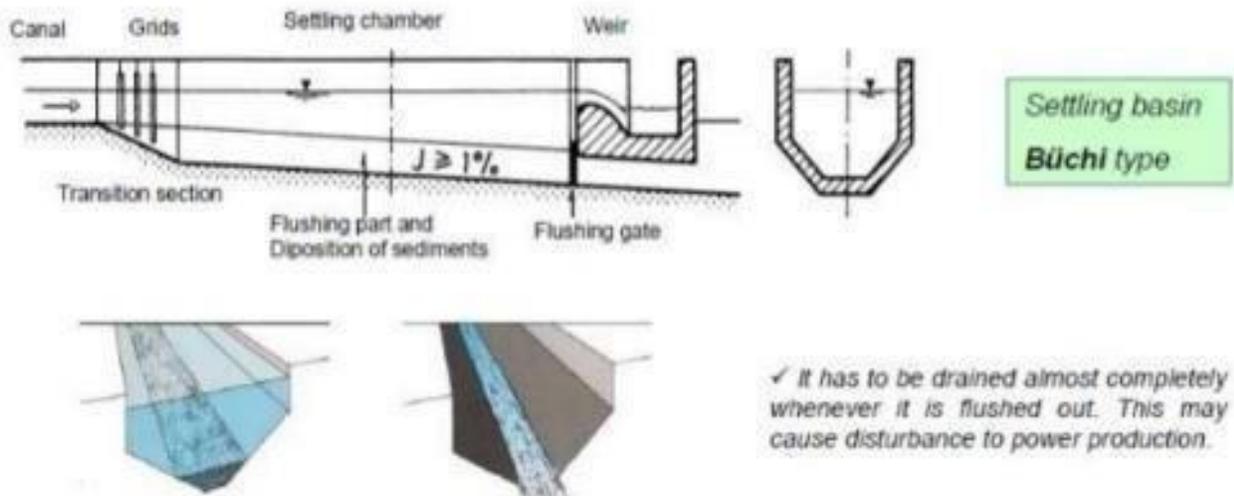


Ilustración 14: <https://es.slideshare.net/mgarcianaranjo/diseo-de-desarenadores>

Filtros



Ilustración 15

Bomba dosificadora de cloro



Ilustración 16:
Carbotecnia

Caneca para almacenar el cloro



Ilustración 17

Dichos componentes harán parte del diseño de la planta de tratamiento de aguas lluvias en el colegio san Bonifacio de las lanzas.

3.2.3.1. Presupuesto de elaboración de planta si costo de mano de obra por la condición

NOMBRE DEL PROYECTO	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS POTABILIZADA PARA USO SANITARIO DEL COLEGIO SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS		DURACION DE PROYECTO:
	PRESUPUESTO TANQUE		Presupuesto: 16.825.000
	Elementos	costos	
	Tanque de almacenamiento 6000 LT	\$1.700.000	
	Tanque de captación 3000 Lt	\$ 900.000	
	Tanque desarenador	\$ 400.000	
	Filtro polivinilico de arenas y gravas filtrantes	\$1050.000	
	Filtro polivinilico de carbón activado	\$ 1050.000	
	Sifón de reboso	\$20.000	
	Sifón de agua pasiva	\$20.000	
	conexiones	\$100.000	
	Insumos químicos para el año	\$1000.000	
	Motor Hi-Press con tanque de presión	\$6500.000	
	Bomba dosificadora	\$250.000	
	tuberías PVC y pegamentos especiales	\$600.000	
	Soldadura y Laminas	\$350.000	
	Canaletas especiales con malla retenedora de residuos	\$400.000	
	Válvulas internas	\$45.000	
	Reserva riesgos	\$1000.000	
	Mallas retenedoras de material no soluble	\$100.000	
	Transporte de materiales	\$200.000	
	Pruebas Laboratorio	\$140.000	
	Mano de obra ayudante	\$ 1000.000	
	Mano de obra ingeniero (condición practicante)	\$0	
	TOTAL	\$16.825.000	

Coliseo principal donde ira diseñado la plantade tratamiento de aguas lluvias (exterior)



**Ilustración 18: Colegio
San Bonifacio**

-Vista Lateral De Tuberías Con Componente

Capitulo II situación del Problema y Necesidad de implementación de Planta de Aguas Lluvias para Uso Sanitario En El Colegio San Bonifacio de las Lanzas.

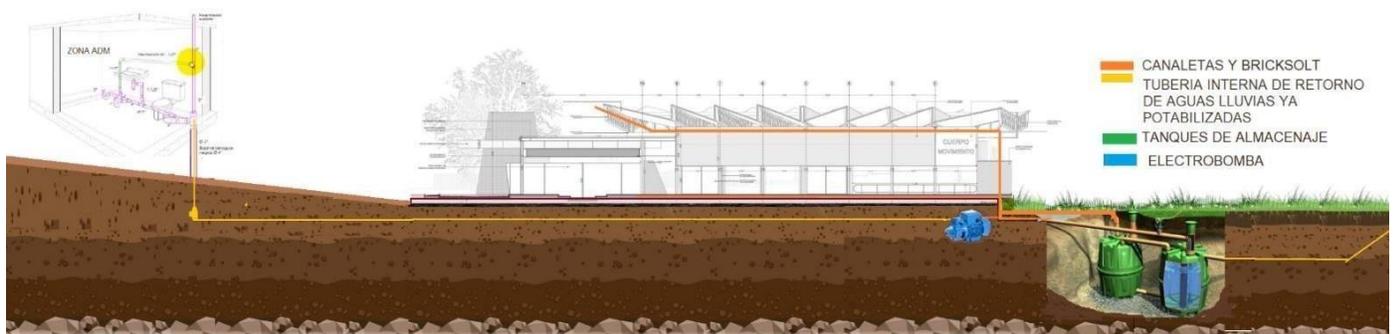


Ilustración 19

Como es de saberse, la COORPORACION COLEGIO SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS es uno de los colegios bilingües más importante de la ciudad, no solo por la prestación del servicio sino también por el lugar donde se encuentran localizados, un terreno interconectado con más sistemas barriales de estratos medio altos, y de alta presencia pluvial, por ello el sistema de alcantarillados de las Urbanizaciones Los Balsos, Monte Verde, Altos del Vergel y otros, son los encargados de drenar directamente al Drenaje La Cristalina del colegio, También existe una paso de vía o alcantarilla en 20”, que atraviesa la calle 73, el cual tiene la función de servir como ducto para el paso y transporte del caudal de aguas lluvias que se produce en el sector en épocas de invierno. Así mismo este se encuentra conectado a una tubería de 20” que atraviesa los predios del Colegio San Bonifacio y que descarga sus aguas al alcantarillado de la Urbanización Rincón del Vergel.

De acuerdo con las zonas encontradas que afectan al Colegio San Bonifacio y a la Urbanización Rincón del Vergel, por la acción de las aguas lluvias, estas sean dividiendo en tres subcuentas; así:

Sub-cuenca 1: Denominada Sector Hacienda El Vergel. Este drenaje se encuentra limitado por el norte por la línea imaginaria en donde se encuentra la cota del Tanque de Ambala, por el sur con el carretearle de la entrada a la Hacienda el Vergel, por el occidente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias de la Quebrada la Balsa y Drenaje La Cristalina y por el oriente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias del Drenaje Cerro Azul y Drenaje La

Cristalina.

Sub-cuenca 2: Denominado Sector los Balsos. Este drenaje se encuentra limitado por el norte con el carreteable de la entrada a la Hacienda el Vergel, por el sur con la Urbanización Monte Verde, por el occidente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias de la Quebrada la Balsa y Drenaje La Cristalina y por el oriente con la calle 73.

Sub-cuenca 3: Denominado Monte Verde. Este drenaje se encuentra limitado por el norte con la Urbanización Los Balsos, por el sur con la Calle 73, por el occidente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias de la Quebrada la Balsa y Drenaje La Cristalina y por el oriente con la calle 73 y el Colegio San Bonifacio.

Estudio de sistema de alcantarillado y sub cuencas del vergel que afectan al suministro de agua del colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS es suministrado por CONSULTOR: GEKSA INGENIERIA S.A.S. R.L. ING. GUIDO KOSLO SÁNCHEZ ARBELÁEZ M.P. 25202 – 37187 de CND (ARBELÁEZ, 2014).

Por lo anterior dicho, el colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS ha optado por solicitar un diseño de planta de potabilización de aguas lluvias como sistema alternativo de suministro de agua en la zona sanitaria de administración.

3.1.1. Situación Problemática

Uno de los principales problemas que existe en el terreno donde se encuentra el colegio san Bonifacio de las lanzas es que es semi inclinado, el alcantarillado no está estructurado provoca que

en temporadas de lluvias exista inundaciones por la no canalización y dirección del agua lluvia, de acuerdo a estudio realizados por el terreno se detectó una fragilidad estructural y ausencia de sistemas o plantas de aprovechamiento de fluido líquido de las vertimientos favorece a inundaciones, razón por la cual se vuelve un cuello de botella, adicionalmente las aguas que salen del establecimiento van a la quebrada la Balsa la cual se encuentra contaminada, adicionalmente, sin contar a los cortes de racionamiento por parte de la empresa IBAL, en temporadas húmedas hay presencia de lodoso por apostamiento de aguas, adicionalmente se pretende aportar al medio ambiente y reducir costos en el área administrativa (ARBELÁEZ, 2014; RODRIGUEZ NEGRETE, 2005; RODRIGUEZ NEGRETE, 2005).

3.1.2 Planteamiento Del Problema

Uno de los cuellos de botella que ha tenido que enfrentar el colegio San Bonifacio de las Lanzas de la ciudad de Ibagué es alto costo en sus facturas en el servicio de agua, pese a existir campañas internas de ahorro, cambio de sanitarios y mejoras en los baños en el área de administración y baños generales, el consumo sigue siendo alto, pues solo ha logrado reducir en un 8% un porcentaje bajo a toda la inversión hecha, por ello, solicita una alternativa innovadora de bajo costo que se adapte a los cambios existentes a fin de llegar a una reducción de por lo menos el 20% en su facturación, esto antecede a que el lugar donde se encuentra ubicado el colegio es estrato 5, dicha petición surge, toda vez que las opciones ofrecidas han tenido un costo elevado para un resultado más bajo de lo esperado, también desean ser pioneros en temas ambientales y concientizar al alumnado y personal, del aprovechamiento y uso racional del agua.

Por lo anterior, surge la necesidad de diseñar una planta de tratamiento de aguas lluvias en el colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS como una alternativa de regulación del servicio de agua mediante el uso métodos de aprovechamiento y preservación, pues desde la experiencia propia en tratamiento, aprovechamiento, potabilización de agua en zonas petrolíferas he observado la viabilidad del diseño de planta de tratamiento de aguas lluvias, por la siguientes razones: la zona donde ese encuentra el colegio EL VERGEL, es una área húmeda, montañosa con corrientes de agua y aire con concurrencia a la lluvia la cual favorece técnicamente a la implementación, Es decir, el área donde se plantea el diseño cuenta con el ambiente pluvial e infraestructura para el aprovechamiento del agua alterna (lluvia) en sus tanques y de este modo satisfacer la solicitud.

3.1.3 Pregunta del Problema

¿El diseño de una planta de tratamiento de aguas lluvias favorecerá al COLEGIO SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS al cumplimiento de la solicitud de reducción en su facturación?

3.1.4. Necesidad de Diseño Alternativo de Recolección de Aguas Lluvias

La implementación de la planta de tratamiento de aguas lluvias (PETAT) en el colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS, será un panorama ambiental de impacto para las corporaciones sociales, académicas de servicio y demás, puesto que estas apuntan al uso de alternativas

sostenibles como un nuevo método de gestión e innovación tecnológica de optimización, el cual permitirá en su actividad reducir los costos de operación y funcionamiento de la empresa al hacer uso de los recursos naturales disponibles, como la lluvia, para uso potable y sanitario del área administrativa y bachiller, con punto de almacenaje en la cubierta del coliseo, de este modo reducir el impacto ambiental, disminuir gastos de consumo pero sobre todo dar aporte reglamentario de alternativas sostenibles nivel corporativo, bajo el respeto las normas correspondientes.

Conforme a lo anterior se puede decir que el proyecto se caracterizara por:

-Nivel de impacto de innovación sostenible a nivel corporativo.

Mayor dominio en la gestión de procesos de innovación y optimización de recursos naturales y pluviales disponibles en pro de la reducción de gastos operativos y funcionales

Alternativa sostenible que apunta a la reducción del impacto ambiental

-Hacer el colegio el pionero en la implementación de PETAT como alternativa ambiental y de reducción de costos.

-Aprovechamiento a las aguas lluvias del suelo mediante BRICSOLT, como punto de desagüe primario de aguas empozadas por la lluvia y evitar inundaciones en áreas circunvecinas del coliseo junto a las canalizaciones del nuevo alcantarillado

**Planos coliseo, escorrentia, vista panoramica desde dron y
planos tuberías internas coliseo**

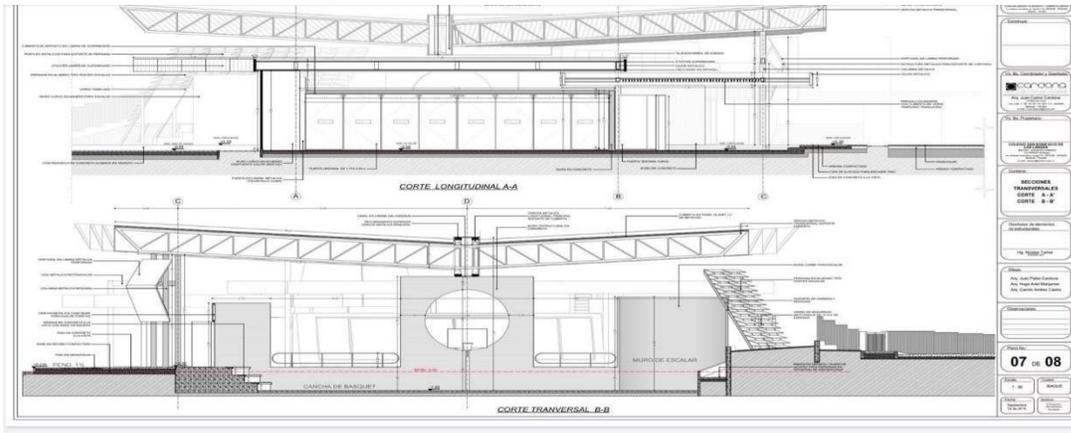


Ilustración 22

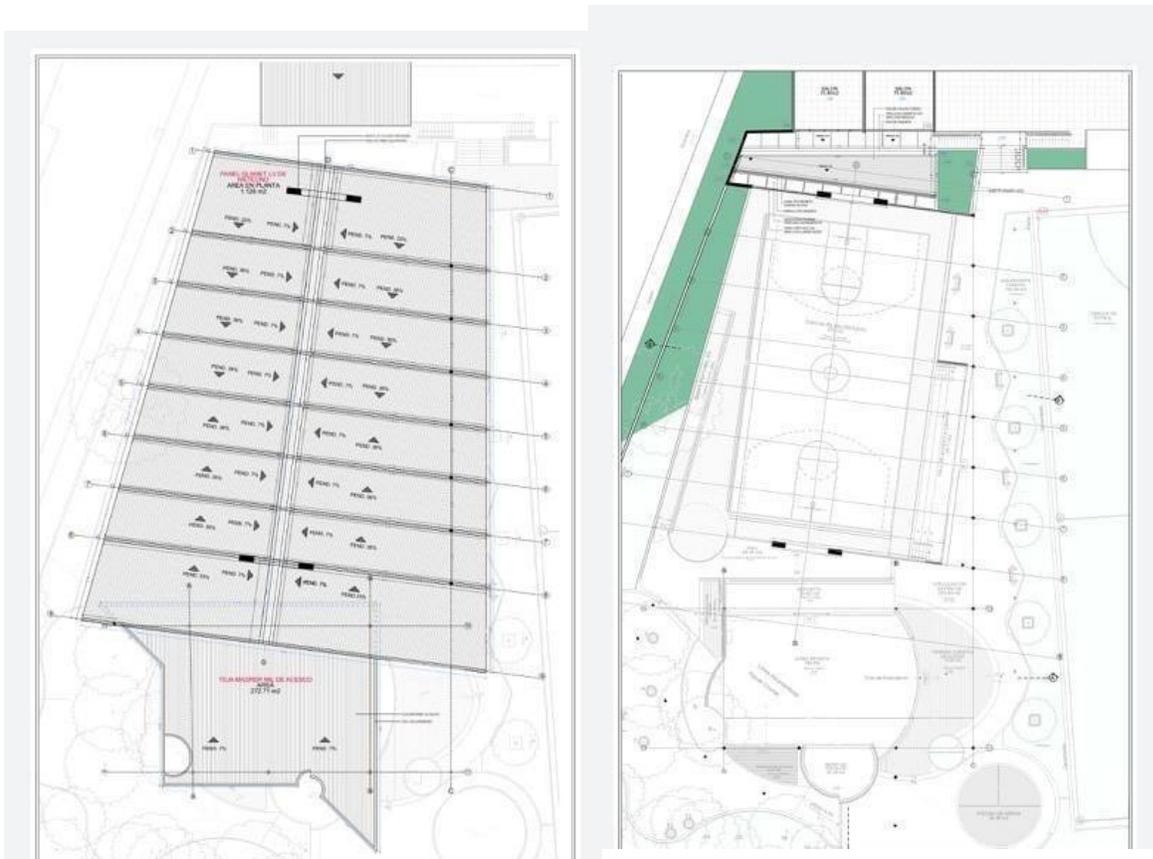
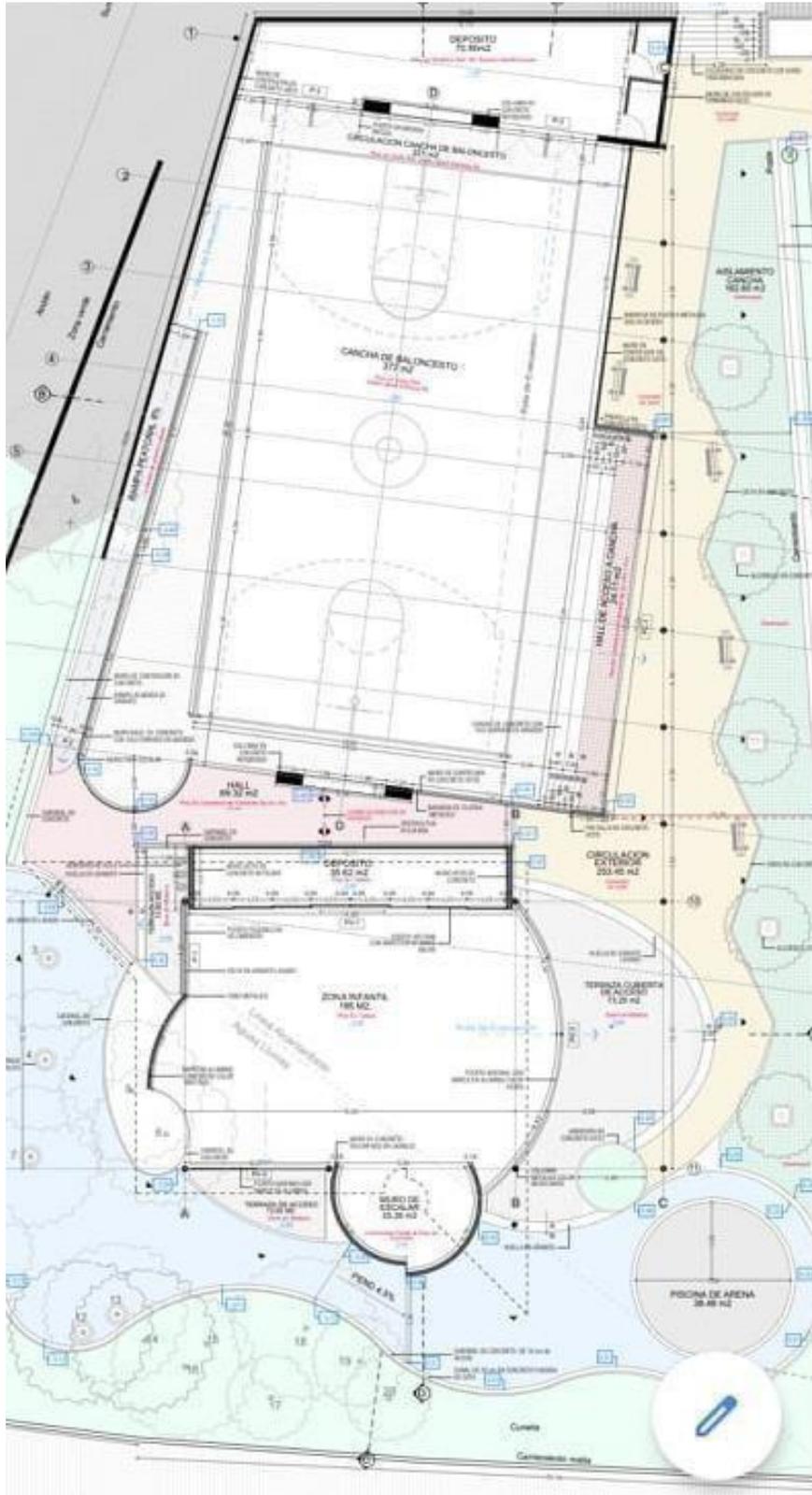


Ilustración 23

Ilustración 24



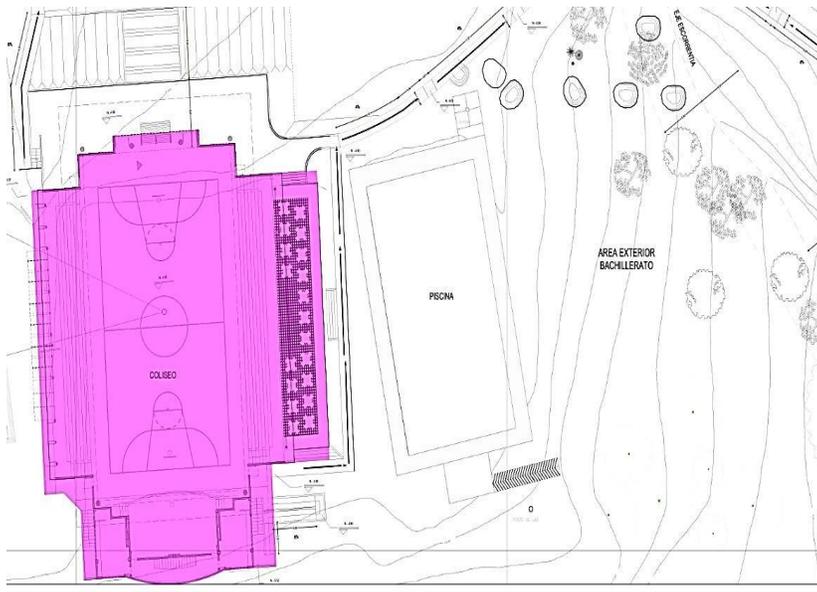


Ilustración 27



Ilustración 28

planos de escorrentías, alcantarillado, tuberías, drenajes de colegio en zona de coliseo y otros.



Ilustración 29

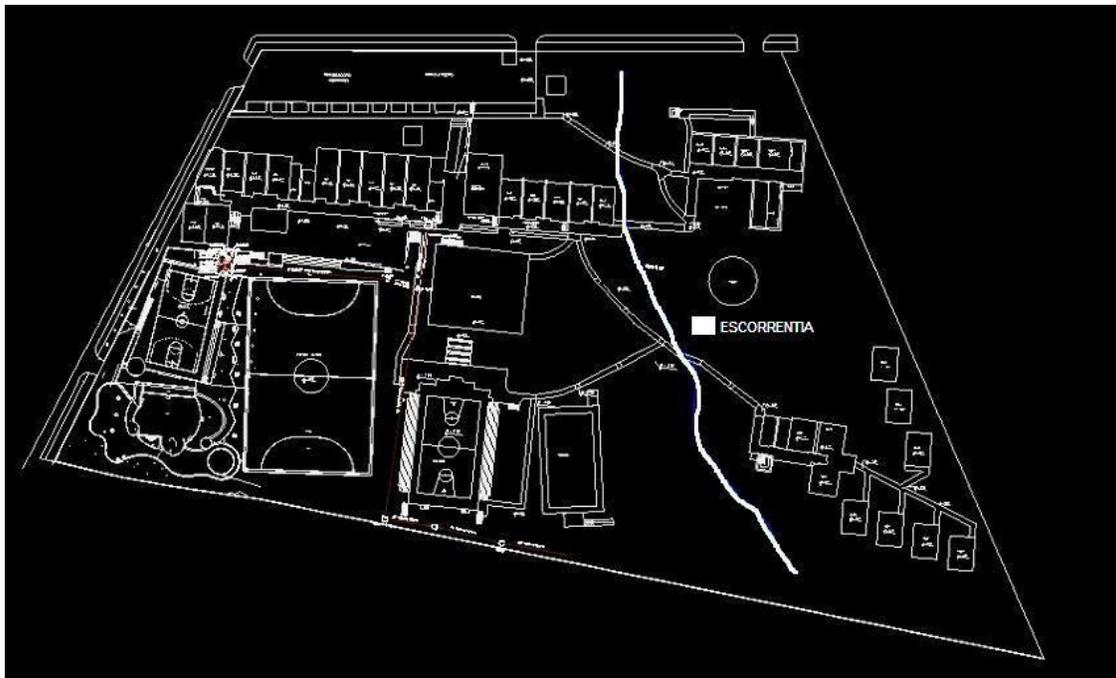


Ilustración 30



Ilustración 31

Plano pozos y brick slot

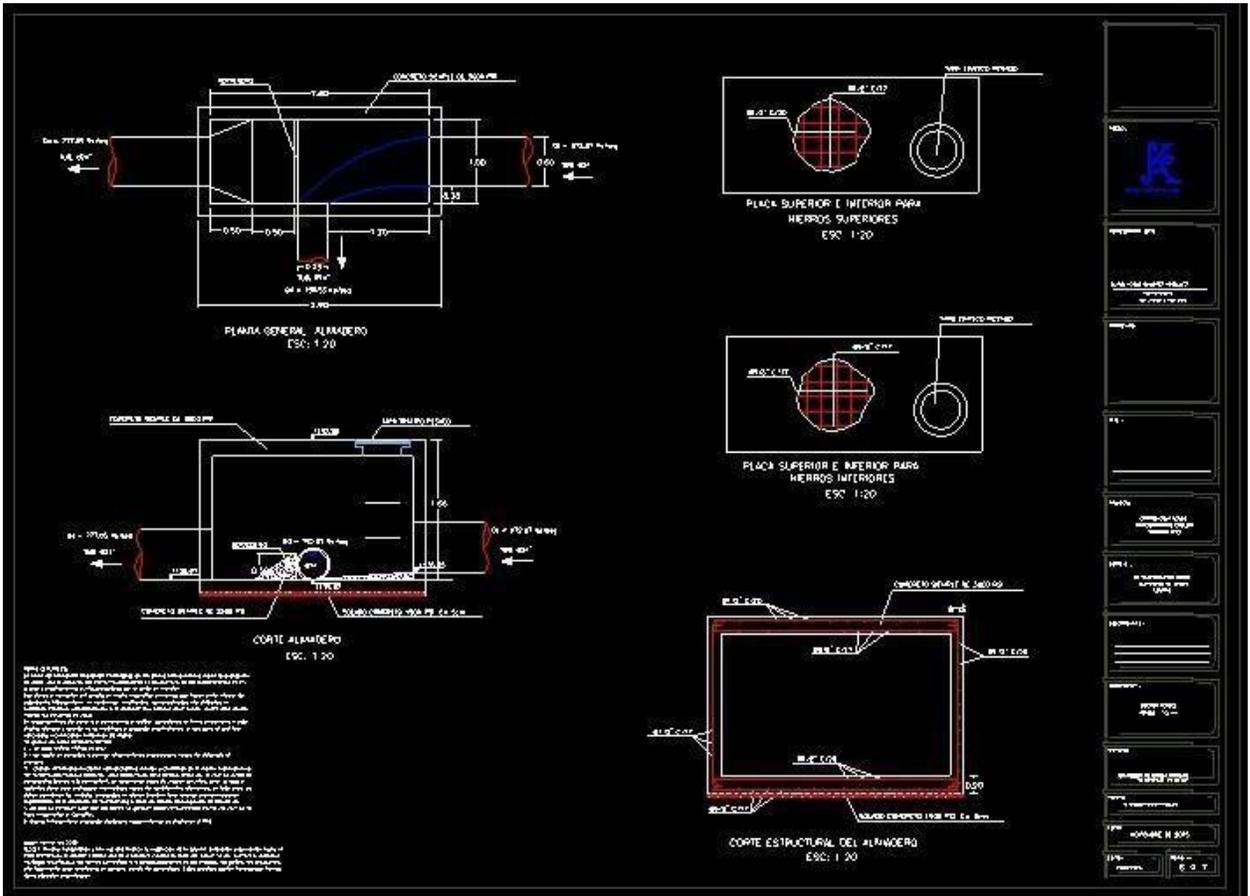


Ilustración 32

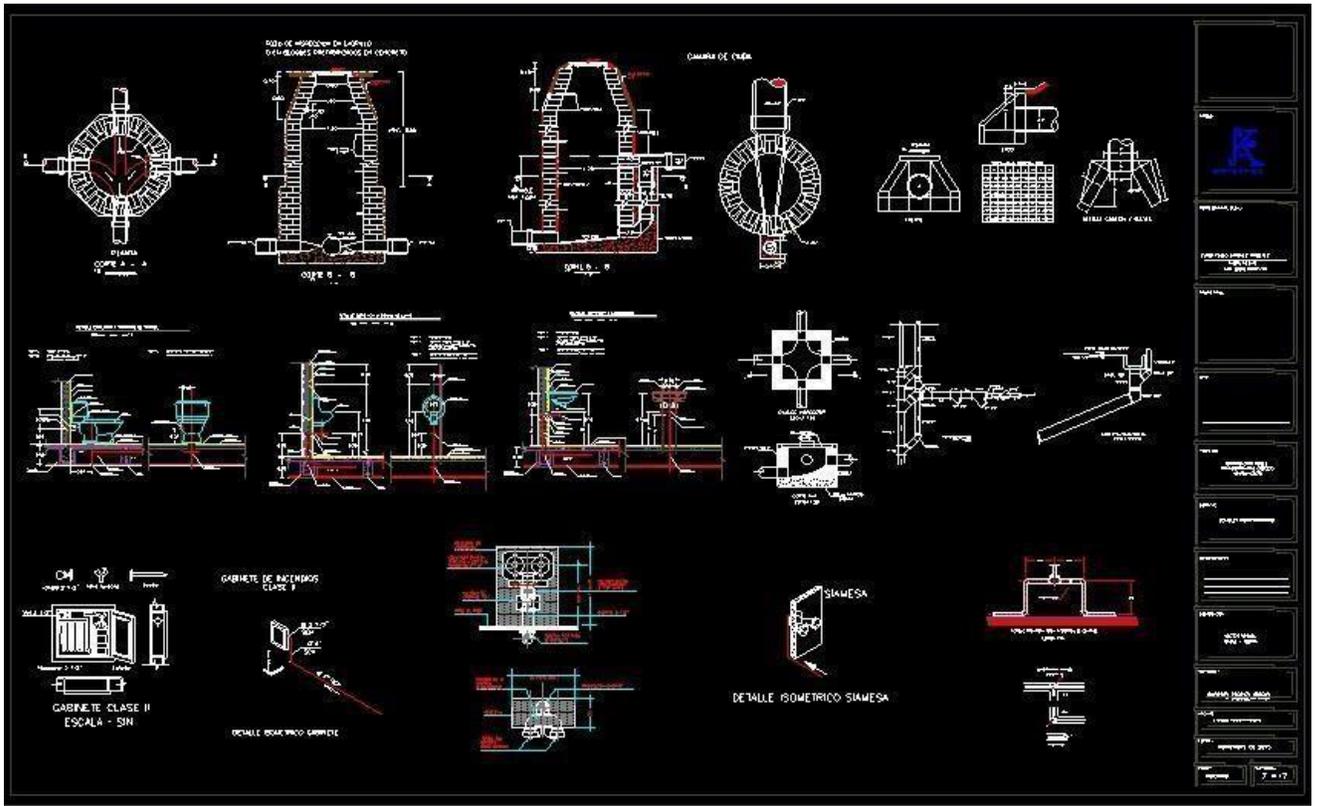


Ilustración 33

vista aéreo coliseo



Capitulo III. Sistema De Acueducto Para La Ruta Crítica Pluvial Del Colegio San Bonifacio Diámetros, Velocidad, Presiones Mínimas Y Máximas De Servicio.

1.1. introducción general

Este análisis propone evidenciar la distribución del agua lluvia en el colegio mediante las redes sanitarias del Coliseo principal del Colegio San Bonifacio de las Lanzas a fin de calcular la ruta crítica pluvial que se tiene mediante un sistema separado, cuya capacidad debe transportar el caudal de aguas residuales hasta la zona de descarga que posee el Colegio, y su Sistema de alcantarillado se conectará al sistema de aguas residuales existentes del Colegio. Dicho Sistema cuenta con capacidad para recibir transportar el aporte de aguas residuales que entregará las baterías de baño localizadas en la edificación del Coliseo principal.

Conforme a lo anterior, se concluye que el análisis hidráulico para su distribución, fue hecho a fin de evidenciar la utilización y optimización de agua captada, siguiendo una serie de fases dentro de una metodología para mejorar las condiciones para el uso por definir.

4.1.1 Sistema de Acueducto Existente

Las aguas para el abastecimiento del acueducto de la zona para el desarrollo del Colegio San Bonifacio, la cual corresponde al distrito 10, que actualmente es abastecido por el tanque de

Almacenamiento denominado Ambala, establecido en la cota de terreno 1160 m.s.n.m.

(Castro, 2019), en donde la red de repartición y de abastecimiento pasa al frente del Colegio.



(Dibujo realizado por Arquitecto Camilo Castro y Topógrafo Juan José Manrique)

- Diseño de la Red de Acueducto

Se requiere diseñar la red de distribución para suministrar agua al Coliseo principal que se construirá en el Colegio San Bonifacio según plano ubicación, teniendo en cuenta el uso que tiene el Colegio, se proyecta la demanda que tendrá éste, con el objeto de proyectar un nuevo Tanque de Almacenamiento. Para el cálculo de la red de abastecimiento del Colegio San Bonifacio se tendrá en cuenta las demandas y presiones establecidas para éste.

- Caudales de Consumo para el Acueducto

Teniendo en cuenta que el agua potable para consumo humano proviene del servicio prestado por el IBAL, se calcula inicialmente el caudal necesario que demandará el Colegio San Bonifacio

considerando las dotaciones y consumos adoptados por el IBAL, de acuerdo con las normas vigentes que posee la Empresa y las determinadas por el RAS.

- Demanda de Agua para Acueducto

Para determinar los factores de mayoración del diseño de acueductos (K1 y K2) se debe tener presente que los registros históricos de macro-medición del terreno estudiado en caso de no encontrarse registros se calcula de acuerdo a la cantidad de habitantes a los cuales se les va a suministrar este servicio.

Todo ello establecido en la Resolución 0330 de 2017 para poblaciones menores o iguales a 12.500 habitantes, donde el factor de mayoración K1 y K2 no puede ser superior a 1.3, establecidas estas condiciones se debe identificar qué factores de mayoración no están completamente determinados y con dificultad se puede saber su valor, por tal razón se tomó el diseño de un acueducto existente y de esta manera identificar los coeficientes de mayoración K1 y K2 según los caudales obtenidos de mediciones pluviales, para que estos cumplan con lo establecido con la resolución 0330 del 2017.

Conforme a lo anterior dicho se procede a determinar los requerimientos de agua potable, se analizaron los aportes domésticos de acuerdo con la correspondiente dotación per cápita diaria

adoptada por EL IBAL de 140 Lts/Ha./Día, más el 25% pérdidas (ARBELAEZ, 2014).

Caudales para Acueducto

El caudal medio diario se define como:

$$q.m.d. = P * d / 86.400 \text{ (caudal precipita)}$$

P - Población de diseño, habitantes.

d - Dotación, lts/hab/día.

El consumo máximo diario se obtiene como el producto del consumo medio diario y el coeficiente de consumo máximo diario (K1) dado como la relación entre el consumo máximo diario y el consumo medio diario restringidos en el período de un año. Se tomó K1= 1.2.

$$Q.M.D. = K1(q.m.d.)$$

El consumo máximo horario se obtiene como el producto de consumo máximo diario y el coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario (K2) dado como la relación entre el consumo máximo horario y el máximo diario registrados en el período de un año. Se adoptó K2 = 1.4.

$$Q.M.H. = K2 (Q.M.D.)$$

Teniendo en cuenta la presión de trabajo disponible suministrada por el IBAL de 50 PSI (2016, 2016), De acuerdo con lo anterior, se tiene:

Presión Mínima: Es de tener en cuenta que el IBAL, garantiza presiones hasta casas de 2 pisos, pero es conveniente recomendar en el momento de decidir construir, se debe proyectar e instalar un tanque de almacenamiento.

$$P = (3N + 6) * 1.20; N = \text{Número de pisos}; 2 P = (3 * 2 + 6) * 1.20$$

$$P = 14.40 \text{ m.c.a.}$$

Caudales o Demandas para El Colegio San Bonifacio

Número total de Estudiantes Proyectados y a Futuro: 700 Estudiantes q.m.d. =

$$700 * 140 / 86400$$

$$\text{q.m.d.} = 1.14 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Q.M.D.} = 1.2 * 0.84$$

$$\text{Q.M.D.} = 1.01 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Q.M.H.} = 1.4 * 1.01$$

$$\text{Q.M.H.} = 1.41 \text{ lts/seg}$$

Actualmente el colegio cuenta con un medidor, por lo tanto no se necesita instalar un nuevo medidor, por lo tanto la desviación para el llenado del nuevo tanque de almacenamiento, se efectuará la conexión después del medidor existente.

5.1.2. Diseño de Línea de Llenado y Tanques de Almacenamiento

Por consumo sobre el caudal máximo diario sin pérdidas 1.02 lts/seg y para caudal máximo diario se tiene 1,41 lts/seg.

Para calcular el diámetro de la acometida es necesario conocer el volumen a depositar en el tanque de almacenamiento, así: Para el caudal de Almacenamiento se tendrá en cuenta el QMD y para un almacenamiento de 24 horas de acuerdo con lo exigido por IBAL.

$$\Rightarrow \text{Volumen} = 1.14 * 24 * 3.600 / 1000 = 88.13 \text{ M}^3$$

Con fines de tener un buen mantenimiento y operación sin que haya necesidad de suspender el servicio, se proyecta un tanque de almacenamiento con un volumen de 72 M³, ya que este nuevo tanque será el complemento del tanque de almacenamiento existente.

$$\text{Tiempo de llenado en 8 Hora: } 72.000 \text{ lts} / 28.800 = 1.66 \text{ lts/seg}$$

La acometida se diseña en D = 1" y se repartirá para cada entrada de tanque

Diseño Sistema de Suministro

Para efecto de cálculo y diseño de presiones en la red de distribución, ésta fue realizada bajo el programa EPANET2W y hoja electrónica en Excel, para la cual se anexa cuadro cálculo de caudales, y resultados del diseño para todos los módulos que componen el Colegio San Bonifacio, los cuales se garantizan los requerimientos mínimos, con el fin de obtener una repartición óptima.

Para la red de distribución se buscó las rutas más directas y con el menor número de accesorios posibles entre la conexión a la red y los aparatos a servir. Se procuró que el ramal fuera localizado en forma que pasará por el centro de gravedad del grupo de aparatos a servir, lo cual produce recorridos y diámetros menores.

Para el cálculo de los caudales de la red de distribución externa e internas para cada torre en que se compone el Colegio San Bonifacio; su diseño se realizó por el sistema de unidades de descarga de Hunter.

Una unidad de descarga es aproximadamente igual a un pie cúbico por minuto y es un caudal asignado a un lavamanos, considerado como el aparato de menor consumo; a partir de este aparato tomando como unidad de descarga se asignaron los caudales a los demás aparatos. Para facilitar la labor del Consultor, los caudales fueron consultados en las tablas de cálculo de gastos

instantáneos del libro denominado “El Arte de Construir Agua” de Ing. Pérez Carmona.

También se tuvo en cuenta el coeficiente de simultaneidad, en función del número de aparatos en funcionamiento, es decir se aplicó este coeficiente de acuerdo con los números de aparatos para cada Bloque de apartamentos. El valor del Coeficiente de Simultaneidad mínimo utilizado para el cálculo de diseños fue 0,30.

De acuerdo con el número de aparatos, unidades de descarga y el coeficiente de simultaneidad el caudal total requerido para el sistema de acueducto, el cual demandará todo el Coliseo Infantil de

0,97 lts/seg. en horas pico. Los cálculos de pérdidas y presiones requeridas se anexan a la presente memoria de cálculo.

5.1.3.1. Cuadro 1 Análisis de Caudal

PISO	APARATOS	CANTIDAD	CAUDALES UNITARIO	CAUDALES	CAUDAL POR PISO	CAUDAL ACUMULADO	K	CAUDAL DISEÑO	UNIDADES	No. UNIDADES TOTALES	UNIDADES ACUMULADAS
	SANITARIO	5	0,19	0,95	1,93	1,93	0,50	0,97	4	20	20

ZONAS COMUNES	LAVAMANO										
	S	7	0,06	0,42					1	7	27
	ORINALES	2	0,13	0,26					2	4	31
	PUNTO DE AGUA	5	0,06	0,30					8	40	71

TRAMO	NUDO	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	PERDIDA	LONGITUD EN METROS			PERDIDAS		PRESION
		Lts / Seg	Pulgagas	Mts / Seg	UNITARIA	TUBERIA	ACCESORIOS	TOTAL	INTERNA	ACUMULADA	NUDO
10 - 9	9	0,07	0,50	0,55	0,03438 5	1,80	0,54	2,34	0,08	11,38	8,62
7 - 8	8	0,19	0,75	0,67	0,03032 9	1,80	0,54	2,34	0,07	11,30	8,70
6 - 7	7	0,45	0,75	1,58	0,14948 7	2,00	0,60	2,60	0,39	11,23	8,77
5 - 6	6	0,24	0,75	0,84	0,04672 5	3,80	1,14	4,94	0,23	10,84	9,16
4 - 5	5	0,69	0,75	2,42	0,32963 3	3,50	1,05	4,55	1,50	10,61	9,39
3 - 4	4	0,13	0,75	0,46	0,01503 0	6,10	1,83	7,93	0,12	9,11	10,89
2 - 3	3	0,82	1,00	1,62	0,11189 9	3,00	0,90	3,90	0,44	8,99	11,01
1 - 2	2	0,15	0,75	0,53	0,01958 5	63,00	18,90	81,90	1,60	8,55	11,45
BAÑO - 1	1	0,97	1,00	1,91	0,15268 6	35,00	10,50	45,50	6,95	6,95	13,05
	BAÑO										20,00

TRAMO	NUDO	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	PERDIDA	LONGITUD EN METROS			PERDIDAS		PRESION
		Lts / Seg	Pulgas	Mts / Seg	UNITARIA	TUBERIA	ACCESORIOS	TOTAL	INTERNA	ACUMULADA	NUDO
MEDIDOR	TANQ-NUV	1,14	1,00	2,25	0,205 847	49,0 0	14, 70	63,70	13,1 1	13,11	21,89
TANQ-NUV	TANQ-EXIT	2,39	1,50	2,10	0,112 599	57,0 0	17, 10	74,10	8,34	8,34	26,66
											35,00

5.1.3. Presiones Recomendadas

Para los diseños de tuberías que llegan a los diferentes aparatos se tuvieron presente las presiones mínimas recomendadas para que estos funcionen normalmente, así:

Inodoro de Fluxómetro	10.33 mts.
Inodoro de Tanque	7.00 mts
Orinal de	
Fluxómetro	10.33 mts
Duchas	10.33 mts
Lavamanos	5.00 mts

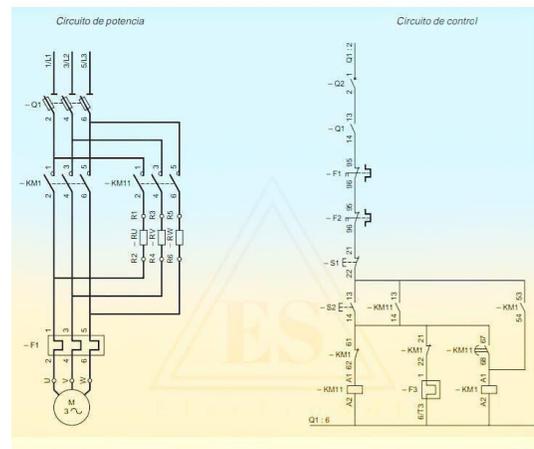
Calentador

14,00 – 21,00 mts

5.1.5 Cálculo Moto Bomba E Hi-Pres

Cálculo de Altura Máxima de Succión

- Altura sobre el nivel del mar: 1600 mts.
- Temperatura del agua: 15° C
- Altura Estática de Succión: 3.50 mts.
- Para un D = 1 1/2"



- Altura Dinámica de succión: $3.50 \text{ mts} \times 0,070 \text{ m/m} = 0,25 \text{ Mts}$ por accesorios = 0,69
- Presión Barométrica (PB): $10,33 - 0,94 - 0,17 - 0,36 - 1,80 = 7,06 \text{ Mts}$ altura máxima de Succión. (A.M.S-)

$$\text{N.P.S.H.} = 10,33 - 0,17 - 0,36 - 3,50 = 6,30 \text{ Mts.}$$

En el extremo de la tubería de succión se instalará una válvula de pie con coladera de buena

Altura Dinámica Total = 12.30 + 6.30 = 24.64 mts.

⇒ Q = 2,39 Lts/seg y N = 70% se tiene: para caudal hora pico, se Instalarán Tres Bomba complementaria que operará aditivamente y/o alternamente para la totalidad del caudal en horas pico, es decir cuando la primera bomba supere el caudal por la demanda requerida entrará la bomba numero dos a complementar la bomba uno. Teniendo en cuenta el encendido de las bombas se proyecta 20 psi más a la altura dinámica,

$$P = 24.64 \times 2.39 / 76 \times 0.70 \Rightarrow P = 1,10 \text{ HP}$$

Se recomienda la instalación de 1 bomba 3 HP, ya que esta dará una respuesta rápida para el llenado de tanques. La tubería de descarga o llenado del tanque existente o interconexión entre ellos se efectuará en D = 1 ½”

El Sistema Estará Compuesto de:

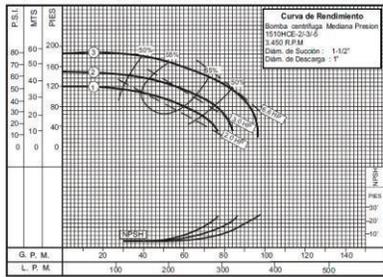
Una Bomba Centrifuga de Tipo Mediana presión 1510 HCE-3 3.450 R.P.M. – 3 HP -10.2/5.1

A - Voltaje 220/440

Bombas Centrifugas de Construcción mono bloque Fabricada en Hierro Fundido Diámetro de Succión 1 ½” y Descarga de 1”. (ARBELAEZ, 2014)



- CARACTERÍSTICAS**
- Bomba centrífuga de construcción monobloque fabricada en hierro fundido.
 - Diámetro de succión de 1-1/2" y descarga de 1".
 - Impulsor cerrado, balanceado dinámicamente, su diseño permite altas eficiencias, fabricado en hierro fundido.
 - Temperatura máxima de operación 70 °C.
 - Motores Trifásicos TEFC.
- APLICACIONES**
- Bombeo a grandes alturas y distancias.
 - En la industria.
 - Equipos de riego.
 - Industria química y petroquímica.
 - Equipos de trabajo pesado y continuo.
 - Equipos contra incendio, sistemas industriales.
 - Sistemas hidroneumáticos integrados, etc.



No.	MODELO	H.VOLTAJE	AMPERAJE	FASES	DIA. IMB.	ØSUCC.	ØDESC.
1	1510 HCE-2 (1)	220/440	7.13.55	3	5.375"	1-1/2"	1"
2	1510 HCE-3 (3.0)	220/440	10.2/5.1	3	5.625"	1-1/2"	1"
3	1510 HCE-5 (6.0)	220/440	19.0/9.5	3	6.500"	1-1/2"	1"

DISEÑO ALCANTARILLADO PARA EL ALIVIO DE AGUAS LLUVIAS DEL DRENAJE CRISTALINA

CUENCA	IDENTIF	AREA	APORTE AGUAS LLUVIAS							CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS										
			HECTAREAS		Intersección		A			n		Longitud/Pendiente		SUCEDERIO		NOMINAL		INTERNO		D
			DE	A	Parcial	Total	C	Intersección	A	Q	Manj	Mts	5%	Pulg	mm	mm	Pulg	mm		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13A	14	15					
	Perfil	PL1	0.795	0.795	0.55	93.56	0.795	0.795	0.009	4.10	2.00	545.10	610	595	24					
	ALIV	PL2	0.000	0.795	0.55	93.56	0.795	0.795	0.009	26.70	1.75	558.92	610	595	24					
	ALIV	PL2	0.000	5.436	0.55	93.56	5.436	777.65	0.009	60.00	2.90	467.60	610	595	24					
	CBT	PL2	0.000	5.436	0.55	93.56	5.436	777.65	0.009	14.76	5.00	422.20	610	595	24					
	ALIV	PL3	1.087	1.087	0.50	93.56	1.087	141.39	0.009	35.25	1.40	282.84	355	327	14					
	PL3	Perfil	0.000	1.087	0.50	93.56	1.087	141.39	0.009	19.60	1.40	282.84	355	327	14					

DISEÑO ALCANTARILLADO PARA EL ALIVIO DE AGUAS LLUVIAS DEL DRENAJE CRISTALINA

CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS																		
Ø Tubo	V Tubo	Relación	Profund	Velocid	Profund	Nº	Cabezas	Costa										
Lleno	Lleno	Caudal	Yido	Lam. V	V/Vo	Real	Dido	Froude	Tramo	Alts								
Lts/seg	Ml/seg	Gts/Go	Mts	Mts	Mts/Seg	Mts	Mts	Mts	5'L									
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28						
1.227.83	4.42	0.79	0.74844	0.4459	0.88537	4.35	0.75	0.44	2.08	0.86402	0.082	0						
1.148.53	4.13	0.85	0.77807	0.4630	1.00532	4.15	0.78	0.47	1.94	0.87802	0.487	135						
1.478.51	5.32	0.53	0.59569	0.3544	0.87151	4.03	0.55	0.33	2.58	1.09346	1.740	180						
1.841.37	6.98	0.40	0.51121	0.3042	0.80307	5.01	0.45	0.27	3.45	1.60060	0.738	135						
208.18	2.48	0.68	0.68764	0.2249	0.84104	2.33	0.67	0.22	1.59	0.27706	0.508	0						
208.18	2.48	0.68	0.68764	0.2249	0.84104	2.33	0.67	0.22	1.59	0.27706	0.274	0						

DISEÑO ALCANTARILLADO PARA EL ALIVIO DE AGUAS LLUVIAS DEL DRENAJE CRISTALINA

CUENCA	IDENTIF	Caida Pozo	Redonde	PERFIL DEL TRAMO																OBSERVACIONES	
				Cota Rasante		Cota Clave		Cota Batea		Diferencia Rasante - Batea		Cota Energia									
				Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior		
1	2	3	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41						
	Perfil	PL1	1.566	-0.00	1.138.32	1.137.33	1.136.92	1.136.83	1.136.31	1.136.22	2.01	1.10	1.136.76	1.136.66	PROFUNDIZAR POZO. 1.4 MTS						
	ALIV	PL1	0.070	0.08	1.137.32	1.137.33	1.136.83	1.136.36	1.136.22	1.135.75	1.10	1.58	1.136.98	1.136.22							
	ALIV	PL2	0.041	0.04	1.137.33	1.136.69	1.136.28	1.134.54	1.135.67	1.133.93	1.65	2.78	1.136.03	1.134.29							
	CBT	PL2	0.522	0.52	1.136.69	1.133.15	1.134.50	1.133.77	1.133.89	1.133.16	2.80	-0.01	1.134.20	1.133.46							
	ALIV	PL3	0.530	-0.00	1.137.33	1.137.15	1.136.09	1.135.58	1.135.74	1.135.23	1.60	1.92	1.135.96	1.135.45							
	PL3	Perfil	0.000	0.00	1.137.15	1.137.00	1.135.58	1.135.31	1.135.23	1.134.96	1.92	2.05	1.135.45	1.135.18							

5.1.5.1 Cuadro 2: Diseño De Alcantarillado Para Alivio De Aguas Lluvias FUENTE: GESKA INGENEREIA (ARBELAEZ, 2014)

5.. 5.2. Funcionamiento

Es de aclarar que este sistema de Hidrobomba entrará en funcionamiento de forma continua aun cuando la empresa de acueducto preste el servicio, para que el ahorro en el consumo en zona de administración sea evidente en la facturación mensual, por otra parte, es de aclarar que la “Planta Eléctrica”, estará activa en caso de no haya fluido eléctrico, porque el colegio posee una plantade energía y se proyecta como colegio ecológico por ende instalara panales solares como energía alternativa, paralelo al uso de aguas lluvias.

Modelación de tuberías y alcantarillado



Ilustración 34

Por otro lado, el proyecto tiene un proceso dinámico de captación, va de la siguiente manera.

- 1) Se capta el agua lluvia en canaletas:

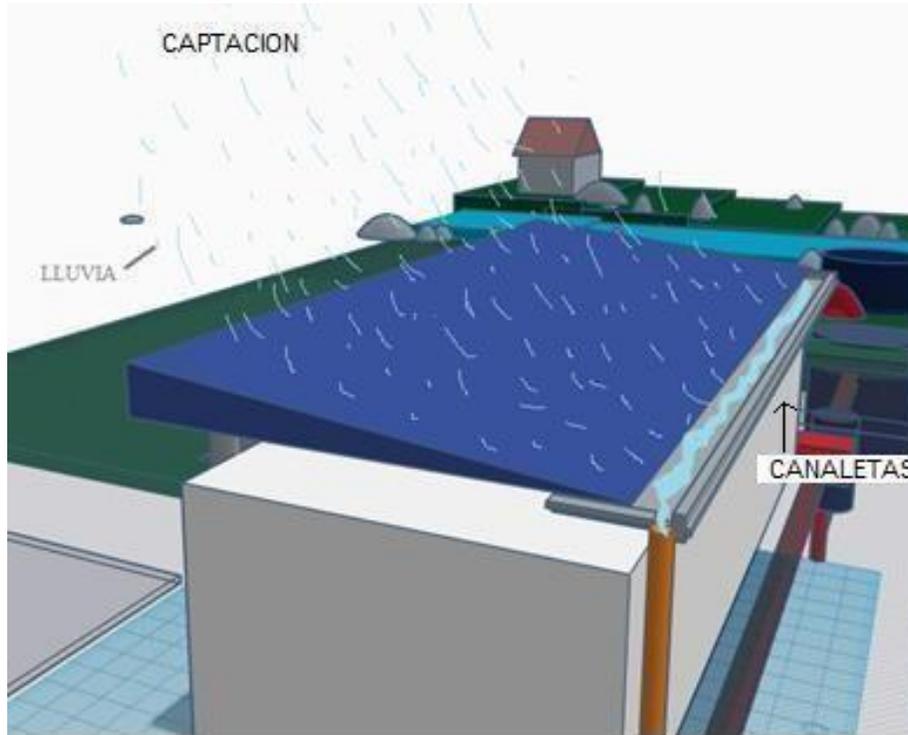
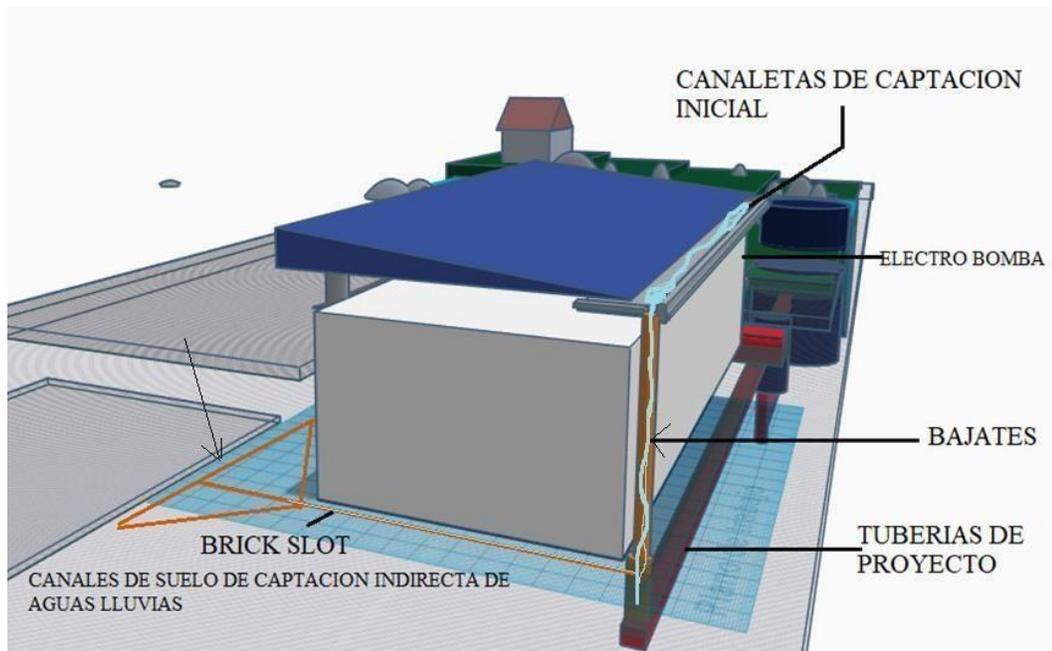


Ilustración 35

- 2) Pasa por tubo conductor interno vertical y Brick slot piso



79

3) Llega a la red de aguas lluvias

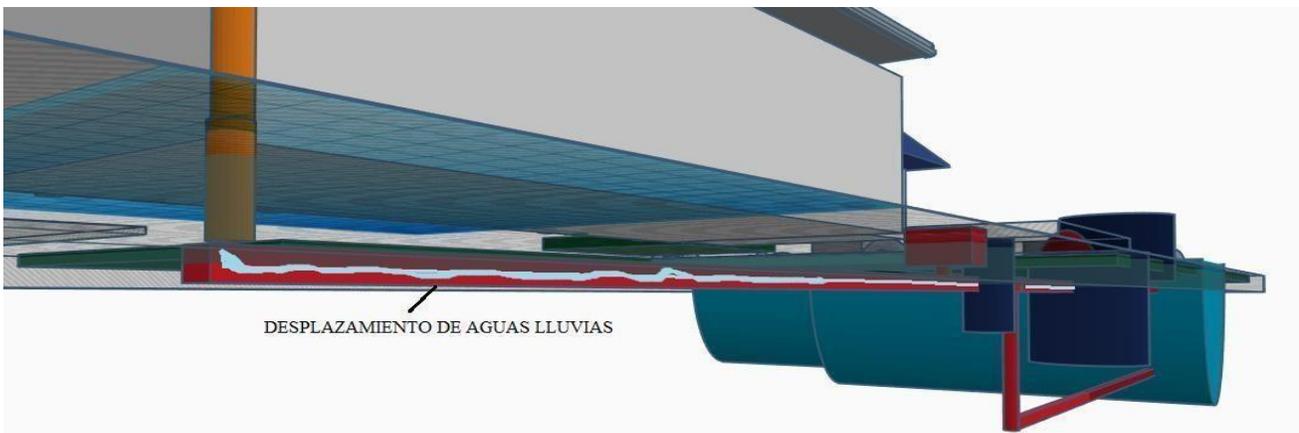


Ilustración 37

4) Direcciona el agua captada al desarenador de partículas para

84

retener residuos con hojas y objetos no diluides.

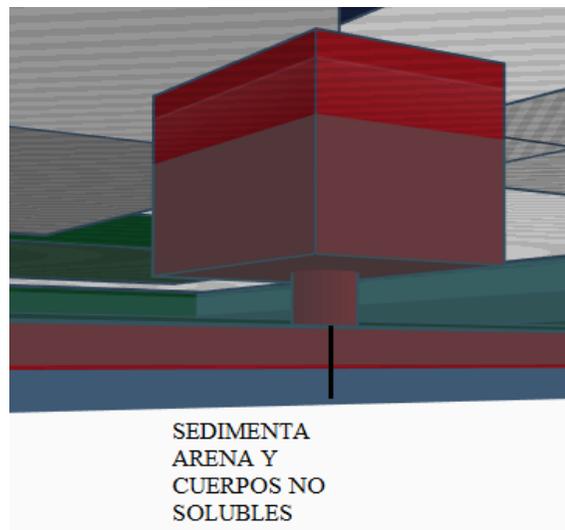
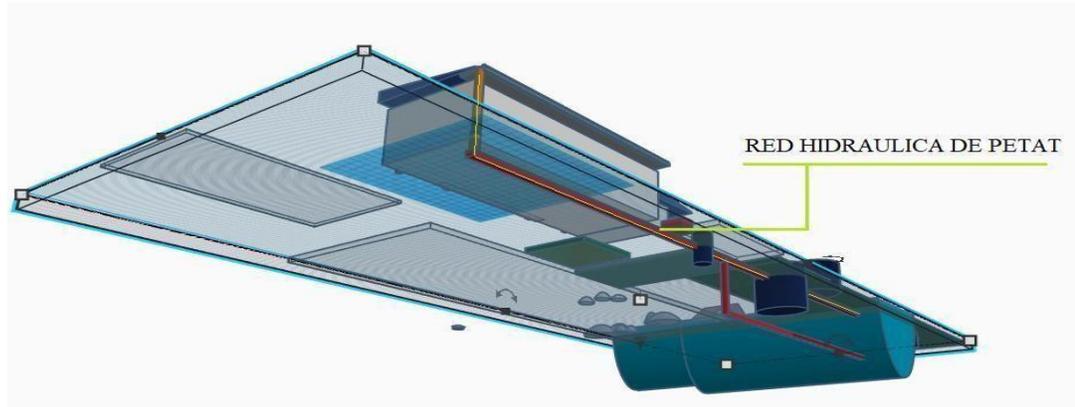


Ilustración 38

Desarenada el agua, llega a tanque de captación para pasarlo al tanque de almacenamiento, Una vez, este en el tanque de almacenamiento se envía el agua procesada al tanque de presión, el cual se filtrará por el clorificador, para descontaminar y eliminar bacterias para luego si enviarla a la hidrobomba impulsara el agua por tuberías.

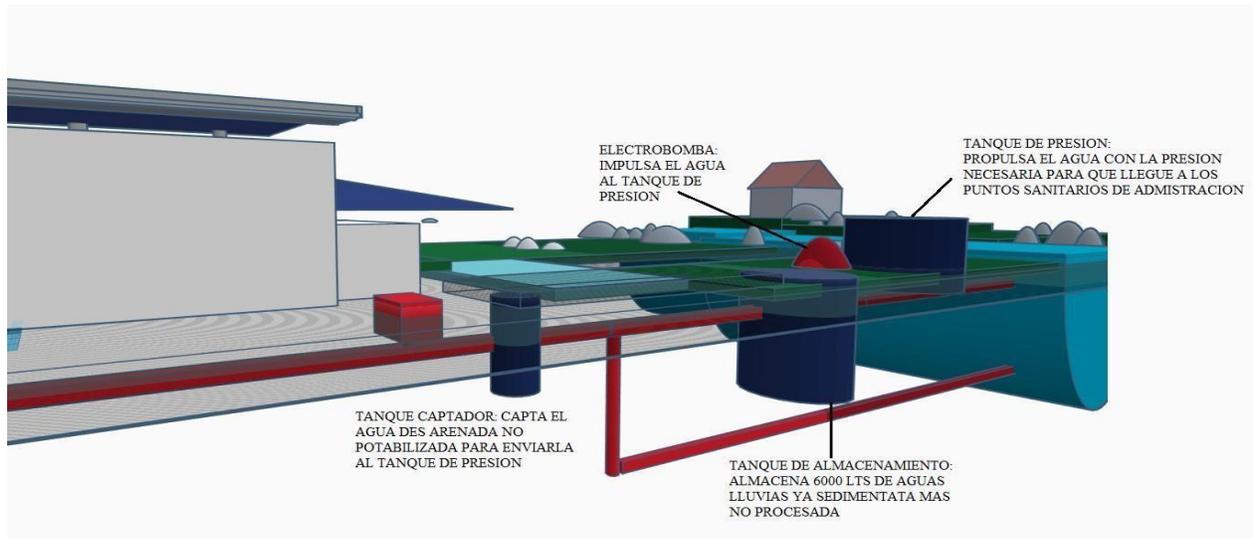
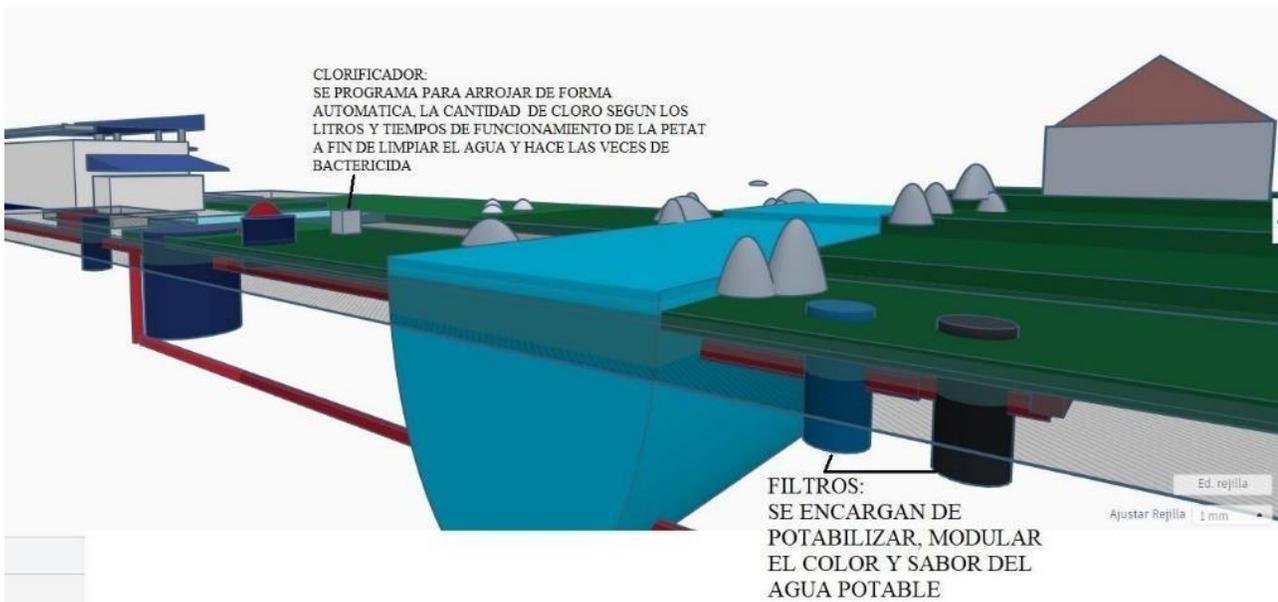


Ilustración 39

Cuando llega el agua al filtro de carbón activado y estabilizador de olores, color y sabor, se libera el agua para que llegue a su destino final, baños zonas administración.



Ilustración

Capítulo 4. Aplicación del proyecto

Cálculo de caudales para el drenaje de agua cristalina y aplicación del diseño geksa al colegio san bonifacio, estudio realizado por consultor: geksa ingeniería s.a.s., r.l. ing. guido koslo sánchez arbeláez, m.p. 25202 – 37187 de cnd

6.1.2 Antecedentes

El Drenaje denominado la Cristalina, es un caño que drena aguas lluvias del sector occidental del Vergel, el cual nace en predio de la Hacienda el Vergel, atravesando y drenando el sector los Balsos, Monteverde, parte de Colegio San Bonifacio y la Urbanización Rincón del Vergel hasta desembocar en la Quebrada la Balsa.

6.1.3 Sistema de Alcantarillado Existente E Infraestructura Existente (ARBELÁEZ, 2014).

En la actualidad existen alcantarillados de las Urbanizaciones Los Balsos, Monte Verde, Altos del Vergel y otros, que drenan directamente al Drenaje La Cristalina. También existe una paso de vía o alcantarilla en 20”, que atraviesa la calle 73, el cual tiene la función de servir como ducto para el paso y transporte del caudal de aguas lluvias que se produce en el sector en épocas de invierno. Así mismo este se encuentra conectado a una tubería de 20” que atraviesa los predios del Colegio San Bonifacio y que descarga sus aguas al alcantarillado de la Urbanización Rincón

del Vergel.

De acuerdo con las zonas encontradas que afectan al Colegio San Bonifacio y a la Urbanización Rincón del Vergel, por la acción de las aguas lluvias, estas sean dividiendo en tres subcuencas; así:

Sub-cuenca 1: Denominada Sector Hacienda El Vergel. Este drenaje se encuentra limitado por el norte por la línea imaginaria en donde se encuentra la cota del Tanque de Ambala, por el sur con el carretable de la entrada a la Hacienda el Vergel, por el occidente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias de la Quebrada la Balsa y Drenaje La Cristalina y por el oriente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias del Drenaje Cerro Azul y Drenaje La Cristalina.

Sub-cuenca 2: Denominado Sector los Balsos. Este drenaje se encuentra limitado por el norte con el carretable de la entrada a la Hacienda el Vergel, por el sur con la Urbanización Monte Verde, por el occidente con la línea imaginaria que divide las aguas lluvias de la Quebrada la Balsa y Drenaje La Cristalina y por el oriente con la calle 73.

Sub-cuenca 3: Denominado Monte Verde. Este drenaje se encuentra limitado por el norte con la Urbanización Los Balsos, por el sur con la Calle 73, por el occidente con la línea imaginaria

que divide las aguas lluvias de la Quebrada la Balsa y Drenaje La Cristalina y por el oriente con la calle 73 y el Colegio San Bonifacio.

6.1.4 Justificación y Alcance

Como se puede observar en planos nos muestra un área importante, como aportante de aguas lluvias en épocas de invierno, las cuales confluyen directamente al Colegio San Bonifacio y la Urbanización Rincón del Vergel. Este caudal importante que se forma en época de invierno y que drena afectando al Colegio San Bonifacio y la Urbanización Rincón del Vergel, ocasionando inundaciones.

Adicionalmente el alcantarillado existente que atraviesa el Colegio San Bonifacio tiene una servidumbre no legalizada que parte el lote, ocasionando que no se pueda construir más infraestructura escolar para benéfico de los estudiantes.

Por lo tanto se hace necesario desviar y aliviar estas aguas lluvias que se producen en épocas de invierno. La solución de aliviar las aguas no pretende secar o dejar en funcionamiento el alcantarillado de la Urbanización Rincón del Vergel, además se quiere dejar en las mismas condiciones el pequeño lago que existe en la Urbanización Rincón del Vergel, sin afectar su caudal mínimo.

6.1.5 Servidumbre

Se pretende es si quitar la servidumbre que viene afectando los predios del Colegio San Bonifacio, ya que este parte en dos el predio, por tal razón el desvío y el alivio planteado pretende quitar la servidumbre en mención, que irá por la vía Calle 73. (ARBELÁEZ, 2014)

6.1.6 Caudales de Aguas Lluvia

Con el mismo fin de obtener los parámetros de diseño, se evaluaron los caudales de aguas lluvias teniendo en cuenta las características de las precipitaciones de la zona, las áreas aferentes, como también los coeficientes de escorrentía.

Para el sistema propuesto, este caudal debe ser tenido en cuenta para el propósito de dimensionar la tubería y el aliviadero. El diseño y cálculo de tubería se realizará una explicación detallada del cuadro de cálculo relacionado en la presente memoria

6.1.6. Metodología Utilizada

Teniendo en cuenta que las aguas servidas tienen su origen fundamentalmente en los consumos de agua potable, se tiene en cuenta inicialmente el caudal para el acueducto, considerando las dotaciones y consumos adoptados por el IBAL.

El caudal medio de aguas residuales se determina a partir del caudal medio para el acueducto, afectado por un coeficiente de retorno adecuado, tal como se explica más adelante, y el caudal máximo de aguas servidas se evalúa tomando en consideración los picos horarios transitados, el caudal de infiltración y las conexiones erradas, de acuerdo a las normas del RAS 2000 (ARBELÁEZ, 2014).

6.1.7. Caudales de Aguas Residuales

El sistema de Alcantarillado se dimensiona con el caudal máximo de aguas residuales, los cuales se determinan de la siguiente manera.

Coeficiente de Retorno. Caudal medio: Considerando que no toda el agua proveniente del Acueducto llega al sistema de alcantarillado, dado que la parte correspondiente al lavado de pisos , riego de jardines, la evaporada naturalmente la utilizada en labores de cocina, etc, no regresa al alcantarillado, el caudal de agua potable se afecta por un coeficiente menor que la unidad. La práctica ha mostrado que se presenta un vertimiento al alcantarillado del 60 al 85 % del consumo del acueducto. En los presentes estudios se adopta un coeficiente de retorno igual al 85 %, por razones de seguridad y teniendo en cuenta que este factor cobija el caudal doméstico. Así, el caudal medio de aguas residuales se obtiene como el producto del caudal medio diario para acueducto por el coeficiente de retorno (ARBELÁEZ, 2014).

Caudal Máximo: El caudal pico de aguas residuales se define como la suma del caudal pico sanitario, más el caudal de infiltración, más el caudal de conexiones erradas. Es decir:

$$Y_d = \text{Max} + S_i + Q_{\text{ue}}$$

Dónde: Y_d - Caudal pico de diseño de aguas residuales
Max - Caudal pico sanitario o máximo Horario
 S_i - Caudal de infiltración

Q_{ue} - Caudal de conexiones erradas

El caudal pico sanitario se calcula a partir del caudal medio de aguas residuales, considerando la superposición de los máximos consumos horarios, transitado a lo largo del sistema de alcantarillado. Tradicionalmente los *caudales picos sanitarios se estiman utilizando curvas deducidas para algunas ciudades de otros países* (Torres-Hugues, 2019). En el presente estudio se utilizan los resultados de los análisis efectuados para confirmar o desvirtuar dichas curvas. El chequeo se adelantó corriendo los programas ILUDAS e INTI derivado de la versión inglesa original y alimentado con datos reales de ciudades colombianas. La simulación produjo una curva similar a la usada por la E.A.A.B. y por lo tanto se adopta en los presentes diseños. La ecuación de la curva es:

$$\text{Max} = 2.514019 Q_m^{0.908465}$$

Donde Q_m . es el caudal medio de aguas residuales.

Caudal de Infiltración: El caudal de infiltración se determinó utilizando un módulo de 0.2 lts/seg/ha considerando las características de permeabilidad del terreno en el Barrio a construir y aportadas en los estudios básicos.

Caudal de Conexiones Erradas: El caudal de conexiones erradas se determinó como el 10% del caudal pico sanitario. Se considera un porcentaje pequeño, debido a que este tipo de conexiones se presenta fundamentalmente por bajantes de tejados y patios conectados al alcantarillado, lo cual aumenta el aporte a causa de caudales de agua lluvias.

Caudal de Aguas Residuales: El caudal de diseño de los colectores y del sistema de alcantarillado se obtiene sumando el caudal máximo horario del día máximo, obtenido con la ecuación presentada anteriormente, y los aportes por infiltraciones y por conexiones erradas. De tal manera, la expresión de cálculo es la siguiente (ARBELÁEZ, 2014):

$$Y_d = Q_{max} + S_i + Q_{ce}$$

6.1.8. Diseño de las Redes Internas para Aguas Residuales

El diseño de los desagües domiciliarios será netamente para la evacuación de aguas residuales y consiste en una serie de ductos y estructuras que recibirán las descargas de todas las tuberías de evacuación de inodoros, lavamanos, etc., de la batería de baño que contiene el Coliseo Infantil.

Los desagües finales se colocaran en línea recta, y los cambios de dirección o de pendiente se harán por medio de cajas de inspección. Los empalmes finales de los ramales de desagüe se harán con un ángulo no mayor 45° . La pendiente de los ramales de desagüe será uniforme y no menor 1% si el

diámetro es igual a 3"; la pendiente mínima será de 2% para las domiciliarias, con un diámetro mínimo de 6".

Con el fin de calcular el volumen de la descarga para cada módulo en que se compone la Colegio, se consultó la tabla de unidades de descarga del libro de Pérez Carmona, estas unidades de descarga se convierten en lts/seg obtenido de la tabla de gastos. Una vez identificado las unidades de descarga se procede a la escogencia del diámetro más óptimo.

Las tuberías de ventilación y re ventilación cumplen una función de establecer una comunicación entre las tuberías de desagüe y el aire exterior. Están constituidas por derivaciones que enlazan las columnas de derivación. Las derivaciones horizontales se diseñan con cierta inclinación hacia los tubos de descarga para permitir la salida del agua que pueda condensarse en la misma. Las columnas deben tener el mismo diámetro a todo lo largo y ser empatadas en la parte inferior de las bajantes o colectores de la red de desagüe, en la parte superior debe unirse por encima del aparato más alto, o prolongarla hasta salir al exterior del Coliseo Infantil. Los diseños de los desagües de aguas residuales están consignados en tabla anexa a la presente memoria, como también en planos (ARBELÁEZ, 2014).

6.1.8.1 Cuadro 3: Calculo De Causal Residual

CALCULO DE CAUDALES AGUAS RESIDUALES																				
TRAMO	No.	APARATOS	UND X APARATO	UND X# APARATOS	UND X TRAMO	CAUDAL X UNIDAD	CAUDAL UNIT DISEÑO	CAUDAL ACUMULADO	CAUDAL TOTAL	k	CAUDAL DISEÑO	DIAMETRO DE DISEÑO	Q MAX RAMAL HORIZONTAL	COLECTOR						
														Q DISEÑO	DIAM	n	P	QLL	VLL	Qd/Qll
	1	AVAMANOS	2	2	15	0,169	0,34	0,34	2,54	1,00	2,54	3"	2,82	x	x	0,009	0,50	# VALOR!	# VALOR!	# VALOR!
	1	DUCHAS	2	2			0,34	0,68												
	1	SANITARIO	3	3			0,51	1,18												
	1	AVAPLATOS	2	2			0,34	1,52				4"	5,56							
	1	LAVADORA	2	2			0,34	1,86												
	1	LAVADERO	2	2			0,34	2,20				6"	10,03							
	1	ORINAL	2	2			0,34	2,54												

CALCULO DE CAUDALES AGUAS RESIDUALES																				
TRAMO	No.	APARATOS	UND X APARATO	UND X# APARATOS	UND X TRAMO	CAUDAL X UNIDAD	CAUDAL UNIT DISEÑO	CAUDAL ACUMULADO	CAUDAL TOTAL	k	CAUDAL DISEÑO	DIAMETRO DE DISEÑO	Q MAX RAMAL HORIZONTAL	COLECTOR						
														Q DISEÑO	DIAM	n	P	QLL	VLL	Qd/Qll
	7	AVAMANOS	2	14	7	0,169	2,37	2,37	2,37	0,15	0,35	2"	1,82	0,35	2	0,009	0,50	0,87	0,43	0,41
	2	ORINALES	2	4			0,68	3,04	0,68	0,15	0,10	2"	1,82	0,10	2	0,009	0,50	0,87	0,43	0,12
	5	SANITARIO	3	15			2,54	5,58	2,54	0,15	0,38	4"	5,56	0,38	4	0,009	0,50	5,51	0,68	0,07

Ejecución de este tipo de proyectos” (Sánchez Triviño, 2017).

Capítulo 5: cálculos de intensidad, frecuencia, duración de lluvias de zona de estudio, población y muestra de población donde se implementara el diseño del proyecto

7.1 Introducción

Con el fin de obtener los datos específicos de captación y parámetros de diseño, fue necesario evaluar los caudales de aguas lluvias en diferentes épocas para así Medir los litros captados en las precipitaciones de la zona, las áreas aferentes y los coeficientes de esorrentía con el propósito de dimensionar la capacidad de la las redes hidráulicas subterráneas al coliseo donde se plantea la implementación de la planta y donde en el presente proyecto ejecutara el diseño, el cual tiene como finalidad no solo ser una alternativa ecológica, sino también un sistema de mitigación que ... ”constituyen un capital natural vital asociado a un conjunto de bienes y servicios estratégicos” (Orduño Torres, 2015) en escenarios de escasas, daños del acueducto principal, para ello evidenciaremos a nivel gráfico, los niveles de presión y calidad del agua en zonas con precipitaciones frecuentes y escasas, a fin de establecer la necesidad de conocer los niveles de húmedas de la zonas del país para sugerir proyectos alternativos como los propuestos en este proyecto, como una medida de abastecimiento segura y sostenible (Palacio Castañeda, 2010.).

Figura 2. Presión de la calidad del agua por vertimientos municipales.

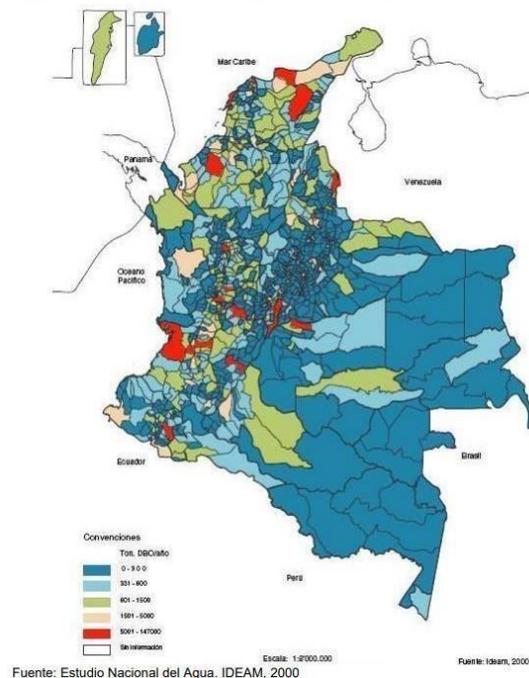
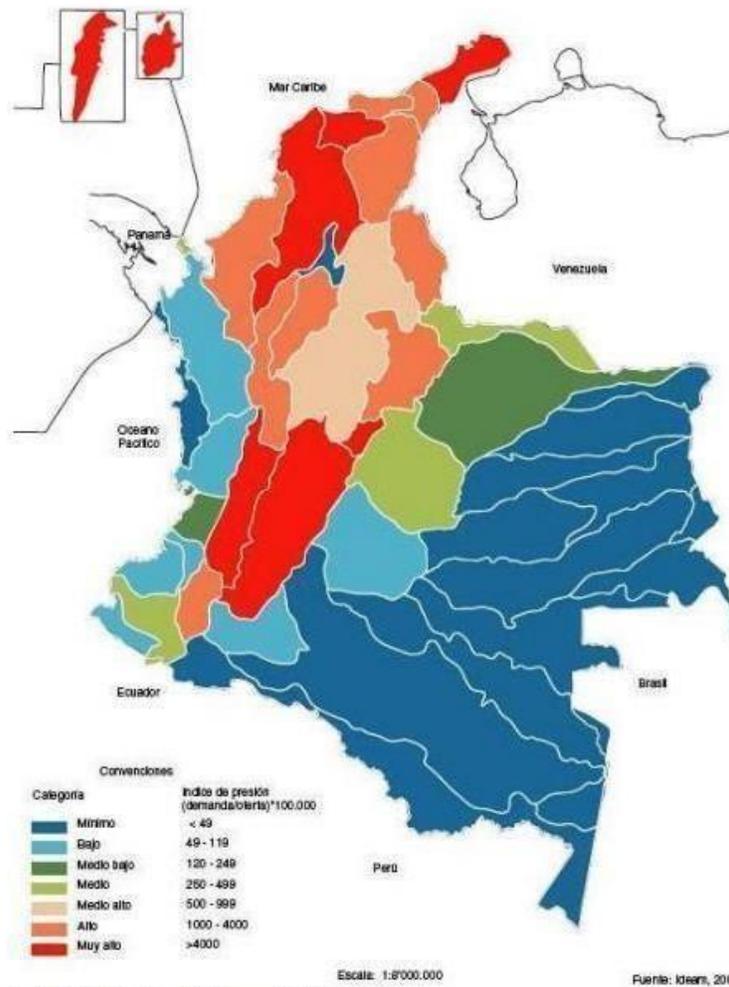


Ilustración 41. Mapa de Colombia

La imagen anterior expuesta, nos muestra la disponibilidad del recurso hídrico, el Índice de Escasez, entre la oferta hídrica disponible y las condiciones de demanda predominantes. El IDEAM ajustó este índice ampliándolo cien mil veces, y lo denominó el Índice de Presión. (Palacio Castañeda, 2010.).

Figura 3. Índice de Presión como indicativo de la relación demanda/oferta, para condiciones hidrológicas de año medio.



Fuente: Estudio Nacional del Agua. IDEAM, 2000

Ilustración 42

El grafico anterior nos muestra la oferta y demanda del recurso hídrico en el país, donde podemos evidenciar que el Tolima esta entre los niveles altos y muy altos, y las fuentes de abastecimiento son pocas por no decir deficientes.

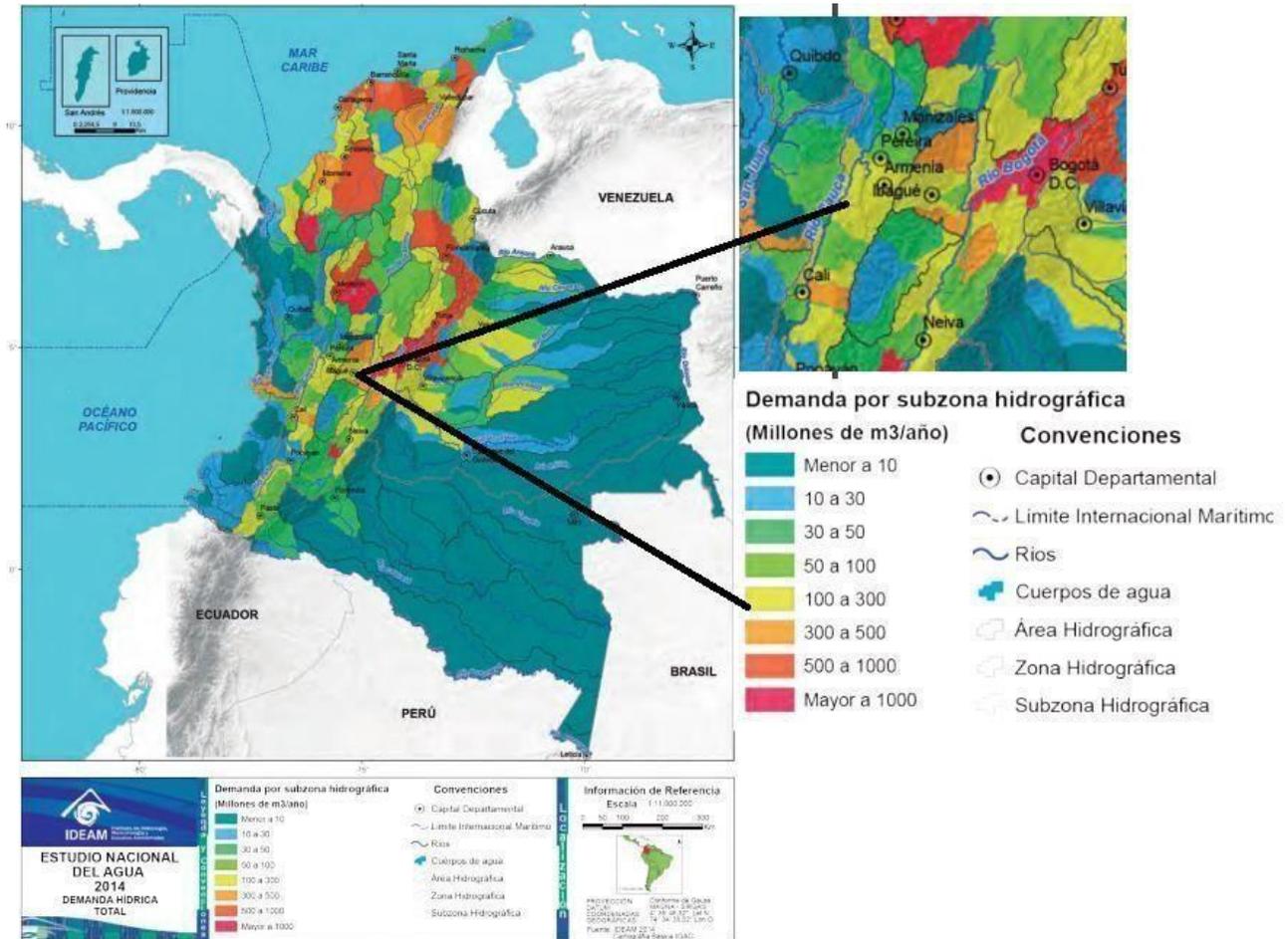


Figura 4.9 Demanda hídrica anual en Colombia



Ilustración 43

Con lo anterior, se buscó evidenciar las precipitaciones que jugaría a favor o en contra en algunas zonas del país, por ello, para así poder aterrizar a nivel local específicamente Ibagué donde la oferta hídrica es alta según el estudio realizado por el IDEAM (ver imágenes ilustrativas), razón por la cual, se planeó el diseño de una planta de tratamiento de aguas lluvias como alternativa de captación y suministro de agua.

En conclusión, el proyecto partiendo de un aspecto general se dirigió al particular al centrar su estudio en la ciudad de Ibagué específicamente en el Ibagué en el colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS, en donde se plante el diseño y posible implementación de PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS DE USO SANITARIO,

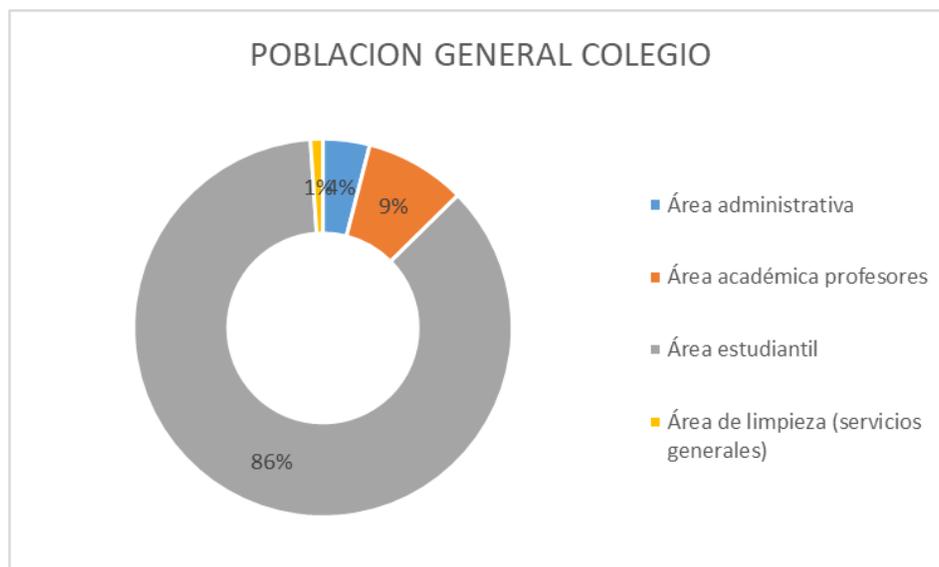
para ello, se tomó la población total del colegio para extraer una muestra poblacional del colegio, a fin de dar inicio a la proyección del proyecto en zona administrativa, donde se planta el uso sanitario del proyecto.

7.1.1 Población y Muestra:

La población general del colegio san Bonifacio de las lanzas es de 753, distribuidos de la siguiente manera, 4% área administrativa, 9% profesores, 86% estudiantes, 1% servicios generales, el proyecto inicial es el de *Diseñar una planta de tratamiento de aguas lluvias para uso sanitario en el colegio SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS en la ciudad de Ibagué*, para hacerlo posible el colegio solicita iniciar con un 4% de su población, a fin de ponderar su funcionamiento, costo, ahorro y depende de su resultado,

ampliar la cobertura para el total de la población existente, por tal razón, se analiza el total de la población y se toma como muestra, el 4% centrado en el área administrativa, para ello se plantea maquetas digitales que evidencie desde una simulación real su estructura y con cálculos de consumo y manejo de litros captados y ahorro, de modo que si, es relevante se procederá a cubrir toda la población, ampliando el tanque, y canaletas y derivando nuevas tuberías, para pasar del diseño a la implementación futura

ÁREAS	CANTIDAD	PORCENTAJES
Área administrativa	30	4%
Área académica profesores	65	9 %
Área estudiantil	650	86%
Área de limpieza (servicios)	8	1%



generales)		
-------------------	--	--

7.1.2 Muestra:

ÁREAS	CANTIDAD	PORCENTAJES
Área administrativa	30	4%

Fases

FASE 1	Exploración y diagnostico técnico y físico para el diseño de planta
FASE 2	Reconocimiento de materiales y procesos de potabilización
FASE 3	Maquinización digital del proyecto con cada parte
FASE4	Informe final : con costos de construcción y ahorro mensual del área a trabajar

7.2 Definición de captación y procesamiento de potabilización.

CAPTACION: (RWH por sus siglas en inglés) *es una técnica de recolección y almacenamiento de **agua** pluvial en tanques o en embalses naturales o de infiltración de **aguas** superficiales en yacimientos acuíferos antes de que se pierda en escorrentía superficial.*

(AKVOPEDIA, 2003).

PROCESO DE POTABILIZACION: una vez el agua este en el tanque de almacenamiento , la bomba dosificadora aplicara gradualmente bicarbonato de sodio para regula la acides del agua lluvia cuyo PH suele ser acido, luego la misma boba aplicara cloro granulado al 90% que hará sus veces de bactericida para cumplir con el proceso de desinfección, una lista el agua, pasara a la bomba de presión al tanque Hi- press, para expulsar el agua por la tubería al filtro de arenas filtrantes y por ultimo al filtro de carbón activado para hacerla potable, con estos procesos se elimina color, olor, sabor del agua captada (Arango Escobar, 2012).

1.2.1. Volúmenes Recolectados En Litros En Tanque Anuales De 1 A 15 baños En La Ciudad de Ibagué Y En El Colegio San Bonifacio De Las Lanzas, Zona De Coliseo

Metodología Utilizada

A fin de obtener los valores exacto de los caudales de aguas lluvias, se utilizó el método racional que tiene en cuenta el coeficiente de esorrentía de la zona, la intensidad de la lluvia con un determinado período de retorno y el área aferente a un modelo de lluvia-

caudal, que encuentra su mejor aplicación en este tipo de áreas. Teniendo en cuenta que no se contaba con la curva Intensidad, Frecuencia, Duración, ésta fue producida en otros estudios de

similares condiciones (ARBELÁEZ, 2014).

Análisis de Precipitación Máxima

El análisis de precipitación considerará la evaluación de la precipitación del área de influencia el cual será el colegio san Bonifacio y la precipitación máxima para el estimativo posterior de las crecientes, requeridas en la evaluación del drenaje y de este modo evaluar las intensidades máximas por aguacero (ARBELÁEZ, 2014).

Para ello, se tomaron las duraciones de precipitación y con los valores correspondientes a las duraciones se formaron series máximas por aguacero. Luego, con estos datos, se generaron series máximas anuales de precipitación y de intensidad. Estas series son resultado de tomar el mayor valor de cada intensidad en cada duración puesto que la precipitación involucra la uniformidad en la distribución de la precipitación tanto espacial como temporalmente, se decidió adoptar para estas distribuciones las relaciones dadas por el U.S. Bureau of Reclamación. En la distribución espacial se consideró un factor de reducción por área de 0,55 (ARBELÁEZ, 2014). .

1.2.2. Curva Intensidad - Frecuencia – Duración

La primera actividad se tomó las curvas efectuadas por la Universidad Nacional como aquella

que caracteriza mejor el régimen de lluvias del Municipio de Ibagué y de la zona de proyecto. De acuerdo los valores esperados de intensidad para cada duración y correspondientes a los períodos de retorno de 1, 2, 5, 10, 15, años tomando las curvas Intensidad – Frecuencia - Duración que se muestra los cuadros No. 1 y 2, Con el fin de determinar un periodo de retorno adecuado, se tuvo en cuenta la normatividad RAS 2000.

Cuadro De Análisis de Curva De Intensidad –Frecuencia Y Duración

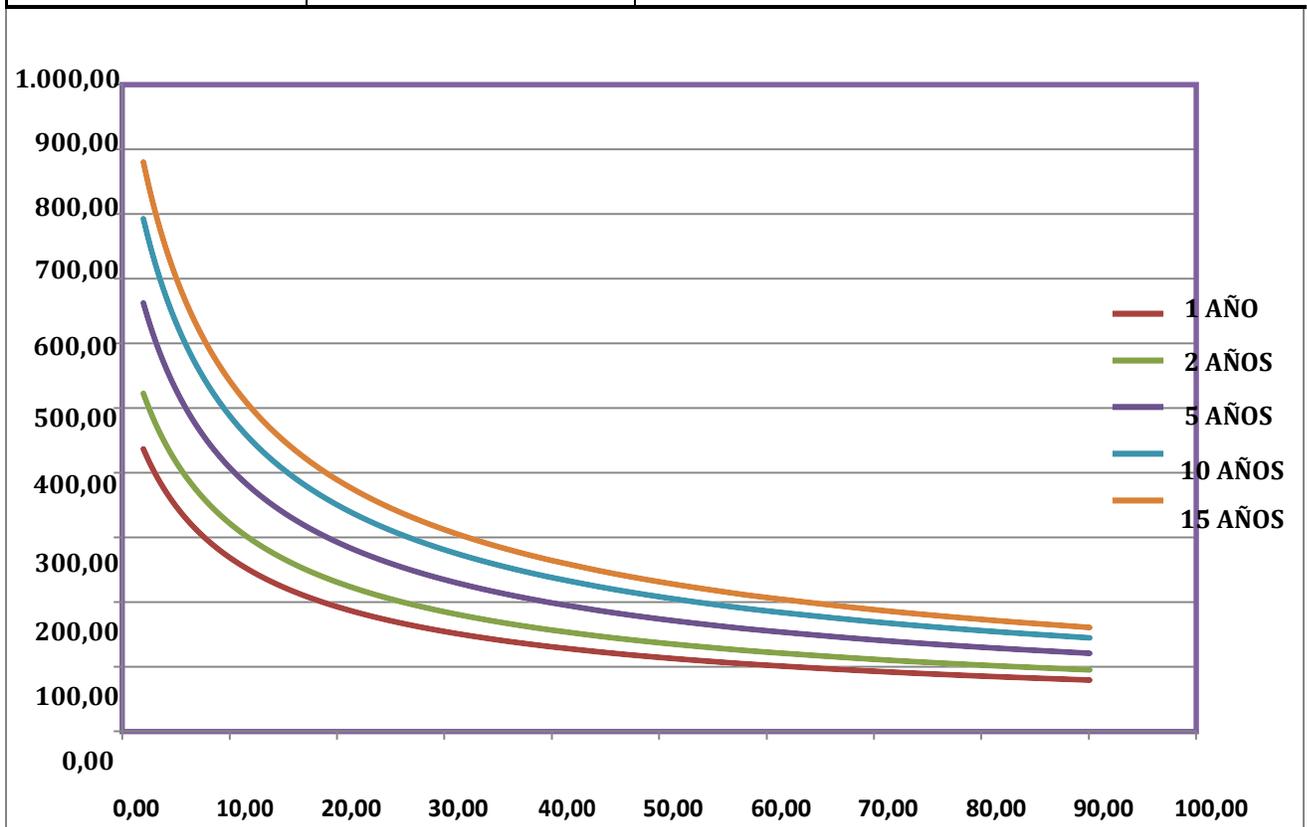
CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD-FRECUENCIA-DURACION					
PARA LA CIUDAD DE IBAGUE POR U.N.					
$i = 666,73 * T^{0.2585} / (t + 5,55)^{0.6684*2,78}$					
Lts / Seg / Ha					
DUR Min (t)	FRECUENCIA (T)				
	1 AÑOS	2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	15 AÑOS
2,00	436,74	522,44	662,07	791,99	879,51
2,50	418,41	500,52	634,29	758,76	842,61
3,00	401,90	480,76	609,25	728,81	809,35
3,50	386,92	462,84	586,54	701,64	779,18

4,00	373,26	446,50	565,83	676,87	751,67
4,50	360,74	431,53	546,86	654,17	726,46
5,00	349,22	417,75	529,40	633,28	703,26
5,50	338,58	405,02	513,26	613,98	681,83
6,00	328,71	393,21	498,30	596,09	661,96
6,50	319,53	382,23	484,39	579,44	643,47
7,00	310,96	371,98	471,40	563,91	626,22
7,50	302,95	362,40	459,25	549,37	610,08
8,00	295,43	353,40	447,85	535,74	594,94
8,50	288,36	344,94	437,14	522,92	580,70
9,00	281,70	336,98	427,04	510,84	567,29
9,50	275,41	329,45	417,50	499,43	554,62
10,00	269,46	322,33	408,48	488,64	542,63
10,50	263,82	315,59	399,93	478,41	531,28
11,00	258,46	309,18	391,81	468,70	520,49
11,50	253,37	303,09	384,10	459,47	510,24
12,00	248,52	297,29	376,75	450,68	500,48
12,50	243,90	291,76	369,74	442,29	491,17
13,00	239,49	286,48	363,05	434,29	482,28
13,50	235,27	281,43	356,65	426,64	473,78
14,00	231,23	276,60	350,53	419,31	465,65
14,50	227,36	271,97	344,66	412,29	457,85

15,00	223,64	267,53	339,03	405,56	450,38
15,50	220,08	263,27	333,63	399,10	443,20
16,00	216,65	259,17	328,43	392,88	436,30
16,50	213,36	255,22	323,44	386,91	429,66
17,00	210,18	251,43	318,63	381,15	423,27
17,50	207,12	247,77	313,99	375,60	417,11
18,00	204,17	244,24	309,52	370,26	411,17
18,50	201,33	240,83	305,20	365,09	405,44
19,00	198,58	237,55	301,03	360,11	399,90
19,50	195,92	234,37	297,00	355,29	394,55
20,00	193,35	231,29	293,11	350,62	389,37
20,50	190,86	228,31	289,33	346,11	384,36
21,00	188,45	225,43	285,68	341,74	379,50
21,50	186,11	222,64	282,14	337,50	374,80
22,00	183,85	219,93	278,71	333,40	370,24
22,50	181,65	217,30	275,38	329,41	365,82
23,00	179,52	214,75	272,14	325,55	361,52
23,50	177,45	212,27	269,00	321,79	357,35
24,00	175,44	209,86	265,95	318,14	353,30
24,50	173,48	207,52	262,99	314,59	349,36
25,00	171,58	205,25	260,10	311,14	345,52
25,50	169,73	203,03	257,29	307,78	341,80

26,00	167,92	200,87	254,56	304,52	338,17
26,50	166,17	198,77	251,90	301,33	334,63
27,00	164,46	196,73	249,31	298,23	331,19
27,50	162,79	194,73	246,78	295,21	327,83
28,00	161,16	192,79	244,32	292,26	324,55
28,50	159,58	190,89	241,91	289,38	321,36
29,00	158,03	189,04	239,57	286,58	318,24
29,50	156,52	187,24	237,28	283,84	315,20
30,00	155,05	185,47	235,04	281,16	312,23
31,00	152,20	182,06	230,72	276,00	306,50
32,00	149,48	178,81	226,60	271,06	301,02
33,00	146,87	175,69	222,65	266,34	295,77
34,00	144,38	172,71	218,87	261,82	290,75
35,00	141,99	169,85	215,25	257,49	285,94
36,00	139,70	167,11	211,77	253,33	281,32
37,00	137,49	164,48	208,43	249,34	276,89
38,00	135,38	161,94	205,22	245,49	272,62
39,00	133,34	159,50	202,13	241,80	268,52
40,00	131,37	157,15	199,15	238,24	264,56
45,00	122,54	146,58	185,76	222,21	246,77
50,00	115,05	137,63	174,41	208,64	231,69
55,00	108,61	129,92	164,65	196,96	218,72

60,00	103,00	123,21	156,14	186,79	207,43
70,00	93,68	112,06	142,01	169,87	188,65
80,00	86,21	103,12	130,69	156,33	173,61
90,00	80,07	95,78	121,38	145,20	161,24



En la siguiente tabla se evidenciará la curva de frecuencia, duración e intensidad del recursos liquido (lluvia) en la zona de estudio (coliseo) y de este modo demostrar la viabilidad del proyecto, frente los posibles litros generados por las precipitaciones, en zona del colegio.

Cuadro De Análisis De Curva De Intensidad –Frecuencia Y Duración Colegio

CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD-FRECUENCIA-DURACION											
$i = 666,73 * T^{0.2585} / (t + 5,55)^{0.6684*2,78}$											
Lts / Seg / Ha											
DUR	FRECUENCIA (T)					DUR	FRECUENCIA (T)				
Min	1	2	5	10	15	Min	1	2	5	10	15
(t)	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS	(t)	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS
2,00	436,74	522,44	662,07	791,99	879,51	20,50	190,86	228,31	289,33	346,11	384,36
2,50	418,41	500,52	634,29	758,76	842,61	21,00	188,45	225,43	285,68	341,74	379,50
3,00	401,90	480,76	609,25	728,81	809,35	21,50	186,11	222,64	282,14	337,50	374,80
3,50	386,92	462,84	586,54	701,64	779,18	22,00	183,85	219,93	278,71	333,40	370,24
4,00	373,26	446,50	565,83	676,87	751,67	22,50	181,65	217,30	275,38	329,41	365,82
4,50	360,74	431,53	546,86	654,17	726,46	23,00	179,52	214,75	272,14	325,55	361,52
5,00	349,22	417,75	529,40	633,28	703,26	23,50	177,45	212,27	269,00	321,79	357,35
5,50	338,58	405,02	513,26	613,98	681,83	24,00	175,44	209,86	265,95	318,14	353,30
6,00	328,71	393,21	498,30	596,09	661,96	24,50	173,48	207,52	262,99	314,59	349,36
6,50	319,53	382,23	484,39	579,44	643,47	25,00	171,58	205,25	260,10	311,14	345,52
7,00	310,96	371,98	471,40	563,91	626,22	25,50	169,73	203,03	257,29	307,78	341,80
7,50	302,95	362,40	459,25	549,37	610,08	26,00	167,92	200,87	254,56	304,52	338,17

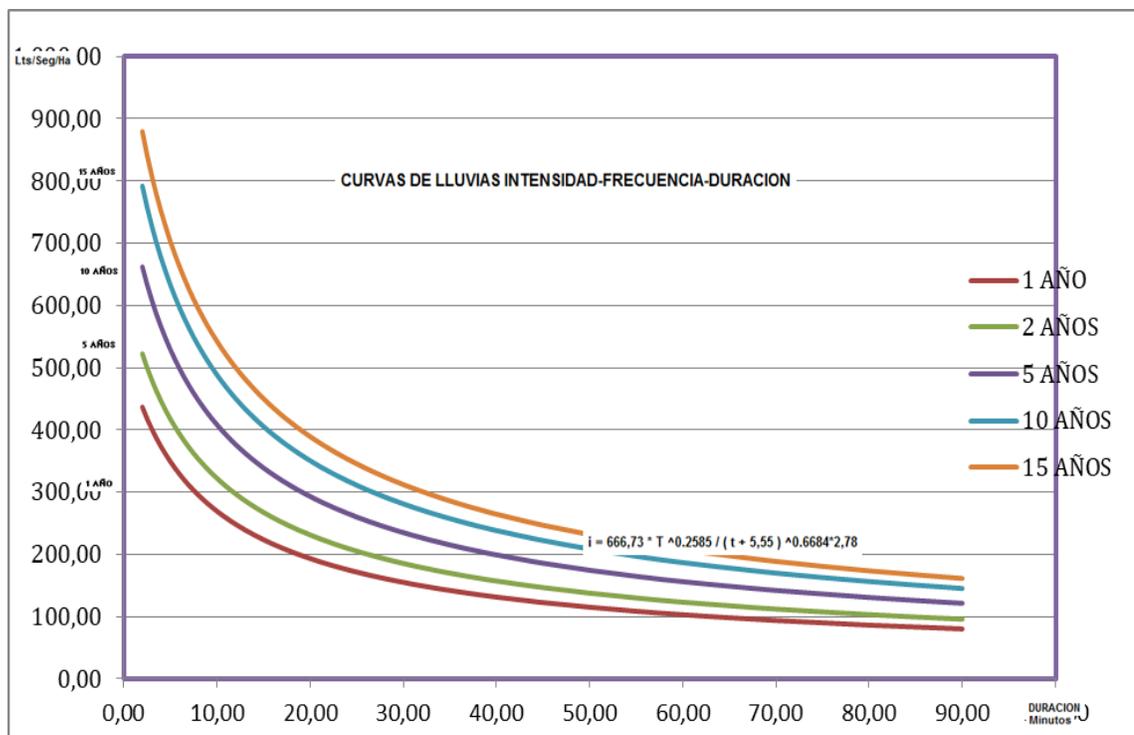
8,00	295,43	353,40	447,85	535,74	594,94	26,50	166,17	198,77	251,90	301,33	334,63
8,50	288,36	344,94	437,14	522,92	580,70	27,00	164,46	196,73	249,31	298,23	331,19
9,00	281,70	336,98	427,04	510,84	567,29	27,50	162,79	194,73	246,78	295,21	327,83
9,50	275,41	329,45	417,50	499,43	554,62	28,00	161,16	192,79	244,32	292,26	324,55
10,00	269,46	322,33	408,48	488,64	542,63	28,50	159,58	190,89	241,91	289,38	321,36
10,50	263,82	315,59	399,93	478,41	531,28	29,00	158,03	189,04	239,57	286,58	318,24
11,00	258,46	309,18	391,81	468,70	520,49	29,50	156,52	187,24	237,28	283,84	315,20
11,50	253,37	303,09	384,10	459,47	510,24	30,00	155,05	185,47	235,04	281,16	312,23
12,00	248,52	297,29	376,75	450,68	500,48	31,00	152,20	182,06	230,72	276,00	306,50
12,50	243,90	291,76	369,74	442,29	491,17	32,00	149,48	178,81	226,60	271,06	301,02
13,00	239,49	286,48	363,05	434,29	482,28	33,00	146,87	175,69	222,65	266,34	295,77
13,50	235,27	281,43	356,65	426,64	473,78	34,00	144,38	172,71	218,87	261,82	290,75
14,00	231,23	276,60	350,53	419,31	465,65	35,00	141,99	169,85	215,25	257,49	285,94
14,50	227,36	271,97	344,66	412,29	457,85	36,00	139,70	167,11	211,77	253,33	281,32
15,00	223,64	267,53	339,03	405,56	450,38	37,00	137,49	164,48	208,43	249,34	276,89
15,50	220,08	263,27	333,63	399,10	443,20	38,00	135,38	161,94	205,22	245,49	272,62
16,00	216,65	259,17	328,43	392,88	436,30	39,00	133,34	159,50	202,13	241,80	268,52
16,50	213,36	255,22	323,44	386,91	429,66	40,00	131,37	157,15	199,15	238,24	264,56
17,00	210,18	251,43	318,63	381,15	423,27	45,00	122,54	146,58	185,76	222,21	246,77
17,50	207,12	247,77	313,99	375,60	417,11	50,00	115,05	137,63	174,41	208,64	231,69
18,00	204,17	244,24	309,52	370,26	411,17	55,00	108,61	129,92	164,65	196,96	218,72
18,50	201,33	240,83	305,20	365,09	405,44	60,00	103,00	123,21	156,14	186,79	207,43

19,00	198,58	237,55	301,03	360,11	399,90	70,00	93,68	112,06	142,01	169,87	188,65
19,50	195,92	234,37	297,00	355,29	394,55	80,00	86,21	103,12	130,69	156,33	173,61
20,00	193,35	231,29	293,11	350,62	389,37	90,00	80,07	95,78	121,38	145,20	161,24

CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD-FRECUENCIA-DURACION											
$i = 666,73 * T^{0.2585} / (t + 5,55)^{0.6684}$											
mm / hora											
DUR	FRECUENCIA (T)					DUR	FRECUENCIA (T)				
Min	1	2	5	10	15	Min	1	2	5	10	15
(t)	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS	(t)	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS
2,00	157,100	187,928	238,155	284,889	316,370	20,50	68,655	82,127	104,077	124,500	138,258
2,50	150,509	180,044	228,163	272,936	303,097	21,00	67,788	81,090	102,762	122,928	136,512
3,00	144,567	172,936	219,156	262,162	291,131	21,50	66,948	80,085	101,489	121,405	134,820
3,50	139,178	166,490	210,987	252,390	280,279	22,00	66,133	79,111	100,254	119,927	133,180
4,00	134,265	160,612	203,538	243,479	270,384	22,50	65,343	78,165	99,056	118,494	131,588
4,50	129,762	155,226	196,712	235,314	261,317	23,00	64,576	77,248	97,893	117,103	130,043
5,00	125,618	150,269	190,431	227,800	252,972	23,50	63,831	76,356	96,764	115,752	128,543
5,50	121,790	145,690	184,627	220,857	245,263	24,00	63,107	75,490	95,666	114,439	127,085
6,00	118,240	141,443	179,246	214,420	238,114	24,50	62,403	74,648	94,599	113,163	125,668

6,50	114,938	137,493	174,240	208,432	231,464	25,00	61,718	73,830	93,562	111,922	124,289
7,00	111,857	133,807	169,569	202,844	225,259	25,50	61,052	73,033	92,552	110,714	122,948
7,50	108,974	130,358	165,198	197,616	219,453	26,00	60,404	72,257	91,569	109,538	121,642
8,00	106,269	127,123	161,098	192,711	214,006	26,50	59,772	71,502	90,612	108,393	120,370
8,50	103,726	124,081	157,243	188,100	208,885	27,00	59,157	70,766	89,679	107,277	119,131
9,00	101,330	121,214	153,611	183,754	204,060	27,50	58,557	70,048	88,770	106,189	117,924
9,50	99,067	118,508	150,181	179,651	199,503	28,00	57,973	69,349	87,883	105,129	116,746
10,00	96,927	115,947	146,935	175,769	195,192	28,50	57,402	68,666	87,019	104,095	115,597
10,50	94,898	113,520	143,860	172,090	191,107	29,00	56,846	68,001	86,175	103,085	114,477
11,00	92,972	111,216	140,940	168,597	187,228	29,50	56,302	67,351	85,351	102,100	113,382
11,50	91,140	109,025	138,164	165,276	183,540	30,00	55,772	66,716	84,547	101,138	112,314
12,00	89,397	106,939	135,520	162,114	180,028	31,00	54,747	65,490	82,994	99,280	110,251
12,50	87,734	104,950	132,999	159,099	176,679	32,00	53,768	64,319	81,510	97,505	108,279
13,00	86,146	103,051	130,592	156,219	173,482	33,00	52,832	63,199	80,090	95,807	106,394
13,50	84,628	101,235	128,291	153,467	170,425	34,00	51,935	62,127	78,731	94,181	104,588
14,00	83,175	99,497	126,089	150,832	167,499	35,00	51,076	61,099	77,428	92,622	102,857
14,50	81,783	97,831	123,978	148,307	164,696	36,00	50,251	60,112	76,177	91,126	101,196
15,00	80,447	96,234	121,954	145,885	162,006	37,00	49,458	59,164	74,976	89,689	99,600
15,50	79,165	94,700	120,010	143,560	159,424	38,00	48,696	58,252	73,821	88,307	98,065
16,00	77,933	93,226	118,142	141,325	156,942	39,00	47,963	57,375	72,709	86,977	96,588
16,50	76,747	91,807	116,344	139,175	154,554	40,00	47,257	56,530	71,638	85,696	95,166
17,00	75,605	90,442	114,614	137,105	152,255	45,00	44,079	52,728	66,821	79,933	88,766

17,50	74,505	89,126	112,946	135,110	150,040	50,00	41,386	49,507	62,738	75,050	83,343
18,00	73,444	87,856	111,337	133,185	147,903	55,00	39,069	46,735	59,226	70,848	78,677
18,50	72,420	86,631	109,785	131,328	145,840	60,00	37,051	44,322	56,167	67,189	74,614
19,00	71,431	85,448	108,285	129,534	143,848	70,00	33,696	40,309	51,082	61,106	67,858
19,50	70,475	84,304	106,836	127,800	141,923	80,00	31,010	37,095	47,009	56,234	62,448
20,00	69,550	83,198	105,434	126,123	140,060	90,00	28,801	34,453	43,661	52,229	58,000



7.2.4. Periodos de Retorno

El periodo de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los

habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. La selección del periodo de retorno está

asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio y, por lo tanto, el valor adoptado debe estar justificado. En la tabla D.4.2 se establecen valores de periodos de retorno o grado de protección. (Normatividad RAS 2000, 2000)

Tabla 6

Periodos de retorno o grado de protección

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos decon áreas tributarias mayores de 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha *	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	25	50

***Parte revestida a 10 años, más borde libre a 100 años**

Dependiendo del nivel de complejidad del sistema, las autoridades locales deben definir el

grado de protección, esto es, mínimo, aceptable o recomendado. En cualquier caso este grado de protección, o periodo de retorno debe ser igual o mayor al presentado en la tabla D.4.3. Sin embargo, en casos especiales en los cuales exista el peligro de vidas humanas, las autoridades locales pueden incrementar el grado de protección.

De acuerdo anteriores estudios el periodo de retorno tomado en ellos ha sido de 7 años, para la cual ha mostrado un comportamiento aceptable en la infraestructura construida para la evacuación de las aguas lluvias, además remitiéndose al Ras, el estudio que nos compete se encuentra dentro el rango “Tramos de Alcantarillado con aéreas tributarias mayores de 10 Ha.” y en el rango de “Recomendado”. También se ha tenido en cuenta que el uso del suelo predominante es el residencial (ARBELÁEZ, 2014).

Áreas de Drenaje

Para las áreas de drenaje se dimensionaron los aferentes del Ducto de las zonas de influencia de cada una de las áreas.

7.2.5. Coeficiente de Escorrentía

El factor que considera las condiciones de permeabilidad del terreno en función de su pendiente, del tipo de pavimento o del mismo suelo, la vegetación y su uso, lo cual expresa el

porcentaje de escorrentía directa a partir de una determinada lluvia, se considera aquí en forma independiente para cada sector, en función de las características mencionadas (Quintero Arias, 2018).

Escorrentía a nivel nacional

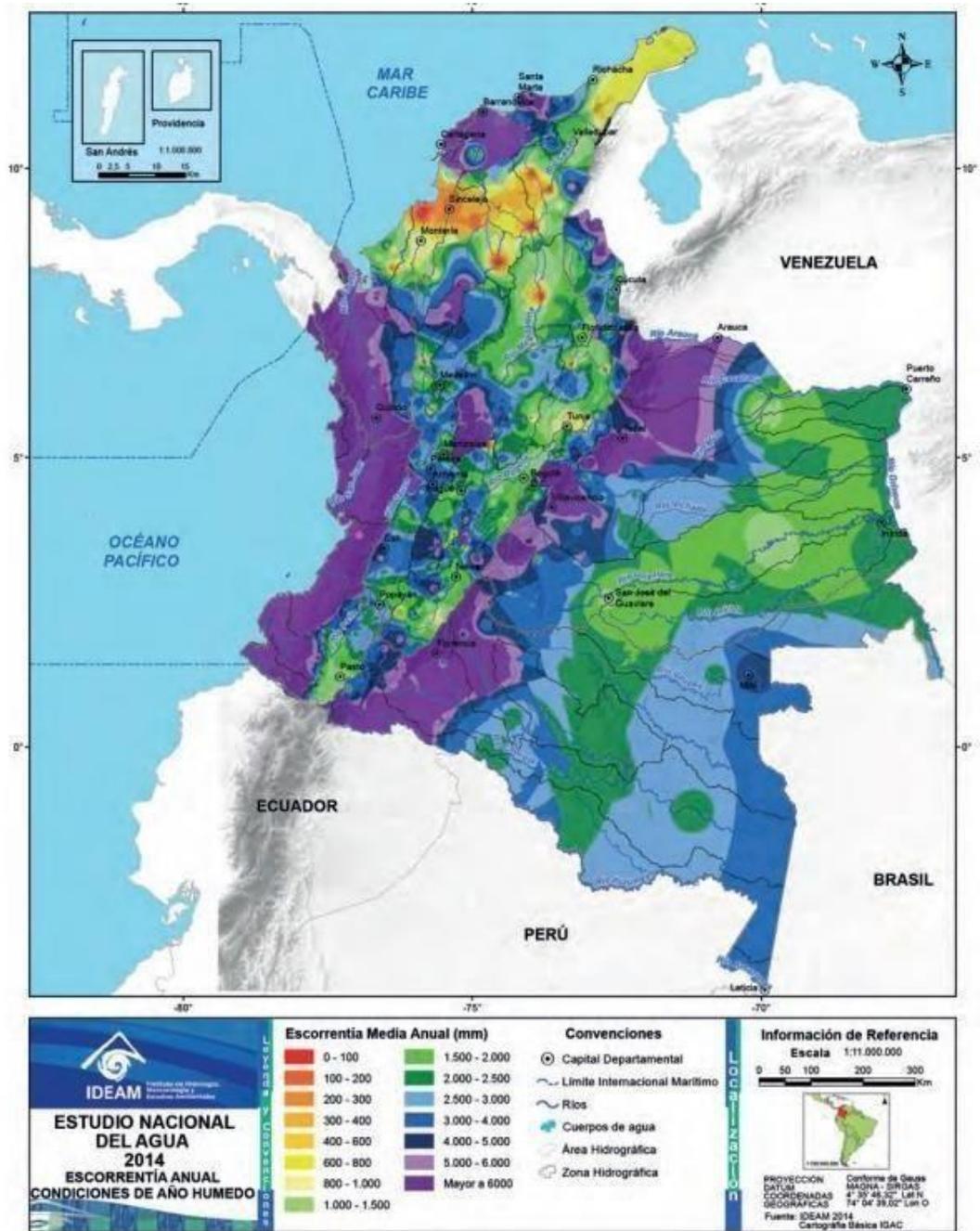


Ilustración 44

7.3. Análisis Local de escorrentía

El factor preponderante de la zona son las condiciones de permeabilidad del terreno en función de su pendiente, es decir del tipo de pavimento, suelo, la vegetación y su uso evidencia de escorrentía directa, con un alto porcentaje de zonas pavimentadas, pendientes de terreno uniformes de uso residencial, el coeficiente de escorrentía adoptado es promedio y siempre constante de $C = 0,55$.

7.3.1. Diseño del Sistema escorrentías

De acuerdo a los resultados de los levantamientos topográficos se diseñara un nuevo sistema de alcantarillado en tubería y canal, estableciendo la canalización de un sector, donde Las obras hidráulicas, se diseñan para un período de total, en consecuencia se determinaron las áreas aferentes de acuerdo con *la investigación hecha en campo, topografía y al proyecto en sí. Las áreas se calcularon y se tuvieron en cuenta en los diseños de tal manera que la infraestructura propuesta esté en capacidad de recibir y conducir de manera adecuada las aguas provenientes de la zona. El área cubierta con los levantamientos topográficos y visitas de campo, se pudo establecer que el área de afectación al drenaje natural es de 6,795 hectáreas* (ARBELÁEZ, 2014).

SUBCUENCA	ÁREA Ha
1	2.132
2	2.323
3	2.220
TOTALES	6.675 Ha

7.3.1.1. Desagües de aguas lluvias coliseo

El desagüe de aguas lluvias se hará por medio de ductos interiores y exteriores para Coliseo. Para calcular las bajantes y colectores de aguas lluvias se tuvo en cuenta el área aferente de proyección horizontal de la cubierta, en caso de fachadas y culatas se tomó el 50% de la pared vertical, como también se tuvo en cuenta la intensidad de lluvias calculada para la Ciudad de Ibagué. Los diámetros para bajantes fueron determinados de acuerdo con las tablas consultadas del libro Pérez Carmona. Para los ramales se tuvo en cuenta que para pendientes del 1% su longitud máxima será de 2 mts., para longitudes mayores se utilizará mínimo 2%. Los resultados de estos diseños se encuentran en cuadro anexo al presente informe (ARBELÁEZ, 2014).

El empalme entre un ramal horizontal y una bajante, debe hacerse mediante un semicodo o una ye. Los empalmes de los ramales horizontales, deben hacerse mediante una doble y u dos semicodos. Empalmes horizontales de dos ramales deben hacerse mediante ye y semicodo o cajas

de inspección, nunca debe utilizarse tes sanitaria o codo de 90° en forma horizontal.

Los cambios de diámetro o de pendiente siempre se hacen mediante cajas de inspección en tuberías enterradas. Las cajas de inspección deben ser construidas con cañuelas para flujos iguales a 2/3 del diámetro mayor, la caída debe ser mínimo 2 cms. entre el tubo más bajo que llega y el que sale, En lo posible deben evitarse los empalmes dobles

horizontales, una bajante nunca debe llegar verticalmente sobre el colector, sino con semicodos sucesivos separados no menos 0.60 mts.

7.3.1. 2. Tabla 7 Calculo de Caudal Agua Lluvia

CALCULO CAUDALES AGUAS LLUVIAS								
BAJANTE	ÁREA M2	CAUDA L DE DISEÑO	DIAM "	n	P	QLL	VLL	Qd/Qll
No. 1 y 2	0,054	14,07	6	0,009	1,00	22,97	1,26	0,61
3	0,012	3,12	3	0,009	1,00	3,62	0,79	0,86

7.4. precipitación anual ibagué tolima 2020 (fuente <https://es.weatherspark.com/y/22439/clima-promedio-en-ibagu%C3%A9-colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>).

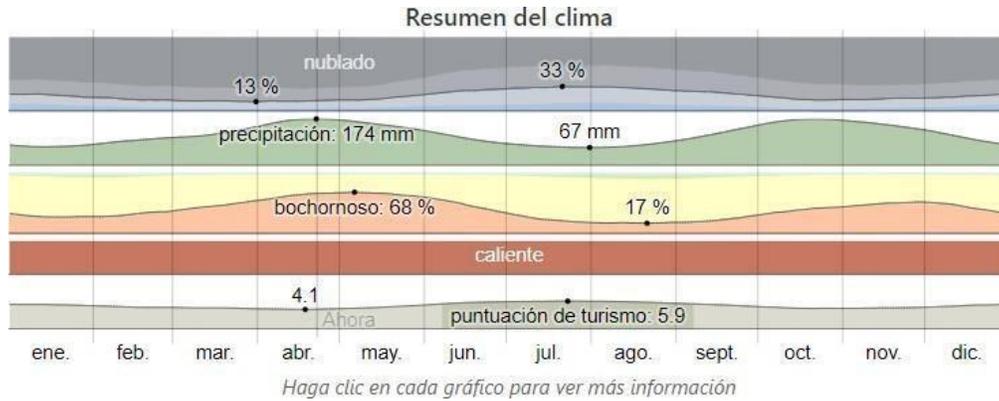


Ilustración 45

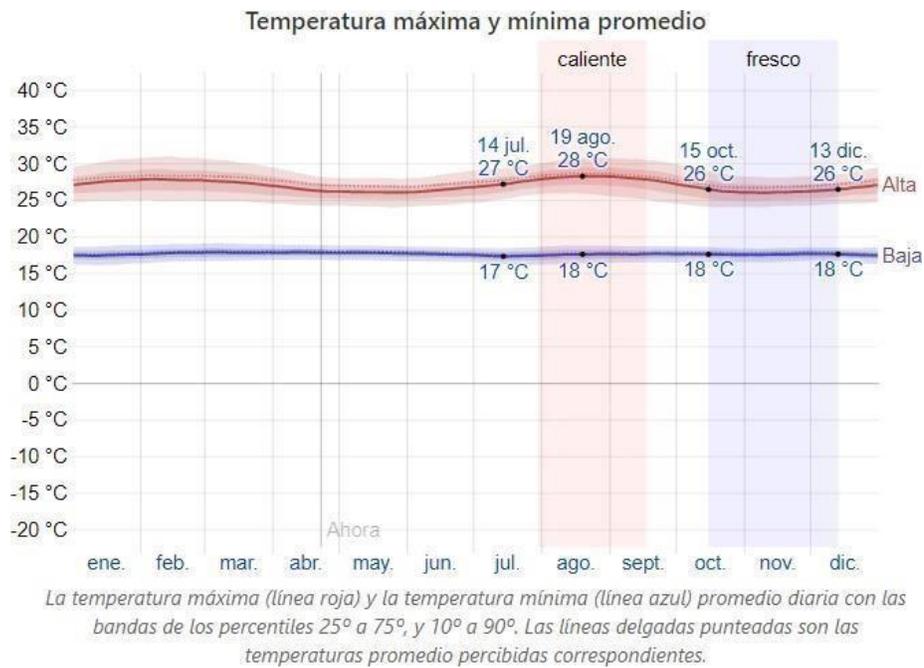
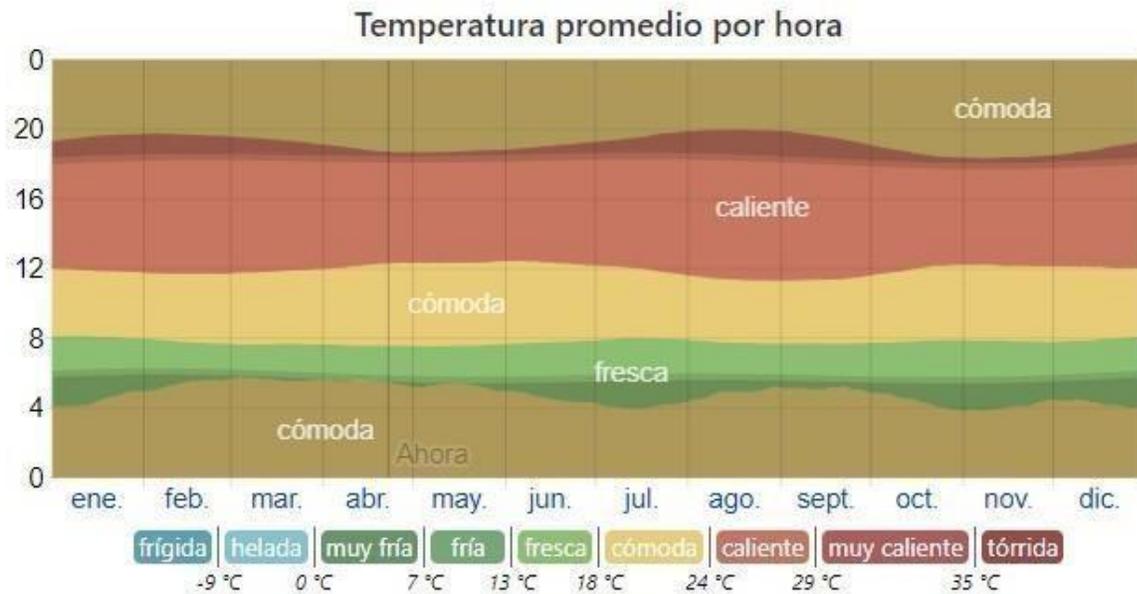
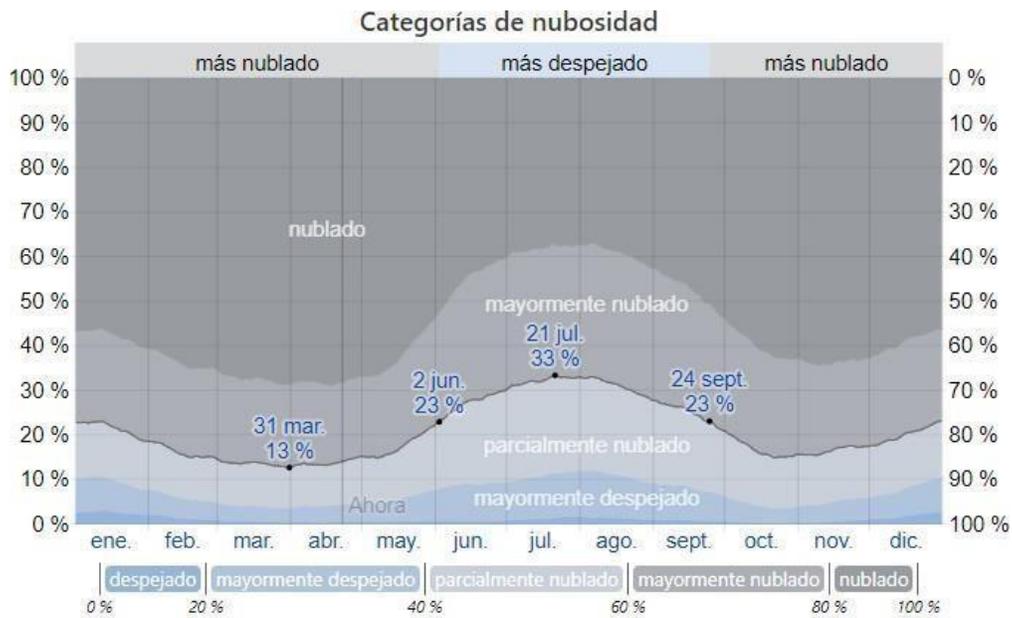


Ilustración 46



La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

Ilustración 47

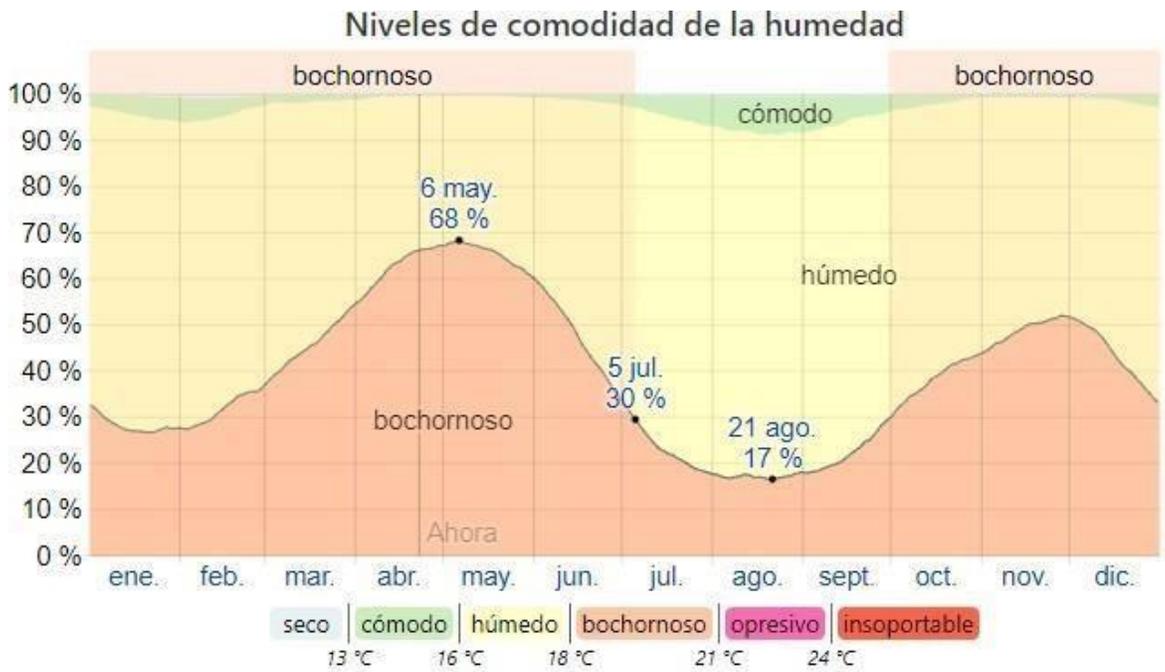


El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.



El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

Ilustración 49



El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Ilustración 50

7.4 Ahorro proyectado con planta de tratamiento de aguas

lluvias

Datos de consumo agua IBAL 2019

Fecha	CONSUMO MES EN	
	METROS CUBICOS	VALOR PAGADO
5/02/2019	275	\$990.100
8/03/2019	505	\$1.804.000
8/04/2019	380	\$1.317.000
7/05/2019	422	\$1.555.000
	2019	

6/06/2019	356	\$1.314.500
7/08/2019	416	\$1.533.100
8/06/2019	484	\$1.780.900
9/05/2019	717	\$2.629.800
7/10/2019	680	\$2.495.000
11/06/2019	463	\$1.704.600



Ilustración 52

Discriminación de cobro por metro cuadrado con costos adicionales del IBAL

valor metro cubico	\$1.089
alcantarillado	\$1.089
subsídios	\$1.497

TOTAL DE COBRO FACTURADO POR METRO CUBICO	\$3.675
---	---------

Datos de consumo agua IBAL 1°trimestre 2020

Fecha	CONSUMO MES EN METROS CUBICOS	VALOR PAGADO
1/08/2020	552	\$2.028.900
2/05/2020	569	\$2.091.075
3/09/2020	583	\$2.141.525

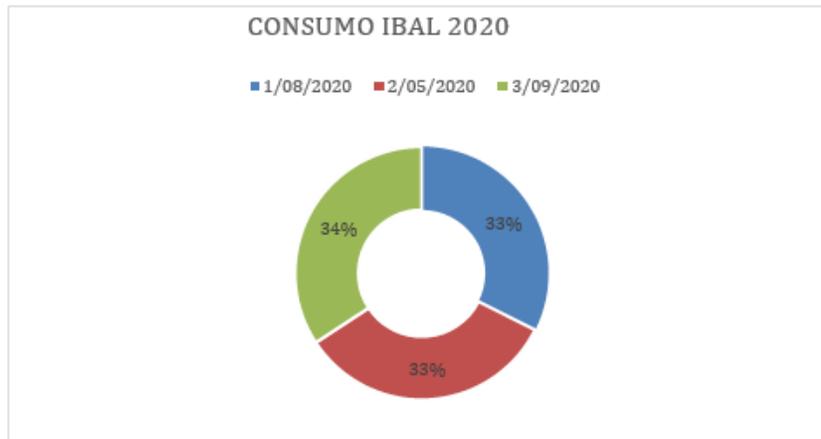


Ilustración 53

Consumo proyectado con planta en 1° trimestre 2020

Fecha	Cosumo mes en metros cúbicos	valor a pagar
1/08/2020	386,4	\$1.420.020
2/05/2020	403,5	\$1.482.862
3/09/2020	417,5	\$1.534.312

Ahorro de Consumo Proyectado

Fecha	AHORRO METROS	<u>TOTAL AHORRO</u>
	CUBICOS	
1/08/2020	165,5	608.212
2/05/2020	165,5	608.212
3/09/2020	165,5	608.212

Fecha	CONSUMO MES EN METROS CUBICOS SIN PLANTA	VALOR PAGADO	CONSUMO MES EN METROS CUBICOS PROYECTADO CON PLANTA	VALOR A PAGAR
1/08/2020	552	\$2.028.900	386,4	\$1.420.020
2/05/2020	569	\$2.091.075	403,5	\$1.482.862
3/09/2020	583	\$2.141.525	417,5	\$1.534.312

CUADRO COMPARATIVO EN PESOS



SIN PLANTA	CON PLANTA
VALOR PAGADO SIN PLANTA	VALOR A PAGAR CON PLANTA
\$2.028.900	\$1.420.020
\$2.091.075	\$1.482.862
\$2.141.525	\$1.534.312

\$0	1	2	3
VALOR PAGADO SIN PLANTA	\$2.028.900	\$2.091.075	\$2.141.525
VALOR A PAGAR CON PLANTA	\$1.420.020	\$1.482.862	\$1.534.312



Ilustración 54

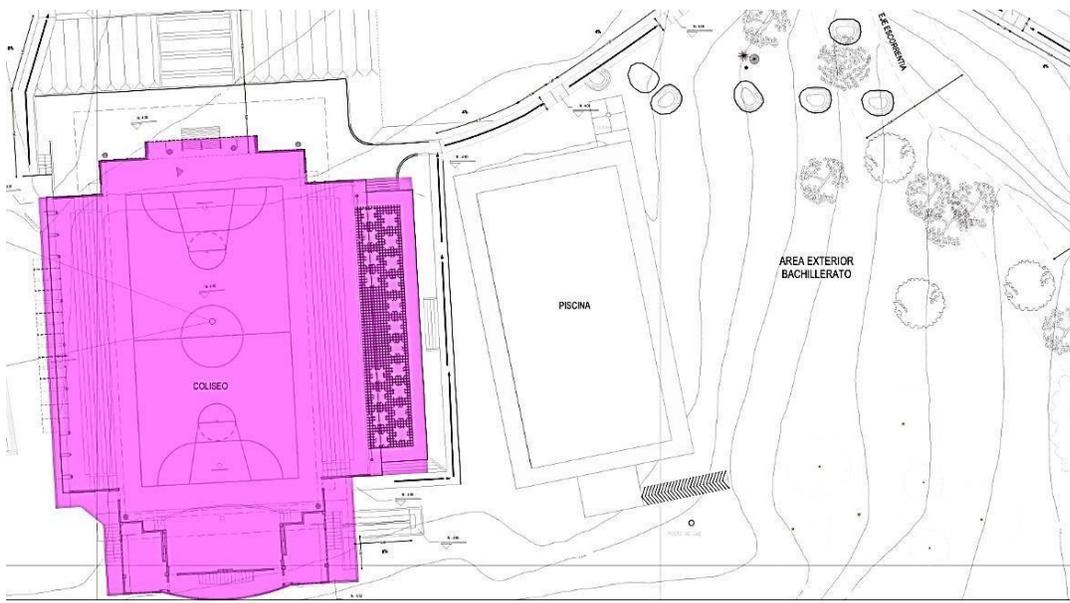
Capítulo Vi Propuesta Final: Elaboración de Diseño Digital de Planta de Tratamiento de Aguas Lluvias para Uso Sanitario en el Colegio San Bonifacio de las Lanzas.

8.1 Introducción.

La maqueta digital se realizó en tinkard 3D, este software online ya que esta permite modelar cualquier maqueta con una pre visualización versátil en 3d para facilitar al interesado conocer cada parte del proyecto, este caso la PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS POTABILIZADA PARA USO SANITARIO DEL COLEGIO

SAN BONIFACIO DE LAS LANZAS, dicho diseño permite ver cada parte del diseño planteado.

8.2. Diseño y construcción de maqueta DIGITAL Plano topográfico en zona donde ira el proyecto



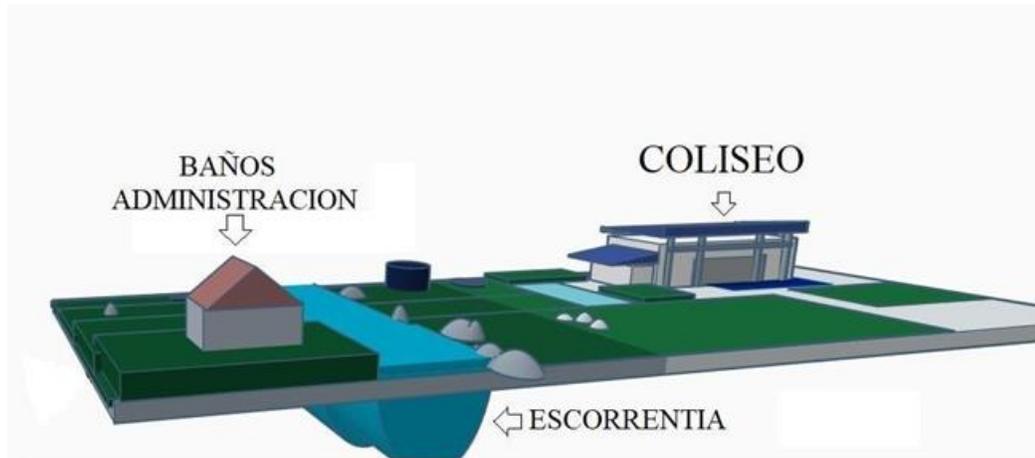


Ilustración 55

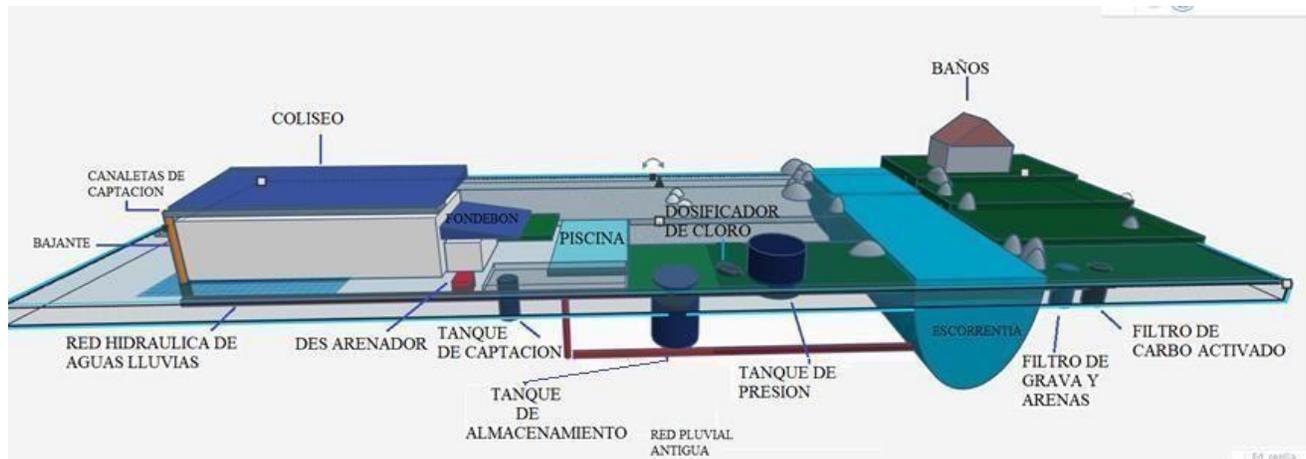
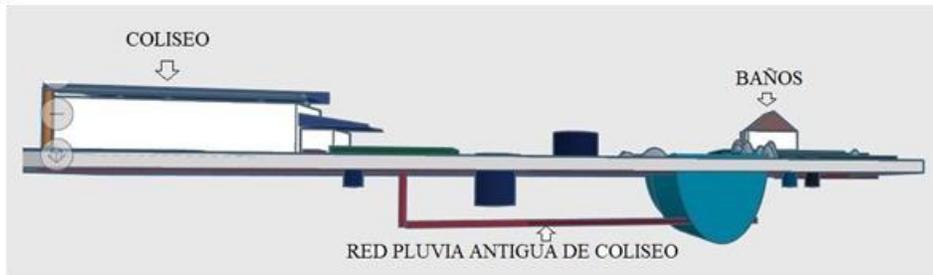


Ilustración 56

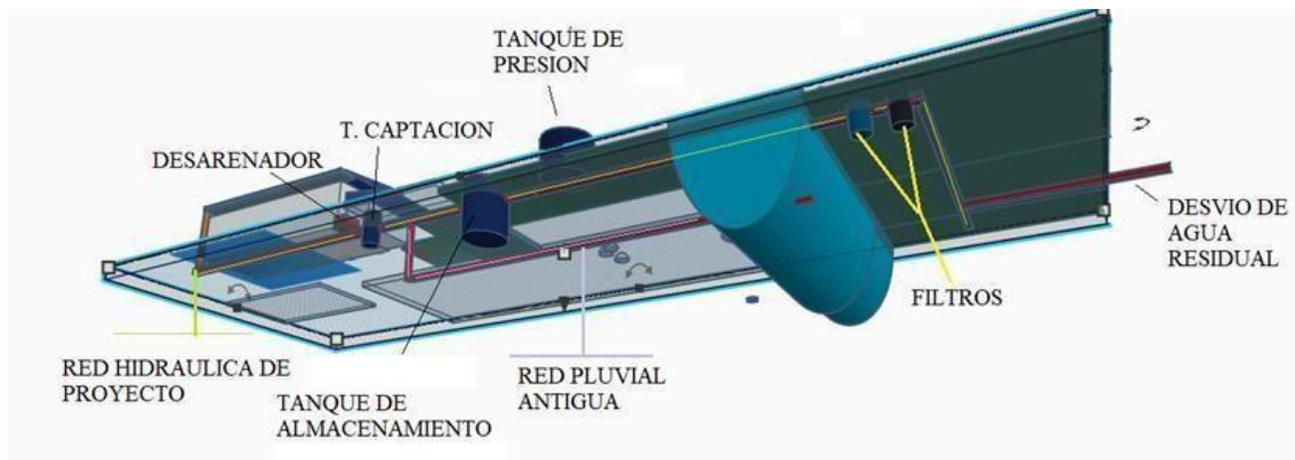


Ilustración 57

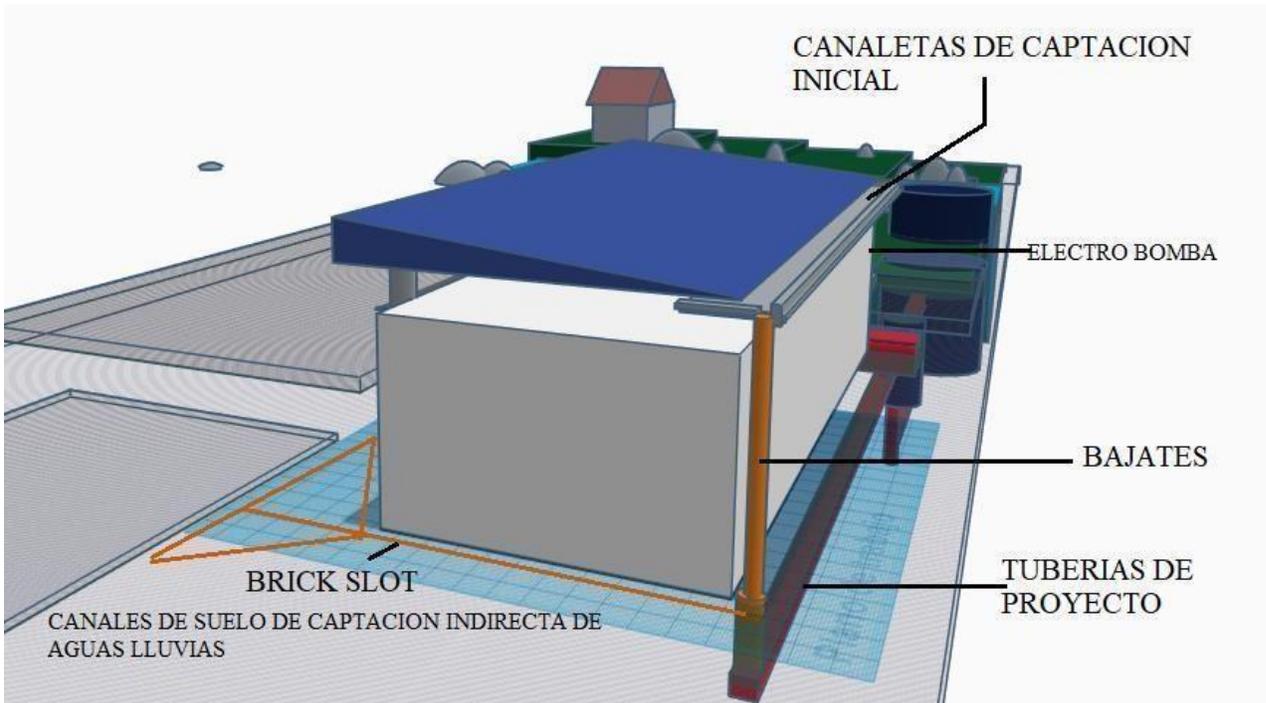


Ilustración 58

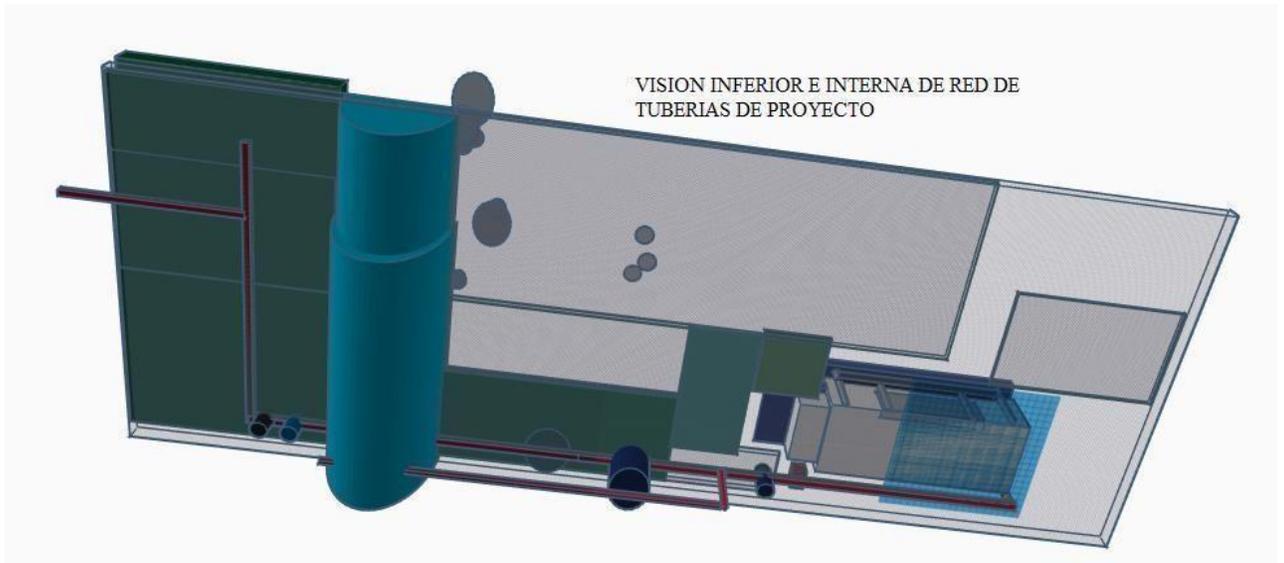


Ilustración 59

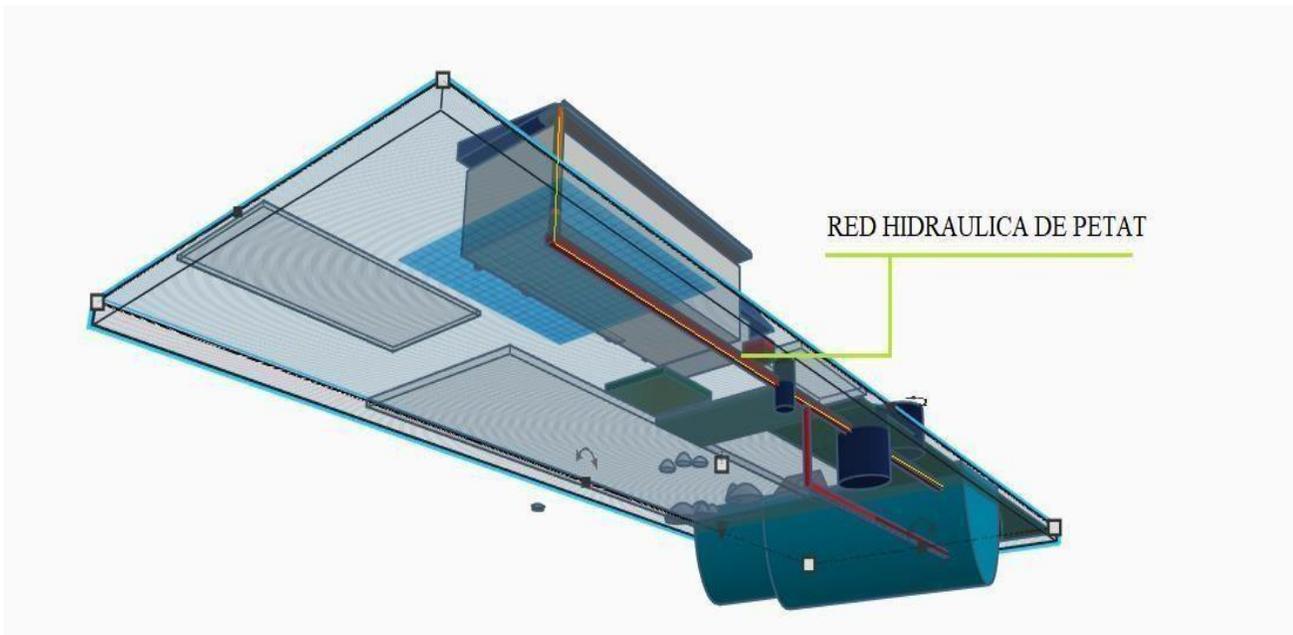


Ilustración 60

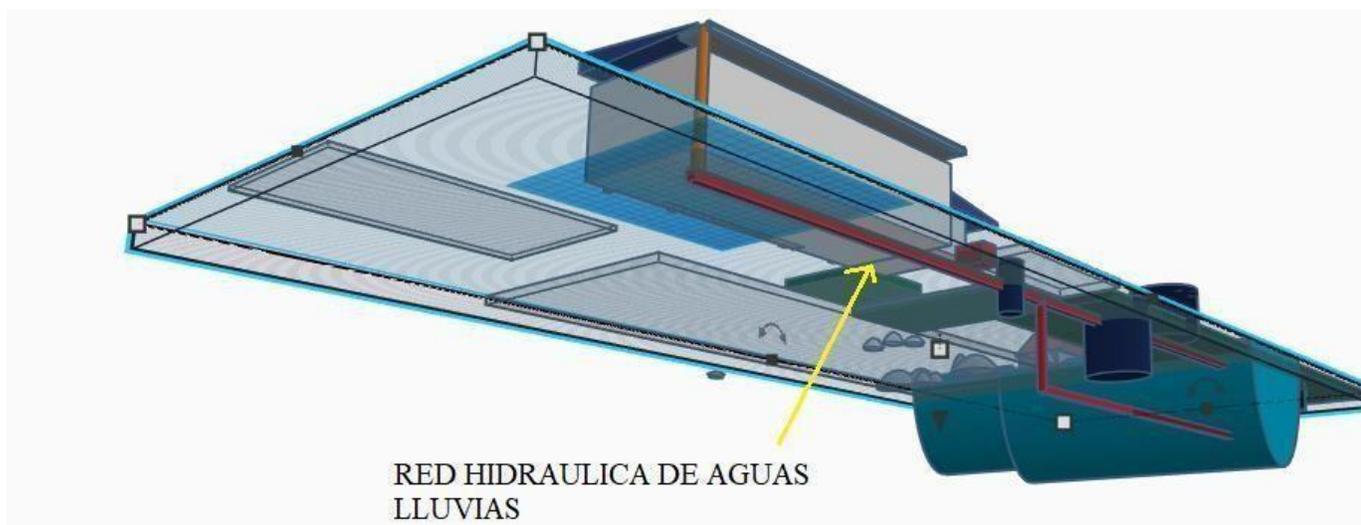


Ilustración 62

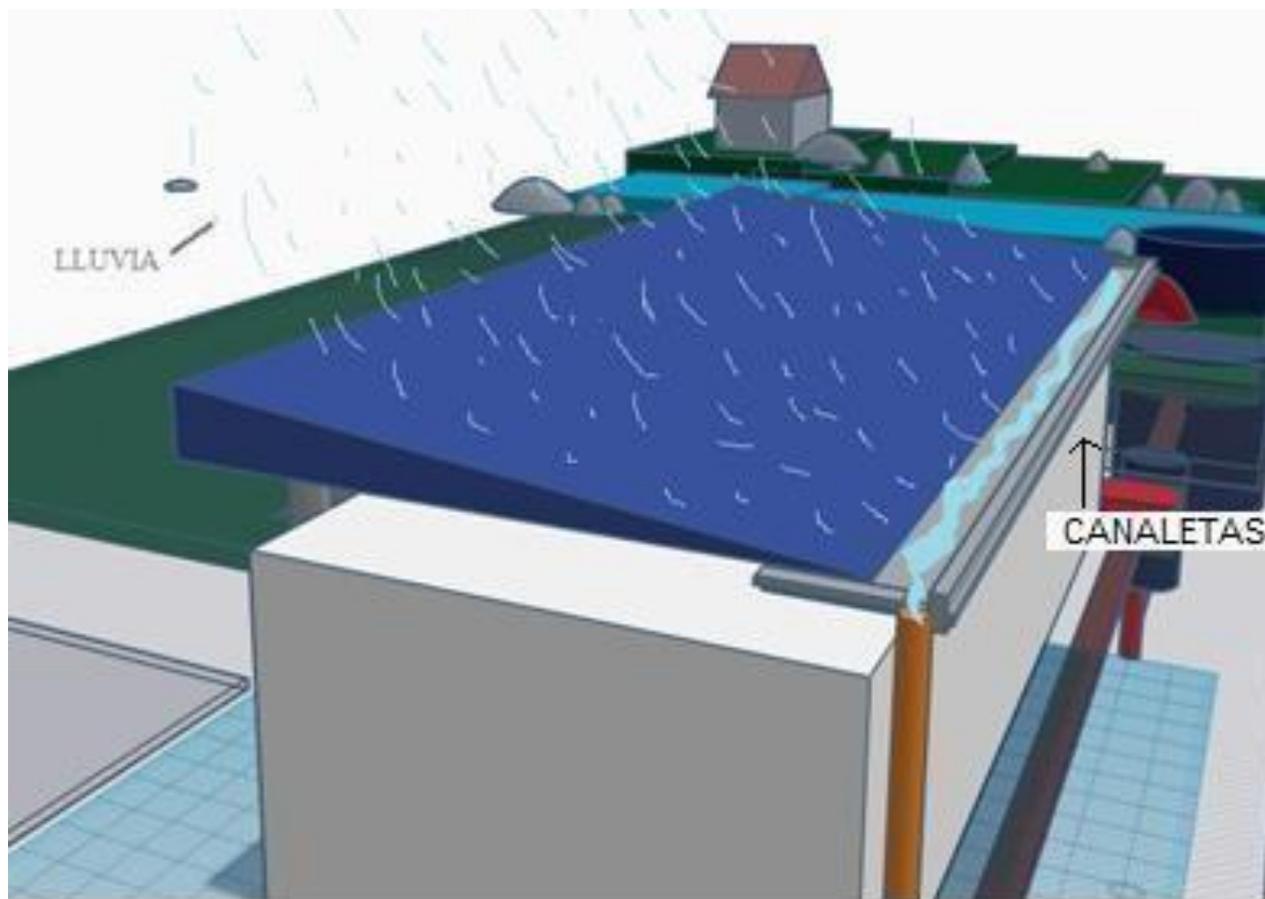


Ilustración 63

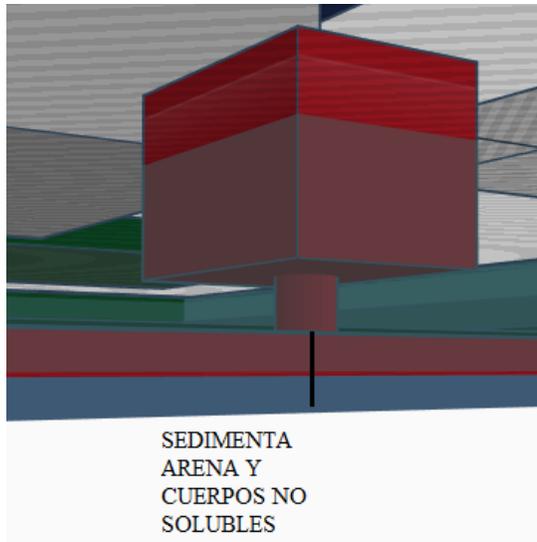


Ilustración 64

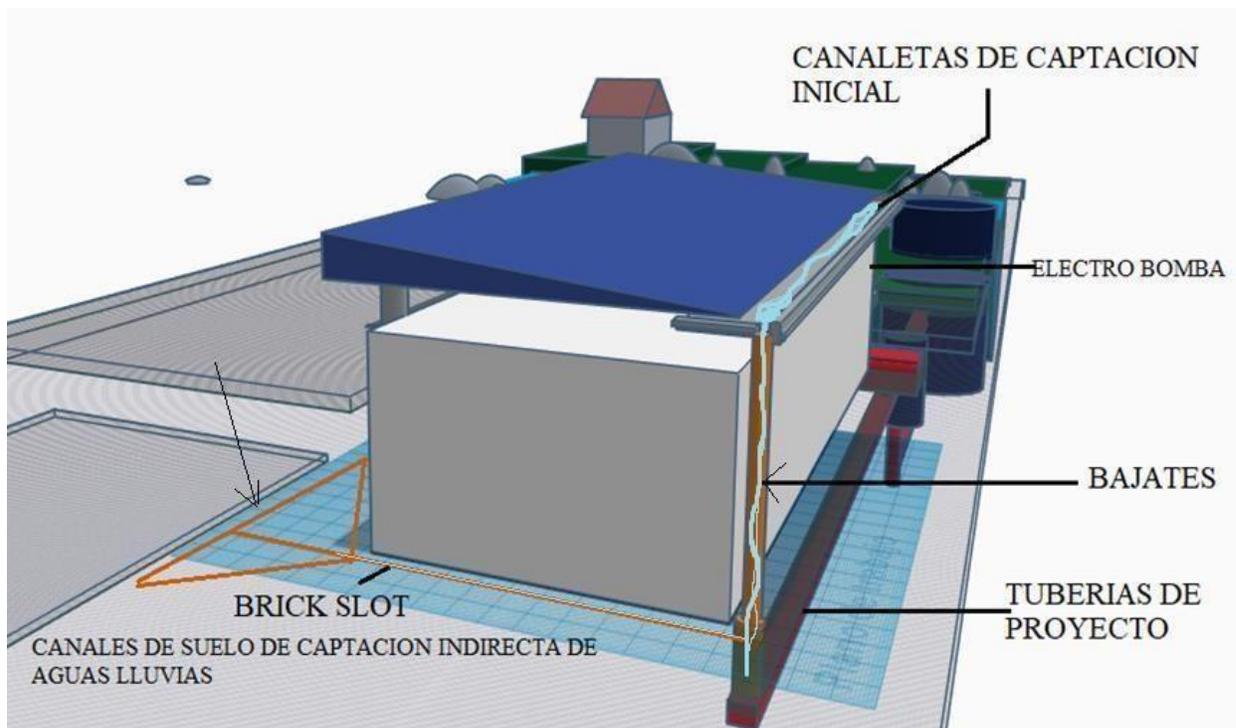


Ilustración 65

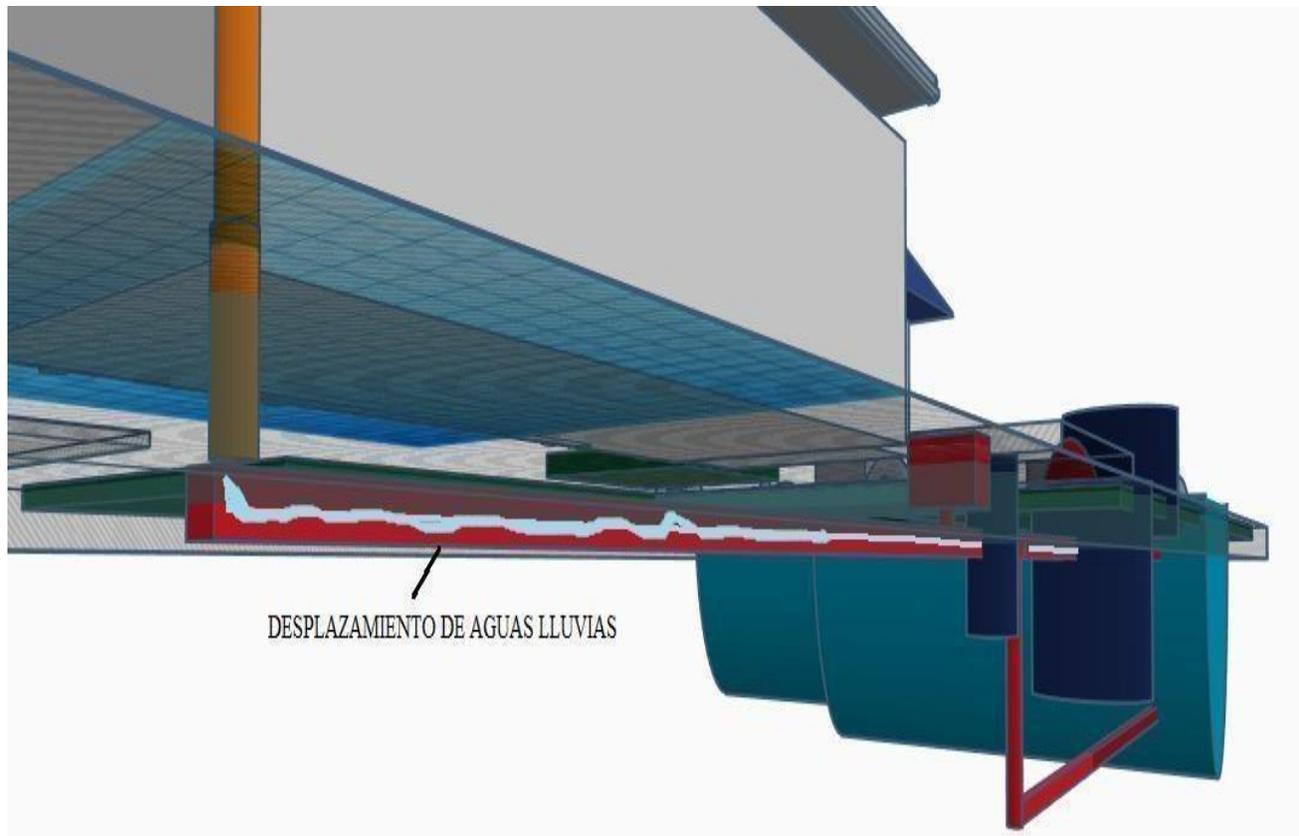


Ilustración 66

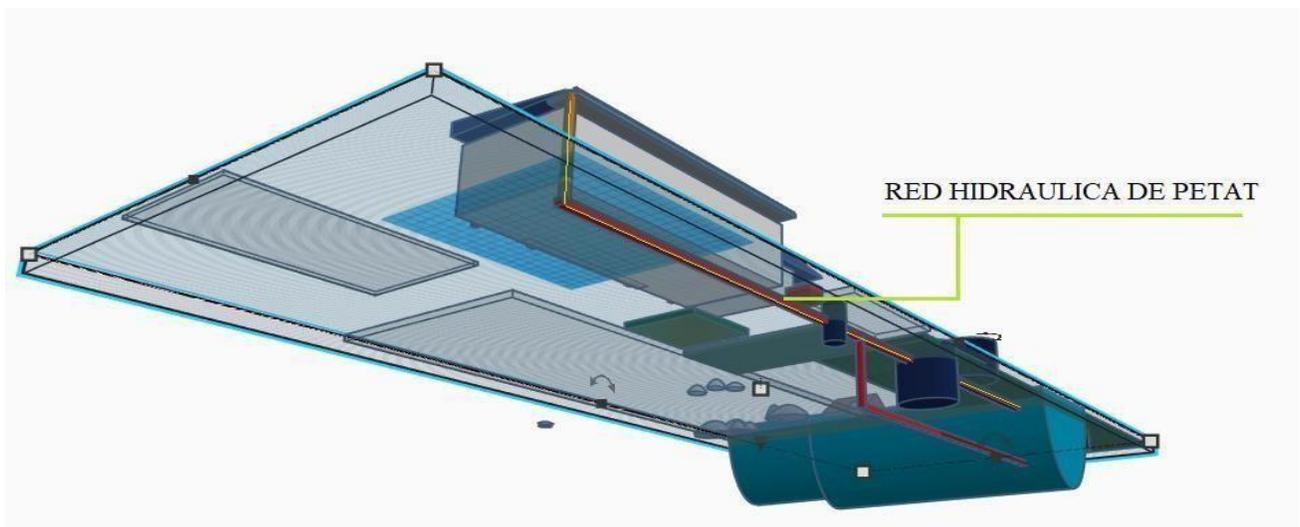


Ilustración 67

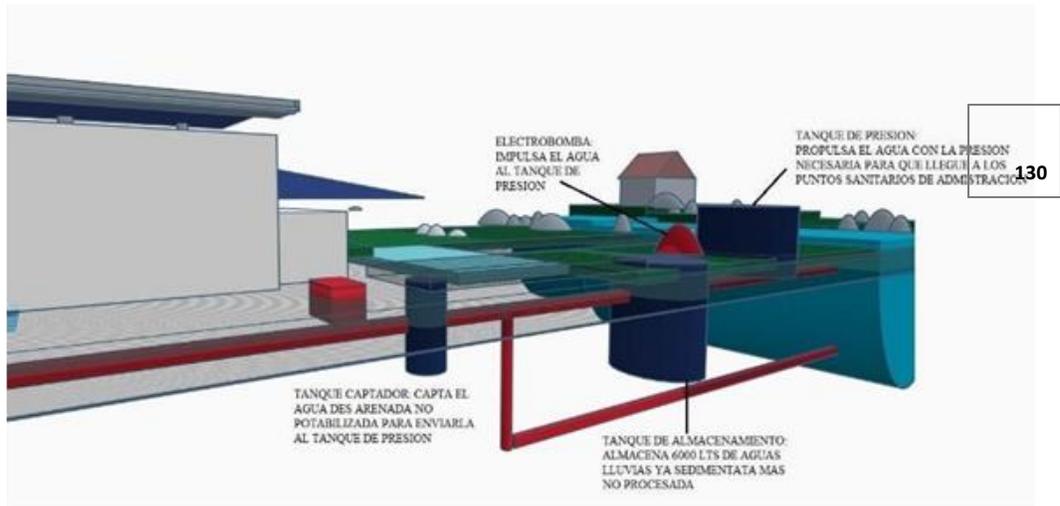


Ilustración68



Conclusiones

El proyecto se concentró en crear una alternativa de solución, frente los altos costos de consumo del servicio de agua allí existentes, por ello, Se crea de forma digital una planta de tratamiento aguas lluvias para evidenciar su funcionamiento y realizar una proyección de ahorro trimestral hasta de un 20% de forma mensual en su facturación, dicha proyección se realiza con base al estudio GESKA (estudio pluvial, escorrentías y precipitaciones) en la zona de estudio coliseo del colegio SBL, el cual arrojo un cálculo hasta de 6000 litros en días secos por humedad y vaporación y 10000 o más en días precipitados, lo que lleva a un abastecimiento óptimo para la

zona de baños de administración.

Consideraciones o Recomendaciones Finales

- Se recomienda realizar un acuerdo con los directivos para que la implementación del proyecto se realice tal como se plantea, de forma gradual desde la población MUESTRA hasta la general, para crear una adaptación de sistemas ante la demanda del fluido líquido (agua lluvia) y así mismo viabilizar la posibilidad de unificar el proyecto de energía solar que está en curso con el proyecto para alimentar elementos electrónicos de la planta, a fin que los costos de funcionamiento reduzcan.
- Recomienda implantar medidores internos para evaluar la calidad, temperatura, pH, cantidad, turbiedad y flujo del agua en los tanques, para que se pueda observar, analizar la calidad del agua sin necesidad de abrir los tanques, sino que se digitalice para monitorear su funcionamiento y establecer tiempo adecuado de mantenimiento o alteraciones del agua.
- Se recomienda Coordinar con el IBAL para que este enterado del proyecto y pueda hacer visitas guiada para que haga las lecturas que solo concierne al del acueducto.
- Además se recomienda poner un medidor de flujo HIDRO ESTÁTICO para que se pueda evidenciar los metros cúbicos generados y el nivel de ahorro de la planta, de

este modo individualizar los consumos y evitar confusiones con el IBAL.

Bibliografía

- ACO. (2020). *IB20:ACO. creating the future of drainage*. Obtenido de <https://www.aco.es/pt> AKVOPEDIA. (2003). Captación de Agua de Lluvia. Recuperado el 20 de 04 de 2020, de https://akvopedia.org/wiki/Captaci%C3%B3n_de_Agua_de_Lluvia
- Arango Escobar, N. &. (2012). Pluviali: Sistema de recolección, almacenamiento y conservación de aguas lluvias para el abastecimiento de agua potable a los habitantes del Pacífico Colombiano en zonas rurales de difícil acceso .
- ARBELÁEZ, G. K. (2014). ESTUDIO DE DRENAJE DEL ALIVIO DE AGUA CRISTALINA DEL COLEGIO SAN BONIFACIO. *DRENAJE DE ALIVIOS*. IBAGUE , COLOMBIA : ESTUDIO DE TERRENO Y PLUVIABILIDAD
- BALLEEN SUÁREZ, j. a. (2006). *HISTORIA DE AOPROVECHAMIENO DE AGUA LLUVIA*. brazil: Joa pessoa.
- Campos Pinilla, C., & Cárdenas Guzmán, M. &. (2008). Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de Bogotá (Colombia). Universitas Scientiarum. ibague.

- COMBEIMA, H. D. (25 de MARZO de 2019). PRESTACION DEL SERVICIO DE CALIDAD Y ACUEDUCTOS
- ALTERNOS. (J. LOZANO, Entrevistador)
- García Cobas, G., Gordillo Rivera, J., & Tovar Hernández, K. &. (2014). Modelo MECA - Evaluación de cargas contaminantes en la cuenca alta del río Combeima. (Tesis de pre-grado). Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagu. ibague.
- GARCIA, V. I. (2012). *TESIS , SISTEMA DE CAPTACION Y APROVECHAMIENTO PARA ECOBARRIO DE LA CD. MEXICO: S.N.*
- IBAL. (2011). Informe Plan de Gestión. Recuperado el 30 de 03 de 2020, de http://www.ibal.gov.co/ibal/plan_gestion_2011.pdf.
- ILDÁRRAGA PÁEZ, e. a. (10 de 02 de 2020). Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co:8080/bitstream/10654/11037/1/Ernesto%20Id%C%203%A1rraga.pdf>.
- Normatividad RAS 2000, n. D. (11 de 2000). REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEMIANETO BASICO .
Obtenido de p://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_d_.pdf
- NUEVO DIA. (01 de 09 de 2013). *LA CONTAMINACION ESTA ACABANDO CON*

LA Balsa del Vergel. Obtenido de NUEVO DIA:

<http://m.elnuevodia.com.co/nuevodia/tolima/ibague/193130-la-contaminacion-esta-acabando-con-la-balsa-dicen-en-el-vergel>

- NUEVO DIA, P. (22 de 02 de 2012). *PROSPERAN DEMANDAS CONTRAL EL IBAL*. Obtenido de NUEVO DIA:
- <http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/tolima/ibague/133654-prosperan-las-demandas-contral-el-ibal>
- Orduño Torres, M. Á. (06 de 2015). Análisis del estado actual del abastecimiento de agua de la Ciudad de Chihuahua como base para impulsar esquemas de utilización de agua de lluvia. barcelona, cataluya, españa: universidad politecnica de cataluya. Recuperado el 12 de 04 de 2020, de <http://hdl.handle.net/2117/76377>
- Palacio Castañeda, N. (2010.). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia con alternativa para el ahorro de agua potable. *Gestión y Ambiente*. . pp 25-39. Recuperado el 25 de abril de 2019, de ; <http://www.re>
- Quintero Arias, A. (. (2018). Estudio de factibilidad para un sistema de recolección y aprovechamiento de agua de escorrentía en la Pontificia Universidad Javeriana Cali como alternativa de uso eficiente de agua.
- RODRIGUEZ NEGRETE, Y. o. (2005). *HIDROLOGIA URBAN: UNA APROXIMACION REASDISIPLINARIA, HACIA LA RE-ESTRUCTURACION DE LA CIUDADES*.
- Sánchez Triviño, R. M. (11 de 22 de 2017). Diseño de Almacenamiento de Aguas

Lluvias en la Extensión Zipaquirá de la Universidad de Cundinamarca (Doctoral dissertation). zipaquira, colombia. Recuperado el 13 de 04 de 2020, de

<http://hdl.handle.net/20.500.12558/1071>

- Torres-Hugues, R. &.B. (2019). Captación de lluvia para descarga de inodoros en edificio alto en el Vedado, La Habana. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, . 40(1), 122-135.
- Velandia Bernal, W. D. (2017). Propuesta para la captación y uso de agua lluvia en las instalaciones de la Universidad Católica de Colombia a partir de un modelo de recolección de agua. Recuperado el 20 de 03 de 2020, de <http://hdl.handle.net/10983/15502>
- Resolución 1207 del 25 de Julio de 2014 *Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas*
- Constitución política *Artículo 49,58, 79, 80, 88,95*
- Decreto ley 2811 de 1.974. *Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente arti.1 al 9*
- Decreto Nacional 2857 de 1981 *Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones.*

- Ley 23 de 1973 *Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo*
- Ley 99 de 1993. Crea el Ministerio del Medio Ambiente y Organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reforma el sector Público encargado de la gestión ambiental. Organiza el sistema Nacional Ambiental y exige la Planificación de la gestión ambiental de proyectos. Ley 09 de 1979. Código sanitario nacional
- Decreto 2105 de 1983 Reglamenta parcialmente la Ley 09 de a 1979 sobre potabilización y suministro de agua para consumo humano
- Decreto 605 de 1996 Reglamenta los procedimientos de potabilización y suministro de agua para consumo humano