



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil**

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y DRENAJE CALLE  
PRINCIPAL BARRIO BELLO HORIZONTE, CABECERA  
MUNICIPAL Y DISEÑO DE ESCUELA, CASERÍO BUENOS  
AIRES, ALDEA EL NARANJO, MUNICIPIO DE ATESCATEMPA,  
JUTIAPA**

**LUIS FERNANDO FLORES Y FLORES**

**Asesorado por: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

**Guatemala, septiembre de 2005**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y DRENAJE CALLE PRINCIPAL BARRIO BELLO HORIZONTE, CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE ESCUELA, CASERÍO BUENOS AIRES, ALDEA EL NARANJO, MUNICIPIO DE ATESCATEMPA, JUTIAPA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS FERNANDO FLORES Y FLORES**

**ASESORADO POR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazmínda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y DRENAJE CALLE PRINCIPAL BARRIO BELLO HORIZONTE, CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE ESCUELA, CASERÍO BUENOS AIRES, ALDEA EL NARANJO, MUNICIPIO DE ATESCATEMPA, JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 4 de marzo de 2005.

---

Luis Fernando Flores y Flores

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A:**

- Mis padres: Cristóbal Antonio Flores Florián y Clemen Angélica Flores Ríos por el apoyo, esfuerzo, comprensión y cariño.
- Mis hermanos: Miguel Antonio, Mario David, Eduardo Enrique y Alan Cristóbal, por el apoyo que siempre me han brindado.
- Mis tíos: María Concepción, Elsa Rosa, Urit, Miguel Ángel, Rogelio Ranulfo, José Humberto y Santos, por su apoyo.
- Mis abuelos: Rogelio Flores, Maria Laura Florián, y José Reyes Flores, Vitalina Ríos.
- Mis primos: Brenda, Claudia, Mildred, Ronald, Roni, Marvin, Miguel, Alex, Gustavo y Jaime Rojas, por su apoyo incondicional.
- Mis amigos: con afecto por la comprensión que siempre me brindaron.
- La Facultad de Ingeniería: con gratitud por la formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios: por brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta.
- Mis Padres: por el arduo trabajo realizado con el fin de proporcionarme el recurso para alcanzar mis metas.
- Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga: por brindarme su asesoría y apoyo incondicional.
- Familia Rojas Gutiérrez: por sus consejos y apoyo.
- Alcalde Municipal de Atescatempa: P.C. Santiago Martínez por permitirme realizar en dicha municipalidad mi E.P.S.
- Mis amigos de la O.M.P.: por sus consejos y apoyo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

### **1. ASPECTOS MONOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO DE ATESCATEMPA, JUTIAPA**

1.1	Localización geográfica	1
1.2	Vías de acceso	3
1.3	Servicios públicos	3
1.4	Tipo de vivienda	3
1.5	Actividad económica	3
1.6	Composición de la población	4
1.7	Aspectos topográficos	4
1.8	Clima	4

### **2. DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO**

2.1	Descripción del proyecto a desarrollar	5
2.2	Topografía	5

2.2.1	Planimetría	5
2.2.2	Altimetría	6
2.3	Período de diseño	6
2.4	Población a servir	6
2.5	Dotación	7
2.6	Cálculo de caudales	7
2.6.1	Densidad de población	7
2.6.2	Factor de retorno al sistema	8
2.6.3	Factor de Harmond	8
2.6.4	Relación de diámetros y caudales	8
2.6.5	Caudal domestico	9
2.6.6	Caudal de infiltración	9
2.6.7	Caudal de conexiones ilícitas	10
2.6.8	Factor de caudal medio	10
2.6.9	Caudal de diseño	11
2.7	Velocidades máximas y mínimas	11
2.8	Pendientes máximas y mínimas	11
2.9	Cotas invert	12
2.10	Diámetros de tubería	12
2.11	Pozos de visita	13
2.12	Profundidad de tuberías	13
2.13	Diseño hidráulico	14
2.14	Impacto ambiental del proyecto	15
2.15	Presupuesto construcción del drenaje sanitario	20

### **3. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO**

3.1	Período de diseño	23
3.2	Ensayos de laboratorio de suelos	23



3.2.1	Granulometría	23
3.2.2	Límites de Atterberg	23
3.2.2.1	Límite líquido	23
3.2.2.2	Límite plástico	24
3.2.2.3	Índice plástico	24
3.2.3	Ensayo de compactación	25
3.2.4	Ensayo CBR	25
3.2.5	Análisis de resultados	26
3.3	Rasante	26
3.4	Elementos estructurales del pavimento	27
3.5	Diseño de pavimento rígido	28
3.5.1	Modulo de ruptura	29
3.5.2	Soporte de la subrasante	29
3.6	Calculo de pavimento rígido	30
3.7	Presupuesto de construcción pavimento rígido	34

#### **4. DISEÑO DE ESCUELA**

4.1	Población a servir	37
4.2	Determinación de las áreas de los distintos ambientes	37
4.2.1	Aulas	37
4.2.2	Dirección	38
4.2.3	Letrinas	39
4.3	Características del suelo	39
4.4	Tipo de estructura a diseñar	40
4.5	Cargas	40
4.4.1	Carga viva	40
4.5.2	Carga muerta	40
4.5.3	Carga de sismo	41

4.6	Diseño de techos	41
4.7	Diseño de viga central	43
4.8	Diseño de muros	46
4.9	Diseño de cimientos	50
4.10	Presupuesto de construcción de la escuela	53
CONCLUSIONES		63
RECOMENDACIONES		65
BIBLIOGRAFÍA		67
ANEXOS		69

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### Figuras

1. Ubicación del municipio de Atescatempa	1
2. Distribución de aldeas y caseríos de Atescatempa	2
3. Diagrama de carga distribuida	42
4. Diagrama de momento	42
5. Diagrama de cargas de techos	44
6. Diagrama de corte	44
7. Diagrama de momentos	45
8. Ensayo de análisis granulométrico	75
9. Ensayo de razón soporte California	76
10. Ensayo de límites de Atterberg	77
11. Ensayo de compactación	78
12. Relaciones aproximadas entre el tipo de suelo, el C.B.R. y K	79
13. Planta y perfil drenaje	88
14. Detalle de pozos de visita	89
15. Planta y sección pavimento	90
16. Perfil pavimento y drenajes transversales	91
17. Planta acotada y muebles	92
18. Cimentación y agua potable	93
19. Instalación eléctrica y fuerza	94
20. Techos y letrinas	95
21. Elevaciones	96
22. Detalles estructurales	97

## Tablas

I. Diámetros mínimos de pozos de visita	13
II. Tipos de suelo de la subrasante y valores aproximados de K	30
III. Categorías de carga por eje	31
IV. TPDC permisible.	33
V. Superficie mínima por alumno	37
VI. Capacidad soporte del suelo	39
VII. Refuerzo mínimo vertical	47
VIII. Separación máxima de refuerzo vertical	47
IX. Acero de refuerzo mínimo para soleras	49
X. Libreta topográfica calle principal Bello Horizonte	70
XI. Valores de velocidad y caudal. Tuberías de P.V.C.	73
XII. Elementos hidráulicos de una alcantarilla	80
XIII. Cálculo hidráulico drenaje sanitario	84
XIV. Propiedades de vigas metálicas perfiles C	87

## LISTA DE SÍMBOLOS

$A_s$  = área de acero

$A_{sH}$  = área de acero horizontal

$A_{stemp}$  = área de acero por temperatura

$A_{sV}$  = área de acero vertical

$A_{tributaria}$  = área tributaria

$b$  = base de elemento

cm = centímetro

CM = carga muerta

CV = carga viva

$C_{viento}$  = carga de viento

$C_{viva}$  = carga viva

$d$  = peralte efectivo

$F_{qm}$  = factor de caudal medio

$f_y$  = resistencia máxima del acero

$f'_c$  = resistencia máxima del concreto

$H$  = altura

hab.= habitantes

kg = kilogramos

$L$  = longitud

lb = libras

$L_t$  = litros

m = metros

$M$  = momento

$M_{act}$  = momento actuante

mm = milímetros

$P_{block}$  = carga block

$P_{\text{concreto}}$  = carga concreto  
 $P_{\text{diseño}}$  = presión de diseño  
 $P_{\text{lamina}}$  = carga lámina  
 $P_{\text{sop}}$  = capacidad soporte del suelo  
 $P_T$  = carga total  
 $P_t$  = carga última  
 $P_{\text{TCM}}$  = peso total carga muerta  
 $P_{\text{techo}}$  = carga techo  
 $q$  = caudal de diseño  
 $Q$  = caudal  
 $qq$  = quintales  
 $R_1$  = reacción 1  
 $R_2$  = reacción 2  
 $S$  = pendiente del terreno  
 $W$  = carga uniformemente distribuida  
 $W_{\text{lamina}}$  = carga distribuida lámina  
 $W_{\text{viento}}$  = carga viento  
 $W_{\text{viva}}$  = carga viva  
 $t$  = espesor del muro  
 $\phi$  = diámetro  
 $\ell_H$  = porcentaje de acero horizontal  
 $\ell_V$  = porcentaje de acero vertical  
 $\%$  = porcentaje

## GLOSARIO

Aguas negras	En general, se llama, así, a las aguas de desechos provenientes de usos domésticos e industriales.
Área tributaria	Área de losa que distribuye carga sobre una viga.
Carga	Esfuerzo aplicado a un elemento por un cuerpo.
Carga última	Es la suma de cargas vivas y cargas muertas, afectadas previamente por un coeficiente de seguridad.
Cargas vivas	Estas varían mucho. El peso de los ocupantes, vehículos, las fuerzas producidas por el viento, sismos son ejemplos de cargas vivas. Las magnitudes de éstas cargas no se conocen con precisión y los valores de diseño dependen del uso que va a darse a la estructura.
Cargas muertas	Incluyen el peso de todos los componentes permanentes de una estructura, como vigas, losas, paredes, techos y otros.
Carga distribuida	Son las que actúan en un área de una superficie.
Colector	Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas indeseables de la población al lugar de descarga.

Concreto	Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, arena pedrín y agua.
Concreto reforzado	Es la combinación de concreto simple con barras de acero.
Contaminación	Efecto nocivo sobre el medio ambiente que afecta a todos los seres vivos
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente.
Compactación	Acción de hacer alcanzar a un material una textura apretada o maciza.
Cota de terreno	Número en los planos topográficos, indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.
Densidad	Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas, en un cuerpo receptor.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.



Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Estribos	Varillas transversales de hierro que resisten los esfuerzos de corte en el alma de la viga.
Flexión	Acción de doblar o doblarse.
Formaleta	Armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se esta ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.
Momento	Fuerza aplicada en un punto a una distancia "X".
Rigidez	Flexibilidad de una barra, su poca flexibilidad nos da un valor máximo de esfuerzo aplicado a la barra.
Pozo de visita	Es una obra accesoria de un sistema de alcantarillado que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione, eficientemente.
Tirante	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.

Solera	Elemento estructural horizontal de concreto que tiene como función conectar monóticamente los elementos estructurales, para dar mayor estabilidad a las estructuras y refuerzo de muros de mampostería.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.

## RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado, se atendieron las necesidades de dos comunidades, siendo éstas el barrio Bello Horizonte y el caserío Buenos Aires, en el municipio de Atescatempa, Jutiapa. La primera comunidad necesita la construcción de un drenaje sanitario para 45 casas y un pavimento rígido, ambos con una longitud de 508.74 metros, la segunda, requiere un edificio escolar, para poder atender a niños de nivel primario.

En el Barrio Bello Horizonte se diseñó la red de drenaje sanitario, así como sus pozos de visita necesarios para su correcto funcionamiento. Para este proyecto se propone la utilización de una tubería de PVC.

Se propusieron siete pozos de visita para el buen funcionamiento del proyecto. El pavimento rígido propuesto será de siete metros de ancho con un espesor de losa de 15 centímetros, bordillos de 15 X 10 centímetros y un bombeo pluvial del 3%.

El Caserío Buenos Aires, el sistema estructural propuesto es de muros de mampostería reforzada por medio de pines que localizará tres aulas, dirección, cocina y una batería de letrinas, ubicados en un terreno perteneciente a la municipalidad. Las cargas consideradas son: viva, muerta y de viento; la primera depende del uso de la estructura, la segunda del material y método constructivo; y, la tercera del viento. En el análisis estructural, se utilizaron los requerimientos mínimos de refuerzo, tanto horizontal como vertical, recomendados, para la República de Guatemala, por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.



## **OBJETIVOS**

1. Diseñar un pavimento para la calle principal Bello Horizonte de la cabecera municipal de Atescatempa.
2. Diseñar un drenaje sanitario para la calle principal Bello Horizonte de la cabecera municipal de Atescatempa.
3. Diseñar una escuela para el caserío Buenos Aires de la Aldea el Naranja, municipio de Atescatempa.
4. Proveer el soporte técnico al proyecto de desarrollo de estas comunidades.



## INTRODUCCIÓN

La comunidad de Atescatempa se ha caracterizado por su aumento habitacional, siendo que una de sus calles es de principal uso porque de ella se realiza el acceso de los municipios de Jerez, Yupiltepeque y a las aldeas circunvecinas de el Rosario, Contepeque y el Jocotillo, pasando en ella buses extraurbanos, camiones de carga que recolectan la producción de café para transportarla a los beneficios de Cuilapa y la ciudad capital de Guatemala, como: transporte liviano, automóviles y microbuses. Calle que es de terracería, es el caso que la misma, por el trato que se le da, se encuentra, completamente, deteriorada a causa de lo copioso del invierno, presentando baches que hacen casi imposible el transporte, por lo tanto la misma, oportunamente, recibe mantenimiento, lo cual no garantiza su durabilidad.

Tomando en cuenta que al transcurrir de la historia de la humanidad se ha visto la necesidad crear conciencia acerca del uso de los recursos del planeta, jugando un papel muy importante la utilización de métodos y sistemas adecuados para la evacuación de los desechos provenientes de viviendas, comercios e industrias, de tal modo que no se dañe y afecte a los habitantes de las poblaciones a servir, como, también, las circunvecinas. La ingeniería sanitaria ha ensayado varios métodos para llevar a cabo la eliminación de los desechos en las poblaciones; el que utiliza el agua como medio de transporte es el mas ventajoso, exceptuando los empleados en ciertos casos particulares.

Por lo anteriormente dicho, se determina la necesidad de implementar un sistema de drenaje sanitario en la calle principal Bello Horizonte, para mejorar las condiciones de vida y saneamiento de los habitantes del lugar y, así, eliminar los malos olores, aguas negras a flor de tierra, enfermedades, contaminación, etc. y contribuir, también, con el medio ambiente.

La comunidad del caserío Buenos Aires de la aldea El Naranjo, de la jurisdicción municipal de Atescatempa, Departamento de Jutiapa, ha venido creciendo, considerablemente, en habitantes y viviendas; y, sus moradores son personas de escasos recursos económicos orientados a la agricultura, teniendo cultivos principales como el maíz y el frijol, en época de mayo y agosto y como cultivo permanente está el café; su población escolar tiene que recurrir a las escuelas más cercanas en donde tienen que caminar mas de 3 kilómetros, lo cual pone en peligro su integridad por lo desolado del camino, por el transitar, muchas veces, llegan tarde al lugar, de hecho, algunos mal alimentados presentan algún grado de desnutrición en virtud de que los alimentos carecen de los nutrientes básicos.

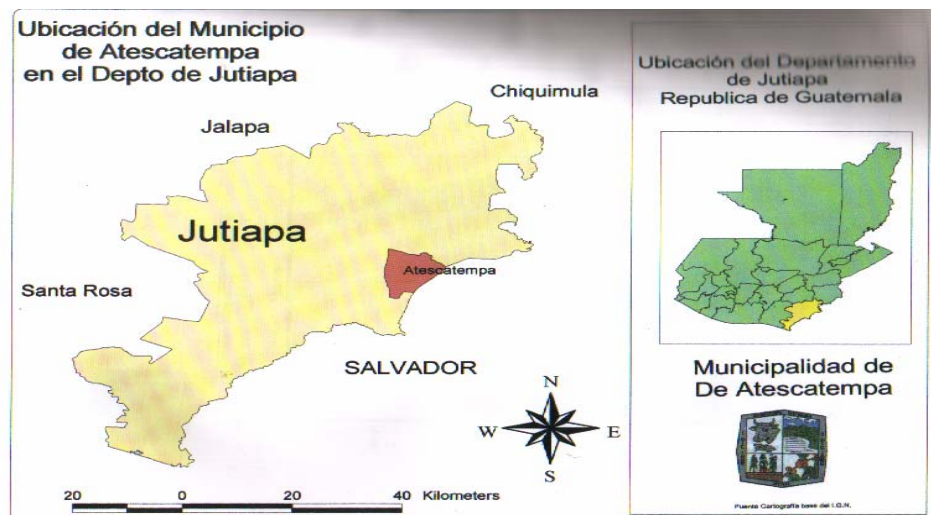


# 1. ASPECTOS MONOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO DE ATESCATEMPA, JUTIAPA

## 1.1 Localización geográfica

Atescatempa es uno de los municipios que conforman el departamento de Jutiapa, está ubicado al oriente del país, sirviendo de límite fronterizo con la República de El Salvador, con las colindancias siguientes: al norte con el municipio de Asunción Mita, al sur con el municipio de Jerez, el este con la República de El Salvador y al oeste con el municipio de Yupiltepeque. Su altitud es de 700 a 2,300 pies sobre el nivel del mar, su latitud es de  $10^{\circ} 14'30''$  y su longitud es de  $89^{\circ}44'28''$ .

**Figura 1. Ubicación del municipio de Atescatempa.**



**Fuente: Municipalidad de Atescatempa. Cartografía base del Instituto Geográfico Nacional.**



## **1.2 Vías de acceso**

1. Se encuentra localizado a una distancia de 174 kilómetros de la ciudad de Guatemala y de la cabecera departamental de Jutiapa a 58 Kilómetros por la carretera interamericana CA-1 hasta la aldea San Cristóbal Frontera, lugar donde se toma la Ruta No. 5 para recorrer ocho kilómetros para llegar a la cabecera municipal de Atescatempa, trayecto en carretera que se encuentra debidamente asfaltado.

## **1.3 Servicios públicos**

Dicha comunidad cuenta con agua potable y energía eléctrica, drenajes, teléfono comunitario y residencial, televisión por cable, sistema bancario, centro de salud y maternidad anexa, correos y telégrafos, clínicas médicas y servicio de transporte colectivo a la ciudad capital.

## **1.4 Tipo de vivienda**

El tipo de vivienda es variado, incluye las viviendas fabricadas con pared de caña y techo de paja, otras con muros de adobe y techo de lámina de zinc, muros de mampostería de block, adobe o ladrillos repellados, con losa de concreto reforzado.

## **1.5 Actividad económica**

La población obtiene sus ingresos económicos en un 60% por medio de la agricultura, un 20% del comercio, un 10% son empleados públicos y un 10% dedicados a la artesanía.

## **1.6 Composición de la población**

La totalidad de la población es no indígena o ladina.

## **1.7 Aspectos topográficos**

La topografía del terreno es inclinada y pedregosa. 39% de suelo tiene relieve semi plano, 27% es pedregoso y el 3% son suelos pesados e impenetrables.

## **1.8 Clima**

El clima es cálido húmedo, con una temperatura promedio anual de 26° C en los meses calurosos y 18° C en los meses más fríos (diciembre-enero), altura promedio sobre el nivel del mar de 620 mts.

Tiene una precipitación pluvial de 1,250 mm anuales, con variaciones en los meses de enero a abril con sequía prolongada. Dado el deterioro causado por el uso de la roza, quema y tala de árboles forestales en la región y un 70% por la ampliación de la frontera agrícola.

## **2. DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO**

### **2.1 Descripción del proyecto a desarrollar**

En el presente trabajo de graduación se desarrollan los proyectos de diseño de drenaje sanitario, pavimentación y escuela. En lo referente a los aspectos relacionados con drenaje sanitario se presenta el diseño hidráulico, colocación de pozos de visita y profundidades de tubería. Asimismo se presentan los aspectos relacionados con pavimentos, se describen los ensayos de laboratorio de suelos y los métodos de diseño de espesores para pavimento rígido. En lo que a diseño de una escuela se refiere se presenta los tipos de carga que actúan, el diseño de techos, muros y cimiento.

### **2.2 Topografía**

#### **2.2.1 Planimetría**

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación.

En la medición de planimetría del proyecto se utilizó el método de conservación del azimut. Que consiste en tomar un azimut inicial referido al norte y fijando éste con una vuelta de campana en la vista atrás se toma la medida hacia la siguiente estación. Se utilizó este método por ser muy exacto.

### **2.2.2 Altimetría**

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarla gráficamente, para que juntamente con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en dos dimensiones. En el presente trabajo la medición altimétrica se realizó por medio de la lectura de hilos con el teodolito. Técnicamente es mejor el nivel de precisión, por ser fabricado para tal fin, pero las mediciones con teodolito son confiables si se maneja correctamente el aparato.

### **2.3 Periodo de diseño**

El período de diseño para un drenaje varía dependiendo, generalmente, de aspectos económicos. Un período de diseño muy largo podría incrementar los costos, a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo. La Municipalidad de Atescatempa adoptó para todos sus proyectos de infraestructura un período de diseño de 20 años, por lo cual en el presente trabajo se utilizó este dato.

### **2.4 Población a servir**

Debido a los datos con que se cuenta para poder estimar la población a servir, se utilizará el método geométrico, el cual por la forma de obtención de estos datos y su facilidad de uso, es el más aconsejable para la estimación de poblaciones futuras para países en vías de desarrollo. Siendo el índice de crecimiento de la población el 3.5%, la población esperada para el año 2025 será:

$$P_F = P_A (1+R)^n$$

Donde:

$P_F$  = población futura

$P_A$  = población último censo

n = período de diseño

R = tasa de crecimiento

Datos

No. de casas = 45

Dotación = 100 Lt/hab/día

$P_A = 45 * 6 = 270$

$P_F = 270(1 + 0.035)^{20} = 537.24 \approx 538$  habitantes

La población esperada será de 538 habitantes.

## 2.5 Dotación

La dotación en todo el municipio es de 100 litros por habitante por día, según el Departamento de Aguas Municipales.

## 2.6 Cálculo de caudales

### 2.6.1 Densidad de población

Ésta se calcula para determinar la población tributaria en cada longitud acumulada.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{No.hab}}{\text{Longitud}} = \frac{538}{508.74} = 1.0575 \text{ hab/m}$$

### 2.6.2 Factor de retorno al sistema

El factor de retorno es el porcentaje de agua, que después de usada, se conduce hacia el drenaje. Se estima que entre el 75% y el 90% de la dotación de agua regresa al alcantarillado, considerando que la población tiene una actividad agrícola se tomó el 85% como factor de retorno al sistema.

### 2.6.3 Factor de Harmond

Es también llamado factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en las horas pico, es decir, en las horas en que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. Su fórmula es:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

FH : Factor de Harmond

P : Población en miles

### 2.6.4 Relación de diámetros y caudales

Para drenaje sanitario la relación entre caudal de diseño y caudal a sección llena ( $q/Q$ ) debe ser menor o igual a 0.75, y la relación entre el tirante y el diámetro del tubo ( $d/D$ ) debe oscilar entre 0.10 y 0.75, esto es porque se



necesita espacio para los gases, producidos por la descomposición de los sólidos en suspensión de las aguas negras, no produzcan presiones extra a la tubería, y tampoco se debe permitir que el tirante baje mucho pues puede ocasionar obstrucciones.

### 2.6.5 Caudal doméstico

El caudal doméstico es la cantidad de agua que se evacua hacia el alcantarillado luego de ser utilizada en las viviendas. Es función directa de la dotación de agua. Se calcula multiplicando el factor de retorno por la dotación y el número de habitantes. En este caso:

$$Q_d = \frac{D_t * F.R. * Hab}{86400 \text{ seg/día}} = \frac{100 * 0.85 * 538}{86400} = 0.5293 \text{ Lt/seg}$$

Siendo:

Q<sub>d</sub>: Caudal de diseño

F.R.: Factor de retorno

D<sub>t</sub>: Dotación

Hab: Número de habitantes

### 2.6.6 Caudal de infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, éste depende de: la permeabilidad de la tubería, la transmisibilidad del suelo, la longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca la tubería.

Pero como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo, generalmente se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar entre 12,000 y 18,000 litros por kilómetro por día.

Para este caso, por ser tubería de P.V.C., no existe caudal de infiltración, dadas las propiedades del material.

### **2.6.7 Caudal de conexiones ilícitas**

En el caso de sistemas de alcantarillado sanitario este caudal lo constituye el agua de lluvia que llega a las tuberías del drenaje como consecuencia de que algunos usuarios conectan sus bajadas de aguas pluviales al sistema. Este caudal es perjudicial para el sistema y debe evitarse para no causar daños posibles o mal funcionamiento del drenaje. Para su estimación se calcula como porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia; también se puede utilizar para su estimación un 10% del caudal domiciliar, o un valor más alto según las áreas donde no exista drenaje pluvial, esto según las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal, de ahora en adelante INFOM, 2001.

### **2.6.8 Factor de caudal medio**

Se considera como la suma de todos los caudales anteriormente descritos, dividido por el número de habitantes a servir, de acuerdo con las normas vigentes en el país, este factor debe ser mayor a 0.002 y menor que 0.005, si por alguna razón el valor calculado estuviere debajo de 0.002 se

adoptará éste; y si por lo contrario el valor calculado estuviere arriba de 0.005 se tomará como valor para el diseño 0.005.

### **2.6.9 Caudal de diseño**

El caudal de diseño será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, cumpliendo con los rangos de velocidad y la relación  $d/D$  establecidas.

### **2.7 Velocidades máximas y mínimas**

La velocidad debe ser mayor de 0.4 m/seg, para evitar obstrucciones, y menor de 3 m/seg, para evitar desgaste, esto es para tubería de P.V.C.

Para encontrar la velocidad a sección llena del tubo, se utiliza los datos que aparecen en la tabla XI.

### **2.8 Pendientes máximas y mínimas**

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la misma del terreno, para evitar sobre costo por excavación excesiva, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. La pendiente mínima es la que permita alcanzar la velocidad mínima admisible, y la máxima es la que permita alcanzar la velocidad máxima admisible para la tubería a utilizar. Generalmente dentro de las viviendas se sugiere utilizar una pendiente mínima del 2%, lo que asegura el arrastre de las excretas.

## **2.9 Cotas invert**

Se denomina cota invert a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería, debe verificarse que la cota invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcular las cotas invert se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos, deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de las cotas invert:

- a) La cota invert de salida de un pozo se coloca al menos tres centímetros más baja que la cota invert de la tubería más baja que llegue al pozo.
- b) Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo es menor que el diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida estará al menos a una altura igual a la diferencia de los diámetros más baja que la cota invert de entrada.

## **2.10 Diámetros de tubería**

En el diseño de alcantarillado es uno de los elementos que hay que calcular, para lo cual se deben seguir ciertas normas, para evitar que la tubería se obstruya. Según las normas del INFOM, se debe utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8", cuando se utilice tubería de concreto y de 6" cuando la tubería sea de P.V.C.; para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de concreto es de 6" y de 4" para P.V.C..

## 2.11 Pozos de visita

Se colocan pozos de visita en cada cambio de dirección, de diámetro y para realizar limpiezas, cuando las distancias sobrepasan los 100 metros. Los pozos de visita son de sección circular, con un diámetro mínimo de 1.20 metros, se permiten caídas mayores a un metro sin un derivador de caudal que funcione como disipador de energía, pues de lo contrario produce caudales máximos que destruyen el sistema. La siguiente tabla muestra los diámetros mínimos de pozos.

**TABLA I. Diámetros mínimos de pozos de visita**

Diámetro de tubería efluente (plg)	Diámetro mínimo del pozo (metros)
8	1.2
10	1.2
12	1.2
14	1.5
16	1.5
18	1.5
20	1.5
24	1.75
30	1.75
36	1.9
40	2
42	2
60	2.5

## 2.12 Profundidad de tuberías

La determinación de la profundidad de la tubería, se hace mediante el cálculo de las cotas invert, en todo caso se debe verificar que la tubería tenga

un recubrimiento adecuado, para no dañarse con el paso de vehículos y peatones o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto pesado. El recubrimiento mínimo es de 1.20 metros para áreas de circulación de vehículos, en algunos casos, puede utilizarse un recubrimiento menor, pero se debe estar seguro sobre el tipo de circulación que habrá en el futuro en esa área.

### 2.13 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico se realiza en una hoja de cálculo, ver Tabla XIII en los anexos, pero a continuación se detalla el procedimiento de cálculo para el tramo entre los pozos 3 y 4.

Datos:

Cota del terreno inicial: 113.220m

Cota del terreno final: 107.861m

Longitud: 80.31m

Factor de caudal medio: 0.002

Cota invert de salida anterior: 111.539m

Datos asumidos:

Pendiente del tubo: 7%

Diámetro del tubo: 6 pulgadas

$$\text{Pendiente natural} = \frac{113.220 - 107.861}{80.31} = 0.667 * 100 = 6.67\%$$

$$\text{Cota invert inicial} = 111.539 - 0.03 = 111.503\text{m}$$

$$\text{Cota invert final} = 111.503 - \left( \frac{7 * 80.31}{100} \right) = 105.8813 \text{ m}$$

$$\text{Altura pozo inicio} = 1.68 + 0.03 = 1.71 \text{ m}$$

$$\text{Altura pozo final} = 107.861 - 105.8813 = 1.98 \text{ m}$$

$$\text{Caudal medio} = 84 * 0.002 = 0.168 \text{ Lt/seg}$$

$$\text{Factor de Harmond} = \frac{18 + \sqrt{84}}{4 + \sqrt{84}} = 4.3415$$

$$\text{Caudal de diseño} = 0.168 * 4.3415 = 0.72937 \text{ Lt/seg}$$

$$\text{Relación } \frac{q}{Q} = \frac{0.72937}{52.6} = 0.013866 \approx 0.013742$$

$$\text{Relación } \frac{v}{V} = 0.353551$$

$$\text{Velocidad relativa} = 0.353551 * 2.96 = 1.047 \text{ m/seg}$$

La velocidad relativa cumple con los rangos, mínimo y máximo, establecidos en las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados INFOM-2001 para tuberías de PVC.

## 2.14 Impacto ambiental del proyecto

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe.

Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como "ambiente".

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

### **IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE PUEDAN CAUSAR IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE Y A QUE PARTE ESTA AFECTANDO.**

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son.

**El agua:** debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, quebradas, ríos, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.



**El suelo:** si impactaran negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo porque habrán movimientos de tierra por el mismo solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenibles.

**El aire:** si no se verifican las fugas de aguas negras rápidamente hay peligro en el ambiente con malos olores.

**Salud:** hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto.

### **Impactos negativos**

Los impactos negativos del proyecto se dan solo en las etapas de construcción y operación del proyecto y la mayoría se da en la fase de construcción los elementos más impactado negativamente son:

- el suelo
- el agua
- las partículas en suspensión.

### **Medidas de mitigación:**

- Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo las que deberán llenarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente, las mismas para evitar; el arrastre de partículas por el viento.

- Deberá de capacitarse al o a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores.
- Capacitar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.



### **Plan de contingencia**

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto.

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, asolvamiento en la comunidad beneficiada y además deben velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo más despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar al (o a los) trabajadores que se encargara de darle mantenimiento al sistema especialmente sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.
- Se debe velar porque los comunitarios no depositen su basura en las aguas negras para evitar obstaculizaciones al sistema.
- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos.

- Capacitar al personal que laborará en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, así se evita la creación de basureros clandestinos.

### **Programa de monitoreo ambiental**

- Supervisar periódicamente, si están siendo ejecutadas las medidas de supervisión y mantenimiento del sistema.
- 
- Monitorear, si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y de salud.
- Monitorear, si están organizada la comunidad de acuerdo en lo propuesto en las medidas o plan de contingencia.

### **Plan de seguridad humana.**

- El personal que trabajará en la ejecución del proyecto debe contar con el equipo adecuado, tal como mascarillas, guantes, overoles, botas, casco, etc., que minimicen los riesgos de accidentes de salud.
- Plan de capacitación al personal que laborará en la ejecución del proyecto sobre aspectos de salud y manejo del sistema, y del equipo a utilizar.
- Mantener en un lugar de fácil acceso un botiquín con medicamentos de primeros auxilios.

## Plan de seguridad ambiental.

● En el análisis de los impactos se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, solamente en la etapa de construcción, pero estos son fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación que se explicaron en el apartado de alternativas de ahí en adelante no se visualizan impactos que dañen el ambiente.

### 2.15 Presupuesto de construcción del drenaje sanitario

PROYECTO: Drenaje sanitario, calle principal Bello Horizonte					
No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>COLECTOR DIÁMETRO 6"</b>	<b>508.93</b>	<b>ml</b>		
1.1	Nivelación	508.93	ml	Q 3.00	Q 1,526.79
1.2	Tubería P.V.C	6.00	Unidad	Q 583.68	Q 3,502.08
1.3	Excavación	494.02	metros3	Q 25.00	Q 12,350.50
1.4	Relleno	419.92	metros3	Q 11.50	Q 4,829.08
1.5	Arena	13.00	metros3	Q 275.00	Q 3,575.00
1.6	Pegamento	1.00	galón	Q 470.00	Q 470.00
1.7	Mano de obra	1.00	global	Q 1,399.56	Q 1,399.56
	<b>TOTAL RENGLÓN</b>				<b>Q 27,653.01</b>
<b>2</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>	<b>7</b>	<b>UNIDAD</b>		
2.1	Ladrillos	8,621.00	unidad	Q 2.10	Q 18,104.10
2.2	Excavación	13.87	metros3	Q 25.00	Q 346.75
2.3	Cemento	141.00	saco	Q 38.00	Q 5,358.00
2.4	Arena	13.50	metros3	Q 125.00	Q 1,687.50
2.5	Hierro#4	7.00	qq	Q 252.00	Q 1,764.00

2.6	Hierro#3	2.50	qq	Q 252.00	Q 630.00
2.7	Hierro#2	2.50	qq	Q 229.00	Q 572.50
2.8	Alambre de amarre	17.00	lb	Q 4.10	Q 69.70
2.9	Mano de obra	1.00	global	Q 3,314.99	Q 3,314.99
<b>TOTAL RENGLÓN</b>					<b>Q 31,847.54</b>
<b>3</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>	<b>501.67</b>	<b>ml</b>		
3.1	Tubería	52.00	unidad	Q 583.68	Q 30,351.36
3.2	Excavación	296.41	metros3	Q 25.00	Q 7,410.30
3.3	Relleno	251.95	metros3	Q 11.50	Q 2,897.43
3.4	Pegamento	1.00	galón	Q 470.00	Q 470.00
3.5	Mano de obra	1.00	global	Q 1,379.59	Q 1,379.59
<b>TOTAL RENGLÓN</b>					<b>Q 42,508.68</b>
				<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q 102,009.23</b>
				<b>COSTO POR METRO LINEAL</b>	<b>Q 200.44</b>

<b>RESUMEN POR RENGLONES</b>				
<b>RENGLÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>TOTAL EN US \$</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>
COLECTOR	508.93ml	Q 27,653.01	\$ 3,711.81	Q 54.34 /ml
POZOS DE VISITA	7.00 u	Q 31,847.54	\$ 4,274.84	Q 4549.65 /u
CONEXIONES DOMICILIARES	501.67ml	Q 42,508.68	\$ 5,705.86	Q 84.73 /ml
<b>TOTAL</b>		<b>Q 102,009.23</b>	<b>\$ 13,692.51</b>	



## **3. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO**

### **3.1 Período de diseño**

Se adoptaran 20 años por las razones expuestas anteriormente.

### **3.2 Ensayos de laboratorio de suelos**

#### **3.2.1 Granulometría**

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen. Los resultados de éste análisis son luego representados en forma gráfica, obteniéndose con ella una curva de distribución granulométrica.

#### **3.2.2 Límites de Atterberg**

##### **3.2.2.1 Límite líquido**

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia de estado líquido al estado plástico. El límite líquido debe determinarse con muestras del suelo que hayan cruzado la malla No. 40, si el espécimen es arcilloso es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores de su límite plástico.

El límite líquido se calcula por medio de la siguiente formula:

$$L.L. = W \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Donde:

L.L. = límite líquido

W = % de humedad

N = número de golpes

Este ensayo fue calculado por el laboratorio, con un valor de 34.8%

### **3.2.2.2 Límite plástico**

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje de su peso secado al horno que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada de diámetro sin romperse.

### **3.2.2.3 Índice plástico**

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende, generalmente de la cantidad de arcilla del suelo. Según ensayos de laboratorio el índice plástico es de 7.2%.

Según Atterberg:

I.P. = 0 entonces, suelo no plástico

I.P. = 7 entonces, suelo tiene baja plasticidad

$7 \leq I.P. \leq 17$  suelo medianamente plástico



Dado que el índice plástico de 7.2 es mayor que 7 y menor de 17 se encuentra clasificado como un suelo medianamente plástico.

### **3.2.3 Ensayo de compactación**

La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado, depende de su contenido de humedad. Al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad) se llama "Contenido óptimo de Humedad" para aquel método de compactación. En general, ésta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

Previamente a la realización de éste ensayo, el material debe ser triturado, secado y pasado por el tamiz No. 4; entendiéndose por triturado únicamente el espolvorear terrones, no así las gravas que hubiere.

El suelo de subrasante del proyecto de pavimentación para la calle del Barrio Bello Horizonte, según ensayos de laboratorio tiene una humedad óptima del 21.2% y una densidad seca óptima de 97.3 lb/pie<sup>3</sup>.

### **3.2.4 Ensayo CBR**

Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno, para lo cual las probetas obtenidas se sumergen completamente en una pila llena de agua. El CBR se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón de piedra triturada de propiedades conocidas.

Los valores de CBR que se utilizan son:

0.1 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 3,000 libras

0.2 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 4,500 libras

El CBR de la muestra es de 24.0% al 95% de compactación.

### **3.2.5 Análisis de resultados**

El suelo presenta las siguientes características:

Clasificación S.C.U: SM

Descripción: Arena limo-arcillosa

L.L.: 34.8%

I.P.: 7.2%

Peso unitario máximo: 97.3 lb/pie<sup>3</sup>

Humedad óptima: 21.2%

CBR: 24.0% al 95% de compactación

El material cumple con los requisitos para una subrasante, dado que su límite líquido no es mayor del 50%, el 95% de compactación requerida se alcanzará con la humedad óptima según el ensayo de proctor modificado y el CBR es mayor del 5%.

### **3.3 Rasante**

Es la representación sobre un plano vertical del eje central de una carretera sobre el cual circulan los vehículos.

Este plano es paralelo a la subrasante y la diferencia entre ellos está determinada por el espesor del pavimento. En la definición de la rasante se calculan las curvas verticales y horizontales.

El trazo del camino actual tiene muy pocas curvas y éstas curvas tienen un radio grande, por lo que no se consideró necesario cambiarlo. Para efectos de dibujo se tomó la topografía, la cual mostró, como puede observarse en los planos, curvas ya definidas tanto en el eje vertical como en el horizontal.

### **3.4 Elementos estructurales del pavimento**

- a. Pavimento. Pavimento es la estructura que descansa sobre la subrasante o terreno de fundación, conformada por las diferentes capas de subbase, base y carpeta de rodadura. Tiene como objetivo distribuir las cargas unitarias del tránsito sobre el suelo para disminuir su esfuerzo, proporcionando una superficie de rodadura suave para los vehículos y que proteja al suelo de los efectos adversos del clima, los cuales afectan su resistencia y durabilidad.
- b. Subrasante. Es la superficie del suelo que sostiene la estructura del pavimento. Su función es servir de soporte para el pavimento después de ser estabilizada, homogenizada y compactada. Dependiendo de sus características puede soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido.
- c. Subbase. Es la capa del pavimento que transmite directamente las cargas a la subrasante, y absorbe las irregularidades de la subrasante para que no afecten las capas superiores.

Es utilizada en pavimentos rígidos, cuando la subrasante no tiene las cualidades deseadas para eliminar ésta capa.

- d. Base granular. Es la capa formada por la combinación de piedras y grava, con arena y suelo en estado natural, clasificados, con trituración parcial para construir una base integrante de un pavimento. Generalmente se requiere de ésta capa un CBR del 80% o más. En pavimentos rígidos no es utilizada ésta capa, pues el concreto rígido puede transmitir, por su misma rigidez, las cargas de forma uniforme en un área mayor.
- e. Capa de rodadura. En pavimentos rígidos está constituida de losas de concreto de cemento portland simple o reforzado, diseñadas de tal manera que soporten las cargas del tránsito. Es necesario que tengan otros elementos, no estructurales, para proteger tanto ésta capa como la anteriores, como juntas de dilatación rellenas con material elastomérico (para impermeabilización), bordillos, cunetas o bien un sistema de alcantarillado pluvial, para el drenaje correcto del agua que pueda acumular en su superficie.

### **3.5 Diseño de pavimento rígido**

Tomando en cuenta el estudio de suelos y otros factores de orden económico, se selecciona el tipo de pavimento rígido, hombros y subbase a utilizar. El espesor del pavimento se determina por lo siguientes factores de diseño:

- a. Resistencia a la flexión del concreto (módulo de ruptura MR).

- b. Resistencia de la subrasante, o combinación de subrasante y subbase (K).
- c. Las cargas, frecuencia y tipo de carga por eje del vehículo que soportará el pavimento.
- d. Periodo de diseño, el cual usualmente es de 20 años.

### **3.5.1 Módulo de ruptura**

Las consideraciones sobre la resistencia a la flexión del concreto son aplicables en el procedimiento de diseño para el criterio de fatiga, el cual controla el agrietamiento del pavimento bajo cargas de camión repetitivas. La flexión de un pavimento de concreto bajo cargas de eje, produce tanto esfuerzo de flexión como de compresión. Sin embargo, la relación de esfuerzos compresivos de resistencia a la compresión es bastante pequeña como para influenciar el diseño del espesor de la losa. Generalmente se utiliza el resultado de éste ensayo a los 28 días. En éste caso se utilizo un MR de 650 PSI.

### **3.5.2 Soporte de la subrasante**

Este valor está definido por el módulo Westergard de reacción de la subrasante. Este es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga. Dado que la prueba de carga de plato es larga y costosa, éste valor, usualmente se calcula por correlación simple, como el CBR o la prueba del valor K. Puesto que las variaciones de éste valor no afectan considerablemente el espesor del pavimento no es necesaria su determinación exacta. La siguiente tabla muestra los valores aproximados de K para cuatro tipos de suelo:

**TABLA II. Tipos de suelo de la subrasante y valores aproximados de K**

Tipos de suelo	Soporte	Rango de valores de K PSI
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 - 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla	Medio	130 - 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos	Alto	180 - 220
Subbases tratadas con cemento	Muy alto	250 - 400

Del estudio de suelos se tiene que el valor de resistencia de la subrasante es alto, por lo que tomando en consideración la tabla anterior se utilizara un valor de 200 PSI.

### **3.6 Cálculo de pavimento rígido**

La Portland Cement Association (en adelante PCA, por sus siglas en inglés) describe de métodos de diseño de pavimentos rígidos, aunque hay más.

- a) Procedimiento de diseño con posibilidades de obtener datos de carga de eje: éste método se utiliza cuando se pueden determinar las cargas de eje que soportará el pavimento.

b) Procedimiento simplificado de diseño: se utiliza cuando no se conoce realmente el tránsito que podría tener y la carga específica que tendrá que soportar por eje, se pueden utilizar las tablas basadas en distribución compuesta de tránsito clasificado en diferentes categorías de carreteras y calles. Se eligió éste método por no constar con datos del tránsito de la carretera en estudio, y su conteo sería demasiado oneroso para la institución a servir. Su uso es como sigue:

1. se define la categoría de la carretera por la siguiente tabla:

**TABLA III. Categorías de cargas por eje**

Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	TPDC		Sencillo	Tandem
			%	por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1 a 3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 a 18	de 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio) supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)  Calles arteriales, carreteras	3000 a 12000 para 2 carriles, 3000 a 5000 para 4 carriles o más 3000 a	8 a 30	de 500 a 5000	30	52

4	primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	20000 para 2 carriles, 3000 a 15000 para 4 carriles o más	8 a 30	de 1500 a 8000	34	60
---	--	---	--------	----------------	----	----

Se escoge la categoría 2, pues es una carretera rural.

2. Se determina el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones (TPDC), no incluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas; siendo un pueblo dedicado exclusivamente a la agricultura el tránsito de camiones podría incrementarse considerablemente al mejorar sus ingresos, que es lo que se espera a partir de la construcción de éste proyecto, pero el tránsito promedio diario de camiones no excederá los 700.
3. Se determina el valor de K (módulo de reacción), que para éste caso es de 200 PSI y el valor de soporte de subbase y subrasante combinados, que para éste caso es de 220 PSI.
4. Se determina el período de diseño que para éste caso será de 20 años.
5. Se determina el módulo de ruptura, el cual será de 650 PSI.
6. Decidir la utilización de hombros o bordillos, a ambos lados de la carretera, para encauzar el agua pluvial a los tragantes y disminuir el espesor de la losa de concreto.



7. Determinar el espesor de la losa de concreto, según la tabla de diseño con los parámetros siguientes: para una vía de categoría 2, con agregados de trave, la tabla a utilizar es la que muestra el TPDC permisible para los espesores de losa indicados, la cual es la siguiente:

**TABLA IV. TPDC permisible. Carga por eje categoría 2. Pavimento con juntas con agregados de trave.**

MR	Espesor de losa	Soporte Subrasante - Subbase				Espesor de losa	Soporte Subrasante - Subbase			
		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
650 PSI	5.5				5	5		3	9	42
	6		4	12	59	5.5	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	490	6	96	380	700	970
	7	80	320	840	1200	6.5	650	1000	1400	2100
	7.5	490	1200	1500		7	1100	1900		
	8	1300	1900							
600 PSI	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	110	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190	750	6	19	84	220	810
	7.5	110	440	1100	2100	6.5	160	520	1400	2100
	8	590	1900			7	1000	1900		
	8.5	1900								
550 PSI	6.5			4	19	5.5			3	17
	7		11	34	150	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	890	6.5	29	120	320	1100
	8	120	470	1200		7	210	770	1900	
	8.5	560	2200			7.5	1100			
	9	2400								

Se busca en el lado derecho, por incluir bordillo, el diseño de losa. El soporte de la subrasante tiene un carácter alto al buscar en el sector correspondiente a un módulo de ruptura de 650 PSI y el valor que contenga el TPDC permisible de 450, el cual es de 6 pulgadas, por facilidad de construcción se dejará de 15 cm de espesor.

Las cizas transversales serán construidas a cada 3.50 metros y la junta longitudinal a cada 3.50 metros, la pendiente de bombeo será de 3%, así como se indica en los planos.

### 3.8 Presupuesto de construcción del pavimento

PROYECTO: Pavimento Rígido, Calle Principal Bello Horizonte					
No.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>CONF. PREP. SUB-RASANTE</b>	<b>3,442.95</b>	<b>m2</b>		
1.1	Patrol	35.00	horas	Q 325.00	Q 11,375.00
1.2	Regadora	5.00	día	Q 800.00	Q 4,000.00
1.3	Vibro compactador	35.00	horas	Q 275.00	Q 9,625.00
1.4	Mano de obra (peones)	10.00	peón	Q 75.00	Q 750.00
	<b>TOTAL REGLÓN</b>				<b>Q 25,750.00</b>
<b>2</b>	<b>SUBBASE</b>	<b>3,442.95</b>	<b>m2</b>		
2.1	Patrol	35.00	horas	Q 325.00	Q 11,375.00
2.2	Regadora	5.00	día	Q 800.00	Q 4,000.00
2.2	Vibro compactador	35.00	metros3	Q 275.00	Q 9,625.00
2.4	Material selecto	344.30	metros3	Q 220.00	Q 75,744.90
2.5	Mano de obra(peones)	10.00	peón	Q 75.00	Q 750.00
	<b>TOTAL REGLÓN</b>				<b>Q 101,494.90</b>
<b>3</b>	<b>CARPETA DE RODADURA</b>	<b>501.67</b>	<b>m3</b>		
3.1	Cemento	4,064.00	saco	Q 38.00	Q 154,432.00
3.2	Arena	261.00	metros3	Q 125.00	Q 32,625.00
3.2	Piedrín de 1/2"	392.00	metros3	Q 180.00	Q 70,560.00
	Costanera	40.00	unidad	Q 180.00	Q 7,200.00

	Colocación de arrastres	453.02	ml	Q 6.50	Q 2,944.63
	Colocación de concreto	501.67	metros3	Q 25.50	Q 12,792.50
	Acabado de superficie	3,442.95	metros2	Q 4.50	Q 15,493.28
	Corte de juntas de dilatación	910.53	ml	Q 3.00	Q 2,731.58
	Sellado de dilatación	910.53	ml	Q 3.00	Q 2,735.58
	<b>TOTAL RENGLÓN</b>				<b>Q 301,510.66</b>
<b>4</b>	<b>BORDILLO</b>	<b>906.04</b>	<b>ml</b>		
4.1	Cemento	232.00	saco	Q 38.00	Q 8,816.00
4.2	Arena	15.00	metros3	Q 125.00	Q 1,875.00
4.3	Piedrín de 1/2"	23.00	metros3	Q 180.00	Q 4,140.00
4.4	Mano de obra	10.00	peón	Q 75.00	Q 750.00
4.5	Formaleta	16.00	ml	Q 350.00	Q 56.00
	<b>TOTAL RENGLÓN</b>				<b>Q 15,637.00</b>
<b>5</b>	<b>DRENAJES TRANSVERSALES</b>	<b>2.00</b>	<b>UNIDAD</b>		
5.1	Piedra bola	5.00	metros3	Q 125.00	Q 625.00
5.2	Cemento	18.00	saco	Q 38.00	Q 684.00
5.3	Arena	3.50	metro3	Q 125.00	Q 437.50
5.4	Piedrín de 1/2"	3.50	metro3	Q 180.00	Q 630.00
5.5	Formaleta	14.00	pie-tabla	Q 6.00	Q 84.00
5.6	Alambre de amarre	7.00	lb	Q 4.10	Q 28.70
5.7	Clavo	5.00	lb	Q 4.00	Q 20.00
5.8	Material selecto	0.50	metro3	Q 220.00	Q 110.00
5.9	Parales rollizos	50.00	unidad	Q 35.00	Q 1,750.00
5.10	Tubos de 24"	16.00	unidad	Q 450.00	Q 7,200.00
5.11	Mano de obra Zanjeado	16.00	ml	Q 225.00	Q 3,600.00
5.12	Colocación de formaleta	16.00	ml	Q 3.50	Q 56.00
5.13	Fundición	5.00	metro3	Q 25.50	Q 127.50
5.14	Desmimbado	16.00	ml	Q 3.00	Q 48.00
5.15	Colocación de tubería	16.00	ml	Q 30.00	Q 480.00
5.16	Formaleta	16.00	ml	Q 3.50	Q 56.00
5.17	Desmimbado	16.00	ml	Q 3.00	Q 48.00
5.18	Colocación de asiento	3.50	ml	Q 8.00	Q 28.00
5.19	Relleno de zanja	3.50	ml	Q 15.00	Q 52.50
	<b>TOTAL RENGLÓN</b>				<b>Q 16,065.20</b>

		<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q 460,457.76</b>
		<b>COSTO POR METRO CUADRADO</b>	<b>Q 133.74</b>

<b>RESUMEN POR RENGLONES</b>				
<b>RENLÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>TOTAL EN US \$</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>
CONF. PREP. SUB-RASANTE	3445.95m2	Q 25,750.00	\$ 3,456.38	Q 7.47 /m2
SUBBASE	3442.95m2	Q 101,494.90	\$ 13,623.48	Q 29.48 /m2
CARPETA DE RODADURA	501.67m3	Q 301,510.66	\$ 40,471.23	Q 601.01 /m3
BORDILLO	906.04ml	Q 15,637.00	\$ 2,098.93	Q 17.26 /ml
DRENAJES TRANSVERSALES	2.00 u	Q 16,065.20	\$ 2,156.40	Q 8032.60 /u
<b>TOTAL</b>		<b>Q 460,457.76</b>	<b>\$ 61,806.41</b>	

## 4. DISEÑO DE ESCUELA

### 4.1 Población a servir

La población a servir a nivel primario en el caserío Buenos Aires, según indicación de los habitantes, no sobrepasa los 30 alumnos, y para un posible crecimiento futuro se diseñaran 3 aulas.

### 4.2 Determinación de las áreas de los distintos ambientes

#### 4.2.1 Aulas

Las aulas deben construirse para acomodar como máximo 40 alumnos para el nivel preprimario y primario.

La superficie por alumno depende del nivel educativo como se puede ver en la siguiente tabla:

**TABLA V. Superficie mínima por alumno**

NIVEL	Área por alumno (M <sup>2</sup> )	
	Optimo	Mínimo
Preprimario	2.40	2.0
Primario	1.50	1.25

Esto según los criterios normativos para el diseño de edificios escolares de La Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE).

Diseñando para un nivel primario, utilizando los criterios de áreas por alumnos presentados, un aula para una cantidad de 40 alumnos, utilizando un área de 1.25 m<sup>2</sup> por alumno se tiene que es de:

$$40 \text{ alumnos} \times 1.25 \text{ m}^2 = 50 \text{ m}^2$$

Área que cumple con la superficie mínima de un aula para el nivel primario.

$$\sqrt{50\text{m}^2} = 7.07\text{m}^2 \text{ por lado}$$

Al utilizar ésta medida se considera que habrá mucho desperdicio, por eso se tomó la decisión de modular los lados a 7.40m X 7.60m.

#### **4.2.2 Dirección**

El área aconsejada por el Manual de Normas y Diseños del Ministerio de Educación es de 1.70m<sup>2</sup> por persona, por lo que el área recomendada será de:

$$1.70\text{m}^2 \times 5 \text{ personas} = 8.5\text{m}^2$$

Para no tener mucho desperdicio, se toma la decisión de dimensionar la dirección de la forma en que aparece en los planos, tanto para la dirección como para la cocina y la bodega.

### 4.2.3 Letrinas

Estas se utilizarán en las áreas donde no se cuente con redes de drenaje, existiendo varios tipos, siendo las más comunes las letrinas ciegas, las cuales consisten en una caseta sobre un pozo que acumula las evacuaciones fisiológicas.

El número de letrinas que se recomienda es de una para cada 20 alumnos y como mínimo 3 por establecimiento educativo. El ancho mínimo para un espacio de letrina, debe ser de 0.80 m y un largo de 1.20 metros.

El módulo a utilizar es de 3 unidades para un mínimo de 60 alumnos y con medidas, especificadas en los planos, que cumplen los requerimientos anteriores.

### 4.3 Características del suelo

El suelo en la región es arcilloso, homogéneo y plano, por lo que se adoptó el valor de 15 ton/m<sup>2</sup> de valor soporte, según la tabla siguiente:

**TABLA VI. Capacidad soporte del suelo.**

TIPO DE SUELO	CAPACIDAD SOPORTE
Arcilla suave	15 ton/m <sup>2</sup>
Arcilla dura	25 ton/m <sup>2</sup>
Arena suelta	25 ton/m <sup>2</sup>
Arena firme	15 ton/m <sup>2</sup>
Roca masiva	400 ton/m <sup>2</sup>

Fuente: Análisis comparativo de muros de retención de gravedad y en voladizo. Herman René Donis Quevedo. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. USAC. Guatemala octubre de 1974.

Estos valores no son más que supuestos con un buen margen de seguridad, basados más que todo en ensayos de laboratorio y experiencia, el uso de valores de tablas no significa economía en la cimentación.

#### 4.4 Tipo de estructura a diseñar

Considerando un nivel y el tipo de clima, lo más recomendable es una estructura de mampostería reforzada, de block, con una cubierta de lámina de zinc calibre 20, con techo de estructura metálica y cimiento corrido.

#### 4.5 Cargas

##### 4.5.1 Carga viva

La carga viva a aplicar será de 100 kg/m<sup>2</sup> para la estructura anteriormente indicada.

##### 4.5.2 Carga muerta

Se aplicara de 5.97 T/m, constituida por el peso propio de los elementos como lámina, costanera, vigas centrales y muros, según la integración de cargas siguiente:

$$A_{\text{tributaria}} = 2 * \left( \frac{1}{2} * 7.40 * 3.705 \right) = 27.76\text{m}^2$$

$$P_{\text{techo}} = (27.46 * 182.39) + (10 * 3.705 * 2 * 2) = 6638.63\text{kg}$$

$$P_{\text{block}} = \left( 3.65 * 7.40 + \frac{1}{2} * 7.40 * 1.07 \right) * 25 * 13 = 4571.54\text{kg}$$



$$P_{\text{concreto}} = [(3 * 0.02 * 0.02 * 7.40) + 2 * 0.2 * 0.2 * 4.45] * 2400 = 2988.48\text{kg}$$

$$CV = 70 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{TCM}} = \frac{6638.63 + 4571.54 + 2988.48}{3.40} = \frac{14198.65}{3.40} = 4176.07 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{total}} = 1.4(4176.07) + 1.7(70) = 5846.50 + 119 = 5965.50 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 5.97 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

$$P_t = 5.97 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

#### 4.5.3 Carga de sismo

Por ser una estructura de mampostería reforzada y de un nivel, se diseñará en base a las normas recomendadas por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (de ahora en adelante AGIES), las cuales no toman en cuenta ésta carga. Para el diseño de techos se utilizará una carga de viento de  $60 \text{ kg/m}^2$ .

#### 4.6 Diseño de techos

Se propone la utilización de un techo con una estructura metálica consistentes en una viga encajuelada al centro de las luces de las aulas, la cual estará formada por dos perfiles tipo "c" unidos, las cuales soportaran el peso de las cargas de las lámina y las costaneras que serán de perfil tipo "c", con una cubierta de lámina.

Integración de cargas en las costaneras:

$$W_{\text{la min a}} + 15\% \text{ traslapes} = 10.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0.15 = 11.79 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

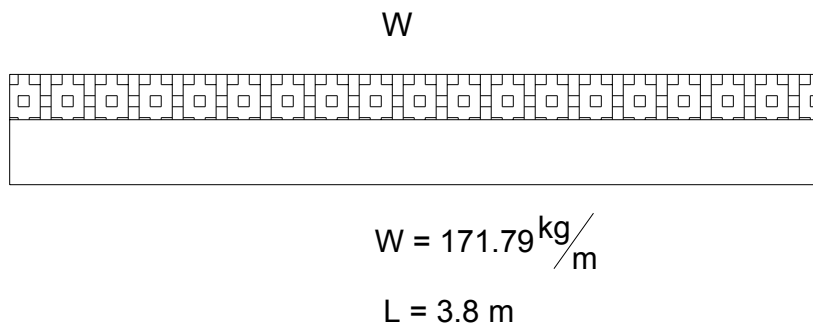
$$W_{\text{viva}} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{viento}} = 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

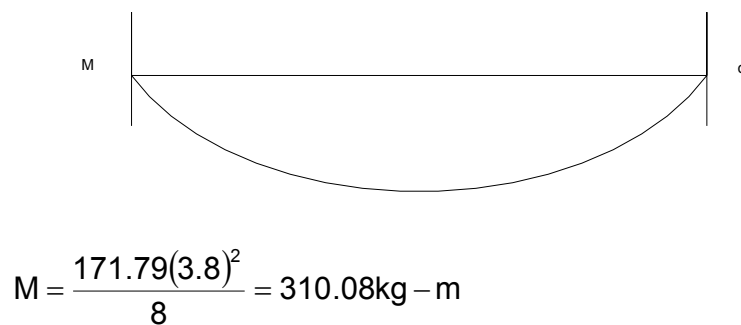
$$\text{Total} = 11.79 + 100 + 60 = 171.79 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Distancia máxima entre apoyos = 3.8 m

**Figura 3. Diagrama de carga distribuida**



**Figura 4. Diagrama de momentos**



Haciendo trabajar el metal a  $10 \text{ kg/mm}^2$  ( $1000 \text{ kg/cm}^2$ )

$$W = \frac{31008}{1000} = 31.01 \text{kg} - \text{cm}^3$$

Utilizando la tabla de la grafica XIII de los anexos, el radio de giro más aproximado sería de  $41.2 \text{ cm}^3$  que corresponde a un perfil "c" de tipo 10, cuya sección sería de  $100\text{mm}$  (4") X  $50\text{mm}$  (2") teniendo un peso de  $10.60 \text{ kg/m}$ .

Peso sobre la costanera:

$$P_t = C_{viva} + C_{viento} + P_{la\ min\ a} = 171.79 + 10.60 = 182.39 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W = 182.39 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1\text{m} = 182.39 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$M = \frac{1}{8} WL^2 = \frac{1}{8} (182.39) * (3.8)^2 = 323.21 \text{kg} - \text{m}$$

Haciendo trabajar el metal a  $10 \text{ kg/mm}^2$  ( $1000 \text{ kg/cm}^2$ )

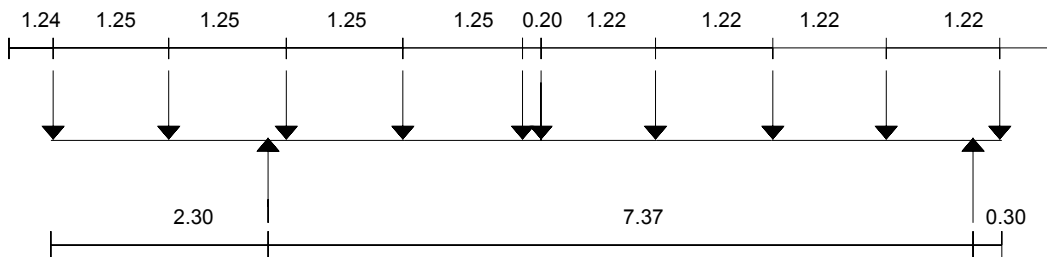
$$W = \frac{32921}{1000} = 32.92 \text{cm}^3$$

La cual cumple con el perfil tipo "c" de  $100\text{mm}$  (4") X  $50\text{mm}$  (2").

#### 4.7 Diseño de viga central

Carga de las costaneras:  $182.39 \text{ kg/m}^2 \times 1.1078 = 202.05 \text{ kg}$

**Figura 5. Diagrama de cargas de techo**

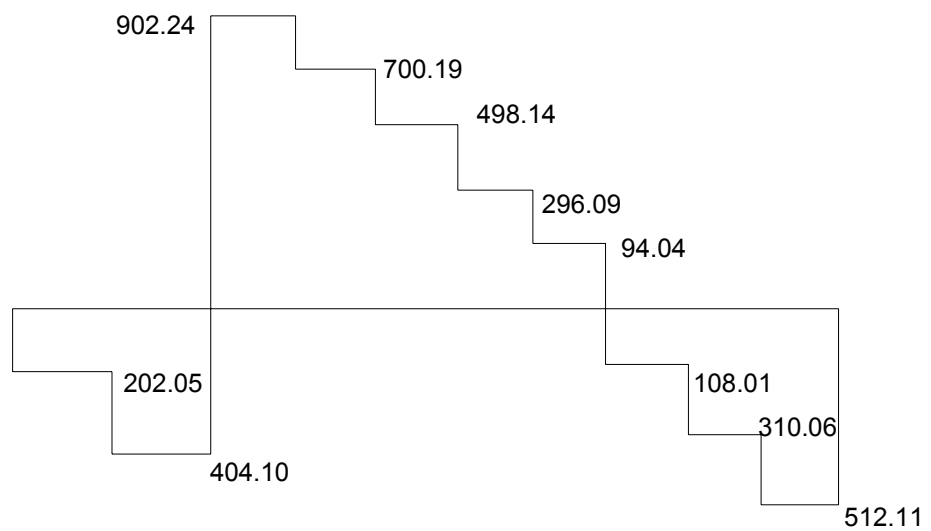


$$P = 202.05 \text{ kg}$$

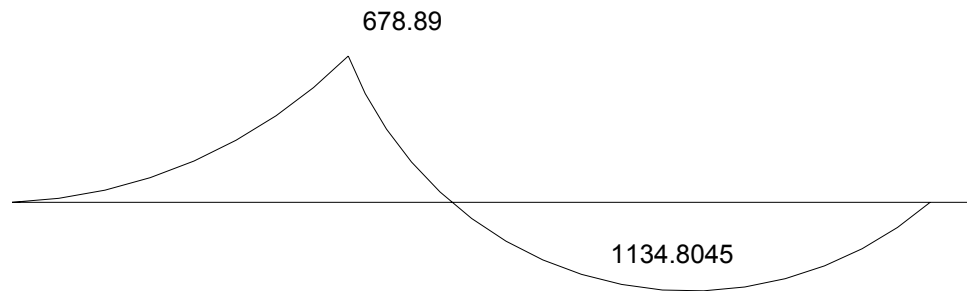
$$R_1 = 1306.34 \text{ kg}$$

$$R_2 = 714.16 \text{ kg}$$

**Figura 6. Diagrama de corte**



**Figura 7. Diagrama de momentos**



$$M = 1134.8045 \text{ kg-m} = 113480.45 \text{ kg-cm}$$

Como se propone la utilización de una viga encajuelada formada por 2 perfiles “C” se utilizará un momento de:

$$M = \frac{113480.45}{2} = 56740.26 \text{ kg-cm}$$

Haciendo trabajar el metal a  $10 \text{ kg/mm}^2$

$$W = \frac{56740.23}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 56.74 \text{ cm}^3$$

Utilizando la tabla No. XIII de los anexos, se tiene que el radio de giro que le corresponde a un perfil tipo “C” es de  $60.7 \text{ cm}^3$ , cuya sección es de  $120 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$  ( $4.72'' \times 2.4''$ ).

Por lo que el peso sobre la viga central será:

$$P_{\text{total}} = P_{\text{costanera}} + P_{\text{propio viga}} = 202.05 + 13.40 = 215.45 = W$$

$$M = \frac{1}{8} WL^2 = \frac{1}{8} (215.45) * (9.97)^2 = 2676.99 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = \frac{2676.99}{2} = 1338.50 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 133850 \text{ kg-cm}$$

Haciendo trabajar el metal a  $10 \text{ kg/mm}^2$  se tiene que:

$$W = \frac{133850}{1000} = 133.85 \text{ cm}^3$$

El radio de giro que le corresponde a un perfil tipo "C" es de  $150 \text{ cm}^3$ , cuya sección es de  $180 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$  ( $7.09'' \times 2.8''$ ). Se tomara una sección de  $7'' \times 3''$ , con un peso de  $22 \text{ kg}$ .

#### 4.8 Diseño de muros

Éste sistema se basa en elementos de mampostería (blocks) que van unidos entre sí por mortero (arena y cemento), diseñados para soportar determinadas cargas. En éste caso se utilizará un muro de mampostería del tipo reforzado en donde el acero de refuerzo se distribuye en todo el muro por medio de pines y de varillas longitudinales.

Porcentaje de acero mínimo en muros

$$\ell_v \geq 0.0007$$

$$\ell_v + \ell_H \geq 0.002$$

$$\ell_H = 0.0013$$

Refuerzo vertical:

El diámetro mínimo para el refuerzo Vertical, según AGIES NR-9 2000, será No. 3. Las varillas del refuerzo vertical deberán principiarse en la cimentación y terminar en la solera superior, debidamente ancladas a ella.

A fin de cumplir con la norma, en la siguiente tabla, se especifican tres tipos de refuerzo mínimo vertical. El refuerzo Tipo A deberá contar con eslabones No.2 con gancho a 180° a cada 20cm; el Tipo B llevará eslabones No.2 con gancho a 180° a cada 20cm.

**TABLA VII. Refuerzo mínimo vertical**

Tipo A	Tipo B	Tipo C
4 No. 3	2 No. 3	1 No.3

Las separaciones máximas a que podrán estar los refuerzos mínimos verticales entre sí, de acuerdo al material de los muros, se indica en la tabla siguiente. En esquinas, intersecciones de muros y en ambos extremos de un muro aislado, se deberá colocar refuerzo tipo A, aunque quede a menor distancia que la estipulada en dicho cuadro. Los laterales de los vanos de las puertas y ventanas, deberán rematarse por lo menos con refuerzos Tipo B.

**TABLA VIII. Separación máxima del refuerzo vertical**

Material del muro	Ancho (m)	Distancia entre refuerzos Tipo A (m)	Distancia entre refuerzo Tipo A y Refuerzo Tipo B (m)	Distancia entre refuerzo Tipo A y Refuerzo Tipo C (m)	Distancia entre refuerzo Tipo B y Refuerzo Tipo C (m)	Distancia entre refuerzos Tipo C (m)
Ladrillo Tubular	23	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00

Bloques de arcilla cocida	14	4.00	2.50	0.80	0.80	0.80
	11	3.00	1.75	0.75	0.75	0.75
Bloques de concreto	15	4.00	2.00	0.80	0.80	0.80

Para la distribución de las varillas en refuerzo Tipo A, en el caso de intersección de muros y esquinas, se deberá colocar una varilla por cada pared que llegue a la misma. Si se trata de una intersección en esquina, forma de L, deberá conectar dos varillas de las cuatro que forman el refuerzo Tipo A en el agujero común, las otras dos restantes se localizaran a continuación de dicho agujero. Con relación a la intersección de un muro con otro, forma de T, las cuatro varillas del refuerzo Tipo A se distribuirán en cada uno de los agujeros que conforman la T.

$$A_{s_{\min}} = \ell_v * L * t \rightarrow \text{tomando en cuenta el eje 3}$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0007 * 15 * 7.40 = 0.007781$$

$$A_{sv} = 7.781 \text{cm}^2$$

$$4\phi \frac{1}{2} " = 5.08$$

$$6\phi \frac{3}{8} " = 4.26$$

$$A_{sv} \text{ eje 3} = 5.08 + 4.26 = 9.34 \text{cm}^2$$

$$9.34 > 7.93 \rightarrow 9.34 \text{ si cumple con el acero mínimo}$$



## Refuerzo horizontal

Para edificaciones de un nivel, según normas AGIES, se indican tres tipos de soleras: solera hidrófuga, solera intermedia y solera superior o de techo. Cuando se trate de edificaciones de dos niveles se deberá agregar una solera de entrepiso. Si la altura libre del muro es mayor que 2.80m, se deberá colocar más de una solera intermedia.

A fin de cumplir con lo establecido en la norma, se presenta en la siguiente tabla el refuerzo mínimo para cada tipo de solera.

**TABLA IX. Acero de refuerzo mínimo para soleras**

Tipo de solera	Refuerzo Mínimo
Hidrófuga	4 No. 3; Estribos No. 2 a 20 cm
Intermedia	2 No. 3; Estribos No. 2 a 20 cm
Entrepiso	4 No. 3; Estribos No. 2 a 20 cm
Superior	4 No. 3; Estribos No. 2 a 20 cm

El concreto que se utilice en las soleras, sillares y dinteles de muros estructurales deberá tener una resistencia mínima a los 28 días de  $176 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ .

$$\ell_H = 0.0013$$

$$A_{sH} = \ell_H * H * t$$

$$A_{sH} = 0.0013 * 15 * 4.29 = 0.0837$$

$$A_{sH} = 8.37\text{cm}^2$$

$$4\phi \frac{1}{2}'' = 5.08$$

$$8\phi \frac{3}{8}'' = 5.68$$

$$A_{\text{smuros}} = 5.08 + 5.68 = 10.76\text{cm}^2$$

$$A_{\text{Hmin}} < A_{\text{smuros}}$$

$8.37 < 10.76 \rightarrow 10.76$  si cumple con el acero mínimo

Tanto el acero de refuerzo vertical como horizontal cumplen con los requisitos mínimos de acero según las normas del AGIES. Para la construcción de edificios escolares en ésta región se recomienda el uso de block de 0.15m X 0.20m X 0.40m por el ser más comercial y fácil de obtener.

#### 4.9 Diseño de cimiento

El cimiento es un elemento estructural diseñado y destinado para soportar el peso de los muros, techos, soleras y sobrecargas.

Datos:

$$f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$fy = 2810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\text{sop}} = 15 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

$$P_t = 5.97 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

$$B = \frac{P_t}{P_{sop}} = \frac{5.97}{15} = 0.398 \approx 0.40\text{m}$$

Carga de diseño

$$P_{\text{diseño}} = \frac{P_u}{\text{área}}$$

$$P_u = 1.4(5846.5) + 1.7(119) = 8387.4\text{kg}$$

$$P_{\text{diseño}} = \frac{8387.4}{1(0.40)} = 20968.50 \text{ kg/m} = 20.97 \text{ T/m}$$

Para espesor

$$d = 100 * P_d \left( \frac{\frac{B - A_{sc}}{2} - \frac{Rec}{100}}{P_d + \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * 100} \right)$$

$$d = 100 * (20968.50) \left( \frac{\frac{0.4 - 0.0095}{2} - \frac{7.5}{100}}{20968.50 + 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 100} \right)$$

$$d = 11.66 \approx 12.5 \text{ cm}$$

Chequeo por flexión

$$M_{act} = \frac{WL^2A_u}{2} = \frac{20.97 * (0.125)^2 * 1}{2} = 0.164T - m$$

Área de acero

Datos:

$$f'_c = 210 \text{ kg/m}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/m}^2$$

$$d = 12.50\text{cm}$$

$$b = 100\text{cm}$$

$$M = 164 \text{ kg-m}$$

Entonces

$$A_s = 0.52\text{cm}^2$$

$$A_{smin} = 6.27\text{cm}^2$$

Usando acero No.4 ( $1.27\text{cm}^2$ ) =  $6.35\text{cm}^2$ , entonces se utilizan 5 varillas No.4 a cada 0.20m.

Área de acero por temperatura

$$A_{stemp} = 0.002bh$$

$$A_{stemp} = 0.002 * 40 * 20$$

$$A_{\text{stemp}} = 1.60 \text{ cm}^2$$

Entonces para el acero por temperatura, se usan 3 varillas de acero No.3 a cada 0.18m.

#### 4.10 Presupuesto construcción escuela

PROYECTO: Escuela Buenos Aires, aldea El Naranjo, Atescatempa, Jutiapa.						
No.	REGLÓN	CANTIDAD	U	PRECIO UNITARIO	TOTAL Q	
<b>1.00</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
<b>1.10</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>400 m</b>				
<b>1.11</b>	<b>Materiales</b>					
1.111	Cal	1.00	Saco	Q 30.00	Q	30.00
1.112	Reglas de 2"x3"x10'	42.00	u	Q 17.50	Q	735.00
1.113	Hilo de pescar	29.72	u	Q 12.00	Q	356.64
	<b>Subtotal</b>				<b>Q</b>	<b>1,121.64</b>
<b>1.12</b>	<b>Mano de obra</b>					
1.121	Limpieza del terreno (chapeo)	400.00	metros <sup>2</sup>	Q 2.01	Q	804.00
1.122	Extracción de desechos	38.64	metros <sup>3</sup>	Q 9.58	Q	370.13
1.123	Nivelación del terreno	400.00	m2	Q 2.80	Q	1,120.00
1.124	Trazo y estanqueado	115.00	ml	Q 4.23	Q	486.45
	<b>Subtotal</b>				<b>Q</b>	<b>2,780.58</b>
	<b>Subtotal sub-reglón</b>				<b>Q</b>	<b>3,902.22</b>
	<b>TOTAL REGLÓN</b>				<b>Q</b>	<b>3,902.22</b>
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>					
<b>2.1</b>	<b>CIMIENTO CORRIDO</b>	<b>96.1 ml</b>				
<b>2.11</b>	<b>Materiales</b>					
2.111	Hierro # 3	4.00	qq	Q 252.00	Q	1,008.00
2.112	Hierro # 4	5.00	qq	Q 252.00	Q	1,260.00
2.113	Block	788.00	U	Q 2.50	Q	1,970.00

2.114	Cemento	80.00	Sacos	Q 38.00	Q 3,040.00
2.115	Piedrín	7.00	metros <sup>3</sup>	Q 180.00	Q 1,260.00
2.116	Arena	7.00	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 875.00
2.117	Alambre de Amarre	16.00	lbs	Q 4.10	Q 65.60
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 9,478.60</b>
<b>2.12</b>	<b>Mano de obra</b>				
2.121	Zanja	39.40	metros <sup>3</sup>	Q 15.00	Q 591.00
2.122	Colocación de block	57.66	metros <sup>2</sup>	Q 17.59	Q 1,014.24
2.123	Armadura	96.10	ml	Q 2.25	Q 216.23
2.124	Fundición	96.10	ml	Q 7.25	Q 696.73
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 2,518.19</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q 11,996.79</b>
<b>2.2</b>	<b>SOLERA HUMEDAD</b>	<b>96.10 ml</b>			
<b>2.21</b>	<b>Materiales</b>				
2.211	Hierro # 3	5.50	qq	Q 252.00	Q 1,386.00
2.212	Hierro # 2	2.00	qq	Q 229.00	Q 458.00
2.213	Cemento	25.00	Sacos	Q 38.00	Q 950.00
2.214	Arena	2.00	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 250.00
2.215	Piedrín	2.50	metros <sup>3</sup>	Q 180.00	Q 450.00
2.216	Tablas formaleta de 12"x1"x12'	16.00	U	Q 42.00	Q 672.00
2.217	Alambre de Amarre	22.00	lbs	Q 4.10	Q 90.20
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 4,256.20</b>
<b>2.22</b>	<b>Mano de Obra.</b>				
2.221	Armadura # 3	96.10	ml	Q 4.00	Q 384.40
2.222	Armadura # 2	96.10	ml	Q 4.13	Q 396.89
2.223	Fundición	96.10	ml	Q 4.15	Q 398.82
2.224	Formaleta	96.10	ml	Q 3.26	Q 313.29
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 1,493.39</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q 5,749.59</b>
	<b>TOTAL RENGLÓN</b>				<b>Q 17,746.38</b>
<b>3</b>	<b>MUROS</b>				
<b>3.1</b>	<b>LEVANTADO DE BLOCK</b>	<b>159.12 m<sup>2</sup></b>			
<b>3.11</b>	<b>Materiales</b>				
3.111	Blok 0.15 x 0.20 x 0.40	2,070.00	U	Q 2.50	Q 5,175.00
3.112	Cemento	41.00	Sacos	Q 38.00	Q 1,558.00
3.113	Arena	4.50	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 562.50
3.114	Tablas andamio de 12"x1"x12'	10.00	U	Q 42.00	Q 420.00
3.115	PARALES ANDAMIO DE 12"x1"x 12'	45.00	U	Q 21.00	Q 945.00
3.116	Alambre de Amarre	5.00	lbs	Q 4.10	Q 20.50

3.117	Clavo # 4"	5.00	lbs	Q	4.00	Q	20.00
3.118	Clavo # 3"	3.00	lbs	Q	4.00	Q	12.00
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>8,713.00</b>
<b>3.11</b>	<b>Mano de Obra</b>						
3.112	Colocación de block	159.12	metros <sup>2</sup>	Q	17.59	Q	2,798.92
3.113	Armado andamio	96.10	ml	Q	1.57	Q	150.88
3.114	Desarmado de andamio	96.10	ml	Q	4.38	Q	420.92
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>3,370.72</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>					<b>Q</b>	<b>12,083.72</b>
<b>3.2</b>	<b>SOLERA INTERMEDIA</b>	<b>90.55 ml</b>					
<b>3.21</b>	<b>Materiales</b>						
3.211	Hierro # 3	5.00	qq	Q	252.00	Q	1,260.00
3.212	Hierro # 2	2.00	qq	Q	229.00	Q	458.00
3.213	Cemento	24.00	Sacos	Q	38.00	Q	912.00
3.214	Arena	2.00	metros <sup>3</sup>	Q	125.00	Q	250.00
3.215	Piedrín	3.00	metros <sup>3</sup>	Q	180.00	Q	540.00
3.216	Block U	476.00	U	Q	2.50	Q	1,190.00
3.217	Alambre de Amarre	20.00	lbs	Q	4.10	Q	82.00
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>4,692.00</b>
<b>3.22</b>	<b>Mano de Obra.</b>						
3.221	Armadura	90.55	ml	Q	4.13	Q	373.97
3.222	Fundición	90.55	ml	Q	13.50	Q	1,222.43
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>1,596.40</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>					<b>Q</b>	<b>6,288.40</b>
<b>3.3</b>	<b>COLUMNAS C-1</b>	<b>18.25 ml</b>					
<b>3.31</b>	<b>Materiales</b>						
3.311	Hierro # 4	1.50	qq	Q	252.00	Q	378.00
3.312	Hierro # 2	0.50	qq	Q	229.00	Q	114.50
3.313	Cemento	6.00	Sacos	Q	38.00	Q	228.00
3.314	Arena	0.50	metros <sup>3</sup>	Q	125.00	Q	62.50
3.315	Piedrín	0.50	metros <sup>3</sup>	Q	180.00	Q	90.00
3.316	Alambre de Amarre	5.00	lbs	Q	4.10	Q	20.50
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>893.50</b>
<b>3.32</b>	<b>Mano de Obra.</b>						
3.321	Armadura	18.25	ml	Q	0.52	Q	9.49
3.322	Fundición	18.25	ml	Q	13.50	Q	246.38
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>255.87</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>					<b>Q</b>	<b>1,149.37</b>
<b>3.4</b>	<b>COLUMNAS C-2</b>	<b>98.55 ml</b>					
<b>3.41</b>	<b>Materiales</b>						
3.411	Hierro # 3	3.00	qq	Q	252.00	Q	756.00

3.412	Hierro # 2	1.50	qq	Q 229.00	Q 343.50
3.413	Cemento	20.00	Sacos	Q 38.00	Q 760.00
3.414	Arena	1.30	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 162.50
3.415	Piedrín	2.00	metros <sup>3</sup>	Q 180.00	Q 360.00
3.416	Alambre de Amarre	12.00	lbs	Q 4.10	Q 49.20
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 2,431.20</b>
<b>3.42</b>	<b>Mano de Obra.</b>				
3.421	Armadura	98.55	ml	Q 0.52	Q 51.25
3.422	Fundición	98.55	ml	Q 13.50	Q 1,330.43
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 1,381.67</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q 3,812.87</b>
<b>3.5</b>	<b>COLUMNAS C-3</b>	<b>14.60 ml</b>			
<b>3.51</b>	<b>Materiales</b>				
3.511	Hierro # 4	2.00	qq	Q 252.00	Q 504.00
3.512	Hierro # 2	0.50	qq	Q 229.00	Q 114.50
3.513	Cemento	8.00	Sacos	Q 38.00	Q 304.00
3.514	Arena	0.50	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 62.50
3.515	Piedrín	1.00	metros <sup>3</sup>	Q 180.00	Q 180.00
3.516	Alambre de Amarre	8.00	lbs	Q 4.10	Q 32.80
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 1,197.80</b>
<b>3.52</b>	<b>Mano de Obra.</b>				
3.521	Armadura	14.60	ml	Q 0.52	Q 7.59
3.522	Fundición	14.60	ml	Q 13.50	Q 197.10
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 204.69</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q 1,402.49</b>
<b>3.6</b>	<b>COLUMNAS C-4</b>	<b>25.55 ml</b>			
<b>3.61</b>	<b>Materiales</b>				
3.611	Hierro # 4	1.50	qq	Q 252.00	Q 378.00
3.612	Hierro # 2	0.50	qq	Q 229.00	Q 114.50
3.613	Cemento	6.00	Sacos	Q 38.00	Q 228.00
3.614	Arena	0.50	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 62.50
3.615	Piedrín	0.50	metros <sup>3</sup>	Q 180.00	Q 90.00
3.616	Alambre de Amarre	6.00	lbs	Q 4.10	Q 24.60
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 897.60</b>
<b>3.62</b>	<b>Mano de Obra.</b>				
3.621	Armadura	25.55	ml	Q 0.52	Q 13.29
3.622	Fundición	25.55	ml	Q 13.50	Q 344.93
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 358.21</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q 1,255.81</b>
<b>3.7</b>	<b>COLUMNAS C-5</b>	<b>9 ml</b>			
<b>3.71</b>	<b>Materiales</b>				



3.711	Hierro # 3	1.00	qq	Q	252.00	Q	252.00
3.712	Hierro # 2	0.50	qq	Q	229.00	Q	114.50
3.713	Cemento	5.00	Sacos	Q	38.00	Q	190.00
3.714	Arena	0.50	metros <sup>3</sup>	Q	125.00	Q	62.50
3.715	Piedrín	0.50	metros <sup>3</sup>	Q	180.00	Q	90.00
3.716	Alambre de Amarre	4.00	lbs	Q	4.10	Q	16.40
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>725.40</b>
<b>3.72</b>	<b>Mano de Obra.</b>						
3.721	Armadura	9.00	ml	Q	0.52	Q	4.68
3.722	Fundición	9.00	ml	Q	13.50	Q	121.50
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>126.18</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>					<b>Q</b>	<b>851.58</b>
<b>3.8</b>	<b>DINTEL</b>	<b>29.15 ml</b>					
<b>3.81</b>	<b>Materiales</b>						
3.811	Hierro # 3	20.00	qq	Q	252.00	Q	5,040.00
3.812	Hierro # 2	14.00	qq	Q	229.00	Q	3,206.00
3.813	Block U	73.00	U	Q	2.50	Q	182.50
3.814	Cemento	9.00	Sacos	Q	38.00	Q	342.00
3.815	Arena	1.00	metros <sup>3</sup>	Q	125.00	Q	125.00
3.816	Piedrín	1.00	metros <sup>3</sup>	Q	180.00	Q	180.00
3.817	Alambre de Amarre	80.00	lbs	Q	4.10	Q	328.00
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>9,403.50</b>
<b>3.82</b>	<b>Mano de Obra.</b>						
3.821	Armadura	29.15	ml	Q	5.02	Q	146.33
3.822	Fundición	29.15	ml	Q	13.50	Q	393.53
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>539.86</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>					<b>Q</b>	<b>9,943.36</b>
<b>3.9</b>	<b>SOLERA CORONA</b>	<b>96.10 ml</b>					
<b>3.91</b>	<b>Materiales</b>						
3.92	Hierro # 3	5.50	qq	Q	229.00	Q	1,259.50
3.93	Hierro # 2	2.00	qq	Q	229.00	Q	458.00
3.94	Cemento	25.00	Sacos	Q	38.00	Q	950.00
3.95	Arena	2.00	metros <sup>3</sup>	Q	180.00	Q	360.00
3.96	Piedrín	2.50	metros <sup>3</sup>	Q	125.00	Q	312.50
3.97	Tablas formaleta de 12"x1"x12'	16.00	U	Q	42.00	Q	672.00
3.98	Alambre de Amarre	22.00	lbs	Q	4.10	Q	90.20
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>4,102.20</b>
<b>3.92</b>	<b>Mano de Obra.</b>						
3.93	Armadura # 3	96.10	ml	Q	4.00	Q	384.40
3.94	Armadura # 2	96.10	ml	Q	4.13	Q	396.89
3.95	Fundición	96.10	ml	Q	4.15	Q	398.82
3.96	Formaleta	96.10	ml	Q	3.26	Q	313.29
	<b>Subtotal</b>					<b>Q</b>	<b>1,493.39</b>

	<b>Subtotal sub-renglón</b>					<b>Q 5,595.59</b>
<b>3.10</b>	<b>VIGAS MOJINETE</b>	<b>50.35 ml</b>				
<b>3.11</b>	<b>Materiales</b>					
3.111	Hierro # 4	5.00	qq	Q 252.00	Q	1,260.00
3.112	Hierro # 3	1.50	qq	Q 252.00	Q	378.00
3.113	Hierro # 2	3.00	qq	Q 229.00	Q	687.00
3.114	Cemento	26.00	Sacos	Q 38.00	Q	988.00
3.115	Arena	2.00	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q	250.00
3.116	Piedrín	2.50	metros <sup>3</sup>	Q 180.00	Q	450.00
3.117	Tablas formaleta de 12"x1"x9'	8.00	U	Q 20.00	Q	160.00
3.118	Alambre de Amarre	10.00	lbs	Q 4.10	Q	41.00
	<b>Subtotal</b>					<b>Q 4,214.00</b>
<b>3.12</b>	<b>Mano de Obra.</b>					
3.121	Armadura	50.35	ml	Q 5.00	Q	251.75
3.122	Fundición	50.35	ml	Q 8.50	Q	427.98
3.123	Formaleta	50.35	ml	Q 6.50	Q	327.28
3.124	Desencofrado	50.35	ml	Q 5.25	Q	264.34
	<b>Subtotal</b>					<b>Q 1,271.34</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>					<b>Q 5,485.34</b>
	<b>TOTAL RENGLÓN</b>					<b>Q 47,868.52</b>
<b>4.00</b>	<b>CUBIERTA</b>					
<b>4.1</b>	<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>	<b>270.66 ml</b>				
<b>4.11</b>	<b>Materiales Y Mano de obra.</b>					
4.111	Estructura metálica	134.00	U	Q 182.00	Q	24,388.00
4.112	Lamina, calibre 20 galvanizada 8' largo	175.00	U	Q 275.00	Q	48,125.00
4.113	Tornillos Poltzer ( de fijación a metal)	1,623.00	U	Q 1.10	Q	1,785.30
4.114	Capote	21.00	lamina	Q 14.00	Q	294.00
	<b>Subtotal</b>					<b>Q 74,592.30</b>
<b>4.12</b>	<b>Mano de Obra. Inst. lamina.</b>					
4.121	General	276.93	metros <sup>2</sup>	Q 6.05	Q	1,675.40
	<b>Subtotal</b>					<b>Q 1,675.40</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>					<b>Q 76,267.70</b>
	<b>TOTAL RENGLÓN</b>					<b>Q 76,267.70</b>

<b>5.00</b>	<b>ACABADOS</b>					
<b>5.1</b>	<b>BANQUETA DE CONCRETO</b>	<b>61.19 m<sup>2</sup></b>				
<b>5.11</b>	<b>Materiales</b>					
5.111	Cemento	45.00	Sacos	Q 38.00	Q 1,710.00	
5.112	Arena	15.00	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 1,875.00	
5.113	Piedrín	15.00	metros <sup>3</sup>	Q 180.00	Q 2,700.00	
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 6,285.00</b>	
<b>5.12</b>	<b>Mano de Obra</b>					
5.121	Fundición	61.19	ml	Q 5.15	Q 315.13	
5.122	Formaleta	61.19	ml	Q 3.75	Q 229.46	
5.123	Desencofrado	61.19	ml	Q 0.57	Q 34.88	
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 579.47</b>	
	<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q 6,864.47</b>	
<b>5.2</b>	<b>TORTA DE CONCRETO</b>	<b>239.20 m<sup>2</sup></b>				
<b>5.21</b>	<b>Materiales</b>					
5.211	Material selecto	12.00	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 1,500.00	
5.212	Cemento	168.00	Sacos	Q 38.00	Q 6,384.00	
5.213	Arena	59.00	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 7,375.00	
5.214	Piedrín	59.00	metros <sup>3</sup>	Q 180.00	Q 10,620.00	
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 25,879.00</b>	
<b>5.22</b>	<b>Mano de Obra</b>					
5.221	Compactación	239.20	metros <sup>2</sup>	Q 15.00	Q 3,588.00	
5.222	Fundición	3.86	metros <sup>3</sup>	Q 30.78	Q 118.81	
5.223	Formaleta	154.28	ml	Q 4.12	Q 635.63	
5.224	Desencofrado	154.28	ml	Q 0.75	Q 115.71	
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 4,458.15</b>	
	<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q 30,337.15</b>	
<b>5.3</b>	<b>PUERTAS</b>	<b>9 U</b>				
<b>5.31</b>	<b>Materiales Y Mano de obra.</b>					
5.311	Puertas de metal	9.00	U	Q 750.00	Q 6,750.00	
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 6,750.00</b>	
	<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q 6,750.00</b>	
<b>5.4</b>	<b>VENTANAS</b>	<b>14 U</b>				
<b>5.41</b>	<b>Ventanas (Materiales y M.O)</b>					

5.411	Ventana balcón	20.00	U	Q 450.00	Q 9,000.00
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 9,000.00</b>
	<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q 9,000.00</b>
	<b>TOTAL RENGLÓN</b>				<b>Q 52,951.62</b>
<b>6.00</b>	<b>INSTALACIONES</b>				
<b>6.1</b>	<b>INSTALACION ELÉCTRICA</b>	<b>125 ml</b>			
<b>6.11</b>	<b>Materiales</b>				
6.111	Cajas octogonales	20.00	U	Q 14.00	Q 280.00
6.112	Cajas rectangulares	20.00	U	Q 14.00	Q 280.00
6.113	Poliducto de 3/4	1.00	Rollo	Q 85.00	Q 85.00
6.114	Interruptor doble	6.00	U	Q 12.00	Q 72.00
6.115	Tomacorriente doble	12.00	U	Q 12.00	Q 144.00
6.116	Lámparas	8.00	U	Q 75.00	Q 600.00
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 1,461.00</b>
<b>6.12</b>	<b>Mano de Obra</b>				
6.121	Por unidad de luz	20.00	U	Q 90.00	Q 1,800.00
6.122	Por unidad de fuerza	20.00	U	Q 90.00	Q 1,800.00
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 3,600.00</b>
	<b>TOTAL RENGLÓN</b>				<b>Q 5,061.00</b>
<b>7.00</b>	<b>LETRINAS</b>				
<b>7.1</b>	<b>MUROS, BANQUETA, PISO, ACABADOS,</b>				
<b>7.11</b>	<b>MATERIALES</b>				
7.111	Cemento	50.00	Sacos	Q 38.00	Q 1,900.00
7.112	Arena	5.00	metros <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 625.00
7.113	Piedrín	3.00	metros <sup>3</sup>	Q 180.00	Q 540.00
7.114	Hierro # 3	7.50	qq	Q 252.00	Q 1,890.00
7.115	Hierro # 2	4.00	qq	Q 229.00	Q 916.00
7.116	Alambre de Amarre	28.00	lb	Q 4.10	Q 114.80
7.117	Block tipo U	9.00	U	Q 2.50	Q 22.50
7.118	Block 0.10 x 0.20 x 0.40	168.00	U	Q 2.35	Q 394.80
7.119	Block 0.15 x 0.20 x 0.40	410.00	U	Q 2.50	Q 1,025.00
7.120	Lamina calibre 20 de 8'	5.00	U	Q 275.00	Q 1,375.00
7.121	Costanera 2" X 4"	3.00	U	Q 182.00	Q 546.00
7.122	Puertas de metal	3.00	U	Q 750.00	Q 2,250.00
7.123	Letrinas	3.00	U	Q 750.00	Q 2,250.00
7.124	Candados	4.00	U	Q 15.00	Q 60.00
	<b>Subtotal</b>				<b>Q 13,909.10</b>
<b>7.12</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Excavación	13.68	metros <sup>3</sup>	17	Q 232.56

Fundición	3.05	metros <sup>3</sup>	47.5	Q	144.88
Armadura	279.49	ml	1.04	Q	290.67
Colocación de block	45.02	metros <sup>2</sup>	17.59	Q	791.90
Formaleta	279.49	ml	3.75	Q	1,048.09
Desencofrado	279.49	ml	0.5	Q	139.75
<b>Subtotal</b>				<b>Q</b>	<b>2,647.84</b>
<b>Subtotal sub-renglón</b>				<b>Q</b>	<b>16,556.94</b>
<b>TOTAL RENGLÓN</b>				<b>Q</b>	<b>16,556.94</b>
<b>TOTAL MAT.</b>				<b>Q</b>	<b>190,003.04</b>
<b>TOTAL M.O.</b>				<b>Q</b>	<b>30,351.35</b>
<b>TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>220,354.39</b>

RESUMEN POR RENGLONES							
RENGLÓN	CANT.	MANO DE OBRA	COSTO MAT.	COSTO TOTAL	TOTAL EN US \$	COSTO POR UNIDAD	
PRELIMINARES	400 ml	Q 2,780.58	Q 1,124.64	Q 3,902.22	\$ 523.79	Q 9.76 /ml	
CIMENTACIÓN	96.1 ml	Q 4,011.58	Q 13,734.80	Q 17,746.38	\$ 2,382.06	Q 184.67 /ml	
MUROS	159.12 m <sup>2</sup>	Q 10,598.33	Q 37,270.20	Q 47,868.52	\$ 6,425.30	Q 300.83 /m <sup>2</sup>	
CUBIERTA	270.66 ml	Q 1,675.40	Q 74,592.30	Q 76,267.70	\$ 10,237.27	Q 281.78 /ml	
ACABADOS	300.39 m <sup>2</sup>	Q 11,787.62	Q 41,164.00	Q 52,951.62	\$ 7,107.60	Q 176.28 /m <sup>2</sup>	
INSTALACIONES	125 ml	Q 3,600.00	Q 1,461.00	Q 5,061.00	\$ 679.33	Q 40.49 /ml	
LETRINAS	3 U	Q 13,909.10	Q 2,647.84	Q 16,556.94	\$ 2,222.41	Q 5518.98 /u	
<b>TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>220,354.39</b>	<b>\$</b>	<b>29,577.77</b>



## CONCLUSIONES

1. Para el diseño del espesor del pavimento rígido, el método utilizado fue el procedimiento simplificado de la Portland Cement Association (P.C.A.) porque está basado en experiencias generales de comportamiento de pavimentos hechos a escala natural, sujetos a ensayos controlados de tránsito y a la acción de juntas y hombros de concreto.
2. Por observación de las poblaciones que cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario se concluye que: a través de la construcción y utilización de dicho sistema sanitario se evitan las enfermedades gastro-intestinales causadas por aguas negras. El uso de tubería de P.V.C., en lugar de de concreto, ofrece mayor seguridad y durabilidad del proyecto.
3. El sistema constructivo que se utiliza en la escuela, es, ampliamente, conocido y seguro, por lo que no se necesita mano de obra especializada, debiendo contemplarse siempre la orientación de un Ingeniero Civil. Los materiales que se utilizan en la construcción son fáciles de obtener en el lugar, lo que produce ahorro significativo en los gastos de transporte y el tiempo de construcción que se necesita para la realización de un proyecto de ésta naturaleza es relativamente corto.

4. El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) como una forma de proyección hacia las comunidades, complementando la formación académica, ayuda en la formación del carácter de la persona que lo realiza. Es una buena forma de poner en práctica y afianzar los conocimientos adquiridos durante el proceso de estudiantes, además de prestar un servicio a las comunidades rurales, mediante la asesoría que se presta.



## RECOMENDACIONES

1. Darle mantenimiento constante a los tragantes, ya que, éstos para época de invierno, no trabajan al 100% debido a que se encuentra repletos de basura, lo cual puede traer como consecuencia, inundaciones.
2. Una vez construido el sistema de alcantarillado, contar periódicamente con un servicio de mantenimiento, a efecto de que no se acumule en el fondo de las tuberías, colectores y pozos de visita, materiales que perjudiquen el buen funcionamiento de la red general.
3. Involucrar directamente a las comunidades dentro del proceso constructivo, para evitar con esto los costos de mano de obra y a la vez creando fuentes de trabajo.
4. Por ser, la escuela, un edificio de bajo costo diseñado para áreas rurales, no se recomienda la construcción de un segundo nivel.



## BIBLIOGRAFÍA

1. DÍAZ FLORES, Juan Carlos. DISEÑO DE PAVIMENTO Y DRENAJE PLUVIAL DE UN SECTOR DE LAS ZONAS 1 Y 9, Y DRENAJE SANITARIO DEL CANTÓN CHOQUÍ ZONA 5, QUETZALTENANGO. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1998.
2. MENESES GONZÁLES, Stuardo Arnoldo. DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO PARA CARRETERAS. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1980.
3. PAZ STUBBS, Ana Luisa. PAVIMENTOS, TIPOS Y USOS. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2000
4. BALDELOMAR RIVERA, Juan Carlos. NORMAS DE DISEÑO DE EDIFICIOS ESCOLARES, APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE LA ESCUELA PARA PÁRVULOS Y DISEÑO DE MURO EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURU, ALTA VERAPAZ. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1994.
5. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica AGIES "NORMAS ESTRUCTURALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN RECOMENDADAS PARA LA REPÚBLICA DE GUATEMALA". 2000.
6. Fernando Olivera Bustamante. ESTRUCTURA DE VÍAS TERRESTRES. Segunda edición. CECSA. 2002.



# ANEXOS

**TABLA X. LIBRETA TOPOGRÁFICA CALLE PRINCIPAL BELLO HORIZONTE, ATESCATEMPA**

EST.	P.O.	AZIMUT			DIST.	DISTANCIA HORIZONTAL	ANG. VERTI.			COTA TOTAL	COORDENADAS TOTALES	
		G	M	S			G	M	S		Y	X
1	A	358	33	4	2.50	2.50	91	30	15	99.978	1002.4990	999.9368
1	B	35	44	52	23.00	22.983	91	34	2	99.371	1018.6528	1013.4270
1	C	38	44	5	57.40	57.273	92	41	30	97.307	1044.6762	1035.8369
1	POZO	39	28	19	78.70	78.385	93	37	40	95.030	1060.5081	1049.8293
1	1.1	328	50	0	5.70	5.697	91	16	10	99.874	1004.8749	997.0515
1	1.2	88	59	15	3.20	3.188	86	26	0	100.199	1000.0563	1003.1871
1	1.3	225	20	25	18.15	18.143	88	53	30	100.351	987.2472	987.0948
1	1.4	237	28	0	19.85	19.845	89	5	51	100.313	989.3275	983.2690
1	1.5	212	6	0	18.30	18.293	88	53	48	100.352	984.5034	990.2790
1	1.6	221	58	40	38.00	37.988	89	0	0	100.663	971.7592	974.5917
1	1.7	227	26	27	38.60	38.586	88	55	20	100.726	973.9021	971.5781
1	1.8	217	35	15	38.00	37.989	89	2	40	100.634	969.8963	976.8275
1	1.9	220	11	0	78.00	77.962	88	44	0	101.724	940.4384	949.6962
1	1.10	222	32	51	78.00	77.968	88	49	58	101.589	942.5599	947.2782
1	1.11	218	17	10	78.05	78.019	88	51	14	101.561	938.7610	951.6604
1	1.12	219	45	20	98.10	98.050	88	42	40	102.206	924.6209	937.2955
1	1.13	221	40	28	98.10	98.052	88	43	50	102.173	926.7617	934.8056
1	1.14	218	22	30	98.00	97.951	88	43	0	102.194	923.2100	939.1916
1	1.15	221	7	13	58.10	58.081	88	57	17	101.060	956.2461	961.8037
1	1.16	223	41	13	58.10	58.080	88	55	33	101.089	958.0012	959.8834
1	1.17	217	52	17	58.00	57.975	88	48	0	101.214	954.2354	964.4099
1	2	218	57	4	97.50	97.452	88	43	28	102.170	924.2135	938.7363
2	2.1	225	9	45	20.35	20.332	88	16	20	102.783	909.8778	924.3191
2	2.2	232	19	6	20.95	20.940	88	46	0	102.621	911.4133	922.1638

Hoja 1

**TABLA X. LIBRETA TOPOGRÁFICA CALLE PRINCIPAL BELLO HORIZONTE, ATESCATEMPA**

2	2.3	216	41	47	20.30	20.286	88	30	13	102.70	907.9478	926.6138
2	2.4	222	12	20	40.15	40.116	88	19	28	103.343	894.4983	911.7869
2	2.5	226	23	32	40.30	40.262	88	24	4	103.294	896.4395	909.5787
2	2.6	217	0	19	40.50	40.463	88	16	12	103.392	891.9005	914.3820
2	2.7	221	4	33	60.30	60.250	88	21	1	103.905	878.7946	899.1486
2	2.8	223	55	0	60.30	60.256	88	27	20	103.795	880.8080	896.9419
2	2.9	218	3	0	60.30	60.257	88	28	40	103.771	876.7624	901.5967
2	2.10	220	16	20	80.30	80.235	88	22	0	104.458	862.9959	886.8710
2	2.11	222	33	55	80.00	79.933	88	20	11	104.491	865.3426	884.6675
2	2.12	218	1	56	80.00	79.941	88	26	28	104.345	861.2470	889.4844
2	2.13	220	8	13	100.30	100.221	88	23	47	104.976	847.5936	874.1319
2	2.14	221	51	28	100.30	100.225	88	26	14	104.904	849.5653	871.8575
2	2.15	218	20	32	100.00	99.929	88	28	30	104.830	845.8371	876.7445
2	3	218	52	58	100.50	100.426	88	26	55	104.890	846.0385	875.6968
3	3.1	225	46	50	20.05	20.022	87	52	8	105.635	832.0748	861.3463
3	3.2	237	7	12	20.80	20.770	87	49	4	105.681	834.7629	858.2531
3	3.3	217	15	35	20.10	20.082	88	17	37	105.488	830.0551	863.5374
3	3.4	222	35	24	40.00	39.941	87	48	2	106.424	816.6332	848.6657
3	3.5	227	37	20	40.40	40.344	87	51	28	106.399	818.8463	845.8933
3	3.6	218	24	5	40.00	39.939	87	46	4	106.447	814.7389	850.8868
3	3.7	221	34	53	60.00	59.918	87	52	36	107.111	801.2192	835.9294
3	3.8	225	12	12	60.40	60.336	88	8	8	106.854	803.5261	832.8806
3	3.9	218	35	40	60.00	59.931	88	3	34	106.920	799.1974	838.3105
3	3.10	220	41	50	80.10	79.990	87	52	22	107.861	785.3930	823.5376
3	3.11	223	10	37	80.00	79.924	88	13	50	107.359	787.7546	821.0077
3	3.12	218	48	5	80.10	79.992	87	53	47	107.828	783.6988	825.5709

Hoja 2

**TABLA X. LIBRETA TOPOGRÁFICA CALLE PRINCIPAL BELLO HORIZONTE, ATESCATEMPA**

3	3.13	220	27	30	100.40	100.233	87	39	49	108.979	769.7733	810.6550
3	3.14	222	10	20	100.50	100.321	87	34	41	109.133	771.6879	808.3445
3	3.15	218	39	20	100.80	100.649	87	46	42	108.794	767.4405	812.8270
3	3.16	220	23	10	120.80	120.560	87	26	46	110.267	754.2083	797.5806
3	3.17	221	37	31	120.90	120.674	87	31	20	110.112	755.8340	795.5373
3	3.18	218	51	20	120.80	120.585	87	35	0	109.979	752.1351	800.0455
3	4	219	6	0	120.90	120.664	87	28	0	110.228	752.3977	799.5960
4	4.1	227	9	32	20.00	19.904	86	1	47	111.610	738.8636	785.0015
4	4.2	235	52	9	20.30	20.232	86	41	0	111.401	741.0459	782.8488
4	4.3	220	5	28	20.10	20.033	86	41	40	111.385	737.0719	786.6946
4	4.4	225	33	10	40.00	39.775	85	41	57	113.220	724.5452	771.2008
4	4.5	229	7	37	40.00	39.817	86	7	0	112.931	726.3424	769.4883
4	4.6	221	4	3	40.00	39.818	86	7	37	112.924	722.3779	773.438
4	4.7	226	7	30	60.00	59.670	85	44	40	114.668	711.0415	756.583
4	4.8	228	34	9	60.00	59.705	85	58	40	114.427	712.8902	754.8321
4	4.9	223	44	43	60.10	59.797	85	55	48	114.483	709.1990	758.249
4	5	228	9	48	80.70	80.244	85	41	20	116.278	698.8743	739.8103
5	5.1	343	12	45	2.30	2.298	88	21	58	116.343	701.0744	739.1466
5	5.2	343	1	45	6.60	6.596	91	26	20	116.112	705.1829	737.8851
5	5.3	227	57	45	21.10	20.884	84	11	42	118.401	701.7672	719.1275
5	5.4	288	43	20	21.20	21.057	85	17	0	118.015	705.6330	719.8679
5	5.5	268	44	55	21.60	21.414	84	40	54	118.271	698.4066	718.4010
5	5.6	281	51	30	33.00	32.616	83	48	24	119.817	705.5766	707.8905
5	5.7	288	32	10	32.83	32.480	84	19	45	119.503	709.1996	709.0155
5	5.8	277	38	8	34.00	33.668	84	19	45	119.621	703.3478	706.4408

Hoja 3



TABLA XI. TUBERÍAS P.V.C. NORMA ASTM 3034. VALORES DE VELOCIDAD Y CAUDAL PARA EL CÁLCULO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

Pendiente %	Diámetro		Ø 4"		Ø 6"		Ø 8"		Ø 10"		Ø 12"		Ø 15"		
	Vel	Q.	Vel	Q.	Vel	Q.	C.	Vel	Q.	Vel	Q.	Vel	Q.	Vel	Q.
0.05														0.46	49.0
0.06														0.50	53.7
0.07														0.54	56.0
0.08														0.58	62.0
0.09														0.61	65.8
0.10								14.0						0.65	69.8
0.11								14.7						0.68	72.7
0.12								15.3						0.71	76.0
0.13								16.0						0.74	79.1
0.14								16.6						0.76	82.0
0.15								17.2						0.79	84.9
0.16								17.7						0.82	87.7
0.17								18.3						0.84	90.4
0.18								18.8						0.87	93.0
0.19								19.3						0.89	95.6
0.20								19.8						0.91	98.1
0.30								24.3						1.12	120.1
0.40								28.0						1.29	138.7
0.50								31.3						1.45	155.1
0.60								34.3						1.58	169.9
0.70								37.1						1.71	183.5
0.80								39.6						1.83	196.1
0.90								42.0						1.94	208.0
1.00								44.3						2.04	219.3
1.10								46.5						2.14	230.0
1.20								48.5						2.24	240.2
1.30								50.5						2.33	250.0
1.40								52.4						2.42	259.5
1.50								54.3						2.50	268.6
1.60								56.0						2.59	277.4
1.70								57.8						2.66	286.0
1.80								59.4						2.74	294.2
1.90								61.1						2.82	302.3
2.00								62.7						2.89	310.1
2.10								64.2						2.96	317.8
2.20								65.7						3.03	325.2
2.30								67.2						3.10	332.6
2.40								68.7						3.17	339.7
2.50								70.0						3.23	346.7

**TABLA XI. TUBERÍAS P.V.C. NORMA ASTM 3034. VALORES DE VELOCIDAD Y CAUDAL PARA EL CÁLCULO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.**

Pendiente %	Diámetro 4"		Diámetro 6"		Diámetro 8"		Diámetro 10"		Diámetro 12"		Diámetro 15"	
	Vel	Q.	Vel	Q.	Vel	Q.	Vel	Q.	Vel	Q.	Vel	Q.
2.60	1.39	11.1	1.81	31.9	2.21	71.4	2.56	129.6	2.88	206.3	3.30	353.6
2.70	1.41	11.3	1.84	32.5	2.25	72.8	2.61	132.1	2.94	210.3	3.36	360.3
2.80	1.44	11.5	1.87	33.1	2.29	74.1	2.66	134.5	2.99	214.1	3.42	366.9
2.90	1.46	11.7	1.91	33.7	2.33	75.5	2.71	136.9	3.04	217.9	3.48	373.4
3.00	1.49	11.9	1.94	34.3	2.37	76.7	2.75	139.3	3.09	221.6	3.54	379.8
3.10	1.51	12.1	1.97	34.9	2.41	78.0	2.80	141.6	3.15	225.3	3.60	386.1
3.20	1.54	12.3	2.00	35.4	2.45	79.3	2.84	143.8	3.20	229.9	3.66	392.2
3.30	1.56	12.5	2.03	36.0	2.49	80.5	2.89	145.0	3.24	232.4	3.71	398.3
3.40	1.59	12.7	2.07	36.5	2.53	81.7	2.93	148.2	3.29	235.4	3.77	404.3
3.50	1.61	12.9	2.10	37.0	2.56	82.9	2.98	150.4	3.34	239.9	3.82	410.2
3.60	1.63	13.0	2.15	37.6	2.60	84.1	3.02	152.5	3.39	242.8	3.88	416.1
3.70	1.65	13.2	2.15	38.1	2.64	85.2	3.06	154.6	3.44	246.1	3.93	421.8
3.80	1.67	13.4	2.18	38.6	2.67	86.4	3.10	156.7	3.48	249.4	3.98	427.4
3.90	1.70	13.6	2.21	39.1	2.71	87.5	3.14	158.8	3.53	252.7	4.04	433.0
4.00	1.72	13.8	2.24	39.6	2.74	88.6	3.18	160.8	3.57	255.9	4.09	438.6
4.20	1.76	14.1	2.30	40.6	2.81	90.8	3.26	164.8	3.66	262.2		
4.40	1.80	14.4	2.35	41.5	2.87	92.9	3.34	168.6	3.75	268.4		
4.60	1.84	14.8	2.40	42.5	2.94	95.0	3.41	172.4	3.83	274.4		
4.80	1.88	15.1	2.45	43.8	3.00	97.1	3.48	176.1	3.91	280.3		
5.00	1.92	15.4	2.50	44.3	3.06	99.1	3.56	179.8	3.99	286.1		
5.50	2.02	16.1	2.53	46.4	3.21	103.9	3.73	188.5	4.18	300.0		
6.00	2.11	16.8	2.74	48.5	3.36	108.5	3.90	196.9				
7.00	2.28	18.2	2.96	52.6	3.63	117.2	4.05	205.0				
8.00	2.43	19.4	3.17	56.2	3.88	125.3						
8.50	2.51	20.0	3.27	57.9	4.00	129.2						
9.00	2.58	20.6	3.35	59.0								
9.50	2.65	21.2	3.46	61.2								
10.00	2.72	21.7	3.55	62.8								
10.50	2.79	22.3	3.63	64.4								
11.00	2.85	22.8	3.72	65.9								
11.50	2.92	23.3	3.80	67.4								
12.00	2.98	23.8	3.89	68.9								



INFORME No. 018 S.S. O.T. No. 18,253

Interesado: Estudiante Luis Fernando Flores y Flores (Carné: 97-12610)

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27

Proyecto: E.P.S. (Pavimento Rígido)

Procedencia: Bello Horizonte, Atescatempa, Jutiapa.

Fecha: 03 de febrero de 2005

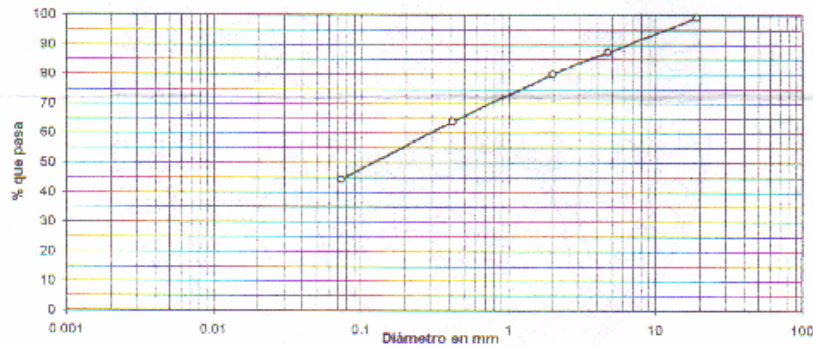
Muestra No. 1

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
1 1/2"	38.10	100.00
3/4"	19.05	99.10
4	4.76	87.43
10	2.00	79.94
40	0.42	63.77
200	0.074	44.31

% de Grava: 12.6  
% de Arena: 43.1  
% de Finos: 44.3

Análisis por Sedimentación:	
Diámet. mm.	% que pasa

Gs:



Descripción del suelo: Arena limo-arcillosa color café con partículas de grava

Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-4

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Va. Ba.

Ing. Francisco Javier Quiñones de La Cruz  
DIRECTOR CIIM/SAC



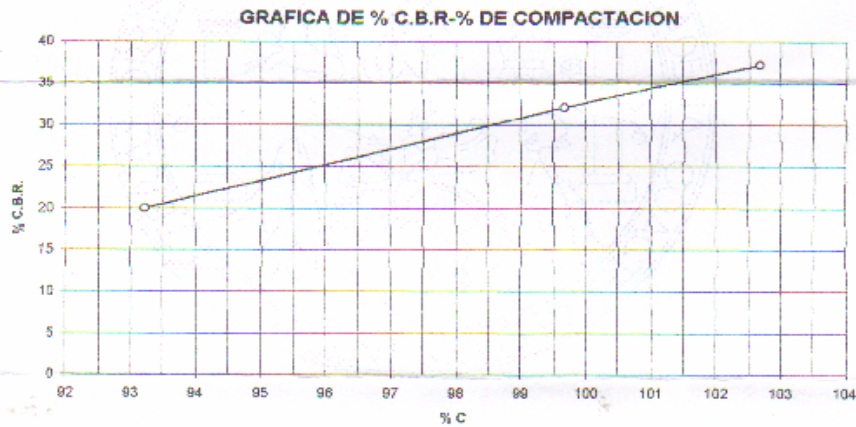
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Figura 8. Ensayo análisis granulométrico



INFORME No.: 017 S.S. O.T. No.: 18253  
 Interesado: Estudiante Luis Fernando Flores y Flores (Carné: 97-12610)  
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193  
 Proyecto: E.P.S. (Pavimento Rígido)  
 Ubicación: Bello Horizonte, Atescatempa, Jutiapa.  
 Descripción del suelo: Arena limo-arcillosa color café con partículas de grava.  
 Muestra No.: 1  
 Fecha: 03 de febrero de 2005


PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	$\gamma_{ca}$ (kg/m <sup>3</sup> )			
1	10	21.4	1453.2	93.23	0.6	20.0
2	30	21.4	1553.9	99.69	0.5	32.1
3	65	21.4	1800.4	102.67	0.4	37.3



Atentamente,

Vo. Bo.:

  
 Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz  
 DIRECTOR CIUSAC

  
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



**Figura 9. Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)**



INFORME No. 019 S.S. O.T. No. 18253

Interesado: Estudiante Luis Fernando Flores y Flores (Carné: 97-12610)  
Proyecto: E.P.S. (Pavimento Rígido)  
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Bello Horizonte, Atescatempa, Jutiapa.

FECHA: 03 de febrero de 2005

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	34.8	7.2	ML	Limo arcilloso color café

(\*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz  
DIRECTOR CIIVISAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

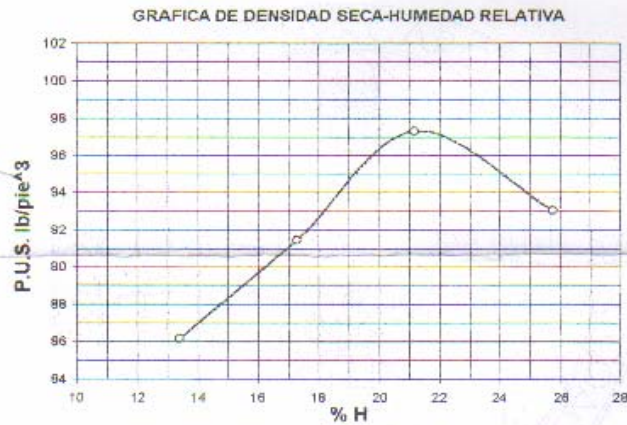
Figura 10. Ensayo de límites de Atterberg



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 016 S.S. O.T. No.: 18253  
Interesado: Estudiante Luis Fernando Flores y Flores (Carné: 97-12610)  
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: ( ) Norma:  
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180  
Proyecto: E.P.S. (Pavimento Rígido)  
Ubicación: Bello Horizonte, Atescatempa, Jutiapa  
Fecha: 03 de febrero de 2005



Muestra No.: 1  
Descripción del suelo: Arena limo-arcillosa color café con partículas de grava.  
Densidad seca máxima  $\gamma_d$ : 1,559 t/m<sup>3</sup> 97.3 lb/pe<sup>3</sup>  
Humedad óptima H<sub>op</sub>: 21.2 %  
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz  
DIRECTOR CIVILSAC



Omar E. Medrano Méndez  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 476-3992. Planta 443-9500 Ext. 1502. FAX: 476-3993  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Figura 11. Ensayo de compactación

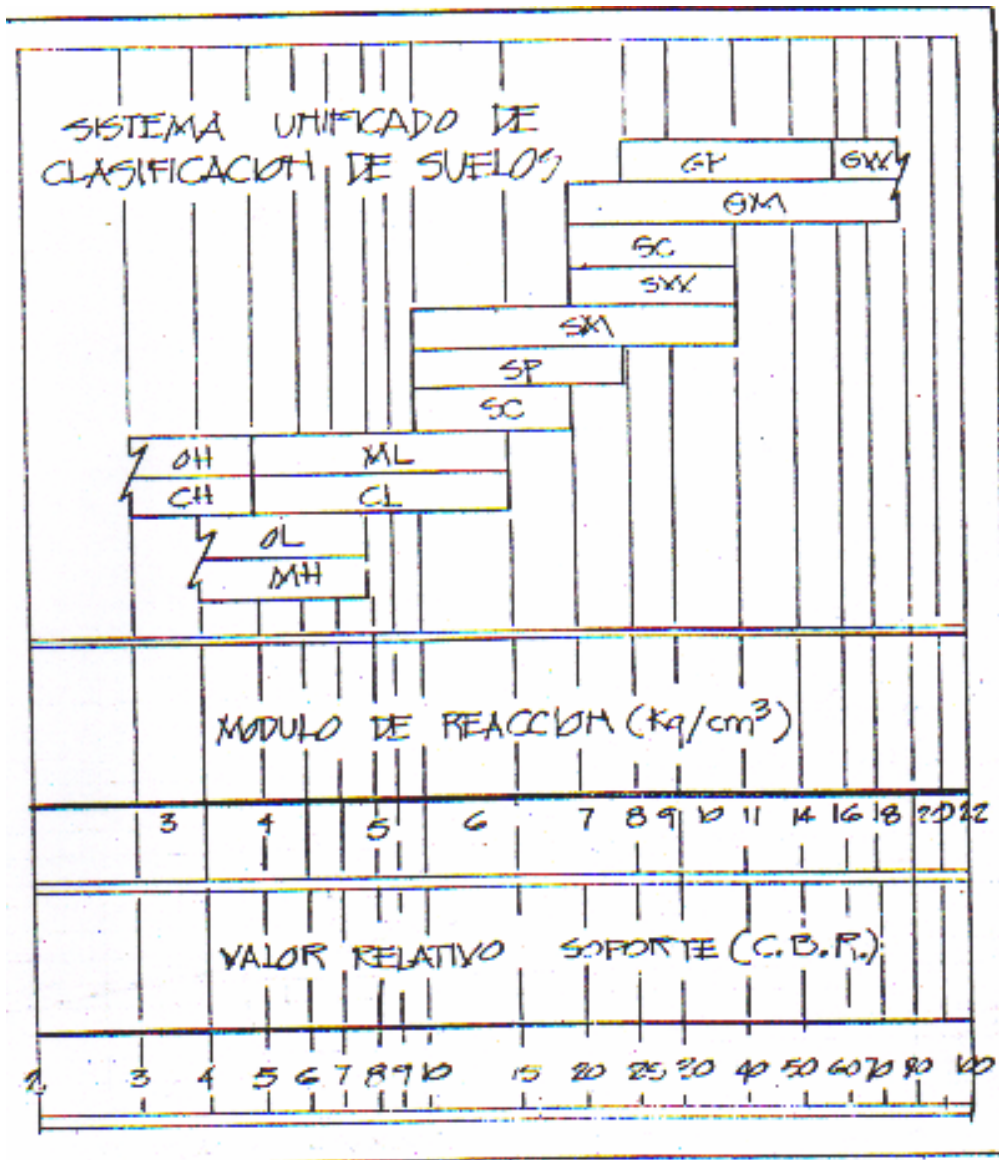


Figura 12. Relaciones aproximadas entre el tipo de suelo (clasificado con el sistema unificado), el valor relativo de soporte y el módulo de reacción.

**TABLA XII. ELEMENTOS HIDRÁULICOS DE UNA ALCANTARILLA DE SECCIÓN TRANSVERSAL CIRCULAR**

q/Q	a/A	w/V	q/Q	d/D	a/A	w/V	q/Q	d/D	a/A	w/V	q/Q
0.001	0.000054	0.019224	0.000001	0.076	0.034746	0.336751	0.011701	0.151	0.094971	0.518904	0.04921
0.002	0.000152	0.030507	0.000005	0.077	0.035423	0.339587	0.012029	0.152	0.095884	0.521011	0.0499
0.003	0.000279	0.039963	0.000011	0.078	0.036104	0.342408	0.012362	0.153	0.096799	0.523112	0.0506
0.004	0.000429	0.048396	0.000021	0.079	0.036789	0.345215	0.012700	0.154	0.097717	0.525206	0.0513
0.005	0.000599	0.056141	0.000034	0.08	0.037478	0.348007	0.013043	0.155	0.098637	0.527293	0.0520
0.006	0.000788	0.063377	0.000050	0.081	0.038171	0.350786	0.013390	0.156	0.099560	0.529374	0.0527
0.007	0.000992	0.070215	0.000070	0.082	0.038868	0.353551	0.013742	0.157	0.100485	0.531449	0.0534
0.008	0.001212	0.076728	0.000093	0.083	0.039568	0.356302	0.014098	0.158	0.101413	0.533517	0.0541
0.009	0.001446	0.082970	0.000120	0.084	0.040273	0.359039	0.014459	0.159	0.102343	0.535578	0.0548
0.01	0.001693	0.088980	0.000151	0.085	0.040981	0.361764	0.014825	0.16	0.103275	0.537633	0.0555
0.011	0.001952	0.094787	0.000185	0.086	0.041693	0.364475	0.015196	0.161	0.104210	0.539682	0.0562
0.012	0.002224	0.100417	0.000223	0.087	0.042409	0.367173	0.015571	0.162	0.105147	0.541725	0.0569
0.013	0.002506	0.105857	0.000265	0.088	0.043128	0.369859	0.015951	0.163	0.106087	0.543761	0.0576
0.014	0.002800	0.111215	0.000311	0.089	0.043851	0.372532	0.016336	0.164	0.107028	0.545792	0.0584
0.015	0.003105	0.116413	0.000361	0.09	0.044578	0.375193	0.016726	0.165	0.107972	0.547816	0.0591
0.016	0.003419	0.121493	0.000415	0.091	0.045309	0.377842	0.017120	0.166	0.108919	0.549834	0.0598
0.017	0.003744	0.126464	0.000473	0.092	0.046043	0.380479	0.017518	0.167	0.109867	0.551845	0.0606
0.018	0.004078	0.131335	0.000536	0.093	0.046781	0.383103	0.017922	0.168	0.110818	0.553851	0.0613
0.019	0.004421	0.136112	0.000602	0.094	0.047522	0.385717	0.018330	0.169	0.111772	0.555851	0.0621
0.02	0.004773	0.140803	0.000672	0.095	0.048267	0.388318	0.018743	0.17	0.112727	0.557845	0.0628
0.021	0.005134	0.145412	0.000746	0.096	0.049016	0.390908	0.019161	0.171	0.113685	0.559833	0.0636
0.022	0.005503	0.149945	0.000825	0.097	0.049768	0.393487	0.019583	0.172	0.114645	0.561815	0.0644
0.023	0.005881	0.154406	0.000908	0.098	0.050523	0.396055	0.020010	0.173	0.115607	0.563791	0.0651
0.024	0.006266	0.158800	0.000995	0.099	0.051282	0.398611	0.020441	0.174	0.116571	0.565762	0.0659
0.025	0.006660	0.163129	0.001086	0.1	0.052044	0.401157	0.020878	0.175	0.117537	0.567726	0.0667
0.026	0.007061	0.167398	0.001182	0.101	0.052810	0.403692	0.021319	0.176	0.118506	0.569685	0.0675
0.027	0.007470	0.171609	0.001282	0.102	0.053579	0.406216	0.021765	0.177	0.119477	0.571638	0.0682
0.028	0.007887	0.175765	0.001386	0.103	0.054351	0.408730	0.022215	0.178	0.120450	0.573586	0.0690
0.029	0.008311	0.179868	0.001495	0.104	0.055127	0.411234	0.022670	0.179	0.121425	0.575528	0.0698
0.03	0.008741	0.183921	0.001608	0.105	0.055906	0.413727	0.023130	0.18	0.122402	0.577464	0.0706
0.031	0.009179	0.187926	0.001725	0.106	0.056688	0.416210	0.023594	0.181	0.123382	0.579395	0.0714
0.032	0.009624	0.191885	0.001847	0.107	0.057473	0.418683	0.024063	0.182	0.124363	0.581320	0.0722
0.033	0.010076	0.195800	0.001973	0.108	0.058262	0.421146	0.024537	0.183	0.125347	0.583240	0.07310
0.034	0.010534	0.199672	0.002103	0.109	0.059054	0.423599	0.025015	0.184	0.126332	0.585154	0.07392
0.035	0.010999	0.203503	0.002238	0.11	0.059849	0.426042	0.025498	0.185	0.127320	0.587063	0.07474
0.036	0.011470	0.207295	0.002378	0.111	0.060648	0.428476	0.025986	0.186	0.128310	0.588966	0.07557
0.037	0.011947	0.211049	0.002521	0.112	0.061449	0.430901	0.026479	0.187	0.129302	0.590864	0.07640
0.038	0.012431	0.214766	0.002670	0.113	0.062254	0.433316	0.026976	0.188	0.130296	0.592756	0.07723
0.039	0.012921	0.218448	0.002823	0.114	0.063062	0.435721	0.027477	0.189	0.131292	0.594644	0.07807
0.04	0.013417	0.222095	0.002980	0.115	0.063873	0.438117	0.027984	0.19	0.132290	0.596526	0.07891
0.041	0.013919	0.225709	0.003142	0.116	0.064686	0.440505	0.028495	0.191	0.133290	0.598402	0.07976
0.042	0.014427	0.229291	0.003308	0.117	0.065503	0.442883	0.029010	0.192	0.134292	0.600274	0.08061
0.043	0.014941	0.232842	0.003479	0.118	0.066323	0.445252	0.029531	0.193	0.135296	0.602140	0.08146
0.044	0.015460	0.236362	0.003654	0.119	0.067146	0.447612	0.030056	0.194	0.136302	0.604001	0.08232
0.045	0.015985	0.239853	0.003834	0.12	0.067972	0.449964	0.030585	0.195	0.137310	0.605857	0.08319
0.046	0.016516	0.243315	0.004019	0.121	0.068801	0.452307	0.031119	0.196	0.138320	0.607708	0.08405
0.047	0.017052	0.246749	0.004208	0.122	0.069633	0.454641	0.031658	0.197	0.139331	0.609553	0.08493
0.048	0.017594	0.250157	0.004401	0.123	0.070468	0.456967	0.032202	0.198	0.140345	0.611394	0.08580
0.049	0.018141	0.253537	0.004599	0.124	0.071306	0.459284	0.032750	0.199	0.141361	0.613230	0.08668



**TABLA XII. ELEMENTOS HIDRÁULICOS DE UNA ALCANTARILLA DE SECCIÓN TRANSVERSAL CIRCULAR**

d/D	a/A	w/V	q/Q	d/D	a/A	w/V	q/Q	d/D	a/A	w/V	q/Q
0.226	0.169479	0.660967	0.112020	0.301	0.253483	0.777553	0.197097	0.376	0.343752	0.874664	0.300667
0.227	0.170545	0.662670	0.113015	0.302	0.254652	0.778967	0.198365	0.377	0.344986	0.875863	0.302153
0.228	0.171613	0.664370	0.114014	0.303	0.255822	0.780377	0.199637	0.378	0.346230	0.877019	0.303642
0.229	0.172682	0.666064	0.115017	0.304	0.256992	0.781784	0.200913	0.379	0.347455	0.878192	0.305132
0.23	0.173753	0.667755	0.116024	0.305	0.258164	0.783188	0.202191	0.38	0.348691	0.879362	0.306626
0.231	0.174825	0.669441	0.117035	0.306	0.259337	0.784583	0.203473	0.381	0.349927	0.880530	0.308121
0.232	0.175899	0.671122	0.118050	0.307	0.260511	0.785985	0.204758	0.382	0.351164	0.881694	0.309620
0.233	0.176975	0.672800	0.119069	0.308	0.261686	0.787379	0.206046	0.383	0.352402	0.882856	0.311120
0.234	0.178052	0.674473	0.120091	0.309	0.262862	0.788769	0.207338	0.384	0.353640	0.884015	0.312623
0.235	0.179131	0.676142	0.121118	0.31	0.264040	0.790156	0.208633	0.385	0.354879	0.885171	0.314128
0.236	0.180212	0.677806	0.122149	0.311	0.265218	0.791539	0.209930	0.386	0.356118	0.886324	0.315636
0.237	0.181294	0.679466	0.123183	0.312	0.266397	0.792920	0.211232	0.387	0.357358	0.887474	0.317146
0.238	0.182377	0.681122	0.124221	0.313	0.267578	0.794297	0.212536	0.388	0.358599	0.888622	0.318659
0.239	0.183463	0.682774	0.125263	0.314	0.268758	0.795670	0.213843	0.389	0.359840	0.889766	0.320174
0.24	0.184549	0.684422	0.126310	0.315	0.269941	0.797040	0.215154	0.39	0.361082	0.890908	0.321691
0.241	0.185638	0.686065	0.127360	0.316	0.271125	0.798407	0.216468	0.391	0.362324	0.892047	0.323210
0.242	0.186728	0.687704	0.128413	0.317	0.272309	0.799771	0.217785	0.392	0.363567	0.893183	0.324732
0.243	0.187819	0.689339	0.129471	0.318	0.273494	0.801131	0.219105	0.393	0.364810	0.894316	0.326256
0.244	0.188912	0.690970	0.130533	0.319	0.274681	0.802488	0.220428	0.394	0.366055	0.895447	0.327784
0.245	0.190006	0.692597	0.131598	0.32	0.275868	0.803842	0.221755	0.395	0.367299	0.896574	0.329311
0.246	0.191102	0.694220	0.132667	0.321	0.277057	0.805197	0.223084	0.396	0.368544	0.897699	0.330842
0.247	0.192200	0.695839	0.133740	0.322	0.278246	0.806540	0.224416	0.397	0.369790	0.898821	0.332375
0.248	0.193299	0.697453	0.134817	0.323	0.279434	0.807884	0.225752	0.398	0.371036	0.899940	0.333910
0.249	0.194399	0.699064	0.135897	0.324	0.280628	0.809225	0.227091	0.399	0.372283	0.901057	0.335448
0.25	0.195501	0.700670	0.136982	0.325	0.281820	0.810563	0.228433	0.4	0.373530	0.902170	0.336988
0.251	0.196605	0.702273	0.138070	0.326	0.283013	0.811897	0.229777	0.401	0.374778	0.903281	0.338530
0.252	0.197709	0.703871	0.139162	0.327	0.284207	0.813228	0.231125	0.402	0.376026	0.904389	0.340074
0.253	0.198816	0.705466	0.140258	0.328	0.285402	0.814556	0.232476	0.403	0.377275	0.905495	0.341620
0.254	0.199923	0.707056	0.141357	0.329	0.286598	0.815881	0.233830	0.404	0.378524	0.906597	0.343169
0.255	0.201033	0.708642	0.142460	0.33	0.287795	0.817203	0.235187	0.405	0.379774	0.907697	0.344720
0.256	0.202141	0.710225	0.143567	0.331	0.288993	0.818521	0.236547	0.406	0.381024	0.908794	0.346272
0.257	0.203255	0.711804	0.144678	0.332	0.290192	0.819836	0.237910	0.407	0.382275	0.909888	0.347827
0.258	0.204369	0.713378	0.145792	0.333	0.291391	0.821148	0.239275	0.408	0.383526	0.910979	0.349385
0.259	0.205484	0.714949	0.146910	0.334	0.292592	0.822457	0.240646	0.409	0.384778	0.912068	0.350944
0.26	0.206600	0.716516	0.148032	0.335	0.293793	0.823763	0.242016	0.41	0.386030	0.913154	0.352505
0.261	0.207718	0.718079	0.149158	0.336	0.294994	0.825065	0.243391	0.411	0.387283	0.914237	0.354068
0.262	0.208837	0.719638	0.150287	0.337	0.296199	0.826365	0.244768	0.412	0.388536	0.915317	0.355634
0.263	0.209957	0.721193	0.151420	0.338	0.297403	0.827661	0.246149	0.413	0.389790	0.916395	0.357201
0.264	0.211079	0.722745	0.152556	0.339	0.298608	0.828954	0.247532	0.414	0.391044	0.917470	0.358771
0.265	0.212202	0.724292	0.153696	0.34	0.299814	0.830244	0.248919	0.415	0.392298	0.918542	0.360342
0.266	0.213327	0.725836	0.154840	0.341	0.301021	0.831531	0.250308	0.416	0.393553	0.919611	0.361916
0.267	0.214452	0.727376	0.155988	0.342	0.302228	0.832815	0.251700	0.417	0.394808	0.920678	0.363492
0.268	0.215580	0.728912	0.157139	0.343	0.303437	0.834096	0.253095	0.418	0.396064	0.921743	0.365069
0.269	0.216708	0.730444	0.158293	0.344	0.304646	0.835374	0.254495	0.419	0.397320	0.922801	0.366649
0.27	0.217838	0.731973	0.159452	0.345	0.305856	0.836648	0.255894	0.42	0.398577	0.923862	0.368230
0.271	0.218969	0.733498	0.160613	0.346	0.307066	0.837920	0.257297	0.421	0.399834	0.924918	0.369814
0.272	0.220102	0.735019	0.161779	0.347	0.308279	0.839188	0.258704	0.422	0.401092	0.925971	0.371401
0.273	0.221236	0.736536	0.162948	0.348	0.309491	0.840454	0.260113	0.423	0.402349	0.927021	0.372986
0.274	0.222371	0.738050	0.164121	0.349	0.310705	0.841716	0.261525	0.424	0.403608	0.928069	0.374576
0.275	0.223507	0.739560	0.165297	0.35	0.311919	0.842975	0.262940	0.425	0.404866	0.929114	0.376167
0.276	0.224643	0.741066	0.166477	0.351	0.313134	0.844231	0.264357	0.426	0.406125	0.930156	0.377760
0.277	0.225784	0.742568	0.167660	0.352	0.314350	0.845485	0.265778	0.427	0.407385	0.931196	0.379355
0.278	0.226924	0.744067	0.168847	0.353	0.315566	0.846735	0.267201	0.428	0.408645	0.932233	0.380952
0.279	0.228065	0.745561	0.170037	0.354	0.316784	0.847982	0.268627	0.429	0.409905	0.933267	0.382551
0.28	0.229208	0.747054	0.171231	0.355	0.318002	0.849226	0.270055	0.43	0.411165	0.934299	0.384151
0.281	0.230352	0.748542	0.172428	0.356	0.319221	0.850467	0.271487	0.431	0.412426	0.935329	0.385753
0.282	0.231497	0.750026	0.173629	0.357	0.320440	0.851705	0.272921	0.432	0.413687	0.936354	0.387358
0.283	0.232644	0.751507	0.174833	0.358	0.321661	0.852940	0.274357	0.433	0.414949	0.937377	0.388964
0.284	0.233792	0.752984	0.176041	0.359	0.322882	0.854172	0.275797	0.434	0.416211	0.938398	0.390571
0.285	0.234940	0.754458	0.177253	0.36	0.324104	0.855401	0.277239	0.435	0.417473	0.939416	0.392181
0.286	0.236091	0.755927	0.178467	0.361	0.325327	0.856627	0.278684	0.436	0.418736	0.940432	0.393792
0.287	0.237242	0.757394	0.179686	0.362	0.326550	0.857850	0.280131	0.437	0.419999	0.941445	0.395405
0.288	0.238394	0.758856	0.180907	0.363	0.327774	0.859070	0.281581	0.438	0.421262	0.942455	0.397020
0.289	0.239548	0.760316	0.182132	0.364	0.328999	0.860288	0.283034	0.439	0.422525	0.943462	0.398637
0.29	0.240703	0.761771	0.183361	0.365	0.330225	0.861502	0.284489	0.44	0.423789	0.944467	0.400253
0.291	0.241859	0.763223	0.184593	0.366	0.331451	0.862713	0.285947	0.441	0.425054	0.945469	0.401875
0.292	0.243016	0.764672	0.185828	0.367	0.332678	0.863921	0.287407	0.442	0.426318	0.946469	0.403497
0.293	0.244173	0.766117	0.187066	0.368	0.333906	0.865127	0.288871	0.443	0.427583	0.947466	0.405120
0.294	0.245334	0.767559	0.188309	0.369	0.335134	0.866329	0.290336	0.444	0.428848	0.948460	0.406745
0.295	0.246495	0.768997	0.189554	0.37	0.336363	0.867528	0.291805	0.445	0.430113	0.949452	0.408372
0.296	0.247657	0.770431	0.190803	0.371	0.337593	0.868725	0.293275	0.446	0.431379	0.950441	0.410000
0.297	0.248820	0.771863	0.192055	0.372	0.338823	0.869918	0.294749	0.447	0.432645	0.951427	0.411630
0.298	0.249984	0.773290	0.193310	0.373	0.340055	0.871109	0.296225	0.448	0.433911	0.952411	0.413262
0.299	0.251149	0.774715	0.194569	0.374	0.341286	0.872297	0.297703	0.449	0.435178	0.953392	0.414895
0.3	0.252316	0.776135	0.195831	0.375	0.342519	0.873482	0.299184	0.45	0.436444	0.954371	0.416530

**TABLA XII. ELEMENTOS HIDRÁULICOS DE UNA ALCANTARILLA DE SECCIÓN TRANSVERSAL CIRCULAR**

0.451	0.452	0.453	0.454	0.455	0.456	0.457	0.458	0.459	0.46	0.461	0.462	0.463	0.464	0.465	0.466	0.467	0.468	0.469	0.47	0.471	0.472	0.473	0.474	0.475	0.476	0.477	0.478	0.479	0.48	0.481	0.482	0.483	0.484	0.485	0.486	0.487	0.488	0.489	0.49	0.491	0.492	0.493	0.494	0.495	0.496	0.497	0.498	0.499	0.5	0.501	0.502	0.503	0.504	0.505	0.506	0.507	0.508	0.509	0.51	0.511	0.512	0.513	0.514	0.515	0.516	0.517	0.518	0.519	0.52	0.521	0.522	0.523	0.524	0.525																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.437211	0.439979	0.442046	0.444154	0.446282	0.448406	0.450518	0.452617	0.454704	0.456779	0.458842	0.460893	0.462931	0.464956	0.466967	0.468964	0.470947	0.472916	0.474871	0.476812	0.478739	0.480652	0.482551	0.484436	0.486307	0.488164	0.490007	0.491836	0.493651	0.495452	0.497239	0.499012	0.500771	0.502516	0.504247	0.505964	0.507667	0.509356	0.511031	0.512692	0.514339	0.515972	0.517591	0.519196	0.520787	0.522364	0.523927	0.525476	0.527011	0.528532	0.530039	0.531532	0.533011	0.534476	0.535927	0.537364	0.538787	0.540196	0.541591	0.542972	0.544339	0.545692	0.547031	0.548356	0.549667	0.550964	0.552247	0.553516	0.554771	0.556012	0.557239	0.558452	0.559651	0.560836	0.562007	0.563164	0.564307	0.565436	0.566551	0.567652	0.568739	0.569812	0.570871	0.571916	0.572947	0.573964	0.574957	0.575927	0.576874	0.577797	0.578696	0.579571	0.580422	0.581249	0.582052	0.582831	0.583586	0.584317	0.585024	0.585707	0.586366	0.587001	0.587612	0.588199	0.588762	0.589301	0.589816	0.590307	0.590774	0.591217	0.591636	0.592031	0.592402	0.592749	0.593072	0.593371	0.593646	0.593897	0.594124	0.594327	0.594506	0.594661	0.594792	0.594899	0.595002	0.595091	0.595156	0.595197	0.595214	0.595217	0.595206	0.595181	0.595142	0.595089	0.595022	0.594933	0.594822	0.594689	0.594534	0.594357	0.594158	0.593937	0.593694	0.593429	0.593142	0.592833	0.592501	0.592146	0.591767	0.591364	0.590937	0.590486	0.590011	0.589512	0.589009	0.588492	0.587951	0.587386	0.586797	0.586184	0.585547	0.584886	0.584201	0.583492	0.582759	0.582002	0.581221	0.580416	0.579587	0.578734	0.577857	0.576956	0.576031	0.575082	0.574109	0.573112	0.572091	0.571046	0.570007	0.568974	0.567957	0.566956	0.565971	0.564992	0.564029	0.563082	0.562151	0.561236	0.560337	0.559454	0.558587	0.557736	0.556891	0.556062	0.555249	0.554452	0.553671	0.552906	0.552157	0.551424	0.550707	0.549996	0.549291	0.548592	0.547909	0.547242	0.546591	0.545956	0.545337	0.544734	0.544147	0.543576	0.543021	0.542482	0.541959	0.541452	0.540961	0.540486	0.540027	0.539584	0.539157	0.538746	0.538351	0.537972	0.537609	0.537262	0.536931	0.536616	0.536317	0.536034	0.535767	0.535516	0.535271	0.535042	0.534829	0.534632	0.534451	0.534286	0.534137	0.534004	0.533887	0.533786	0.533701	0.533632	0.533579	0.533542	0.533521	0.533516	0.533527	0.533554	0.533597	0.533656	0.533731	0.533822	0.533929	0.534052	0.534191	0.534346	0.534517	0.534704	0.534907	0.535126	0.535361	0.535612	0.535879	0.536162	0.536461	0.536776	0.537107	0.537454	0.537817	0.538196	0.538591	0.539002	0.539429	0.539872	0.540331	0.540806	0.541297	0.541804	0.542327	0.542866	0.543421	0.543992	0.544579	0.545182	0.545801	0.546436	0.547087	0.547754	0.548437	0.549136	0.549851	0.550582	0.551329	0.552092	0.552861	0.553646	0.554447	0.555264	0.556097	0.556946	0.557811	0.558692	0.559589	0.560502	0.561431	0.562376	0.563337	0.564314	0.565307	0.566316	0.567341	0.568382	0.569439	0.570512	0.571601	0.572706	0.573827	0.574964	0.576117	0.577286	0.578471	0.579672	0.580889	0.582122	0.583371	0.584636	0.585917	0.587214	0.588527	0.589856	0.591201	0.592562	0.593939	0.595332	0.596742	0.598169	0.599612	0.601071	0.602546	0.604037	0.605544	0.607067	0.608606	0.610161	0.611732	0.613319	0.614922	0.616541	0.618176	0.619827	0.621494	0.623177	0.624876	0.626591	0.628322	0.630069	0.631832	0.633611	0.635406	0.637217	0.639044	0.640887	0.642746	0.644621	0.646512	0.648419	0.650342	0.652281	0.654236	0.656207	0.658194	0.660197	0.662216	0.664251	0.666302	0.668369	0.670452	0.672551	0.674666	0.676797	0.678944	0.681107	0.683286	0.685481	0.687692	0.689919	0.692162	0.694421	0.696696	0.698987	0.701294	0.703617	0.705956	0.708311	0.710682	0.713069	0.715472	0.717891	0.720326	0.722777	0.725244	0.727727	0.730226	0.732741	0.735272	0.737819	0.740382	0.742961	0.745556	0.748167	0.750794	0.753437	0.756096	0.758771	0.761462	0.764169	0.766892	0.769631	0.772386	0.775157	0.777944	0.780747	0.783566	0.786391	0.789232	0.792089	0.794962	0.797851	0.800756	0.803677	0.806614	0.809567	0.812536	0.815521	0.818522	0.821539	0.824572	0.827621	0.830686	0.833767	0.836864	0.839977	0.843106	0.846251	0.849412	0.852589	0.855782	0.858991	0.862216	0.865457	0.868714	0.871987	0.875276	0.878581	0.881902	0.885239	0.888592	0.891961	0.895346	0.898747	0.902164	0.905597	0.909046	0.912511	0.915992	0.919489	0.922992	0.926501	0.929996	0.933507	0.937034	0.940577	0.944136	0.947711	0.951302	0.954909	0.958532	0.962171	0.965826	0.969497	0.973184	0.976887	0.980606	0.984341	0.988092	0.991859	0.995642	0.999441	1.003256	1.007087	1.010934	1.014797	1.018676	1.022571	1.026482	1.030409	1.034352	1.038311	1.042286	1.046277	1.050284	1.054307	1.058346	1.062401	1.066472	1.070559	1.074662	1.078781	1.082916	1.087067	1.091234	1.095417	1.099616	1.103831	1.108062	1.112309	1.116572	1.120851	1.125146	1.129457	1.133784	1.138127	1.142486	1.146861	1.151252	1.155659	1.160082	1.164521	1.168976	1.173447	1.177934	1.182437	1.186956	1.191491	1.196042	1.200609	1.205192	1.209791	1.214406	1.219037	1.223684	1.228347	1.233026	1.237721	1.242432	1.247159	1.251902	1.256661	1.261436	1.266227	1.271034	1.275857	1.280696	1.285551	1.290422	1.295309	1.300212	1.305131	1.310066	1.315017	1.319984	1.324967	1.329966	1.334981	1.340012	1.345059	1.350122	1.355201	1.360296	1.365407	1.370534	1.375677	1.380836	1.386011	1.391202	1.396409	1.401632	1.406871	1.412126	1.417397	1.422684	1.427987	1.433306	1.438641	1.443992	1.449359	1.454742	1.460141	1.465556	1.470987	1.476434	1.481897	1.487376	1.492871	1.498382	1.503909	1.509452	1.515011	1.520586	1.526177	1.531784	1.537407	1.543046	1.548701	1.554372	1.560059	1.565762	1.571481	1.577216	1.582967	1.588734	1.594517	1.600316	1.606131	1.611962	1.617809	1.623672	1.629551	1.635446	1.641357	1.647284	1.653227	1.659186	1.665161	1.671152	1.677159	1.683182	1.689221	1.695276	1.701347	1.707434	1.713537	1.719656	1.725791	1.731942	1.738109	1.744292	1.750491	1.756706	1.762937	1.769184	1.775447	1.781726	1.788021	1.794332	1.800659	1.807002	1.813361	1.819736	1.826127	1.832534	1.838957	1.845396	1.851851	1.858322	1.864809	1.871312	1.877831	1.884366	1.890917	1.897484	1.904067	1.910666	1.917281	1.923912	1.930559	1.937222	1.943901	1.950596	1.957307	1.964034	1.970777	1.977536	1.984311	1.991102	1.997909	2.004732	2.011571	2.018426	2.025297	2.032184	2.039087	2.046006	2.052941	2.059892	2.066859	2.073842	2.080841	2.087856	2.094887	2.101934	2.108997	2.116076	2.123171	2.130282	2.137409	2.144552	2.151711	2.158886	2.166077	2.173284	2.180507	2.187746	2.195001	2.202272	2.209559	2.216862	2.224181	2.231516	2.238867	2.246234	2.253617	2.261016	2.268431	2.275862	2.283309	2.290772	2.298251	2.305746	2.313257	2.320784	2.328327	2.335886	2.343461	2.351052	2.358659	2.366282	2.373921	2.381576	2.389247	2.396934	2.404637	2.412356	2.420091	2.427842	2.435609	2.443392	2.451191	2.459006	2.466837	2.474684	2.482547	2.490426	2.498321	2.506232	2.514159	2.522102	2.530061	2.538036	2.546027	2.554034	2.562057	2.570096	2.578151	2.586222	2.594309	2.602412	2.610531	2.618666	2.626817	2.634984	2.643167	2.651366	2.659581	2.667812	2.676059	2.684322	2.692601	2.700896	2.709207	2.717534	2.725877	2.734236	2.742611	2.751002	2.759409	2.767832	2.776271	2.784726	2.793197	2.801684	2.810187	2.818706	2.827241	2.835792	2.844359	2.852942	2.861541	2.870156	2.878787	2.887434	2.896097	2.904776	2.913471	2.922182	2.930909	2.939652	2.948411	2.957186	2.965977	2.974784	2.983607	2.992446	3.001301	3.010172	3.019059	3.027962	3.036881	3.045816	3.054767	3.063734	3.072717	3.081716	3.090731	3.099762	3.

**TABLA XII. ELEMENTOS HIDRÁULICOS DE UNA ALCANTARILLA DE SECCIÓN TRANSVERSAL CIRCULAR**

d/D	s/A	v/V	q/Q	d/D	s/A	v/V	q/Q	d/D	s/A	v/V	q/Q
0.676	0.719372	1.110763	0.799054	0.751	0.805601	1.137674	0.913289	0.826	0.883429	1.139713	1.006356
0.677	0.720564	1.111171	0.800669	0.752	0.806701	1.138572	0.914696	0.827	0.884393	1.139663	1.007910
0.675	0.721754	1.111574	0.802283	0.753	0.807800	1.139067	0.916100	0.828	0.885355	1.139609	1.009459
0.679	0.722943	1.111974	0.803895	0.754	0.808898	1.139529	0.917500	0.829	0.886315	1.139554	1.011002
0.65	0.724132	1.112372	0.805504	0.755	0.809994	1.140448	0.918896	0.83	0.887273	1.139489	1.011038
0.681	0.725319	1.112768	0.807112	0.756	0.811088	1.140634	0.920288	0.831	0.888228	1.139424	1.012069
0.682	0.726506	1.113160	0.808717	0.757	0.812181	1.141517	0.921677	0.832	0.889182	1.139355	1.013093
0.683	0.727691	1.113550	0.810321	0.758	0.813272	1.141998	0.923062	0.833	0.890132	1.139282	1.014112
0.684	0.728875	1.113938	0.811922	0.759	0.814362	1.142575	0.924445	0.834	0.891081	1.139204	1.015124
0.685	0.730059	1.114323	0.813521	0.76	0.815451	1.143539	0.925821	0.835	0.892028	1.139124	1.016130
0.686	0.731241	1.114705	0.815118	0.761	0.816537	1.143520	0.927194	0.836	0.892972	1.139039	1.017129
0.687	0.732422	1.115084	0.816713	0.762	0.817623	1.143568	0.928564	0.837	0.893913	1.138950	1.018122
0.688	0.733603	1.115461	0.818305	0.763	0.818706	1.143585	0.929950	0.838	0.894853	1.138857	1.019109
0.689	0.734782	1.115835	0.819895	0.764	0.819788	1.143615	0.931292	0.839	0.895790	1.138760	1.020090
0.69	0.735960	1.116207	0.821484	0.765	0.820869	1.143674	0.932650	0.84	0.896725	1.138659	1.021066
0.691	0.737138	1.116575	0.823070	0.766	0.821948	1.143679	0.934003	0.841	0.897657	1.138555	1.022011
0.692	0.738314	1.116942	0.824653	0.767	0.823025	1.143662	0.935353	0.842	0.898587	1.138446	1.022982
0.693	0.739489	1.117305	0.826235	0.768	0.824104	1.143632	0.936699	0.843	0.899515	1.138333	1.023947
0.694	0.740663	1.117666	0.827814	0.769	0.825175	1.143678	0.938044	0.844	0.900440	1.138216	1.024895
0.695	0.741836	1.118024	0.829390	0.77	0.826247	1.143692	0.939379	0.845	0.901363	1.138095	1.025836
0.696	0.743005	1.118380	0.830964	0.771	0.827318	1.143762	0.940712	0.846	0.902283	1.137970	1.026770
0.697	0.744178	1.118732	0.832536	0.772	0.828387	1.143799	0.942042	0.847	0.903201	1.137840	1.027698
0.698	0.745346	1.119082	0.834106	0.773	0.829455	1.143754	0.943367	0.848	0.904116	1.137707	1.028619
0.699	0.746517	1.119430	0.835673	0.774	0.830521	1.143745	0.944688	0.849	0.905029	1.137569	1.029533
0.7	0.747684	1.119774	0.837238	0.775	0.831585	1.143752	0.946005	0.85	0.905940	1.137427	1.030440
0.701	0.748851	1.120116	0.838800	0.776	0.832647	1.143777	0.947317	0.851	0.906848	1.137281	1.031341
0.702	0.750016	1.120456	0.840360	0.777	0.833708	1.143839	0.948626	0.852	0.907753	1.137130	1.032234
0.703	0.751180	1.120792	0.841917	0.778	0.834767	1.143957	0.949930	0.853	0.908656	1.136976	1.033120
0.704	0.752343	1.121126	0.843471	0.779	0.835825	1.143872	0.951229	0.854	0.909557	1.136817	1.033999
0.705	0.753505	1.121457	0.845024	0.78	0.836881	1.143884	0.952524	0.855	0.910455	1.136653	1.034871
0.706	0.754666	1.121786	0.846575	0.781	0.837935	1.143893	0.953815	0.856	0.911350	1.136486	1.035736
0.707	0.755823	1.122111	0.848120	0.782	0.838987	1.143899	0.955102	0.857	0.912243	1.136313	1.036594
0.708	0.756984	1.122434	0.849664	0.783	0.840037	1.143851	0.956384	0.858	0.913133	1.136133	1.037444
0.709	0.758141	1.122755	0.851206	0.784	0.841086	1.143801	0.957661	0.859	0.914020	1.135956	1.038287
0.71	0.759297	1.123072	0.852745	0.785	0.842133	1.143697	0.958934	0.86	0.914905	1.135770	1.039122
0.711	0.760452	1.123387	0.854282	0.786	0.843179	1.143789	0.960203	0.861	0.915788	1.135580	1.039951
0.712	0.761606	1.123699	0.855815	0.787	0.844222	1.143879	0.961466	0.862	0.916667	1.135386	1.040771
0.713	0.762758	1.124008	0.857346	0.788	0.845264	1.143865	0.962726	0.863	0.917544	1.135187	1.041584
0.714	0.763909	1.124313	0.858875	0.789	0.846304	1.143904	0.963980	0.864	0.918418	1.134985	1.042390
0.715	0.765060	1.124618	0.860400	0.79	0.847342	1.143925	0.965230	0.865	0.919290	1.134779	1.043187
0.716	0.766208	1.124915	0.861921	0.791	0.848378	1.143924	0.966476	0.866	0.920159	1.134562	1.043978
0.717	0.767356	1.125212	0.863443	0.792	0.849413	1.143927	0.967716	0.867	0.921025	1.134345	1.044760
0.718	0.768503	1.125513	0.864960	0.793	0.850445	1.143947	0.968953	0.868	0.921888	1.134123	1.045534
0.719	0.769648	1.125806	0.866474	0.794	0.851476	1.143943	0.970183	0.869	0.922749	1.133896	1.046301
0.72	0.770792	1.126096	0.867985	0.795	0.852505	1.143946	0.971409	0.87	0.923607	1.133664	1.047050
0.721	0.771935	1.126387	0.869494	0.796	0.853532	1.143956	0.972631	0.871	0.924462	1.133427	1.047780
0.722	0.773076	1.126667	0.870999	0.797	0.854557	1.143953	0.973847	0.872	0.925314	1.133186	1.048533
0.723	0.774216	1.126948	0.872503	0.798	0.855581	1.143964	0.975059	0.873	0.926165	1.132940	1.049267
0.724	0.775355	1.127227	0.874002	0.799	0.856602	1.143965	0.976265	0.874	0.927010	1.132689	1.050013
0.725	0.776493	1.127503	0.875498	0.8	0.857622	1.143942	0.977467	0.875	0.927852	1.132433	1.050731
0.726	0.777629	1.127776	0.876992	0.801	0.858639	1.143934	0.978664	0.876	0.928694	1.132172	1.051441
0.727	0.778764	1.128046	0.878482	0.802	0.859655	1.143924	0.979855	0.877	0.929532	1.131906	1.052142
0.728	0.779898	1.128314	0.879970	0.803	0.860669	1.143960	0.981042	0.878	0.930367	1.131635	1.052835
0.729	0.781031	1.128579	0.881455	0.804	0.861680	1.143983	0.982223	0.879	0.931199	1.131359	1.053520
0.73	0.782162	1.128840	0.882936	0.805	0.862690	1.143992	0.983399	0.88	0.932028	1.131077	1.054195
0.731	0.783292	1.129099	0.884414	0.806	0.863698	1.1439947	0.984571	0.881	0.932854	1.130791	1.054863
0.732	0.784420	1.129355	0.885889	0.807	0.864704	1.1439970	0.985737	0.882	0.933677	1.130499	1.055521
0.733	0.785548	1.129609	0.887361	0.808	0.865708	1.1439958	0.986897	0.883	0.934497	1.130203	1.056171
0.734	0.786673	1.129859	0.888830	0.809	0.866710	1.1440004	0.988053	0.884	0.935314	1.129901	1.056811
0.735	0.787798	1.130107	0.890296	0.81	0.867710	1.144015	0.989203	0.885	0.936127	1.129593	1.057443
0.736	0.788921	1.130351	0.891758	0.811	0.868708	1.144023	0.990348	0.886	0.936938	1.129280	1.058066
0.737	0.790043	1.130593	0.893217	0.812	0.869704	1.144028	0.991487	0.887	0.937744	1.128962	1.058680
0.738	0.791163	1.130832	0.894673	0.813	0.870698	1.144029	0.992621	0.888	0.938551	1.128638	1.059284
0.739	0.792282	1.131068	0.896125	0.814	0.871690	1.144027	0.993750	0.889	0.939352	1.128309	1.059880
0.74	0.793400	1.131301	0.897575	0.815	0.872680	1.144021	0.994873	0.89	0.940151	1.127975	1.060466
0.741	0.794516	1.131532	0.899020	0.816	0.873668	1.144011	0.995991	0.891	0.940946	1.127634	1.061043
0.742	0.795631	1.131759	0.900463	0.817	0.874653	1.143998	0.997103	0.892	0.941738	1.127288	1.061610
0.743	0.796745	1.131983	0.901902	0.818	0.875637	1.1439961	0.998209	0.893	0.942527	1.126937	1.062168
0.744	0.797857	1.132205	0.903337	0.819	0.876618	1.1439960	0.999310	0.894	0.943312	1.126579	1.062716
0.745	0.798967	1.132424	0.904770	0.82	0.877598	1.1439956	1.000405	0.895	0.944094	1.126216	1.063254
0.746	0.800077	1.132639	0.906198	0.821	0.878575	1.1439908	1.001495	0.896	0.944873	1.125847	1.063783
0.747	0.801184	1.132852	0.907623	0.822	0.879550	1.1439877	1.002579	0.897	0.945649	1.125473	1.064301
0.748	0.802291	1.133062	0.909045	0.823	0.880523	1.1439844	1.003657	0.898	0.946421	1.125093	1.064810
0.749	0.803395	1.133269	0.910463	0.824	0.881494	1.1439802	1.004729	0.899	0.947190	1.124704	1.065309
0.75	0.804499	1.133473	0.911878	0.825	0.882463	1.1439760	1.005795	0.9	0.947956	1.124311	1.065797

**TABLA XIII. CÁLCULO HIDRÁULICO DRENAJE SANITARIO BELLO HORIZONTE**

DE PV	A PV	COTAS TERRENO		LONG. (m)	No. HAB.		No. HAB. ACUM.		Qmed	
		INICIO	FINAL		ACT.	FUT.	ACT.	FUT	ACT.	FUT
1	2	119.817	116.343	31.90	24	48	24	48	0.048	0.096
2	3	116.343	113.220	39.98	24	48	48	96	0.096	0.192
3	4	113.220	107.861	80.31	36	72	84	168	0.168	0.336
4	5	107.861	140.976	80.19	36	72	120	240	0.240	0.480
5	6	140.976	102.783	80.00	42	84	162	324	0.324	0.648
6	7	102.783	100.351	99.65	42	84	204	408	0.408	0.816
7	8	100.351	95.030	96.46	48	96	302	710	0.604	1.420

Hoja 1

**TABLA XIII. CÁLCULO HIDRÁULICO DRENAJE SANITARIO BELLO HORIZONTE**

FH		CAUDAL DISEÑO		PENDIENTE	DIÁMETRO	Q SEC. LLENA		REL. $q/Q$	
ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	TUBERÍA	TUBERÍA	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
4.3695	4.3183	0.20974	0.41456	8	6	3.17	56.2	0.003732	0.007397
4.3695	4.3183	0.41851	0.82911	8	6	3.17	56.2	0.007337	0.014825
4.3415	4.2799	0.72937	1.43805	7	6	2.96	52.6	0.013742	0.027477
4.3415	4.2799	1.04196	2.05435	2.9	6	1.91	33.7	0.031119	0.060630
4.3294	4.2635	1.40273	2.76275	2.7	6	1.84	32.5	0.043401	0.107105
4.3294	4.2635	1.76640	3.47902	2.4	6	1.74	30.7	0.057686	0.113015
4.3183	2.2484	2.60825	6.03270	5.5	6	2.63	46.4	0.056240	0.130533

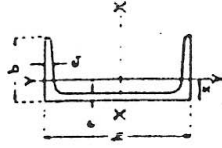
Hoja 2

**TABLA XIII. CÁLCULO HIDRÁULICO DRENAJE SANITARIO BELLO HORIZONTE**

REL. v/V		VEL. PARCIAL		COTA INVERT		PROF. POZO		VOLUMEN	VOLUMEN POZO	
ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ZANJA	INICIO	FINAL
0.236362	0.292267	0.794	0.926	117.3170	114.7650	2.50	1.58	1.22	2.83	1.83
0.292267	0.361764	0.927	1.147	114.7350	111.5390	1.61	1.68	0.99	1.83	1.93
0.353551	0.435721	1.047	1.290	111.5030	105.8813	1.71	1.98	1.11	1.93	2.27
0.452307	0.551845	0.860	1.050	105.8513	103.5258	2.01	1.45	1.04	2.27	1.67
0.499629	0.652382	0.919	1.200	103.4958	101.3358	1.48	1.45	0.88	1.67	1.67
0.543761	0.662670	0.946	1.150	101.3058	98.9142	1.48	1.44	0.88	1.67	1.67
0.539682	0.690970	1.420	1.820	98.8842	93.5789	1.47	1.45	0.88	1.67	1.64

Hoja 3

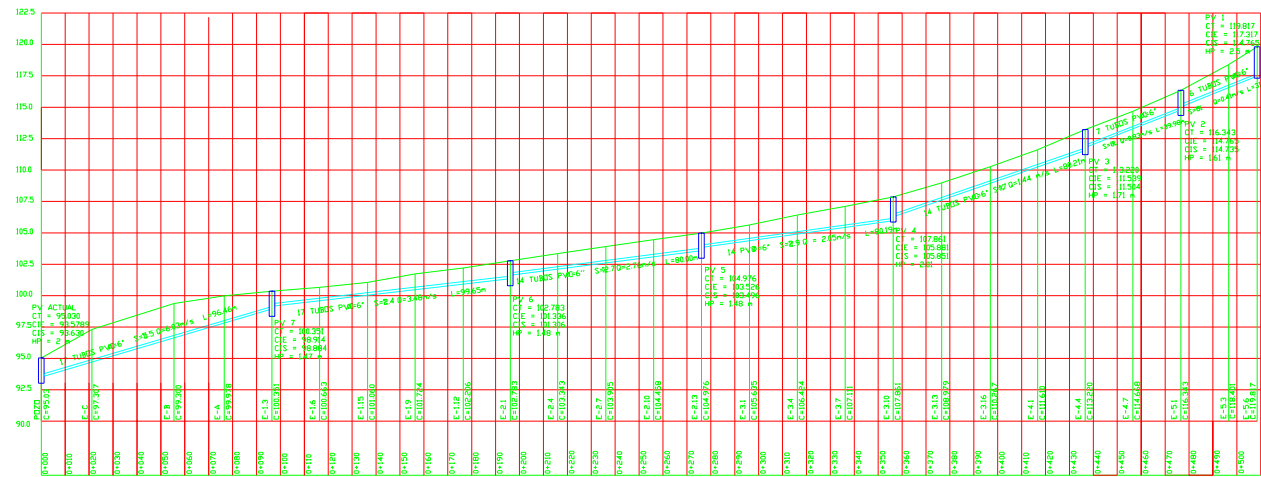
TABLA XIV. Propiedades de perfiles C



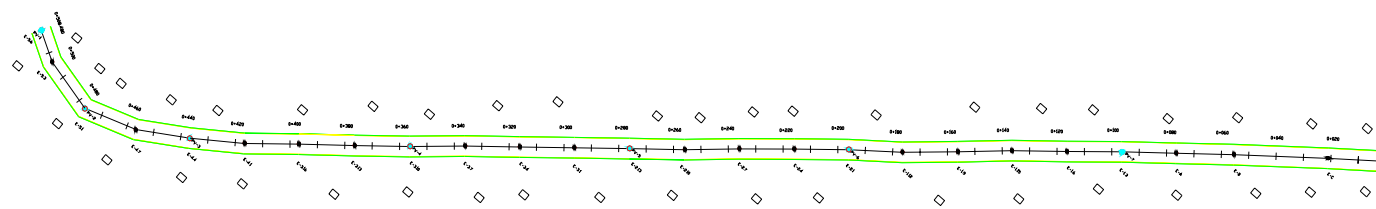
Propiedades de perfiles C (o U), europeos

Dimensiones en mm				Masa (peso) kg/m	Referido al eje X-X'			Referido al eje Y-Y'			
h	b	e	e <sub>1</sub>		x	Área cm <sup>2</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	Z <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	k <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	Z <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>
50	25	6	6	0.80	5.1	4.00	20.0	11.0	1.97	1.76	0.76
60	30	6	6	0.89	6.4	5.02	32.6	10.8	2.25	1.10	0.93
80	45	6	8	1.45	11.0	8.64	106	26.5	3.10	6.36	1.33
100	50	6	8.5	1.55	13.5	10.60	206	41.2	3.91	8.49	1.47
120	55	7	9	1.60	17.0	13.40	364	60.7	4.62	11.1	1.59
140	60	7	10	1.75	20.4	16.01	605	86.4	5.45	14.8	1.75
160	65	7.5	10.5	1.84	24.0	18.84	925	116	6.21	18.3	1.89
180	70	8	11	1.92	28.0	22.00	1350	150	6.95	22.4	2.02
200	75	8.5	11.5	2.01	32.2	25.30	1910	191	7.70	27.0	2.14
220	80	9	12.5	2.14	37.4	29.40	2690	245	8.48	33.6	2.30
250	80	10	12.5	2.14	42.5	34.00	3770	302	9.40	40.6	2.36
250	100	10	16	2.88	53.7	42.30	5180	414	9.80	61.7	2.86
300	90	13	14	2.14	60.7	47.65	7310	487	10.95	51.0	2.39

Figura 13. Planta y perfil drenaje



PERFIL DRENAGE BELLO HORIZONTE ESCALA VERTICAL 1: ESCALA 1:



PLANTA DRENAGE BELLO HORIZONTE ESCALA 1/750

SIMBOLOGIA	
E	ESTACION
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HP	PROFUNDIDAD DE POZO
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Q	CAUDAL
□	POZO DE VISITA
L	LONGITUD

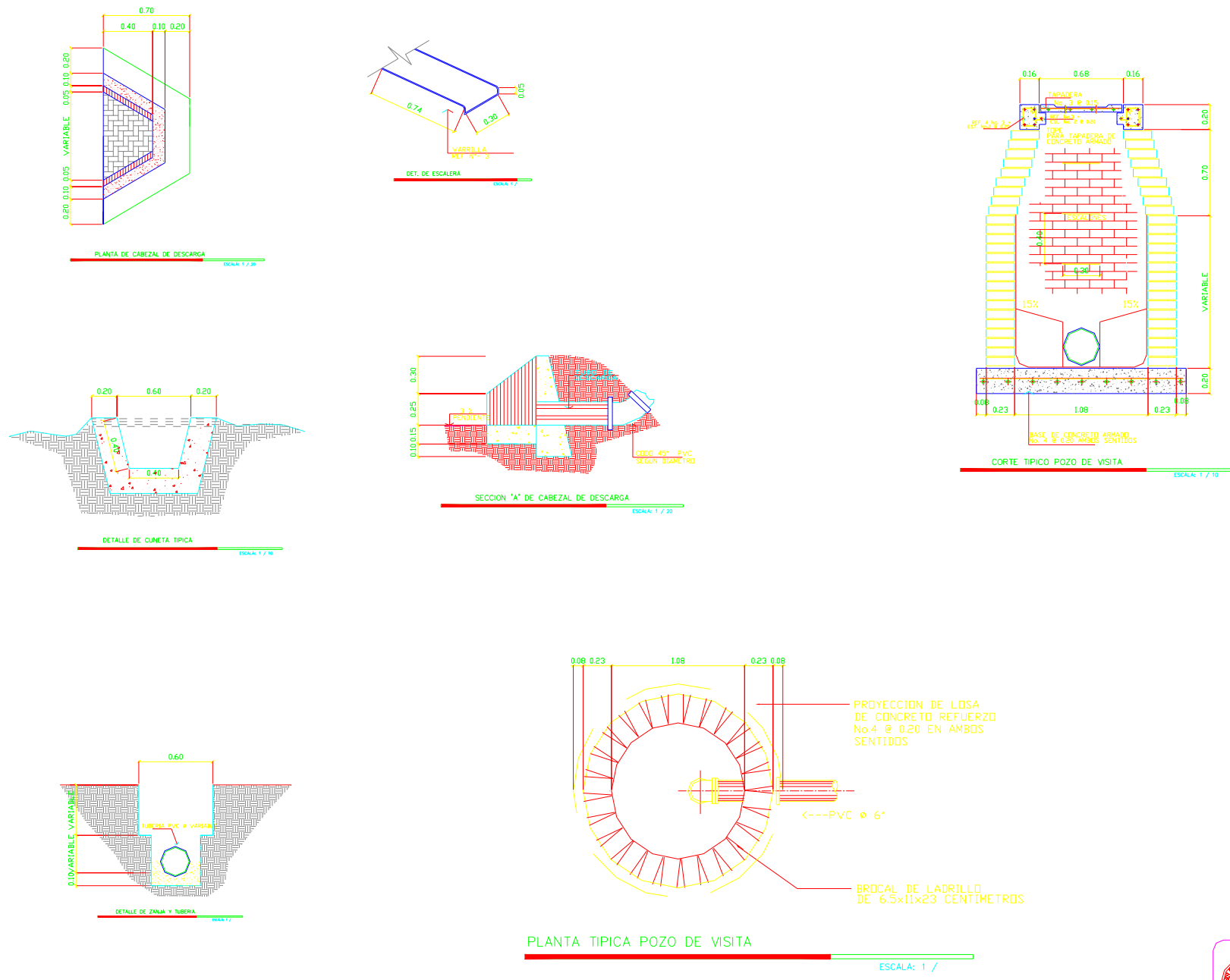


ESTACION	P.B.	NUMERO	DISTANCIA H.
0+000	C	S 57°02'11" O	2513
C	B	S 52°14'15" O	34.34
B	A	S 51°02'13" O	21.05
A	13	S 51°36'54" O	19.94
13	16	S 50°29'32" O	19.90
16	15	S 50°00'16" O	20.10
15	19	S 49°57'13" O	19.91
19	112	S 49°36'30" O	20.10
112	21	S 50°50'28" O	19.64
21	24	S 50°40'45" O	19.84
24	27	S 50°19'54" O	20.16
27	210	S 49°02'22" O	20.10
210	213	S 51°05'54" O	19.99
213	31	S 50°58'34" O	20.11
31	34	S 50°34'20" O	19.98
34	37	S 50°04'19" O	20.10
37	310	S 49°33'54" O	20.10
310	313	S 51°05'00" O	20.25
313	316	S 51°20'04" O	20.33
316	41	S 50°50'53" O	19.84
41	44	S 50°28'41" O	19.89
44	47	S 50°45'20" O	19.90
47	51	S 70°46'01" O	20.08
51	53	N 74°58'48" O	20.03
53	56	N 59°46'59" O	11.87

	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado		
	Proyecto: Drenaje Barro Bello Horizonte	Plano de: Planta y Perfil	
Diseño: Lus Fernando Flores	Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa		
Calificador: Lus Fernando Flores	Aprobado: Lus Fernando Flores y Flores	Curso: 1997-12610	
Dibujó: Lus Fernando Flores	No. Do.: Indicada	Hoja No.: 1	
Fecha: Marzo 2005	Ing. Manuel Amvilaga Asesor	Lus Fernando Flores Ejecuta	Santiago Martinez Asiste

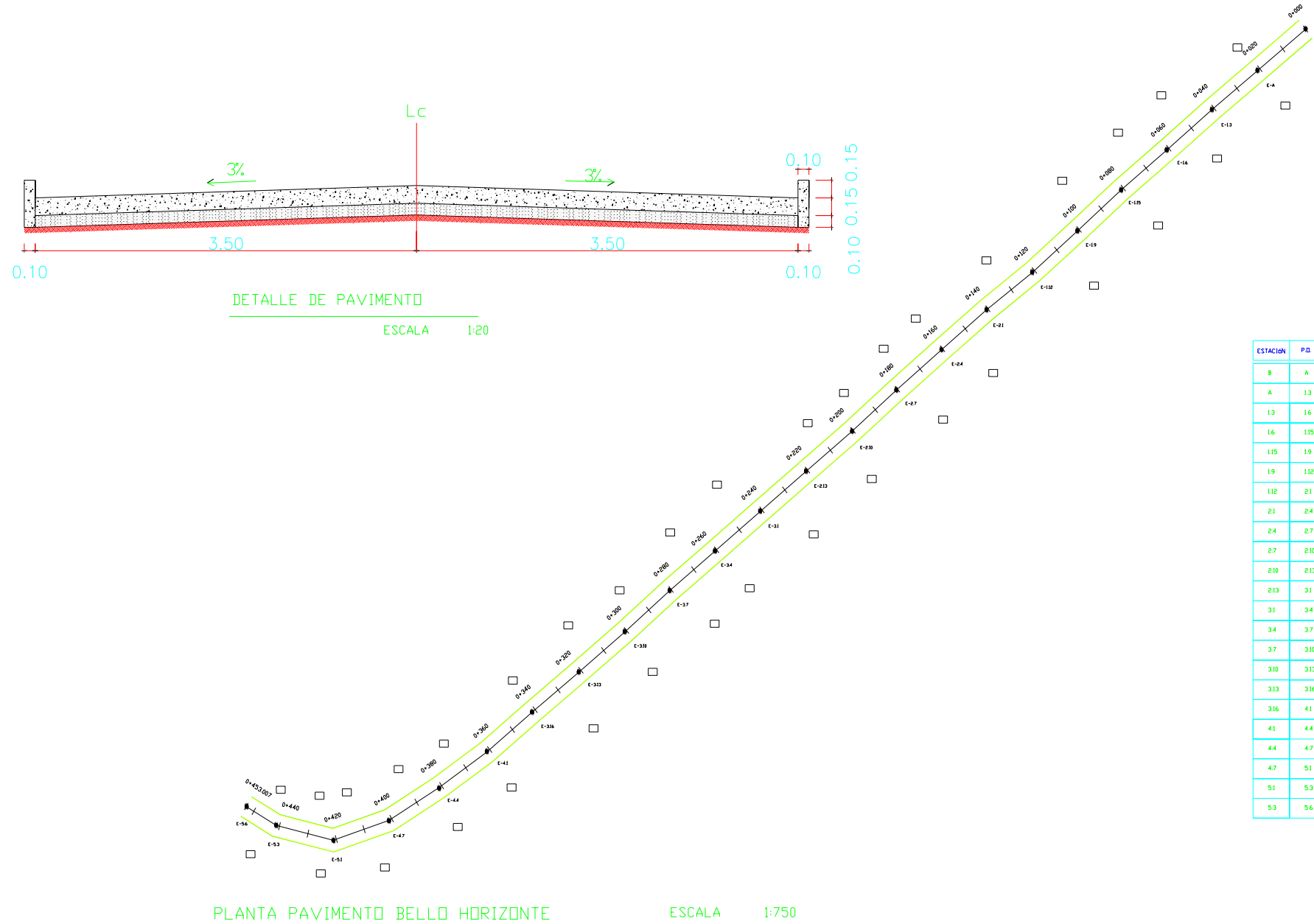


Figura 14. Detalle de pozos de visita



	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado		
	Proyecto: Drenaje Barro Bello Horizonte Plano de: Detalle Pozos de Visita		
E. P. S. Diseño: Luis Fernando Flores Cálculo: Luis Fernando Flores Dibujo: Luis Fernando Flores Escala: Indicada Fecha: Marzo 2005	Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa		Camé: 1997-12610 Hoja No. 2 / 2
	Ing. Manuel Amulaga Asesor	Luis Fernando Flores Ejecuta	

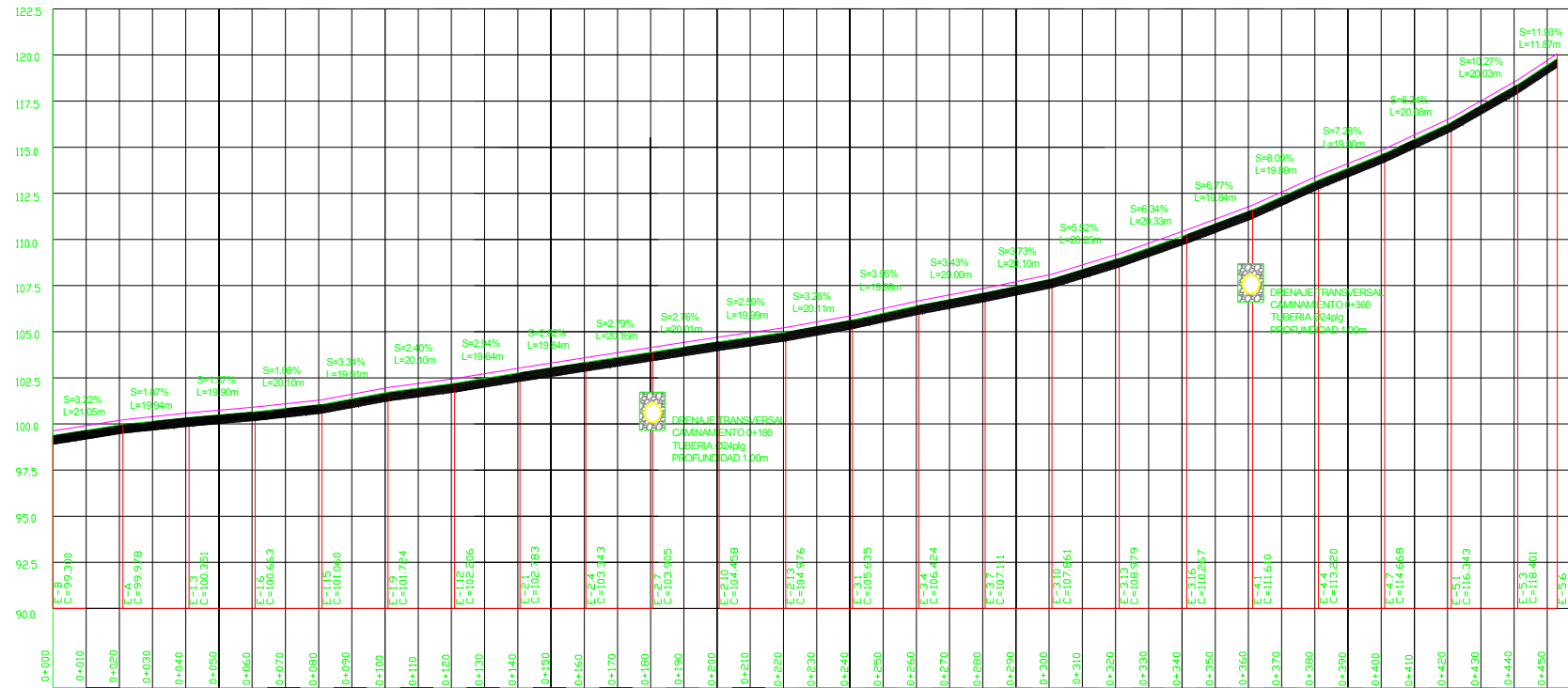
Figura 15. Planta y sección pavimento



ESTACION	P.D.	RUMBO	DISTANCIA H.
B	A	S 51°22'13" O	21.05
A	1.3	S 51°36'04" O	19.94
1.3	1.6	S 50°25'03" O	19.90
1.6	1.15	S 51°00'16" O	20.10
1.15	1.9	S 48°57'13" O	19.91
1.9	1.12	S 49°36'00" O	20.10
1.12	2.1	S 52°51'28" O	19.64
2.1	2.4	S 50°40'45" O	19.84
2.4	2.7	S 50°19'54" O	20.16
2.7	2.10	S 49°21'22" O	20.01
2.10	2.13	S 51°00'54" O	19.99
2.13	3.1	S 50°58'34" O	20.11
3.1	3.4	S 50°54'35" O	19.98
3.4	3.7	S 51°04'15" O	20.00
3.7	3.10	S 49°33'54" O	20.10
3.10	3.13	S 51°00'06" O	20.25
3.13	3.16	S 51°32'04" O	20.33
3.16	4.1	S 50°50'53" O	19.84
4.1	4.4	S 50°26'41" O	19.89
4.4	4.7	S 50°45'20" O	19.90
4.7	5.1	S 71°46'21" O	20.08
5.1	5.3	N 76°30'48" O	20.03
5.3	5.6	N 59°46'09" O	11.07

	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Pavimento Barro Bello Horizonte	
E. P. S.	Plano de: Planta y Sección	
	Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa	
Diseñó: Luis Fernando Flores	Escribió: Luis Fernando Flores y Flores	Camé: 1997-12610
Cálculo: Luis Fernando Flores	Vo. Do.	Hoja No.
Dibujo: Luis Fernando Flores	Reg. Manuel Amalige Asesor	Reg. Luis Fernando Flores Ejecuta
Escala: Indicada	Reg. Santiago Martínez Alcalde	1 2
Fecha: Marzo 2005		

Figura 16. Perfil Pavimento y drenajes transversales



SIMBOLOGÍA	
E	ESTACIÓN
C	COTA DE TERRENO
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD

**ESPECIFICACIONES:**

Las obras de drenaje estarán colocadas en los caminamientos 0-180, 0-360

**Materiales**

Las cajas para drenaje transversal serán fabricadas de mampolinas de bronce y módulo de concreto con las dimensiones especificadas en el plano.

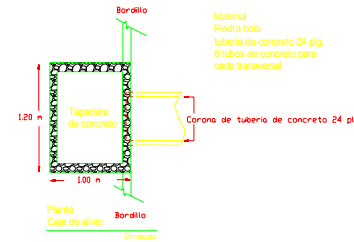
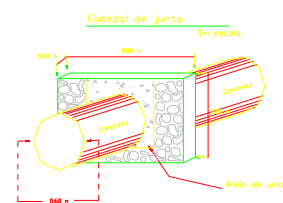
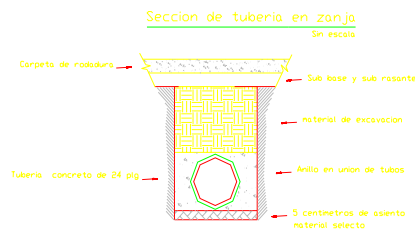
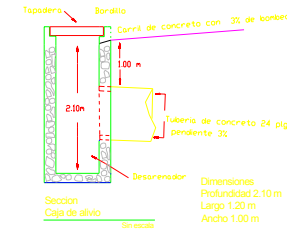
Las calceadas de junta de tubería serán fabricadas con mampolinas de bronce y material de concreto colocado en cada unión de la tubería transversal.

El material de concreto simple con una proporción 1 : 3.

El concreto para el anillo de una mezcla con proporción 1 : 2 : 2

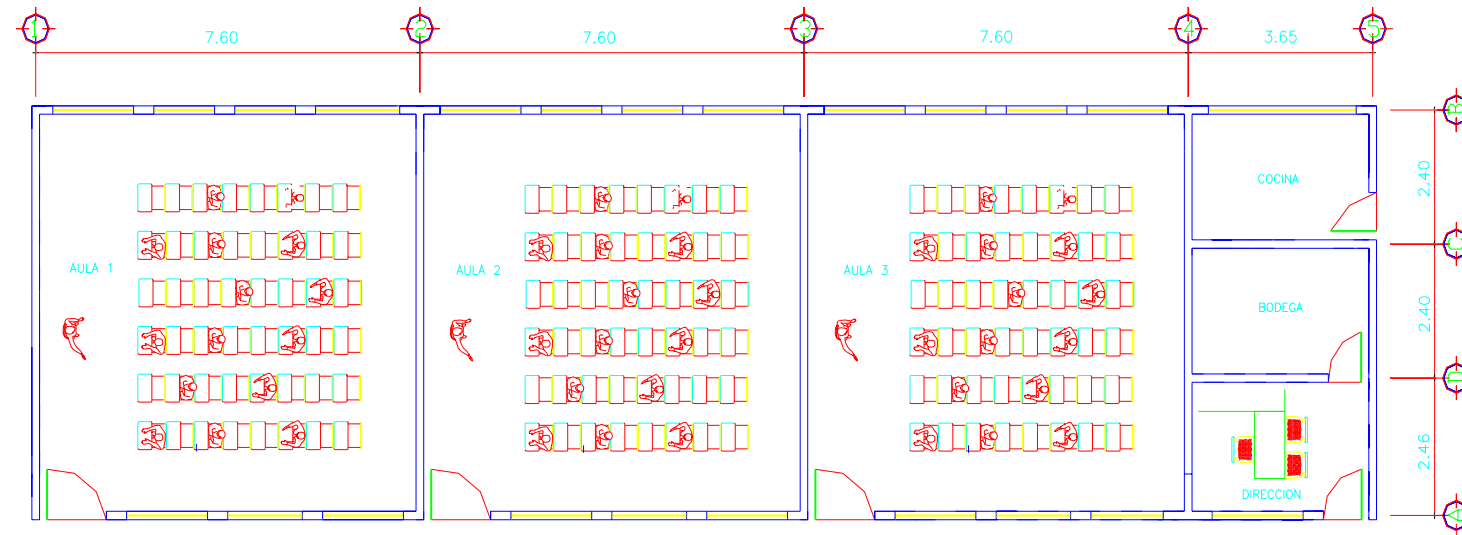
PERFIL PAVIMENTO BELLO HORIZONTE

ESCALA HORIZONTAL 1:250  
ESCALA VERTICAL 1:250



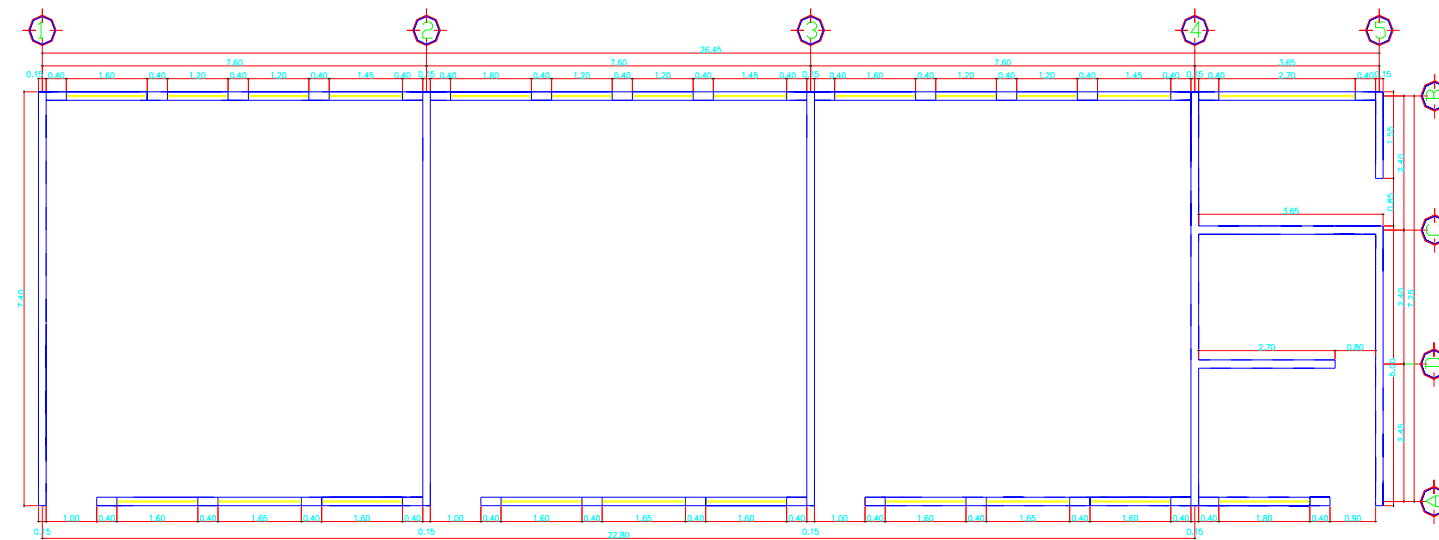
<p>Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado</p>	<p>Proyecto: Pavimento Bamo Bello Horizonte</p>
	<p>Plano de: Perfil y Drenajes Transversales</p>
<p>Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa</p>	<p>Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa</p>
<p>Elaborado por: Luis Fernando Flores</p>	<p>Comité: 1997-12610</p>
<p>Calculado por: Luis Fernando Flores</p>	<p>Hoja No. 2</p>
<p>Diseñado por: Luis Fernando Flores</p>	<p>2</p>
<p>Escala: Indicada</p>	<p>Fecha: Marzo 2005</p>
<p>Ing. Manuel Amillaga Autor</p>	<p>Luis Fernando Flores Ejecuta</p>
	<p>Santiago Martínez Acalde</p>

Figura 17. Planta acotada y muebles



PLANTA AMUEBLADA

ESCALA 1:50

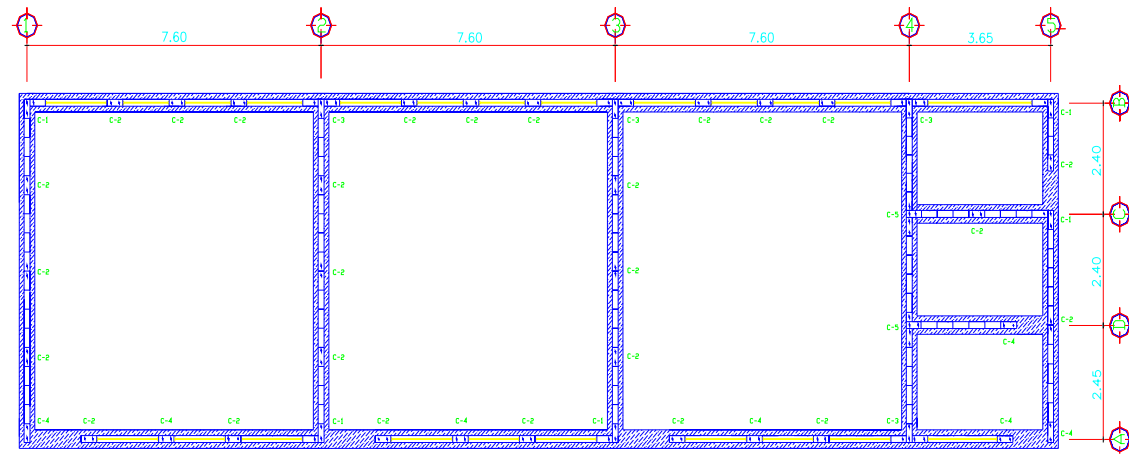


PLANTA ACOTADA

ESCALA 1:50

	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Escuela Buenos Aires	
Plano de: Planta Acotada y Amueblada		E. P. S.
Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa		Camé: 1997-12610
Diseño: Lus Fernando Flores Cálculo: Lus Fernando Flores Dibujo: Lus Fernando Flores Escala: Indicada Fecha: Marzo 2005	Especialista: Lus Fernando Flores y Flores Vo. Bo.	Tija No. 1/6
Ing. Manuel Armillaga Asesor	Lus Fernando Flores Egresista	Santiago Martínez Alcalde

Figura 18. Cimentación y agua potable



PLANTA DE CIMENTACIÓN

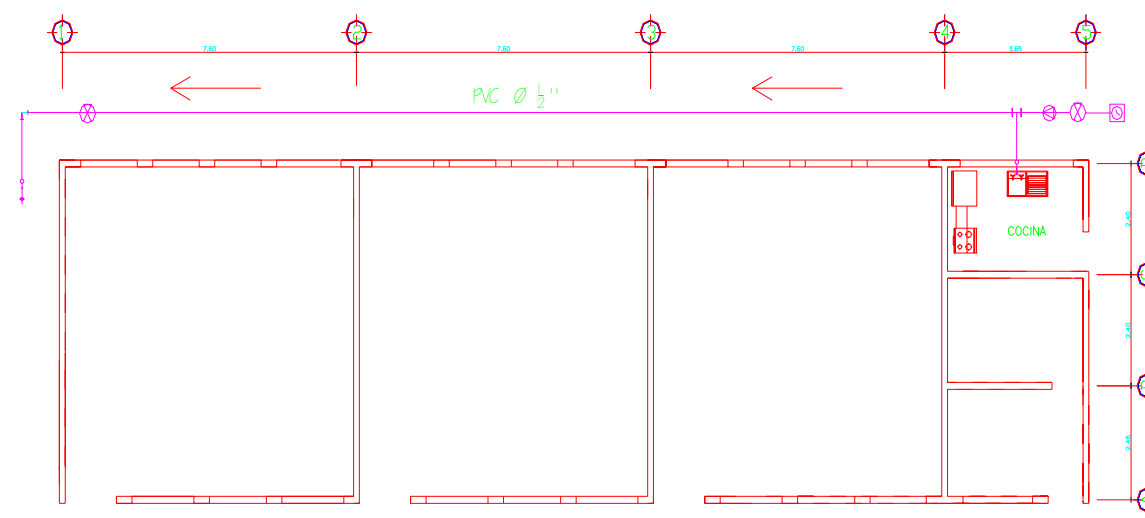
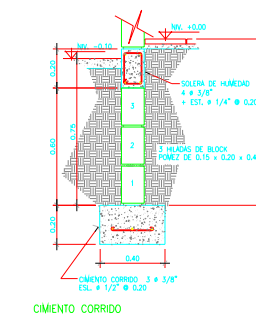
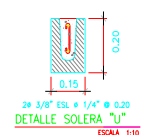
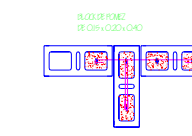
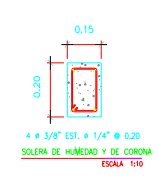
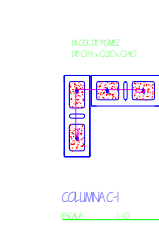
ESCALA 1:50

COLUMNAS

- C-1 3 No.4 FUNDIDOS INTERBLOCK ESLABON No.2 @ HILADA
- C-2 2 No.3 FUNDIDOS INTERBLOCK ESLABON No.2 @ HILADA
- C-3 5 No.4 FUNDIDOS INTERBLOCK ESLABON No.2 @ HILADA
- C-4 2 No.4 FUNDIDOS INTERBLOCK ESLABON No.2 @ HILADA
- C-5 5 No.3 FUNDIDOS INTERBLOCK ESLABON No.2 @ HILADA

ESPECIFICACIONES

- $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
- $f'm = 28 \text{ Kg/cm}^2$



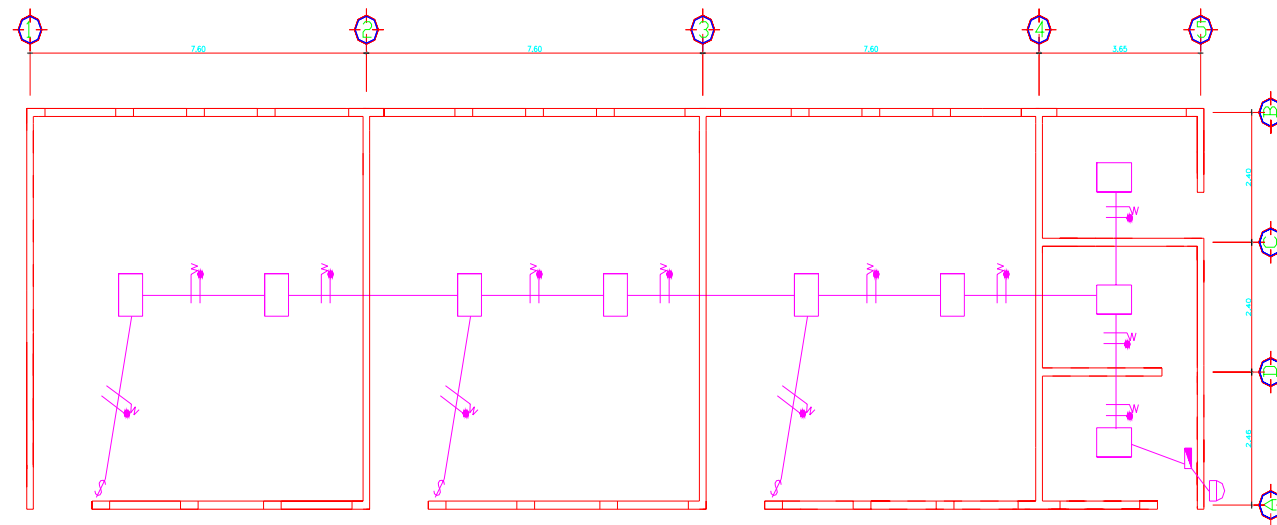
PLANTA DE INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

ESCALA 1:50

NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE	
—	TUBERIA PVC 3/4"
○	CODO VERTICAL 90°
⊥	TEE A 90° HORIZONTAL
⊞	CONTADOR
⊞	LLAVE DE PASO
⊥	CODO HORIZONTAL 90°
↓	GRIFO
⊞	LLAVE DE CHEQUE

	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado		
	Proyecto: Escuela Buenos Aires	Plano de: Cimentación y Agua Potable	
E. P. S.	Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa		
Diseño: Luis Fernando Flores Cálculo: Luis Fernando Flores Dibujo: Luis Fernando Flores Escala: Indicado	Cliente: Luis Fernando Flores y Flores Vía. Bo.	Carné: 1997-12610 Hoja No.	
Fecha: Marzo 2005	Ing. Miguel Amaligo Asesor	Luis Fernando Flores Ejecuta	Santiago Martínez Revisa 2 / 6

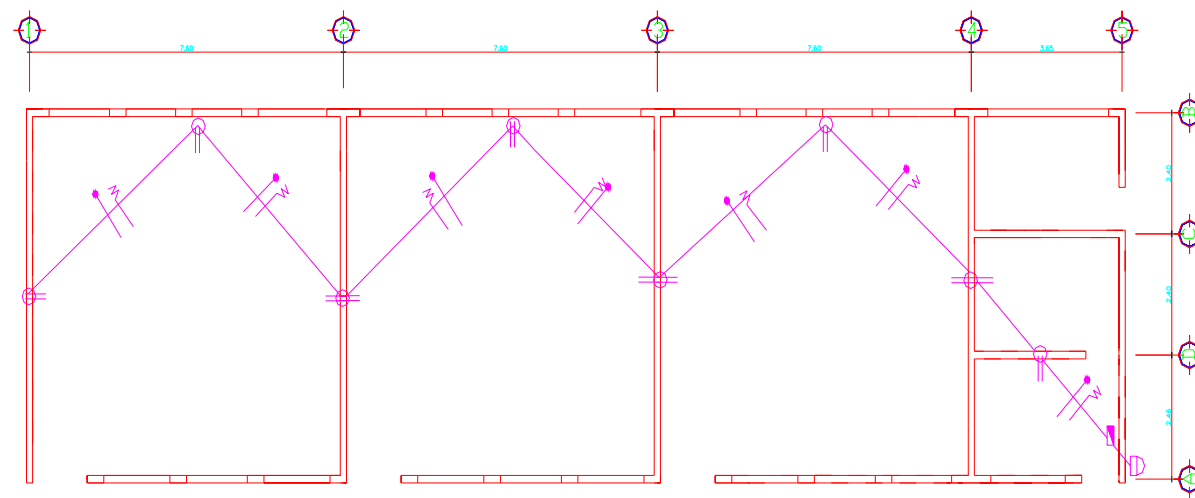
Figura 19. Instalación eléctrica y fuerza



NOMENCLATURA DE ILUMINACIÓN	
⏏	INTERRUPTOR SIMPLE
⚡	TABLERO DE FLIPONES
☐	LAMPARAS FLUORESCENTES DE 2 X 40
→	CONDUCTOR NEUTRO
←	CIRCUITO A
Ⓜ	CONTADOR

PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ESCALA: 1:50



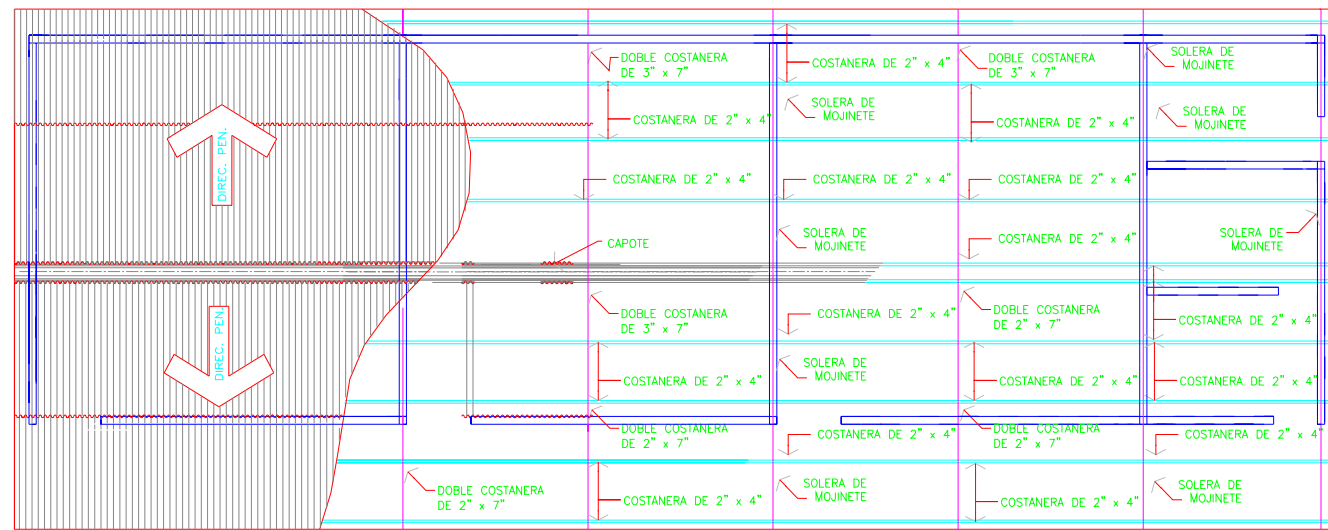
NOMENCLATURA DE FUERZA	
💡	TOMACORRIENTE 110 V EN PARED
⚡	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
→	CIRCUITO C
→	CONDUCTOR NEUTRO
Ⓜ	CONTADOR

PLANTA DE FUERZA

ESCALA: 1:50

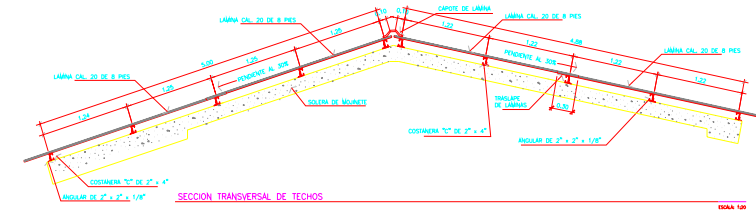
<p>E. P. S.</p>	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado		
	Proyecto: Escuela Buenos Aires	Plano de: Instalación Eléctrica y Fuerza	
Diseñó: Lus Fernando Flores Cálculo: Lus Fernando Flores Dibujo: Lus Fernando Flores	Propiedad de: Municipalidad de Abascoatempa, Jutapa	Apellido: Lus Fernando Flores y Flores	
Escala: Indicado	Correo: 1997-12610	Vols. En: 3	Hoja No. 6
Fecha: Marzo 2005	Ing. Manuel Amalaga Asesor	Lus Fernando Flores Ejecuta	Santiago Martínez Alcalde

Figura 20. Techos y letrinas

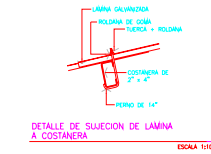


PLANTA DE ESTRUCTURA DE TECHOS

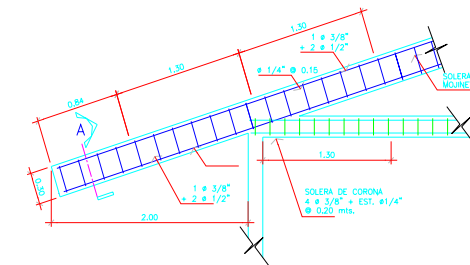
ESCALA 1:50



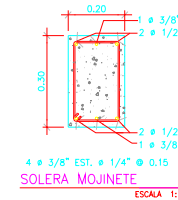
SECCION TRANSVERSAL DE TECHOS



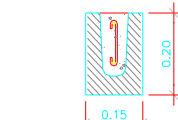
DETALLE DE UNION DE LAMA A COSTANERA



DETALLE DE ARMADO DE SOLERA DE MOJINETE CON SOLERA DE CORONA

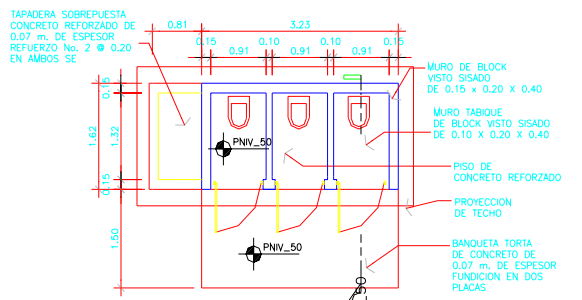


SOLERA MOJINETE

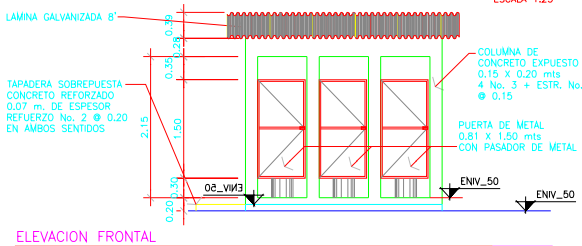


DETALLE SOLERA "U"

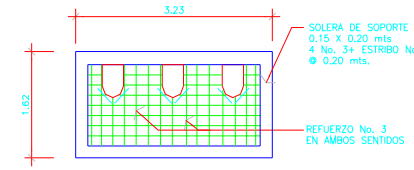
DETALLES DE LETRINAS



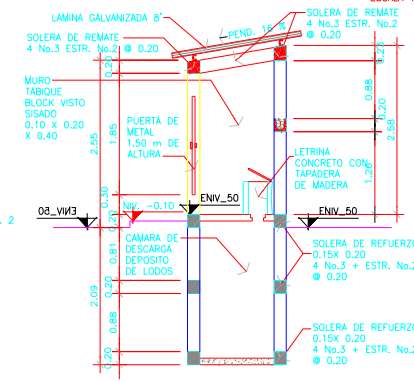
PLANTA ACOTADA



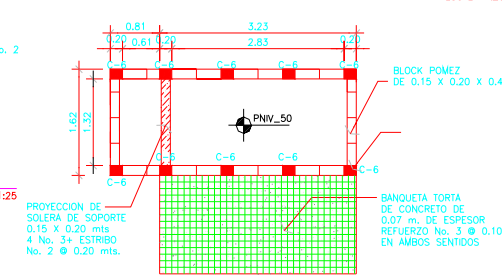
ELEVACION FRONTAL



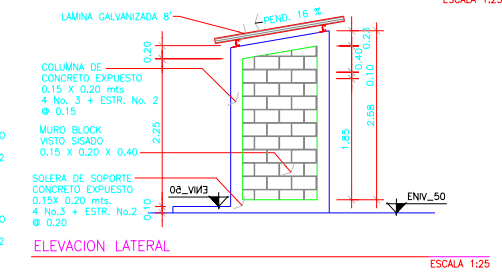
PLANTA ARMADO DEL PISO



SECCION A - A



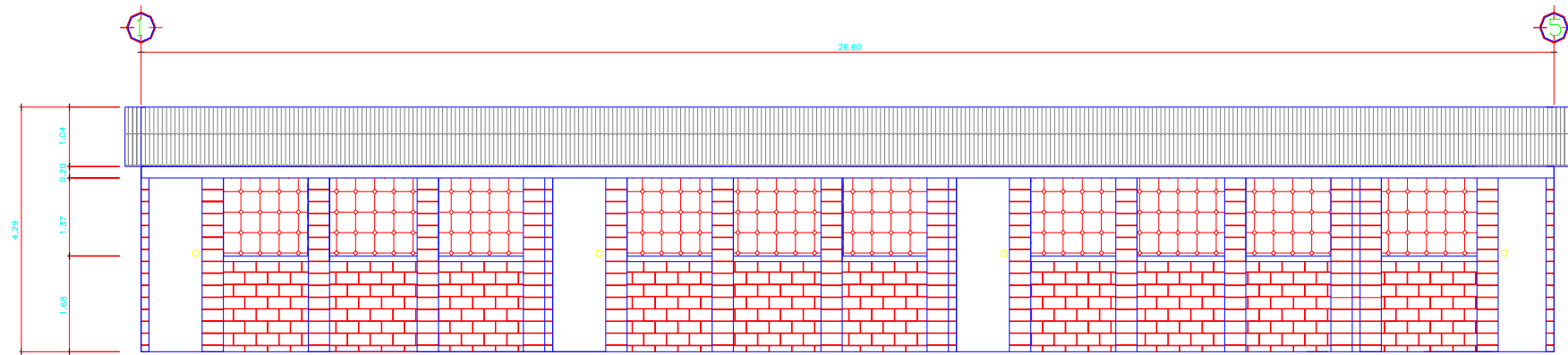
PLANTA DE BOVEDA



ELEVACION LATERAL

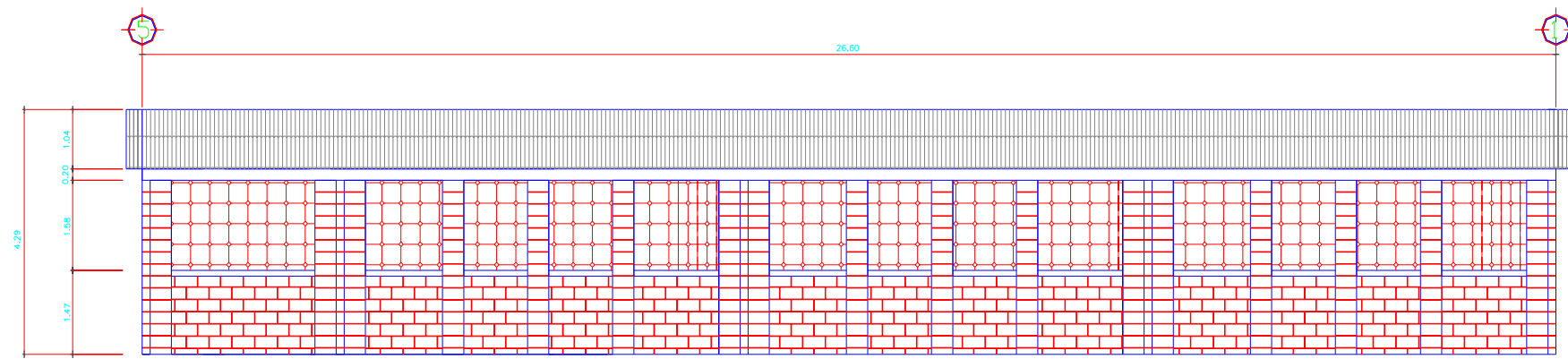
	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado		
	Proyecto: Escuela Buenos Aires	Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa	
E. P. S.	Plano de: Techos y Letrinas	Arqueólogo: Luis Fernando Flores y Flores	Comisario: 1997-12610
Diseñador: Luis Fernando Flores Calculador: Luis Fernando Flores Dibujador: Luis Fernando Flores	Escala: Indicada	Fecha: Marzo 2005	Hoja No. 4 de 6

Figura 21. Elevaciones



ELEVACIÓN FRONTAL

ESCALA 1:50



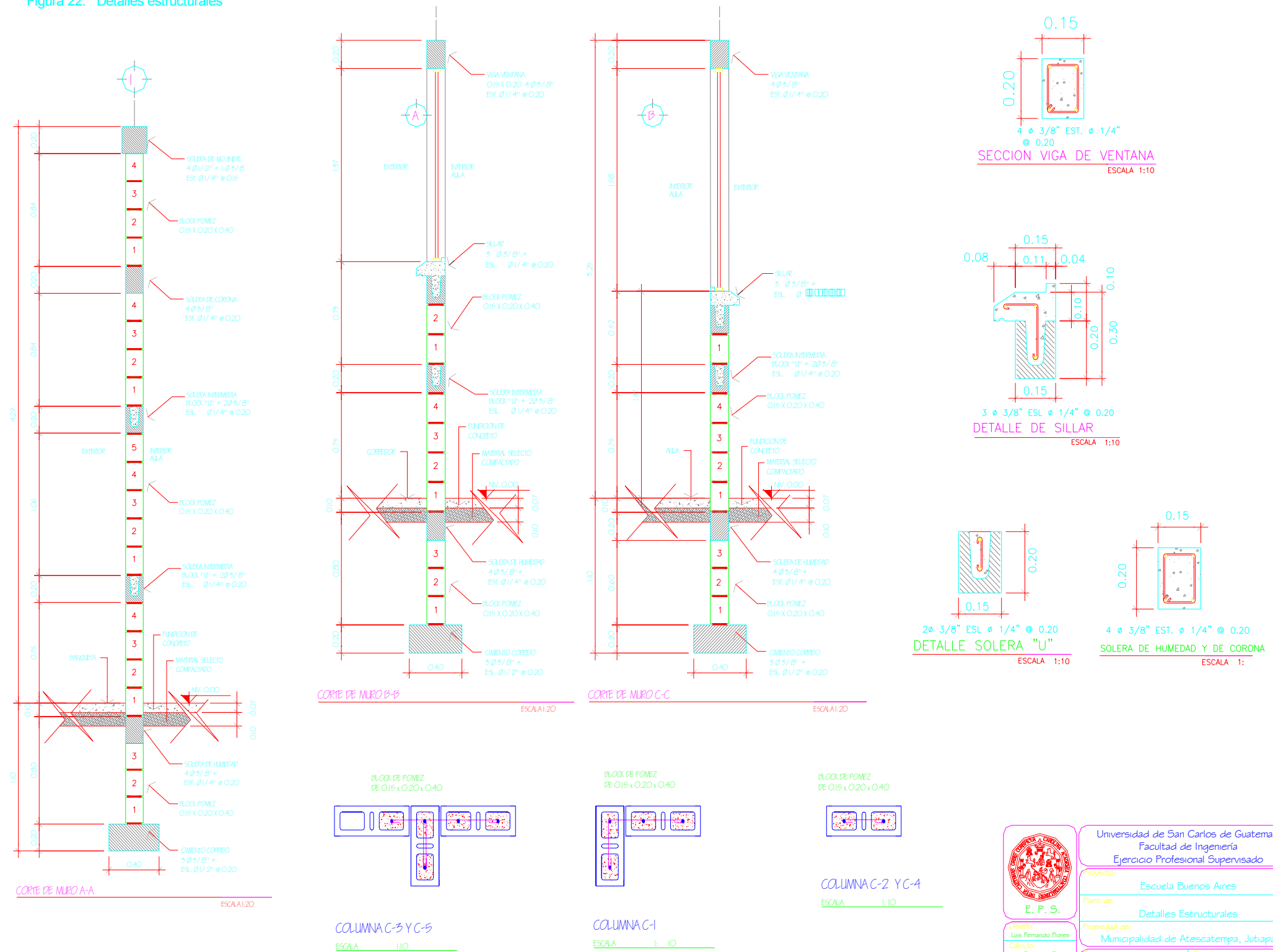
ELEVACIÓN POSTERIOR

ESCALA 1:50

 E. P. S.	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Escuela Buenos Aires	
Diseño: Luis Fernando Flores Cálculo: Luis Fernando Flores Dibujo: Luis Fernando Flores Escala: Indicada Fecha: Marzo 2005	Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa	
Espesista: Luis Fernando Flores y Flores	Carné: 1997-12610	Hoja No: 5/6
Ing. Manuel Amvilaga Asesor	Luis Fernando Flores Ejesista	Santiago Martínez Alcalde



Figura 22. Detalles estructurales



	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Escuela Buenos Aires	Plano de: Detalles Estructurales
E. P. S.	Propiedad de: Municipalidad de Atescatempa, Jutiapa	
Diseño: Luis Fernando Flores Cálculo: Luis Fernando Flores Dibujo: Luis Fernando Flores	Especifica: Luis Fernando Flores y Flores	Carné: 1997-12610
Escala: Indicada	Vo. Bo.	Hoja No. 6
Fecha: Marzo 2005	Ing. Manuel Armellaga Asesor	Luis Fernando Flores Ejesista Santiago Martínez Alcalde