

TRABAJO SOCIAL

DISEÑO DE UN PAVIMENTO ADOQUINADO EN LA ZONA VERDE DE LA
IGLESIA DE LA VEREDA QUINTANA

INGENIERO DIRECTOR:

JUAN CARLOS ZAMBRANO

PRESENTADO POR:

FREDY HERNAN OLIVEROS VELASCO

ELMER IVÁN VILLAMARÍN SEGURA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION

POPAYÁN

2011

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	6
JUSTIFICACION	9
OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	11
1. PLAN DE TRABAJO	13
2. VISITA TÉCNICA AL LUGAR DE LA OBRA	15
3. TOMA DE TOPOGRAFIA	18
3.1 ESTUDIO GEOTECNICO	18
3.2 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEDUCIDO	19
4. ELABORACION DE LOS PLANOS CON SOFTWARE	20

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
5. DISEÑO DEL PAVIMENTO ADOQUINADO	21
5.1 METODO AASHTO	22
5.2 MÉTODO DE LA PCA	23
5.3 DISEÑO DEL MORTERO DE PEGA	24
5.4 ESTIMACION DE LAS CANTIDADES DE MATERIAL	25
5.5. CALCULO DE LAS MEDIDAS DEL RECIPIENTE (L)	26
6. DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO	28
6.1. CONCRETO SIMPLE	28
6.1.2. Aplicación.	28
6.2. CONCRETO CICLOPEO	29
7. DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN	31
8. DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	34

8.1 DISEÑO DEL SUMIDERO	34
8.1.2 Presentación y resumen del método	35
8.1.3. Coeficiente de escorrentía	35
8.1.4. Área drenante	36
8.1.5. Intensidad	36
8.1.6. Cálculos	37
8.1.7. Estimación del coeficiente C	39
8.1.8. Calculo del área drenante	40
8.1.9. Calculo del diámetro del colector	41
8.1.10. Chequeo de la fuerza tractiva (F)	42
8.1.11 Calculo del diámetro del colector de descarga	42
9. DISEÑO DE LA CUNETA Y EL SUMIDERO	44
9.1. DISEÑO DE LA CUNETA	44
9.2. DISEÑO DEL SUMIDERO	45
9.3. REJILLA	46

10. CALCULO DEL COSTO TOTAL DEL PROYECTO	47
10.1. CALCULO DE LA RELACIÓN ENTRE 1 M ³ DE PIEDRA LAJA	49
10.2. CONSIDERACIONES ADICIONALES	50
10.3. COTIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE LOS MATERIALES	50
10.4. CANTIDADES DE OBRA	52
10.5. RESUMEN DE RESULTADOS	53
10.6. COSTO DE LAS ACTIVIDADES	54
11. CONCLUSIONES	65
12. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFIA	68
PLANOS. ESTRUCTURALES	69

INTRODUCCIÓN

La comunidad de la vereda Quintana solicitó, mediante un oficio dirigido a la facultad de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, ayuda profesional para la elaboración de un proyecto comunitario, que consiste en la adecuación de la zona exterior de su iglesia, de tal manera, que además de los eventos religiosos que ahí se realizan, también permita llevar a cabo actividades de tipo cultural y familiar para la integración de sus habitantes, pues en la actualidad no existe, en esta vereda, un lugar para ello.

Esta comunidad se encuentra ubicada al pie de la cordillera central hacia el oriente de la ciudad de POPAYAN, a 45 minutos en transporte público y cuenta con una vía en afirmado en regulares condiciones. Su población se estima en aproximadamente 400 habitantes y su economía se basa principalmente en la agricultura, aunque, en una menor proporción desarrollan también la piscicultura. Su clima es frío y bastante lluvioso, propio de las regiones asentadas en las faldas de la cordillera. La comunidad se compone en su mayoría de campesinos quienes conviven con colonos principalmente de la ciudad de POPAYAN. Además, muy cerca de ahí, se encuentra localizado el resguardo indígena de QUINTANA.

El proyecto que la comunidad plantea, consiste básicamente en el mejoramiento en el aspecto físico y arquitectónico del lote de la iglesia SAN GERARDO DE MAYELA de quintana, para lo cual los pasantes del programa de Ingeniería Civil que colaboran con esta comunidad, en representación de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, evalúan inicialmente las condiciones del lugar mediante un reconocimiento previo, donde se determinan las características topográficas del lugar e igualmente se dialoga con la comunidad, para trazar un plan inicial de trabajo que permita el logro de los

objetivos que se plantean. De igual manera se acogen las opiniones de sus líderes en cuanto a las expectativas que se esperan del proyecto.

Dentro de lo que solicita la comunidad, está el diseño de un pavimento adoquinado, utilizando como material de adoquín, la piedra laja, que es un material propio de la región y de fácil explotación y transporte. Con lo anterior se espera que la zona peatonal de la Iglesia, tenga las condiciones necesarias de resistencia que debe tener una estructura como esta, y que le brinde además, un aspecto arquitectónico agradable al templo religioso, pues también se implementaran pequeñas zonas verdes formadas con arboles pequeños ubicadas a los alrededores de la iglesia, convirtiendo la zona en un pequeño parque. Igualmente es necesario la reconstrucción de un pequeño muro de contención de 1.40 metros de alto, que esta agrietado, debido a defectos constructivos. También se plantea la necesidad de reemplazar la actual cerca de alambre por un cerramiento con malla metálica, para darle mayor seguridad a la iglesia.

Por otra parte, como se mencionó anteriormente, por estar la población de quintana en una zona lluviosa y adicionalmente al ser la nueva superficie, altamente impermeable, se hace necesario la realización de un análisis simplificado en el aspecto pluviométrico para el manejo de las aguas lluvias, utilizando para ello, métodos aproximados que se explicaran durante el desarrollo del trabajo, notándose que no se cuenta con registros estadísticos con los cuales se pueda hacer un análisis preciso e igualmente teniendo en cuenta que el proyecto es baja complejidad.

Finalmente, se continuara con la última etapa que consiste en el cálculo del costo total del proyecto, con el cual los líderes de la comunidad de QUINTANA puedan gestionar los recursos ante entidades privadas y

estatales entre las que se cuenta el municipio de POPAYAN, FUNDACION RIO PIEDRAS y el acueducto de Popayán entre otros.

La materialización del presente proyecto, permitirá generar un espacio mucho más acogedor para sus habitantes que les permitirá desarrollar todas sus actividades de carácter religioso de una manera más cómoda y agradable. Igualmente, se ha manifestado que el mejoramiento del lugar, generara un espacio adicional para la realización de eventos de tipo social que permitirán la integración entre sus habitantes con los de otros sectores vecinos tales como los de la vereda SAN IGNACIO, SAN JUAN, EL CANELO y otros, todos pertenecientes al municipio de POPAYAN.

JUSTIFICACIÓN

La labor que se realiza en beneficio de la comunidad de QUINTANA es posible gracias a la función social que promueve la UNIVERSIDAD DEL CAUCA a través de los estudiantes que cursan los últimos semestres de los programas académicos y en este caso del programa de ingeniería civil.

Esta actividad permite a quienes optan por esta modalidad de trabajo de grado, llevar a la práctica la teoría recibida a través de la formación académica, contribuyendo además con la integralidad de los conceptos de las distintas aéreas del conocimiento de esta rama de la ingeniería. Así por ejemplo, en el proyecto, es necesario aplicar los conceptos de hidrología, hidráulica, pavimentos, concreto armado, entre otros. Lo anterior contribuye al fortalecimiento en la aplicación de estos conceptos y en la resolución de los problemas que se puedan generar en el campo, con lo cual se debe acudir a la experiencia y conocimiento de los profesionales de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA quienes aportan sugerencias o recomendaciones para la solución de los inconvenientes surgidos. Lo anterior se convierte en una herramienta muy efectiva, complementaria a la formación académica teórica, ya que esta generalmente no contempla situaciones particulares con las que un profesional en ejercicio se va enfrentar en el futuro.

Además de las ventajas que proporciona para los estudiantes universitarios, el hacer una práctica social, también es importante resaltar los beneficios que reciben las comunidades de escasos recursos económicos, como la comunidad de la vereda de QUINTANA, quienes reconocen como una alternativa viable y eficiente para solucionar sus problemas o resolver alguna necesidad, cuando no se cuenta con la ayuda del estado, la colaboración de instituciones educativas que sumado a la organización y unión de los

esfuerzos individuales de cada habitante, hacen posible la materialización de un proyecto. Así la función de la universidad será, facilitar el recurso humano para la elaboración de los diseños y el costo total de la obra, mientras la comunidad se compromete al aporte de toda la mano de obra necesaria para cuando el proyecto se ejecute.

Todo lo anterior permite una interacción entre la comunidad y los estudiantes, que se traduce en una experiencia muy productiva en cuanto que se generan espacios para el dialogo y el intercambio de ideas, permitiendo el mejoramiento de la destreza en la relación entre el estudiante y la comunidad, siendo esta parte muy importante para el desenvolvimiento de un profesional en la sociedad.

OBJETIVOS

El trabajo con la comunidad de QUINTANA, se basa en el establecimiento de unos objetivos, que se espera, sean alcanzados al finalizar este proyecto.

OBJETIVO GENERAL

1. Trabajar mancomunadamente con la comunidad de la vereda de QUINTANA, en la elaboración de un proyecto comunitario que mejorara su nivel de vida al proveerles un espacio más agradable para sus prácticas religiosas y que además, les facilitara el desarrollo de otras actividades de carácter cultural permitiendo la integración de toda la comunidad en general.
2. Generar un espacio para la práctica de los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica, con lo cual, se fortalezcan las cualidades y aptitudes de cada estudiante, contribuyendo con la familiarización en aspectos organizativos y administrativos propios de la ingeniería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Hacer un análisis general del lote de la iglesia SAN GERARDO DE MAYELA de la vereda de QUINTANA, tal que permita determinar las características geotécnicas del suelo a través de la elaboración de un perfil estratigráfico aproximado, obtenido mediante la realización de sondeos a lo largo y ancho del área afectada por la obra.

2. Hacer el levantamiento topográfico respectivo.

3. Elaboración del diseño estructural de un muro de contención, para reemplazar uno existente, el cual se encuentra agrietado debido a la ausencia de un sistema de drenaje que le permita disipar adecuadamente las fuerzas hidrostáticas.

4. Diseño del sistema de drenaje, para la evacuación y la disposición final de las aguas lluvias, de tal manera que no se generen problemas de erosión en las zonas aledañas al lote de la Iglesia.

5. Diseño del pavimento adoquinado y su respectiva estructura de confinamiento, realizando el análisis, para el uso de la piedra laja, como material de adoquín.

6. Diseño del cerramiento del lote.

7. Calculo del costo total de la obra anterior.

1. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

El procedimiento de trabajo se elabora con los aspectos más importantes a desarrollar durante el transcurso de la práctica social, buscando la optimización en el tiempo destinado para cada actividad.

El procedimiento se compone de las siguientes actividades:

1. Reconocimiento al lugar de la obra con la cual se revisaran las condiciones del lugar en cuanto a la topografía del lote de la Iglesia y de las zonas aledañas en general, e igualmente incluirá la evaluación de las construcciones que estén relacionadas con el proyecto, y se proveerán los posibles inconvenientes que puedan surgir durante el transcurso de la labor social.
2. Realización del levantamiento topográfico de toda el área del lote de la iglesia, haciendo uso de una estación total, facilitada por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA.
3. Realización del estudio geotécnico del lote de la iglesia, necesario para la determinación del perfil estratigráfico aproximado.
4. Elaboración de los planos respectivos utilizando los programas: topo 3, del ingeniero EFRAIN SOLANO, y Autocad.
5. Diseño de las obras específicas: pavimento adoquinado, cunetas y sumideros, muros de contención y cerramiento.
6. Calculo del costo total de la obra anterior.

7. Entrega del informe final a la UNIVERSIDAD DEL CAUCA y de los respectivos planos con el presupuesto, a la comunidad de la vereda de QUINTANA.

2. VISITA AL LUGAR DE LA OBRA

Durante la visita previa a la vereda de Quintana, se observó inicialmente, las condiciones topográficas de la zona, notándose que esta es una topografía bastante ondulada principalmente donde se encuentran construidas la mayoría de las casas y la iglesia. La cercanía con la cordillera se hace sentir por su temperatura baja en las mañanas y su alta pluviosidad, la cual se acentúa en la época de invierno, según lo manifiestan sus propios habitantes.

En cuanto a las condiciones particulares de la iglesia y sus alrededores, se observa que la zona aledaña al templo se compone de una zona verde formada por pastos, a los cuales no se les hace ningún tipo de mantenimiento que le pueda brindar un aspecto visual más agradable al templo religioso. Se observa también que varios predios colindantes con el de la iglesia, presentan pendientes bastante fuertes, los cuales se han destinado a la ganadería. También, durante esta inspección inicial se revisan dos muros de contención construidos formando una L, que sostienen un relleno existente en una de las esquinas del predio y donde uno de ellos presenta agrietamientos considerables debidos a defectos en su construcción. Sus alturas son variables donde la máxima medida es de 1.40m y están construidos en concreto ciclópeo.

Imagen 1



Igualmente, durante el recorrido se detallaron algunas construcciones hechas en piedra laja, utilizadas en la creación de pequeños pavimentos adoquinados que sirven como vía de acceso a algunas fincas de la región. Finalmente, son visitadas algunas zonas donde se podrían obtener materiales para la construcción de la obra, tal como un río cercano y la fuente de la piedra laja.

Imagen 2



2. TOMA DE TOPOGRAFÍA

El levantamiento topográfico se hace referenciando los corredores del templo, el lindero y algunas construcciones menores como postes de energía, muros de contención y una imagen religiosa.

El área total del predio calculada es de 1980 m² mientras que el área construida es de 626 m². El plano en planta obtenido se anexa al presente informe.

3.1 Estudio geotécnico.

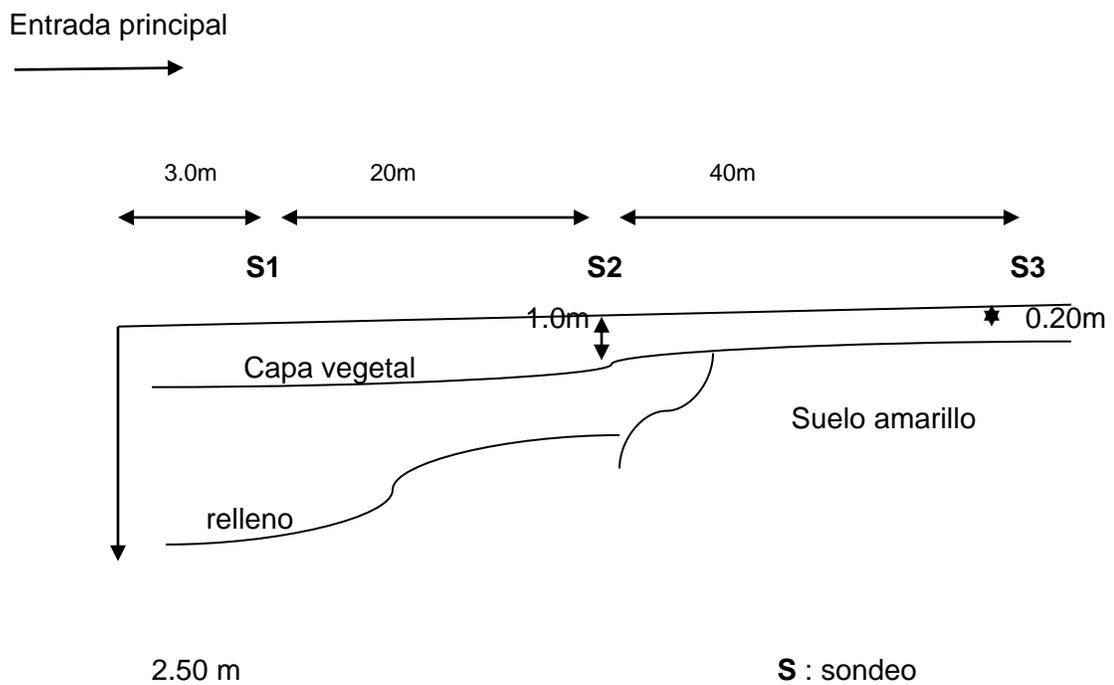
La elaboración del perfil estratigráfico deducido, se hace mediante la información obtenida con la exploración del suelo a través de sondeos hechos con equipo manual, que nos permitieron detectar la existencia de un relleno con un espesor de más de 2.30m en uno de los linderos del lote de la iglesia. En otras zonas del predio donde se proyecta la construcción del pavimento adoquinado, se encontraron espesores de capa vegetal que varían entre diez y noventa (10-90 cm), estos sondeos se realizaron con pala y solo se excavo hasta donde se encontró suelo amarillo.

En la parte donde están localizados los muros de contención, se observo que el material de lleno utilizado para esta estructura, es suelo fino principalmente material orgánico y adicionalmente se pudo evidenciar unas deficiencias en sus sistemas de drenaje.

3.2 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEDUCIDO

Este perfil estratigráfico mostrado a continuación, pertenece al lado derecho de la iglesia, pues esta parte del lote, es la más crítica por la presencia del relleno. Al lado izquierdo de la iglesia, el terreno es más homogéneo, pues presenta en promedio un espesor de 20 cm de capa vegetal seguido por un estrato de suelo amarillo.

Figura 1.



4. ELABORACION DE LOS PLANOS CON LOS SOFTWARE AUTOCAD Y TOPO 3

Para la elaboración de los planos se utilizo la estación total marca zokia, suministrada por la facultad de ingeniería civil de la universidad del cauca, además se utilizo el software de diseño Topo 3, desarrollado por el ingeniero EFRAIN SOLANO, y la versión educativa de Autocad 2006.

5. DISEÑO DEL PAVIMENTO ADOQUINADO.

Como se mencionó anteriormente, debido a que el terreno donde está ubicada la iglesia, es una zona verde que no le da un aspecto agradable al lugar, se propone diseñar una estructura semejante a la de un pavimento adoquinado que le dé resistencia y estabilidad a la zona peatonal de la iglesia y que además sea económica y funcional. Por lo tanto para el diseño de esta estructura se acuden a los fundamentos básicos teóricos que proporcionan algunos métodos para diseño de pavimentos en vías convencionales, ante la ausencia de normas técnicas para este tipo especial de obras, en particular los pavimentos en piedra.

La estructura propuesta, se conforma de una capa de material granular tipo sub-base tal como la posee un pavimento rígido o flexible. Esta primera estructura se apoyara directamente sobre la sub-rasante y su espesor se definirá de acuerdo a las conclusiones obtenidas del análisis hecho con los métodos convencionales que se ilustraran más adelante .La siguiente estructura del pavimento consistirá en la colocación del mortero de pega que permita sostener y sujetar la piedra laja, brindando además una impermeabilización que proteja a la sub-base del posible lavado del agregado fino. Se aclara que la capa de base granular no sería necesaria por la magnitud de los esfuerzos esperados, pues las sollicitaciones por carga solo son generadas por los peatones. Además, la capa de arena, típica de un pavimento adoquinado convencional para la colocación del adoquinado, aquí no sería recomendada ya que el adoquín no tiene una forma geométrica regular que permita la conformación de las juntas de arena para el pegado del adoquin. Finalmente se escoge la pendiente necesaria (bombeo) que permita el escurrimiento del agua estableciéndose como mínima del 2 %, según recomendaciones de ingenieros del área de vías de la Universidad del Cauca.

Los métodos en los cuales se apoya el diseño para la determinación del espesor de la capa granular son:

1. Método de la AASTHO (pavimento flexible).
2. Método de la PCA (pavimento rígido).

5.1 MÉTODO DE LA AASHTO

En el diseño de pavimentos flexibles, el método determina los espesores de las capas granulares, sub-base y base granular aplicando los siguientes criterios:

1. Respetando los espesores mínimos requeridos de los materiales.
2. Garantizando la protección de capas a compresión.

Para este caso, por tratarse de una estructura que solo va a soportar cargas peatonales, se aplica el primer criterio ya que el segundo solo se tiene en cuenta en el diseño, cuando se las solicitaciones son debidas al tránsito vehicular.

Cuadro 1. Espesores mínimos

N	CONCRETO ASFALTICO	BASE GRANULAR
< 005	1.0 O TSD	4"
0.05 – 0.15	2.0"	4"
0.15 – 0.50	2.5"	4"
0.50 – 2.0	3.0"	6"
2.0 – 7.0	3.5"	6"
>7.0	4.0"	6"

N = NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

Tabla tomada de copias entregadas en la cátedra de Pavimentos.

Para la sub-base → 3 o 4 veces el tamaño máximo del agregado.

Consultando el artículo 320 -07 del INVIAS tenemos lo siguiente:

Especificaciones granulométricas para LA SUB-BASE GRANULAR:

Tamaño máximo del agregado = 2"

Por lo tanto el espesor de la capa será:

Espesor sub-base: $3 * 2": 6" = 15.0 \text{ cm.}$

5.2 MÉTODO DE LA PCA

Para este método, se toman referencias del libro de YANG H. HUANG (autor Norteamericano), donde en el capítulo de diseño de pavimentos rígidos, el autor recomienda espesores de capa de sub-base granular comprendidos entre 10 y 30 cm de espesor, para material que puede ser de río, de partículas redondeadas y cuyas características se deben ajustar a los requerimientos de granulometría, plasticidad, dureza, durabilidad, limpieza y compactación. Para este caso, se podría tomar un valor cercano al límite inferior ya que la sollicitación por carga para el pavimento adoquinado de la Iglesia es muy pequeña comparada con la generada por el tránsito vehicular, que es la carga para la cual se formuló esta especificación.

A continuación, se presenta la estructura propuesta y el rango de espesores para cada capa, tomada de la figura 1.4 del libro "Pavement Analysis and Design" del autor YANG H. HUANG.

Figura 2.

ESTRUCTURA TÍPICA DE UN PAVIMENTO RIGIDO

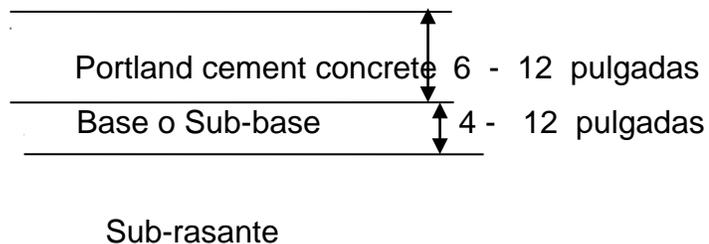
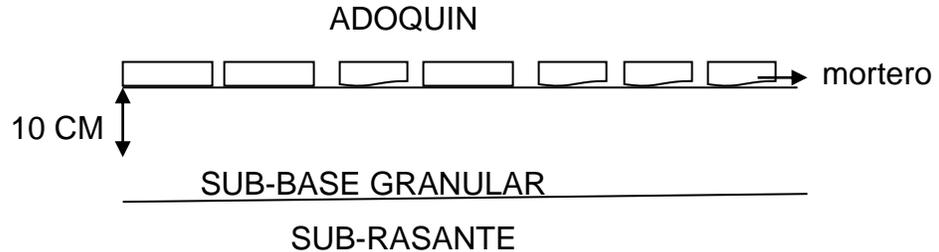


Figura 3.

ESTRUCTURA DEFINITIVA DEL PAVIMENTO ADOQUINADO



5.3 DISEÑO DEL MORTERO DE PEGA.

El mortero de pega para este pavimento se diseñara siguiendo las especificaciones para la construcción de mampostería, recurriendo además, la teoría recibida en la cátedra de materiales 2.

En el libro del ingeniero GERARDO RIVERA, profesor de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, en el capítulo 10, presenta un método aproximado para el diseño del mortero de pega, en el cual, las cantidades de material son manejadas en volumen suelto, que es la forma como realmente son trabajados los materiales en la obra, siendo esta una gran ventaja porque se simplifican sustancialmente los cálculos. Aunque el método, asume algunas aproximaciones, en este proyecto, no influyen significativamente debido a que la obra es de baja complejidad.

Las proporciones en volumen suelto con las que se trabajan son las siguientes:

PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

1:2 , 1:3,

1:4 , 1:5

MORTERO PARA REPELLOS O PAÑETES

1:3 , 1:4

1:5 , 1:6

A criterio, se opta por la proporción 1:3, tomando como base, la experiencia de algunos ingenieros docentes, que consultados, recomendaron las proporciones 1:3 y 1:4 para este proyecto.

5.4. ESTIMACION DE LAS CANTIDADES DE MATERIAL

Este procedimiento se basa en lo especificado en el libro CONCRETO SIMPLE del ingeniero GERARDO RIVERA.

Cantidades de material por metro cubico de mortero.

Masa unitaria suelta del cemento (MUSC) = 1200 kg/m^3 .

Trabajando con sacos de cemento de 50 kg.

Volumen suelto de un saco de cemento = $50 / 1200 = 0.04 \text{ m}^3$

Si se utiliza en cada mezcla un saco de cemento, el volumen de este saco, será el volumen de los recipientes que se empleen para medir la cantidad de agregado fino.

5.5. CALCULO DE LAS MEDIDAS DEL RECIPIENTE

(Para un volumen de 0.04 m^3)

Tomando como forma del recipiente, la de un cubo, se tiene lo siguiente:

L = lado del cubo

$$L = (0.04)^{1/3}$$

$$L = 0.342 \text{ m}$$

$$L = 34 \text{ cm.}$$

Con este método, el contenido de agua se controla directamente en la obra de acuerdo a las necesidades de la misma y a la manejabilidad que se requiera. Por lo tanto en los cálculos se trabaja solo con el peso del cemento y del agregado fino.

PESO DEL MORTERO (sin incluir agua) = $1800 \text{ kg} / \text{m}^3$.

La cantidad de cada uno de los materiales se estima así:

$$\text{Cemento} = 1800 / (1 + A) \quad (\text{kg} / \text{m}^3 \text{ de mortero})$$

Af = proporción en volumen suelto del agregado fino.

Por lo tanto la cantidad de cemento (C_b), expresada en número de sacos de $50 \text{kg} / \text{M}^3$ de mortero será:

$$C_b = 1800 / (1 + A) * 50$$

$$C_b = 36 / (1 + A)$$

La cantidad de agregado fino en volumen suelto (Af), sera:

$$A_f = 0.04 * C_b * A \quad \text{M}^3 \text{ de material} / \text{M}^3 \text{ de mortero}$$

Trabajando con la proporción 1:3 elegida anteriormente, se tiene lo siguiente:

PROPORCIONES 1:3

$$C_b = 36 / (1+3) = 9 \text{ sacos de cemento de } 50 \text{ kg}$$

$$A_f = 0.04 * 9 * 3 = 108 \text{ m}^3 \text{ de volumen suelto de Af} / \text{M}^3 \text{ de mortero.}$$

Las posibles resistencias a la compresión a los 28 días, con las proporciones en volumen suelto calculadas para el mortero se toman de la tabla No 10.3 del libro Concreto Simple del ingeniero Gerardo Rivera.

Cuadro 2. Resistencia del mortero

Mezcla prop. en volumen C:f	Cemento (Kg)	Agreg. Fino (m ³)	Agua (litros)	Resistencia a la compresión a los 28 días (aprox.) Kg/cm ²
1:3	450	1.08	260	140-190

Condiciones: Sacos de cemento de 50 kg, agregado saturado y superficialmente seco y una fluidez entre el: 85% y 100%

6. DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

6.1 CONCRETO SIMPLE

La metodología de diseño de la mezcla para concreto simple es igual a la utilizada en el diseño de la mezcla para el mortero de pega.

Las proporciones en volumen suelto del cemento, del agregado fino y del agregado grueso se tomaran de acuerdo a la tabla No 10.1 del libro "concreto simple" del ingeniero Gerardo Rivera, la cual da unas proporciones con las cuales se espera una resistencia a la compresión a los 28 días cercana a la resistencia de diseño con la que se trabaja en este proyecto.

6.1.2 APLICACION.

Peso del concreto simple (sin incluir el agua) $\approx 2100 \text{ kg / m}^3$

Proporción en volumen suelto: cemento: Ag. Fino : Ag. Grueso (C : F : G)

Proporción elegida: 1 : 2 : 3

CONCRETO SIMPLE

Cs = cantidad de cemento en sacos de 50 Kg

$$Cs = 42 / (C + F + G)$$

$$Cs = 42 / (1 + 2 + 3)$$

$$Cs = 7 \text{ sacos de cemento de } 50 \text{ Kg}$$

Cantidades de material para obtener un volumen de 1 m^3 de concreto simple

1. Cemento = Cs = 350 kg
2. Ag. Fino = $0,04 * 7 * 2 = 0.56 \text{ m}^3$
3. Ag grueso = $0,04 * 7 * 3 = 0.84 \text{ m}^3$

Cuadro 3. Resistencia esperada del concreto

Mezcla prop. en volumen C:F:G	Cemento (Kg)	Agreg. Fino (m ³)	Agreg. Grueso (m ³)	Agua (litros)	Resistencia a la compresión a los 28 días (aprox.) Kg/cm ²
1:2:3	350	0.56	0.84	170	190-230

Condiciones: Agregados saturados y superficialmente secos, Tamaño máximo: 1 1/2" y un Asentamiento máximo de 7.5 cm.

6.2 CONCRETO CICLOPEO.

El concreto ciclópeo se compone de la mezcla de concreto simple y piedra en proporciones por lo general del 60% para el concreto y del 40% para la piedra.

Procedimiento para los cálculos de las proporciones en volumen suelto:

Proporciones en volumen suelto

Concreto simple: 60%: 0.60 m³

Piedra: 40%: 0.40 m³

Densidad promedio de la piedra (Gp)

Gp : 2.60 T / m³

Masa unitaria suelta de la piedra (MUSp)

MUSp: 1.60 T / m³

Volumen suelto de la piedra: (Vol. Absoluto* Gp) / MUSp

Volumen suelto de la piedra: (0.4* 2.60) / 1.60: 0.65 m³ de material

Conformación del concreto ciclópeo para 1 m³

Volumen suelto de los materiales

60% de concreto simple y 40% de piedra

Cemento : $0.6 * C_s * \text{desperdicio}$

Agregado fino : $0.6 * 2 * \text{desperdicio}$

Agregado grueso : $0.6 * 3 * \text{desperdicio}$

Piedra : $0.65 * \text{desperdicio}$.

7. DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN

Uno de los muros de contención existente, presenta deficiencias constructivas en su sistema de drenaje, con lo cual, solo se hace necesario colocar un filtro que le permita evacuar el agua que pueda retener el suelo de relleno, disminuyendo el empuje del suelo y la probabilidad de colapso de la estructura de contención.

El segundo muro, ubicado perpendicularmente al anterior, presenta un agrietamiento considerable, pero solo en un tramo pequeño de su longitud, por lo que se considera conveniente tanto técnica como económicamente, reconstruir solo esta parte que consta de 2 metros de longitud. El muro, será diseñado en concreto ciclópeo para una altura de 1.40 metros.

Imagen 3.



Para conectar la estructura nueva con la existente, se aplicara un aditivo que permita unirlos, formando una estructura monolítica. También donde se necesite adicionarles altura a los tramos existentes de muro, se utilizara el mismo procedimiento. Se aclara que la altura adicional, no será mayor a 50 cm.

H: 1.40 m.

Material de lleno: suelo fino: 1.8 Tn/m³

Ø: 30°

Ka: 0.33

Ea: $0.5 * 0.33 * 1800 * 1.40^2 : 582 \text{ Kg}$

Mv: $582 * \frac{1.4}{3} * 1.7 : 462 \text{ Kg *m}$

Cuadro 4. Calculo de momentos

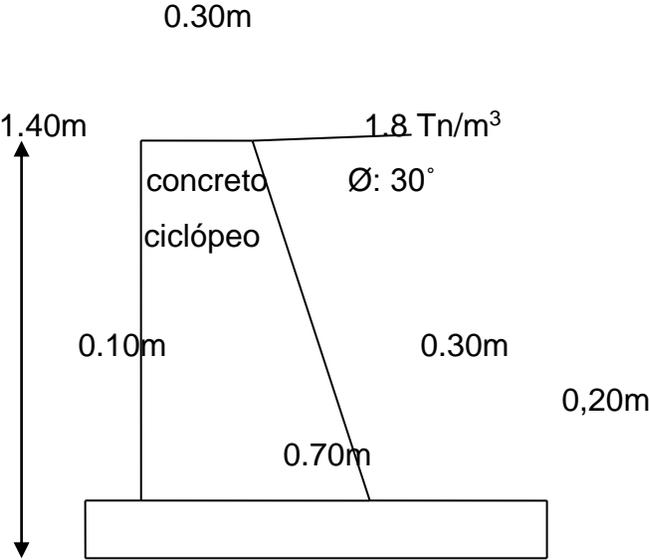
	PESO(Kg)	X (m)	M (kg*m)
0.70 * 0.20 *2400	336	0.35	117.6
0.30 *1.2 *2400	864	0.25	216
0.5 *0.20 * 1.2 *2400	288	0.47	135.36
0.5 *0.20 * 1.2 *1800	216	0.53	114.48
0.30*1.2*1800	648	0.75	486
	Σ: 2352Kg		Σ: 1,069 kg*m

Chequeo por Volcamiento: $1069/462 : 2.3 > 2.0 \quad \text{OK}$

Chequeo por deslizamiento: Fr: $2352 * 0.45 : 1058 \text{ Kg}$

$1058/582: 1.8 > 1.5 \quad \text{OK}$

Figura 4.



8. DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS

8.1 DISEÑO DEL SUMIDERO.

En toda obra que se pretenda ejecutar, es muy importante el manejo adecuado de las aguas lluvias, ya que estas son causal del deterioro prematuro de las mismas e incluso pueden generar problemas de estabilidad que llevan a su destrucción progresiva. Por lo tanto, el diseño de un buen sistema de drenaje, garantizara la utilidad y durabilidad de toda obra civil.

Por lo tanto, para lograr un diseño económico y eficiente del sistema de drenaje en este proyecto, se aplicaran teorías y conceptos propios del diseño de vías y de alcantarillados pluviales. Este sistema se compone principalmente de cunetas que recogen el agua proveniente del pavimento adoquinado y de un sumidero que las conduce al colector que finalmente las descargara a la estructura de evacuación.

Para el diseño, se acude a los conceptos teóricos de la cátedra de alcantarillados recibida durante la formación académica. El método que se utilizara sera el método racional, adecuado a las condiciones de la obra, garantizando la obtención de resultados coherentes con la realidad. Las variables y los datos asumidos, se tomaran de acuerdo a las sugerencias de docentes del área de hidráulica y alcantarillados.

Un primer inconveniente que presenta el lugar, es la ausencia de un alcantarillado pluvial y sanitario, con lo que se hace necesaria la búsqueda de un lugar adecuado para la disposición final de las aguas lluvias.

Los siguientes serán los pasos a seguir:

1. Presentación y resumen del método.
2. Estimación del caudal de diseño.
3. Calculo del diámetro del colector.
4. Diseño hidráulico de las cunetas.
5. Análisis, diseño y adecuación del sitio de disposición final de las aguas lluvias

8.1.2. Presentación y resumen del método.

El método sobre el cual se fundamenta el diseño del sumidero, es el “método racional” formulado e ilustrado con ejemplos de aplicación en textos consultados. Se aplica fundamentalmente para el diseño de alcantarillados pluviales y combinados.

La ecuación básica del método es:

$$Q = C * i * a$$

Donde:

Q = caudal de aguas lluvias (L/s, m³/s)

C = coeficiente de escorrentía (adimensional)

a = área drenante (ha)

i = intensidad de la lluvia (L/ha/s).

8.1.3. Coeficiente de escorrentía.

Se determina recurriendo a la experiencia y criterio que posea el ingeniero diseñador, ya que este coeficiente depende básicamente de las características de la superficie del terreno del área drenante y que han sido determinados experimentalmente.

En la literatura se han encontrado varias tablas con valores para cada tipo de superficies, encontrándose una alta similitud entre ellos. Varios de estos se anexan al presente trabajo.

Este coeficiente es un valor por el cual se multiplicara el caudal de aguas lluvias calculadas y que nos permite estimar el caudal que realmente drena a la cuneta y que finalmente ingresa al colector. Este coeficiente depende fundamentalmente de la permeabilidad del terreno y siempre es menor que uno ($C < 1.0$).

8.1.4. Área drenante.

Se calcula de acuerdo al plano obtenido del lugar donde se localiza el proyecto. Para esto se tendrá el techo de la edificación (iglesia) y la superficie que la rodea considerando las condiciones constructivas (adoquinado).

8.1.5 Intensidad.

Se define como la cantidad de lluvia en m^3 que cae en un terreno de una hectárea de superficie, en un tiempo de un segundo. Esta se calculara determinando inicialmente el tiempo de concentración cuyo parámetro es definido como el tiempo necesario para que el área tributaria, durante un

aguacero, aporte al caudal que se evacua y se puede calcular con información obtenida del plano tal como la pendiente del terreno y la distancia desde el punto más alejado al colector. Además si se tiene una lluvia con un tiempo de duración menor a este, las partículas de agua lluvia que caen sobre la superficie más alejada al colector, no alcanzaran a llegar. Por lo tanto, el caudal máximo durante un aguacero se presenta cuando el tiempo de duración de este, sea mayor o igual al tiempo de concentración.

Por otro lado, como toda precipitación que se presenta cada día, estadísticamente tiene diferentes intensidades y duraciones, entonces, es necesario diseñar el colector para la situación más crítica, durante un periodo de análisis y diseño que puede ser de 2 años, 3 años, incluso hasta de 25 años, todo esto dependiendo de la necesidad y complejidad de la estructura que se requiera para diseño.

Además, durante este periodo de análisis, se puedan repetir aguaceros con características muy similares en cuanto a duración e intensidad, lo cual es definido como la frecuencia del evento. Por lo tanto, el método plantea que calculado el tiempo de concentración, se recurra a unas graficas realizadas gracias a estudios y análisis pluviométricos hechos en Estados Unidos y que relacionan el tiempo de concentración, frecuencia y la intensidad con lo cual queda determinado este ultimo parámetro a partir de la frecuencia escogida y del tiempo de concentración calculado.

Es importante anotar que entre mayor sea la frecuencia escogida, mayor serán las dimensiones de las estructuras hidráulicas y por lo tanto el costo se incrementara.

El siguiente paso será calcular el caudal de diseño que permita estimar el diámetro del colector y con esta información dimensionar la totalidad de las estructuras hidráulicas.

8.1.6. CALCULOS.

Datos:

L=Longitud máxima desde la superficie al colector

S=pendiente del terreno

C= coeficiente de escorrentía o de impermeabilidad

L=70 m

S= 4%

C= 0.80

Formulas

$$1. T_c = \frac{0.707*(1.1-c)*l^{0.5}}{s^{1/3}} \quad (\text{federal aviation administration})$$

$$2. T_c = 1.44 \left(\frac{l*m}{s^{1/2}} \right) \quad (\text{formula de Kerby})$$

m => puede ser determinado a partir del tipo de superficie con base en los valores de la siguiente tabla:

Cuadro 5. Tipos de superficie

TIPO DE SUPERFICIE	M
Impermeable	0.02
Suelo si cobertura , compacto y liso	0.10
Suelo sin cobertura, ligeramente rugoso	0.20
Pastos	0.30
Terrenos arborizados	0.70
Pastos densos	0.80

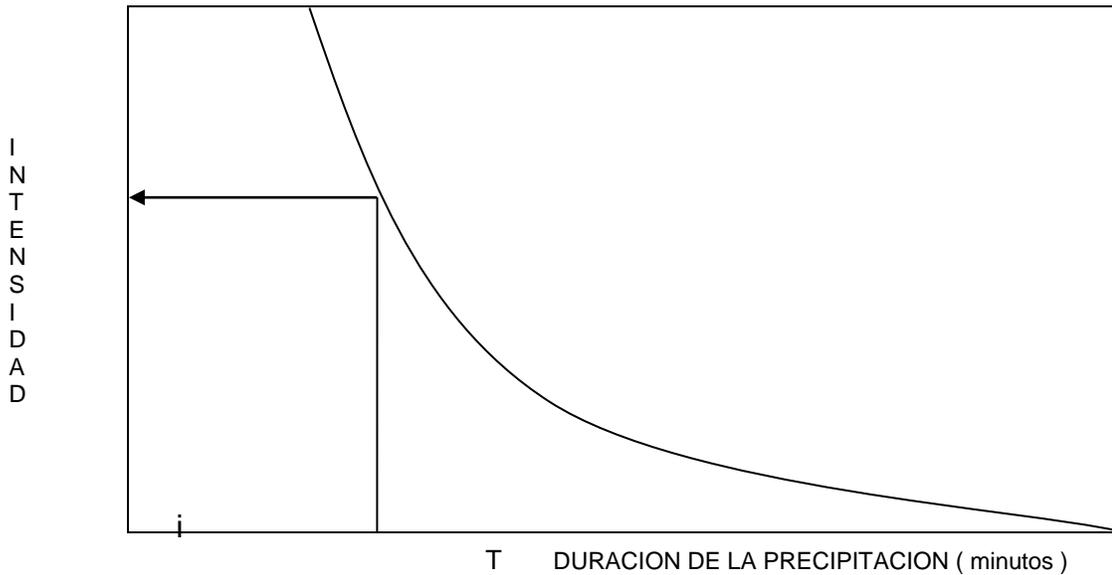
$$T_{C1} = \frac{0.707*(1.1-0.80)*70^{0.5}}{0.04^{1/3}} = 5.18 \text{ min.}$$

$$T_c = 1.44 \left(\frac{70 \cdot 0.04}{0.04^{1/2}} \right)^{0.467} = 3.57 \text{ min.}$$

Como los tiempos de concentración obtenidos, son tiempos muy bajos, se opta por tomar un $T_c = 15$ minutos, atendiendo las sugerencias del RASS. También en este proyecto se considera suficiente tomar una frecuencia de 3 años.

Ahora con el $T_c = 15$ minutos y la frecuencia de 3 años se entra al gráfico anexo al presente trabajo y se obtiene el valor de la intensidad.

Figura 5.



$$i = 260 \text{ litros/ha/seg}$$

8.1.7 Estimación del coeficiente “c”

Cuadro 6. Coeficiente c

TIPOS DE SUPERFICIE	c
Techos impermeables	0.70-0.95
Pavimento de asfalto en buen estado	0.85-0.90
Pavimentos de piedra o ladrillo con uniones impermeables	0.75-0.85

Los mismos pavimentos con uniones sin cimentar	0.50-0.70
Carreteras o calzadas de macadam	0.25-0.60
Caminos y pastos en grava	0.15-0.30
Superficies sin pavimentar, lotes vacios	0.10-0.30
Parques, jardines y praderas, según pendientes y características	0.05-0.25
Terrenos boscosos, según pendientes y características	0.10-0.20

Tomado del libro "Diseño de acueductos y alcantarillado"

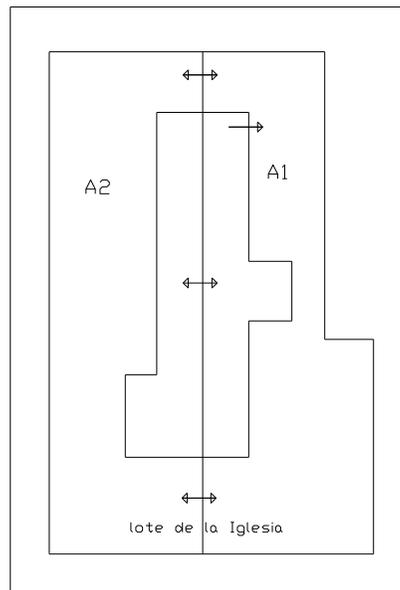
El coeficiente, C, elegido es:

$$C = 0.80$$

8.1.8. Calculo del área.

En el grafico siguiente, se muestra el sentido de escurrimiento del agua, con la cual se definen las áreas drenantes: A1 y A2.

Figura 6.



Por la forma del lote y el de la Iglesia, se tomaran como iguales las magnitudes del área A1 y del A2.

$$Q = C * I * A1$$

$$A1 \cong 0.10 \text{ Ha}$$

$$Q = 0.80 * 260 * A1$$

$$Q = 20.8 \text{ L/s} = 0.021 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.1.9. Calculo del diámetro del colector.

Aplicando las ecuaciones de manning para conductos cerrados, se tiene:

V=velocidad del agua (m/s)

$$1) \quad V = 0.034 * \frac{D^{2/3} * P^{1/2}}{N} \quad V \text{ [m/s]}$$

Q=caudal (l/s)

$$2) \quad Q = 0.0173756 * \frac{D^{8/3} * P^{1/2}}{N} \quad Q \text{ [L/s]}$$

D= diámetro (pulgadas)

P= pendiente (tanto por uno)

N= coeficiente de rugosidad

Cuadro 7. Coeficientes de rugosidad

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	
MATERIAL	N
Tubería PVC	0.009
Tubería asbesto cemento	0.012
Tubería concreto reforzado	0.013
Tubería prefabricado	

De la ecuación de caudal (2), utilizando una tubería de PVC (N= 0.009) y una pendiente del 4% (0.04 m/m), se tiene que:

D= 5.08 pg.

Diámetro comercial =6 pg.

8.1.10. Chequeo de la fuerza tractiva (f) para el colector de 6 pulgadas de diámetro.

La capacidad de auto-limpieza de una tubería de alcantarillado, garantiza el arrastre de partículas en suspensión y depende de la fuerza cortante que la corriente de agua ejerza sobre las paredes interiores de la tubería donde se pueda presentar sedimentación.

Según el RAS, para un alcantarillado pluvial, esta fuerza debe ser como mínimo de 0.30 Kg/m²

$$F=\delta \cdot R \cdot S$$

F=fuerza tractiva (Kg/m²)

δ = peso especifico del agua (Kg/m³)

R=radio hidráulico (m)

S=pendiente (m/m)

$$R=D/4=(6pg \cdot 0.0254)m/4$$

$$R= 0.0381m$$

$$F=1000 \cdot 0.0381 \cdot 0.02=0.762Kg/m^2 > 0.30 Kg/m^2 \Rightarrow OK$$

8.1.11. Calculo del diámetro del colector de descarga.

$$Q=c \cdot i \cdot A$$

$$A= \text{area total } (A_1+A_2) = 0.20 \text{ Ha}$$

$$Q = 0.80 \cdot 260 \cdot 0.20 = 41.6 \text{ L/s}$$

De la ecuación 2) se tiene que, $D = 6.58 \text{ pg}$.

Diámetro comercial = 8pg.

9. DISEÑO DE LA CUNETETA Y EL SUMIDERO.

El diseño de este tipo de estructuras hidráulicas, se basará en los diseños que se han hecho para carreteras, en el caso de las cunetas, y en la teoría de alcantarillados pluviales, para el diseño de los sumideros.

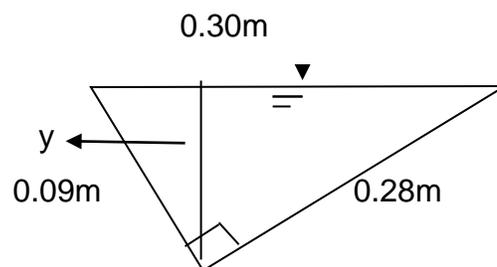
9.1 DISEÑO DE LA CUNETETA.

Los parámetros que se tendrán en cuenta para el diseño, serán los siguientes

- Tipo de revestimiento de la cuneta: hormigón.
- Velocidad admisible=4.50m/s
- Caudal a transportar=20.8L/s \cong 0.021m³/s
- Pendiente media del terreno=4.1%

Forma geométrica de la cuneta (diseño presentado en los planos)

Figura 7.



Y=altura de la lamina de agua

Y =0.085m

$$area = 0.013m^2$$

$$radio_hidraulico = \frac{area_mojada}{perimetro_mojado}$$

$$R = \frac{b * h}{2(b + h)} = 0.035m$$

Aplicando la ecuación de Chezy para flujo libre, tenemos lo siguiente

$$V = C \sqrt{R * S} \text{ [m/s]}$$

V=velocidad media [m/s]

S=pendiente hidráulica [m/m]

R=radio hidráulico

C=coeficiente de velocidad de Chezy [$m^{0.5}/s$]

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

n=coeficiente de rugosidad de Manning

n=(0.013-0.017) (para hormigón)

Reemplazando se tiene:

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

$$S = 4.1\%$$

$$R = 0.035m$$

$$n = 0.013$$

$$V = \frac{1}{0.013} * 0.060^{2/3} * 0.041^{1/2}$$

$$V = 1.66m/s < 4.5m/s \Rightarrow OK$$

$$Q = V * A$$

$$Q = 1.66 \text{ m/s} * 0.013m^2 = 0.022m^3/s > 0.021m^3/s. \text{ OK}$$

9.2. DISEÑO DEL SUMIDERO.

Por facilidad constructiva, se opta por el diseño de un sumidero de reja horizontal y para el cálculo de sus dimensiones, se utilizara la teoría y las expresiones matemáticas utilizadas para el cálculo de orificios:

$Q =$ caudal de captación (m^3/s)

$$Q = K * A_n * \sqrt{2 * g * h}$$

K : coeficiente que depende de la forma de las aristas de la entrada de la rejilla

A_n : área neta de la rejilla (m^2)

Algunos autores recomiendan la siguiente formula, para el cálculo el caudal de entrada al sumidero:

$$Q : K'' * A_n * V$$

V : velocidad de flujo en la rejilla (m/s)

$$V < 0.20 \text{ m/s}$$

Utilizando la segunda expresión, se tiene:

Caudal de diseño: $0.021 \text{ m}^3/s$

K : 0.90 m^2

Eficiencia del sumidero : 60%

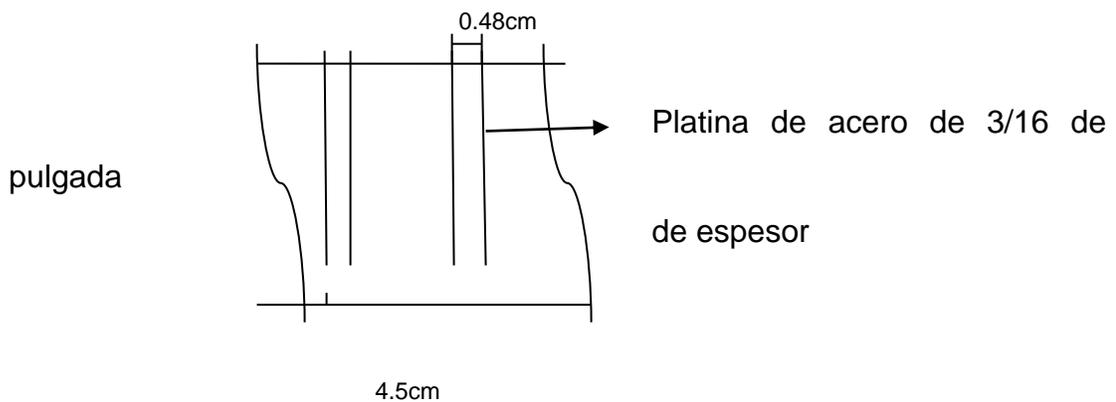
A_n : $0.40 * 0.50 * 0.60 : 0.12 \text{ m}^2$

$$V : \frac{Q}{K * A_n}$$

$$V : 0.19 \text{ m/s} < 0.20 \text{ OK}$$

9.2.1. Rejilla

Figura 8.



10. ELABORACION DEL COSTO TOTAL DEL PROYECTO.

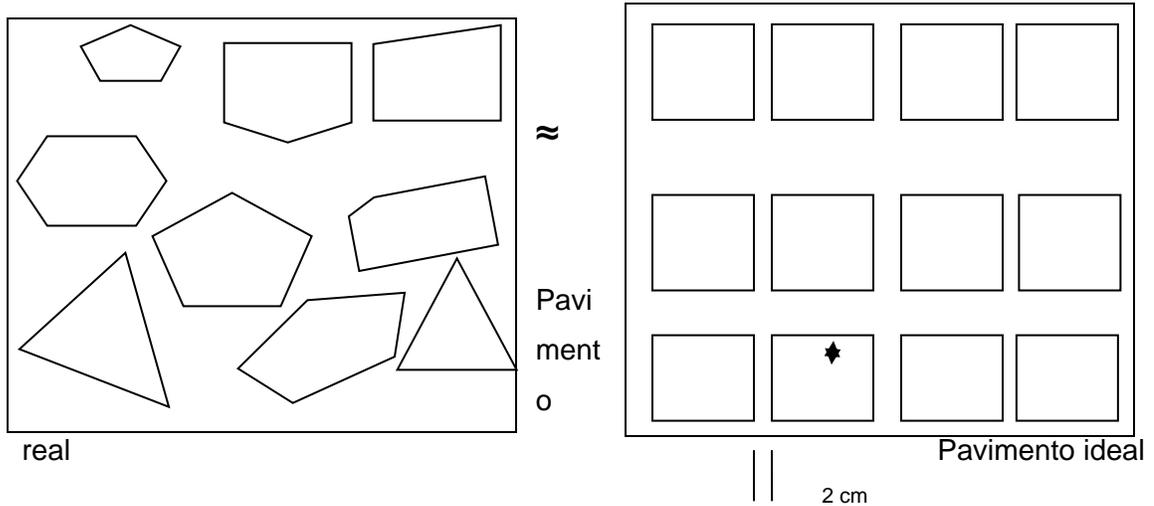
El cálculo del costo total del proyecto se realizará teniendo en cuenta algunos aspectos particulares que se manejan en proyectos comunitarios pequeños como este, entre los que podemos destacar que parte de la mano de obra es aportada por la comunidad, la cual se compromete en este aspecto, desde el inicio hasta la culminación de la obra. Sin embargo, para garantizar la materialización del proyecto una vez se hayan ejecutado los recursos económicos establecidos, se tendrán en cuenta, en el cálculo del presupuesto de la obra, unos incentivos económicos asignados como un jornal, exento de prestaciones sociales, para quienes deciden trabajar directamente en el proyecto.

Otro aspecto importante a tener en cuenta, es lo relacionado con los rendimientos en la actividad de explotación de la piedra laja, para lo cual, al no encontrarse en la literatura información sobre este particular ni tampoco sobre la relación entre el área de pavimento adoquinado construido y el volumen de piedra laja en la fuente, se opta por consultar directamente a los habitantes del sector sobre este tema y se realiza además, una inspección de las pequeñas estructuras adoquinadas construidas en algunas fincas vecinas. Con lo anterior, se hacen las aproximaciones respectivas para estimar estos rendimientos.

Con respecto a la relación entre el volumen de la piedra laja en la fuente y el área del pavimento adoquinado, la aproximación consiste en idealizar el pavimento adoquinado, asumiendo la piedra laja como un adoquín con forma geométrica definida, con una superficie cuadrada de 27 centímetros de lado y un espesor promedio de 2 centímetros, tal como se muestra en la figura.

Las dimensiones anteriores se asumen, después de observar detalladamente varias muestras de piedra laja encontradas en las viviendas del sector.

Figura 9.



real

≈

Pavimento

Pavimento ideal

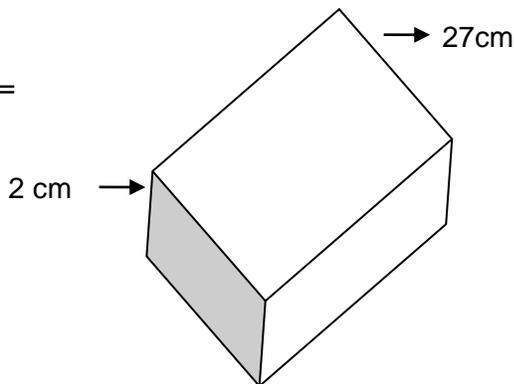
2 cm

Estimaciones previas.

Figura 10.

Geometría del adoquín =

$$0.27 \cdot 0.27 \cdot 0.02$$



V =

$$V = 0.0015 \text{ m}^3$$

$$A = 0.073 \text{ m}^2$$

Asumiendo un desperdicio del 10.0% en la explotación manual de la piedra laja, se calcula el número de unidades que se pueden obtener de 1 m³ de piedra laja en la fuente.

$$1 \text{ m}^3 \times 0.90 = 0.90 \text{ m}^3$$

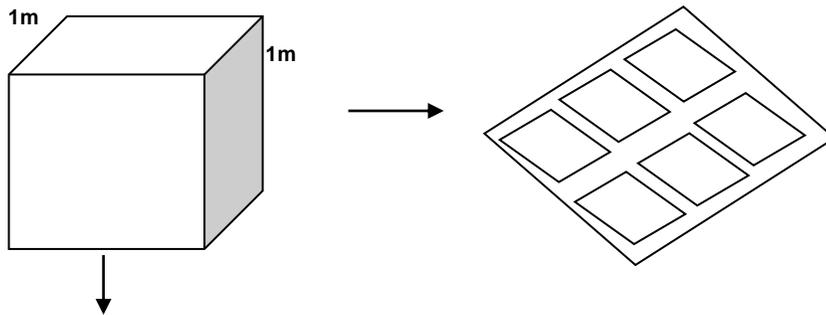
N = número de unidades que se pueden obtener de 1 m³ de piedra laja en la fuente.

$$N = 0.90 / 0.0015 = 600 \text{ unidades}$$

Se estima que para construir 1 m² de pavimento adoquinado, se necesitan 12 unidades de piedra laja, teniendo en cuenta el espaciamiento entre adoquines.

10.1. Calculo de la relación entre 1 m³ de piedra laja en la fuente y los m² de pavimento adoquinado que se pueden construir con este volumen.

Figura 11.



Pavimento adoquinado (m²)

600 unidades → cada unidad aporta un área de 0.073 m²

1 m² pavimento adoquinado → 12 unidades de piedra laja

X → 600 unidades

$$X = 50 \text{ m}^2$$

Con 1m³ de piedra laja, se construyen 50 m² de pavimento adoquinado.

10.2. CONSIDERACIONES ADICIONALES.

1. La piedra laja en la fuente no tiene ningún costo(es una donación).
2. El rendimiento de un trabajador explotando la piedra laja, se asume con base en información de la comunidad que ha trabajado ocasionalmente en esta labor utilizando herramienta manual. Este rendimiento es del orden de 1m³/día.
3. Para el cálculo de la mano de obra, los jornales se asignaran de la siguiente manera:
 - a. 1 ayudante : \$ 18.000 / día
 - b. 1 oficial : \$ 26000 / día
4. Por facilidad en el cálculo del costo del transporte de los materiales, se calculara inicialmente la cantidad total de material necesario para la obra, y luego se harán las cotizaciones respectivas para establecer el costo de acarreo de todo el material.
5. Se asumirá un factor de abundamiento del 30% cuando se explote y se transporte la piedra laja.

10.3. COTIZACIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES.

Haciendo las cotizaciones respectivas sobre el costo del transporte de los materiales hasta la vereda de QUINTANA, se obtuvo un valor promedio de 40,000 pesos por tonelada de material transportado.

En cuanto al transporte en volumen, se obtuvo un costo promedio de 50,000 pesos por metro cubico de material.

El transporte del equipo de compactación manual y de la mezcladora, tiene un costo de llevada de 70,000 pesos, e igualmente, se tiene el mismo valor para la traída.

Cuadros de análisis auxiliares

Cuadro 8. Concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (m^3)

MATERIALES	UN	CANT	V. UNIT	V. TOTAL
CEMENTO	kg	350.00	450	157,500
ARENA	M^3	0.56	87,000	48,720
GRAVA	M^3	0.84	92,000	77,280
AGUA	Lt	180.00	10	1,800

Valor parcia = \$ 285,300

Cuadro 9. Concreto hidráulico $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ (m^3) Para las cunetas

MATERIALES	UN	CANT	V. UNIT	V. TOTAL
CEMENTO	kg	300.00	450	135,000
ARENA	M^3	0.60	87,000	52,200
TRITURADO	M^3	0.84	92,000	77,280
AGUA	Lt	160.00	10	1,600

Valor parcial = \$ 266,080

Cuadro 10. Mortero de pega 1:3 (m^3) Para el pavimento adoquinado

MATERIALES	UN	CANT	V. UNIT	V. TOTAL
CEMENTO	kg	450.0	450	202,500
ARENA	M^3	1.1	87,000	95,700
AGUA	Lt	260.0	10	2,600

Valor parcial = \$ 300,800

NOTA: El valor de los materiales anteriormente calculados, incluyen el costo del transporte.

Área total del lote de la iglesia: 1,984 m²

Área construida: 626 m² (incluye la iglesia, el corredor y la losa que está en la entrada de la puerta de la iglesia.)

Área de pavimento adoquinado: 800 m²

10.4. CANTIDADES DE OBRA.

Cuadro 11. Concreto hidráulico (f'c: 21Mpa)

	c. ciclópeo	unidad	Cantidad	total
Sumideros		0.0676m ³	2 und	0.135m ³
muro de contención	0.62*0.60	0.372m ³	2 ml	0.74m ³
Cerramiento (viga)		0.04 m ³	150	6.0
Cerramiento	0.12*0.60	0.072 m ³	150	10.8

Σ:16.80m³

Cuadro 12. Concreto hidráulico (f'c: 17.5Mpa)

Cunetas		0.021m ³ /ml	105 ml	2.20 m ³
---------	--	-------------------------	--------	---------------------

Cuadro 13. Motero de pega 1:3

	M3/M2	cantidad	Total
Pavimento adoquinado	0.02	800 m2	16 m3
Corredor y losa			

Cuadro 14. Acero fy: 420 Mpa.

Obra	Acero	cantidad	total	Acero negro
Sumidero	3.8 kg/und	2.0 und	7.6 kg	0.76 kg/ml
cerramiento	4.8 kg/ml	125 ml	600 kg	60.0 kg/ml
			Σ:607.6 kg	Σ:60.76 kg

10.5 Resumen de resultados.

Cemento: 281 sacos

Arena: 28 m³

Grava: 17 m³

Acero fy: 420Mpa: #3 :339.8 kg

#2 : 225 kg

Acero negro: 56.48 kg

10.6. COSTOS DE LAS ACTIVIDADES

PAVIMENTO ADOQUINADO					
ITEM: EXPLOTACION DE LA PIEDRA LAJA				UNIDAD	M ³
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CNTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL	
Piedra laja			0.0	0.0	
			desperdicio(10 %)	0.0	
			subtotal	0.0	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL	JORNAL \$/ DIA	REND. m ³ / día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 3	18000	54,000	12	4,500	4,500
					Subtotal : \$ 4,,500
EQUIPO					
DESCRIPCION	TARIFA \$/dia	RENDIMIENTO M3/DIA	V. UNITARIO	V. TOTAL	
Herramienta menor			225	225	
Volqueta	70,000	12	5,833	5,833	
					Subtotal : \$ 6,058
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 10,558

PAVIMENTO ADOQUINADO

ITEM: RETIRO DE LA CAPA VEGETAL	UNIDAD	M ³
---------------------------------	--------	----------------

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CNTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
				0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/ DIA	REND. m ³ /día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 4	72000	90	800	800

Subtotal : \$ 800

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA	V. UNITARIO	V. TOTAL
Herramienta menor		40	40

Subtotal : \$ 40

COSTO DIRECTO TOTAL	\$840
------------------------	-------

PAVIMENTO ADOQUINADO

ITEM: COLOCACION DE LA SUBBASE GRANULAR	UNIDAD	M2
---	--------	----

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CNTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Sub-base granular	M3	0.10	95,000	9500
Agua	Lt	10	10	100
			subtotal	9,600

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/ DIA	REND. M2/día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Oficial	26,000	490	96	96
Ayudantes 2	36,000	490	73	73

Subtotal : \$ 169

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA \$/ DIA	RENDIMIENTO M2/DIA	V. UNITARIO	V. TOTAL
Compactador manual	45000	490	490	490
Herramienta menor			8.50	8.50

Subtotal : \$ 498.5

COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 10,268
---------------------	-----------

PAVIMENTO ADOQUINADO

ITEM: COLOCACION DEL MORTERO Y LA PIEDRA LAJA	UNIDAD	M2
---	--------	----

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CNTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Mortero 1:3	M3	0,02	300,800	6,016
Piedra laja	M2	1.0	0.0	
			Subtotal	6,016
			Desperdicio	300.8

Subtotal : \$ 6,316.80

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/ DIA	PREST.%	J. TOT.	REND. M2/día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Oficial 1	26000	80		90	520	520
Ayudantes 4	18000		72000	90	800	800

Subtotal : \$ 1,320

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA \$/dia	RENDIMIENTO m2/dia	V. UNITARIO	V. TOTAL
Mezcladora	40000	90	444.40	444.40
Herramienta menor			66	66

Subtotal : \$ 510.4

COSTO DIRECTO	\$ 8,147.20
COSTO TOTAL	

PAVIMENTO ADOQUINADO

ITEM: ADECUACION DE LA SUBRASANTE	UNIDAD	M2
-----------------------------------	--------	----

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
				0.0

Subtotal : \$ 0.0

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/ DIA	J. TOT.	REND. M2/ día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 3	18000	54000	560	96.40	96.40

Subtotal : \$ 96.40

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA \$/dia	RENDIMIENTO m2/dia	V. UNITARIO	V. TOTAL
Compactador manual	45000	560	80.35	80.35
Herramienta menor			5.0	5.0

Subtotal : \$ 85.35

COSTO TOTAL	DIRECTO	\$ 181.75
-------------	---------	-----------

PAVIMENTO ADOQUINADO

ITEM: MURO EN CONCRETO CICLOPEO	UNIDAD	ML
---------------------------------	--------	----

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CNTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Concreto ciclópeo	M3	0.62	230,980	143,207
Formaleta			60,000	60,000
			Desperdicio	7,160

Subtotal : \$ 210,367

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/ DIA	PREST.%	J. TOT.	REND. M2/día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Oficial 1	26,000	80		90	520	520
Ayudantes 4	18,000		72000	90	800	800

Subtotal : \$ 1,320

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA \$/dia	RENDIMIENTO m2/dia	V. UNITARIO	V. TOTAL
Mezcladora	40,000	90	444.40	444.40
Herramienta menor			66	66

Subtotal : \$ 510.4

COSTO DIRECTO	\$ 212,197
TOTAL	

PAVIMENTO ADOQUINADO

ITEM: CONSTRUCCION DE LA CUNETA	UNIDAD	ML
---------------------------------	--------	----

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CNTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Concreto 17.5 Mpa	M3	0.021	266,080	5,587.7
			Desperdicio	279.40

Subtotal : \$ 5,867.08

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/ DIA	PREST.%	J. TOT.	REND. M2/día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Oficial 1	26000	80		90	520	520
Ayudantes 4	18000		72000	90	800	800

Subtotal : \$ 1,320

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA \$/dia	RENDIMIENTO m2/dia	V. UNITARIO	V. TOTAL
Mezcladora	40000	90	444.40	444.40
Herramienta menor			66	66

Subtotal : \$ 510.4

COSTO DIRECTO	\$ 7,697.48
TOTAL	

PAVIMENTO ADOQUINADO

ITEM: CONSTRUCCION DEL CERRAMIENTO	UNIDAD	ML
------------------------------------	--------	----

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CNTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Concreto	M3	0.04	285,300	11,412
Concreto ciclópeo	M3	0.12	230,980	27,717.60
Acero	Kg	4.8	2,150	10,320
Acero negro	kg	0.48	2,900	1,392
Malla metálica	MI	1.0	13,000	13,000
Tubo (1cada 2,5 m.)	und	0.4	38,000	15,200
			Desperdicio	2,542

Subtotal : 81,583.6

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/ DIA	PREST.%	J. TOT.	REND. MI /día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Oficial 1	26,000	80	46,800	4	11,700	11,700
Ayudantes 3	18,000		54,000	4	13,500	13,500

Subtotal : \$ 25200

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA \$/día	RENDIMIENTO ml/día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Mezcladora	40000	4	10,000	10,000
Herramienta menor			1,260	1,260

Subtotal : \$ 510.4

COSTO DIRECTO	\$ 107,294
TOTAL	

PAVIMENTO ADOQUINADO

ITEM: CONSTRUCCIÓN DEL SUMIDERO	UNIDAD	UND
---------------------------------	--------	-----

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CNTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Concreto	M3	0.0676	285,300	19,286
Acero	kg	3.8	2,150	8,170
Acero	kg	0.38	2,900	1,102
Formaleta			20,000	20,000
			desperdicio	1,428

Subtotal :\$ 49,986

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/ DIA	PREST.%	J. TOT.	REND. UND/día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Oficial 1	26,000	80	46,800	2	23,400	23,400
Ayudantes 3	18,000		54,000	2	27,000	27,000

Subtotal : \$ 50,400

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA \$/dia	RENDIMIENTO UND/día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Mezcladora	40,000	2	20,000	20,000
Herramienta menor			1,260	1,260

Subtotal : \$21,260

COSTO DIRECTO	\$	21,646
TOTAL		

PAVIMENTO ADOQUINADO

ITEM: INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA PARA LOS UMIDEROS	UNIDAD	ML
---	--------	----

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CNTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Tubo PVC de 6 plg	ml	1	23,167	23,167
Tubo PVC de 8 plg	ml	1	31,667	31,667

Subtotal : \$54,834

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/ DIA	PREST.%	J. TOT.	REND. MI /día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 3	18,000		54,000	15	3,600	3,600

Subtotal : \$ 3,600

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA \$/dia	RENDIMIENTO ml/dia	V. UNITARIO	V. TOTAL
Herramienta menor			180	180

Subtotal : \$ 180

COSTO DIRECTO	\$ 58,614
TOTAL	

Cuadro 15. Calculo del costo total

ITEM	UNIDAD	V. UNIT	CANTIDAD	V. TOTAL
Explotación de la piedra laja	M3	10,558.00	16	168,928
Adecuación de la sub-rasante	M2	181.75	90	16,357
Retiro de la capa vegetal	M3	840.00	100	84,000
Colocación de la sub-base	M2	18,268.00	800	14,614,400
Colocación del mortero y p. laja	M2	8,147.20	800	6,517,760
Muro en concreto ciclópeo	MI	212,197.00	2	424,394
Construcción de la cuneta	MI	7,697.48	105	808,235
Construcción del sumidero	Und	121,646.00	2	243,292
Colocación de la tubería	MI	58,614.00	30	1,758,420
Cerramiento	MI	107,294.00	150	16,094,100
Transporte de equipo		70,000.00	2	140,000

Σ:\$40,869,886

COSTO TOTAL DE LA OBRA

\$ 40, 869,886

11. CONCLUSIONES

Del trabajo con la comunidad de Quintana, se obtienen las siguientes conclusiones:

1. Los conocimientos recibidos durante la formación académica en la UNIVERSIDAD DEL CAUCA fueron complementados gracias a los aportes y sugerencias recibidas de los docentes universitarios, cuando estos fueron consultados durante el desarrollo de la práctica social y con lo cual se esperaba encontrar la solución más viable ante los inconvenientes surgidos en el trabajo de campo, analizando cada una de las posibles soluciones desde diferentes puntos de vista.
2. El trabajo con la gente del común, contribuyó en el fortalecimiento de las habilidades para la comunicación y las relaciones interpersonales entre estudiantes y comunidad, siendo esta muy importante, pues todo éxito profesional se basa en el establecimiento de una relación directa con la sociedad.
3. El planteamiento de un proyecto obliga a su autor, a correlacionar todos los conocimientos teóricos recibidos separadamente durante la formación académica, para que se pueda responder de una manera satisfactoria a los requerimientos y necesidades de la comunidad para la cual se trabaja. Con lo anterior la capacidad de análisis se fortalece ampliamente y se convierte en una fuente de experiencia para los estudiantes universitarios que opten por esta modalidad de trabajo de grado, creándose las bases para el desarrollo de futuros proyectos, ya en el ejercicio profesional como tal.

4. Durante el trabajo de campo, se presentaron múltiples inconvenientes debido a las condiciones climáticas y geográficas de la comunidad de Quintana, obligando a trazar estrategias que pudieran salvar estos inconvenientes recurriendo a la búsqueda de alternativas concertadas entre estudiantes y comunidad con lo cual se generó un nivel de confianza entre las partes que finalmente se reflejó en el logro de los objetivos planteados al inicio del trabajo.

5. La colaboración de los líderes y de la comunidad en general de la vereda de Quintana, fue fundamental para el desarrollo del trabajo, siendo un ejemplo de unión para otras comunidades que igualmente presentan necesidades que son factibles de solucionar por iniciativa propia mediante la organización y planeación de sus propios proyectos. Esta experiencia crea una conciencia social, sobre las dificultades a las que se ven enfrentadas las comunidades de escasos recursos económicos y puede, hacia un futuro, ya en el ejercicio profesional de los actuales estudiantes, plantear soluciones a estos problemas involucrando directamente, en la solución, a la comunidad.

12. RECOMENDACIONES

- Por la inviabilidad económica de construir un muro en uno de los lados de la zona verde, se recomienda utilizar pilotes de madera de la zona, inmunizada o tratada para reducir gastos.
- Reducir la pendiente del sitio donde van a ir los pilotes de madera para mejorar el aspecto visual.
- En la zona de pavimento adoquinado se ubicaran pequeñas zonas verdes para la ornamentación de la iglesia.
- El pavimento adoquinado es solo para uso peatonal.

BIBLIOGRAFIA

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS.
Obras de drenaje y protección. Quinta edición, 2006. #p.

H. NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto. Bogota, 1994, 770p.

LEMOS, Rodrigo A. Drenaje vial, superficial y subterráneo. Popayán:
Universidad de Cauca. 450p.

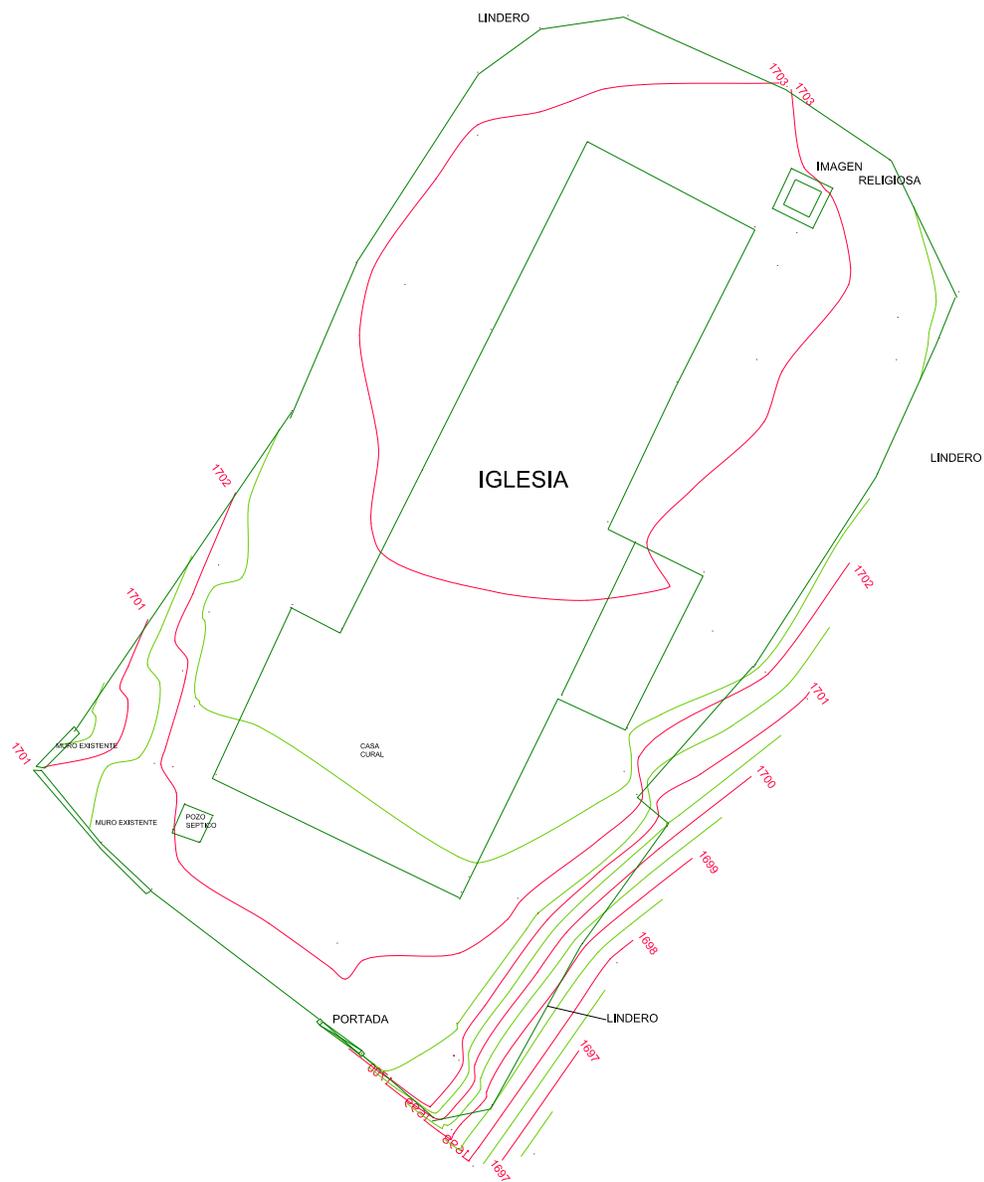
LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y
alcantarillados. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995, 470p.

RIVERA LOPEZ, Gerardo Antonio. Concreto simple. Popayán: Universidad
del Cauca, 1992. #p.

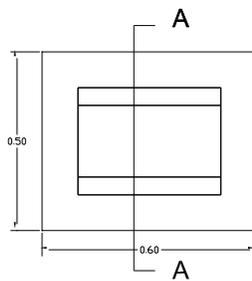
H. HUANG, Yang. Pavement Analysis and Design. Kentucky: Kentucky
University, 2004, 422p.

www.valledelcauca.gov.co

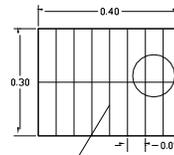
PLANOS ESTRUCTURALES



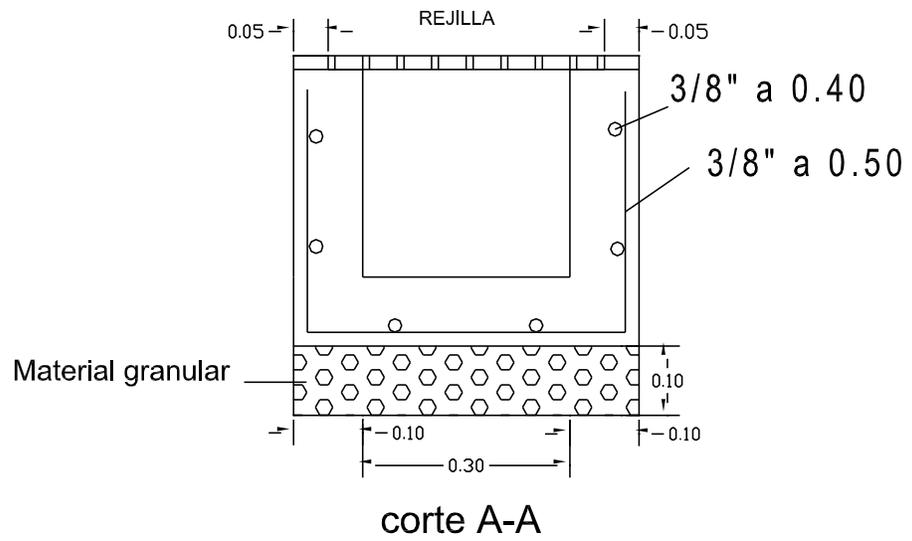
SUMIDERO

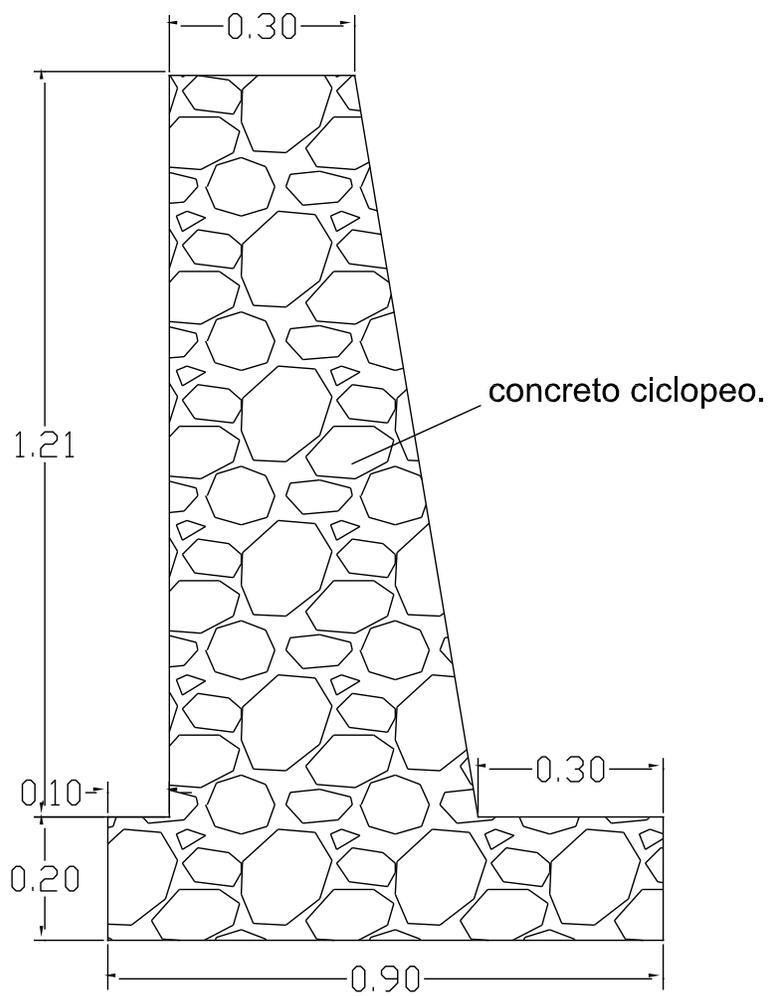


REJILLA

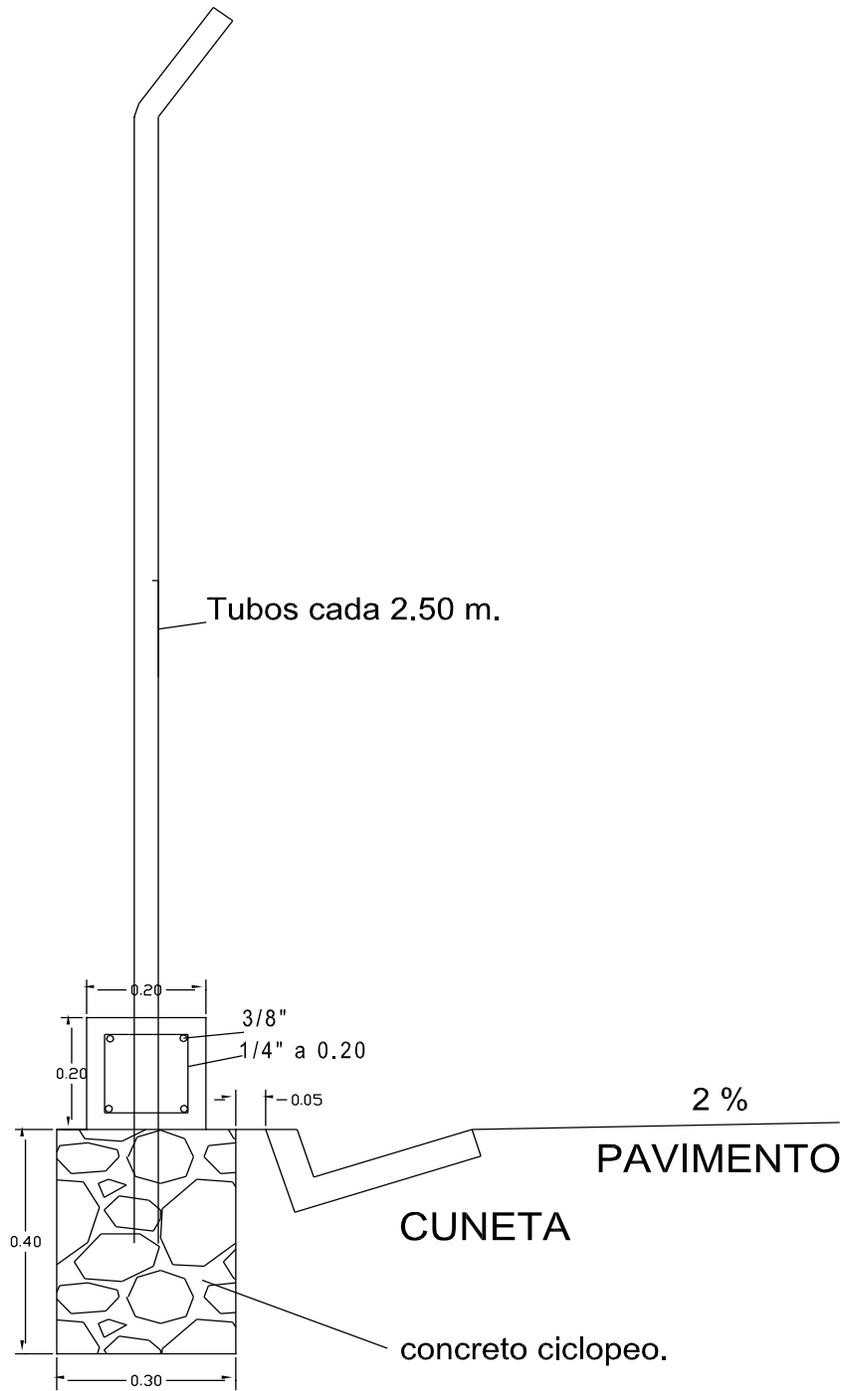


Diametro barros : 3/16 "





MURO DE CONTENCION



CERRAMIENTO

