

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

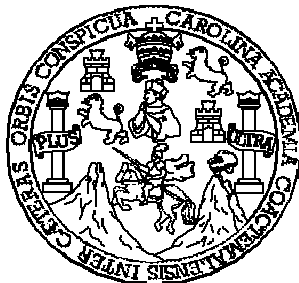
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
ALDEA CRUZ NUEVA Y GIMNASIO POLIDEPORTIVO NUEVO  
SAN MARTÍN, MUNICIPIO DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE,  
DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

**Luis Estuardo Ruano Roca  
Asesorado por Ing. Juan Merck Cos**

**Guatemala, julio de 2005**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA  
CRUZ NUEVA Y GIMNASIO POLIDEPORTIVO NUEVO SAN  
MARTÍN, MUNICIPIO DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE,  
DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR  
LUIS ESTUARDO RUANO ROCA**

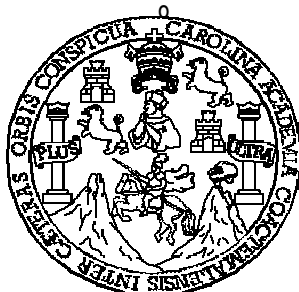
**ASESORADO POR: ING. JUAN MERCK COS**

**AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**GUATEMALA, JULIO DE 2005**



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



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson.
VOCAL I	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos.
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez.
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada.
VOCAL IV	Br. Kenneth Isuur Estrada Ruiz.
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva.
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas.

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson.
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García.
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos.
EXAMINADOR	Ing. Angel Sic Garcia
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco.



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CRUZ NUEVA Y GIMNASIO POLIDEPORTIVO NUEVO SAN MARTÍN, MUNICIPIO DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.**

Tema que fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 06 de septiembre de 2004.

---

Luis Estuardo Ruano Roca





## **DEDICATORIA**

- A DIOS** Por haberme permitido alcanzar esta meta.
- A mis padres** Celia Roca de Ruano  
José Luis Ruano Rodas  
Agradeciéndoles el apoyo incondicional que me brindaron y por compartir conmigo el ideal de alcanzar una meta que hoy se realiza.
- A mi hermana** Claudia Lorena Ruano Roca, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera y el trascurso de mi vida.
- A mis abuelos** Virginia Rodas.  
Agripina Roca Roca.  
Manuel Ruano  
Marcos Roberto Roca. (†)  
Con mucho cariño.
- A mis tíos** Con cariño y aprecio
- A mis primos** Por su amistad y afecto



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis compañeros y amigos de estudio**

Por los momentos que hemos recorrido a lo largo de la vida, deseándoles éxitos.

### **A Julio Antonio García**

Por el apoyo brindado y por haberme dado la visión de un profesional.

### **A Ing. Juan Merck**

Por su apoyo técnico y su asesoría al presente trabajo de graduación.

### **A la Facultad de Ingeniería, USAC**

Por permitirme forjar en sus aulas uno de mis más grandes anhelos.

### **A la municipalidad de San Martín Jilotepeque**

Por el apoyo proporcionado y la oportunidad de compartir mis conocimientos para realizar este trabajo, en especial al señor Otto René Vielman.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Monografía del lugar	1
1.1.1 Ubicación	1
1.1.1.1 Ubicación geográfica	1
1.1.2 Calidad del suelo	4
1.1.3 Vías de acceso	4
1.1.4 Aspectos demográficos	4
1.1.5 Aspectos climatológicos	5
1.1.6 Actividades productivas	6
1.1.7 Saneamiento ambiental	7
1.1.8 Aspectos socioculturales	7
1.1.9 Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural de San Martín Jilotepeque	7
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
2.1 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Cruz Nueva	13
2.1.1 Descripción del proyecto	13

2.1.2	Levantamiento topográfico	14
2.1.3	Fuente de abastecimiento de agua	15
2.1.4	Calidad de agua y aforos	15
2.1.5	Dotación	16
2.1.6	Tasa de crecimiento poblacional	16
2.1.7	Período de diseño	17
2.1.8	Población de diseño	17
2.1.8.1	Población futura	18
2.1.9	Factores de consumo	19
2.1.9.1	Caudal medio diario	20
2.1.9.2	Factor máximo diario	20
2.1.9.3	Factor máximo horario	21
2.1.10	Línea de bombeo	22
2.1.10.1	Determinación de la horas de bombeo	22
2.1.10.2	Determinación del caudal de bombeo	23
2.1.10.3	Determinación del diámetro económico	24
2.1.10.4	Selección de la clase de tubería	26
2.1.10.5	Potencia de la bomba	29
2.1.11	Red de distribución	30
2.1.12	Volumen del tanque de distribución	32
2.1.13	Diseño estructural del tanque de distribución	32
2.2.13.1	Descripción del método de diseño	33
2.2.14	Obras hidráulicas	37
2.2.15	Sistema de desinfección	37
2.2.16	Presupuesto	38
2.2	Diseño del gimnasio polideportivo de la escuela Nuevo San Martín Martín, San Martín Jilotepeque, Chimaltenango	45
2.2.1	Descripción del proyecto	45
2.2.2	Generalidades	46
2.2.3	Distribución, ubicación y orientación de las canchas	47

2.2.4	Diseño estructural	50
2.2.4.1	Selección del sistema estructural a utilizar	50
2.2.4.2	Diseño de la cubierta	50
2.2.4.3	Cargas actuantes	51
2.2.4.3.1	Cargas verticales	51
2.2.4.3.2	Cargas horizontales	53
2.2.4.4	Diseño de las columnas	54
2.2.4.4.1	Clasificar la columna por su esbeltez	55
2.2.4.4.2	Magnificación de momentos	57
2.2.4.4.3	Acero longitudinal	58
2.2.4.4.4	Acero transversal	61
2.2.4.5	Diseño de cimientos	63
2.2.4.6	Zapata tipo 1	63
2.2.4.7	Viga de anclaje	68
2.2.4.8	Presupuesto	69
	CONCLUSIONES	83
	RECOMENDACIONES	85
	BIBLIOGRAFÍA	87
	ANEXOS	89
	APÉNDICE	101





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURA

1	Ubicación geográfica del municipio de San Martín Jilotepeque departamento de Chimaltenango	2
2	Ubicación de San Martín Jilotepeque dentro del departamento de Chimaltenango	3
3	Ubicación de la aldea Cruz Nueva, en el municipio de San Martín Jilotepeque	3
4	Mapa de precipitación promedio anual (MAGA)	5
5	Intensidad de uso de la tierra, (MAGA)	6
6	Distribución de carga en metros columna de agua a lo largo de la línea de conducción	28
7	Predimensionamiento del tanque de distribución	35
8	División geométrica del tanque de distribución	36
9	Cronograma de actividades del proyecto de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva	44
10	Orientación de una cancha respecto al norte	49
11	Diagrama de corte y momento para una viga doblemente empotrada	52
12	Diagrama de corte y momento para una columna con carga horizontal	53
13	Detalle de armado en la columna y el área de confinamiento	62
14	Diagrama para chequeo por corte simple	66
15	Diagrama para chequeo por corte punzonante	67
16	Detalle de armado en viga de anclaje	69
17	Cronograma de actividades del proyecto del gimnasio polideportivo nuevo San Martín	82
18	Plano de planta y densidad de población	101
19	Plano de perfil ramal 1 – 1.1	102

20	Plano de perfil ramal 1.2 – 1.3 – 1.4	103
21	Plano de perfil ramal 1.4 – 1.5	104
22	Plano de perfil ramal 2	105
23	Plano de perfil ramal 2 – 2.1 –2.2 –2.3	106
24	Plano de perfil ramal 2.4 – 2.5	107
25	Plano de perfil ramal 2.5.1 – 2.5.2 - 2.5.3 – 2.5.4 -3	108
26	Plano de perfil ramal 3 – 3.1	109
27	Plano de perfil ramal 3.2 – 3.3 – 3.4	110
28	Plano de perfil ramal 4 – 4.1 – 4.2	111
29	Detalle del tanque de distribución	112
30	Detalle de caja y caja rompe-presión	113
31	Plano de caseta de bombeo y línea de conducción	114
32	Plano de planta y acotado	115
33	Plano de secciones	116
34	Plano del detalle de cimentación 1 / 2	117
35	Plano del detalle de cimentación 2 / 2	118
36	Plano de instalaciones hidráulicas	119
37	Plano de detalles de canastas y escenario	120
38	Plano de detalles de juntas de contracción y gradas	121

## TABLAS

I	Información de libreta de campo	14
II	Ejemplo del diseño de la red de distribución (ramal 1)	31
III	Dosificación típica de cloro en PPM	37
IV	Presupuesto del proyecto de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva	39
V	Resumen del presupuesto del proyecto de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva	43
VI	Presupuesto del proyecto del gimnasio polideportivo nuevo San Martín	70
VII	Resumen del presupuesto del proyecto del gimnasio polideportivo nuevo San Martín	81



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.
<b><math>\beta</math></b>	Peso específico del agua expresado en lb./pie <sup>3</sup>
<b>C.</b>	Coeficiente de fricción, coeficiente de la capacidad hidráulica de tubería (adimensional).
<b>D.</b>	Diámetro.
<b>E.</b>	Estación.
<b>FDM</b>	Factor de Día Máximo (adimensional)
<b>FHM</b>	Factor de Hora Máximo (adimensional)
<b>gpm</b>	Galones por minuto.
<b>H.</b>	Altura.
<b>Hf.</b>	Pérdida de carga expresada en metros.
<b>Hg.</b>	Hierro galvanizado.
<b>Km.</b>	Kilómetros.
<b>l/s</b>	Litro por segundo
<b>Lts./hab./día.</b>	Litro por habitante por día (dotación)
<b>m/s.</b>	Metro por segundo.
<b>mca.</b>	Metro columna de agua.
<b>P.</b>	Presión
<b>P.S.I.</b>	Libras por pulgada cuadrada (lb./pul <sup>2</sup> )
<b>P.U.</b>	Precio unitario en quetzales.



## GLOSARIO

<b>Acueducto</b>	Conjunto de conductos por medio de los cuales se transportan agua hacia una o varias poblaciones.
<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir un caudal de agua, es la producción de una fuente, expresado en lt./seg.
<b>Agua potable</b>	Es el agua apta para consumo humano y agradable a los sentidos. Agua que es sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora e insípida.
<b>Bases de diseño</b>	Base técnica adoptada para el diseño de proyectos.
<b>Carga estática</b>	También llamada presión estática, es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe presión o tanque de distribución, el punto de descarga libre, se mide en metros columna de agua (mca)
<b>Carga dinámica</b>	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría el a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, su simbología es litro por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.

- Contaminación** Es la introducción al agua de microorganismos que la hacen impropia para el consumo humano.
- Consumo** Cantidad de agua real que utiliza una persona.
- Cota de terreno** Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
- Cota piezométrica** Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se coloca un manómetro
- Dotación** Cantidad de agua necesaria en la población para su supervivencia en un día. Se expresa en litros/habitante/día.
- Obras hidráulicas** Construcciones civiles que son necesarias para el buen funcionamiento de un proyecto, por ejemplo cajas de válvulas, cajas rompe-presión, etc.
- Presión** Es la fuerza ejercida sobre un área determinada.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado que se realizó en la aldea Cruz Nueva y en la cabecera municipal de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango. Teniendo como objetivo principal proponer una solución a la problemática del servicio de agua potable y a la falta de infraestructura que sirva para fomentar el deporte y las actividades socioculturales.

En la actualidad los habitantes de la aldea Cruz Nueva se abastecen por medio de un camión cisterna, esta forma de abastecimiento es inadecuada por las consecuencias que esto acarrea, como enfermedades de tipo gastrointestinal. La cabecera departamental de San Martín Jilotepeque carece de instalaciones adecuadas para la realización de actividades deportivas y socioculturales y las pocas instalaciones que existen están deterioradas o en mal estado. Por lo anteriormente expuesto este trabajo está orientado en la presentación de los siguientes proyectos: diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Cruz Nueva y diseño del gimnasio polideportivo nuevo San Martín.

El primer proyecto contiene actividades como visitas preliminares de campo, aforos de la fuente de agua, análisis de laboratorio de la calidad de agua, levantamiento topográfico, diseño hidráulico de la línea de conducción y red de distribución. Cabe mencionar que el sistema será combinado por bombeo y gravedad, el sistema de distribución será por medio de ramales abiertos debido a la dispersión de las viviendas. El segundo proyecto abarca actividades de evaluación del tipo de suelo y selección de cimentación, diseño de estructura, graderíos, instalaciones hidráulicas, instalaciones eléctricas y tipo de cubierta. Al final se presentan los planos, presupuesto y especificaciones de cada uno de los proyectos realizados



## **OBJETIVOS**

- 1 Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva y el gimnasio polideportivo en la escuela Nuevo San Martín, municipio de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango.
- 2 Desarrollar una investigación monográfica de la aldea Cruz Nueva y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural del municipio de San Martín Jilotepeque.
- 3 Capacitar al comité de la aldea Cruz Nueva, sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.



## INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de graduación consolida la planificación del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería, el cual consiste en desarrollar el diseño del Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva gimnasio polideportivo Nuevo San Martín, de la cabecera de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango.

En coordinación con las autoridades municipales y los vecinos del lugar se determinó que el problema principal es la carencia de agua potable para la Aldea Cruz Nueva, y la necesidad de crear una área deportiva adecuada para el casco urbano del municipio de San Martín Jilotepeque.

Todo lo planteado está basado en estudios preliminares derivados de investigaciones en el lugar, realizadas durante los primeros días del E.P.S.

En el capítulo uno se presenta la monografía de la aldea Cruz Nueva y el diagnóstico sobre las necesidades de los servicios básicos e infraestructura del área rural de San Martín Jilotepeque.

El capítulo dos presenta las diferentes etapas de cada uno de los proyectos, la forma en que se realizaron los diseños y los resultados que se obtuvieron de los mismos.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones del caso.



# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 Monografía del lugar, aldea Cruz Nueva

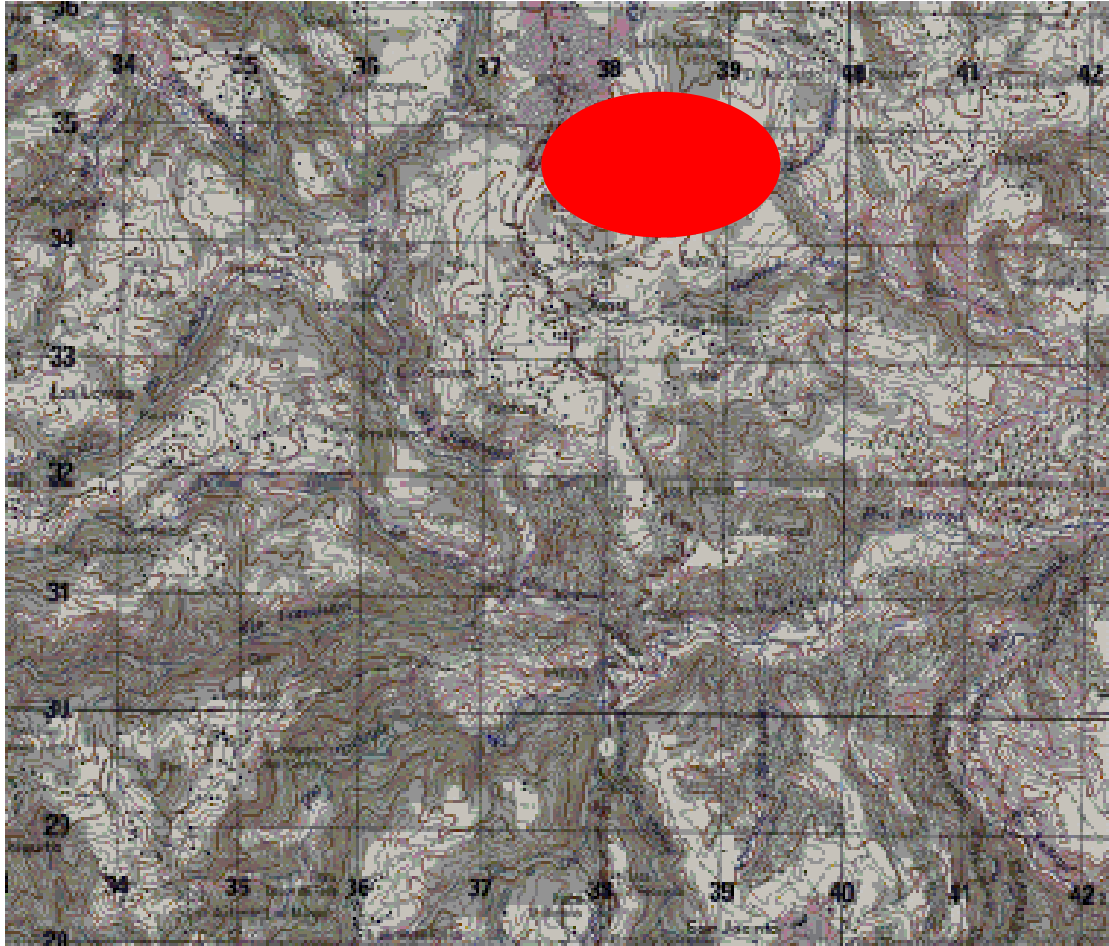
### 1.1.1 Ubicación

La aldea Cruz Nueva está situada al sur de la cabecera municipal, a una distancia aproximada de 7 kilómetros. Se encuentra dentro de Tierras Altas Volcánicas (TAV) se caracteriza por ser tierra cubierta de bosques, cultivos de subsistencia y hortalizas, con carretera balastada; encontrándose localizada a 1,790.00 metros sobre el nivel del mar, con una extensión territorial aproximada de 1.78 kilómetros cuadrados,

#### 1.1.1.1 Ubicación geográfica

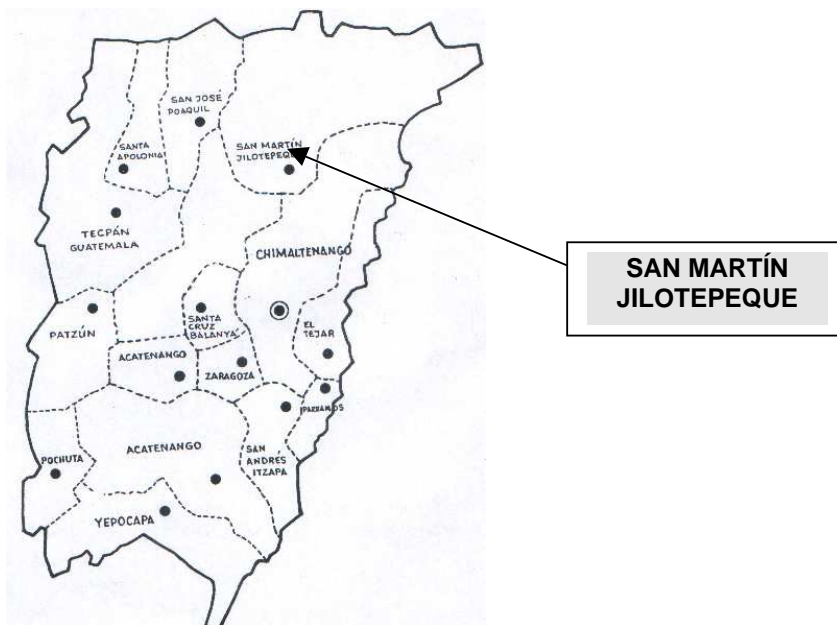
<b>Norte</b>	Caserío Chipila.
<b>Sur</b>	Caserío Pacoj 3 Cruces.
<b>Este</b>	Caserío Panatzán.
<b>Oeste</b>	Caserío Chipila.

**Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de San Martín  
Jilotepeque, Departamento de Chimaltenango.**

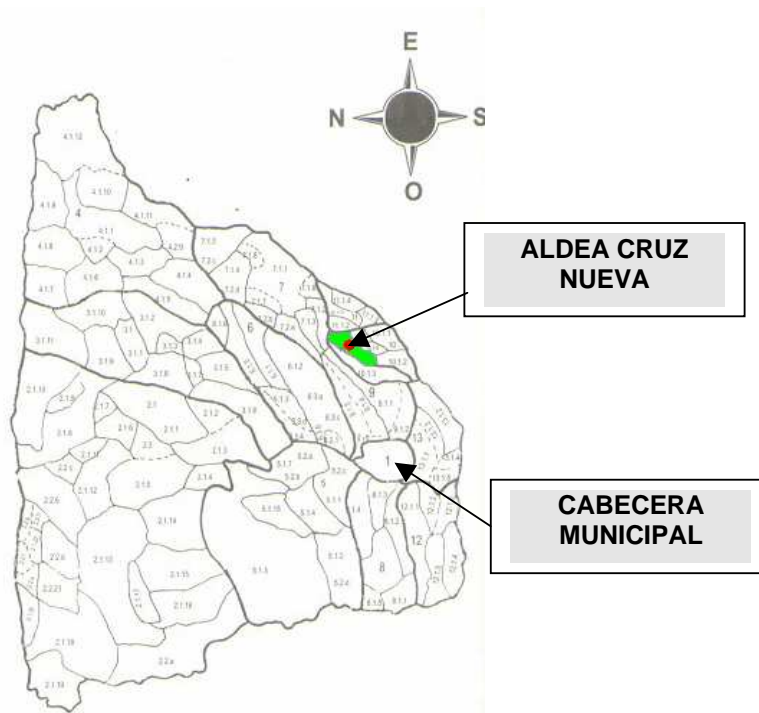




**Figura 2. Ubicación de San Martín Jilotepeque, en el departamento de Chimaltenango.**



**Figura 3. Ubicación de la aldea Cruz Nueva, dentro del municipio de San Martín.**



### **1.1.2 Calidad del suelo**

El tipo de suelo existente en la aldea Cruz Nueva es principalmente de consistencia arcillosa, húmeda y seca; algunas partes quebradas, con profundos barrancos, otras montañosas, en donde se presentan los tres climas: templado, frío y cálido.

El suelo es principalmente de uso agrícola.

### **1.1.3 Vías de acceso**

Para llegar a la aldea Cruz Nueva se puede tomar la carretera que conduce hacia la aldea Estancia de San Martín, tomando esta vía de acceso Cruz Nueva está a una distancia de 7 kilómetros. O bien se puede llegar tomando la carretera que conduce hacia el centro arqueológico Mixco Viejo y cruzar en el desvío hacia el caserío San Miguel y seguir hacia Cruz Nueva, esta ruta es un poco más larga que la anterior aproximadamente 10 kilómetros.

Ambas carreteras son de terracería, transitable en cualquier época del año.

### **1.1.4 Aspectos demográficos**

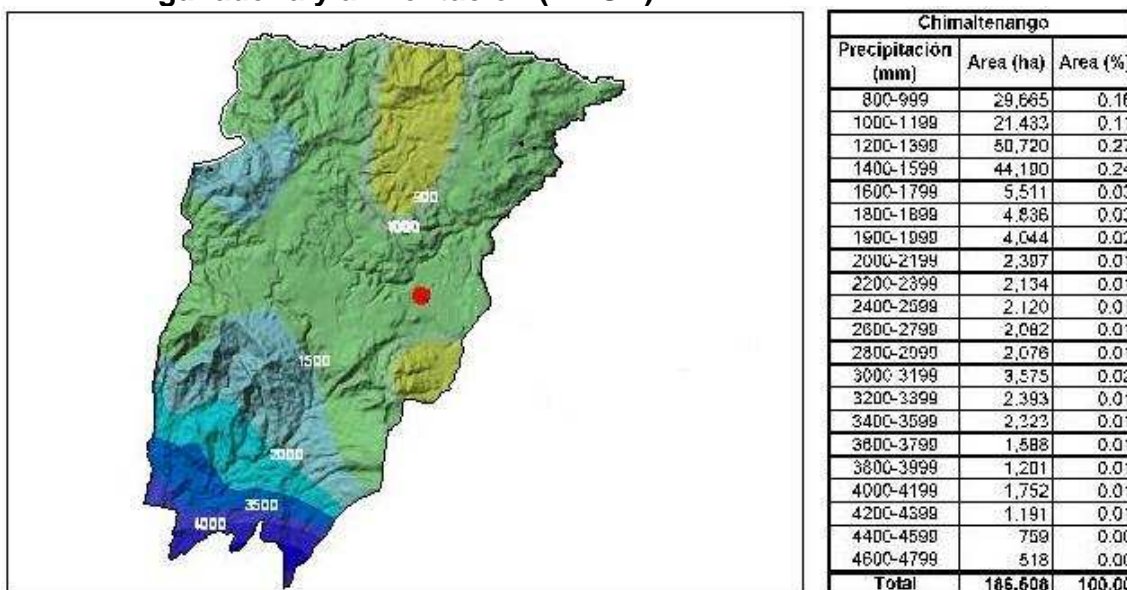
Muchas personas coinciden en señalar que los habitantes de la aldea Cruz Nueva, son gente honrada, trabajadora y amante de la paz, en su totalidad la población pertenece a la etnia Cakchiquel.

### 1.1.5 Aspectos climatológicos

La estación metereológica más cercana se encuentra en la cabecera municipal y se identifica con el número 3.13.1 y de nombre Vista Bella, esta estación reporta temperaturas promedio anuales máximas de 20.1° C, temperaturas absolutas máximas de 29° C, mínimas de 3° C. Y una precipitación anual de 1,134mm con 96 días anuales de lluvia.

El clima es templado, con ciertas características homogéneas a lo largo de todo el año. Presentando las temperaturas más bajas durante los meses de noviembre a enero y las más altas en los meses de febrero a abril.

**Figura 4. Mapa de precipitación promedio anual, ministerio de agricultura ganadería y alimentación (MAGA).**



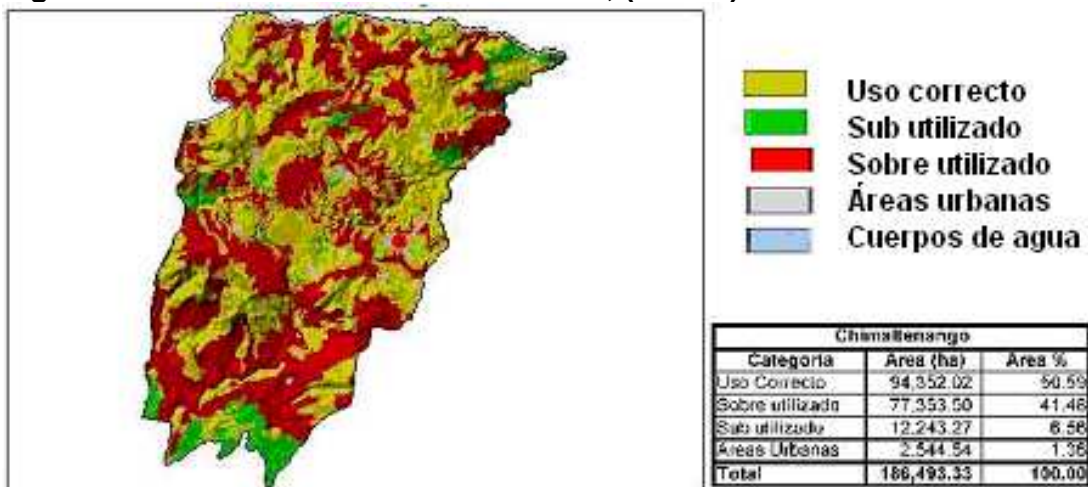
### 1.1.6 Actividades productivas

El 90 % de la población son agricultores que trabajan su tierra o en tierras ajenas. El 10 % de la población restante se dedica a varias actividades de servicios como lo es la carpintería, albañilería, comercio y actividades escolares.

También se puede mencionar que el suelo es utilizado para la siembra de frutas y verduras. Entre las frutas se pueden mencionar las anonas, granadillas, jocotes de corona, de fiesta y otras. Entre las verduras se puede mencionar la zanahoria, rábano, guicoyes y tomate.

En la siguiente gráfica se puede observar el uso adecuado de la tierra, y con base en ella se puede observar que son tierras forestales.

**Figura 5. Intensidad del uso de la tierra, (MAGA).**



### **1.1.7 Saneamiento ambiental**

Las condiciones sanitarias son deficientes debido a la inadecuada disposición de los desechos sólidos y del agua residual, las cuales son vertidas a ríos que rodean el lugar y en la mayoría de los casos escurren superficialmente por las calles, provocando alteración en los sistemas ambientales.

### **1.1.8 Aspectos socioculturales**

A nivel de gobierno, la organización social en la cabecera municipal, está conformada por un alcalde municipal, dos síndicos, cinco concejales titulares y tres suplentes, esta entidad se encarga de administrar los recursos del pueblo para satisfacer las necesidades básicas.

A nivel rural se cuenta en cada comunidad con alcaldes auxiliares que son las autoridades representantes del alcalde municipal en cada una de las comunidades.

### **1.1.9. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural de San Martín Jilotepeque.**

El diagnóstico del área rural de San Martín Jilotepeque, tiene como objetivo visualizar las condiciones en que se encuentran las comunidades del municipio y ubicar las principales necesidades de la población para satisfacer sus necesidades básicas; de esta manera se pueden priorizar los proyectos necesarios en las comunidades y así elevar el nivel de vida que actualmente existe en las mismas.

#### Servicio de agua potable:

El servicio del agua en el área rural cubre aproximadamente un 50%, de la población gracias al esfuerzo de sus habitantes, principalmente se abastece de nacimientos, ríos y en menor grado de algún pozo mecánico.

En muchos lugares la conducción y distribución del agua no es la adecuada ni mucho menos la más efectiva, ya que se realiza principalmente por medio de mangueras de poliducto.

En esos lugares, no tiene un valor determinado el canon de agua, sino que cuando se hacen trabajos de introducción o reparación todos colaboran ya sea con trabajo o con una cuota.

Al vital líquido que se consume no se le aplica ningún tipo de tratamiento.

#### Energía eléctrica:

En el caso del área urbana mas del 96% de viviendas cuenta con el servicio de energía eléctrica.

El servicio es proporcionado por la empresa Unión Fenosa contratada por el INDE. Según versión de la población usuaria, este servicio es aún deficiente causando la suspensión del servicio frecuentemente.

En el área rural el 85 % de las aldeas cuentan con este servicio.

## Drenaje y letrización

Drenaje: En el área rural casi el 100% no cuenta con servicio de drenajes. Únicamente hay en las comunidades de: Las Escobas, Las Ilusiones, Sajcau y varias escuelas que poseen fosas sépticas.

Letrinización: De acuerdo a entrevistas realizadas al coordinador de la oficina de planificación municipal, se estableció que en el área rural es donde se han promovido y realizado construcciones de este tipo, pero la población en muchos casos no las utilizan y quedan abandonadas al poco tiempo. Sin embargo, se estima que un 25%, aproximadamente de viviendas, carecen de este servicio.

## Desechos sólidos

La recolección de la basura a nivel rural no es todavía una realidad, la población desecha su basura incinerándola a cielo abierto y con esto creando contaminación a su alrededor causando alteraciones de partículas suspendidas en el aire. En ninguna comunidad existe un tren de aseo o algún espacio destinado para la recolección y posteriormente la clasificación de la misma.

## Salud

En el campo de la salud, la población urbana es cubierta por un centro de salud atendido por una doctora, una enfermera titulada, y cinco enfermeras auxiliares, una trabajadora social y un inspector de sanidad.

En el centro de salud se atienden emergencias, algunas curaciones, campañas de vacunación, coordinación de trabajo de los otros centros de salud. El servicio no es del todo excelente, en virtud de carecer de medicamentos.

El área urbana, además, cuenta con los servicios de aproximadamente ocho médicos para consultas de pacientes, por lo menos dos de ellos poseen sanatorios, en donde se atiende a enfermos y se practican cirugías. En la rama de la odontología, hay un médico permanente y otros dos que llegan a atender sus clínicas particularmente los días sábados y domingos.

La cobertura de salud, en el área rural es un tanto deficiente, existen puestos de salud en las siguientes comunidades

Sacalá, aldea Las Lomas.

Colonia Nueve de Septiembre, Aldea Choatalun

Aldea Las Escobas

Los Jometes, Aldea Patzaj.

Caserío Chipastor, aldea Las Escobas.

Aldea Estancia de la Virgen.

Caserío Oratorio, aldea Estancia de San Martín

Asimismo, existen 44 centros de convergencia, distribuidos en las comunidades más necesitadas de los servicios básicos de salud, los cuales son utilizados exclusivamente cuando existen jornadas de vacunación, de lo contrario son de uso en la comunidad para reuniones informativas o de COCODES (Comités comunitarios de desarrollo).

Estos puestos de salud son atendidos por técnicos en salud rural o bien por enfermeras auxiliares. Se atienden campañas de vacunación, control de embarazos, control de niños, consulta general, curaciones y otros servicios de salud. Desafortunadamente confrontan el problema de la falta de medicinas.

Las enfermedades más frecuentes en todo el municipio son: Infecciones respiratorias, diarreas, sarampión, tos ferina, paperas, viruela, infecciones urinarias, parásitos, enfermedades de la piel y reumatismo entre otras.



## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva**

#### **2.1.1 Descripción del proyecto**

El sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva, tiene como objetivo beneficiar a 115 familias que son parte de la comunidad.

En la actualidad el abastecimiento para esta comunidad es deficiente, la municipalidad les proporciona agua por medio de un camión cisterna, el cual llega cada tres días, dotando a los más afortunados con 2 toneles.

En la aldea Cruz Nueva existen pequeños nacimientos, pero estos se encuentran topográficamente en un punto muy bajo, lo que dificulta el traslado hacia la población, por ello se buscó como solución la perforación de un pozo mecánico, para poder bombear el agua a un punto alto y distribuirla por gravedad a la población.

El proyecto consiste en el diseño de la línea de conducción desde el pozo hacia el tanque de distribución con una longitud aproximada de 745 metros. De igual forma se realizará el diseño de la red de distribución, la cual tendrá una longitud aproximada de 6,000 metros.

Esta será por medio de ramales abiertos debido a la dispersión que existe entre la población.

Se diseñará un tanque de distribución y las obras de arte necesarias, como cajas rompe-presión y cajas de válvulas necesarias para el funcionamiento adecuado del sistema

### **2.1.2 Levantamiento topográfico**

Los trabajos topográficos se utilizan para determinar la posición horizontal y vertical de puntos sobre la superficie terrestre. Éstos permiten encontrar la ubicación de las diferentes obras de arte que compone el acueducto. Una información más detallada se obtiene relacionando las elevaciones (altimetría), con las localizaciones de accidentes naturales o hechos por el hombre como edificios, carreteras, etc. (planimetría). Esta información conjunta es colocada en planos llamados planos topográficos. El levantamiento topográfico que se utilizó en este proyecto fue de primer orden.

El método empleado para el levantamiento fue el de conservación de azimut., para la altímetra se aplicó el método de nivelación simple .

El equipo utilizado fue un teodolito Wild T-16, dos plomadas, una cinta métrica con longitud de 50 metros, un estadal de acero de 4 metros, un nivel de precisión y machetes.

**Tabla I. Información de libreta de campo.**

<b>Estacion</b>	<b>Punto observado</b>	<b>Azimut</b>	<b>Ángulo vertical</b>	<b>Hilo superior</b>	<b>Hilo medio</b>	<b>Hilo inferior</b>	<b>Distancia</b>

Una de las partes más importantes del trabajo topográfico es la inspección preliminar que se debe realizar, con la finalidad de observar factores que puedan determinar el diseño hidráulico del sistema de agua.

### **2.1.3 Fuente de abastecimiento de agua**

Para dotar de agua potable a la aldea Cruz Nueva, se hará uso del pozo mecánico que fue perforado en la comunidad y del cual se constató que el agua es sanitariamente segura.

El pozo mecánico tienen una profundidad de 300 pies, entubado con tubería de 8 pulgadas de diámetro en acero negro al carbón.

El nivel estático se encuentra a una profundidad de 178 pies y el nivel dinámico a 205 pies. Este dato fue proporcionado por la empresa que realizó dicha perforación.

### **2.1.4 Calidad de agua y aforos**

El aforo de una fuente de agua es la medición del caudal. Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que éste indicará si la fuente de agua es suficiente para abastecer a toda la población

Los aforos se deben de realizar en época seca o de estiaje. El aforo que se obtuvo del pozo mecánico fue de 95 galones./minuto, equivalente a 5.98 lts./seg. Este dato fue proporcionado por la empresa que realizó dicha perforación.

El estudio de la calidad del agua encontrada en el pozo perforado se realizó en el centro de salud de San Martín Jilotepeque, dando como resultado que el agua estaba libre de coliformes fecales y por ende es apta para el consumo de la comunidad. Los resultados se pueden encontrar en la sección de anexos.

### **2.1.5 Dotación**

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante que se haya establecido dentro del diseño del proyecto. Se expresa en litros por habitante al día. Los factores que se consideran y que determinan la dotación es el clima, nivel de vida, calidad y cantidad de agua disponible.

La dotación adoptada para la aldea Cruz Nueva fue de 90 lts/hab./día, considerando aspectos de clima, actividades productivas, nivel de vida y costumbres.

### **2.1.6 Tasa de crecimiento poblacional**

La tasa de crecimiento poblacional que se aplicó para la aldea Cruz Nueva, fue la tasa de crecimiento municipal que es de 2.5 %, según información del INE (Instituto Nacional de Estadística).

### **2.1.7 Periodo de diseño**

Es el período durante el cual la obra construida dará un servicio satisfactorio a la población. El período de diseño se cuenta a partir del inicio del funcionamiento de la obra.

Para determinar el período de diseño se debe tomar en cuenta la vida útil de los materiales, los costos, la población de diseño, etc. Según normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acuerdos Rurales U.N.E.P.A.R., se recomiendan los siguientes períodos de diseño.

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Periodo de diseño</b>
Obras civiles	20 años.
Equipo mecánico	De 5 a 10 años.

En el caso del presente proyecto se adaptó un período de 21 años, debido a que se utilizará P.V.C; esto permite una durabilidad de las instalaciones y la capacidad de agua que genera la fuente de servicio.

#### **2.1.8 Población de diseño**

El número de habitantes por lo general se incrementa en la mayoría de las poblaciones con el transcurso del tiempo.

Para determinar la población de diseño, es decir, la población a servir al final del período de diseño, se deben considerar factores de crecimiento poblacional, tales como: servicios existentes, facilidades de saneamiento, actividades productivas, comunicaciones, tasa de natalidad y mortalidad, migración y emigración.

Debido a que en la mayoría de comunidades se carece de esta información, se han desarrollado métodos de pronóstico para poder determinar la población futura. En Guatemala, generalmente se utiliza el método geométrico, por ser el que más se aproxima a definir la población real futura.

### 2.1.8.1 Población futura

A continuación se describe el procedimiento para el cálculo de la población futura o de diseño por medio del método geométrico.

- a. Se obtienen datos oficiales de la comunidad en estudio, consultando los censos de población.
- b. Se investiga la población existente en el año inicial del período de diseño o bien, la más cercana al inicio del período de diseño. Para el caso de la Aldea Cruz Nueva, no existen datos oficiales para el año inicial (2004) por lo que se realizó un censo poblacional teniendo un resultado de 702 habitantes.
- c. Se obtiene la tasa de crecimiento anual de la población. La cual es del 2.5%.
- d. Se define el período de diseño para el cual se desea la población futura o de diseño. El período de diseño para el proyecto es de 21 años.

Se calcula la población futura o diseño con la siguiente fórmula:

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

- Pf = Población al final del periodo de diseño (habitantes)
- Po = Población en el año inicial del período de diseño (habitantes)
- R = Tasa de crecimiento anual (%)
- N = Período de diseño (años)

De acuerdo a lo anterior para la aldea Cruz Nueva se tiene:

$$P_{2024} = 702(1 + 0.025)^{21}$$

$$P_{2024} = 1179hab.$$

### 2.1.9 Factores de consumo

La funcionalidad de un sistema de agua potable es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente a fin de satisfacer las necesidades de confort propiciando así su desarrollo.

Para lograr tales objetivos es necesario que cada una de las partes que constituyen el acueducto estén satisfactoriamente diseñadas y funcionalmente adaptadas al conjunto.

Las condiciones climáticas, los días de trabajo, etcétera, tienden a causar algunas variaciones en el consumo de agua. Durante la semana, el lunes se producirá el mayor consumo y el domingo el más bajo.

En algunos meses se observará un promedio diario de consumo más alto que el promedio anual.

Especialmente en el tiempo caluroso producirá una semana de máximo consumo y ciertos días superarán a otros en cuanto a demanda.

También se producen demandas de consumo altas cada mañana al empezar la actividad del día y un mínimo hacia las cuatro de la tarde.

Factor máximo diario	1.2 a 1.5
Factor máximo horario	2 a 3

El valor utilizado para los factores tanto el máximo diario como el máximo horario, pueden ser cualquiera dentro del rango establecido, todo depende del criterio del diseñador del proyecto.

### 2.1.9.1 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer la necesidad de una población en un día de consumo promedio, en litros por segundo. El caudal medio diario se obtiene del promedio de los consumos diarios en un año.

$$Q = D * P / 86400$$

Donde:

- D = Es la dotación de L/hab./día.
- P = Es el número de habitantes futuros
- Q<sub>m</sub> = Caudal medio diario.

De acuerdo a lo anterior para la aldea Cruz Nueva se tiene:

$$Q_m = \frac{(90\text{ lts} / \text{hab} / \text{día})(1179\text{ hab})}{86400}$$

$$Q_m = 1.228^{\text{litros}} / \text{seg}$$

### 2.1.9.2 Factor máximo diario

El factor de día máximo está definido como la relación entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año.



Según las normas de diseño para acueductos rurales de UNEPAR, se debe utilizar un factor de 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes y de 1.5 para poblaciones menores de 1,000 habitantes, por lo que para el presente estudio el factor máximo diario tendrá un valor de 1.2

$$Q_{MD} = Q_m \times CVD$$

Donde:

- $Q_{MD}$  = Es el gasto máximo diario en litros por segundo.
- $Q_m$  = Es el gasto medio diario anual en litros por segundo
- $CVD$  = Es el coeficiente de variación diaria. (%)

De acuerdo a lo anterior para la aldea Cruz Nueva se tiene:

$$Q_{MD} = 1.228^{\text{litros} / \text{segu}} * 1.2$$
$$Q_{MD} = 1.47^{\text{Litros} / \text{seg}}$$

### 2.1.9.3 Factor máximo horario

Este factor está relacionado con el número de habitantes y sus costumbres. La selección de este factor se toma en forma inversamente proporcional al tamaño de la población. La población grande, el consumo es bastante uniforme, por lo que el factor de hora máximo es pequeño, mientras que en poblaciones pequeñas el consumo es muy variable por lo que el factor de hora máximo es mayor.

Según las normas de diseño para acueductos rurales de UNEPAR se debe utilizar un factor de 2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes y de 3 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes, por lo que para el presente estudio el factor de hora máximo tendrá el valor de 2.

$$Q_{MH} = Q_M \times FMH$$

Donde:

$Q_{MH}$  = Consumo máximo horario en litros por segundo.

$Q_M$  = Caudal medio diario anual en litros por segundo

De acuerdo a lo anterior para la aldea Cruz Nueva se tiene:

$$Q_{MH} = 1.228^{\text{Litros}} /_{\text{seg}} * 2$$

$$Q_{MH} = 2.46^{\text{litros}} /_{\text{seg}}$$

### **2.1.10 Línea de bombeo**

Debido a las condiciones topográficas del lugar, la conducción del agua se hará por bombeo, obteniéndose por medio del pozo mecánico de la comunidad.

#### **2.1.10.1 Determinación de las horas de bombeo**

Se recomienda para motores Diesel que las horas de bombeo estén entre un período de 8 a 12 horas, y para motores eléctricos que tengan un período de 12 a 18 horas.

Las horas de bombeo están en función de las poblaciones actuales y futuras, dadas por:

$$Hba. = (Po / Pf) * Hbf.$$

Donde:

Hba = Horas de bombeo actual.

Hbf = Horas de bombeo futura.

Po = Población actual.

Pf = Población futura.

De acuerdo a lo anterior se tiene:

$$Hba = (702 \text{ hab.} / 1179 \text{ hab.}) Hbf$$

$$Hba = 0.595 Hbf.$$

Asumiendo las 12 horas para Hbf, las horas de bombeo actual resultan 7.14, entonces la necesidad del tiempo de bombeo, conforme el crecimiento poblacional estará variando entre 7.14 y 12 horas, por eso para este caso se asumirán 12 horas.

#### **2.1.10.2 Determinación del caudal de bombeo**

El caudal de bombeo se calculó con la siguiente fórmula:

$$Qb = \frac{(QDM * (24 \text{ horas} / \text{dia}))}{(N)}$$

Donde:

- Qb = Caudal de bombeo.  
QDM = Caudal de día máximo.  
N = Numero de horas de bombeo.

De acuerdo a lo anterior se tiene:

$$Q_b = \frac{\left( \left( 1.47 \text{ litros/seg.} \right) * \left( 24 \text{ horas/día} \right) \right)}{\left( 12 \text{ hora/día} \right)}$$

$$Q_b = 2.94 \text{ litros/seg.}$$

### 2.1.10.3 Determinación del diámetro económico

En sistemas por bombeo, la determinación del diámetro económico es uno de los aspectos más importantes; para determinar este diámetro se puede optar por utilizar fórmulas tales como la sugerida por Bréese o por un análisis de costo mensual.

Fórmula de Bréese:

$$D = 1.867 * Q_b^{1/2}$$

Donde:

- D = Diámetro de la tubería (m)  
Q<sub>b</sub> = Caudal de bombeo

De acuerdo a lo anterior se tiene:

$$D = 1.867 * \left( 2.94 \text{ litros/seg.} \right)^{1/2}$$

$$D = 3.20''$$

Los diámetros comerciales cercanos al dato encontrado por la formula de Bréese son 3 y 4 pulgadas.

Teniendo los diámetros comerciales cercanos al valor encontrado, se procede a calcular la pérdida y la velocidad que existe para cada uno de ellos, mediante las siguientes fórmulas:

Para encontrar la pérdida de carga se utilizará la siguiente fórmula

$$h = 1743.811 * \left( L / (C^{1.85} * D^{4.85}) \right) * Q^{1.85}$$

Donde:

- h = Pérdida de carga (mt)
- L = Longitud del tubo (745 mt)
- D = Diámetro interior del tubo (pulg)
- Q = Caudal (2.94 L/s)
- C = Coeficiente de rugosidad (140)

Entonces,

$$h_{3''} = 4.27 \text{ mt}$$

$$h_{4''} = 1.05 \text{ mt}$$

Ahora se calcula la velocidad del flujo para cada diámetro con la siguiente fórmula:

$$V = (1.974 * Q_b) / D^2$$

Donde:

- Q<sub>b</sub> = Caudal de bombeo (lts./seg.)
- D = Diámetro interior del tubo (pulg.)
- V = Velocidad del flujo (mts./seg.)

Entonces,

$$V_{3"} = 0.64 \text{ mts./seg.}$$

$$V_{4"} = 0.36 \text{ mts./seg.}$$

Para este caso se adoptó un diámetro de 3", porque al utilizar este diámetro se tendrá una mayor velocidad del flujo.

#### 2.1.10.4 Selección de la clase de tubería

Para seleccionar la clase de tubería se debe estimar el caudal a conducir, las condiciones en las que estará la tubería, las presiones a las que será sometida. Esto con base en el caso crítico que se describe en la siguiente fórmula:

Caso critico = golpe de ariete + carga cinámica total

Para el cálculo del golpe de ariete se aplica la siguiente fórmula:

$$a = \left( \frac{145}{\left( 1 + \frac{(Ea * D)}{(Et * e)} \right)^{1/2}} \right)$$

Donde:

- a = Golpe de ariete (metros columna de agua)
- Et = Módulo de elasticidad del material (P.V.C =28100 Kg./cm<sup>2</sup>)
- Ea = Módulo de elasticidad del agua (20670 Kg./cm<sup>2</sup>)
- e = Espesor de la pared de tubo (mm)
- D = Diámetro del tubo (mm)

Calculando se tiene,

$$a = 10.18$$

Calculando la carga dinámica total, está dada por la expresión siguiente:

$$Hm = (v^2 / 2 * g) + h_f + h_s + h_i + h_a$$

Donde:

- V<sup>2</sup>/2g = Carga de velocidad, en (0.021 mts.)
- V = Velocidad media del agua (0.64 m/s)
- H<sub>f</sub> = Pérdidas por fricción en la tubería (4.27 mts.)
- H<sub>s</sub> = Pérdidas secundarias (mts.)
- H<sub>t</sub> = Altura total (189.30 mts.)

Entonces:

$$V^2/2g = (V_3^2) / 2g = (0.64*0.64) / (2*9.8) = 0.021 \text{ mt}$$

$$H_f = 1743.811 * (745 / (150^{1.85} * 3^{4.85})) * 2.94^{1.85} = 4.27 \text{ mt}$$

$$H_t = 185 \text{ mt}$$

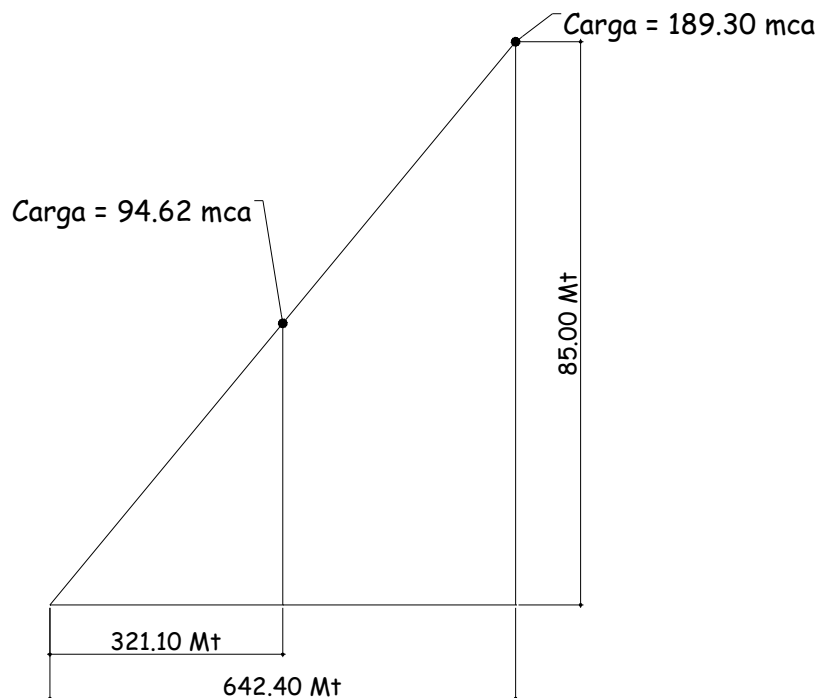
$$Hm = 0.021 + 4.27 + 185 = 189.30$$

Tipo de tubería asumida

$$\text{Caso crítico} = \text{golpe arriete} + \text{carga dinámica total} = 205.75$$

Aplicando una relación de triángulos, se encuentran los diferentes tramos y las presiones que en ellos trabajan, para seleccionar la clase de tubería a utilizar

**Figura 6. Distribución de carga en metros columna de agua a lo largo de la línea de conducción**





Se utilizar 360 metros de tubería PVC, con una resistencia de 315 PSI y 390 metros de tubería PVC con una resistencia de 160 PSI

#### 2.1.10.5 Potencia de la bomba

La bomba produce siempre un salto brusco en el gradiente hidráulico que corresponde a la energía Hm, comunicada al agua por la bomba. Hm es siempre mayor que la carga total de elección contra la cual trabaja la bomba, para poder vencer todas las pérdidas de energía en la tubería.

La carga de presión Hm generada por la bomba es llamada generalmente carga manométrica, o carga dinámica total, e indica siempre la energía dada al agua a su paso por la bomba.

La carga dinámica total (Hm) se encuentra en el inciso 2.1.10.5 y es igual a 189.30 m.c.a.

Teniendo la carga total de la bomba, se calcula la potencia con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{(Q * Ct)}{(76 * e)}$$

Donde:

- P = Potencia (HP)
- Q = Caudal de bombeo (2.94 litros/segundo)
- Ct = Carga total (189.30 mt)
- E = Eficiencia (75 %)

$$HP_{bomba} = 9.73HP$$

Se adoptará una potencia comercial de 10 HP.

### 2.1.11 Red de distribución

La red de distribución será por ramales abiertos, con tubería de P.V.C. de diferentes resistencias y diámetros, dependiendo de los cambios de nivel y en tramos donde se encuentren rocas o material difícil, se construirán pasos de zanjón, como lo indican los planos.

Para la determinación de la pérdida de carga en la tubería se utiliza la fórmula de Hazen Williams, la cual viene dada por:

$$H_f = \frac{(1749.811 * L * Q^{1.852})}{(C^{1.852} * D^{4.87})}$$

Donde:

- Hf = Pérdida de carga expresada en metros.
- C = Coeficiente de fricción interna que depende del material de la tubería.
- D = Diámetro interno en pulgadas.
- L = Longitud de tramo en metros.
- Q = Caudal en litros por segundo.

Esta fórmula tiene las siguientes características:

- a. Los resultados con respecto de la realidad son conservadores.
- b. Brinda mejores resultados en diámetros mayores de 2".

La ecuación de Hazen-Williams puede utilizarse en diámetros menores de 2", por eso se recomienda la utilización del diámetro real interior; ya que el nominal conduce a errores en los resultados. En la práctica, la ecuación de Hazen-Williams es la más utilizada, debido a la aproximación de los resultados obtenidos, así como por la facilidad de aplicación.

**Tabla II. Ejemplo de diseño de la red de distribución (ramal 1)**

RAMAL 1													
Tramo													
De	A	Distancia Medida (Metros)	Longitud de Tubería	Caudal de Distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de Tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de Diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de Carga (metros) [Hf]	Cota de Terreno	Cota Piezometrica	Presión Hidrodinámica	Presión Hidroestatica
0	2	64,61	65	2,38	140	160	2 1/2	0,75	0,696	990,69	999,30	8,614	9,310
2	11	72,11	73	2,289	140	160	2	1,13	2,157	976,49	997,15	20,657	23,510
11	12	34,98	35	2,268	140	160	2	1,12	1,017	975,64	996,13	20,490	24,360
<b>CAJA ROMPE-PRESIÓN EN ESTACIÓN 12</b>													
12	13	38,99	39	2,247	140	160	2 1/2	0,71	0,376	973,75	975,26	1,514	1,890
13	28	77,13	78	2,121	140	160	2	1,05	2,001	962,35	973,26	10,913	13,290
28	35	90,92	93	2,037	140	160	2	1,01	2,214	944,97	971,05	26,079	30,670
35	36	20,42	21	2,016	140	160	2	1,00	0,491	941,53	970,56	29,028	34,110
36	37	15,77	16	1,995	140	160	2	0,99	0,367	939,84	970,19	30,351	35,800
37	39	29,94	30	0,336	140	160	1 1/2	0,30	0,103	941	970,09	29,088	34,640
39	66	47,94	48	0,105	140	160	3/4	0,37	0,562	941,9	969,53	27,626	33,740
66	70	84,24	85	0,063	140	160	1/2	0,50	2,789	934,81	966,74	31,927	40,830
70	72	52,97	53	0,042	140	160	1/2	0,33	0,821	928,16	965,92	37,756	47,480
72	73	28,43	29	0,021	140	160	1/2	0,17	0,125	917,87	965,79	47,921	57,770

### 2.1.12 Volumen del tanque de distribución

En los sistemas por bombeo se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento mínimo de 30% del caudal medio diario.

En el caso de la comunidad en estudio, se considera un almacenamiento del 35% del caudal medio diario. El volumen del tanque se calcula con la fórmula siguiente:

$$Vol = QMD * \%almacenamiento * 1m^3 * 86400seg / día) / 1000lt$$

Donde:

Vol. = Volumen del tanque  
QMD = Caudal medio diario

De acuerdo a lo anterior para la aldea Cruz Nueva se tiene:

$$Vol = 1.228 * 0.35 * 1m^3 * 86400seg / día) / 1000lt$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 37.13 \text{ mt.}^3$$

Se adoptará un volumen de 40 mt.<sup>3</sup>

### 2.1.13 Diseño estructural del tanque de distribución

Los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada y en los tanques elevados, predomina el uso de acero. Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados.

El tanque para este caso se construirá de concreto ciclópeo debido a la facilidad que hay en el lugar de conseguir piedra bola (material principal que integra el concreto ciclópeo), por lo que bajan los costos de materiales para el mismo.

El tanque se realizará con el método de muros por gravedad. Dichos muros son fáciles de construir y su estabilidad depende de su propio peso.

Para obtener los detalles constructivos del tanque, consultar los planos en la sección de apéndice.

#### **2.1.13.1 Descripción del método de diseño**

El método de diseño utilizado es el de muros por gravedad.

El tanque está compuesto de cuatro muros que serán de concreto ciclópeo. Para facilitar el diseño, se tomará una sección unitaria del muro (un metro de espesor y un metro de ancho).

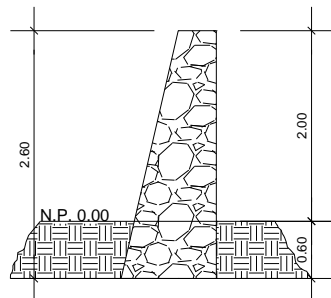
A continuación se presenta una metodología de diseño para el muro, aunque ésta depende del criterio del diseñador.

- c. Se estiman las dimensiones del muro, según las condiciones de carga y tipo de suelo.
- d. Se calculan los empujes tanto activo como pasivo, según la teoría de Ranking.

- e. Se calcula el momento de volteo que actúa sobre el muro.
- f. Se calcula el peso del muro, descomponiendo la forma geométrica real, en varias formas que faciliten el cálculo.
- g. Se determina la fuerza sustentante  $N$ , así como su línea de acción. Si  $x$  (centroide de presiones) fuera menor que cero, el muro no es estable. Esto porque el momento debido al empuje activo es mayor que el momento estabilizante del peso. Es necesario pues, buscar que la resultante  $N$  caiga en el tercio medio de la base del muro. La relación del momento estabilizante y el momento de volteo debe ser de 1.5 o mayor. Esto no es más que el factor de seguridad contra una estimación deficiente del empuje activo.
- h. Se debe comprobar la resistencia al deslizamiento. Se toma en cuenta únicamente la fuerza resistente al deslizamiento, sin tomar en cuenta el empuje pasivo, porque se diseñará el tanque para la situación crítica, cuando esté vacío. Luego se busca la relación de la fuerza equilibrante al empuje activo horizontal que sea de 1.5 o más.
- i. Se debe calcular la capacidad de soporte del suelo. Debido a que la fuerza  $N$  no actúa en el centroide, la presión máxima en la base del muro será mayor que el valor medio.
- j. Debido a que este es un método por tanteos, será necesario redimensionar el muro y regresar al inciso d, si alguno de los requisitos anteriores no se cumpliera.

## Diseño del tanque de captación

**Figura 7. Predimensionamiento tanque de distribución**



$$\begin{aligned} r \text{ Piedra} &= 2160 \text{ Kg/Mt}^3 \\ r \text{ Suelo} &= 1600 \text{ Kg/Mt}^3 \\ r \text{ Agua} &= 1000 \text{ Kg/Mt}^3 \\ \phi &= 30^\circ \\ \mu &= 0.40 \end{aligned}$$

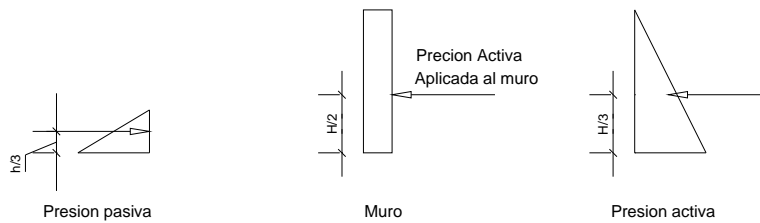
Teniendo los datos anteriores y un predimensionamiento se procede a lo siguiente:

### Coefficientes de empuje activo y pasivo

$$K_a = (1 - \text{SEN } \alpha) / (1 + \text{SEN } \alpha) = (1 - \text{SEN } 30) / (1 + \text{SEN } 30) = 1/3$$

$$K_p = (1 + \text{SEN } \alpha) / (1 - \text{SEN } \alpha) = (1 + \text{SEN } 30) / (1 - \text{SEN } 30) = 3$$

### Diagrama del cuerpo libre del muro



### Cálculo de presiones horizontales a una profundidad "H"

$$P_a = r \text{ Suelo} \cdot h \cdot K_a = 1600 \text{ Kg/Mt}^3 \cdot 0.60 \text{ Mt} \cdot 3 = 2880 \text{ Kg/Mt}^2$$

$$P_p = r \text{ Agua} \cdot H \cdot K_p = 1000 \text{ Kg/Mt}^3 \cdot 2.00 \text{ Mt} \cdot 1/3 = 667 \text{ Kg/Mt}^2$$

### Cálculo de cargas totales de diagramas de presiones

$$P_{a\_} = 1/2 P_a \cdot h = 1/2 \cdot 2880 \text{ Kg/Mt}^2 \cdot 0.60 \text{ Mt} = 864 \text{ Kg/Mt}$$

$$P_{p\_} = 1/2 P_p \cdot H = 1/2 \cdot 667 \text{ Kg/Mt}^2 \cdot 2.00 \text{ Mt} = 667 \text{ Kg/Mt}$$

Momentos al pie del muro

$$MPa_{-} = Pa_{-} * h/3 = 864 \text{ Kg/Mt} * 060/3 \text{ Mt} = 172.8 \text{ Kg} - \text{Mt/Mt}$$

$$MPp_{-} = Pp_{-} * H/3 = 667 \text{ Kg/Mt} * 2/3 \text{ Mt} = 445 \text{ Kg} - \text{Mt/Mt}$$

Dividiendo geométricamente el muro y calculando los momentos respecto al punto O

**Figura 8. División geométrica del tanque de distribución**



Chequeo contra volteo

$$Fsv = \text{Momentos Estabilizadores} / \text{Momentos de Volteo} > 1.5$$

$$Fsv = 0.1728 \text{ T} - \text{Mt/Mt} + 2.47 \text{ T} - \text{Mt/Mt} / 0.445 \text{ T} - \text{Mt/Mt} = 5.93$$

Chequeo contra deslizamiento

$$Fsd = \text{Fuerzas Estabilizadoras} / \text{Fuerzas Actuales} > 1.5$$

$$Fsd = 0.864 \text{ T/Mt} + \mu * 3.93 \text{ T/Mt} / 0.667 \text{ T/Mt} = 3.65$$

Chequea por volteo y deslizamiento, por lo tanto el dimensionamiento del muro es el correcto



### 2.2.14 Obras hidráulicas

Para un sistema de abastecimiento de agua potable, las obras hidráulicas son importantes para satisfacer el funcionamiento adecuado y garantizar un buen servicio en la comunidad.

En este caso se construirán cajas rompe-presiones; de un metro cúbico, válvulas de limpieza, y de contra (compuerta), según sea el caso. (ver detalles en planos al final de este trabajo)

### 2.2.15 Sistema de desinfección

Para desinfectar el agua, se cuenta con un hipoclorador, trabajando a una solución de 1ppm (partes por millón) de hipoclorito de calcio, con una concentración de 1 miligramo/litro. Dicho método de desinfección es lo recomendado en nuestro caso por el Ministerio de Salud para la potabilidad y el consumo del agua para el ser humano.

**Tabla III. Dosificación típica en PPM según la OPS**

<b>Tratamiento de cloración para:</b>	<b>Dosificación típica en partes por millón (ppm)</b>
<b>AGUA</b>	3-5
Refrigeración	20
Enfriamiento	50
Lavado a chorro	1-5
Pozo Superficial	1-10 Existen muchas variables que pueden afectar al agua de superficie y al tratamiento requerido

Para la dosificación se pueden utilizar las siguientes formulas:

$$\text{Dosificación (lbs./dia)} = 0.012 * \text{GPM} * \text{Dosificación}$$

$$\text{Dosificación (lbs./dia)} = 0.190 * \text{lt/Seg} * \text{Dosificación}$$

Para este caso será:

$$\text{Dosificación (lbs./dia)} = 0.190 * 2.94 * 1$$

$$\text{Dosificación} = 0.55 \text{ lb /dia de cloro.}$$

### **2.2.16 Presupuesto**

El presupuesto es un documento que debe incluirse en el diseño de todo proyecto de ingeniería, ya que da a conocer al propietario si el mismo es rentable, posible y conveniente en su ejecución. Existen varias formas de realizar un presupuesto, que varían de acuerdo al uso que se le dé. Para este caso, se elaboró un presupuesto a base de precios unitarios, para el efecto se tomaron los siguientes criterios; los precios de materiales son los existentes en el lugar, para el salario de la mano de obra es el pagado por la municipalidad en los proyectos a realizar.

**Tabla IV. Presupuesto del proyecto de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva**

PROYECTO	Abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva				
MUNICIPIO	San Martín Jilotepeque				
DEPARTAMENTO	Chimaltenango				
FECHA	Agosto	2004			
REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>1</b>	<b>CAJA ROMPE-PRESIÓN (1 MT.3)</b>				
<b>1,1</b>	<b>MATERIALES</b>				
	Adaptador hembra (pvc)	U	1	Q 47,85	Q 47,85
	Adaptador macho (pvc)	U	3	Q 37,11	Q 111,33
	Alambre de amarre	LB.	1	Q 2,50	Q 2,50
	Arena de río	M.3	0,5	Q 90,00	Q 45,00
	Cemento	SACO	10	Q 38,00	Q 380,00
	Clavo	LB.	2	Q 2,50	Q 5,00
	Codo 90 ° (pvc)	U	5	Q 14,37	Q 71,85
	Hierro 1/4 ''	VARILLA	0,35	Q 8,62	Q 3,02
	Hierro 3/8 ''	VARILLA	3	Q 21,15	Q 63,45
	Parales 3" x 3" x 10'	PT	38	Q 3,50	Q 133,00
	Pichacha (br)	U	1	Q 100,00	Q 100,00
	Piedra	M.3	1,5	Q 75,00	Q 112,50
	Piedrín	M.3	0,5	Q 140,00	Q 70,00
	Tabla rústica 1" x 12" x 10'	PT	60	Q 3,00	Q 180,00
	Tee (pvc) 2''	U	1	Q 16,37	Q 16,37
	Válvula de compuerta (pvc)	U	1	Q 225,35	Q 225,35
	Válvula de pila (br) 2''	U	1	Q 100,00	Q 100,00
	Válvula de flote	U	1	Q 125,00	Q 125,00
				<b>Q</b>	<b>1.792,22</b>
<b>1,2</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada			<b>Q</b>	<b>716,89</b>
	Mano de obra no calificada			<b>Q</b>	<b>358,44</b>
				<b>Q</b>	<b>2.867,55</b>

<b>2 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>						
<b>2,1 MATERIALES</b>						
Alambra de amarre	LB.	40	Q	2,50	Q	100,00
Arena de río	M.3	18	Q	90,00	Q	1.620,00
Cemento	SACO	275	Q	38,00	Q	10.450,00
Clavo	LB.	40	Q	2,50	Q	100,00
Codo 90° (pvc) 4"	U	4	Q	88,33	Q	353,32
Flote	U	1	Q	250,00	Q	250,00
Hierro 1/2"	VAR.	4	Q	39,28	Q	157,12
Hierro 1/4 "	VAR.	23	Q	8,62	Q	198,26
Hierro 3/8 "	VAR.	60	Q	21,15	Q	1.269,00
Parales 3" x 4" x 8´	PT	30	Q	3,00	Q	90,00
Pichacha (br)	U	1	Q	100,00	Q	100,00
Piedra	M.3	37	Q	75,00	Q	2.775,00
Piedrín	M.3	18	Q	140,00	Q	2.520,00
Tabla rústica 1" x 12" x 10´	PT	500	Q	3,50	Q	1.750,00
Tubería pvc 4"	TUBO	1	Q	327,55	Q	327,55
Válvula de compuerta 2 1/2"	U	1	Q	225,35	Q	225,35
Válvula de pila 4"	U	1	Q	125,00	Q	125,00
					<b>Q</b>	<b>22.410,60</b>
<b>2,2 MANO DE OBRA</b>						
Mano de obra calificada					<b>Q</b>	<b>8.964,24</b>
Mano de obra no calificada					<b>Q</b>	<b>4.482,12</b>
					Q	35.856,96

<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>						
<b>3,1 MATERIALES</b>						
Adaptador macho	U	2	Q	37,11	Q	74,22
Codo 45° 3"	U	3	Q	75,00	Q	225,00
Reducidor 3" - 1/2"	U	1	Q	50,24	Q	50,24
Tee 3"	U	1	Q	82,68	Q	82,68
Tubería pvc 160 psi 1/2"	TUBO	2	Q	29,83	Q	59,66
Tubería pvc 160 psi 3"	TUBO	60	Q	281,13	Q	16.867,80
Tubería pvc 315 psi 3"	TUBO	65	Q	475,50	Q	30.907,50
Válvula de compuerta 3"	U	1	Q	225,35	Q	225,35
					<b>Q</b>	<b>48.492,45</b>
<b>3,2 MANO DE OBRA</b>						
Mano de obra calificada					<b>Q</b>	<b>19.396,98</b>
Mano de obra no calificada					<b>Q</b>	<b>9.698,49</b>
					Q	77.587,92

4 RED DE DISTRIBUCIÓN							
<b>4,1 MATERIALES</b>							
Codo 90° 1"	U	1	Q	6,54	Q	6,54	
Codo 45° 1"	U	5	Q	7,90	Q	39,50	
Codo 45° 1/2"	U	18	Q	4,59	Q	82,62	
Codo 45° 2"	U	6	Q	16,75	Q	100,50	
Codo 45° 3/4"	U	4	Q	6,16	Q	24,64	
Codo 90° 1 1/2"	U	1	Q	9,26	Q	9,26	
Codo 90° 1/2"	U	4	Q	1,65	Q	6,60	
Codo 90° 3/4"	U	1	Q	2,82	Q	2,82	
Cruz 2"	U	1	Q	26,37	Q	26,37	
Pegamento	Galón	2,5	Q	334,34	Q	835,85	
Reducidor 1 1/2" - 1"	U	3	Q	6,31	Q	18,93	
Reducidor 1 1/2" - 1/2"	U	2	Q	6,31	Q	12,62	
Reducidor 1 1/2" - 3/4"	U	2	Q	6,31	Q	12,62	
Reducidor 1" - 1/2"	U	6	Q	3,65	Q	21,90	
Reducidor 1" - 3/4"	U	2	Q	3,65	Q	7,30	
Reducidor 2 1/2" - 1"	U	2	Q	31,87	Q	63,74	
Reducidor 2 1/2" - 2"	U	2	Q	31,87	Q	63,74	
Reducidor 2" - 1 1/2"	U	2	Q	10,63	Q	21,26	
Reducidor 2" - 1"	U	1	Q	10,63	Q	10,63	
Reducidor 2" - 1/2"	U	4	Q	10,63	Q	42,52	
Reducidor 2" - 3/4"	U	2	Q	10,63	Q	21,26	
Reducidor 3/4" - 1/2"	U	5	Q	2,23	Q	11,15	
Tee 1 1/2"	U	4	Q	12,18	Q	48,72	
Tee 1"	U	4	Q	6,31	Q	25,24	
Tee 1/2"	U	5	Q	2,04	Q	10,20	
Tee 2 1/2"	U	2	Q	64,98	Q	129,96	
Tee 2"	U	5	Q	16,37	Q	81,85	
Tee 3/4"	U	3	Q	3,22	Q	9,66	
Tubería 160 psi 1 1/2"	TUBO	55	Q	82,43	Q	4.533,65	
Tubería 160 psi 1"	TUBO	133	Q	45,51	Q	6.052,83	
Tubería 160 psi 1/2"	TUBO	520	Q	29,82	Q	15.506,40	
Tubería 160 psi 2 1/2"	TUBO	18	Q	188,24	Q	3.388,32	
Tubería 160 psi 2"	TUBO	188	Q	128,44	Q	24.146,72	
Tubería 160 psi 3/4"	TUBO	148	Q	37,85	Q	5.601,80	
					<b>Q</b>	<b>60.977,72</b>	
<b>4,2 MANO DE OBRA</b>							
Mano de obra calificada					<b>Q</b>	<b>24.391,09</b>	
Mano de obra no calificada					<b>Q</b>	<b>12.195,54</b>	
					<b>Q</b>	<b>97.564,35</b>	

<b>5</b>	<b>CAJAS DE VÁLVULAS</b>						
<b>5,1</b>	<b>MATERIALES</b>						
	Arena de río	M.3	0,25	Q	90,00	Q	22,50
	Cemento	SACO	1	Q	38,00	Q	38,00
	Ladrillo tayuyo 6.5 x 11 x 23	U	25	Q	0,80	Q	20,00
	Piedrín	M.3	0,2	Q	140,00	Q	28,00
						<b>Q</b>	<b>108,50</b>
<b>5,2</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
	Mano de obra calificada					<b>Q</b>	<b>43,40</b>
	Mano de obra no calificada					<b>Q</b>	<b>21,70</b>
						Q	173,60

<b>6</b>	<b>CASETA DE BOMBEO</b>						
<b>6,1</b>	<b>MATERIALES</b>						
	Arena de río	M.3	1,5	Q	90,00	Q	135,00
	Cemento	SACO	20	Q	38,00	Q	760,00
	Block 0.39 x 0.19 x 0.14	U	350	Q	2,50	Q	875,00
	Piedrín	M.3	2	Q	140,00	Q	280,00
	Hierro 1/4 "	VAR.	37	Q	8,62	Q	318,94
	Hierro 3/8 "	VAR.	35	Q	21,15	Q	740,25
	Alambre de amarre	LB.	20	Q	2,50	Q	50,00
	Costanera 4" x 2"	U	3	Q	175,00	Q	525,00
	Lamina galvanizada 12 ´ per.7	U	5	Q	165,00	Q	825,00
						<b>Q</b>	<b>4.509,19</b>
<b>6,2</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
	Mano de obra calificada					<b>Q</b>	<b>1.803,68</b>
	Mano de obra no calificada					<b>Q</b>	<b>901,84</b>
						Q	7.214,70

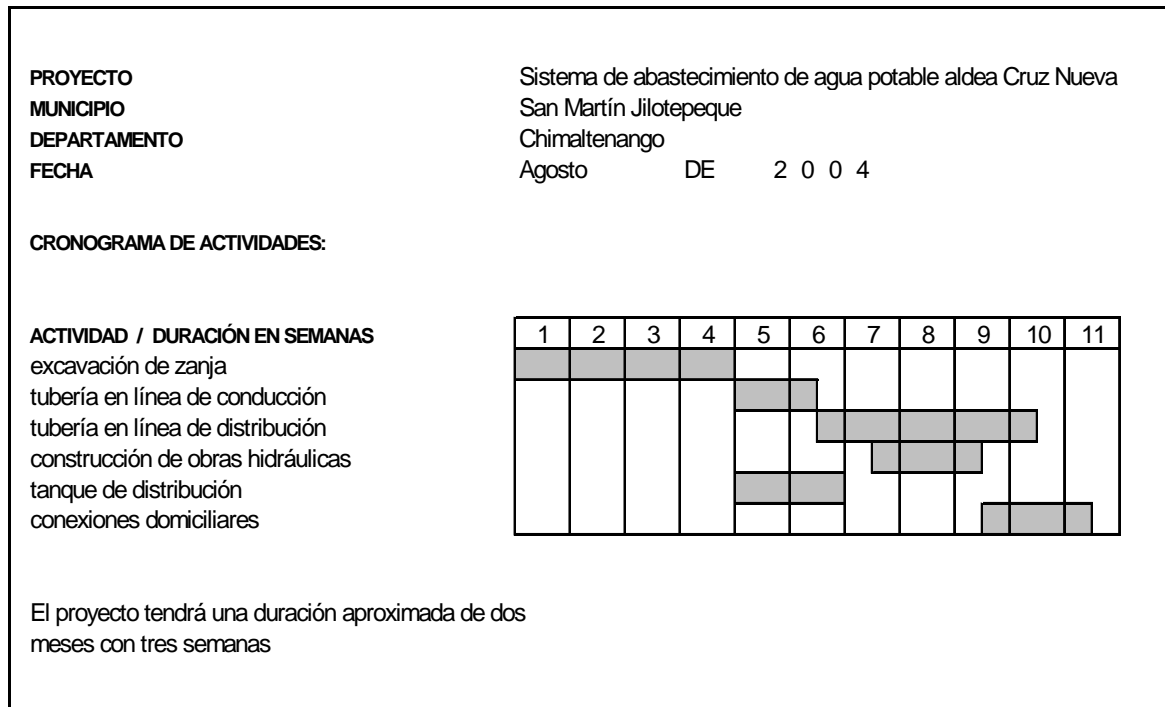
<b>7</b>	<b>SISTEMA DE CLORACIÓN</b>						
	Hipoclorador y accesorios	Global	1	Q	6.000,00	Q	6.000,00
						Q	6.000,00

**Tabla V. Resumen del presupuesto del proyecto de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva**

<b>RESUMEN</b>					
<b>REGLÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>	
Línea de conducción	Global	1	Q 67.889,43	Q	67.889,43
Línea de distribución	Global	1	Q 85.368,81	Q	85.368,81
Caja rompe - presión	Unidad	5	Q 2.509,10	Q	12.545,52
Tanque de distribución	Unidad	1	Q 31.374,84	Q	31.374,84
Caja de válvulas	Unidad	5	Q 151,90	Q	759,50
Bomba de 10 hp	Unidad	1	Q 16.500,00	Q	16.500,00
Caseta de bombeo	Global	1	Q 6.312,87	Q	6.312,87
Hipoclorador	Unidad	1	Q 6.000,00	Q	6.000,00
Acometida domiciliar	Global	1	Q 20.000,00	Q	20.000,00
Total de materiales y mano de obra				<b>Q</b>	<b>246.750,96</b>
Mano de obra no calificada				Q	27.658,14
Imprevistos				Q	12.337,55
Transporte				Q	7.402,53
Gastos de administración y supervisión				Q	37.012,64
				Q	331.161,82
<p>Total del proyecto: trescientos treinta y un mil ciento sesenta y uno quetzales con ochenta y dos centavos.</p>					

El cronograma es el tiempo estipulado que tardara el proyecto desde su de inicio hasta la culminación del mismo.

**Figura 9. Cronograma de actividades del proyecto de abastecimiento de agua potable para la aldea Cruz Nueva.**





## **2.2 Diseño del gimnasio polideportivo de la escuela nuevo San Martín, San Martín Jilotepeque, Chimaltenango.**

### **2.1.2 Descripción del proyecto**

Debido a la falta de una infraestructura adecuada para la práctica del deporte en el municipio de San Martín Jilotepeque, se propone el diseño del gimnasio polideportivo Nuevo San Martín.

Este proyecto estaría beneficiando directamente a 350 estudiantes e indirectamente a más de mil habitantes, del casco urbano de San Martín Jilotepeque.

El proyecto consiste en un gimnasio polideportivo, en donde puedan practicarse deportes como el baloncesto, *base-ball*, *volley-ball*. Además de actividades culturales que la escuela programe y pueda realizar. Con una área de 500 mts cuadrados para tales actividades.

Consta de un área de graderíos para el público, dos módulos de baños, para mujeres y hombres, vestidores para el equipo de visita y local. Para las actividades culturales de la escuela se construirá un escenario.

Se propone un gimnasio techado, para tal efecto se colocará un techo curvo el cual tendrá una área a cubrir de 875 mts cuadrados, soportado por 12 columnas aisladas de 40 x 40 cm, 6 por cada lado.

### **2.2.2 Generalidades**

Las canchas polideportivas podrían clasificarse de la siguiente manera:

- a. Según el nivel del deporte a practicar
- b. Canchas cubiertas o bajo techo y canchas abiertas o al aire libre.
- c. Según la superficie de juego.

#### **Clasificación de las canchas, según el nivel del deporte a practicar.**

Es importante hacer esta clasificación puesto que se puede practicar un deporte profesional, un deporte juvenil, un infantil, un escolar o educativo o un recreativo.

El deporte recreativo es importante mencionarlo porque es un deporte que se puede practicar en cualquier lugar.

Por tal motivo, en la planificación, desarrollo y construcción de las canchas deportivas deben definirse, previamente, el nivel de deporte para el cual van a ser utilizadas.

#### **Clasificación de las canchas deportivas considerándolas cubiertas o bajo techo y canchas abiertas o al aire libre.**

Esta es otra clasificación de las canchas que debe mencionarse, puesto que, las canchas descubiertas deben reunir características y aspectos técnicos que son diferentes a las canchas cubiertas, aun cuando sean para practicar el mismo deporte

Por ejemplo, en las canchas descubiertas deben considerarse factores importantes como la posición del sol y dirección del viento, mientras que en las canchas cubiertas dichos factores se pueden considerar como de segundo orden.

Por otro lado, en las canchas cubiertas aparecen como factores de primer orden, el sistema de iluminación artificial, el de ventilación y otros.

### **Clasificación de las canchas, según el tipo de superficie de juego.**

Concretamente dentro del marco del deporte escolar los tipos de superficie de las de canchas deportivas más comunes en este medio son:

- a. Césped de grama (foot-ball, base-ball, volley-ball)
- b. concreto (baloncesto, volley-ball, tenis)
- c. asfalto (baloncesto, volley-ball, tenis)
- d. madera (baloncesto, volley-ball)

Vale la pena mencionar que cada una de estas clases de superficie puede presentar diferentes opciones en su construcción.

Por ejemplo, el césped de grama puede ser colocado o sembrado por medio de semillas, guía o tepes.

### **2.2.3 Distribución, ubicación y orientación de las canchas**

La distribución de las canchas, lógicamente, debe corresponder a la forma del polígono disponible, tomando en cuenta que algunas canchas como por ejemplo las de baloncesto y las de volley-ball es conveniente considerarlas en forma agrupada si se va a construir más de una, tanto por razones constructivas como funcionales.

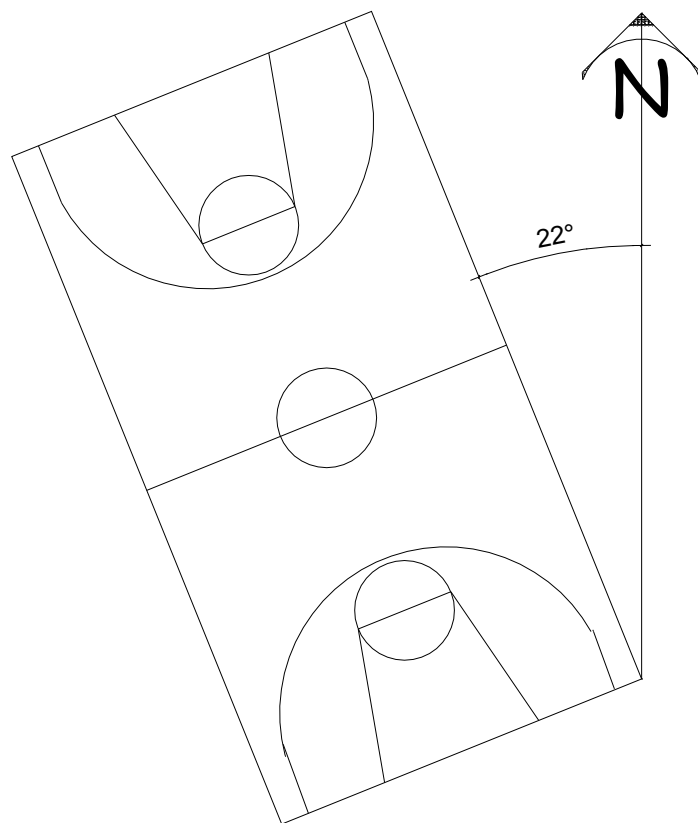
Asimismo, debe considerarse distribuir las canchas de tal forma que unas no interfieran o perjudiquen a las otras, por ejemplo, sería equivocado construir una piscina al sur de canchas de arcilla sin ninguna protección ya que la acción de los vientos norte-sur ubicaría constantemente partículas de polvo en el agua, ocasionando el correspondiente daño que redundaría en el alto costo de mantenimiento.

Otro factor que debe considerarse al pensar en canchas deportivas para centros educativos es la ubicación de éstas, respecto de las áreas académicas, ya que las primeras son áreas ruidosas y llenas de acción y júbilo mientras que las académicas son áreas que requieren de silencio, calma y tranquilidad para una mejor concentración de los educandos.

La acción de los vientos predominantes es otro de los factores dignos de consideración para la orientación de las canchas, debido a que en algunos deportes podría beneficiar o perjudicar a los equipos contendientes y, por esa razón, canchas abiertas para deportes como volley-ball y tennis es recomendable ubicarlas con un escudo protector del viento con respecto al norte, los cuales podrían consistir en arboledas, muros, etc.

Aunque por lo general la mayoría de las canchas se orientan con dirección norte-sur, en nuestro medio es permitido orientar en un rango de 0 a 22 grados dirección noroeste, considerando la variación que sufre la posición del sol respecto de la tierra en el transcurso del año.

**Figura 10. Orientación de una cancha respecto al norte.**



En esta caso no se aplicó el criterio de orientación para ubicar la edificación dentro del terreno, ya que las características del mismo no lo permitían, por lo que se ubicó paralelamente frente al edificio existente en el lugar.

## **2.2.4 Diseño estructural**

### **2.2.4.1. Selección del sistema estructural a utilizar**

En la selección del sistema estructural influyen los factores de desempeño, economía, estética, materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución.

Para este caso, se eligió el sistema estructural de columnas aisladas con carga axial y momento uniaxial, de concreto reforzado y cubierta metálica de aluzinc.

### **2.2.4.2 Diseño de la cubierta**

El área que se pretende cubrir para el gimnasio polideportivo es de  $875 \text{ m}^2$ , por ser una luz tan grande se propone techarla con un techo curvo.

El techo curvo en nuestro medio es un elemento estructural relativamente nuevo, la materia prima consiste en rollos de lámina de acero, de calidad estructural, recubierta con aluzinc, que es extremadamente resistente a la corrosión lo que da como resultado un techo altamente durable.

El aluzinc tiene una vida útil 4 veces mayor que cualquier tipo de lámina, los espesores que se utilizan en cada caso, equivalen aproximadamente a lo que comercialmente se le conoce como los calibre 22, 24 y 26.

El techo se compone de paneles de 1 pie de ancho que se van formando por grupos o por paquetes para darle continuidad a la cubierta, estos paquetes se levantan y se colocan en su lugar definitivo con una grúa, finalmente los paquetes ya montados se engrapan entre sí y así el techo queda totalmente instalado.

Siendo en este caso el método de instalación de cubiertas metálicas más rápido del mercado.

La cubierta metálica es apoyada a lo largo de una viga de anclaje de concreto armado, la cual trasmite su carga hacia las columnas.

### **2.2.4.3 Cargas actuantes**

Todo tipo de estructura está sometida a cargas de diferente índole, existen varios criterios para clasificarlas, se debe de distinguir de acuerdo a la dirección de su aplicación, siendo estas las cargas verticales y horizontales.

#### **2.2.4.3.1 Cargas verticales**

Las cargas que afectan a las columnas son las que provienen de áreas tributarias del techo, debido a que es un techo de cubierta curva se utilizaran solo cargas muertas. Es por eso que se utilizará para el análisis el diagrama de carga distribuida para una viga doblemente empotrada.

Los resultados son los siguientes.

El área a cubrir será de 25 mt X 35 mt

Las columnas estarán separadas a una distancia de 5 mts.

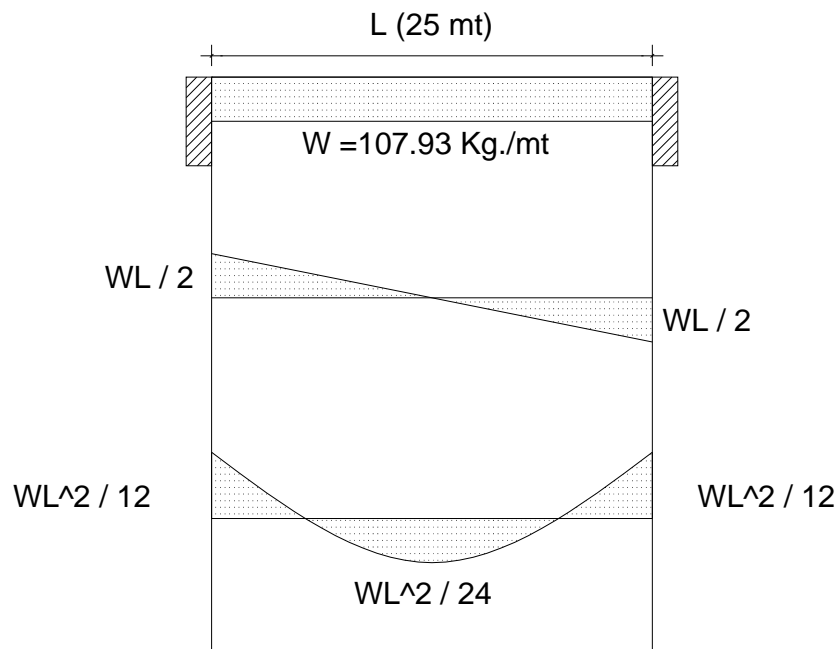
16.66 paneles en 5 metros.

Peso por panel = 356.32 lb = 161 Kg

$P = 16.66 \times 161 \text{ Kg.} = 2,698.31 \text{ Kg.}$

$W = 2,698.31 / 25 = 107.93 \text{ Kg. / mt}$

Figura 11. Diagrama de corte y momento para una viga doblemente empotrada



$$\text{Corte (V)} = WL / 2 = (107.93 \times 25) / 2 = 1,349.12 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Momento (M)} &= WL^2 / 12 = (107.93 \times 25^2) / (12) \\ &= 5,621.35 \text{ Kg. - mt.} \end{aligned}$$



### 2.2.4.3.2 Cargas horizontales

Existen dos fuerzas horizontales a las que está expuesto comúnmente un edificio, siendo éstas las de viento y las de sismo.

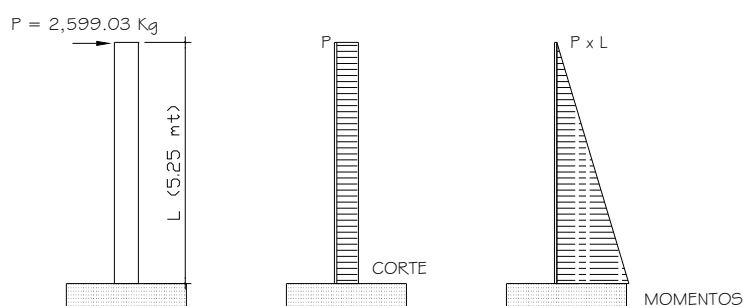
Además, el análisis realizado con una, cubre los efectos que podría causar la otra si se presentara. Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. En las cargas de diseño de techos de cubierta curva se estipula la carga de viento que puede afectar el techo. Para este caso el fabricante proporciona una tabla con la combinación de fuerzas horizontales que en determinado momento pueden ser críticas y pueden afectar a cada panel de la cubierta.

16.66 paneles en 5 metros.

Peso por panel = 343.21 lb. = 156.0 Kg.

$P = 16.66 \times 156.0 \text{ Kg.} = 2,599.03 \text{ Kg.}$

**Figura 12. Diagrama de corte y momento para una columna con carga horizontal.**



$$\begin{aligned}\text{Corte (V)} &= P = 2,599.03 \text{ Kg.} \\ \text{Momento (M)} &= P \times L = (2,599.03 \times 5.25) = \\ &= 13,644.90 \text{ Kg.- mt.}\end{aligned}$$

Teniendo presente que se realizará el diseño de una columna con carga axial y momento uniaxial, se utilizará el momento mas critico que actúa en la estructura.

De igual forma el valor del corte que se utilizará será el de la columna con carga puntual horizontal. Los valores son los siguientes:

$$\begin{aligned}M(-) &= 13,645 \text{ Kg. - mt.} \\ V &= 2,600 \text{ Kg.}\end{aligned}$$

#### **2.2.4.4 Diseño de las columnas**

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de ésta.

En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del gimnasio.

Datos: son obtenidos del análisis estructural. Los valores del corte y los momentos son críticos, ya que se diseñan con los datos mayores.

La sección recomendada por el fabricante de la cubierta del techo para las columnas es de 40 x 40 cms.

Sección = 0.40\*0.40 m

Lu = Longitud de la columna = 5.25 m

M = 13,645.00 Kg.-m

Vc = corte último = 2,600.0 Kg.

W = 108 Kg. / mt<sup>2</sup>

Determinación de la carga axial:

- Cálculo de carga axial:  $CU = 1.4CM + 1.7CV$

$$CU = 1.4(108)$$

$$CU = 151.2 \text{ Kg. / mt}^2$$

- Cálculo del factor de carga última:

$$F_{cu} = CU / (CV + CM) = 151.2 / 108$$

$$F_{cu} = 1.4$$

- Cálculo de la carga axial:  $P_u = \text{ÁREA} \times CU$

$$P_u = ((5.00 \times 25/2) \times 151.2)$$

$$P_u = 9,450 \text{ Kg.}$$

Área =  $5 \times (25/2) = 62.5 \text{ mt.}^2$ , tomado por áreas tributarias.

#### **2.2.4.4.1 Clasificar la columna por su esbeltez (E):**

Una columna es esbelta cuando los diámetros de su sección transversal son pequeños en relación con su longitud. Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas ( $E < 21$ ), intermedias ( $21 \leq E \leq 100$ ) y largas ( $E > 100$ ). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes, y si son largas no se construyen.

La esbeltez de la columna en un sentido se calcula con:

- Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas ( $\Psi$ ):

Extremo superior:

$$\Psi_A = (\sum E_M \bar{I}/2) / (\sum E_M \bar{I}/2)$$

$E_M$  (como todo el marco es del mismo material) = 1

$\bar{I}$  = La inercia se toma del análisis estructura

$$\Psi_A = 0.19/(0.19+0.34+0.34+0.08) = 0.20$$

Extremo inferior:

$$\Psi_B = 0.19/(0.19+0.34+0.34) = 0.22$$

Promedio:

$$\Psi_P = (\Psi_A + \Psi_B) / 2$$

$$\Psi_P = (0.20+0.22) / 2 = 0.21$$

- Cálculo de coeficiente K

$$K = ((20 - \Psi_P)/20)(1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P < 2$$

$$K = 0.9 (1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P \geq 2$$

Entonces se utiliza  $K = ((20 - \Psi_P)/20)(1 + \Psi_P)^{1/2}$

$$K = ((20-0.21)/20)(1+0.21)^{1/2} = 1.08$$

- Cálculo de la esbeltez de la columna:

$$E = KL_u / \sigma^2,$$

donde  $\sigma = 0.40$  (lado menor para columnas rectangulares)

$$E = (1.08*5.25) / (0.40*0.40) = 35.45$$

Por los valores obtenidos de E, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por tanto se deben magnificar los momentos actuantes.

#### 2.2.4.4.2 Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados.

Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos:

Sentido X

- Cálculo del factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = CM_u / CU = 151.2 / 151.2 = 1$$

- Cálculo del EI total del material:

$$E\bar{I} = (E_c \cdot \bar{I}_g / 2.5) / (1 + \beta_d)$$

$$E_c = 15,000(f'c)^{1/2}$$

$$\bar{I}_g = (1/12) bh^3$$

$$E\bar{I} = ((15,100 \cdot 210^{1/2})(40^4/12)/2.5)/(1+1)$$

$$= 9.34 \times 10^9 \text{ Kg.-cm}^2 = 934 \text{ T-m}^2$$

- Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \pi^2(E\bar{I}) / (K L_u)^2 = \pi^2(934) / (1.08 \cdot 5.25)^2 = 286.73 \text{ T}$$

- Cálculo del magnificador de momento:

$\Phi = 0.70$  si se usan estribos

$\Phi = 0.75$  si se usan zunchos

$$\delta = \frac{1}{1 - (P_U / \Phi P_{cr})} \geq 1$$

$$\delta = 1 / (1 - (9.45 / 0.70 * 286.73)) = 1.04$$

- Cálculo de momentos de diseño:  $M_d = \delta * M_u$

$$M_{dx} = 1.04 (13,645.0) = 14.190.8 \text{ Kg.-m}$$

#### 2.2.4.4.3 Acero longitudinal

Para calcular el acero longitudinal de las columnas existen varios métodos; los que se aplican según el tipo de cargas a las que está sometida la columna. Existen columnas sometidas a carga axial, carga axial con momento uniaxial, carga axial con momento biaxial y carga axial con momento triaxial.

Para este caso, todas las columnas son del tipo carga axial y momento uniaxial. El diseño exacto de este tipo de columnas requiere un procedimiento difícil, pero existen métodos aproximados que dan buenos resultados. Uno de estos es el de Bresler. Este método sencillo ha sido comprobado mediante resultados de ensayos y cálculos exactos. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo de límites de acero: según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites  $1\% A_g \leq A_s \leq 6\% A_g$

$$A_{S_{MIN}} = 0.01 (40 \cdot 40) = 16 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{MÁX}} = 0.06 (40 \cdot 40) = 96 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de  $A_{S_{MIN}}$

$$\text{Armado propuesto: } 8 \text{ Numero } 6 = 8(2.87) = 22.96 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas. Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica:

$$\gamma = h_{NUCLEO} / h_{COLUMNA} = (0.40 - (2 \cdot 0.04)) / 0.40 = 0.80$$

Valor de la curva:

$$\begin{aligned} \rho_t \mu &= A_s F_y / 0.85 f'_c A_g = \\ &= (22.96 \cdot 2,810) / (0.85 \cdot (40 \cdot 40) \cdot 210) = 0.23 \end{aligned}$$

Excentricidades:

$$\begin{aligned} e_x &= M_{dx} / P_u \\ &= 14.191.0 / 9.450.0 = 1.50 \end{aligned}$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x / h_x = 1.5 / 0.40 = 3.75$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se busca el valor del coeficiente  $K_x$ , este es:

$$K_x = 0.10$$

Por último se calculan las cargas:

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad  $e_x$ :

$$P'_{ux} = K_x \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h = 0.10 \cdot 0.70 \cdot 210 \cdot 40 \cdot 40 = 23520 \text{ Kg.}$$

Carga axial de resistencia de la columna:

$$\begin{aligned} P'_o &= \Phi(0.85 f'_c (A_g - A_s) + A_s F_y) \\ &= 0.70(0.85 \cdot 210(1600 - 22.96) + (22.96 \cdot 2,810)) \\ &= 242,213.47 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Carga de resistencia de la columna:

$$\begin{aligned} P'_u &= \frac{1}{(1/P'_{ux} - 1/P'_o)} = \\ &= 1/(1/23520 - 1/242.213.47) \\ &= 26,049 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Como  $P'_u > P_u$ , el armado propuesto sí resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se deberá aumentar el área de acero hasta que cumpla.



#### 2.2.4.4.4 Acero transversal (estribos)

Después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos y/o zunchos para resistir los esfuerzos de corte y/o por armado. Por otro lado, en zonas sísmicas, como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas. Esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el refuerzo de ruptura del concreto, que además permite una deformación unitaria mayor del elemento.

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

- Refuerzo por corte:

Se calcula el corte resistente:

$$\begin{aligned}V_R &= 0.85 \cdot 0.53 (f'_c)^{1/2} b d \\ &= 0.85 \cdot 0.53 (210)^{1/2} (40 \cdot 36) = 9.400.0 \text{ Kg.}\end{aligned}$$

Comparar  $V_R$  con  $V_U$ , con los siguientes criterios:

Si  $V_R \geq V_U$  se colocan estribos a  $S = d/2$

Si  $V_R < V_U$  se diseñan los estribos por corte

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla mínima permitida es la Numero. 3, en este caso  $V_R > V_U$ , se colocan estribos a  $S = d/2 = 36/2 = 18 \text{ cm}$

- Refuerzo por confinamiento:

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones

$$L_o = L_u / 6 = 5.25 / 6 = 0.9 \text{ m}$$

$$\text{Lado mayor de la columna} = 0.40 \text{ m}$$

Luego se calcula la relación volumétrica:

$$\rho_s = 0.45 ((A_g/A_{ch}) - 1)(0.85f'_c/F_y);$$

$$\rho_s \geq 0.12(f'_c/F_y)$$

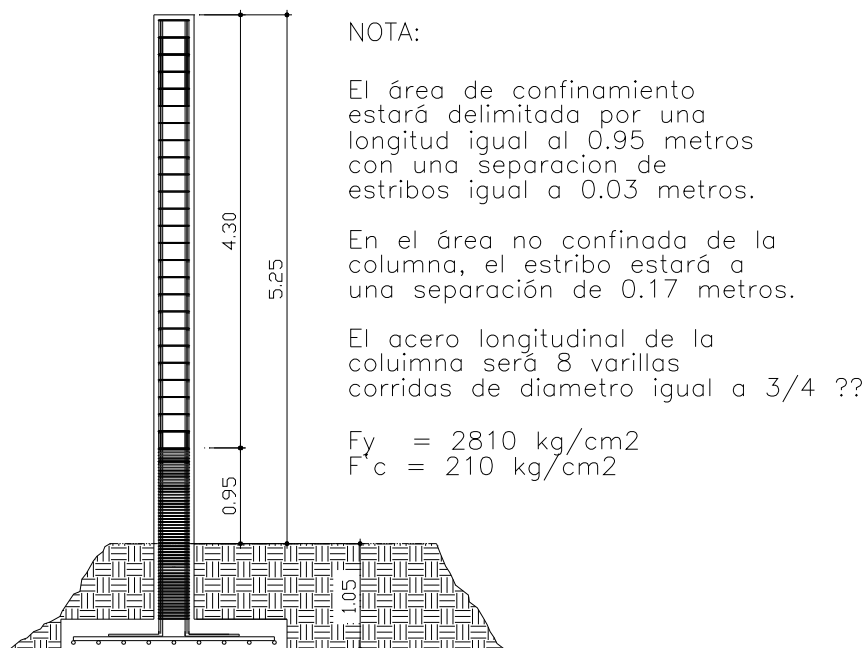
$$\rho_s = 0.45 ((40^2/32^2) - 1)(0.85 \cdot 210/2,810) = 0.016$$

Y por último el espaciamiento entre estribos en la zona confinada es:

$$S_1 = 2A_v / \rho_s L_n = (2 \cdot 0.71) / (0.01608 \cdot 24)$$

$$= 2.77 \text{ cm} = 3.00 \text{ cm}$$

**Figura 13. Detalle de armado en la columna y el área de confinamiento**



#### 2.2.4.5 Diseño de los cimientos

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; estos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma. Para el presente proyecto se utilizará un tipo de zapata la cual sostendrá el peso total de la columna.

#### 2.2.4.6 Zapata tipo 1

Datos. Son obtenidos del análisis estructural y de estudios del suelo realizados en el lugar. Los valores de los momentos últimos en columnas son los críticos, ya que se diseñan con los datos mayores. El valor soporte del suelo para este caso se obtuvo de una inspección visual y de datos obtenidos por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Los datos a utilizarse para el diseño de esta zapata son los siguientes:

$$\begin{aligned}M_x &= 13,645.00 \text{ Kg.-m} \\P_u &= \text{carga última} = 9,450 \text{ Kg.} \\V_s &= \text{valor soporte del suelo} = 18 \text{ T/m}^2 \\P_{\text{suelo}} &= 1.5 \text{ T/m}^3 \\P_{\text{concreto}} &= 2.4 \text{ T/m}^3 \\F_{cu} &= 1.40 \text{ (se obtiene igual que en las columnas)}\end{aligned}$$

La losa de la zapata debe dimensionarse para soportar las cargas aplicadas y las reacciones inducidas. En este inciso se calcula el área de dicha losa; los cálculos a efectuar son:

- Cálculo de cargas de trabajo:

$$P' = P_u / F_{cu}$$

$$P' = 9.450.0 / 1.40 = 6,750.0 \text{ Kg.}$$

$$M'x = M_x / F_{cu}$$

$$M'x = 13.645.0 / 1.4 = 9746.42 \text{ Kg-m}$$

- Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = 1.5P' / V_s = (1.5 * 6,750.0) / 18,000 = 0.56 \text{ m}^2$$

Se propone usar las dimensiones de 1.0 x 1.0 mt por facilidad de cálculo.

$$A_z = 1.00 * 1.00 = 1.00 \text{ m}^2$$

- Revisión de presión sobre el suelo: la zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella por medio de la superficie en contacto con éste, ejerce una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$q = P / A_z \pm M'x / S_x \pm M'y / S_y$$

Donde  $S = (1/6)bh^2$ ; además se debe tomar en cuenta que  $q$  no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte del suelo ( $V_s$ ). Para la zapata 1 se tiene:

$$S_x = S_y = (1/6)1.0 * 1.0^2 = 0.16 \text{ mt}^3$$

$$P = P' + P_{\text{COLUMNA}} + P_{\text{SUELO}} + P_{\text{CIMIENTO}}$$

$$= 6.75 + (6.0 * 0.40^2 * 2.4) + (1.5((1.0 * 1.0 * 0.75) - 0.4 * 0.4 * 0.75)) + (1.0 * 1.0 * 0.30 * 2.4) = 6,753.96 \text{ T}$$

$$q = P / A_z \pm M / S_x$$

$$= 6.75 / 1.00 \pm 9.74 / 0.16$$

$$q_{\text{MÁX}} = 67.66 \text{ T/m}^2 \text{ no cumple, excede el } V_s$$

$$q_{\text{MÍN}} = -54.16 \text{ T/m}^2 \text{ no cumple, debe ser } > 0$$

Como la presión máxima sobre el suelo excede el  $V_s$ , se debe aumentar el área, es decir, se hace otro predimensionamiento, hasta que cumpla.

- Segundo predimensionamiento:

$$\text{Área propuesta } A_z = 2.75 \times 2.75 = 7.56 \text{ m}^2$$

$$S_x = S_y = (1/6) \times 2.750 \times 2.750^2 = 3.46 \text{ m}^3$$

$$P = 6.75 + (6.00 \times 0.40^2 \times 2.4) + (1.5((2.750 \times 2.750 \times 0.75) - (0.4 \times 0.4 \times 0.75))) + (2.750 \times 2.750 \times 0.3 \times 2.4) = 22.82 \text{ T}$$

$$q = 22.82/7.56 \pm 9.74/3.46$$

$$q_{\text{MÁX}} = 5.83 \text{ T/m}^2 \quad \text{cumple, no excede el } V_s$$

$$q_{\text{MÍN}} = 0.20 \text{ T/m}^2 \quad \text{cumple, es } > 0$$

Presión última: como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuida en forma variable, pero para efectos de diseño estructural se toma una presión última usando el criterio:

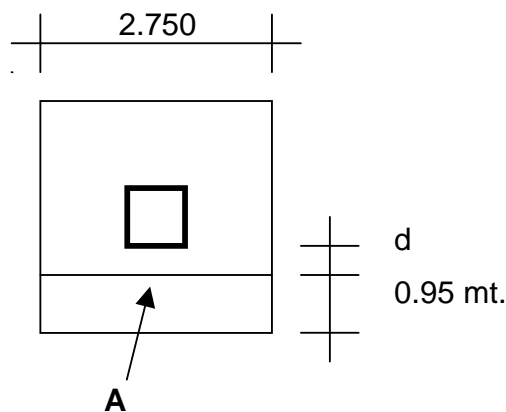
$$q_u = q_{\text{MÁX}} \times F_{cu} = 5.83 \times 1.40 = 8.16 \text{ T/m}^2$$

Espesor de la zapata: dimensionada el área se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor de 0.075 m, y que el peralte efectivo sea mayor de 0.15 m. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Al considerar lo anterior, se asume  $t = 0.30$  m. Luego se hacen las revisiones siguientes:

Chequeo de corte simple: la falla de la zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a  $d$  (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, esto se hace de la forma indicada a continuación:

**Figura 14. Diagrama para chequeo por corte simple.**



$$d = t - \text{Recubrimiento} - \Phi/2$$

$$= 30 - 7.5 - (1.91/2) = 21.55 \text{ cm}$$

$$V_{act} = A \cdot q_u = 0.95 \cdot 2.75 \cdot 8.16 = 21.31 \text{ T}$$

$$V_R = 0.85 \cdot 0.53 (f'_c)^{1/2} b d$$

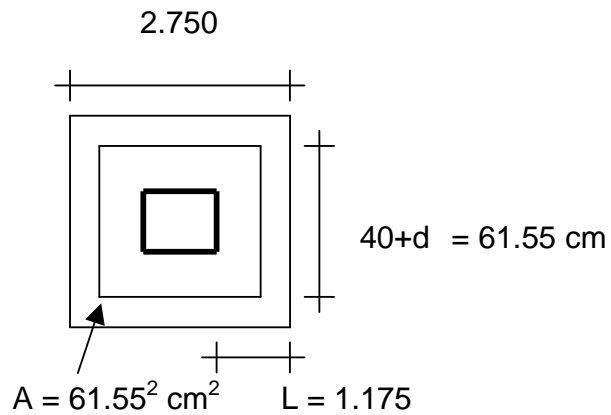
$$= 0.85 \cdot 0.53 (210)^{1/2} (275 \cdot 21.55) / 1000$$

$$= 38.68 \text{ T}$$

$$V_{act} < V_R \quad \text{si cumple}$$

- Revisión del corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la misma el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a  $d/2$  del perímetro de la columna. La revisión que se realiza es:

**Figura 15. Diagrama para chequeo por corte punzonante.**



$$V_{act} = A \cdot q_u = (2.750^2 - 0.6155^2) \times 8.16 = 58.61 \text{ T}$$

$$V_R = 0.85 \cdot 1.06 (f'_c)^{1/2} b d$$

$$= 0.85 \cdot 1.06 (210)^{1/2} ((61.55 \cdot 4) \cdot 21.55) / 1000 = 69.27 \text{ T}$$

$V_{act} < V_R$  si chequea

- Diseño de refuerzo: el empuje hacia arriba del suelo produce el momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos:
- Momento último: éste se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$M_u = q_u \cdot L^2 / 2$$

Donde:

L es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

$$= 8.16 \cdot 1.175^2 / 2 = 5.63 \text{ Ton-m,}$$

- Área de acero: el área de acero se define por la fórmula:

$$A_s = ( B \cdot d - ((Bd)^2 - (M \cdot b / 0.003825f'_c))^{1/2} (0.85 f'_c / F_y);$$

$$A_{s_{MIN}} = 14.1 / F_y \times b \times d$$

$$A_s = 7.05 \text{ cm}^2;$$

$$A_{s_{MIN}} = 14.1 / 2810 \times 100 \times 21.55 = 10.81 \text{ cm}^2$$

De acuerdo a este resultado deberá colocarse  $A_{s_{MIN}}$

El espaciamiento entre varillas de refuerzo está definido por:

$$S = A_v / A_s; \text{ donde } S < 0.45 \text{ m.}$$

Si se usa varilla numero 6 se tiene

$$S = 2.85/10.81 = 0.26 \text{ m.}$$

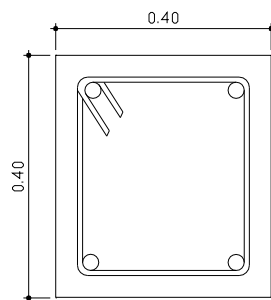
Por seguridad se usará un  $S = 0.20$ .

#### **2.2.4.7 Viga de anclaje**

Esta viga es el elemento al cual el techo irá anclado, es decir servirá de apoyo para la estructura. Se colocará a lo largo de las columnas y puede ser de concreto o de metal. Para este caso se utilizó un elemento de concreto y se diseñó como una viga con apoyos continuos. Esta es una de las soluciones que proporciona el fabricante para poder ser aplicada al proyecto.



**Figura 16. Detalle del armado en la viga de anclaje**



4 Numero 6 + Estribo  
Numero 3 @ 0.15 mt.

#### **2.2.4.8 Presupuesto**

Para este caso, se elaboró un presupuesto con base en los precios unitarios, para el efecto se tomaron los siguientes criterios; los precios de materiales son los existentes en el lugar, para el salario de la mano de obra son los pagados por la municipalidad en los proyectos que realiza.

**Tabla VI. Presupuesto del proyecto del gimnasio polideportivo nuevo San Martín**

<b>PROYECTO</b>	Cancha polideportivo nuevo San Martín				
<b>MUNICIPIO</b>	San Martín Jilotepeque				
<b>DEPARTAMENTO</b>	Chimaltenango				
<b>FECHA</b>	Agosto	2004			
0					
	<b>REGLÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>CUBIERTA DE ALUZINC</b>				
	<b>1,1 MATERIALES</b>				
	Cubierta con panel estructural curvo engrapable de aluzinc	U	1	Q 275.000,00	Q 275.000,00
	Canales de aluzinc	ML	70	Q 832,40	Q 58.268,00
					<b>Q 333.268,00</b>
	<b>1,2 MANO DE OBRA</b>				
	***** La mano de obra está incluida en los Precios anteriormente proporcionados				
					Q 333.268,00

	<b>REGLÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P/ UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>2</b>	<b>COLUMNA AISLADA DE 0.40 X 0.40 MTS.</b>				
	<b>2,1 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	84	Q 4,00	Q 336,00
	Arena de río	M.3	0,63	Q 90,00	Q 56,70
	Cemento	Saco	9,61	Q 38,00	Q 365,18
	Clavo	LB.	8	Q 2,50	Q 20,00
	Hierro 3/4 "	VAR.	15	Q 91,50	Q 1.372,50
	Hierro 3/8 "	VAR.	15	Q 21,15	Q 317,25
	Piedrín	M.3	1,35	Q 140,00	Q 189,00
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10'	PT	150	Q 3,50	Q 525,00
					<b>Q 3.181,63</b>
	<b>2,2 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 1.590,82</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 636,33</b>
					Q 5.408,77

Continuación

2/11

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>3</b>	<b>ZAPATA DE 2.25 X 2.25 MTS.</b>				
	<b>3,1 MATERIALES</b>				
	Cemento	MT3	15,22	Q 38,00	Q 578,36
	Arena	MT3	1	Q 90,00	Q 90,00
	Piedrín	MT3	1,35	Q 140,00	Q 189,00
	Hierro 3/4 "	VAR.	7	Q 91,50	Q 640,50
	Alambre de amarre	LB.	2	Q 4,00	Q 8,00
					<b>Q 1.505,86</b>
	<b>3,2 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 752,93</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 301,17</b>
					<b>Q 2.559,96</b>

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>4</b>	<b>COLUMNA TIPO "A" DE 0.15 X 0.15 MTS.</b>				
	<b>4,1 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	1,5	Q 4,00	Q 6,00
	Arena de río	M.3	0,04	Q 90,00	Q 3,60
	Cemento	Saco	0,67	Q 38,00	Q 25,46
	Clavo	LB.	0,52	Q 2,50	Q 1,30
	Hierro 1/4 "	VAR.	2	Q 8,75	Q 17,50
	Hierro 3/8 "	VAR.	2,65	Q 21,15	Q 56,05
	Piedrín	M.3	0,06	Q 140,00	Q 8,40
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10'	PT	5,85	Q 3,50	Q 20,48
					<b>Q 138,78</b>
	<b>4,2 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 70,02</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 27,76</b>
					<b>Q 236,55</b>

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>5</b>	<b>COLUMNA TIPO "B" DE 0.10 X 0.15 MTS.</b>				
	<b>5,1 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	0,75	Q 4,00	Q 3,00
	Arena de río	M.3	0,029	Q 90,00	Q 2,61
	Cemento	Saco	0,45	Q 38,00	Q 17,10
	Clavo	LB.	0,43	Q 2,50	Q 1,08
	Hierro 1/4 "	VAR.	0,66	Q 8,75	Q 5,78
	Hierro 3/8 "	VAR.	1,29	Q 21,15	Q 27,28
	Piedrín	M.3	0,039	Q 140,00	Q 5,46
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10'	PT	4,87	Q 3,50	Q 17,05
					<b>Q 79,35</b>
	<b>5,2 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 39,67</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 15,87</b>
					<b>Q 134,89</b>

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>6</b>	<b>CIMIENTO CORRIDO DE 0.4 X 0.2 MTS.</b>				
	<b>6,1 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	0,3	Q 4,00	Q 1,20
	Arena de río	M.3	0,053	Q 90,00	Q 4,77
	Cemento	SACO	0,8	Q 38,00	Q 30,40
	Hierro 1/4 "	VAR.	0,64	Q 8,75	Q 5,60
	Hierro 3/8 "	VAR.	0,55	Q 21,15	Q 11,63
	Piedrín	M.3	0,07	Q 140,00	Q 9,80
					<b>Q 63,40</b>
	<b>6,2 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 31,70</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 12,68</b>
					<b>Q 107,78</b>

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>7</b>	<b>SOLERA HIDRÓFUGA (0.20 X 0.15 MTS.)</b>				
	<b>7,1 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	0,3	Q 4,00	Q 1,20
	Arena de río	M.3	0,02	Q 90,00	Q 1,80
	Cemento	SACO	0,3	Q 38,00	Q 11,40
	Hierro 1/4 "	VAR.	0,6	Q 8,75	Q 5,25
	Hierro 3/8 "	VAR.	0,74	Q 21,15	Q 15,65
	Piedrín	M.3	0,026	Q 140,00	Q 3,64
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10'	PT	0,03	Q 3,50	Q 0,11
					<b>Q 38,94</b>
	<b>7,2 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 19,47</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 7,79</b>
					Q 66,20

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>8</b>	<b>SOLERA INTERMEDIA (0.20 X 0.15 MTS.)</b>				
	<b>8,1 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	0,3	Q 4,00	Q 1,20
	Arena de río	M.3	0,02	Q 90,00	Q 1,80
	Cemento	SACO	0,3	Q 38,00	Q 11,40
	Hierro 1/4 "	VAR.	0,6	Q 8,75	Q 5,25
	Hierro 3/8 "	VAR.	0,74	Q 21,15	Q 15,65
	Piedrín	M.3	0,026	Q 140,00	Q 3,64
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10'	PT	0,03	Q 3,50	Q 0,11
					<b>Q 38,94</b>
	<b>8,2 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 19,47</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 7,79</b>
					Q 66,20

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>9</b>	<b>SOLERA CORONA (0.20 X 0.15 MTS.)</b>				
	<b>9,1 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	0,3	Q 4,00	Q 1,20
	Arena de río	M.3	0,02	Q 90,00	Q 1,80
	Cemento	SACO	0,3	Q 38,00	Q 11,40
	Hierro 1/4 "	VAR.	0,6	Q 8,75	Q 5,25
	Hierro 3/8 "	VAR.	0,74	Q 21,15	Q 15,65
	Piedrín	M.3	0,026	Q 140,00	Q 3,64
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10'	PT	0,03	Q 3,50	Q 0,11
				<b>Q</b>	<b>38,94</b>
	<b>9,2 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada			<b>Q</b>	<b>19,47</b>
	Mano de obra no calificada			<b>Q</b>	<b>7,79</b>
				<b>Q</b>	<b>66,20</b>

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>10</b>	<b>LEVANTADO DE BLOCK (0.39X.014X019)</b>				
	<b>10 MATERIALES</b>				
	Block pómez 0.39 x 0.14 x 0.19	U	13	Q 2,00	Q 26,00
	Cemento	SACO	0,12	Q 38,00	Q 4,56
	Arena	M.3	0,016	Q 90,00	Q 1,44
				<b>Q</b>	<b>26,00</b>
	<b>10 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada			<b>Q</b>	<b>13,00</b>
	Mano de obra no calificada			<b>Q</b>	<b>5,20</b>
				<b>Q</b>	<b>44,20</b>

Continuación

6/11

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>11</b>	<b>INSTALACIONES DE AGUA POTABLE</b>				
	<b>11 MATERIALES</b>				
	Tubo pvc 3/4"	U	19	Q 37,85	Q 719,15
	Codo 90° 3/4"	M.3	8	Q 2,82	Q 22,56
	Tee 3/4"	SACO	19	Q 3,22	Q 61,18
	Niple galvanizado	U	22	Q 7,50	Q 165,00
	Cruz 3/4"	U	3	Q 6,00	Q 18,00
	Pegamento	GAL	1	Q 38,00	Q 38,00
					<b>Q 802,89</b>
	<b>11 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 401,45</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 160,58</b>
					<b>Q 1.364,91</b>

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
<b>12</b>	<b>INSTALACIÓN DE DRENAJES</b>				
	<b>12 MATERIALES</b>				
	Tubo pvc 4"	U	17	Q 241,00	Q 4.097,00
	Codo 45° 4"	U	2	Q 35,23	Q 70,46
	Tee 4"	U	12	Q 41,23	Q 494,76
	Yee 4"	U	3	Q 65,33	Q 195,99
	Cruz 4"	U	3	Q 93,51	Q 280,53
	Codo 90° 4"	U	6	Q 32,48	Q 194,88
					<b>Q 4.662,22</b>
	<b>12 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 2.331,11</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 932,44</b>
					<b>Q 7.925,77</b>

Continuación

7/11

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
13	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				
	<b>13 MATERIALES</b>				
	Trabajos de movimiento de tierra	MT3	1	Q 35,00	Q 35,00
					<b>Q 35,00</b>
	<b>13 MANO DE OBRA</b>				
	**** Incluye arrendamiento, traslado de material, Horas de operador, aceites y lubricantes				
					Q 35,00

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
14	<b>LOSA EN BAÑOS</b>				
	<b>14 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	20	Q 4,00	Q 80,00
	Arena de río	M.3	0,83	Q 90,00	Q 74,70
	Cemento	SACO	12,51	Q 38,00	Q 475,38
	Clavo	LB.	25	Q 4,00	Q 100,00
	Hierro 3/8 "	VAR.	16	Q 21,15	Q 338,40
	Piedrín	M.3	1,11	Q 140,00	Q 155,40
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10'	PT	200	Q 3,50	Q 700,00
					<b>Q 1.223,88</b>
	<b>14 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				Q 611,94
	Mano de obra no calificada				Q 244,78
					Q 2.080,60



Continuación

8/11

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
15	<b>LOSA EN VESTIDORES</b>				
	<b>15 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	33	Q 4,00	Q 132,00
	Arena de río	M.3	2	Q 90,00	Q 180,00
	Cemento	SACO	28	Q 38,00	Q 1.064,00
	Clavo	LB.	40	Q 4,00	Q 160,00
	Hierro 3/8 ''	VAR.	37	Q 21,15	Q 782,55
	Piedrín	M.3	2,5	Q 140,00	Q 350,00
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10'	PT	358	Q 3,50	Q 1.253,00
					<b>Q 2.668,55</b>
	<b>15 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 1.334,28</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 533,71</b>
					Q 4.536,54

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
16	<b>CANASTAS Y MARCOS METÁLICOS</b>				
	<b>16 MATERIALES Y MANO DE OBRA</b>				
	Realización de canastas y marcos, con sus respectivas bases de concreto	U	1	Q 5.000,00	Q 5.000,00
					Q 5.000,00

Continuación

9/11

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
17	VIGA TIPO " V-1 "				
	<b>17 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	0,45	Q 4,00	Q 1,80
	Arena de río	M.3	0,019	Q 90,00	Q 1,71
	Cemento	SACO	0,3	Q 38,00	Q 11,40
	Hierro 1/4 "	VAR.	0,9	Q 8,75	Q 7,88
	Hierro 3/8 "	VAR.	0,74	Q 21,15	Q 15,65
	Piedrin	M.3	0,026	Q 140,00	Q 3,64
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10´	PT	2,27	Q 3,50	Q 7,95
	Clavo	LB.	0,1	Q 4,00	Q 0,40
					<b>Q 42,08</b>
	<b>17 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 21,04</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 8,42</b>
					<b>Q 71,53</b>

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
18	VIGA TIPO " V-2 "				
	<b>18 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	0,45	Q 4,00	Q 1,80
	Arena de río	M.3	0,022	Q 90,00	Q 1,98
	Cemento	SACO	0,34	Q 38,00	Q 12,92
	Hierro 1/4 "	VAR.	1,06	Q 8,75	Q 9,28
	Hierro 3/8 "	VAR.	0,74	Q 21,15	Q 15,65
	Piedrín	M.3	0,03	Q 140,00	Q 4,20
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10´	PT	2,27	Q 3,50	Q 7,95
	Clavo	LB.	0,1	Q 4,00	Q 0,40
					<b>Q 45,83</b>
	<b>18 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 22,91</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 9,17</b>
					<b>Q 77,90</b>

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL	
19	CONCRETO PREMEZCLADO					
	<b>19 MATERIALES Y MANO DE OBRA</b>					
	Concreto premezclado para losa en piso de cancha y escenario de gimnasio	MT3	1	Q 950,00	Q	950,00
					Q	950,00

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL	
20	VIGA PRINCIPAL					
	<b>20 MATERIALES</b>					
	Alambre de amarre	LB.	1	Q 4,00	Q	4,00
	Arena de río	M.3	0,11	Q 90,00	Q	9,90
	Cemento	SACO	1,8	Q 38,00	Q	68,40
	Hierro 5/8 "	VAR.	1	Q 100,00	Q	100,00
	Hierro 3/8 "	VAR.	2,1	Q 21,15	Q	44,42
	Piedrín	M.3	0,03	Q 0,16	Q	0,00
	Tabla rústica de pino de 1"x12"x10´	PT	0,25	Q 3,50	Q	0,88
	Clavo	LB.	0,5	Q 4,00	Q	2,00
					Q	<b>226,72</b>
	<b>20 MANO DE OBRA</b>					
	Mano de obra calificada				Q	<b>113,36</b>
	Mano de obra no calificada				Q	<b>45,34</b>
					Q	<b>385,42</b>

Continuación

11/11

	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
21	<b>GRADERÍOS</b>				
	<b>21 MATERIALES</b>				
	Alambre de amarre	LB.	0,45	Q 4,00	Q 1,80
	Arena de río	M.3	0,099	Q 90,00	Q 8,91
	Cemento	SACO	1,5	Q 38,00	Q 57,00
	Hierro 3/8 ''	VAR.	1,5	Q 21,15	Q 31,73
	Piedrín	M.3	0,13	Q 0,16	Q 0,02
	Tabla rustica de pino de 1"x12"x10'	PT	3,5	Q 3,50	Q 12,25
	Clavo	LB.	1	Q 4,00	Q 4,00
					<b>Q 99,46</b>
	<b>21 MANO DE OBRA</b>				
	Mano de obra calificada				<b>Q 49,73</b>
	Mano de obra no calificada				<b>Q 19,89</b>
					Q 169,07

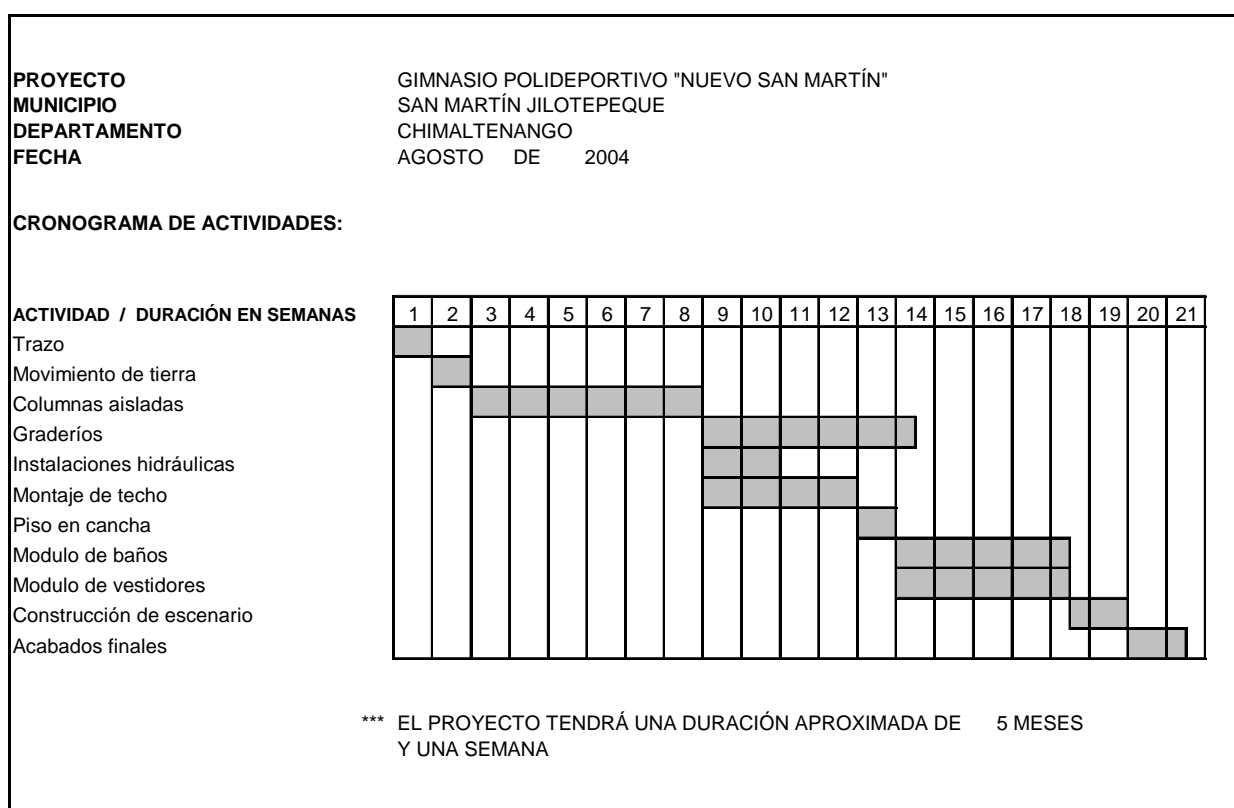
	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	TOTAL
22	<b>ELECTRICIDAD</b>				
	<b>22 MATERIALES Y MANO DE OBRA</b>	GLOBAL	1	Q 33.000,00	Q 33.000,00
					Q 33.000,00

**Tabla VII. Resumen del presupuesto del proyecto del gimnasio polideportivo nuevo San Martín**

<b>RESUMEN</b>					
	<b>RENGLÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	Cubierta con panel estructural aluzinc	GLOBAL	1	Q 333.268,00	Q 333.268,00
2	Columna de .40 x .40 mts.	UNIDAD	16	Q 5.408,77	Q 86.540,34
3	Zapata de 2.25 x 2.25 mts.	UNIDAD	16	Q 2.559,96	Q 40.959,39
4	Columna tipo a de .15 x .15 mts.	UNIDAD	50	Q 236,55	Q 11.827,74
5	Columna tipo b de .15 x .15 mts.	UNIDAD	24	Q 134,89	Q 3.237,42
6	Cimiento corrido de 0.4 x 0.2 mts.	ML	80	Q 107,78	Q 8.622,74
7	Solera hidrófuga (0.20 x 0.15 mts.)	ML	71	Q 66,20	Q 4.700,18
8	Solera intermedia (0.20 x 0.15 mts.)	ML	71	Q 66,20	Q 4.700,18
9	Solera corona (0.20 x 0.15 mts.)	ML	71	Q 66,20	Q 4.700,18
10	Levantado del muro de block (0.39 x 0.14 x 0.19)	MT 2	190	Q 44,20	Q 8.398,00
11	Instalación agua potable	GLOBAL	1	Q 1.364,91	Q 1.364,91
12	Instalación de drenaje	GLOBAL	1	Q 7.925,77	Q 7.925,77
13	Movimiento de tierra	MT 3	400	Q 35,00	Q 14.000,00
14	Losa en los baños (t = 10 cms.)	GLOBAL	2	Q 2.080,60	Q 4.161,19
15	Losa en los baños (t = 13 cms.)	GLOBAL	2	Q 4.536,54	Q 9.073,07
16	Herrería para canastas y marcos	UNIDAD	2	Q 5.000,00	Q 10.000,00
17	Viga tipo " v - 1"	ML	2,75	Q 71,53	Q 196,71
18	Viga tipo " v - 2"	ML	4,75	Q 77,90	Q 370,04
19	Concreto pre-mezclado	MT 3	55	Q 950,00	Q 52.250,00
20	Viga principal	ML	70	Q 385,42	Q 26.979,66
21	Graderíos	ML	55	Q 169,07	Q 9.299,12
22	Electricidad	GLOBAL	1	Q 33.000,00	Q 33.000,00
				SUBTOTAL	Q 675.574,63
	Total de materiales y mano de obra				Q 675.574,63
	Imprevistos				Q 50.668,10
	Transporte				Q 27.022,99
	Gastos de admin. Y supervisión.				Q 84.446,83
	Total del proyecto				Q 837.712,55
*** El total del proyecto es de ochocientos treinta y siete mil, setecientos doce con cincuenta y cinco centavos. (837,712,55)					

El cronograma es el tiempo estipulado que tardara el proyecto desde su de inicio hasta la culminación del mismo.

**Figura 17. Cronograma de actividades del proyecto del gimnasio polideportivo nuevo San Martín.**



## CONCLUSIONES

1. La implementación de un sistema de agua potable contribuirá a satisfacer las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes de la aldea Cruz Nueva, del Municipio de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango. Con lo cual finalizaría la problemática existente teniendo la calidad y cantidad de agua necesaria para el consumo humano.
2. La dotación se ve influida por factores como clima, nivel de vida, actividad productiva, número de habitantes, costumbres, etc. En este caso por ser un lugar de clima frío se adoptó una dotación de 90 lt/hab/día
3. Los aspectos arquitectónicos y de instalaciones para el diseño del gimnasio polideportivo Nuevo San Martín, se basaron sobre el criterio de proveer espacios mínimos y que sean agradables al ser humano a la hora de la realización de actividades deportivas.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es favorable para el desarrollo de las capacidades prácticas de un futuro profesional de la ingeniería, ya que confronta la teoría con la práctica, en la búsqueda de soluciones técnicas, económicas y adecuadas a problemas reales, que padecen las comunidades del interior de la república.





## RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Martín Jilotepeque.

1. Garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento, aplicando el tratamiento de desinfección bacteriológica, propuesto en este trabajo.
2. Promover la participación de los pobladores beneficiados de los proyectos, en la construcción, operación y mantenimiento de los mismos, para que estos puedan ser autosostenibles.
3. Gestionar la consecución de la asesoría profesional necesaria en los aspectos técnicos, económicos y legales, al momento de realizar las cotizaciones, contrataciones y construcción de los proyectos, con el propósito de obtener los mejores resultados.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Intitute. **Reglamento de las Construcciones de Concreto reforzado (ACI 318-99) y comentarios.** Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., México, D.F. 1990.
2. CHARLES SIMMONS. **Clasificación de los Suelos de Guatemala.** Guatemala, Ministerio de Agricultura. 1976,
3. DÁVILA, C. Darwin. Estudio y Diseño de Sistema de Agua Potable para la comunidad de Hierbabuena, la fuente y Valencia del Municipio de Jutiapa, Jutiapa. Tesis de Grado Ing. Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1997.
4. DE LEÓN, T. Mario. Estudio sobre las condiciones de distribución de Agua Potable en la Cabecera Municipal de San Lucas Toliman, Replanteo de Diseño de Nueva Red. Tesis de Graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala. 1995.
5. ORTIZ Mendoza, Jorge Luis. Diseño de un edificio de mampostería reforzada. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1998.
6. RIVERA, G. Elda. Diseño, Ejecución y Mantenimiento del Proyecto de Introducción de Agua por gravedad a la comunidad de Tu Uchuch y Elaboración de Perfiles de Triangulo Ixil. Tesis de Graduación. 1995





**MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y A.S.**  
**SISTEMA INTEGRAL DE ATENCIÓN EN SALUD**  
**AREA DE SALUD CHIMALTENANGO**

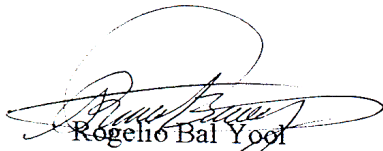
EL INFRAESCRITO INSPECTOR DE SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL CENTRO DE SALUD DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CERTIFICA QUE:

SE CONSTITUYO A LA COMUNIDAD DE: CRUZ NUEVA  
PARA REALIZAR ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A LA FUENTE DENOMINADA:  
POZO MECANICO CRUZ NUEVA.

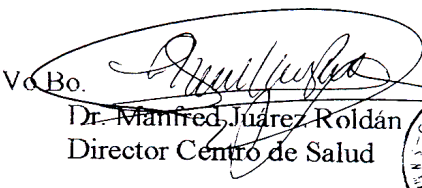
QUE ABASTECERA DE AGUA A DICHA COMUNIDAD, CONSTATANDO QUE EL LIQUIDO SE ENCUENTRA: SIN CONTAMINACIÓN  
YA QUE EL ANÁLISIS MOSTRO: 00 Col. DE COLIFORMES FECALES.  
POR LO TANTO ESTA AGUA SI ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO.

Y PARA LOS USOS LEGALES QUE A LOS INTERESADOS CONVenga, SE EXTIENDE LA PRESENTE, EN UNA HOJA MEMBRETADA DEL ESTABLECIMIENTO, A 23 DIAS DEL MES DE MAYO DEL AÑO 2004

NOTA: Para agua potable NO se aceptan coliformes fecales.

  
Rogelio Bal Yool  
Inspector de San. Ambiental



V.Bo.   
Dr. Manfred Juárez Roldán  
Director Centro de Salud



---

**"TRABAJAMOS POR TU SALUD Y LA DE TU FAMILIA"**

---

RAMAL 1													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezométrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
0	2	64,61	65	2,38	140	160	2 1/2	0,75	0,696	990,69	999,30	8,614	9,310
2	11	72,11	73	2,289	140	160	2	1,13	2,157	976,49	997,15	20,657	23,510
11	12	34,98	35	2,268	140	160	2	1,12	1,017	975,64	996,13	20,490	24,360
<b>CAJA ROMPE-PRESIÓN EN ESTACIÓN 12</b>													
12	13	38,99	39	2,247	140	160	2 1/2	0,71	0,376	973,75	975,26	1,514	1,890
13	28	77,13	78	2,121	140	160	2	1,05	2,001	962,35	973,26	10,913	13,290
28	35	90,92	93	2,037	140	160	2	1,01	2,214	944,97	971,05	26,079	30,670
35	36	20,42	21	2,016	140	160	2	1,00	0,491	941,53	970,56	29,028	34,110
36	37	15,77	16	1,995	140	160	2	0,99	0,367	939,84	970,19	30,351	35,800
37	39	29,94	30	0,336	140	160	1 1/2	0,30	0,103	941	970,09	29,088	34,640
39	66	47,94	48	0,105	140	160	3/4	0,37	0,562	941,9	969,53	27,626	33,740
66	70	84,24	85	0,063	140	160	1/2	0,50	2,789	934,81	966,74	31,927	40,830
70	72	52,97	53	0,042	140	160	1/2	0,33	0,821	928,16	965,92	37,756	47,480
72	73	28,43	29	0,021	140	160	1/2	0,17	0,125	917,87	965,79	47,921	57,770

SUB RAMAL 1.2													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezométrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
13	14	15,88	16	0,126	140	160	1	0,25	0,065	972,31	975,20	2,890	3,330
14	18	110,28	114	0,104	140	160	1/2	0,82	9,454	941,94	965,75	23,806	33,700
18	22	84,74	87	0,083	140	160	1/2	0,66	4,753	922,13	960,99	38,863	53,510
22	24	71,45	72	0,062	140	160	1/2	0,49	2,293	924,93	958,70	33,770	50,710
24	25	36,99	37	0,041	140	160	1/2	0,32	0,548	925,27	958,15	32,881	50,370
25	26	24,65	25	0,02	140	160	1/2	0,16	0,098	922,2	958,05	35,853	53,440

SUB RAMAL 1.3													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
28	29	16	16	0,084	140	160	1/2	0,66	0,894	961,62	972,37	10,749	14,020
29	30	31,63	32	0,063	140	160	1/2	0,50	1,050	958,73	971,32	12,589	16,910
30	32	48,28	49	0,042	140	160	1/2	0,33	0,759	957,67	970,56	12,890	17,970

SUB RAMAL 1.4													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
39	47	130,48	131	0,189	140	160	1	0,37	1,122	945,55	968,97	23,416	30,090
47	48	33,93	34	0,021	140	160	3/4	0,07	0,020	947	968,95	21,946	28,640
47	50	73,38	74	0,147	140	160	3/4	0,52	1,616	938,46	967,33	28,870	37,180
50	53	76,32	77	0,126	140	160	3/4	0,44	1,264	927,53	966,07	38,536	48,110
53	54	33,09	34	0,105	140	160	3/4	0,37	0,398	919,51	965,67	46,158	56,130
<b>CAJA ROMPE-PRESIÓN EN ESTACIÓN 54</b>													
54	55	46,59	47	0,105	140	160	3/4	0,37	0,551	908,7	918,96	10,259	10,810
55	56	28,63	30	0,063	140	160	3/4	0,22	0,137	902,52	918,82	16,303	16,990
56	62	137,29	144	0,042	140	160	1/2	0,33	2,231	858,76	916,59	57,831	60,750
62	63	39,42	40	0,042	140	160	1/2	0,33	0,620	866,43	915,97	49,542	53,080

SUB RAMAL 1.5													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestatica
39	40	14	15	0,042	140	160	1/2	0,33	0,232	941,17	969,86	28,686	34,470
40	43	57,36	58	0,021	140	160	1/2	0,17	0,249	936,31	969,61	33,296	39,330

RAMAL 2													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestatica
37	80	235,07	236	1,659	140	160	2	0,82	3,844	920,44	966,35	45,907	55,200
80	83	89,42	90	1,638	140	160	2	0,81	1,432	927,09	964,92	37,826	48,550
83	84	26,67	27	1,617	140	160	2	0,80	0,419	934,76	964,50	29,736	40,880
84	92	90,38	93	1,575	140	160	2	0,78	1,376	956,01	963,12	7,110	19,630
92	100	24,99	25	1,386	140	160	2	0,68	0,292	956,21	962,83	6,618	19,430
100	101	39,51	40	1,386	140	160	2	0,68	0,467	952,07	962,36	10,291	23,570
<b>CAJA ROMPE-PRESIÓN EN ESTACIÓN 101</b>													
101	102	36,41	77	1,386	140	160	2	0,68	0,899	944,49	951,17	6,681	7,580
102	103	27,21	28	1,386	140	160	2	0,68	0,327	939,89	950,84	10,954	12,180
103	104	37,92	39	1,344	140	160	2	0,66	0,430	930,97	950,41	19,443	21,100
104	106	33,47	34	1,092	140	160	2	0,54	0,255	923,5	950,16	26,658	28,570
106	134	116,61	118	1,092	140	160	2	0,54	0,887	902,95	949,27	46,321	49,120
134	177	41,94	42	0,483	140	160	1 1/2	0,42	0,283	900,85	948,99	48,138	51,220
177	178	26,99	27	0,462	140	160	1 1/2	0,41	0,168	900,08	948,82	48,740	51,990
178	179	15,98	16	0,063	140	160	1 1/2	0,06	0,002	900,68	948,82	48,138	51,390
179	181	27,85	28	0,042	140	160	1 1/2	0,04	0,002	898,58	948,82	50,236	53,490
<b>CAJA ROMPE-PRESIÓN EN ESTACIÓN 181</b>													
181	183	97,66	127	0,042	140	160	3/4	0,15	0,273	878,35	898,31	19,957	20,230
183	186	94,29	95	0,042	140	160	1/2	0,33	1,472	863,95	896,83	32,885	34,630
186	187	43,63	45	0,021	140	160	1/2	0,17	0,193	851,76	896,64	44,881	46,820



SUB RAMAL 2.1													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
84	87	81,94	82	0,042	140	160	1/2	0,33	1,271	932,94	963,23	30,286	42,700
87	89	45,74	47	0,021	140	160	1/2	0,17	0,202	921,58	963,02	41,444	54,060

SUB RAMAL 2.2													
Tramo													
De	A	Distancia Medida (Metros)	Longitud de Tubería	Caudal de Distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de Tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de Diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de Carga (metros) [Hf]	Cota de Terreno	Cota Piezometrica	Presión Hidrodinámica	Presión Hidrostática
92	94	65,71	66	0,147	140	160	3/4	0,52	1,441	948,2	961,68	13,479	27,440
94	97	103,71	105	0,126	140	160	1/2	1,00	12,418	932,7	949,26	16,561	42,940
97	98	29,6	30	0,105	140	160	1/2	0,83	2,532	928,11	946,73	18,619	47,530
98	99	27,53	28	0,063	140	160	1/2	0,50	0,919	921,55	945,81	24,260	54,090

SUB RAMAL 2.3													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
104	105	18,22	19	0,042	140	160	1/2	0,33	0,294	926,78	950,12	23,339	25,290
105	107	22,3	23	0,021	140	160	1/2	0,17	0,099	921,84	950,02	28,180	30,230

SUB RAMAL 2.4													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Plgs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezométrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
134	136	80,99	82	0,105	140	160	1/2	0,83	6,921	902,18	942,35	40,170	49,890
136	137	30,12	32	0,021	140	160	1/2	0,17	0,138	894,5	942,21	47,712	57,570
136	138	66,94	67	0,084	140	160	1/2	0,66	3,743	900,74	938,47	37,730	51,330
138	141	103,23	104	0,063	140	160	1/2	0,50	3,412	893,39	935,06	41,668	58,680
141	142	21	22	0,042	140	160	1/2	0,33	0,341	893,71	934,72	41,007	58,360

SUB RAMAL 2.5													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Plgs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezométrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
104	110	50,46	51	0,21	140	160	1	0,42	0,531	919,4	949,88	30,483	32,670
<b>CAJA ROMPE-PRESIÓN EN ESTACIÓN 110</b>													
110	111	12,14	13	0,21	140	160	1	0,42	0,135	916,27	919,26	2,995	3,130
111	116	29,03	32	0,189	140	160	3/4	0,66	1,112	906,59	918,15	11,562	12,810
116	118	113,58	118	0,147	140	160	1/2	1,16	18,561	884,11	899,59	15,482	35,290
118	124	85,86	87	0,126	140	160	1/2	1,00	10,289	870,43	889,30	18,872	48,970
124	127	41,22	42	0,084	140	160	1/2	0,66	2,346	864,7	886,96	22,256	54,700
127	129	49,51	50	0,021	140	160	1/2	0,17	0,215	858,98	886,74	27,761	60,420

SUB RAMAL 2.5.1													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Plgs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezométrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
111	114	82,94	85	0,021	140	160	1/2	0,17	0,365	907,43	918,90	11,469	11,970
114	115	34,9	35	0,021	140	160	1/2	0,17	0,150	908,03	918,75	10,719	11,370

SUB RAMAL 2.5.2													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestatica
118	120	72,99	73	0,021	140	160	1/2	0,17	0,314	883,05	899,28	16,228	36,350

SUB RAMAL 2.5.3													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestatica
124	126	50,79	51	0,021	140	160	1/2	0,17	0,219	862,37	889,08	26,713	57,030

SUB RAMAL 2.5.4													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestatica
127	130	15,74	16	0,021	140	160	1/2	0,17	0,069	860,03	886,89	26,857	59,370

RAMAL 3													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezométrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
134	143	34	34	0,462	140	160	3/4	1,62	6,176	902,67	943,10	40,426	49,400
143	146	23,72	24	0,42	140	160	3/4	1,48	3,655	897,19	939,44	42,251	54,880
146	147	8,96	9	0,42	140	160	3/4	1,48	1,370	896,63	938,07	41,441	55,440
<b>CAJA ROMPE-PRESIÓN EN ESTACIÓN 147</b>													
147	149	63,18	64	0,378	140	160	1 1/2	0,33	0,274	889,18	896,36	7,176	7,450
149	150	51,73	52	0,357	140	160	1 1/2	0,31	0,200	885,37	896,16	10,785	11,260
150	155	29,94	30	0,294	140	160	1	0,58	0,582	883,11	895,57	12,464	13,520
155	156	17,9	18	0,273	140	160	1	0,54	0,304	882,06	895,27	13,209	14,570
156	157	15,59	16	0,273	140	160	1	0,54	0,271	879,59	895,00	15,409	17,040
157	158	29,84	30	0,252	140	160	3/4	0,89	1,776	877,47	893,22	15,753	19,160
158	160	28	28	0,231	140	160	3/4	0,81	1,411	877,22	891,81	14,592	19,410
160	161	20,94	21	0,231	140	160	3/4	0,81	1,058	871,99	890,75	18,764	24,640
161	164	112,5	116	0,21	140	160	3/4	0,74	4,900	850,75	885,85	35,105	45,880
164	166	33,97	36	0,168	140	160	1/2	1,33	7,249	838,91	878,61	39,695	57,720
166	167	24,94	25	0,168	140	160	1/2	1,33	5,034	837,4	873,57	36,171	59,230
167	168	31,97	32	0,084	140	160	1/2	0,66	1,787	835,73	871,78	36,053	60,900
168	170	24,38	25	0,063	140	160	1/2	0,50	0,820	837,75	870,96	33,213	58,880
170	171	29,94	30	0,063	140	160	1/2	0,50	0,984	837,07	869,98	32,909	59,560

SUB RAMAL 3.1													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezométrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
150	151	15	15	0,042	140	160	1/2	0,33	0,232	884,73	895,92	11,193	11,900
151	154	65,23	68	0,021	140	160	1/2	0,17	0,292	869,44	895,63	26,191	27,190

SUB RAMAL 3.2													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
157	159	31,05	32	0,021	140	160	1/2	0,17	0,138	871,79	894,86	23,071	24,840

SUB RAMAL 3.3													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
164	165	38	39	0,042	140	160	1/2	0,33	0,604	850,87	885,25	34,380	45,760

SUB RAMAL 3.4													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
167	172	17,62	18	0,084	140	160	1/2	0,66	1,005	829,98	872,57	42,585	66,650
172	173	23,67	25	0,063	140	160	1/2	0,50	0,820	824,05	871,75	47,695	72,580
173	175	46,32	47	0,042	140	160	1/2	0,33	0,728	817,43	871,02	53,587	79,200

RAMAL 4													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezométrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
178	188	24,94	25	0,399	140	160	1	0,79	0,853	898,82	947,97	49,147	53,250
188	190	81,68	82	0,378	140	160	1	0,75	2,531	888,15	945,44	57,286	63,920
190	191	33,81	34	0,357	140	160	1	0,71	0,944	885,55	944,49	58,942	66,520
191	193	60,29	61	0,336	140	160	1	0,66	1,514	879,75	942,98	63,228	72,320
193	194	32,39	33	0,336	140	160	1	0,66	0,819	884,24	942,16	57,918	67,830
194	198	111,77	113	0,273	140	160	1	0,54	1,910	895,59	940,25	44,658	56,480
198	200	40,71	41	0,252	140	160	1	0,50	0,598	904,83	939,65	34,820	47,240
200	211	57,83	58	0,168	140	160	1	0,33	0,399	918,19	939,25	21,061	33,880
211	212	17,07	18	0,147	140	160	1	0,29	0,097	921,77	939,15	17,384	30,300
212	213	22,99	24	0,147	140	160	1	0,29	0,129	921,21	939,02	17,815	30,860
213	214	23,46	30	0,105	140	160	1	0,21	0,087	924,72	938,94	14,218	27,350
214	215	16,59	17	0,084	140	160	1	0,17	0,032	927,48	938,91	11,426	24,590

SUB RAMAL 4.1													
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezométrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
200	202	38,97	39	0,084	140	160	1/2	0,66	2,179	905,04	937,47	32,432	47,030
202	203	13,86	14	0,084	140	160	1/2	0,66	0,782	904,59	936,69	32,100	47,480
203	204	25,21	26	0,063	140	160	1/2	0,50	0,853	899,77	935,84	36,067	52,300
204	206	47,13	48	0,021	140	160	1/2	0,17	0,206	893,5	935,63	42,130	58,570
206	207	4,98	5	0,021	140	160	1/2	0,17	0,021	889,71	935,61	45,899	62,360
207	208	24,54	25	0,021	140	160	1/2	0,17	0,107	886,26	935,50	49,241	65,810

SUB RAMAL 4.2

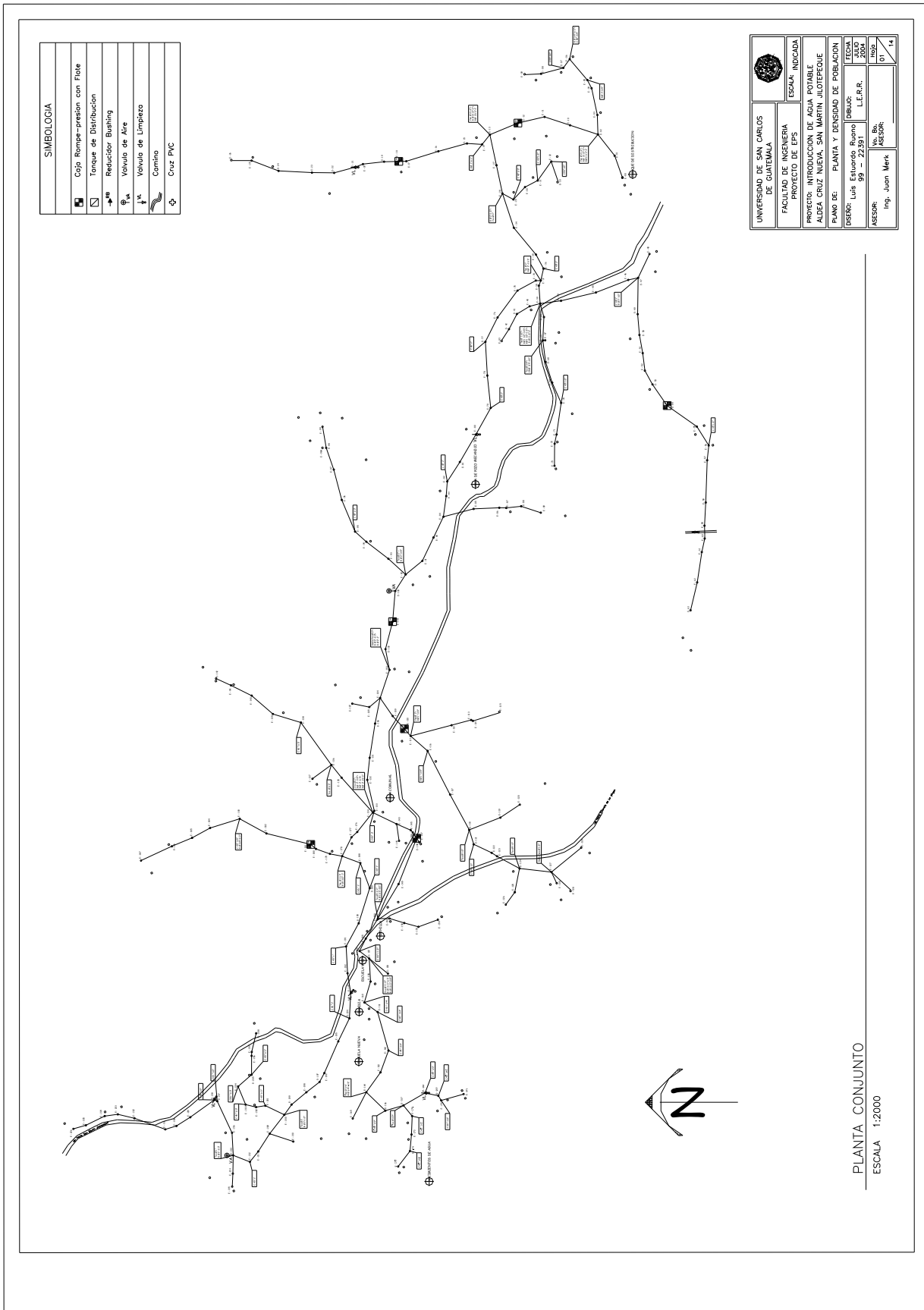
Tramo													
De	A	Distancia medida (Metros)	Longitud de tubería	Caudal de distribución (lts./seg.)	Coefficiente Hazen W.	Presión de tubería (lbs./Pulg 2)	Diámetro de diseño (Pigs.)	Velocidad (mts./seg.)	Perdida de carga (metros) [Hf]	Cota de terreno	Cota piezometrica	Presión hidrodinámica	Presión hidroestática
213	216	28,97	29	0,084	140	160	1/2	0,66	1,620	915,33	937,40	22,075	36,740
216	218	48,86	49	0,063	140	160	1/2	0,50	1,608	900,36	935,80	35,437	51,710
218	220	58,94	60	0,063	140	160	1/2	0,50	1,968	901,24	933,83	32,589	50,830
220	223	78,99	80	0,063	140	160	1/2	0,50	2,625	900,75	931,20	30,455	51,320
223	224	16,97	17	0,042	140	160	1/2	0,33	0,263	901,58	930,94	29,361	50,490
224	226	43,63	44	0,021	140	160	1/2	0,17	0,189	904,98	930,75	25,772	47,090



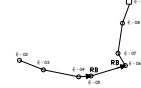
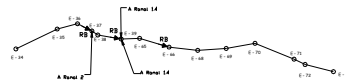
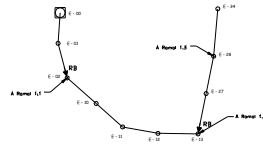


# Sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Cruz Nueva

Planos de diseño

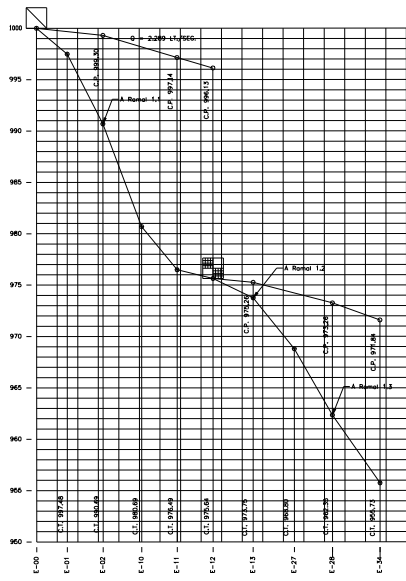


SIMBOLOGIA	
	Caja Rompe-presion con Flote
	Tanque de Distribucion
	Reductor Bushing
	Valvula de Aire
	Valvula de Limpieza
	Camino
	Cruz PVC



PLANTA DEL RAMAL 1

ESCALA 1:2000



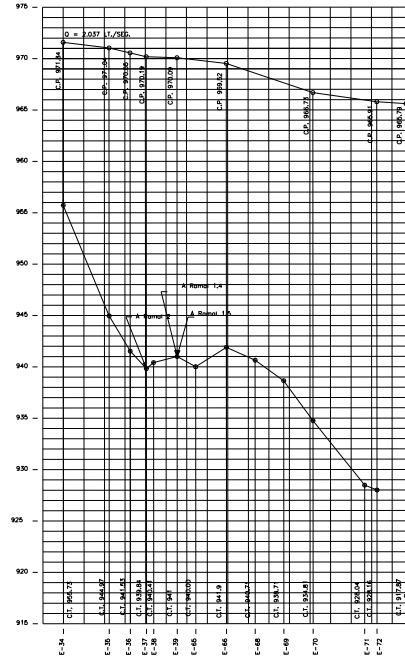
11 Tubos PVC 160 PSI 2 1/2"      7 Tubos PVC 160 PSI 2 1/2"      18 Tubos PVC 160 PSI 2"      21 Tubos PVC 160 PSI 2"

PERFIL DEL RAMAL 1

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

PLANTA DEL RAMAL 1.1

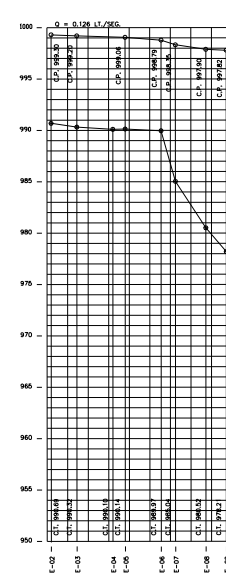
ESCALA 1 : 2000



14 Tubos PVC 160 PSI 1 1/2"      5 Tubos 160 PSI 3/4"      8 Tubos 160 PSI 3/4"      28 Tubos PVC 160 PSI 1/2"

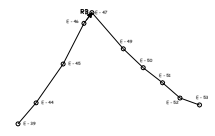
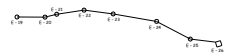
PERFIL DEL RAMAL 1.1

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



12 Tubos PVC 160 PSI 1"      6 Tubos 160 PSI 3/4"      9 Tubos 160 PSI 1/2"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS		
ESCALA: INDICADA		
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JILOTEPEQUE		
PLANO DE: PERFIL RAMAL No. 1 - 1.1		
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004
ASESOR: Ing. Juan Merk	Vo. Bo. ASESOR:	Hoja 02 / 14

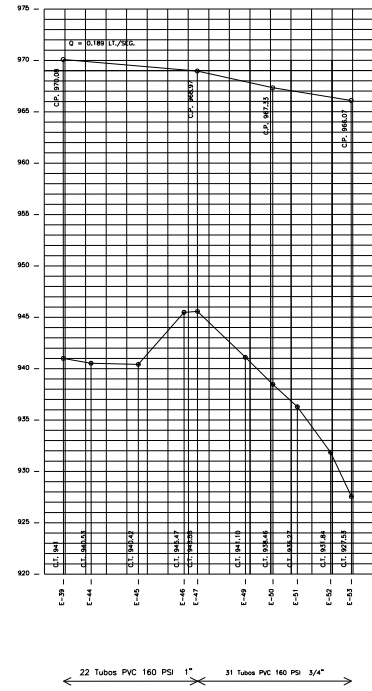
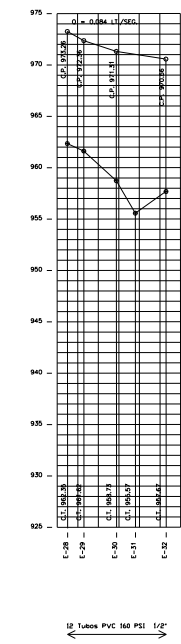
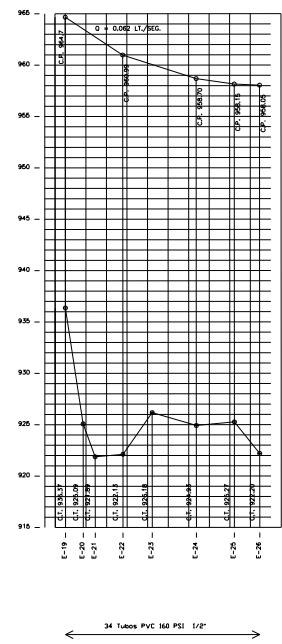
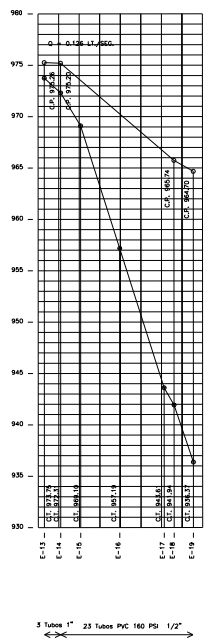


SIMBOLOGIA	
	Caja Rompe-presion con Flote
	Tanque de Distribucion
	Reductor Bushing
	Valvula de Aire
	Valvula de Limpieza
	Camino
	Cruz PVC

PLANTA DEL RAMAL 1.2  
ESCALA 1 : 2000

PLANTA DEL RAMAL 1.3  
ESCALA 1 : 2000

PLANTA DEL RAMAL 1.4  
ESCALA 1 : 2000



PERFIL DEL RAMAL 1.2  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

PERFIL DEL RAMAL 1.3  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

PERFIL DEL RAMAL 1.4  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS		
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JILOTEPEQUE		ESCALA: INDICADA
PLANO DE: PERFIL RAMAL No. 1.2-1.3-1.4		
DISENO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004
ASESOR: Ing. Juan Merk	Vs. Bo. ASESOR:	Hoja 01 / 14

Sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Cruz Nueva

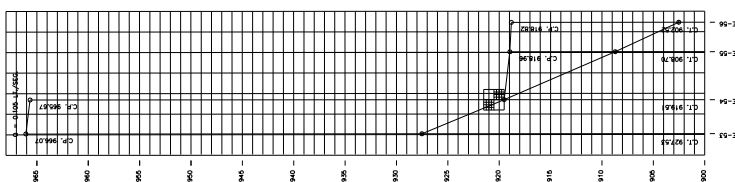
Planos de diseño

**SIMBOLOGIA**

	Caja Rompe-presion con Flete
	Tanque de Distribucion
	Reductor de Air
	Válvula de Aire
	Válvula de Limpieza
	Caminio
	Cruz PVC



PLANTA DEL RAMAL 1.4  
ESCALA 1 : 2000

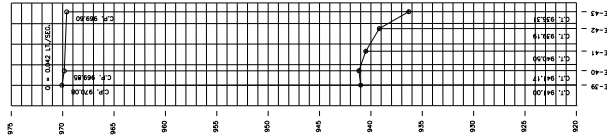


19 metros PVC 160 P.S. 5/4"

PERFIL DEL RAMAL 1.4  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



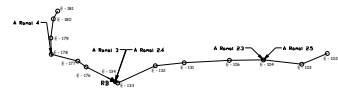
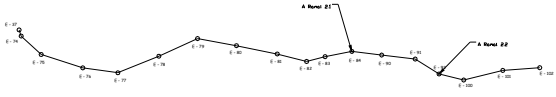
PLANTA DEL RAMAL 1.5  
ESCALA 1 : 2000



13 metros PVC 160 P.S. 1/2"

PERFIL DEL RAMAL 1.5  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

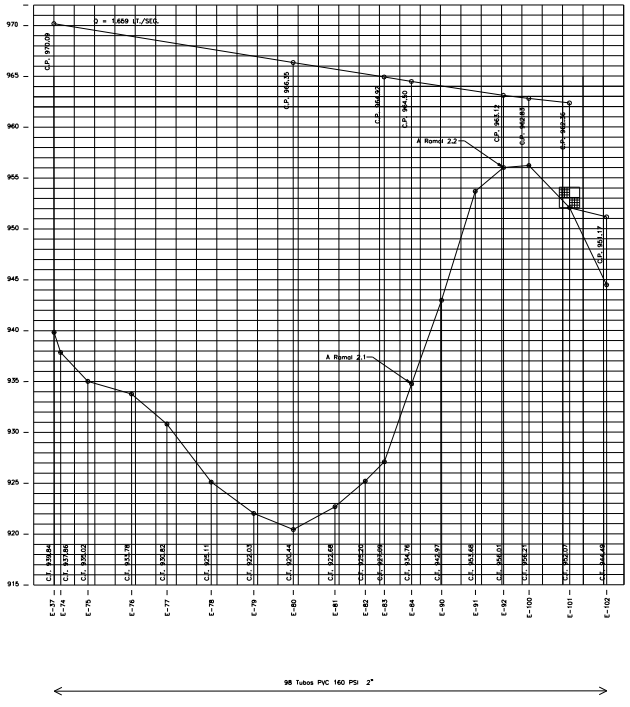
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	ESCALA INDICADA
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS		
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JILOTEPEC		
PLANO DE: PERFIL RAMAL No. 1.4-1.5		
DISER: Luis Estuardo Alfonso	REVISOR: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2014
ASESOR: Eng. Juan Maki	ASISTENTE: M.A.S.	HORA: 04:14



SIMBOLOGIA	
	Caja Rompe-presion con Flote
	Tanque de Distribucion
	Reductor Bushing
	Valvula de Aire
	Valvula de Limpieza
	Camino
	Cruz PVC

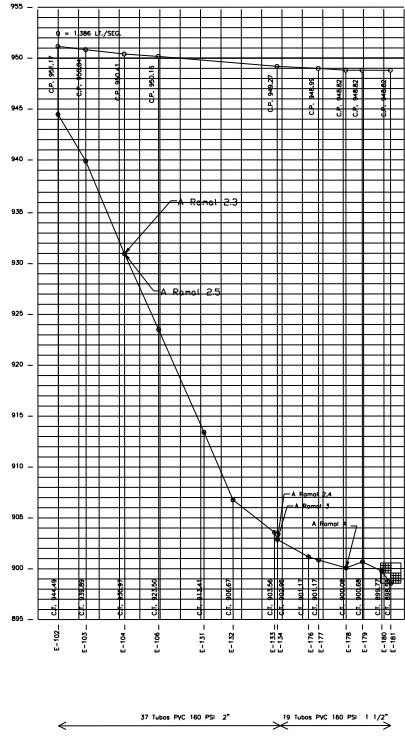
PLANTA DEL RAMAL 2

ESCALA 1 : 2000



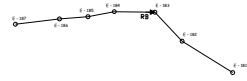
PERFIL DEL RAMAL 2

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

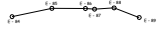


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS		
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JILOTEPEQUE		ESCALA: INDICADA
PLANO DE: PERFIL RAMAL No. 2		
DISENO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DBLUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004
ASESOR: Ing. Juan Merik	Vs. Bn. ASESOR:	Hoja 05 / 14

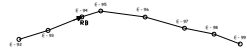
SIMBOLOGIA	
	Caja Rompe-presion con Flote
	Tanque de Distribucion
	Reductor Bushing
	Valvula de Aire
	Valvula de Limpieza
	Camino
	Cruz PVC



PLANTA DEL RAMAL 2  
ESCALA 1 : 2000



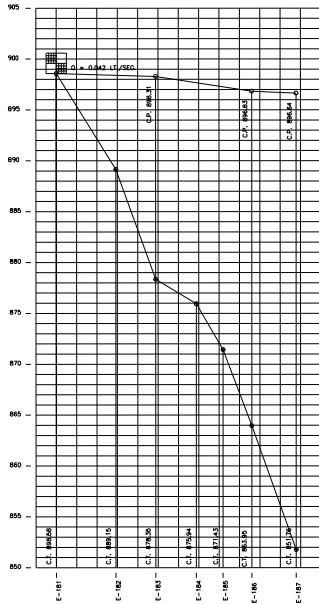
PLANTA DEL RAMAL 2.1  
ESCALA 1 : 2000



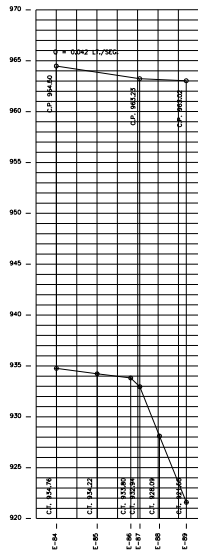
PLANTA DEL RAMAL 2.2  
ESCALA 1 : 2000



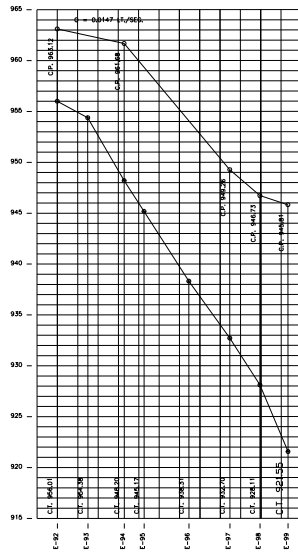
PLANTA DEL RAMAL 2.3  
ESCALA 1 : 2000



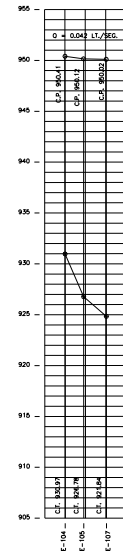
PERFIL DEL RAMAL 2  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



PERFIL DEL RAMAL 2.1  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



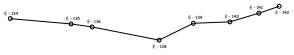
PERFIL DEL RAMAL 2.2  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



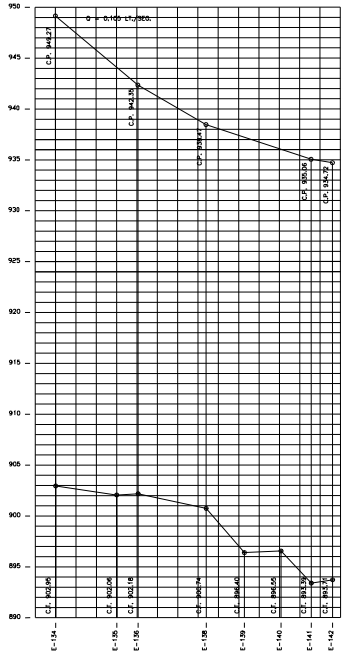
PERFIL DEL RAMAL 2.3  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO DE EPS	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JILOTEPEQUE		
PLANO DE: PERFIL RAMAL No. 2-2.1-2.2-2.3		
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004
ASESOR: Ing. Juan Merk	Vo. Bb. ASESOR:	Hojas: 06 / 14

SIMBOLOGIA	
	Caja Rompe-presion con Flote
	Tanque de Distribucion
	Reductor Bushing
	Valvula de Aire
	Valvula de Limpieza
	Camino
	Cruz PVC



PLANTA DEL RAMAL 2.4  
ESCALA 1 : 2000

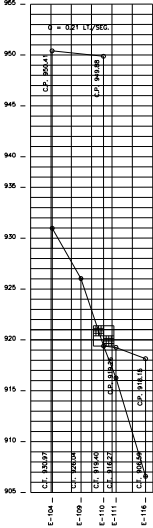


PERFIL DEL RAMAL 2.4

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

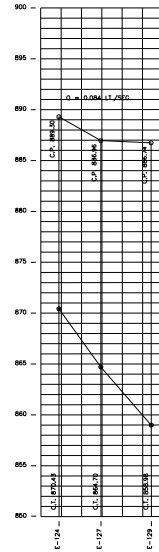
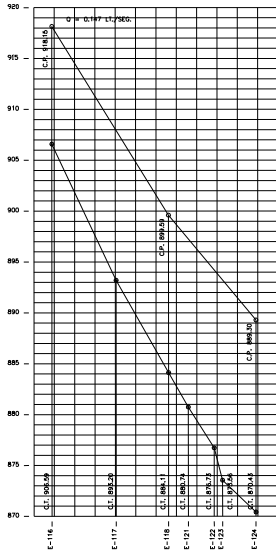


PLANTA DEL RAMAL 2.5  
ESCALA 1 : 2000



PERFIL DEL RAMAL 2.5

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			ESCALA: INDICADA
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS			
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JILOTEPEQUE			
PLANO DE: PERFIL RAMAL No. 2.4-2.5			
DISENO: Luis Estuardo Ruano 99 - 223911	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004	
ASESOR: Ing. Juan Merik	Va. Bn. ASESOR:	HORA: 07 14	

Sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Cruz Nueva

SIMBOLOGIA	
	Cojo Rompe-presion con Flote
	Tanque de Distribucion
	Reductor Blasting
	Válvula de Aire
	Válvula de Limpieza
	Camino
	Cruz PVC



PLANTA DEL RAMAL 3  
ESCALA 1 : 2000



PLANTA 2.5.4  
ESCALA 1:2000



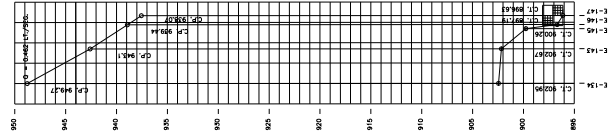
PLANTA 2.5.3  
ESCALA 1:2000



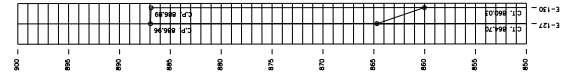
PLANTA 2.5.2  
ESCALA 1:2000



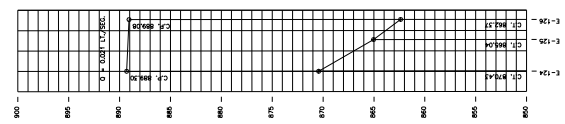
PLANTA RAMAL 2.5.1  
ESCALA 1:2000



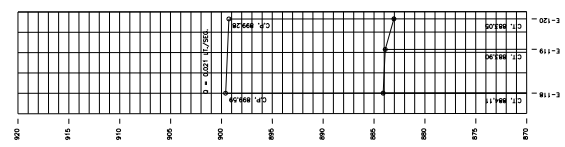
12 Tubos PVC 160 mm 3/4"



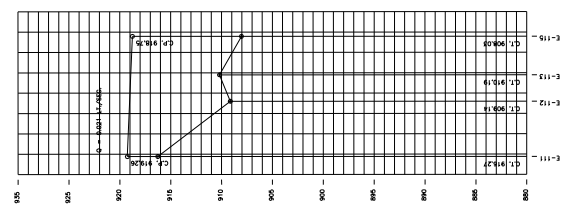
3 Tubos PVC 160 mm 1/2"



9 Tubos PVC 160 mm 1/2"



12 Tubos PVC 160 mm 1/2"



20 Tubos PVC 160 mm 1/2"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		ESCALA: INDICADA
FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO DE E.S.S.		
PROCESO: INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JUCUTEPEC		
PLANO DE: PERFIL No. 2.5.1-2.5.2-2.5.3-2.5.4-3		
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano L.E.R.R.	Dibujó: L.E.R.R.	ESCALA: 2000
ASESOR: Ing. Juan Merik	No. Hoja: 05/06	Hoja: 05
		14

PERFIL DEL RAMAL 3  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

PERFIL 2.5.4  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

PERFIL 2.5.3  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

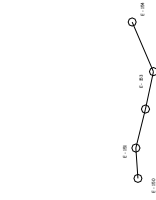
PERFIL 2.5.2  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

PERFIL RAMAL 2.5.1  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

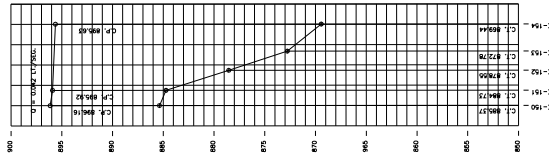


Sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Cruz Nueva

SIMBOLOGIA	
	Caja Rompe-presión con Flote
	Tanque de Distribución
	Reductor Busting
	Válvula de Aire
	Válvula de Lindezo
	Camino
	Cruz PVC



PLANTA DEL RAMAL 3.1  
ESCALA 1 : 2000

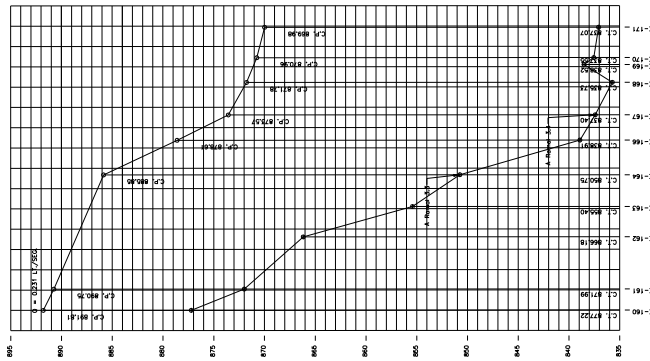


11 tubos PVC 160 Pps 1/2"

PERFIL DEL RAMAL 3.1  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

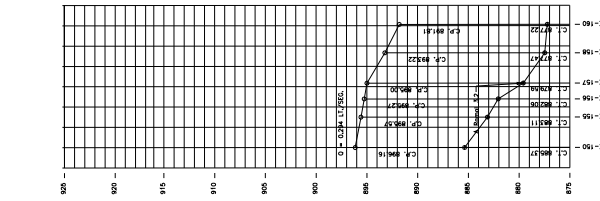


PLANTA DEL RAMAL 3  
ESCALA 1 : 2000

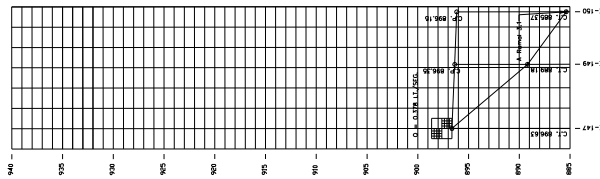


21 tubos PVC 160 Pps 3/4"

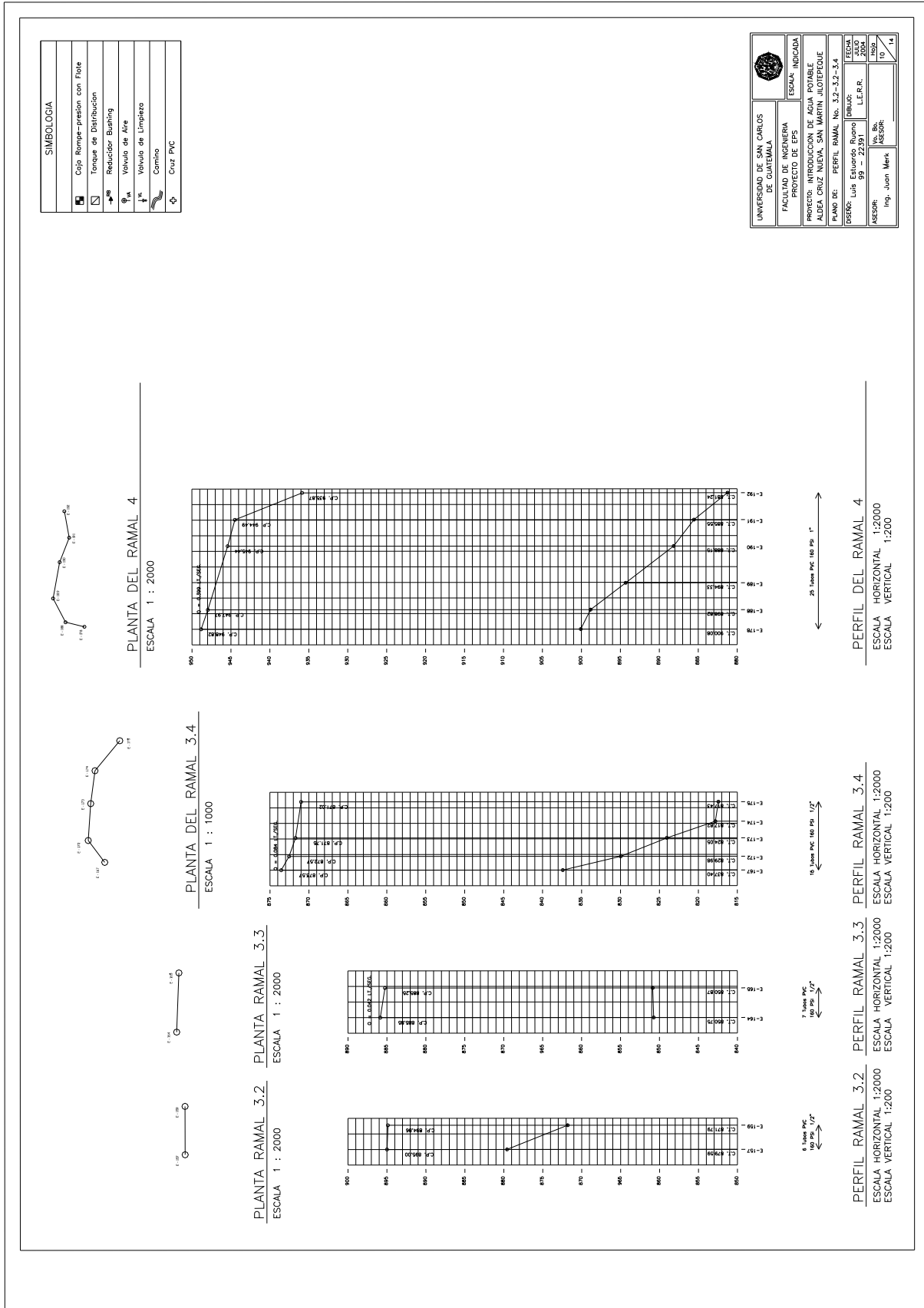
PERFIL DEL RAMAL 3  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



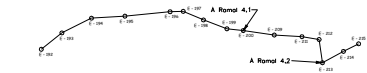
20 tubos PVC 160 Pps 3/4"



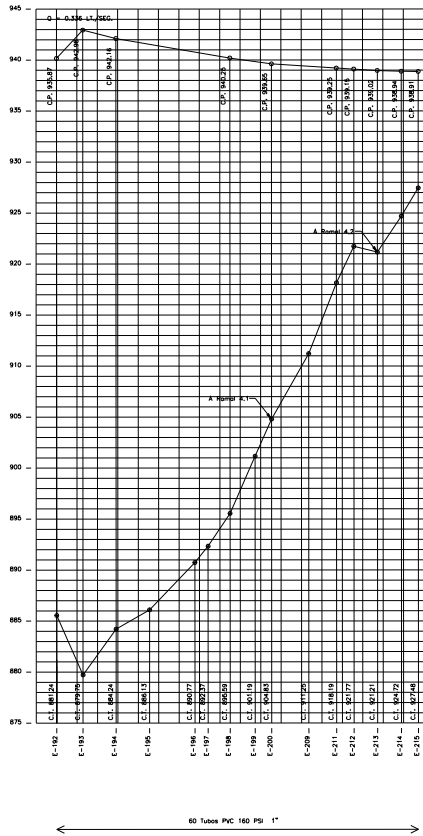
Sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Cruz Nueva



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA	ESCALA INDICADA
PROYECTO DE EPS	ESCALA INDICADA
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JALTEPEQUE	
PLANO DE: PERIL RAMAL No. 3.2-3.3-3.4	
DISEÑO: Luis Eduardo Rueda	DIBUJO: L.E.R.R.
ASISOR: Ing. Juan Merk	Escala: 10/14



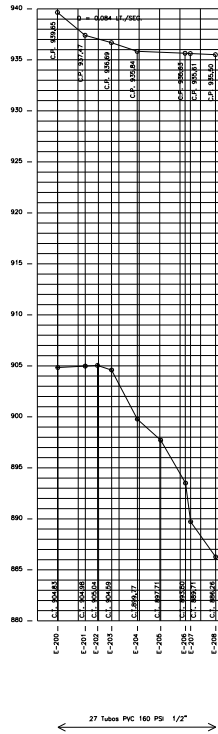
PLANTA DEL RAMAL 4  
ESCALA 1 : 2000



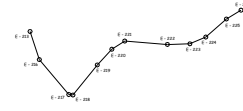
PERFIL DEL RAMAL 4  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



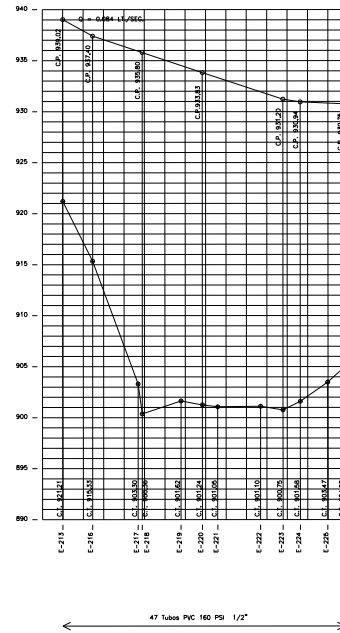
PLANTA DEL RAMAL 4.1  
ESCALA 1 : 2000



PERFIL DEL RAMAL 4.1  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



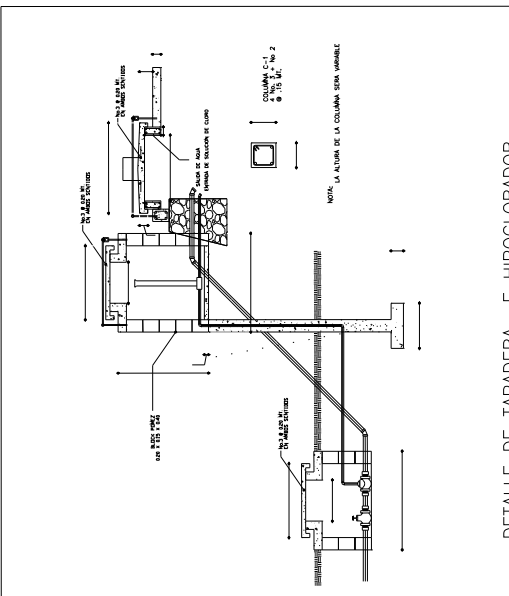
PLANTA DEL RAMAL 4.2  
ESCALA 1 : 2000



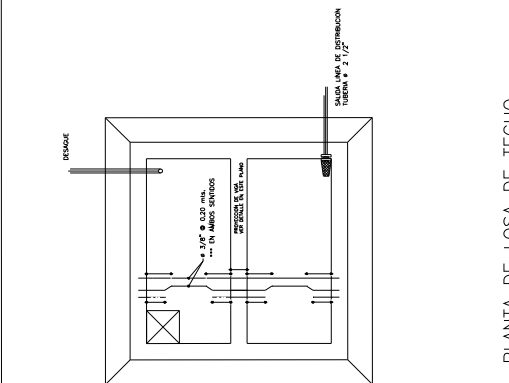
PERFIL DEL RAMAL 4.2  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

SIMBOLOGIA	
	Caja Rompe-presion con Flote
	Tanque de Distribucion
	Reductor de Bushing
	Valvula de Aire
	Valvula de Limpieza
	Camino
	Cruz PVC

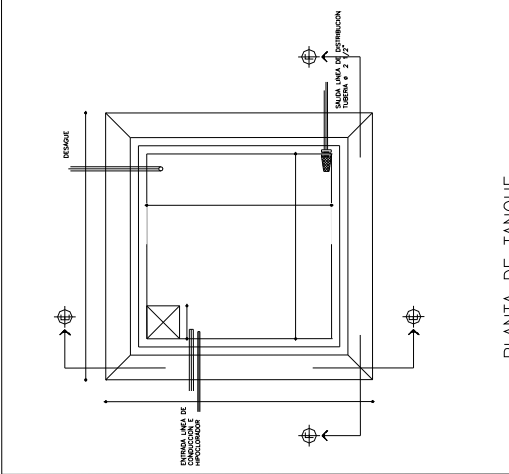
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS		
		ESCALA: INDICADA
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JILOTEPEQUE		
PLANO DE: PERFIL RAMAL No. 4-4.1-4.2		
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004
ASESOR: Ing. Juan Merk	Vo. Bo. ASESOR:	Hoja 11 de 14



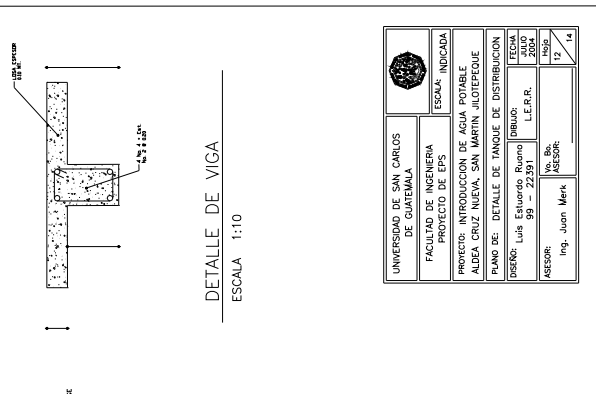
DETALLE DE TAPADERA E HIPOCLORADOR  
ESCALA 1:25



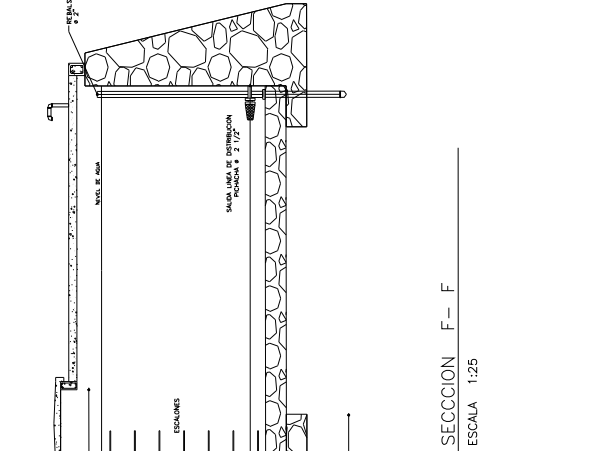
PLANTA DE LOSA DE TECHO  
ESCALA 1:50



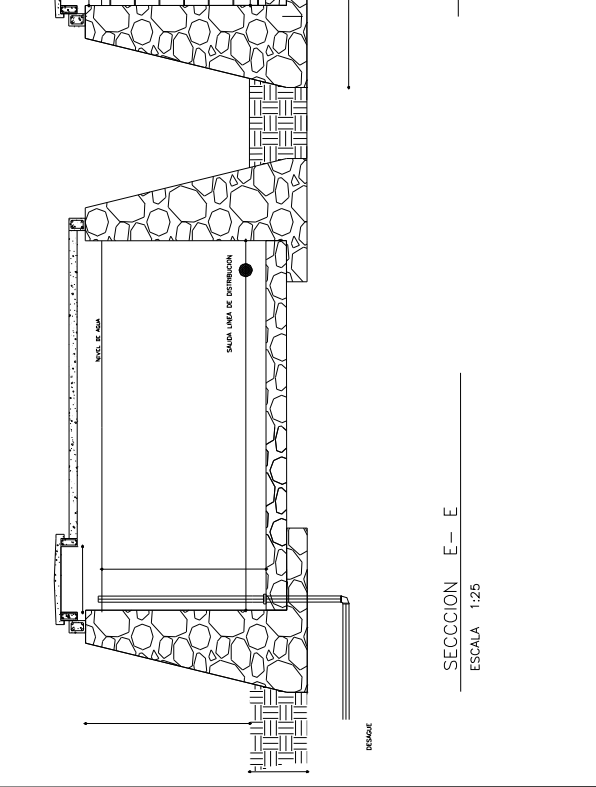
PLANTA DE TANQUE  
ESCALA 1:50



DETALLE DE VIGA  
ESCALA 1:10



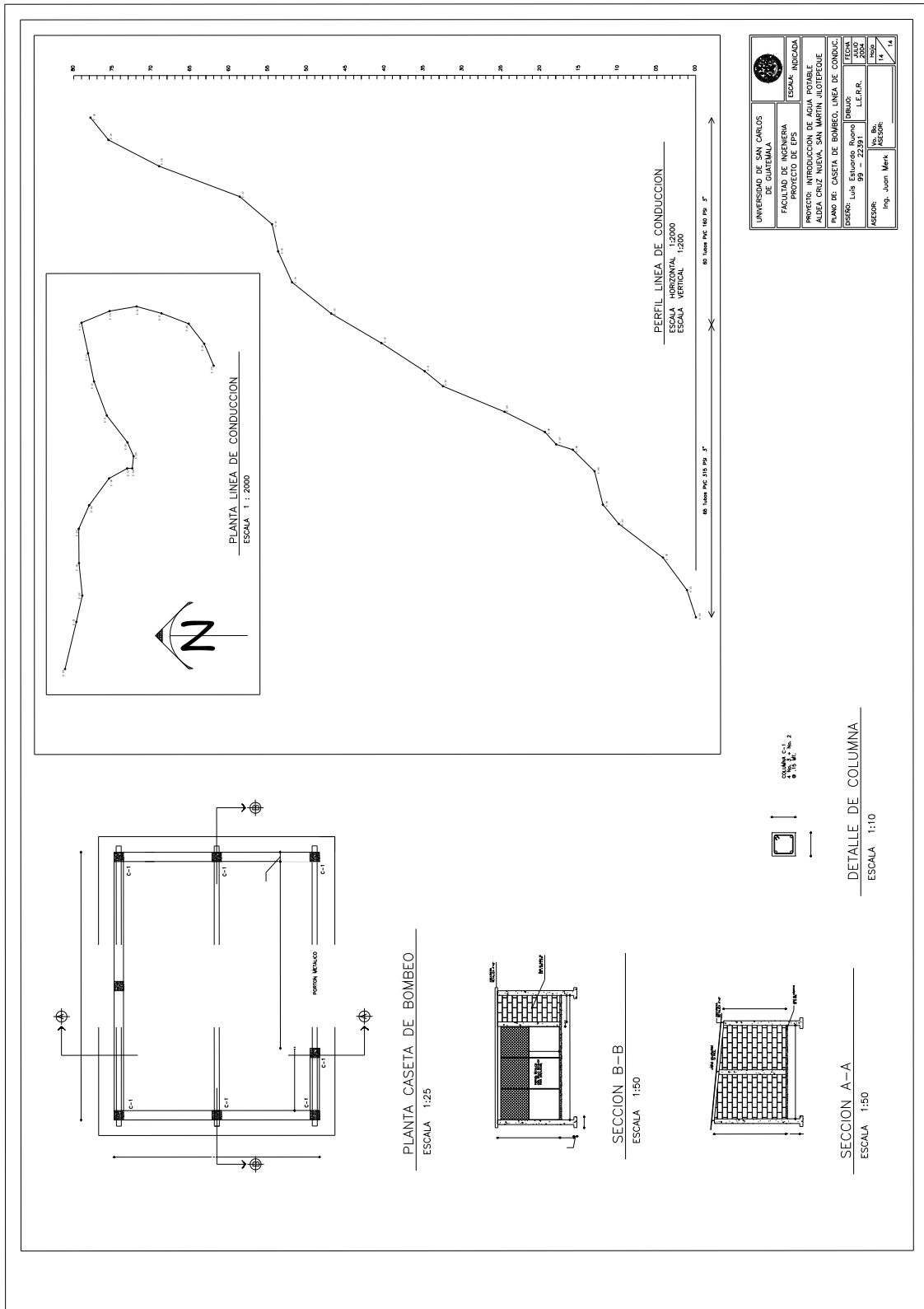
SECCION F-F  
ESCALA 1:25



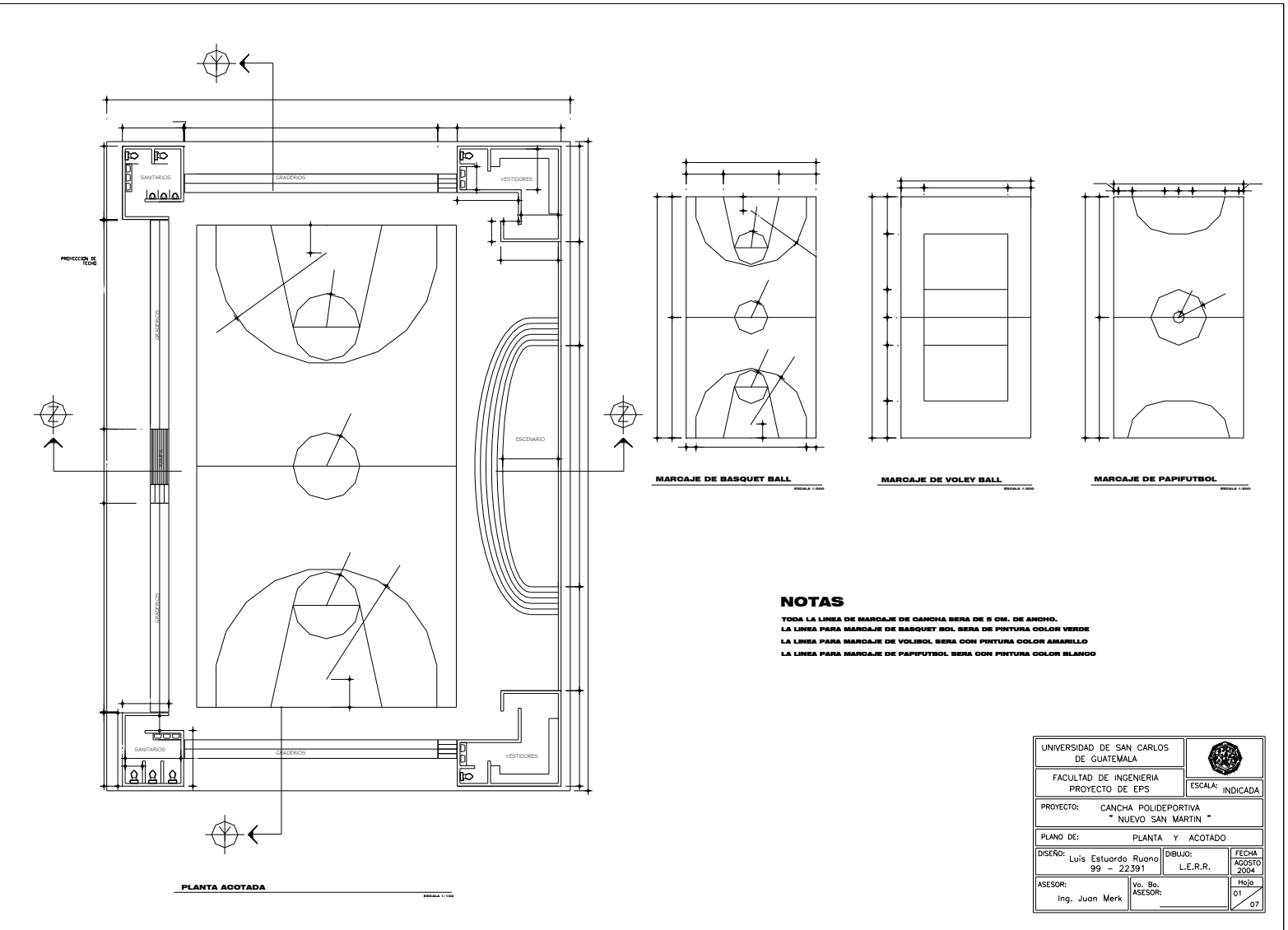
SECCION E-E  
ESCALA 1:25

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO DE EPS	ESCALA: INDICADA
	PROYECTO: INTERLACION DE AGUA POTABLE A ALDEA CRUZ NUEVA, SAN MARTIN JOSE DE QUEZELÉN			
	PLANO DE: DETALLE DE TANQUE DE DISTRIBUCION			
	DISEÑO: Luis Estuardo Ruano L.E.R.R.	DIBUJO:	FECHA: 2004	Hoja: 12/14
ASesor: Ing. Juan Merik	No. de Hoja: 12	No. de Planos: 14	No. de Archivos: 14	No. de Hojas: 14

Sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Cruz Nueva



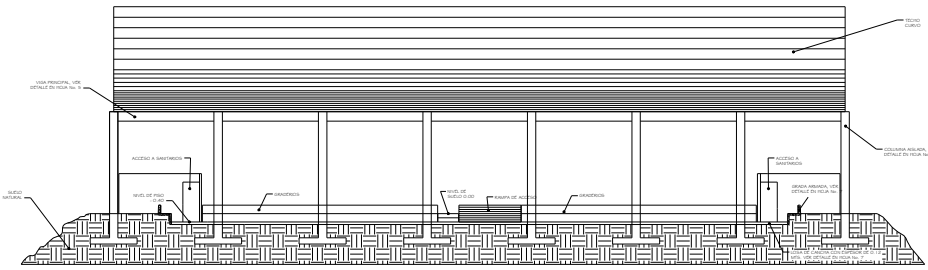




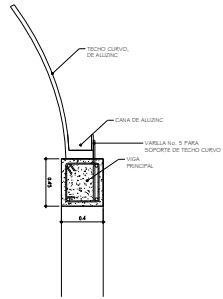
**NOTAS**

TODA LA LINEA DE MARCAJE DE CANCHA SERA DE 5 CM. DE ANCHO.  
 LA LINEA PARA MARCAJE DE BASQUET BOL. SERA DE PINTURA COLOR VERDE  
 LA LINEA PARA MARCAJE DE VOLEIBOL SERA CON PINTURA COLOR AMARILLO  
 LA LINEA PARA MARCAJE DE PAPIFUTBOL SERA CON PINTURA COLOR BLANCO

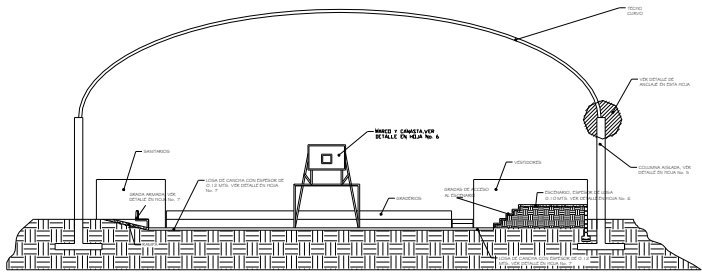
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA		ESCALA: INDICADA	
PROYECTO: CANCHA POLIDEPORTIVA "NUEVO SAN MARTIN"			
PLANO DE: PLANTA Y ACOTADO			
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: AGOSTO 2004	
ASESOR: Ing. Juan Merk	Va. Bo. ASESOR:	Hoja: 01	07



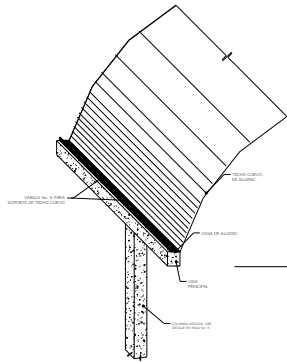
**SECCION V-V**  
ESCALA 1/100



**DETALLE DE ANLAJE DE CUBIERTA**  
ESCALA 1/100



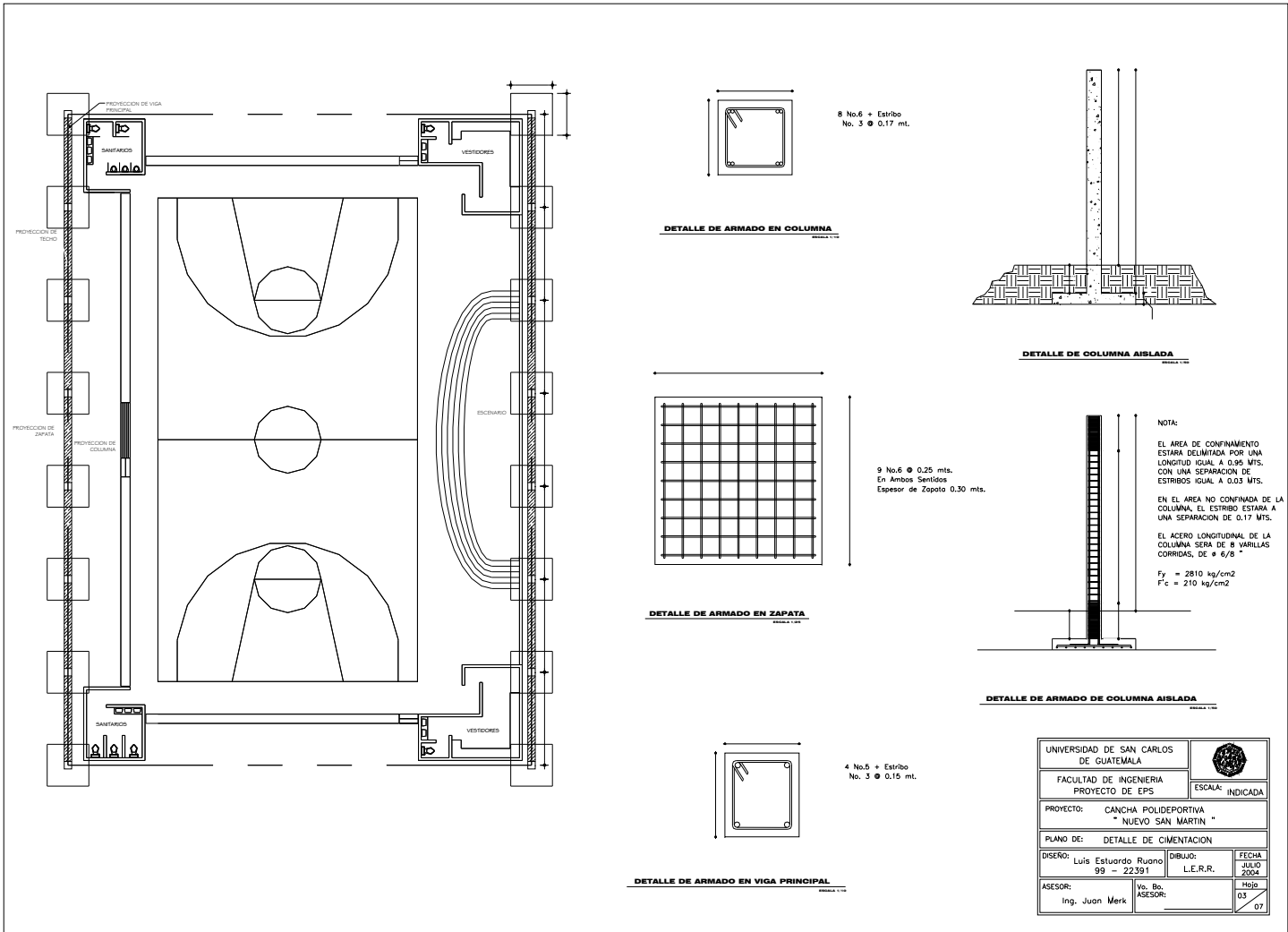
**SECCION Z-Z**  
ESCALA 1/100

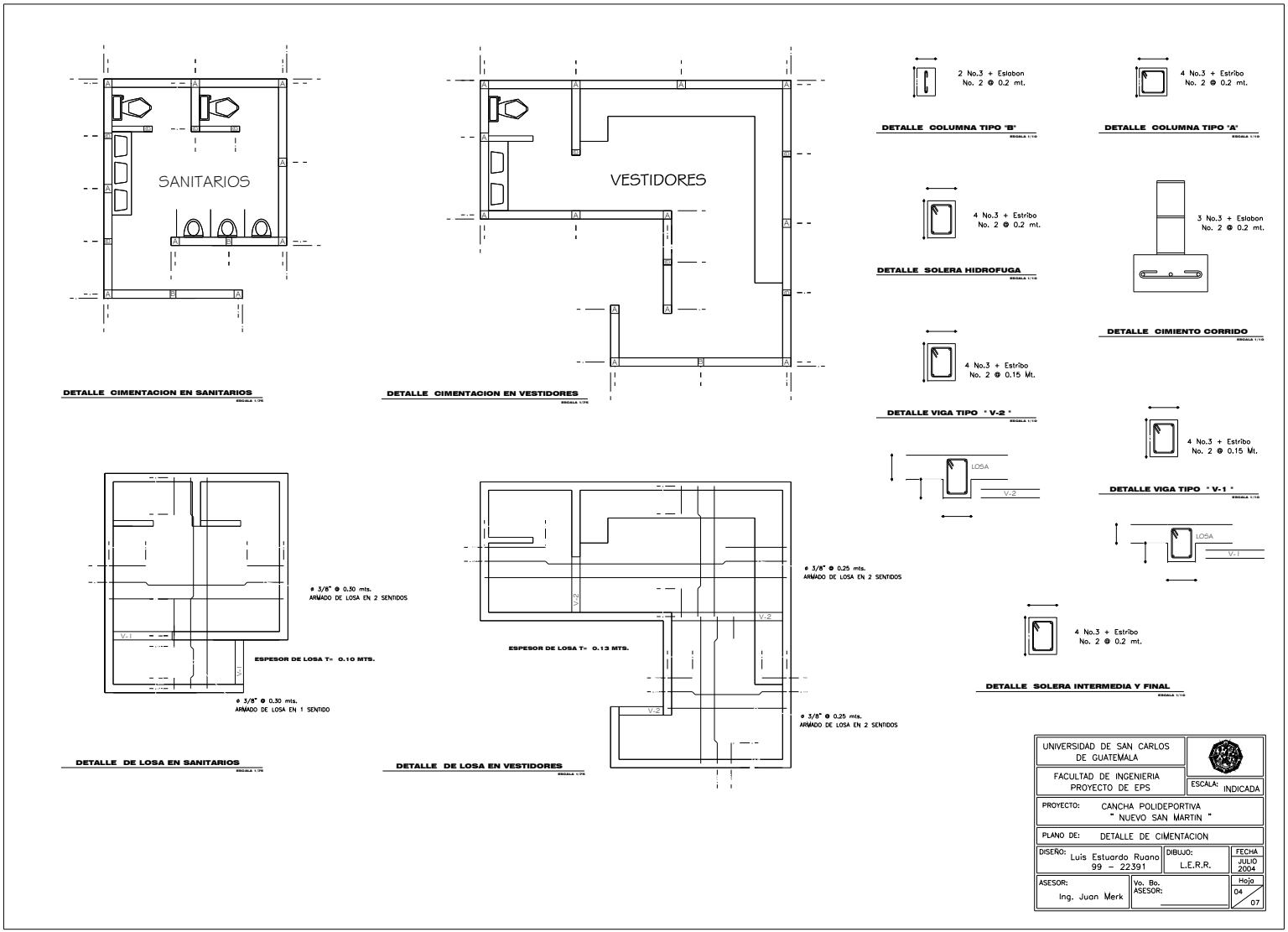


**ELEVACION DE CUBIERTA**  
ESCALA 1/100

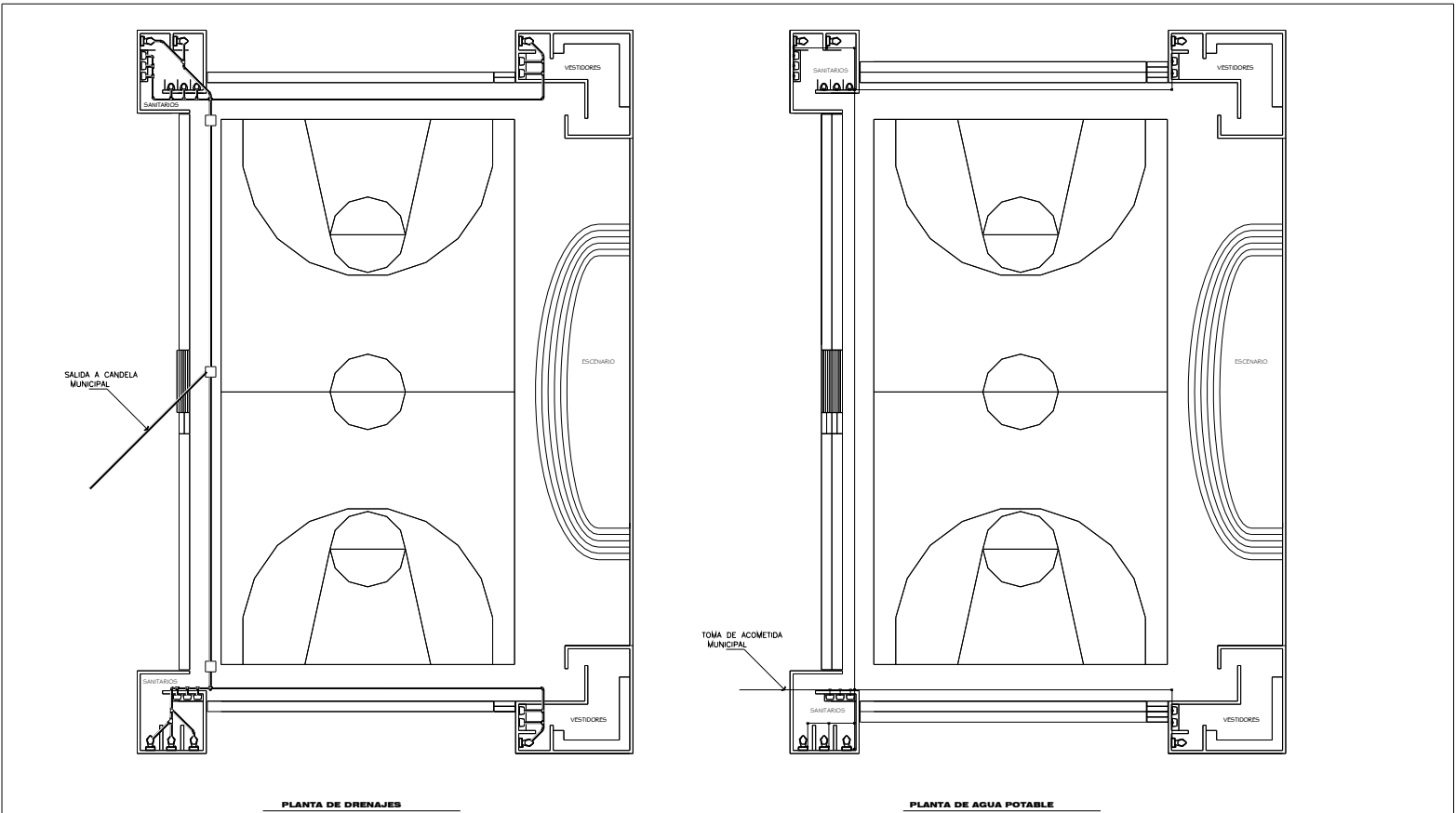
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			ESCALA: INDICADA
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS			
PROYECTO: CANCHA POLIDEPORTIVA " NUEVO SAN MARTIN "			
PLANO DE: SECCIONES			
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004	
ASESOR: Ing. Juan Merk	Vs. Bv. ASESOR:	Hoja 02 07	







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS		
PROYECTO: CANCHA POLIDEPORTIVA "NUEVO SAN MARTIN"		
PLANO DE: DETALLE DE CIMENTACION		
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004
ASESOR: Ing. Juan Merk	Vs. Bv. ASESOR:	Hoja 04 / 07

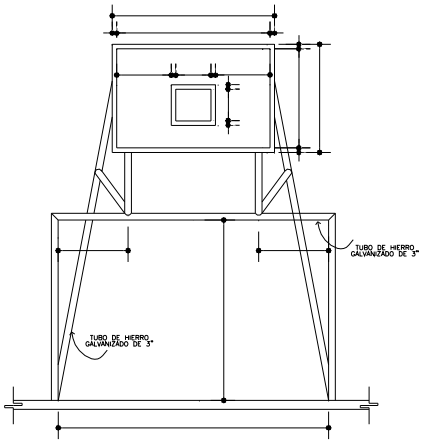


PLANTA DE DRENAJES  
ESCALA 1:100

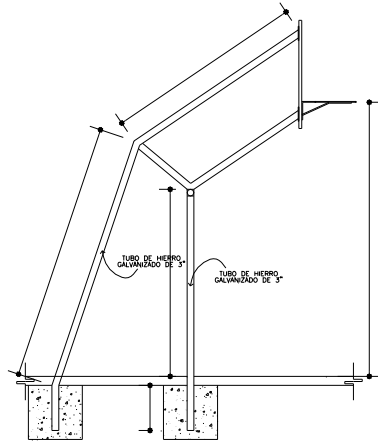
PLANTA DE AGUA POTABLE  
ESCALA 1:100

SIMBOLOGIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS		SIMBOLOGIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBO PVC ø 4" PARA DRENAJES		CRUZ DE PVC
	YEE PVC 45°		CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°		CODO PVC 45°
	TEE DE PVC		GRIFO PARA MANGUERA
	CODO PVC 90°		TUBO PVC ø 3/4" Ø INDICADO
			YEE PVC 45°

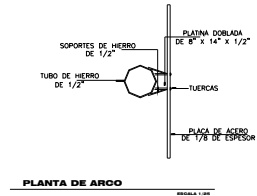
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			ESCALA: INDICADA
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS			
PROYECTO: CANCHA POLIDEPORTIVA " NUEVO SAN MARTIN "			
PLANO DE: INSTALACIONES HIDRAULICAS			
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano 98 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004	
ASESOR: Ing. Juan Merk	Vs. Bn. ASESOR:	15/06/05	07



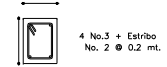
ELEVACION DE ARCO TABLERO  
ESCALA 1:50



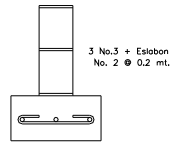
ELEVACION LATERAL DE ARCO TABLERO  
ESCALA 1:50



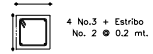
PLANTA DE ARCO  
ESCALA 1:50



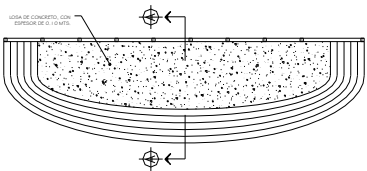
DETALLE SOLERA HIDROFUGA  
ESCALA 1:10



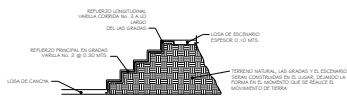
DETALLE CIMENTO CORRIDO  
ESCALA 1:10



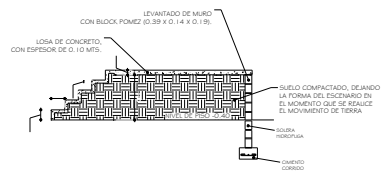
DETALLE COLUMNA TIPO "A"  
ESCALA 1:10




PLANTA DE ESCENARIO  
ESCALA 1:50

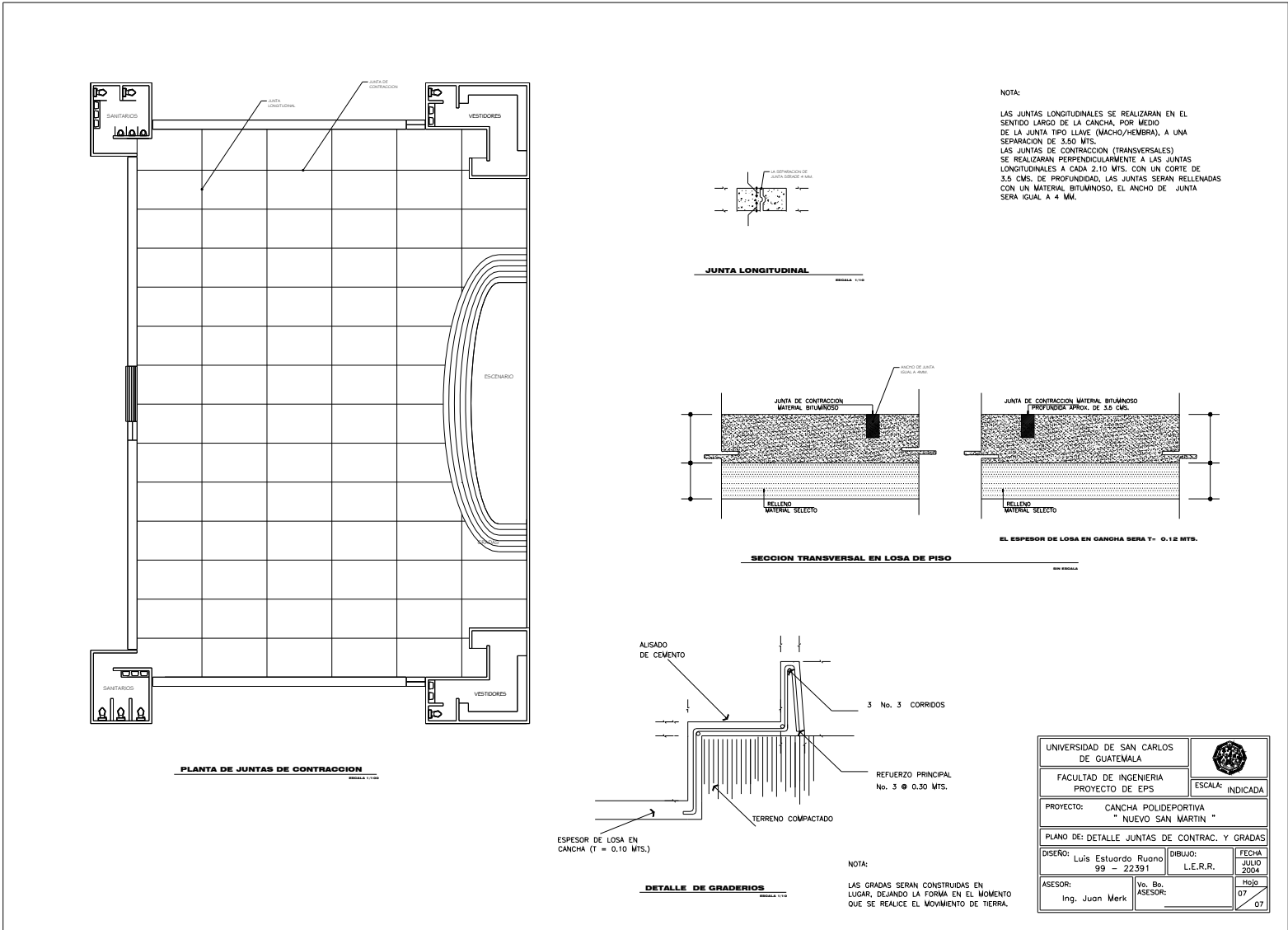


DETALLE DE ARMADO EN GRADAS  
ESCALA 1:50



SECCION A-A EN ESCENARIO  
ESCALA 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		 ESCALA: INDICADA
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS		
PROYECTO: CANCHA POLIDEPORTIVA "NUEVO SAN MARTIN"		
PLANO DE: DETALLES DE CANASTAS Y ESCENARIO		
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004
ASESOR: Ing. Juan Merck	Yo. Bo. ASESOR:	Hoja DE 07



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE EPS		
PROYECTO: CANCHA POLIDEPORTIVA " NUEVO SAN MARTIN "		
PLANO DE: DETALLE JUNTAS DE CONTRAC. Y GRADAS		
DISEÑO: Luis Estuardo Ruano 99 - 22391	DIBUJO: L.E.R.R.	FECHA: JULIO 2004
ASESOR: Ing. Juan Merik	No. Bo. ASESOR:	Hoja: 07