



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

**DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y DE UN SISTEMA DE  
RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA  
CABECERA MUNICIPAL, CASILLAS, SANTA ROSA.**

**Gustavo Adolfo Estrada Santos**  
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y DE UN SISTEMA DE  
RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA  
CABECERA MUNICIPAL, CASILLAS, SANTA ROSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTA DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gomez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR:	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR:	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR:	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA:	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL, CASILLAS, SANTA ROSA.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 16 de agosto de 2016.

  
**Gustavo Adolfo Estrada Santos**



Guatemala, 12 de enero de 2018  
Ref.EPS.DOC.08.01.18

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Gustavo Adolfo Estrada Santos, Registro Académico 200915598 y CUI 2434 38869 0614**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL, CASILLAS, SANTA ROSA.**

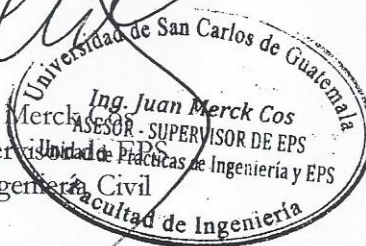
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
JMC/ra



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
12 de marzo de 2018

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL, CASILLAS, SANTA ROSA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Gustavo Adolfo Estrada Santos, con CUI 2434388690614 Registro Académico No. 200915598, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.



*Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua*



Guatemala, 19 de marzo de 2018  
REF.EPS.D.108.03.18

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

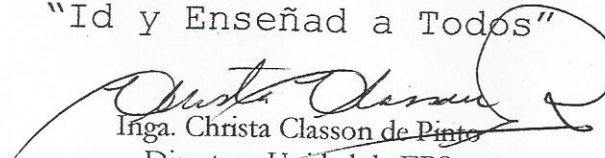
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL, CASILLAS, SANTA ROSA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Gustavo Adolfo Estrada Santos, Registro Académico 200915598 y CUI 2434 38869 0614**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por el Asesor-Supervisor, y en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Gustavo Adolfo Estrada Santos titulado **DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL, CASILLAS, SANTA ROSA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio 2018

/mrrm.

*Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua*

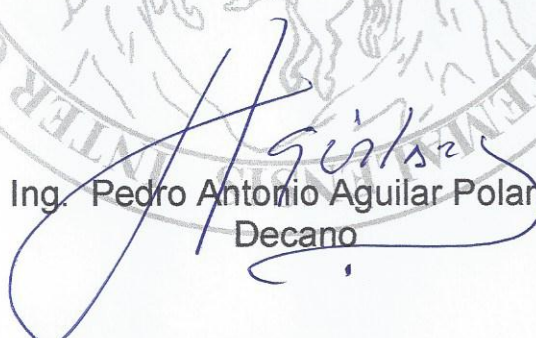






El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL, CASILLAS, SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario: **Gustavo Adolfo Estrada Santos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, agosto de 2018

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser guía y acompañamiento en mi carrera; por darme fortaleza en los días difíciles de mi vida y nunca soltar mí mano.
- Mis padres** Eduardo Estrada Álvarez y Ángela de Jesús Santos Barrera, los pilares de mi vida, que con su sacrificio he llegado a realizar una de las metas más grandes de mí vida.
- Mis hijos** Gustavo Adolfo Estrada Barrera y Diego Emmanuel Estrada Barrera, por ser la razón de mi vida y lucha.
- Mis tíos** Por estar siempre pendiente de mí.
- Mis sobrinos.** Por la alegría y felicidad de tenerlos a mi lado en todo momento.
- Mis abuelos.** Hortensia Barrera, Rómulo Santos, Esperanza Álvarez y Néstor Estrada (q.e.p.d), por sus sabios consejos; por creer en mí y por ser la parte primordial en mi vida.

**Mi familia.**

Especialmente a la familia Santos Barrera y Estrada Álvarez, un profundo agradecimiento, pues con su ayuda apoyo y comprensión, fueron parte de esta hermosa realidad.

**Señorita.**

Yulissa Barrera, por ser la madre de mis dos hermosos hijos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por formarme académicamente como profesional, y así poder servirle a Guatemala en Su desarrollo.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme con conocimientos científicos en el área de la construcción y valores para aplicarlos en la sociedad Guatemalteca.
<b>Ing. Juan Merck Cos</b>	Por su asesoría, pues con sus conocimientos científicos y profesionales se pudo llegar al diseño final de estos hermosos proyectos, y por sus sabios consejos.
<b>Ing. Manuel Arrivillaga</b>	Por aportarme su ayuda, sus conocimientos, sus sabios consejos, en este proyecto.
<b>Municipalidad de Casillas, Santa Rosa</b>	En especial al Ing. José Portillo, Ing. David Quezel, Alcalde Adrián Samayoa, por brindarme su confianza y colaboración para el desarrollo

de mi Ejercicio Profesional Supervisado, y todas las personas que me apoyaron en el proceso de la investigación para la realización de este trabajo.

**Mis amigos de la Facultad** Por su amistad y por los momentos que vivimos con las alegrías y tristezas en todo lo que fue nuestra vida de estudiantes.

**Mi madre** A quien le debo este triunfo, y por ser la persona que me dio esta orgullosa carrera profesional. Gracias madre.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de casillas.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Localización.....	6
1.1.3. Clima.....	6
1.1.4. Población.....	19
1.1.5. Hidrología.....	19
1.1.6. Extensión territorial.....	20
1.1.7. Costumbres y tradiciones.....	20
1.1.8. Idiomas.....	20
1.1.9. Centros turísticos.....	20
1.1.10. Aspectos de infraestructura.....	21
1.1.10.1. Vías de acceso.....	21
1.1.10.2. Servicios públicos.....	21
1.1.11. Aspectos socio-económicos.....	25
1.1.11.1. Origen de la comunidad.....	25
1.1.11.2. Actividad económica.....	26
1.1.11.3. Etnia.....	26
1.1.11.4. Religión.....	26
1.1.11.5. Costumbres.....	26
1.1.11.6. Alfabetismo.....	27

1.2	Diagnósticos de las necesidades del servicio básicos, saneamiento e infraestructura de la cabecera municipal de Casillas.....	27
1.2.1.	Descripción de las necesidades.....	27
1.2.2.	Análisis y priorización de las necesidades.....	28
2.	FASE DEL SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	29
2.1.	Diseño de una red de distribución de agua potable para la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa.....	29
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	29
2.1.2.	Aforo, dotación y tipo de servicio.....	29
2.1.2.1.	Dotación y tipo de servicio.....	29
2.1.3.	Tasa de crecimiento poblacional.....	30
2.1.4.	Periodo de diseño, población futura.....	31
2.1.5.	Factores de consumos y caudales.....	31
2.1.5.1.	Caudal medio diario.....	33
2.1.5.2.	Caudal máximo horario.....	33
2.1.6.	Calidad del agua y sus normas.....	33
2.1.6.1.	Análisis bacteriológico.....	34
2.1.7.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías.....	34
2.1.8.	Presiones y velocidades.....	35
2.1.9.	Levantamiento topográfico.....	37
2.1.9.1.	Planimetría.....	37
2.1.9.2.	Altimetría.....	37
2.1.10.	Diseño hidráulico del sistema.....	38
2.1.10.1.	Evaluación y análisis del caudal producido en el sistema.....	38
2.1.10.2.	Evaluación y análisis del almacenamiento existente.....	38

2.1.10.3.	Red de distribución.....	39
2.1.10.3.1.	Circuito cerrado.....	39
2.1.10.3.2.	Ramales abiertos.....	43
2.1.10.3.3.	Combinada.....	44
2.1.10.4.	Evaluación del sistema de desinfección en funcionamiento.....	44
2.1.10.5.	Conexiones domiciliarias.....	44
2.1.10.6.	Válvulas de control.....	44
2.1.11	Administración operación y mantenimiento.....	45
2.1.12	Propuesta de tarifa.....	46
2.1.13	Elaboración de planos.....	49
2.1.14.	Elaboración de presupuestos.....	49
2.1.15.	Evaluación socio-económica.....	49
2.1.15.1.	Valor presente neto.....	50
2.1.15.2.	Tasa interna de retorno.....	52
2.1.16.	Evaluación impacto ambiental.....	53
2.2.	Diseño de un sistema de recolección y tratamiento de residuos sólidos para la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa.....	59
2.2.1.	Situación actual de los desechos sólidos de la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa.....	59
2.2.1.1	Generalización de los desechos sólidos.....	60
2.2.1.2.	Definición de los desechos sólidos.....	61
2.2.1.3.	Tipos de desechos y fuentes de desechos sólidos municipales.....	62
2.2.1.4.	Generación de los desechos sólidos.....	63
2.2.1.5.	Aspectos teóricos y básicos sobre desechos sólidos.....	64



2.2.2	Recomendaciones para el almacenamiento de los desechos sólidos en los hogares.....	65
2.2.2.1.	Generalidades.....	66
2.2.2.1.1.	Tren de aseo de los desechos sólidos.....	66
2.2.2.1.1.1	Aspectos de salud.....	67
2.2.2.1.1.2	Aspectos de costos.....	67
2.2.2.2.	Almacenamiento domiciliario.....	67
2.2.2.3.	Almacenamiento en el comercio y mercado.....	68
2.2.2.4.	Almacenamiento en centros de salud.....	68
2.2.2.5.	Bases para la planeación de un servicio de recolección .....	69
2.2.2.5.1	Datos básicos.....	69
2.2.2.5.2	Cobertura del servicio.....	69
2.2.2.5.3	Residuos a recoger.....	69
2.2.2.5.4	Puntos de recolección.....	77
2.2.2.5.5	Frecuencia de la recolección....	78
2.2.2.5.6	Horarios de la recolección.....	78
2.2.2.5.7	Equipo de recolección.....	79
2.2.2.5.8	Tamaño de la cuadrilla.....	79
2.2.2.6	Diseño de rutas.....	79
2.2.2.7	Controles de la recolección.....	81
2.2.2.8	Seguridad en el trabajo.....	81
2.2.3.	Disposición final de los desechos sólidos.....	82
2.2.3.1	Generalidades.....	82
2.2.3.2	Procedimiento aplicable a la basura.....	83

	2.2.3.2.1	Procesamiento mecánico.....	83
	2.2.3.2.2	Procesamiento térmico.....	83
	2.2.3.2.3	Procesamiento biológico.....	85
	2.2.3.3	Planta tratamiento.....	86
	2.2.3.3.1	Tipos de planta de tratamiento de desechos sólidos.....	86
	2.2.3.4	Ubicación ideal del lugar para la planta de tratamiento.....	91
	2.2.3.5	Diseño de la planta de tratamiento.....	92
	2.2.3.6	Equipo a utilizar.....	121
	2.2.3.7	Mano de obra.....	122
2.2.4		Diseño del sistema propuesto para la disposición de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa.....	122
	2.2.4.1	Análisis de los desechos sólidos.....	122
	2.2.4.1.1	Caracterización de los desechos sólidos.....	122
2.2.5		Estudio de impacto ambiental inicial.....	123
2.2.6		Evaluación socio-económica.....	128
2.2.7		Estudio financiero.....	138
	2.2.7.1	Valor presente neto (VPN).....	139
	2.2.7.2	Tasa interna de retorno (TIR).....	142
3.		PRESUPUESTO.....	143
	3.1	Integración de costos.....	143
	3.2	Operación y mantenimiento.....	144
	3.3	Costos de operación y mantenimiento.....	144
	3.4	Propuesta de tarifa para consumo.....	144

4.	VULNERABILIDAD Y RIESGOS.....	145
4.1	Impacto ambientales negativos.....	145
4.2	Medidas de prevención o mitigación.....	145
4.3	Evaluación del impacto ambiental.....	145
	CONCLUSIONES.....	147
	RECOMENDACIONES.....	149
	BIBLIOGRAFÍA.....	151
	APÉNDICE(planos).....	155
	ANEXOS (mapas, tablas, resultados).....	209

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de la República de Guatemala.....	5
2.	Mapa de las estaciones meteorológicas de Guatemala.....	7
3.	Mapa del municipio de Casillas, Santa Rosa.....	18
4.	Esquema de ingresos y egresos durante el período de diseño.....	51
5.	Clasificación de los residuos sólidos y determinación de su peso....	70
6.	Figura de la aldea las Minas, Casillas, Santa Rosa.....	93
7.	Camión recolector de desechos sólidos.....	108

### TABLAS

I.	Población del municipio de Casillas.....	19
II.	Necesidades del casco urbano de Casillas, Santa Rosa.....	28
III.	Impactos ambientales durante la ejecución.....	56
IV.	Impacto ambiental negativo durante la operación.....	57
V.	Medidas de mitigación y compensación en la ejecución y Operación.....	58
VI.	Periodicidad de extracción de basura en el municipio de Casillas.....	60

VII.	Factores de frecuencia del recolección.....	78
VIII.	Recorrido de la recolección del tren de aseo de los desechos sólidos por el tren de aseo.....	94
IX.	Población aproximada de habitantes por año en el casco urbano del municipio de Casillas.....	97
X.	Población aproximada de habitantes por año en Linda Vista.....	98
XI.	Población aproximada de habitantes por año en El Bordo.....	99
XII.	Población aproximada de habitantes para Pueblo Ralo.....	100
XIII.	Población aproximada de habitantes para Llano grande.....	101
XIV.	Población aproximada de habitantes para Tecuaco.....	102
XV.	Población aproximada de habitantes para Las Minas.....	103
XVI.	Población aproximada de habitantes para Las Flores.....	104
XVII.	Población aproximada de habitantes para El Jute.....	105
XVIII.	Población aproximada de habitantes por año en el área urbana del municipio de Casillas.....	106
XIX.	Cantidad de viajes por el camión recolector semanalmente.....	108
XX.	Recolección aproximada de desechos sólidos en el área urbana del municipio de Casillas.....	111
XXI.	Composición física de desechos sólidos en la planta de tratamiento.....	112
XXII.	Datos típicos sobre peso específico y humedad de los desechos sólidos.....	114
XXIII.	Estimación en porcentaje de material recuperados para reciclaje.....	114
XXIV.	Calculo del desecho sólido que se tratará dentro de la planta 2026.....	115
XXV.	Pronóstico de abono orgánico en la planta.....	118
XXVI.	Características del equipo de seguridad propuesto.....	121

XXVII.	Caracterización de los factores ambientales en la planta de tratamiento de desechos sólidos.....	124
XXVIII.	Acciones consideradas en la fase de operación en la planta de tratamiento de desechos sólidos.....	126
XXIX.	Evaluación de impactos ambientales en la planta de tratamiento de desechos sólidos.....	127
XXX	Personal de la planta de tratamiento y salarios.....	129
XXXI.	Salario devengados durante la vida útil de la planta.....	130
XXXII.	Inversión inicial y mobiliario.....	131
XXXIII.	Gastos de operación mensual del vehículo recolector.....	133
XXXIV.	Costo anual de mantenimiento del vehículo recolector.....	133
XXXV.	Costos de operación y mantenimiento del vehículo recolector de desechos sólidos durante la vida útil de la planta.....	134
XXXVI.	Costos de operación y mantenimiento del vehículo recolector de desechos sólidos durante la vida útil de la planta.....	134
XXXVII.	Costos de servicios básicos en la planta.....	134
XXXVIII.	Ingresos a la planta por recolección anual.....	136
XXXIX.	Ingresos a la planta por venta de abono orgánico.....	136
XL.	Ingresos por venta de lombriz Coqueta Roja.....	137
XLI.	Costos del proyecto.....	138
XLII.	Beneficio del proyecto.....	139
XLIII.	Inversión inicial.....	140
XLIV.	Cálculo Valor Presente Neto.....	141
XLV.	Resumen de presupuesto de la planta de tratamiento.....	143



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$C_L$	Cantidad de lombrices
$Q_{m\acute{a}xhorario}$	Caudal máximo horario
$Q_{md}$	Caudal medio diario
$\varnothing$	Diámetro
FG	Factor de gasto
FDM	Factor día máximo
FHM	Factor hora máxima
$H_f$	Pérdida de carga
INE	Instituto Nacional de Estadística
Psi	Libra por pulgada cuadrada
l	Litros
l/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L	longitud
M	metro
$P_o$	Población actual
$P_f$	Población futura
PPC	Producción Per Cápita
RSU	Residuos sólidos urbanos
TIR	Tasa Interna de Retorno
VPN	Valor Presente Neto
$V_d$	Volumen diario





## GLOSARIO

Acueducto	Conjunto de conductos por medio de los cuales se transporta agua hacia una o varias poblaciones.
Aforo	Medición del volumen de agua por unidad de tiempo.
Agua potable	Agua que es sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Altimetría	Parte de la topografía que mide la diferencia de niveles en diferentes puntos del terreno.
Análisis bacteriológico	Análisis que determina los bacilos escherichia coli y aerobacter aerògenes.
Basureros clandestinos	Botaderos de residuos sólidos no autorizados originados por vecinos que no cuentan con un sistema de recolección de desechos sólidos.
Caudal	cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo, el cual pasa en un punto determinado donde circula un líquido.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo

<i>Compost</i>	Abono orgánico que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos, los cuales han sido descompuestos bajo condiciones controladas.
Consumo	Volumen de agua utilizado por unidad consumidora que está en función de factores como costumbres de la región, condiciones climatológicas, condición económica. Varía de una comunidad a otra.
Demanda	Cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
Desechos sólidos	Son aquellos que se generan de las actividades humanas y que se desechan como inútiles o indeseados
Dotación	Cantidad de agua que se asigna a habitante en un día en una población, y depende del clima, capacidad de la fuente, ubicación de la población, actividad comercial o industrial.
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Líquido lixiviados	Líquido que tiene mal olor de color negro y se produce de la descomposición de los residuos sólidos.

Pila	Cajas rectangulares de mampostería que se utilizan para la generación del compost
Planimetría	Representación gráfica de la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación.
Planta de tratamiento	Es la que satisface las condiciones de reciclaje, transformación y vertido.
Presión	Carga o fuerza que actúa sobre una superficie. En hidráulica se expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.
Recolección de residuos	Son lugares donde se depositan los residuos para ser recogidos por el tren de aseo.
Residuos municipales	Son los generados en las viviendas, comercios, mercados, vías públicas, parques.
Tren de aseo	Medio de transporte con camiones de carrocería de madera que se utiliza para el traslado de los desechos al lugar de la transformación.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.



## **RESUMEN**

En el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado en la municipalidad de Casillas, Santa Rosa, se desarrollaron los proyectos de diseño de la red de distribución de agua potable, y de un sistema de recolección y tratamiento de residuos sólidos, ambos para la cabecera municipal, los que serán de beneficio para los pobladores.

El proyecto de diseño de la red de distribución de agua potable, consistirá en presentar una propuesta de una red por circuito cerrado, con lo cual se espera mejorar el abastecimiento a cada vivienda, ya que de acuerdo al análisis que se realizó, en cuanto al caudal disponible, este es suficiente para alimentar a la población. El proyecto estará compuesto por: red de distribución, por circuito cerrado, obras hidráulicas y sistema de desinfección a base de cloración.

El proyecto diseño del sistema de recolección y tratamiento de desechos sólidos consistirá en plantear la propuesta para la recolección, proponiendo un tren de aseo, una planta para la separación de residuos, con el propósito de aprovechar tanto los orgánicos como los inorgánicos, y la disposición final de los residuos.



# OBJETIVOS

## General

Diseñar la red de distribución de agua potable y el sistema de recolección y tratamiento de residuos sólidos para la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa.

## Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa.
2. Capacitar a los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y personal de campo de la municipalidad de Casillas, respecto de la operación y mantenimiento del sistema de distribución de agua potable y de la recolección y tratamiento de residuos sólidos de la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa.
3. Proveer a las autoridades municipales de los documentos (planos y presupuestos) de los proyectos, para que realicen las gestiones pertinentes, para la consecución del financiamiento correspondiente.
4. Desarrollar los proyectos de planos y presupuestos de los proyectos de agua potable y planta de tratamiento de residuos sólidos.





## INTRODUCCIÓN

El diseño de la red de distribución de agua potable es de suma importancia para el casco urbano, los pobladores se quejan porque existen problemas para el abastecimiento de líquido vital y no cubren sus necesidades. En cuanto a los desechos sólidos que están presentes en el municipio, se tiene la necesidad del diseño de la planta de tratamiento para evitar la proliferación de basureros clandestinos que contaminen el medio ambiente.

A través del Ejercicios Profesional Supervisado (EPS), de la Facultad de Ingeniería se hace posible atender a las necesidades que tienen las comunidades de la población guatemalteca, el cual se puede mencionar específicamente a la falta de los servicios básicos; por tal razón este trabajo de graduación se enfoca a la problemática de la falta de servicios básicos y de saneamiento.

Este trabajo contiene el diseño de una red de distribución de agua potable y de un sistema de recolección y tratamiento de residuos sólidos para la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa. Al final se adjuntan los planos y presupuestos correspondientes



# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Monografía del municipio de Casillas

### 1.1.1 Ubicación y localización

Casillas es un municipio del departamento de Santa Rosa, la municipalidad es de tercera categoría, según estimación del Instituto Nacional Geográfico (IGN). Nombre geográfico oficial: Casillas.

La cabecera está ubicada al este de la quebrada Llano Grande y al oeste de quebrada Las Minas, se encuentra a 1 071 msnm (metros sobre el nivel del mar) con:

Latitud 14° 25'04"N

Longitud 91°14'38" O

El municipio cuenta con 1 pueblo que es la cabecera municipal de Casillas, 10 aldeas y 39 caseríos.

Las aldeas son:

- Ayarza, con los caseríos:
  - El Carmen
  - El Grillo
  - Las Crucitas
  - Paso de Caballos
  - El Congo
  - La esperanza
  - Los Ranchos
  - Yerbabuena

- El Jute, con los caseríos:
  - Jute abajo
  - El Palmar
  
- El Palmar, con los caseríos:
  - Bejucal
  - El Volcancito
  
- Los Hornitos Guacamayas, con los caseríos.
  - El Cañal
  - El Infiernito
  - Laguna Escondida
  - San Crispín
  
- Las Minas, con los caseríos:
  - Don Juan
  - El Retablo
  - Ojo de Agua
  - Pocitos de Barrera
  
- Llano Grande, con los caseríos:
  - El Derrumbadero
  - El Izote
  - Loches
  
- Pinos Altos, con los caseríos:
  - Don León
  - Las Anonas
  - Laguna Seca
  - Monte Verde

- Rincón, con los caseríos:
  - El Arado
  - Rincón Arriba
  - San Juan Talpetate
  
- San Juan Tapalapa, con los caseríos:
  - Corralitos
  - El Chan
  - El Retablo
  - Ojo de Agua
  - Plan Grande
  - Salitre Grande
  - Pocitos de Tapalapa
  - La Montañita
  - La Puertecita
  - Piedra Nanacha
  - Santa Bárbara
  
- Parajes con los caseríos:
  - Barranco Colorado
  - El Izotal
  - El Tule Grande
  - Caparrosa
  - El Cuxal
  - El Pedrerito
  - El Pedreron
  - La Cueva
  - La Danta

- El Chorro del Retablo
- El Salitre
- La Joyona

La economía se basa en la agricultura de productos como: maíz, frijol, papas, caña de azúcar y café; y sus habitantes se dedican a la producción artesanal de: panela, tejido de algodón, cesterías, candelas, cueros y tejas de barro.

Figura 1. **Mapa de la República de Guatemala**



Fuente: mapa de Guatemala dividido en cada uno de sus 22 departamentos.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n\\_territorial\\_de\\_Guatemala](https://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n_territorial_de_Guatemala). Consulta Febrero 2018.



### **1.1.2. Localización**

El municipio de Casillas se ubica en la región IV o Región sur-oriente, a una distancia de 81 kilómetros de la ciudad capital y a 39 de la cabecera departamental, colinda al norte con San Rafael Las Flores, al este con Jalapa y Jutiapa, al sur con Nueva Santa Rosa, al oeste con Nueva Santa Rosa y Santa Rosa de Lima.

### **1.1.3. Clima.**

La temperatura oscila entre 18 y 19 grados centígrados, la altura máxima sobre el nivel del mar es de 4 000 pies y mínima de 3 279. El clima del municipio es templado, varía en los meses de noviembre a marzo de cada año, durante los cuales soplan vientos fuertes.

La estación meteorológica más cercana al municipio de Casillas es la de Los Esclavos, Cuilapa, Santa Rosa.

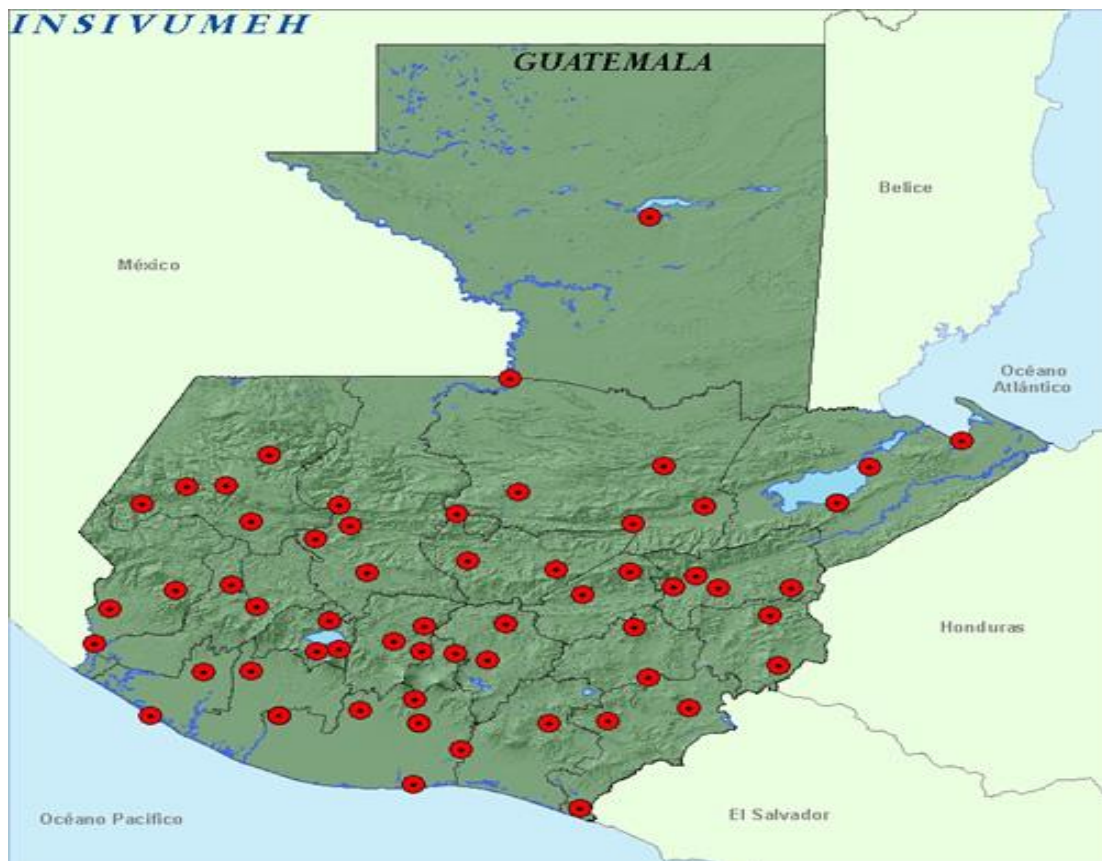
Figura 2: Mapa de la ubicaciones de las estaciones meteorológicas



**INSIVUMEH**

**Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología  
Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda  
GUATEMALA C.A.**

**ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN GUATEMALA.**



Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

De acuerdo al INSIVUMEH los datos obtenidos son:

Tabla I. **ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS, CUILAPA SANTA ROSA DATOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA PROMEDIO EN GRADOS CENTÍGRADOS °C**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>1990</b>	24	24.2	25.3	25.9	25.1	24.6	24.7	24.9	24.4	24.3	23.9	22.3	<b>24.5</b>
<b>1991</b>	22.6	22.2	24.3	25.7	24.2	24.5	24.3	23.7	23.4	22.4	22.5	22.3	<b>23.5</b>
<b>1992</b>	23.1	23.3	24.9	26.1	25.9	24.9	24.6	24.5	23.9	24.2	24.2	24.6	<b>24.5</b>
<b>1993</b>	24.1	25	25.6	26.2	25.6	24.5	25.4	24.6	23.3	23.9	24.1	23.6	<b>24.7</b>
<b>1994</b>	23.6	23.9	25.6	25.9	25.1	24.3	25	24.1	24.5	24.2	24.5	25	<b>24.6</b>
<b>1995</b>	---	24.2	24.8	25.2	25.2	24.6	24.6	24.2	24.1	24.6	24.6	24.1	<b>24.6</b>
<b>1996</b>	23.1	24.1	24.8	25.5	24.5	24.7	24.5	24.5	24.3	24.1	24.2	23.1	<b>24.3</b>
<b>1997</b>	23	24.3	25.1	25.5	25.8	24.6	26	25.7	24	23.4	24.4	23.2	<b>24.6</b>
<b>1998</b>	24.1	23.2	25.6	27.7	26.4	25.4	24.6	24.6	24.6	22.9	22.9	29	<b>25.1</b>
<b>1999</b>	23.7	23.7	24.8	25.9	25.2	24.6	23.1	23.7	23	23.5	23.6	22.8	<b>24</b>
<b>2000</b>	23.4	23.5	25	28.7	24.6	24.5	25.2	25.2	23.9	24.4	24.5	26.3	<b>24.9</b>
<b>2001</b>	23.3	24.5	24.8	26.2	25.2	25.4	24.9	24.4	24.7	24.7	24.3	24.3	<b>24.7</b>
<b>2002</b>	24.8	24.6	25.7	25.4	25.6	25.1	25.4	25.6	22.9	24.5	24.1	24	<b>24.8</b>
<b>2003</b>	22.7	24.6	25.6	26.5	25.5	24.5	25	25	24.3	24.4	24.4	---	<b>24.8</b>
<b>2004</b>	23.9	24.7	26.3	26.3	25.9	24.8	24.3	24.8	24.1	24.4	---	---	<b>25</b>
<b>2005</b>	22.2	24.1	25.4	26.5	24.3	24.6	24.5	24.5	24.3	23.6	24.2	24.2	<b>24.4</b>
<b>2006</b>	24.7	24.3	25.4	25.7	25.1	24.2	24.7	25	23.8	24.2	23.4	24.3	<b>24.6</b>
<b>2007</b>	24.4	24.3	26.4	25.8	25.2	24.9	21.7	24.1	23.9	23.7	---	24	<b>24.4</b>
<b>2008</b>	23.6	24.2	25.2	25.5	25.7	24.4	24.2	24.2	24.1	23.6	23.9	23.5	<b>24.3</b>
<b>2009</b>	23.5	24	24.2	25.9	24.9	24.6	25.7	25.4	25.1	25	24.2	24.1	<b>24.7</b>
<b>2010</b>	23.4	25.2	26	26.4	25.2	24.7	24.3	23.1	23.5	24.4	24	22.9	<b>24.6</b>

Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

Tabla II. **ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS, CUILAPA SANTA ROSA**  
**PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MÁXIMA EN**  
**GRADOS CENTÍGRADOS °C**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>1990</b>	32.6	32.8	33.8	33.3	30.7	30.3	30.6	31.1	29.9	30.4	30.9	31.9	<b>31.5</b>
<b>1991</b>	32.8	33.3	33.7	33.2	31.5	30.1	31.4	31.1	30.6	29.5	31.1	31.2	<b>31.6</b>
<b>1992</b>	32.4	33	34.5	34.1	33.8	30.4	30.4	31	29.6	31.1	31.7	32.8	<b>32.1</b>
<b>1993</b>	33.1	34.1	34	33.7	32.2	29.9	31.5	30.9	28.7	29.9	31.9	32.9	<b>31.9</b>
<b>1994</b>	32.5	32.9	33.6	33.2	31.2	30.3	31.5	30.4	30.9	29.9	31	33.3	<b>31.7</b>
<b>1995</b>	---	33.5	33.1	32.3	31.5	29	30.3	29.2	29.8	30	32.8	32.8	<b>31.3</b>
<b>1996</b>	31.8	32.7	32.9	32.6	30.1	30.2	29.9	30.2	29.8	29.9	30.8	31.5	<b>31</b>
<b>1997</b>	31.5	32.2	32.7	32.5	32.4	30	31	32.1	28.9	29.9	30.6	30.5	<b>31.2</b>
<b>1998</b>	32.2	32.3	33.4	32.7	33	30.9	30	30.2	28.4	28.9	28.8	32	<b>31.1</b>
<b>1999</b>	32	32.2	33.1	33.5	31.4	28.9	30.8	30	28	28.9	30.5	30.4	<b>30.8</b>
<b>2000</b>	31.9	32.2	33.2	31.2	30.5	30.1	31.3	30.8	29.1	30.8	31.4	31.1	<b>31.1</b>
<b>2001</b>	32	32.6	31.4	33.8	31	30.9	30.4	30.4	29.4	30.9	31.6	32.9	<b>31.4</b>
<b>2002</b>	32.4	33.6	33.5	34.2	32.3	29	31	31.6	29	30.2	30.8	34	<b>31.8</b>
<b>2003</b>	32	31.4	35.5	33.1	31.9	29	31.5	30	29.2	29.5	30.9	---	<b>31.3</b>
<b>2004</b>	31.4	34.5	33.7	33	30.5	30	11.2	29.7	29.1	29.5	---	---	<b>29.3</b>
<b>2005</b>	30.4	32.6	31.9	33.5	30.2	29.1	29.7	29.7	29.5	28.1	31.2	32.3	<b>30.7</b>
<b>2006</b>	32.2	32.6	32.5	32.6	30	29	30	30.3	29.1	29.4	29.6	31.3	<b>30.7</b>
<b>2007</b>	32.5	32.4	33.3	32	30.9	29.7	29.8	28.6	28.8	28	31.8	32.2	<b>30.8</b>
<b>2008</b>	31.6	31.4	31.8	31	29.9	29.2	29.2	34.2	29.3	28.4	30.9	31.8	<b>30.7</b>
<b>2009</b>	31.9	31.7	31.8	32.6	30.1	29.2	31.3	31.2	30.6	30.7	30.6	31.2	<b>31.1</b>
<b>2010</b>	31.6	32.8	33.7	32.9	30.7	29.3	29.2	28.8	27.8	29.8	31.1	32.4	<b>30.7</b>

Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

Tabla III. ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS, CUILAPA SANTA ROSA  
 PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MÍNIMA EN °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	14.2	15.5	16	18.3	19.9	19.4	18.4	18.7	18.8	17.8	17.2	14.7	17.4
1991	14.9	13.6	16.4	19.3	19.7	19.5	18.3	18.6	18.7	18.3	15.8	14.8	17.3
1992	14.6	15	16.9	18.2	18.9	20	18.6	18.2	18.7	17.7	17	15.2	17.4
1993	13.8	13.6	15.9	19.1	20.1	19.7	18.9	19.2	19.2	18.9	16.4	14.6	17.5
1994	14.7	14.7	16.5	18	19.9	18.9	18.8	19.5	19.8	19.6	18.3	15.8	17.9
1995	---	14	15	18.4	18.9	19.4	19	19.7	19.2	18.5	16.6	16	17.7
1996	13.1	14.4	15.2	18.8	19.5	19.6	19.2	18.8	18.7	18.8	17.7	14.3	17.3
1997	14.9	16.1	18.4	19.5	20.5	20	21	20.9	20.8	19.9	19.6	16.4	19
1998	16.8	16.2	18.3	20.9	21.1	21.1	20	20.8	20.3	20.6	18	15.5	19.1
1999	15	14.9	17.6	20.3	21.3	21	22.6	20.9	20.5	20.1	18.5	14.4	18.9
2000	13.8	14.7	17.6	19.6	20.7	20.6	20.5	21.7	23.3	20.3	18.5	15.4	18.9
2001	15	16.5	17.7	---	21.2	20.7	20.7	21.6	20.4	19.2	18.2	15.3	18.8
2002	15.2	14.3	18.7	16.7	21.9	21.6	20.6	20.7	20.9	20.5	17.7	16	18.7
2003	12.5	13	15	20.5	22.7	21.3	20.3	21	21	20.7	19	---	18.8
2004	16.8	14	19.6	20.1	20.6	21.3	16.5	20.5	20.6	20.5	---	---	19.1
2005	13.7	15.2	20	21	21.6	21.7	21.2	21.2	21	20.3	17.5	16.6	19.3
2006	16.2	16.1	17.9	19.7	20.5	19.9	20	20.7	20.2	21	18.1	17.8	19
2007	16.5	16.6	18.1	20.6	20.8	21.2	21	20.7	20.5	20.2	17.4	15.5	19.1
2008	16.2	16.8	19.1	20	22.1	20.8	---	---	20.4	20.7	16.9	15.3	18.8
2009	15.2	15.6	16.3	19.9	21.8	21.4	20.9	21	20.9	21.1	18.8	17	19.2
2010	15.6	17.8	19.2	21.6	21.8	21.8	21.1	21.1	21.1	19.6	17.6	13.9	19.8

Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

Tabla IV. **ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS, CUILAPA SANTA ROSA**  
**PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MÁXIMA**  
**ABSOLUTA EN GRADOS CENTÍGRADOS °C**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>1990</b>	35.2	35.2	35.8	35.5	32.6	32.6	32	33.2	32.2	32.2	33.2	34.4	<b>35.8</b>
<b>1991</b>	34.5	34.6	36.4	35	33.5	32.8	33.3	32.6	32.6	31.5	33.4	32.8	<b>36.4</b>
<b>1992</b>	34.4	36	37.2	37.6	36.5	33	31.8	32.5	32.5	32.8	34.2	33.8	<b>37.6</b>
<b>1993</b>	37	35.8	36.6	35.4	34.8	33.8	34.2	33.4	32.6	32.4	33.8	34.8	<b>37</b>
<b>1994</b>	34	35.2	35.4	36.2	33.8	32.4	33	32.4	33	32.4	33.2	34	<b>36.2</b>
<b>1995</b>	---	35.5	35.5	34	33	31.5	33	31	32	31.5	34.5	36	<b>36</b>
<b>1996</b>	34	34	34.5	36.5	33.5	31.5	32	32.5	32	32.5	33	32.5	<b>36.5</b>
<b>1997</b>	33.5	34.5	35	34.5	35	32.5	34.5	34	31.5	35	34	32.5	<b>35</b>
<b>1998</b>	34	35.5	35.5	35.5	36.5	33.5	32	32.5	31	32.5	32	33.5	<b>36.5</b>
<b>1999</b>	34	34.5	35	35	33.5	32	33.5	32.6	32	30.5	32	33.5	<b>35</b>
<b>2000</b>	34.5	33.5	35	36.5	33.5	31.5	32.4	33.5	31	34	34	33.5	<b>36.5</b>
<b>2001</b>	33.5	35	35.5	36	35	34.5	33	34	31	33.5	34.5	35	<b>36</b>
<b>2002</b>	34	35.5	37	36	36.5	34	33	34	31.5	32.5	34	34	<b>37</b>
<b>2003</b>	34	34.5	32.3	35.5	34	31	32	32	30.5	31.5	33.5	---	<b>35.5</b>
<b>2004</b>	34.5	32.6	36	35.5	34.5	32.5	32	32	32	30.5	---	---	<b>36</b>
<b>2005</b>	33.5	34	34.5	36.5	34	31	33	33	33	32	34	31.1	<b>36.5</b>
<b>2006</b>	35	35	35.5	34.5	33.5	33.5	33	33	31.5	33	32.5	33.5	<b>35.5</b>
<b>2007</b>	34	34.5	35.6	34	33	32.6	32	32.4	32	31	---	35.5	<b>35.6</b>
<b>2008</b>	34	33	34.5	35	34	28.1	31.6	31.6	31.6	32	32.6	33.8	<b>35</b>
<b>2009</b>	33.6	34	33.6	35	31.6	31.6	34	33.6	32.6	32.6	33.6	33.6	<b>35</b>
<b>2010</b>	34	35	36	35.6	35.6	32	31.6	31.4	31	32.6	33.8	35	<b>36</b>

Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

Tabla V. **ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS, Cuilapa Santa Rosa**  
**PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MÍNIMA**  
**ABSOLUTA**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>1990</b>	11.6	12.5	13.0	15.0	17.0	18.0	16.0	17.3	17.0	12.8	12.1	11.4	<b>11.4</b>
<b>1991</b>	12.8	10.0	9.5	16.4	18.3	18.0	16.3	16.4	19.8	16.6	10.6	10.0	<b>9.5</b>
<b>1992</b>	12.2	12.4	14.0	16.5	13.5	17.5	17.4	17.0	16.5	14.5	15.5	11.5	<b>11.5</b>
<b>1993</b>	6.0	7.5	9.5	15.5	18.0	18.8	16.8	17.6	17.5	17.0	13.4	13.2	<b>6.0</b>
<b>1994</b>	12.4	11.5	11.2	15.5	15.0	15.5	17.0	18.0	16.8	16.8	15.5	14.0	<b>11.2</b>
<b>1995</b>	---	10.5	11.0	15.5	17.5	17.5	18.0	18.0	17.5	15.0	14.5	12.5	<b>10.5</b>
<b>1996</b>	7.5	7.5	9.5	16.0	18.0	17.5	17.5	16.0	17.5	16.0	16.0	13.0	<b>7.5</b>
<b>1997</b>	11.5	14.0	14.5	17.0	16.5	19.0	18.5	19.5	19.5	19.0	17.5	11.4	<b>11.4</b>
<b>1998</b>	15.0	12.0	13.5	18.0	18.5	20.0	18.5	19.0	19.0	19.5	14.5	12.5	<b>12.0</b>
<b>1999</b>	10.0	12.0	12.5	17.0	19.5	19.0	18.5	19.0	19.0	15.5	14.0	8.5	<b>8.5</b>
<b>2000</b>	11.0	11.5	13.0	17.0	19.0	18.5	20.5	18.0	19.0	17.0	15.0	11.0	<b>11.0</b>
<b>2001</b>	10.5	14.0	14.0	---	19.0	19.0	18.5	19.5	22.0	18.0	15.5	14.0	<b>10.5</b>
<b>2002</b>	10.0	15.6	16.0	18.0	20.5	20.0	18.5	19.5	19.0	18.0	12.5	14.0	<b>10.0</b>
<b>2003</b>	12.5	13.0	18.9	16.0	20.0	20.0	18.0	19.0	19.0	18.5	15.0	---	<b>12.5</b>
<b>2004</b>	12.0	16.6	15.0	16.0	20.0	19.5	18.5	19.0	19.5	18.0	---	---	<b>12.0</b>
<b>2005</b>	9.5	11.5	18.0	17.5	19.0	20.5	20.0	20.0	19.0	16.5	12.0	12.5	<b>9.5</b>
<b>2006</b>	12.5	11.0	14.0	15.5	18.5	18.5	18.5	19.5	19.0	18.5	10.0	13.0	<b>10.0</b>
<b>2007</b>	13.5	15.0	16.0	19.0	17.0	20.5	18.5	18.0	19.0	16.0	---	12.6	<b>12.6</b>
<b>2008</b>	12.5	13.0	16.0	17.5	20.6	21.2	17.8	19.0	19.0	17.0	13.0	12.4	<b>12.4</b>
<b>2009</b>	12.4	10.6	10.2	17.8	18.6	19.8	19.4	19.0	19.6	18.6	14.2	13.4	<b>10.2</b>
<b>2010</b>	11.2	14.8	13.8	17.8	19.4	20.4	19.8	20.0	20.2	16.8	15.0	9.8	<b>9.8</b>
<b>2011</b>	13.0	14.0											<b>13.0</b>

Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

Tabla VI. ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS lluvia en mm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1980	6.6	0.0	0.0	33.8	142.3	323.6	245.4	283.3	373.5	148.7	22.0	0.5	1579.7
1981	0.0	7.1	22.6	50.4	160.6	489.6	378.8	176.8	370.1	312.9	1.0	4.7	1974.6
1982	0.8	29.5	0.0	34.7	184.5	424.2	139.8	91.3	481.3	331.2	88.8	14.0	1820.1
1983	0.2	20.5	19.3	17.7	43.9	378.3	98.1	318.4	362.8	303.9	35.6	15.7	1614.4
1984	0.0	15.4	5.0	11.0	510.0	364.0	323.9	248.6	333.3	143.6	19.5	0.0	1974.3
1985	0.0	0.0	4.7	108.2	202.9	310.2	221.8	362.9	277.9	122.6	67.4	6.0	1684.6
1986	3.4	1.3	0.0	72.7	105.9	229.2	235.3	178.8	235.5	193.6	21.4	0.0	1277.1
1987	3.4	0.0	29.2	107.9	22.5	283.4	375.5	299.4	300.5	122.1	0.7	4.9	1549.5
1988	1.9	2.2	18.9	8.5	128.8	421.3	338.5	538.9	451.4	212.3	32.3	3.5	2158.5
1989	0.0	0.0	15.2	69.2	131.0	242.6	382.3	303.1	558.5	167.4	28.2	28.2	1925.7
1990	0.6	14.0	0.2	51.4	248.2	331.2	144.2	273.7	293.3	149.1	128.0	0.0	1633.9
1991	0.0	2.1	0.0	48.2	159.9	91.1	91.1	198.7	310.1	353.9	43.4	101.0	1399.5
1992	0.0	0.6	45.4	14.5	40.6	366.2	211.8	317.4	311.2	215.4	59.2	0.0	1582.3
1993	9.1	0.0	27.1	49.5	221.5	316.8	185.1	295.3	368.3	160.7	0.0	0.0	1633.4
1994	0.0	0.0	0.0	38.4	307.4	239.8	110.9	297.0	268.4	203.3	60.0	0.0	1525.2
1995	0.0	0.0	2.0	71.2	120.0	417.7	316.2	476.4	435.6	194.5	12.5	27.5	2073.6
1996	0.0	13.0	2.0	67.5	374.5	313.0	318.5	227.0	468.4	248.1	60.0	0.0	2092
1997	0.0	3.5	14.5	84.5	119.0	338.4	157.6	145.9	369.3	95.5	149.0	0.0	1477.2
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	87.5	271.5	253.5	410.5	211.5	465.8	235.7	0.0	1936
1999	0.0	9.0	13.0	29.0	195.8	311.7	106.1	285.2	459.8	294.5	11.5	0.0	1715.6
2000	0.0	0.0	0.0	29.0	215.0	293.5	0.0	310.5	258.5	112.5	26.5	0.0	1245.5
2001	0.0	0.0	1.5	35.5	247.0	198.0	339.6	156.5	295.5	122.0	0.0	19.0	1414.6
2002	0.0	1.0	0.0	9.5	224.5	242.0	153.0	117.0	200.7	228.5	26.5	14.5	1217.2
2003	0.0	2.0	16.5	50.0	329.5	320.0	206.7	237.0	357.7	194.0	48.0	5.0	1766.4
2004	0.5	0.0	0.0	66.0	357.5	184.2	190.2	206.5	439.1	187.7	7.9	2.6	1642.2
2005	0.0	0.0	60.5	18.3	215.9	410.2	250.9	257.7	396.0	407.9	10.2	0.0	2027.6
2006	0.0	1.6	0.2	20.0	157.9	376.4	340.7	194.8	318.4	300.7	162.4	3.0	1876.1
2007	0.0	0.0	0.0	155.5	161.7	291.3	241.7	403.2	491.5	322.9	23.0	0.0	2090.8
2008	---	23.2	0.0	35.8	102.5	---	362.2	279.5	319.9	234.3	0.0	5.1	1362.5
2009	1.2	5.8	0.7	48.0	349.9	380.7	192.1	155.5	287.1	134.1	103.8	18.8	1677.7
2010	0.0	0.6	9.9	135.8	498.6	432.0	513.9	556.8	---	---	---	---	2147.6



Tabla VII. ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS, Cuilapa Santa Rosa  
ACUMULADOS MENSUALES Y ANUALES DE DÍAS DE LLUVA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	1	1	1	11	28	25	19	22	25	15	4	0	152
1991	0	1	0	4	17	24	13	15	18	24	9	2	127
1992	0	1	3	6	8	24	20	18	20	16	13	0	129
1993	2	0	4	9	20	22	14	20	24	17	0	0	132
1994	0	0	0	4	19	20	10	23	17	20	9	---	122
1995	---	0	1	5	8	19	18	27	27	18	3	5	131
1996	0	0	2	10	23	20	21	19	25	15	7	0	142
1997	0	1	3	3	12	19	10	14	21	14	11	0	108
1998	0	0	0	0	6	14	18	19	18	24	6	0	105
1999	0	1	3	5	12	25	11	20	25	18	2	0	122
2000	0	0	0	2	21	14	---	15	23	11	5	0	91
2001	0	---	2	5	17	9	19	19	19	9	---	2	101
2002	0	1	0	2	15	19	16	12	19	22	7	1	114
2003	0	1	3	5	20	28	15	20	26	20	6	---	144
2004	1	1	2	2	16	17	20	10	26	17	---	---	112
2005	0	0	3	4	20	23	14	24	21	19	2	0	130
2006	0	---	1	6	19	28	19	19	25	20	11	3	151
2007	0	0	---	10	12	19	19	19	26	22	---	0	127
2008	---	5	0	6	14	22	20	22	22	20	0	1	132
2009	1	2	1	5	20	27	16	12	24	13	6	3	130
2010	0	1	2	14	20	20	30	31	24	13	2	0	157
2011	0	5											

Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

Tabla VIII. ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS, Cuilapa Santa Rosa  
**PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE NUBOSIDAD EN OCTAS**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>1990</b>	2	3	3	5	6	6	5	6	7	5	6	3	<b>5</b>
<b>1991</b>	3	1	2	5	6	6	5	---	---	6	4	3	<b>4</b>
<b>1992</b>	2	3	3	5	6	7	6	5	6	5	5	4	<b>5</b>
<b>1993</b>	5	3	5	6	5	6	5	5	6	6	3	2	<b>5</b>
<b>1994</b>	2	3	2	4	6	6	5	6	5	5	4	4	<b>4</b>
<b>1995</b>	0	2	2	5	4	4	3	4	4	4	3	3	<b>3</b>
<b>1996</b>	2	2	2	3	3	3	2	3	4	3	3	2	<b>3</b>
<b>1997</b>	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3	5	2	<b>2</b>
<b>1998</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	<b>2</b>
<b>1999</b>	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	<b>1</b>
<b>2000</b>	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	<b>3</b>
<b>2001</b>	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	<b>2</b>
<b>2002</b>	2	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	<b>3</b>
<b>2003</b>	4	4	4	4	4	4	4	8	4	4	5	---	<b>4</b>
<b>2004</b>	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	---	---	<b>5</b>
<b>2005</b>	3	3	5	3	5	5	5	5	5	4	5	5	<b>4</b>
<b>2006</b>	5	4	5	6	6	5	5	5	5	5	4	5	<b>5</b>
<b>2007</b>	4	4	6	4	4	5	6	5	6	4	---	4	<b>5</b>
<b>2008</b>	4	5	---	5	4	6	6	5	5	6	5	5	<b>5</b>
<b>2009</b>	5	5	5	5	6	5	6	6	7	6	5	3	<b>5</b>
<b>2010</b>	4	6	5	5	5	6	6	6	5	6	5	3	<b>5</b>
<b>2011</b>	4	6											

Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

Tabla IX. **ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS, Cuilapa Santa Rosa PROMEDIO MENSUALES Y ANUALES DE HUMEDAD RELATIVA EN PORCENTAJE (%)**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>1990</b>	68	60	63	57	83	84	74	79	81	82	77	80	<b>74</b>
<b>1991</b>	79	72	74	78	87	90	85	86	89	92	77	76	<b>82</b>
<b>1992</b>	76	73	74	74	77	85	83	82	85	83	80	76	<b>79</b>
<b>1993</b>	72	65	64	73	79	85	80	83	89	86	78	74	<b>77</b>
<b>1994</b>	67	65	64	74	83	85	79	86	87	85	83	72	<b>78</b>
<b>1995</b>	---	64	63	73	87	91	86	93	93	92	87	84	<b>83</b>
<b>1996</b>	79	76	76	78	87	88	87	86	87	87	77	74	<b>82</b>
<b>1997</b>	74	65	69	74	76	85	78	77	86	84	81	76	<b>77</b>
<b>1998</b>	75	72	65	70	73	82	83	85	86	85	79	70	<b>77</b>
<b>1999</b>	67	82	67	69	78	83	63	93	88	90	79	80	<b>78</b>
<b>2000</b>	79	72	63	61	82	86	85	84	89	56	57	50	<b>72</b>
<b>2001</b>	50	47	---	52	60	61	56	58	90	92	89	88	<b>68</b>
<b>2002</b>	88	87	87	88	93	94	92	95	95	94	91	90	<b>91</b>
<b>2003</b>	89	89	90	88	92	93	93	92	97	94	91	---	<b>92</b>
<b>2004</b>	92	93	93	92	93	94	93	94	94	95	---	---	<b>93</b>
<b>2005</b>	94	90	90	89	92	93	92	92	88	93	90	87	<b>91</b>
<b>2006</b>	83	81	78	81	85	89	90	92	92	92	89	87	<b>87</b>
<b>2007</b>	83	79	62	73	79	84	83	86	85	84	---	81	<b>80</b>
<b>2008</b>	75	68	77	79	80	84	85	85	87	84	77	77	<b>80</b>
<b>2009</b>	72	67	67	70	81	82	82	85	85	85	81	81	<b>78</b>
<b>2010</b>	74	75	76	76	82	84	84	87	91	80	77	74	<b>80</b>
<b>2011</b>	70	72											

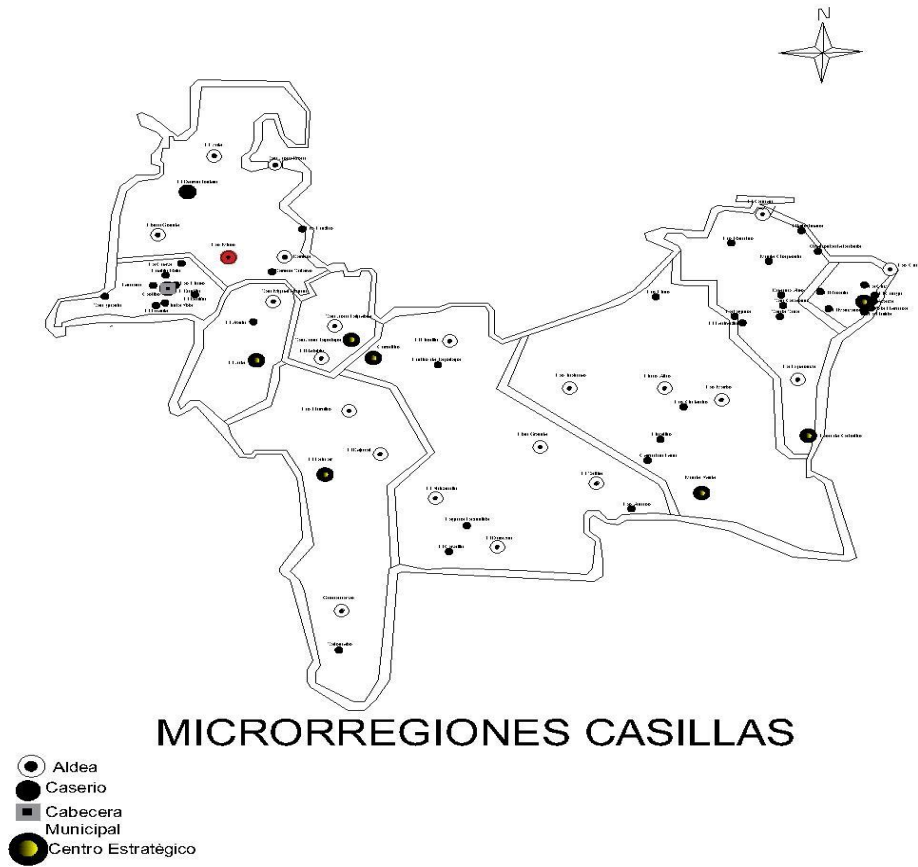
Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

**Tabla X. ESTACIÓN: LOS ESCLAVOS, Cuilapa Santa Rosa PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO EN KILÓMETROS POR HORA**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>1990</b>	3.3	3.4	3.0	2.8	2.6	2.6	2.6	2.8	2.6	2.6	2.6	3.3	<b>2.9</b>
<b>1991</b>	3.1	3.6	3.0	2.7	2.9	2.6	2.9	2.9	2.6	2.4	2.5	3.2	<b>2.9</b>
<b>1992</b>	3.4	3.3	3.3	3.1	2.7	2.6	2.8	2.7	2.1	2.3	1.9	1.9	<b>2.7</b>
<b>1993</b>	2.6	2.3	2.5	2.0	2.2	1.3	1.0	1.0	1.0	1.3	2.0	2.1	<b>1.8</b>
<b>1994</b>	2.0	3.9	3.4	3.2	2.6	2.9	2.9	2.8	2.5	2.3	2.1	---	<b>2.8</b>
<b>1995</b>	---	1.0	2.7	2.6	3.0	2.8	3.1	4.0	4.0	1.8	2.1	1.4	<b>2.6</b>
<b>1996</b>	2.1	2.5	2.5	3.6	2.9	3.0	2.4	2.9	3.6	3.6	2.3	2.5	<b>2.8</b>
<b>1997</b>	2.0	2.0	2.1	1.7	1.3	1.4	1.8	1.7	1.3	1.3	2.5	1.8	<b>1.7</b>
<b>1998</b>	1.6	2.0	2.0	1.5	1.7	1.6	1.5	1.8	2.6	1.8	1.4	1.8	<b>1.8</b>
<b>1999</b>	2.0	3.6	3.3	3.0	2.7	2.4	1.6	2.0	1.2	1.6	2.3	2.9	<b>2.4</b>
<b>2000</b>	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	1.7	2.0	1.6	2.2	2.0	2.0	4.1	<b>1.9</b>
<b>2001</b>	2.5	3.5	---	3.2	2.5	2.9	2.6	2.4	2.2	1.8	2.1	2.8	<b>2.6</b>
<b>2002</b>	3.7	3.0	3.6	2.6	3.0	2.4	2.9	3.0	3.0	3.0	2.3	3.0	<b>3.0</b>
<b>2003</b>	3.0	3.0	3.8	3.1	2.2	2.0	2.5	2.5	2.4	2.0	2.2	---	<b>2.6</b>
<b>2004</b>	2.8	3.2	3.2	5.1	3.7	2.3	2.2	2.2	2.5	1.8	---	---	<b>2.9</b>
<b>2005</b>	4.2	3.2	2.8	2.8	2.4	2.0	2.3	2.3	2.3	1.7	2.3	2.5	<b>2.6</b>
<b>2006</b>	2.7	4.2	4.4	2.8	2.3	2.1	2.3	2.4	2.2	1.8	2.0	2.2	<b>2.6</b>
<b>2007</b>	2.9	3.2	3.0	2.5	2.1	2.0	2.2	1.7	3.1	1.4	---	2.4	<b>2.4</b>
<b>2008</b>	3.0	2.7	2.7	2.4	2.0	2.0	2.0	2.4	2.0	1.5	1.8	2.2	<b>2.2</b>
<b>2009</b>	2.9	4.0	3.2	3.0	2.7	2.5	2.3	2.3	2.3	2.5	2.2	2.5	<b>2.7</b>
<b>2010</b>	2.8	2.3	2.4	2.4	3.0	2.5	2.3	2.4	2.3	2.2	2.3	2.5	<b>2.5</b>
<b>2011</b>	2.8	2.6											

Fuente: estaciones meteorológicas en Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESTACIONES%20SANTA%20ROSA.htm>. Consulta: Febrero 2 018.

Figura 3. **Mapa del municipio de Casillas, Santa Rosa.**



FUENTE: PlandedesarrolloCasillas,Santa,Rosa.[www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca.../55-santa-rosa?...129...casillas](http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca.../55-santa-rosa?...129...casillas). Consulta: abril 2017.

#### 1.1.4. Población

La población del municipio de Casillas, según el último censo en el año 2002 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), es de 20,400 habitantes distribuidos de la siguiente forma.

Urbana	5 987	habitantes
Rural	14 413	habitantes
Hombres	10 129	habitantes
Mujeres	10 271	habitantes

#### 1.1.5 Hidrología

El municipio de Casillas está localizado por los principales ríos: El Congo, El Chorro, Los Esclavos, Monte Verde, San Antonio, San Juan, Tapalapa y Tempisque.

Los riachuelos: El León, Las Minas, y Santa María

La laguna de Ayarza.

Y cuarenta y nueve quebradas, entre ellas: Agua Zarca, Barranco Colorado, Bejucal, Don Juan, Palojote, etc.

### **1.1.6 Extensión territorial**

Según el Instituto Geográfico Nacional (IGN) el municipio tiene una extensión territorial de 185km<sup>2</sup>, mientras que el Instituto Nacional de Estadística (INE) le atribuye una extensión de 204,7 km<sup>2</sup>. De acuerdo a datos de INE, Casillas abarcaría el 6 % del área total del departamento de Santa Rosa.

### **1.1.7 Costumbres y tradiciones**

Celebra su fiesta titular el 12 al 16 de enero, en honor a Cristo Negro, se celebran eventos sociales, culturales, deportivos, exposición ganaderas y juegos pirotécnicos.

También el 21 de junio se conmemora al Sagrado Corazón de Jesús.

### **1.1.8. Idiomas**

El idioma, al igual que el resto del departamento es monolingüe, y se habla el español.

### **1.1.9. Centros turísticos.**

Cuenta con uno de los recursos potenciales, como la laguna de Ayarza, misma que se constituye una zona casi virgen para este efecto.

## **1.1.10 Aspectos de infraestructura**

### **1.1.10.1. Vías de acceso**

Para acceder a la cabecera municipal de Casillas, puede tomarse la ruta departamental, Santa Rosa 3-N en dirección suroeste, 9km a la cabecera municipio de Nueva Santa Rosa. De allí rumbo oeste-suroeste son 20 km., a la cabecera municipal de Barberena en el entronque con la carretera CA-1, asfaltada.

### **1.1.10.2. Servicios públicos**

Los servicios con que cuenta son:

#### **a. Salud**

- Centro de salud tipo B, el cual fue fortalecido en el año 2,009 con la implementación funcional del Centro de Recuperación Nutricional, a mediano plazo deberá considerarse elevar la categoría del Centro de Salud a Centro de Atención Permanente, con atención calificada de parto y atención a las víctimas de violencia intrafamiliar y de género.
- Puestos de Salud Fortalecidos, ubicados en la Aldea Ayarza, Tapalapa y El Jute.
- 1 Puesto de Salud convencional, en la Aldea Guacamayas.
- 1 Puesto de Salud sin atención en Aldea Esperanza.
- Centros de convergencia, Pinos Altos y El Carmen que tiene su infraestructura, pero requieren de personal permanente para atender la comunidad.
- No se cuenta con servicios del IGSS, para lo cual los afiliados tienen que ir a la cabecera departamental.



- Existen 3 farmacias, 1 clínica médica particular, siendo escasa la oferta de servicios privados de la salud en el municipio, en relación con otros municipios del departamento (MSPAS 2008).

b. Seguridad alimentaria.

Desnutrición:

Según el III Censo Nacional de Talla en escolares de primer grado de educación primaria el sector oficial (MINEDUC- SESAN 2008), el 22,5 % de los escolares del municipio de Casillas se encuentra con retardo en talla, lo que indica un grado de desnutrición crónica.

Habiendo un 18,9 % con retardo moderado y 3,5 % con retardo severo, calificando al municipio con categoría de vulnerabilidad baja.

Servicios nutricionales:

Casillas cuenta con un Centro de Recuperación Nutricional que funciona las 24 horas del día con servicio de internamiento. Se encuentra organizada la Comisión Municipal de Seguridad Alimentaria y Nutricional (COMUSAN), la cual está integrada por los presidentes de los COCODES, y presidida por el Alcalde Municipal. También se cuenta con el programa de bolsa solidaria promovida por el MAGA.

C. Educación.

Analfabetismo:

De acuerdo al censo 2002, el 35,58 % de la población mayor de 7 años de Casillas nos sabían leer ni escribir, habiendo un 36,7 % de analfabetismo entre hombres y un 34,49 % entre mujeres.

Niveles de escolaridad.

Según el censo 2002, de los 16 023 habitantes del municipio mayores de 17 años más del 35 % jamás había ido a la escuela y solo el 7 % había cursado algún grado del ciclo básico o más.

#### Red de servicios educativos.

Durante los últimos 10 años se han incrementado los servicios educativos, sobre todo en el ciclo de educación primaria y preprimaria, de manera que hay establecimientos educativos en casi todas las comunidades del municipio.

#### d. Servicios básicos y viviendas.

##### Servicio de agua.

En el municipio de Casillas, el 21,1 % de viviendas no cuentan con accesos a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable (INE 2002). Tomando en cuenta que la meta del municipio en materia de agua es aumentar de 73,9 % (1994) a 87 % (2015) el porcentaje de viviendas con acceso a mejores fuentes de agua, hay un déficit de 322 servicios de agua por instalar en los próximos 5 años.

##### Servicios sanitarios.

En el municipio aproximadamente el 72 % de viviendas cuenta con algún tipo de servicio sanitario y tan solo el 32,8 % tienen acceso a servicio de saneamiento mejorado (conectados a una red de drenaje, a una fosa séptica o con excusado lavable) (INE 2002).

##### Recolección de desechos sólidos.

La recolección y transporte de los residuos sólidos en el municipio están concesionados a una empresa privada, quien cobra una cuota de Q 20,00 mensuales por hogar, teniendo 140 hogares que hacen uso del servicio (SEGEPLAN 2009).

Rastro municipal.

En el municipio no existe rastro municipal

Cementerio.

Existe cementerio municipal y está ubicado en el casco urbano, cuenta con un encargado para dar mantenimiento al mismo, el cobro por título de cementerio es de Q 50,00 por metro cuadrado, por construcción de nicho Q 10,00 y por nicho adicional Q 5,00, impuesto por sepultura Q 4,00, todos estos arbitrios se pagan en la tesorería municipal.

Condiciones de viviendas.

Casillas cuenta con 4 027 viviendas, de los cuales el 99 % se constituye en viviendas formales. 3 680 de las mismas son de tenencia propia. En materia de vivienda y ordenamiento territorial, un 29 % de las viviendas tienen piso de tierra, lo que es un índice de carencia de vivienda digna.

Energía eléctrica.

De las viviendas del municipio, el 74 % cuentan con este servicio, por lo que se deduce que la población no cubierta utiliza otro tipo de recurso, tales como: candelas, gas, etc. En materia de electrificación se calcula que un 26 % de hogares no tienen acceso a este servicio, siendo más grande la necesidad de introducción de energía eléctrica en las microrregiones: El Palmar, Corralitos y Monte Verde, aunque aún no se ha identificado demanda por parte de la población.

e. Seguridad ciudadana.

Fuerzas de seguridad.

En el municipio de Casillas se cuenta con dos subestaciones de la Policía Nacional Civil, conformada por 9 agentes en el casco urbano y 8 en la subestación de la aldea Ayarza,

f. Conclusión dimensión social.

La población del municipio de Casillas en su mayoría es mestiza y muy joven, residiendo la mayor parte de la población en el área rural, y encontrando las mayores concentraciones en el casco urbano y aldea Ayarza.

### **1.1.11 Aspectos socio-económicos**

#### **1.1.11.1. Origen de la comunidad**

Casillas, como un pueblo antiguo del estado de Guatemala, que repartieron para la administración de justicia por el sistema de jurados, conforme al decreto 27 de agosto de 1836, según Pineda Mont en su recopilación de leyes adscribiéndose sólo para tal fin al circuito de Cuajiniquilapa (Cuilapa).

Razonado de leyes de Alejandro Marure, el municipio fue suprimido con fecha 15 de julio de 1845 y se anexó al de Santa Rosa. Con el nombre de las Casillas, figura en el decreto del gobierno 8 de mayo de 1852, que creó el departamento de Santa Rosa. Casillas fue restablecido como municipio antes del mes de diciembre de 1904 y como se desprende del boletín de estadística, noviembre de 1913. No se ha encontrado a la fecha documentos oficiales de la época que se haga mención de su restablecimiento como municipio. Pero como tal, ya existía en 1880. El municipio fue fundado el 27 de agosto de 1836 (IGN 2000).

#### **1.1.11.2 Actividad económica**

En el potencial económico productivo el 16 % son cultivos anuales o temporales, 23 % son cultivos permanentes, 16 % pastos y el 33 % bosques.

El 54 % de la población se identifica como trabajadores no calificados, siendo la tercera tasa más alta del departamento (SEGEPLAN 2009d).

El 86 % población económica activa trabaja en el agro, siendo la producción más importante el cultivo de café y la forestaría (INE 2002).

En la industria y el comercio trabajan el 15 % sobre todo en las microrregiones del casco urbano y Ayarza (SEGEPLAN 2009).

La relación empleo-población es del 30,54 %, la proporción de la población económica activa que trabaja por cuenta propia es el 62,76 % por lo que no cuentan con prestaciones laborales ni seguro social.

#### **1.1.11.3 Etnia**

La población del municipio de casillas, se identifica en su mayoría como al grupo étnico no indígena con el 97,6 % de sus habitantes, equivalente a 17 982 personas, el resto constituye al grupo étnico diverso (monografía de Casillas, Santa Rosa).

#### **1.1.11.4 Religión**

La religión católica predomina en la mayoría de la población, por lo que su templo católico se ubica en el centro del pueblo

#### **1.1.11.5 Costumbres**

Por ser una población ladina, sigue los patrones propios de la cultura, tales como utilizar vestuarios occidental, entre otros.

#### **1.1.11.6 Alfabetismo**

De acuerdo al censo (2002), el 35,58 % de la población mayor de 7 años de Casillas no sabían leer ni escribir, habiendo un 36,7 % de analfabetismo entre hombres y un 34,49 % entre mujeres. En algunas comunidades, sobre todo de las micro regiones de: El Palmar, Corralitos, Paso de Caballos y Monte Verde el analfabetismo entre las mujeres está por arriba del 82 %, lo cual es uno de los grandes obstáculos para el desarrollo y progreso de estas comunidades.

### **1.2 Diagnósticos de las necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura de la cabecera municipal de Casillas.**

#### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

Las necesidades que se presenta son diferentes en cada comunidad de las aldeas, por lo que en el casco urbano las primordiales son.

- Mejoramiento del sistema de agua potable es necesario debido a que los habitantes no se abastecen de agua para cubrir sus necesidades, pues es muy importante que tengan siempre este servicio.
- Conservación sistema de agua potable y alcantarillado. Es muy importante darles el mantenimiento de la limpieza, para que los mismos tengan una larga durabilidad y que no surjan inconformidades, y así los habitantes siempre tenga una excelente calidad en sus servicios.
- Conservación del ecosistema, recolección de basura y saneamiento ambiental, es de mucha importancia que se de mantenimiento a las áreas de cunetas para evitar que el agua de lluvia no tenga problemas en

el desfogue para evitar problemas en el deterioro de las calles. En cuanto a la recolección de la basura es de mucha importancia para evitar basureros clandestinos y evitar que se generen contaminaciones y enfermedades. En cuanto al saneamiento ambiental es de mucha importancia en los municipios, porque contribuyen a un mejor manejo sanitario en el agua potable, aguas residuales, los residuos orgánicos como tal es el caso de las excretas, residuos alimenticios, solidos, para la reducción de los riesgos de la salud y prevención a las enfermedades.

### 1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades

La priorización de los proyectos se realizó de acuerdo a los criterios que la municipalidad y el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de Casillas determinaron, realizando para ello un estudio especificándolo de la siguiente manera.

Tabla II Necesidades del casco urbano de Casillas, Santa Rosa.

Mejoramiento sistema de agua potable con red de distribución	Casco urbano	Servicios básicos.
Conservación sistema de agua potable y alcantarillado	Casco urbano	Servicios básicos.
Conservación del ecosistema, recolección de basura y saneamiento ambiental	Casco urbano	Servicios ambientales

Fuete: Dirección de Planificación Municipal, Municipalidad de Casillas Santa Rosa. Plan Operativo Anual POA.

## **2. FASE DEL SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño de una red de distribución de agua potable para la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa.**

El diseño que se desarrolló tiene la finalidad de cubrir la necesidad, de abastecer a todos los usuarios en cantidad y calidad del agua potable.

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

El proyecto que se realizará consiste en el diseño de una red de distribución de agua potable por gravedad del casco urbano del municipio de Casillas. Las fuentes de agua son dos manantiales naturales, ubicados en la aldea Panalitos y un pozo que funciona con sistema de bombeo, ubicado en el cantón Los Limones, estos son los que abastecen a la cabecera municipal. El sistema propuesto está constituido por 8 800 metros de red de distribución con tubería PVC. Pues ya existen las obras de captación y los tanques para su distribución.

#### **2.1.2. Aforo, dotación y tipo de servicio**

El caudal de aforo es el volumen de agua por unidad de tiempo, que produce la fuente; en este caso, de acuerdo al aforo que se realizó en el tanque de distribución, el caudal es de 8,88 l/s, llenando las expectativas que se requieren para distribuir el agua de forma permanente, durante el periodo de diseño, que en este caso es de 22 años.

##### **2.1.2.1. Dotación y tipo de servicio**

Dotación es una cantidad de agua que se asigna a un habitante en un día en una población, en litros/habitantes/día; depende del clima, capacidad de la fuente y de la ubicación de la población, si es en área urbana o rural, de las actividades comerciales o industriales.



- Exclusivamente llena cántaros 15 a 40 lt/hab/día.
  - Servicio mixtas conexiones prediales y llena cántaro 60 a 90 lt /hab/día.
  - Conexiones prediales fuera de viviendas 60 a 120 lt/hab/día.
  - Conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por viviendas 90 a 170 lt/hab/día.
  - Pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo 20 lt/hab/día.
  - Servicio de aljibes 20 lt/hab/día.
- (Datos obtenidos de INFOM)

La dotación se integra con los siguientes consumos.

- Doméstico: casas particulares, condominios.
- Comercial: supermercados, locales comerciales.
- Industriales: todo lo que tiene que ver con fábricas.
- Públicos: riego de parques públicos.
- Fugas:
- Desperdicios:

Para el presente diseño se utilizará 90 l/hab./día. La cual es la que tiene asignada la municipalidad.

### **2.1.3. Tasa de crecimiento poblacional**

El parámetro de crecimiento poblacional anual según datos de población del Instituto Nacional de Estadística, obtenidos del censo del año 2,002 es del 1,4 %. Este dato de crecimiento también es usado por la oficina Municipal de Planificación de Casillas, Santa Rosa, la población actual (año 2016) es de 3 139.

#### **2.1.4. Periodo de diseño, población futura**

Se entiende como periodo de diseño de abastecimiento de agua potable, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño. Con base a las normas establecidas, el proyecto se diseñó para un periodo de 22 años.

Para el cálculo de la población futura se utilizó la población total actual para verificar si el caudal de aforo satisface la demanda de agua requerida por esta comunidad. Para su cálculo se utilizará el método de crecimiento geométrico según la ecuación siguiente.

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

$$Pf = 3\ 139 * (1 + 0,014)^{22} = 4\ 262 \text{ hab.}$$

#### **2.1.5. Factores de consumos y caudales**

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad y que varían de una comunidad a otra.

Durante el día el caudal varían continuamente, en horas diurnas supera el valor medio, durante el medio día alcanza los valores máximos y en las primeras horas de la madrugada alcanza valores mínimos.

La aplicación de estos factores de seguridad garantiza el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición, el cual se describen a continuación:

- Factor de día máximo (FDM): este incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. UNEPAR – INFOM recomienda lo siguiente:

Para poblaciones del área rural un FDM de 1,2 a 1,8

Para poblaciones urbanas un FDM de 1,8 a 2

Para el área metropolitana un FDM de 2 a 3

Para este proyecto se utilizó un FDM de 2 (área urbana)

Factor de hora máximo (FHM): depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres. UNEPAR –INFOM recomienda lo siguiente:

Para poblaciones del área rural un FHM de 1,8 a 2

Para poblaciones urbanas un FHM de 2 a 3

Para el área metropolitana un FHM de 3 a 4

Para este proyecto se utilizó un FHM de 2 (área urbana)

- Factor de gasto: es definido como el consumo de agua por vivienda. Con este factor, el caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la red de distribución, según el número de viviendas que comprenden los tramos del proyecto a diseñar.

Factor de gasto (FG)  $Q_{\text{diseño}} \text{ (l/s) o } Q_{\text{max.horario}} / \text{Número de viviendas}$

$$FG = \frac{8,88}{798} = 0,011 \text{ l/s}$$

### 2.1.5.1. Caudal medio diario

El caudal medio diario es el producto de multiplicar la dotación adoptada por el número de habitantes que se hayan estimado para el final del período de diseño, dividido entre el número de segundos que tienen un día.

$$Q_{md} = \frac{\text{dotaci\`on} * \text{poblaci\`on}}{86\ 400}$$

$$Q_{md} = \frac{90 \frac{1}{s} * 4262 \text{ hab}}{86\ 400} = 4,44 \text{ l/s}$$

### 2.1.5.2. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario o caudal de distribución, es el máximo caudal producido durante una hora en un periodo de observación de un año y este se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima.

$$Q_{max. \text{ horario}} = f_{hm} * Q_{md}$$

$$Q_{max. \text{ horario}} = 2 * 4,44 = 8,88 \text{ l/s}$$

### 2.1.6. Calidad del agua y sus normas

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- a) incolora en pequeñas cantidades
- b) inodora, insípida y fresca
- c) aireada, sin substancias en disolución y sin materia orgánica
- d) libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes Exámenes.

#### **2.1.6.1. Análisis bacteriológico**

La condición bacteriológica es fundamental desde el punto de vista sanitario. El agua debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario intestinal, principalmente con material fecal.

Este examen tiene como objetivo la búsqueda del grupo coliforme, el que comprende los bacilos *Escherichia coli* y el *Aerobacter aerògenes*. La primera es un huésped normal del intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente, la segunda además de localizarse en las heces fecales, es muy probable que se encuentre en raíces de vegetales y algunas semillas.

El resultado indica que el agua es apta para consumo humano, según la norma COGUANOR 29 001. Con el objetivo de garantizar la calidad del agua se le incorporará un sistema de desinfección a base de cloro, el cual se usará para evitar cualquier contaminación que exista en los accesorios, tuberías.

Con base a los resultados indican que el agua es apta para el consumo, los informes de laboratorio fueron realizados por la municipalidad por medio del Centro de Salud, los mismo se adjunta en anexo.

#### **2.1.7. Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tuberías**

Para poder determinar las pérdidas de carga en las tuberías, se recurre a la ecuación de Hazen Williams:

$$H_f = \frac{1\,743,815 \cdot (L) \cdot (Q)^{1,85}}{(C)^{1,85} \cdot (D)^{4,87}}$$

Donde:

$H_f$  = pérdida por fricción en la tubería (pérdida de carga) en metros

L = longitud del tramo en metros

Q= caudal en litros por segundo (l/s)

D= diámetro interno de la tubería en pulgadas

C= coeficiente de rugosidad que depende del material de la tubería:

HG; C=100

PVC; C=150

### **2.1.8. Presiones y velocidades**

El diseño hidráulico se hará con base a la pérdida de presión del agua que ocurre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea se incluye los principales conceptos utilizados.

#### **a) Presión estática en tuberías.**

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual a peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.

La máxima presión estática que soporta las tuberías de 160PSI= 112,50 mca, teóricamente puede soportar más pero por efecto de seguridad si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería PVC de 250 PSI o HG.

En la red de distribución la presión estática, debe mantenerse entre 60 y 10 mca, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y griferías; aunque mucha de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica mínima de 6 mca partiendo del criterio en que una población rural, es difícil que se construya edificios de altura considerable.

b) Presión dinámica en la tubería.

Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, disminuyendo por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería, lo que era altura de carga estática ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, llamado pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión en el punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota del terreno en ese punto.

c) Velocidades

En todo diseño hidráulico es necesario revisar la velocidad del líquido, para verificar si esta se encuentra entre los límites recomendados.

Para diseño de abastecimiento de agua potable, según las normas de UNEPAR se consideran los siguientes límites.

a) Para conducciones: mínimas = 0,40 m/s; máxima = 3 m/s

b) Para distribución: mínimas = 0,60 m/s; máxima = 3 m/s

Los fabricantes de tubería recomiendan valores más altos.

a) Para conducciones: mínimas = 0,30 m/s; máxima = 5 m/s

### **2.1.9. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico consistió en el levantamiento de la zona del casco urbano, iniciándose desde los tanques de distribución, área de las posibles obras de arte y la red de distribución. Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía las cuales son: la altimetría y planimetría, siendo estos de 1er., 2do., y 3er orden dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice.

#### **2.1.9.1. Planimetría**

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación. Tiene como objeto determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características tanto naturales como no naturales que puedan influir en diseño del sistema, por ejemplo, calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, etc.

Para este caso el método que se aplicó fue el de conservación de azimut, el equipo que se utilizó fue: teodolito marca wild T-1, estatal, plomada y cinta métrica.

#### **2.1.9.2. Altimetría**

La altimetría se encarga de la medición de la diferencia de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representas las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.



a) Nivelación diferencial

b) Nivelación taquimétrica: se utilizó el método de las curvas de nivel que muestran las tres dimensiones del relieve en un dibujo bidimensional. El método se ha utilizado desde hace varios cientos de años para la elaboración de cartas planialtimétricas o de curvas de nivel, la taquimetría resuelve simultáneamente la planimetría y la altimetría de una superficie terrestre, mediante el levantamiento de puntos del terreno por coordenadas polares, de esta forma podemos obtener las coordenada cartesianas x,y,z, de esos mismos puntos.

## **2.1.10. Diseño hidráulico del sistema**

### **2.1.10.1. Evaluación y análisis del caudal producido en el sistema.**

El caudal que se aforó en los tanques de distribución fue de 8.88 l/s por lo que, de acuerdo al que se necesita satisfacer es suficiente, y lo cubre hasta el final del período de diseño.

### **2.1.10.2 Evaluación y análisis del almacenamiento existente.**

Los tanques de distribución tienen una capacidad de almacenamiento de agua de 100.8 m<sup>3</sup> y 96 m<sup>3</sup>. El almacenamiento está compuesto por 3 tanques el 1ro cuando llega a su rebalse llena al 2do., ambos de 100 m<sup>3</sup>, luego cuando el segundo llega a su rebalse cae a un 3er. tanque de 96 m<sup>3</sup>, de este último sale el agua a la red de distribución.

### **2.1.10.3. Red de distribución**

Son líneas y ramales de abastecimiento que alimentan de agua a cada uno de los usuarios. Las redes de distribución son en su mayoría tuberías de PVC.

En la actualidad no existen planos de la red, no se tiene con certeza los diámetros de sus tuberías y ni la manera de cómo está diseñada las redes, por lo que se propone una red principal por circuito cerrado, y una secundario por ramales abiertos.

#### **2.1.10.3.1. Circuito cerrado**

Este tipo de sistema presenta una ventaja muy importante, su seguridad; pues se puede aislar un sector o circuito interno, sin dejar sin agua el resto del sistema; además, una de las ventajas más importantes del sistema es que la presión se mantiene en cualquier punto de la red.

Para el proyecto de red de distribución se utilizó el programa de *WaterCad*, para desarrollar el proyecto se utilizó la topografía del casco urbano, para que el proyecto no tenga costos elevados, en el diseño se tomaron en cuenta los tanques que actualmente existen y respecto a la topografía, los tanques se encuentran a una posición de cota de 500 metros, ya que se observan que algunas viviendas se encuentran por arriba de la cota de los tanques actuales, se realizaron muchas pruebas distribuyéndose la red en circuitos cerrados grandes, circuitos cerrados cortos, para determinar si los tanque actuales son funcionales para distribuir el agua a los habitantes del casco urbano, en todas las pruebas que se realizaron no se cumplía con las presiones y velocidades que las normas establecen, ni se llegaba a cumplir con las velocidades que los fabricantes de las tuberías de PVC aceptan, utilizando

el método por gravedad el agua no llegará a las viviendas con cotas superiores a la cota de los tanques.

En base a estos resultados se determinó que la cota de los tanques tendría que superar a la cota donde se encuentran ubicadas las viviendas más altas respecto de los tanques, por lo que se realizó pruebas con cotas de 15 metros por arriba de los tanques actuales, conformándose la red de distribución en dos circuitos cerrados y cada circuito cerrado formado por ramales abiertos, con el objetivo de mantener las presiones y velocidades, los resultados que se obtuvieron no fueron satisfactorios, ya que sus velocidades y presiones no cumplían con las normas y ni muchos menos con las velocidades que aceptan los fabricantes de tubería de PVC.

Se procedió a subir la cota de los tanques a 20 metros por arriba de los tanques actuales, formándose toda la red de distribución en dos circuitos cerrados y cada circuito conformado por ramales abiertos, con el objetivo de mantener las presiones y sus velocidades, y que como mínimo se llegara a cumplir con las velocidades que los fabricantes de tubería de PVC aceptan, pues con esta nueva cota de los tanques, sí se llegó a cumplir con las presiones y velocidades que las normas indican, y en algunos casos se llegó a cumplir con las velocidades que los fabricantes aceptan.

Obteniéndose resultados satisfactorios, la cota que los nuevos tanque deberán tener son 20 metros por arriba de los tanque actuales, por lo que su nueva cota será 520 metros. (Cota del tanque = 520 metros).

A cada entrada de los circuitos cerrados y ramales abiertos se colocaron válvulas de paso de compuerta, con el objetivo de darle mantenimiento al sistema.

Los resultados que se obtuvieron en el programa se pueden observar en los anexos para su desarrollo del proyecto, los cuales constan de dos tablas nombradas por el programa como *Pipe table* y *Juction table* (tabla de tubos y tabla de nodos).

Se da la explicación de los resultados de la línea de distribución que consta desde el tanque pasando por el nodo 1 (J-1) hasta el nodo 2 (J-2) que conducen el agua para abastecer todo el sistema, esta línea se encuentra ubicada en la 5ta. Avenida y establece lo siguiente: Para el tanque posee una identificación (ID) 563, una etiqueta (Label) de 267, una longitud de tubo con escala en metros (*Length Scaled*)(m) de 2,67, donde inicia el nodo (Start node) el cual es un tanque denominado con el número 1 (T-1), luego se encuentra un nodo de parada (*Stop Node*) el cual es una válvula de control denominado con el número 1, el cual especifica que es la primera válvula de control del sistema (TCV-1) ubicada en la salida del tanque de distribución y esta sirve para impedir el paso del agua a cierto punto para realizar mantenimientos, el tubo que se encuentra del tanque hacia la válvula es de un diámetro en milímetros (*Diameter* (mm)) de 150,50, un flujo en litros sobre segundos (*Flow*)(L/s) de 19, una rugosidad del material (Hazen-Williams C) 150, una velocidad en metros sobre segundos del flujo (*Velocity* (m/s)) de 1,08, un gradiente de pérdida de carga de metros sobre metros (*Headloss Gradient* (m/m)) de 0.007, una longitud definida por el usuario (*Length (User Defined)*(m)) de 0,00.

Luego del tanque se une al nodo 1 (J-1), en el cual se obtienen los siguientes datos:

Una identificación (ID) 564, una etiqueta (*Label*) de 268, una longitud del tubo con escala en metros (*Length Scaled*)(m) de 59,6, inicio el nodo (*Start node*) es una válvula de control denominado con el número 1, el cual especifica que es la primera válvula de control del sistema (TCV-1), luego se encuentra un nodo de parada (*Stop Node*) el cual es un nodo denominado con el número

1 (J-1), diámetro en milímetros del tubo (*Diameter (mm)*) de 150,50, una rugosidad del material (Hazen-Williams C) 150, un flujo en litros sobre segundos (*Flow (L/s)*) de 19, una velocidad en metros sobre segundos del flujo (*Velocity (m/s)*) de 1,08, un gradiente de pérdida de carga de metros sobre metros (*Headloss Gradient (m/m)*) de 0,007, una longitud definida por el usuario (*Length (User Defined)(m)*) de 0,00.

Del nodo 1 (J-1) se dirige al nodo 2(J-2), por lo que se obtienen los siguientes datos: Una identificación (ID) 585, una etiqueta (Label) de 269, una longitud del tubo que va del J-2 a la válvula de control con escala en metros (*Length Scaled)(m)* de 3,17, inicio el nodo (*Start node*) es un nodo denominado con el número 2 (J-2), luego se encuentra un nodo de parada (*Stop Node*) el cual es una válvula de control denominado con el número 2 (J-2), diámetro en milímetros del tubo (*Diameter (mm)*) de 150,50, una rugosidad del material (Hazen-Williams C) 150, un flujo en litros sobre segundos (*Flow (L/s)*) de 7, una velocidad en metros sobre segundos del flujo (*Velocity (m/s)*) de 0,84, un gradiente de pérdida de carga de metros sobre metros (*Headloss Gradient (m/m)*) de 0,006, una longitud definida por el usuario (*Length (User Defined)(m)*) de 0,00.

Estos datos van variando con forme se van uniendo los tubo y van cambiando sus diámetros de cada uno, hasta que todo el sistema queda integrado.

En la tabla de nodos (*Juction Table*), para las etiquetas 1 y 2 (Label J-1 y J-2 ) establece lo siguiente:

Para la etiqueta J-1, establece una identificación (ID) 25, una etiqueta (*Label*) de J-1, posee una elevación en metros (*Elevation (m)*) de 497,42, una colección de demanda (*Demand Collection*) de 0, una demanda en litros sobre segundos (*Demand (L/s)*) de 8, un gradiente hidráulico en metros (*Hidraulic Grade (m)*) de 519,58, una presión del agua en metros (*Pressure (m)*) de 22,10.

En cuanto a la etiqueta J-2, establece una Identificación (ID) 26, una etiqueta (*Label*) de J-2, posee una elevación en metros (*Elevation (m)*) de 487.40, una colección de demanda (*Demand Collection*) de 0, una demanda en litros sobre segundos (*Demand (L/s)*) de 0, un gradiente hidráulico en metros (Hydraulic Grade (m)) de 519.35, una presión del agua en metros (*Pressure (m)*) de 31,90.

Estos van variando con forme se vayan uniendo y cambiando los diámetros de cada tubo.

#### **2.1.10.3.2. Ramales abiertos**

Este tipo de sistema es muy económico, se ahorra tubería para llegar a todos los puntos del sistema, pero a la vez tiene una gran desventaja: es poco seguro, ya que si la red se corta, se produce un problema de abastecimiento en el tramo posterior. Este tipo de red se utiliza frecuentemente para abastecer lugares lejos de la fuente.

Para calcular el tipo de sistema (circuito cerrado) propuesto para este proyecto, se utiliza el método de aproximaciones sucesivas de *Hardy- Cross*, este es un método iterativo que parte de la suposición de los caudales iniciales en los tramos, los cuales se corrigen sucesivamente con un valor particular Q; en cada iteración se debe calcular los caudales actuales o corregidos en los tramos de la red.

### **2.1.10.3.3. Combinada**

La red de distribución está conformada en dos circuitos cerrados principales y cada circuito cerrado formado por ramales abiertos secundarios.

A cada entrada de los circuitos cerrados y ramales abiertos se colocaron válvulas de paso de compuerta, con el objetivo de darle mantenimiento al sistema.

### **2.1.10.4. Evaluación del sistema de desinfección en funcionamiento.**

En la actualidad existe un sistema de desinfección a base de cloro.

### **2.1.10.5. Conexiones domiciliarias**

Estas se construirán inmediatas al límite de las propiedades, con el objetivo de que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, debido a la variación de estas longitudes y para efectos de presupuesto se asumieron dos tubos de PVC de ½" por domiciliar, así mismo, esta estará conformada por una válvula de compuerta y una llave de paso, para disminuir las presiones al ingreso de las viviendas.

Ver detalles en planos que se adjunta en anexos.

### **2.1.10.6. Válvulas de control**

Sirven para abrir y obstruir el flujo de agua dentro de un sistema de tuberías, no es correcto utilizarlas para graduar el flujo del agua.

Estas son utilizadas frecuentemente en captaciones, tanques de almacenamiento, cajas rompe presión y conexiones domiciliarias, principalmente por su bajo costo.

Están colocadas en las entradas de los ramales abiertos y en circuito cerrados, su función es para darle mantenimiento al sistema.

### **2.1.11 Administración operación y mantenimiento**

Esta etapa es de suma importancia y debe considerarse prioritaria, ya que ningún sistema de agua potable puede funcionar por sí mismo, ni funcionar de manera adecuada si se opera de una manera inadecuada; por otra parte su mantenimiento es indispensable. Por tal razón se pretende que exista un comité que resuelva de manera inmediata la mayoría de los problemas técnicos, operativos y administrativos, que se presenten durante el servicio del sistema de agua potable.

Administración.

El jefe del área de fontanería es el encargado de velar por el uso adecuado del sistema y de racionar equitativamente el suministro. Así mismo, deben dirigir al encargado de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema, e implementar los mecanismos de seguridad adecuados que estén a su alcance.

La municipalidad es la encargada de efectuar el cobro de la tarifa previamente determinada, en la fecha estipulada; dicha tarifa incluye ingresos para cubrir gastos administrativos, reparaciones, cambios y mejoras en el sistema. Además, tiene a su cargo llevar el registro de cuantos usuarios están conectados al sistema y otorgar nuevos derechos de conexión; sin sobrepasar la capacidad del sistema; para ello debe elaborarse un reglamento interno, esta actividad se recomienda que sea supervisada por la comunidad.



## Operación y mantenimiento

El encargado del funcionamiento debe ser preferiblemente un fontanero, que realizará inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema para garantizar su adecuado funcionamiento.

Entre las actividades más comunes del fontanero están: detectar posibles fugas, efectuar reparaciones necesarias y la alimentación del sistema.

### **2.1.12 Propuesta de tarifa**

Un sistema de agua potable no es solamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el periodo para el que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuidado así lo amerite también correctivo; dichos recursos solo pueden obtenerse a través de pago mensual de tarifa que cada una de las viviendas deberá pagar.

#### Costos de operación (O)

Representa el pago mensual al fontanero por revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación de los sistemas de desinfección y bombeo. Para este caso se asigna un salario mensual mínimo no agrícola de Q 2 893,21.

#### Costo de mantenimiento (M)

Este costo se utilizará para la compra de materiales del proyecto cuando sea necesario mejorar o sustituir los que estén instalados. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto presupuestado para el periodo del proyecto.

$$M = \frac{0,004 * Q \ 3 \ 001 \ 766,66}{22} = Q \ 545,78$$

#### Costo de tratamiento

Este será el que se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual.

La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema será el caudal de conducción durante un día. Este caudal es de 8.88 l/s, haciendo un total de 767 232 litros diarios.

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro: pastillas de 200 gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, una pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90 % y 10 % de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar, se hace mediante la fórmula para hipocloritos:

$$G = \frac{C * M * D}{\%CL}$$

Dónde:

G= Gramos de tricloro

C= Miligramos por litros deseados

M= Litros de agua a tratarse por día

D= Número de días

%CL= Concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 % y 0,15 % este depende del caudal de bombeo a tratar, para este proyecto (8,88=767 232 l/día)

T = costo tabletas en gramo \* número de tabletas a utilizar en un mes, utilizándose 0,1 %, por lo que se obtiene.

$$G = \frac{0,001*767 \ 232 \ l/día*30 \ días}{0,9} = 25 \ 574,40 \ \text{gramos}$$

$$25\,574,4\text{gramos} * 1\text{ tableta}/200\text{ gramos} = 127,872\text{ tabletas}$$

Lo cual significa que se necesitan 128 tabletas mensuales, las cuales serán colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador.

$$C = PT * NT$$

Donde:

C= Costo total

PT= Precio de cada tableta

NT= Número total de tabletas

$$C = Q\,35\text{tableta} * 128\text{tabletas} = Q\,4\,480$$

Costo de administración (A)

Representa el fondo que servirá para gastos de la administración en sí, se estima un 15 % de la suma de los anteriores.

$$A = 0,15 * (O + M + C)$$

$$A = 0,15 * (Q\,2\,893,21 + Q\,545,78 + Q\,4\,480) = Q\,1\,187,85$$

Costo de reserva (R)

Recursos dedicados a cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 12 % de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0,12 * (O + M + C)$$

$$R = 0,12 * (Q\,2\,893,21 + Q\,545,78 + Q\,4\,480) = Q\,950,28$$

Calculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = \frac{O + M + C + A + R}{\text{Número de viviendas}}$$

$$TAR = \frac{Q\ 2\ 893,21 + Q\ 545,78 + Q\ 4\ 480 + Q\ 1\ 187,85 + Q\ 950,28}{798\ viviendas} = Q. 12,60/viviendas$$

$$TAR = Q\ 15,00 /vivienda$$

La tarifa que actualmente pagan los usuarios por el servicio de agua es de Q 5,00, en base al nuevo diseño se pondrán nuevas tarifas, lo cual la cantidad que deberán pagar los usuarios será de Q 15,00

### **2.1.13 Elaboración de planos**

Los planos constructivos para el sistema de agua potable se representan en el apéndice; están conformados por: planta de conjunto, planta de red de distribución, circuito principal o red primaria, planta con red secundaria y detalles de obras hidráulicas.

### **2.1.14. Elaboración de presupuestos**

Se elaboró el presupuesto en base a los precios unitarios. Los precios de materiales se cotizaron en el área del municipio y la capital de Guatemala, los mismo se representan en el apéndice.

### **2.1.15. Evaluación socio-económica**

En general, los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable tienen un gran componente social, el cual da al proyecto un enfoque para el análisis de su evaluación en este sentido; deben entonces considerarse los efectos indirectos, de valorización social de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización.

La evaluación del proyecto por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generaran. Para ello se utilizaran los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno, que se describen a continuación.

#### **2.1.15.1. Valor presente neto**

El valor presente neto (VPN) se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como los valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente, a manera de determinar si este es rentable al término del periodo de funcionamiento.

Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que el mercado actual es del 11 %. El procedimiento a realizar será:

Costo de ejecución = Q 3 004 987,73 debido a las características del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis del VPN, este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es auto sostenible.

Costo de operación y mantenimiento anual (CA), del análisis de tarifa se tiene:

$$CA = (O + M + C + A + R) * 12 \text{ meses}$$

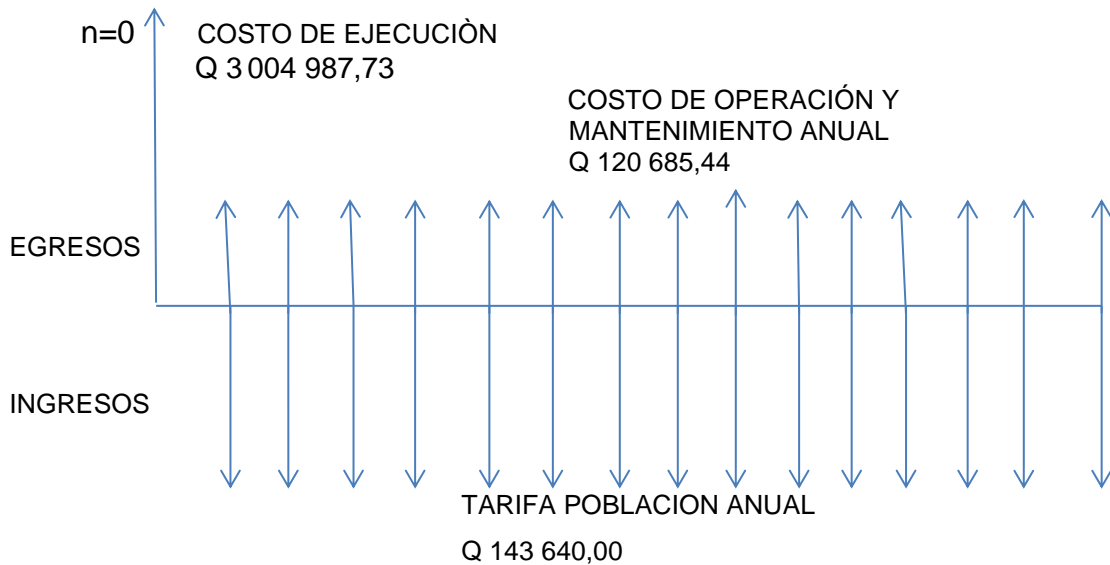
$$CA = (Q 2 893,21 + Q 545,78 + Q 4 480 + Q 1 187,85 + Q 950,28) * 12 \text{ meses}$$

$$CA = Q 120 685,44$$

Tarifa proporcional anual (IA)

$$IA = \frac{Q 15}{vivienda} * 798 vivienda * 12meses = Q 143 640,00$$

Figura 3. Esquema de ingresos y egresos durante el período de diseño.



Fuente: elaboración propia

Costo de operación y mantenimiento

$$VP = CA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right]$$

$$VP = 120 685,44 * \left[ \frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{22}} \right] = 986 692,67$$

Tarifa poblacional

$$VP = IA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right]$$

$$VP = 143 640,00 * \left[ \frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{22}} \right] = 1 174 363,16$$

El valor presente neto estará dado por las sumatorias de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el periodo de funcionamiento del sistema.

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = 1\,174\,363,16 - 986\,692,67 = 187\,670,49$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el periodo de funcionamiento.

#### **2.1.15.2. Tasa interna de retorno**

La tasa interna de retorno o tasa de rentabilidad (TIR) de una inversión, son los rendimientos futuros esperados de dicha inversión. Y que implica una oportunidad para reinvertir.

El TIR puede utilizarse como el indicador de la rentabilidad de un proyecto, así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Cuando se desconoce el valor de la tasa de descuento, se establece que el Valor Presente Neto, es igual a cero, ya que cuando ocurre es indiferente aceptar o no la inversión. La tasa de retorno de una inversión, es la tasa de rendimiento requerida que produce como resultado un valor presente neto de cero cuando se le utiliza como tasa de descuento.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio. Éste se determina de la siguiente manera.

$$\text{Costo} = \text{inversión inicial} - \text{VPN}$$

$$\text{Costo} = Q\ 3\ 001\ 766,66 - Q\ 187\ 670,49 = 2\ 814\ 096,17$$

$$\text{Beneficio} = \text{número de habitantes beneficiados(a futuros)}$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{beneficio}} = \frac{Q\ 2\ 814\ 096,17}{4,262} \text{ habitantes} = Q\ 660,28/\text{habitante}$$

#### **2.1.16. Evaluación impacto ambiental**

En la construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable y en general, todas las actividades realizadas por el ser humano, generan un impacto en los componentes ambientales, ambiente físico, biológico y social. Este impacto puede ser de carácter positivo, negativo irreversible o negativo con posibles mitigaciones o neutros.

De acuerdo con las leyes actuales, se pueden realizar dos tipos de estudios de impacto ambiental:

- Impacto ambiental no significativo o evaluación rápida.
- Impacto ambiental significativo o evaluación general.

El estudio de impacto ambiental no significativo o evaluación rápida, se lleva por medio de una visita de observación al sitio, propuesto para el proyecto por parte de técnicos en la materia, aprobados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales M.A.R.N. y por cuenta del interesado, para determinar si la acción propuesta no afecta significativamente al ambiente. El criterio debe basarse en proyectos similares según tamaño, localización e indicadores que se crean pertinentes.



El estudio de impacto ambiental significativo o evaluación general se podrá desarrollar en dos fases:

- Fase preliminar o de factibilidad
- Fase completa

La fase preliminar o de factibilidad deberá contener, datos de la persona interesada, descripción del proyecto y escenario ambiental, principales impactos y medidas de mitigación, sistema de disposición de desechos, plan de contingencia, plan de seguridad humana y otros que se consideren necesarios.

La fase completa, generalmente se aplica a proyectos con grandes impactos y debe ser un estudio, lo más completo posible que, además de los establecido en la fase preliminar, deberá responder a una serie de interrogantes necesarias para determinar el impacto que tendrá el proyecto.

- a) ¿Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?
- b) ¿Cuál es el alcance de los cambios que sucederán?
- c) ¿Qué importancia tienen los cambios?
- d) ¿Qué puede hacerse para prevenir o mitigar dichos cambios?
- e) ¿Qué opciones o posibilidades son factibles?
- f) ¿Qué piensa la comunidad del proyecto?

Fines de la evaluación de impacto ambiental.

Tanto para la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable como para la construcción de un salón comunal, los impactos generados se consideran pocos significativos, por lo que se puede realizar una evaluación rápida. Esta evaluación debe contener información básica y

establecer con suficiente nivel de detalle, los impactos negativos previstos y sus medidas de mitigación propuestas.

Información del proyecto.

- Evaluación rápida
  - a) Nombre de la comunidad: cabecera municipal
  - b) Municipio: Casillas
  - c) Departamento: Santa Rosa.

Tipo de proyecto.

- Construcción red de distribución de agua potable

Especiales

- Consideraciones sobre áreas protegidas
  - a) ¿Se ubica el proyecto dentro de una área protegida legalmente establecida? NO
  - b) Nombre del área protegida: NO APLICA
  - c) Categoría de manejo del área protegida: NO APLICA
  - d) Base legal de la declaratoria del área protegida: NO APLICA
  - e) Ente administrador del área protegida: NO APLICA
  - f) ubicación del proyecto dentro de la zonificación del área protegida: NO SE ENCUENTRA DENTRO DE ÁREAS PROTEGIDAS.
  
- Consideraciones sobre ecosistemas naturales
  - a) ¿Cruza el proyecto un ecosistema terrestre natural? NO
  - b) ¿Estado actual del ecosistema? NO APLICA

- Otras consideraciones
  - a) Zona de alto valor escénico: NO
  - b) Áreas turísticas: NO
  - c) Sitio ceremonial: NO
  - d) Sitio arqueológico: NO
  - e) Área de protección agrícola: NO
  - f) Área de asentamiento humano: NO
  - g) Área de producción forestal: NO

El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas.

Tabla III **Impactos ambientales durante la ejecución.**

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
<u>Actividad</u>	Ejecutor	Comunidad	Municipalidad
Movimiento de material.	X		
Retiro del material de desperdicio como ripio	X		
Contaminación de las agua que van a flor de tierra	X		
Contaminación del aire generado por polvo por generación del ripio y trabajos realizados.	X		

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV **Impactos ambientales negativos durante la operación**

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Comité Mantenimiento</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Municipalidad</b>
Disminución de agua para el Abastecimiento	X	X	X
Fugas generadas en tuberías de la red de distribución	X		
Problemas de abastecimiento a la población por falta de mantenimiento.	X	X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla V **Medidas de mitigación y compensación en la ejecución y Operación**

ETAPA PROYECTO	CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Componentes ambientales y sociales	Impacto	medida de mitigación	impacto	Medida de mitigación
<b>Ambiente físico</b>				
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de cobertura vegetal</li> <li>• Movimiento de material</li> <li>• Disposición inadecuada de materiales de desperdicio.</li> </ul>	<p>La construcción y adecuada disposición de los residuos orgánicos.</p> <p>Seleccionar sitios adecuados y colocar en capas no mayores de 0.25 m compactado.</p> <p>Posteriormente colocar una capa de material orgánico.</p> <p>Construcción durante estación seca, alteración mínima de</p>	<p>Desechos sólidos derivados de las actividades de limpieza del pavimento</p> <p>Disposiciones inadecuadas de las aguas residuales.</p> <p>Disminución del nivel del agua subterránea.</p>	<p>Mantener recipientes receptores de los desechos sólidos y disponerlos en sitios adecuados</p> <p>Construcción de un sistema recolector o pozo de absorción o</p>
Recursos	Alteración y contaminación de aguas superficiales			

Continuación de tabla V

hídricos	Contaminación del aire por polvo generado en construcción.	corrientes de aguas naturales.  Usos de agua para minimizar la generación de polvo.	de filtración.    Medida de reforestación y creación de estructuras que permitan la filtración del agua.
Calidad del aire			

Fuente: LÓPEZ CANO, Edgar Emanuel. *Diseño del sistema de distribución de agua potable para el parcelamiento San Juan El Paraíso y puente vehicular para el caserío campamento La arrita, municipio del Puerto de San José, departamento de Escuintla* página 51

## **2.2. Diseño de un sistema de recolección y tratamiento de residuos sólidos para la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa**

### **2.2.1. Situación actual de los desechos sólidos de la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa.**

### 2.2.1.1 Generalización de los desechos sólidos

La periodicidad de la generación de basura en el municipio es de varias fuentes tales como: hogares, mercados, centros educativos, municipalidad, centros de salud, comercios, vía pública, restaurantes, etc.

Con base a la generalización de los desechos sólidos se pueden determinar la cantidad de producción.

Tabla VI **periodicidad de extracción de basura en el municipio de Casillas**

ESTIMACIÓN EN PORCENTAJE DE MATERIALES RECOLECTADOS DURANTE DOS SEMANAS: 5 302,5 LBS.

MATERIALES	%	CANTIDAD RECOLECTADO EN LBS AL DIA
botellas plásticas	14,77	71,19
cartón	13,49	65,03
tambos plásticos	0,23	1,11
desechos orgánicos	45,00	216,92
botellas de vidrio	9,60	46,28
papel de cuaderno	2,15	10,37
bolsas plásticas	8,49	40,92
papel periódico	0,21	1,01
bolsas de cemento	0,20	0,96
<i>duroport</i>	4,92	23,72
ropa y zapatos	0,55	2,65
pañales	0,39	1,88

Fuente: Elaboración propia.

### **2.2.1.2. Definición de los desechos sólidos**

Se definen como “todos los desechos que proceden de actividades humanas y de animales, que son sólidos y que se desechan como inútiles o indeseados”. Pueden ser clasificados según su origen, composición o características

La clasificación de los desechos puede ser con diferentes criterios, por ejemplo: estado, origen, tipo de tratamiento al que serán sometidos o potenciales efectos derivados del manejo. Un residuo es clasificado de acuerdo a su estado físico en: sólidos, semisólidos, líquidos y gaseosos. La clasificación de origen es una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o agrupaciones que se pueden efectuar. Algunas pueden ser: domiciliarios, urbanos o municipales, industriales, agrícolas, ganaderos y forestales, hospitalarios o de centros de atención de salud, de construcción, portuarios, radiactivos.

Por su composición, los desechos pueden agruparse en dos grandes categorías, inorgánicos y orgánicos o putrescibles. El término putrescible se utiliza para especificar que los residuos orgánicos deben ser de fácil descomposición, pues desechos como el plástico son orgánicos, sin embargo no pueden degradarse como los restos de comida, por lo que para su manejo se clasifican como inorgánicos.

Entre las principales propiedades físicas de los desechos está el peso específico que estima la masa y el volumen de desechos, por lo que se expresa en términos de  $\text{kg/m}^3$  y debe tomarse en cuenta que varía con la localización, la estación del año y el período de almacenamiento. Otra propiedad física es el contenido de humedad que determina la cantidad de agua que tiene el desecho, ésta varía con el clima y la composición de los desechos.



La dimensión de la partícula y la distribución del tamaño son de importancia para poder determinar aspectos importantes en la recuperación de la materia. Según la capacidad de área, esto determina la creación de lixiviados, ya que determina un estimado de humedad que es retenido por un desecho sometido a la fuerza de gravedad, esto afecta la presión y el estado de descomposición del desecho. La compactación y la permeabilidad de los residuos afectan el movimiento de gases y agua en interior de los desechos

### **2.2.1.3. Tipos de desechos y fuentes de desechos sólidos municipales.**

Los tipos de desechos que se generan son: cartón, vidrio, plástico, alimentos, papel, madera, metales, residuos de jardinería, aceite, basura de calles, lata, etc.

Los conocimientos de los orígenes y los tipos de residuos sólidos, así como los datos sobre la composición y las tasas de generación, es básico para el diseño y la operación de los elementos funcionales asociados con la gestión de residuos sólidos. El origen de los residuos sólidos en una comunidad está, en general, relacionado con el uso del suelo y su localización.

Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial.

- Residuos municipales

Los residuos municipales comprenden aquellos generados en viviendas, comercios, mercados, instituciones, vías públicas, parques y jardines, demolición y construcciones.

#### **2.2.1.4. Generación de los desechos sólidos**

La generación *per cápita* de residuos sólidos de origen doméstico varía de acuerdo a la modificación de los patrones de consumo de la población, y en la medida en que se incrementa la comercialización de productos industrializados y de lujo. En 1975 se estimó que el promedio nacional *per cápita* de generación de residuos sólidos era de 320 g/hab/día y hoy en día este es de 917 gr/hab/día.

De acuerdo a proyecciones realizadas para el año 2000 se generarán por habitante 973 gramos diariamente. Se hace necesario cuantificar la generación *per cápita* de basura en relación al número de habitantes, con el fin de poder proyectar la estimación de basura a lo largo de varios años y con esto definir las acciones que permitan atenuar el problema, sobre todo de las ciudades que sean atractivos polos de inmigración, ya sea por su oferta de empleo dado por las industrias, comercio y servicios en general.

Con respecto a las fuentes generadoras, los residuos provenientes de las casas habitación se generan en mayor proporción y los comercios, las industrias, mercados y vías públicas (dentro de las fuentes no domésticas) son las que más generan basura.

Para su estudio los residuos sólidos se pueden clasificar de acuerdo a su fuente de origen en: domiciliarios, comerciales, de sitios públicos, institucionales, hospitalarios, industriales.

A su vez existe otra clasificación de acuerdo al manejo que debe darse a cada uno en: residuos municipales, residuos especiales.

Los residuos municipales comprenden los generados en viviendas, comercios, mercados, instituciones, vías públicas, parques y jardines, demolición y construcciones.

Los residuos especiales son los generados en procesos industriales, servicios, hospitalarios y de laboratorios, actividades agrícolas y actividades

nucleares, los cuales por sus características físicas, químicas y biológicas deben ser manejados, tratados y dispuestos utilizando métodos adecuados para evitar riesgos a la salud y a la ecología.

Los estudios que a la fecha existen, en materia de generación de residuos sólidos, se han enfocado principalmente a los residuos domiciliarios generados en viviendas y comercios, existiendo muy poca información acerca de los residuos generados en otras fuentes como las industriales.

El estudio de generación sirve para determinar la cantidad de residuos sólidos que se deben almacenar. La cantidad de basura que se produce se relaciona con: número de habitantes de la vivienda, nivel socioeconómico, estación del año, hábitos alimenticios, día de la semana, de infraestructura de servicios.

La metodología para determinar la generación de residuos sólidos se establece en la Norma Técnica NTRS-2 de la SEDUE ahora SEDESOL.

#### **2.2.1.5. Aspectos teóricos y básicos sobre desechos sólidos.**

Los residuos sólidos son las partes que quedan de algún producto y se conocen comúnmente como basura. Se puede considerar que los residuos sólidos son generados como resultado de las actividades que realiza la población para su subsistencia y para la obtención de insumos en los diferentes sectores productivos como son el comercio, la industria, el sector agropecuario y el de servicios.

La composición de los residuos depende esencialmente de los siguientes factores: el nivel de vida de la población, la estación del año, el día de la semana, las costumbres de los habitantes y la zona donde se habita.

De acuerdo a lo anterior, el aumento en el nivel de vida de la población provoca un incremento de los residuos en relación a embalajes o empaques, botes, plásticos, papeles y cartones. En cuanto a las estaciones del año es lógico pensar que en el verano se producen más residuos de frutas y verduras, mientras que en el invierno se producen quizá más botellas de licor, latas y envolturas, aunado a ello la época de las fiestas decembrinas. Otro factor que contribuye a la cada vez más grande generación de residuos sólidos es la rapidez con que los productos pasan a ser inútiles, pasados de moda, inservibles u obsoletos. Esto provoca una mayor generación de residuos, además de la gran cantidad de bienes de uso efímero conocidos como desechables.

### **2.2.2 Recomendaciones para el almacenamiento de los desechos sólidos en los hogares**

Para el almacenamiento en el origen de los desechos sólidos hay factores que se deben considerar, tales como a) el tipo de recipiente a utilizar, b) dónde se colocará el recipiente, y c) la forma en que se van a recolectar los desechos.

Los tipos y las capacidades de los recipientes usados dependen, de las características de los desechos a ser recolectados, la frecuencia de los días que se recolectan, y el espacio en donde se colocan los recipientes.

Los recipientes deben de ser colocados en puntos identificados de alta generación de desechos.

La colocación de los recipientes va variar dependiendo de las necesidades y actividades del lugar.

El almacenamiento externo en viviendas unifamiliares, generalmente se realiza utilizando recipientes de poco volumen, y tan diversos como botes de lámina galvanizada o de plástico, bolsas de plástico, recipientes improvisados como

cajas de cartón o de madera y hasta recipientes de desecho como botes, cubetas, ollas, etc. Los recipientes más adecuados son los botes de lámina galvanizada y los de plástico, de capacidad variable de acuerdo a la cantidad de residuos generados, aunque lo más recomendable es que sean de entre 60 y 100 litros. Los recipientes de más de 100 litros tienen la desventaja de ser difíciles de cargar por un sólo hombre, mientras que los recipientes de menos de 60 l afectan los tiempos de recolección al ser mayor el número de recipientes a descargar. Estos recipientes deben tener las siguientes características:

Forma cilíndrica, con la base de menor diámetro, con tapa ajustada y asas a ambos lados. Resistentes a la corrosión, golpes e inclemencias del tiempo. De preferencia, que tengan ruedas para su desplazamiento. De fácil manejo para su limpieza y desinfección.

En el caso de que no se pueda contar con un recipiente como el descrito, una alternativa puede ser el uso de recipientes desechables como las bolsas de plástico. Su uso puede representar algunas ventajas al reducir el tiempo de recolección, debido a que al descargar las bolsas en el vehículo recolector se puede levantar más de una bolsa a la vez y se elimina el regreso del recipiente a la acera, sin embargo también tienen el inconveniente de retardar el proceso de descomposición de los desechos al ser enterrados en un relleno sanitario.

### **2.2.2.1. Generalidades**

#### **2.2.2.1.1. Tren de aseo de los desechos sólidos**

La recolección no solo implica el almacenamiento de los desechos en sus diferentes fuentes de generación, sino también el transporte de esos desechos hasta el sitio de disposición final.

En la actualidad se realiza el transporte en camiones de carrocería de madera. Una persona particular pasa a recoger los desechos sólidos por todas las aceras de las viviendas del casco urbano, la tarifa a pagar a la municipalidad, por retirar de las aceras los desechos que sacan de sus hogares es mensual.

#### **2.2.2.1.1.1 Aspectos de salud**

La contaminación del aire es otro de los problemas ambientales causados por el mal manejo de los desechos sólidos, la descomposición natural de algunos desechos produce gases como el metano que son dañinos para la atmósfera, además de esto al llevar a cabo prácticas como la de quemar basura se generan partículas que son dañinas para la salud.

#### **2.2.2.1.1.2 Aspectos de costos**

En lo económico, el tren de aseo, para que funcione, necesita de un pago, ya que el personal que se necesita para este caso es de varias persona, estos reciben un salario, aunque por la población que es grande el pago no es muy elevado para que funcione.

#### **2.2.2.2. Almacenamiento domiciliar**

Este tipo de almacenamiento es el que se efectúa en las viviendas o casas-habitación, sean éstas unifamiliares o edificios multifamiliares. A su vez, se divide en almacenamiento interno y externo. El almacenamiento interno es el que realizan los habitantes de la vivienda en las diversas áreas como son; cocina, baños, recámaras, etc. Por su parte, el almacenamiento externo es

aquel donde se depositan todos los residuos generados en la vivienda, disponiendo para ello de un recipiente y un lugar especial en el exterior de la vivienda.

### **2.2.2.3. Almacenamiento en el comercio y mercado**

El almacenamiento no domiciliario es aquel que se realiza en las diversas fuentes generadoras como: comercios, mercados, tiendas de autoservicio, terminales de autotransporte, industrias, hospitales, sitios públicos e institucionales.

Hay que considerar que en estas fuentes generadoras de basura también se realiza almacenamiento interno y externo. Por ejemplo, en el caso de mercados, se considera como almacenamiento interno el que realiza cada uno de los locatarios utilizando diversos tipos de recipientes de poco volumen; de esta forma, el almacenamiento externo se realiza en recipientes de mayor capacidad, generalmente tambos de 200 litros, que captan la basura de los recipientes internos.

### **2.2.2.4. Almacenamiento en centros de salud**

El almacenamiento en los centros de salud lo pueden hacer en bolsas de polietileno, aunque en este caso que utilizan mucho equipo médico, lo recomendable es depositar dentro de cajas de cartón todo lo que sea corto punzantes, y estos depositarlos en las bolsas, realizando siempre la clasificación de lo orgánico e inorgánico.

### **2.2.2.5. Bases para la planeación de un servicio de recolección.**

En esta parte se presenta información fundamental para el planeamiento y proyecto de estaciones de transferencia.

#### **2.2.2.5.1 Datos básicos**

- a) Producción y características de los residuos
- b) Servicio de recolección
- c) Sistema de disposición de los residuos
- d) Sistema vial y zonificación
- e) Elementos económico-financiero
- f) Normas, leyes y reglamento
- g) Ubicación de los centros de gravedad de las zonas de recolección
- h) Ubicación y características de los terrenos disponibles

#### **2.2.2.5.2 Cobertura del servicio**

La cobertura del servicio será para los habitantes del casco urbano de Casillas, Santa Rosa.

#### **2.2.2.5.3 Residuos a recoger**

Los residuos que se recogerán son: botellas plásticas, cartones, botellas de vidrio, restos de comida, restos de verduras y frutas, papel, desechables, *duroport* y otros.



**Figura 5. Clasificación de los desechos sólidos y determinación de su peso**

19 septiembre 2016



20 de septiembre 2016



Fuente: elaboración propia

Continuación figura 5

21 septiembre 2016



22 de septiembre 2016



Fuente: elaboración propia

Continuación figura 5

23 septiembre 2016



26 de septiembre 2016



Fuente: elaboración propia

Continuación figura 5

27 septiembre 2016



28 de septiembre 2016



Fuente: elaboración propia

Continuación figura 5

29 septiembre 2016



30 de septiembre 2016



Fuente: elaboración propia

Continuación figura 5

03 octubre 2016



04 octubre 2016



Fuente: elaboración propia

Continuacion figura 5

06 octubre 2016



07 octubre 2016



Fuente: elaboración propia

Continuación figura 5

07 octubre 2016



Fuente: elaboración propia imágenes tomadas en el basurero privado Aldea el Quebracho del municipio de Barberena

#### **2.2.2.5.4 Puntos de recolección**

El lugar de recolección más adecuado es en la banqueta. En donde los vecinos colocan los recipientes con basura, en lo posible, poco antes del horario en que se proceda a la recolección de los desechos sólidos, y una vez recolectados, los mismo recipientes se vuelven a guardar. De esta manera, los tiempos de recolección se reducen y, por consiguiente, los costos de operación también se reducen.

Para los sectores de difícil acceso, se recomienda la modalidad de las estaciones de recolección, para esto se requiere de mucha disciplina y cooperación por parte de los usuarios del servicio. Si estas condiciones no se cumplen, se observaran con frecuencia derrames de residuos en lugares cercanos a la estación de recolección, la cual creará condiciones de insalubridad y mal aspecto a los usuarios.



### 2.2.2.5.5 Frecuencia de la recolección

La frecuencia de la recolección depende de la cantidad de basura generada, de la composición de la misma y de las condiciones climáticas del lugar en el que se va a servir, también determina la cantidad de residuos a almacenar de acuerdo al número de días en que se ofrece el servicio de recolección. Para su aplicación en la determinación de las necesidades volumétricas de almacenamiento se utilizan los siguientes factores:

Tabla VII: **Factores de frecuencia del recolección**

FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	FACTOR DE RECOLECCIÓN (FR)
diaria	1
cada tercer día	2
tres veces por semana	3
dos veces por semana	4
una vez a la semana	7

FUENTE: SEDESOL, *Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos sólidos Municipales*. p 45.

### 2.2.2.5.6 Horarios de la recolección

El horario está en función de las actividades de la localidad para que este no interfiera con las mismas.

En el casco municipal la recolección inicia a las siete de la mañana (7:00 am), empezando con los residuos de la municipalidad y el mercado municipal, para proseguir con el resto de las viviendas.

#### **2.2.2.5.7 Equipo de recolección**

Está conformado por un número de personas y un camión recolector de basura autorizado por la municipalidad de Casillas. Los residuos recolectados son dirigidos hacia la planta de tratamiento.

#### **2.2.2.5.8 Tamaño de la cuadrilla**

Está compuesto por un conductor del camión y tres ayudantes.

#### **2.2.2.6 Diseño de rutas**

Una fase importante del sistema de recolección de residuos sólidos municipales, es la que comúnmente se conoce como ruta, son los recorridos específicos que deben realizar diariamente los vehículos recolectores en las zonas de la localidad, donde han sido asignadas con el fin de recolectar de la mejor forma posible los residuos generados por los habitantes de dicho sector. Un mal diseño de rutas de recolección, trae como consecuencia, graves daños al sistema de recolección, entre los que se pueden citar los siguientes:

- Deficiente operación y funcionamiento del equipo.
- Desperdicio de personal.
- Reducción de las coberturas del servicio de limpia.
- Proliferación de tiraderos clandestinos a cielo abierto en diferentes puntos de la ciudad.

Asimismo, para adoptar las diferentes decisiones, previas al mejoramiento de las rutas de recolección de los residuos sólidos, es indispensable informar al usuario de las razones que hay para hacerlo y llegar a obtener su colaboración. Los argumentos tienen que basarse en razones sanitarias y de reducción de costos. Por lo tanto sin la comprensión y la colaboración del público, la posibilidad de éxito de las rutas que se diseñen se reduce.

#### Reglas básicas para el diseño de rutas

a). El diseño de rutas trata de aumentar la distancia productiva en relación a la distancia total.

b). Los recorridos no deben fragmentarse ni traslaparse. Cada uno debe consistir en tramos que queden dentro de la misma área de la ciudad o localidad en estudio.

c). El inicio de una ruta debe estar cerca del garaje y el final cerca del lugar de disposición final de residuos sólidos.

d). En lugares con pendientes fuertes o desniveles altos, debe procurarse hacer el recorrido de la parte alta a la parte baja. Si se presentan hondonadas que hay que bajar y luego subir, hay que procurar atenderlas al comienzo del viaje, cuando el vehículo recolector va con poca carga.

e). Tratar de recolectar simultáneamente ambos lados de la calle. Sin embargo, ello no es recomendable en avenidas muy anchas o con mucho tránsito.

f). Se debe respetar el sentido de circulación y la prohibición de ciertos virajes.

g). Evitar los giros a la izquierda y las vueltas en U, porque hacen perder tiempo, son peligrosos y obstaculizan el tránsito.

h). Las calles con mucho tránsito deben recorrerse en las horas en que este disminuye.

i). Cuando hay estacionamientos de vehículos, hay que procurar efectuar la recolección en los momentos que la calle está más despejada.

j). En las calles muy cortas o sin salida, es preferible que los vehículos recolectores no entren en ellas, sino que esperen en la esquina y que el personal vaya a buscar los receptáculos con los residuos, o en su caso el público lo deposite en la esquina más cercana a la ruta de recolección. Esto economiza mucho tiempo.

k). Cuando la recolección se hace simultáneamente a ambos lados de la calle, deben hacerse recorridos largos y rectos, con pocas vueltas.

l). Cuando la recolección se hace primero por un lado de la calle y después por el otro, generalmente es mejor tener recorridos con muchas vueltas a la derecha alrededor de manzanas.

m). Es preciso reconocer muy bien las características propias de la ciudad para que las rutas de los camiones recolectores no causen muchos problemas

### **2.2.2.7 Controles de la recolección**

Es necesario registrar todas las actividades para generar estadísticas, controles, proponer mejoras, etc. Para este fin, se definen los formatos de inspección de áreas, control de horarios, sistemas de control de la metodología y revisiones constantes para su correcto funcionamiento

### **2.2.2.8 Seguridad en el trabajo**

La seguridad en el trabajo es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objetivo eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan los accidentes dentro del trabajo.

Por lo que es de prioridad la seguridad, para que no existan accidentes con los trabajadores de la planta de tratamiento.

En el basurero privado donde se traslada los desechos sólidos generados en el casco urbano, no cuentan con equipo de seguridad, ya que todo se manipula sin protección y no utilizan calzado adecuado para dicho trabajo, y todos los residuos son quemados generando contaminación al medio ambiente. (visualización propia).

### **2.2.3. Disposición final de los desechos sólidos**

#### **2.2.3.1 Generalidades**

La disposición final debe ser la última opción para el tratamiento de los desechos sólidos ya que conlleva impactos ambientales negativos, que en su mayoría pueden ser controlados con un buen plan de gestión. Un relleno sanitario es un lugar donde se practican principios de ingeniería para la disposición adecuada de los desechos.

En la actualidad los residuos sólidos generados en el casco urbano son transportados y depositados en basureros privados, donde el proceso es la quema del mismo, produciendo contaminación. La municipalidad no cuenta con una planta para el tratamiento. (visualización propia).

## **2.2.3.2 Procedimiento aplicable a la basura**

### **2.2.3.2.1 Procesamiento mecánico**

Debido a la variada composición de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), estos deben ser tratados antes de someterse a procesos de valorización mediante reciclaje, reutilización, compostaje, incineración CDR's, etc. Este paso previo se lleva a cabo mediante tratamiento mecánico de los RSU.

El pretratamiento permite clasificar y separar los residuos, según el tipo de material, y es necesario ya que generalmente los residuos no son directamente aprovechables en las condiciones que presentan en el momento de la recolección por lo que deben ser depurados. El tratamiento mecánico resulta un paso previo indispensable para poder aplicar posteriormente una gestión o un tratamiento específico por los distintos materiales obtenidos.

### **2.2.3.2.2 Procesamiento térmico**

El tratamiento térmico es un proceso en el que interviene el calor y las reacciones fisicoquímicas, donde la presencia del oxígeno es básica. En función de estos efectos se distinguen los diversos tratamientos.

La abundancia de oxígeno conducen a técnicas de incineración a altas temperaturas, donde se generan gases oxidados como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , los residuos sólidos de la combustión, como escoria y cenizas estarán exentos de compuestos volátiles y los metales estarán en su forma oxidada, lo que previsiblemente, les confiere un carácter inerte. Por otra parte el exceso de oxígeno conduce a una combustión a baja temperatura, por la gran cantidad de inertes en la mezcla de gases.

En los procesos a temperaturas no muy elevadas y con reducción de oxígeno, no se produce la rotura molecular ni ningún tipo de reacción química sino la destilación y evaporación de sustancia volátiles, que en una posterior condensación dan lugar a líquidos o sólidos pastosos.

Para que el tratamiento térmico sea correcto, se tiene que cumplir una serie de condiciones que afectan a los parámetros fundamentales, tales como: temperatura óptima de combustión, tiempo de retención adecuado, buena mezcla de residuo con el aire de combustión y el combustible auxiliar, etc. Las características intrínsecas del producto que condicionan los valores de funcionamiento de la incineración son las siguientes.

- Estado
- Composición física
- Poder calorífico inferior

Entre los principales tratamientos térmicos utilizados para la eliminación de los residuos pueden ser:

- Incineración
- Co – incineración en procesos industriales a altas temperaturas
- Procesos basados en la generación de plasma
- Unidades productoras de radiación infrarroja
- Sistemas de generación de calor basados en la energía solar
- Incineración catalítica
- Oxidación supercrítica en medio acuoso
- Incineración electroquímica

### **2.2.3.2.3 Procesamiento biológico**

Muchos de los residuos industriales tóxicos son tratados mediante métodos biológicos similares a los utilizados en el tratamiento de las aguas y fangos residuales.

Estos procesos están basados en la capacidad de ciertos microorganismos de secuestrar del medio o degradar enzimáticamente numerosos compuestos tóxicos y peligrosos, incluso cuando estos contienen elevadas concentraciones de metales u otras sustancias prácticamente letales para ellos. Las principales industrias que utilizan este tipo de tratamientos biológicos son las de producción y refinado de petróleo, industrias de productos químicos orgánicos, pinturas, plásticos, madera y celulosas, azucareras etc. El tratamiento biológico para la depuración de residuos acuosos diluidos en la propia industria es ya bastante usual, habiéndose llegado a obtener microorganismos que degradan selectivamente determinados tóxicos químicos.

Los procesos biológicos más utilizados en el tratamiento de residuos industriales tóxicos y peligrosos son los que se enumeran a continuación.

- Fangos activos
- Lechos bacterianos o filtros percoladores
- Contactores biológicos de rotación o Biodiscos
- Lagunas de estabilización
- Filtro verde
- Compostaje
- Digestión anaerobia
- Depuración por microorganismos genéticamente modificados
- Tratamiento enzimáticos



### **2.2.3.3 Planta de tratamiento**

#### **2.2.3.3.1 Tipos de planta de tratamiento de desechos sólidos**

De acuerdo al manual de planas de recuperación / tratamiento de residuos sólidos en la página 9 establece lo siguiente:

El diseño e implementación de las diferentes plantas dependerá de los resultados de los distintos diagnósticos. La implementación de las mismas implica la clausura y tratamiento de los sitios de disposición actual.

- Planta de recuperación
  - Objetivos:
    - Obtener la separación de componentes reciclables (papel, vidrio, aluminio y plástico), de los residuos peligrosos domiciliarios (patogénicos, latas de pintura, pilas, solvente) y de la materia orgánica.
    - Gestionar la comercialización de componentes reciclables.
    - Enviar residuos peligrosos domiciliarios y materia orgánica a deposición final en adecuado relleno sanitario.
  - Ventajas:
    - Fácil operación
    - Rápida implementación

- Recuperación, papel, vidrio, aluminio y plástico y su comercialización
- Creación de puestos de trabajo.
  
- Impacto positivo en la opinión pública.

Conservación del mismo sistema de recolección domiciliar existente, considerando que los residuos sólidos urbanos serán enviados sin compactar.

Baja inversión.

○ Desventajas:

- No utilización de residuos orgánicos.
- Costos elevados en el uso del relleno sanitario, por acumulación de volumen de materia orgánica.
- Falta de participación comunitaria, dado que el proceso de separación se produce exclusivamente en la planta de tratamiento.

○ Operación:

El residuo sólido urbano ingresa a la planta en bolsas comunes (no existiendo separación previa). Es conducido a la cinta transportadora en donde se efectúa la separación manual de los distintos materiales secos. Estos pasan luego al área de separación

por color/calidad/tipo y se envía al área de prensado/armado de fardos. Los fardos se almacenan hasta su comercialización a empresas de reciclado.

Los residuos no recuperados son enviados a un relleno sanitario debidamente construido.

- Residuos recuperados.  
Material seco (materia orgánica) con características reciclables.
- Residuos reciclados.  
No existen
- Necesidades mínimas de terreno.

Se recomiendan 2 hectáreas/ 15 000 habitantes, alejadas del casco urbano.

- Necesidades mínimas de personal.

Se necesitan 10 operativos / 15 000 habitantes.

- Planta de recuperación y tratamiento
- Objetivos.
  - Obtener la separación de componentes reciclables (papel, vidrio, aluminio y plástico), de los residuos.

- Reciclar la materia orgánica como lombricomposto para utilizar en forma de fertilizante orgánico en horticultura y/o forestación.
  - Gestionar la comercialización de componentes reciclables y fertilizantes orgánicos.
  - Enviar residuos peligrosos domiciliarios a disposición final en adecuado relleno sanitario.
- Ventajas.
- Disminución importante de costos por uso menor de relleno sanitario, debido a la disminución de volumen de materia orgánica por reciclado.
  - Creación de conciencia ambiental en la población ya que se propicia la separación previa en el domicilio de orgánicos.
  - Rápida puesta en marcha de la planta.
  - Creación de puestos de trabajo.
  - Impacto positivo en la opinión pública.
  - Recuperación de papel, vidrio aluminio y plásticos.
  - Desarrollo de fertilizante orgánico para ser comercializado con calidad diferenciada para cultivos hortícolas orgánicas.
- Desventajas

- Implementación en la separación en el domicilio lenta debido a que se necesita un cambio cultural de la población (proceso de capacitación).
- Necesidad de inversión de logística de recolección domiciliaria (camiones para la recolección de la basura).
- Operación.

El RSU ingresa a la planta en bolsas separadas/identificadas (orgánicos e inorgánicos) y se realiza la descarga en dos sectores distintos.

En el sector Inorgánico, se efectúa en la cinta transportadora la separación manual de los distintos materiales secos. Estos pasan luego al área de selección por color/calidad/tipo y se envía al área de prensado/armado de fardos. Los fardos se almacenan hasta su comercialización a empresas de reciclado.

En el sector orgánico, se selección sobre la cinta transportadora las bolsas, retirando material inorgánico/no degradable. El material a granel es enviado al área de compostado donde se realizan las pilas de residuo. Estas se van rotando diariamente (controlando temperatura y humedad), produciendo la biodegradación. De aquí pasan al área lombricompuesto, donde se arman “camas” en las que se ubican las lombrices californianas responsables de transformar proteínas en nutrientes (N, K, P). El producto final es embolsado y almacenado para su comercialización.

Los residuos no recuperados son enviados a un relleno sanitario debidamente construido.

- Residuos recuperados

Material seco (materia inorgánica) con características reciclables.

- Residuos reciclados

Materia orgánica para uso como fertilizante orgánico.

- Necesidades mínimas de terreno.

Se recomienda 2 hectáreas/ 15 000 habitantes alejadas del casco urbano.

- Necesidades mínimas de personal

Se recomiendan 16 operarios / 15 000 habitantes.

#### **2.2.3.4 Ubicación ideal del lugar para la planta de tratamiento**

En esta etapa interviene la eficiencia especial que se subdivide en dos aspectos: la eficiencia económica, que se relaciona con los costes ocasionados al proceso del mantenimiento del mismo y la segunda que es la eficiencia social, ligada a las molestias y riesgos que una instalación de este carácter puede producir a la población que reside en el entorno cercano. Para concretar de modo preciso los factores que miden la eficiencia la planta se debe situar en el lugar especial con condiciones de impermeabilidad, características del terreno (topografía, suelo y área), su acceso, futura utilización y que esté lejos de cualquier lugar habitado por el hombre.

Con base a estas características, la planta de tratamiento de desechos sólidos, se ubica en la aldea las Minas y sus coordenadas 14°25'18 N y 90°14'08"W a una altura de 1 120 metros sobre el nivel del mar.

### **2.2.3.5 Diseño de la planta de tratamiento**

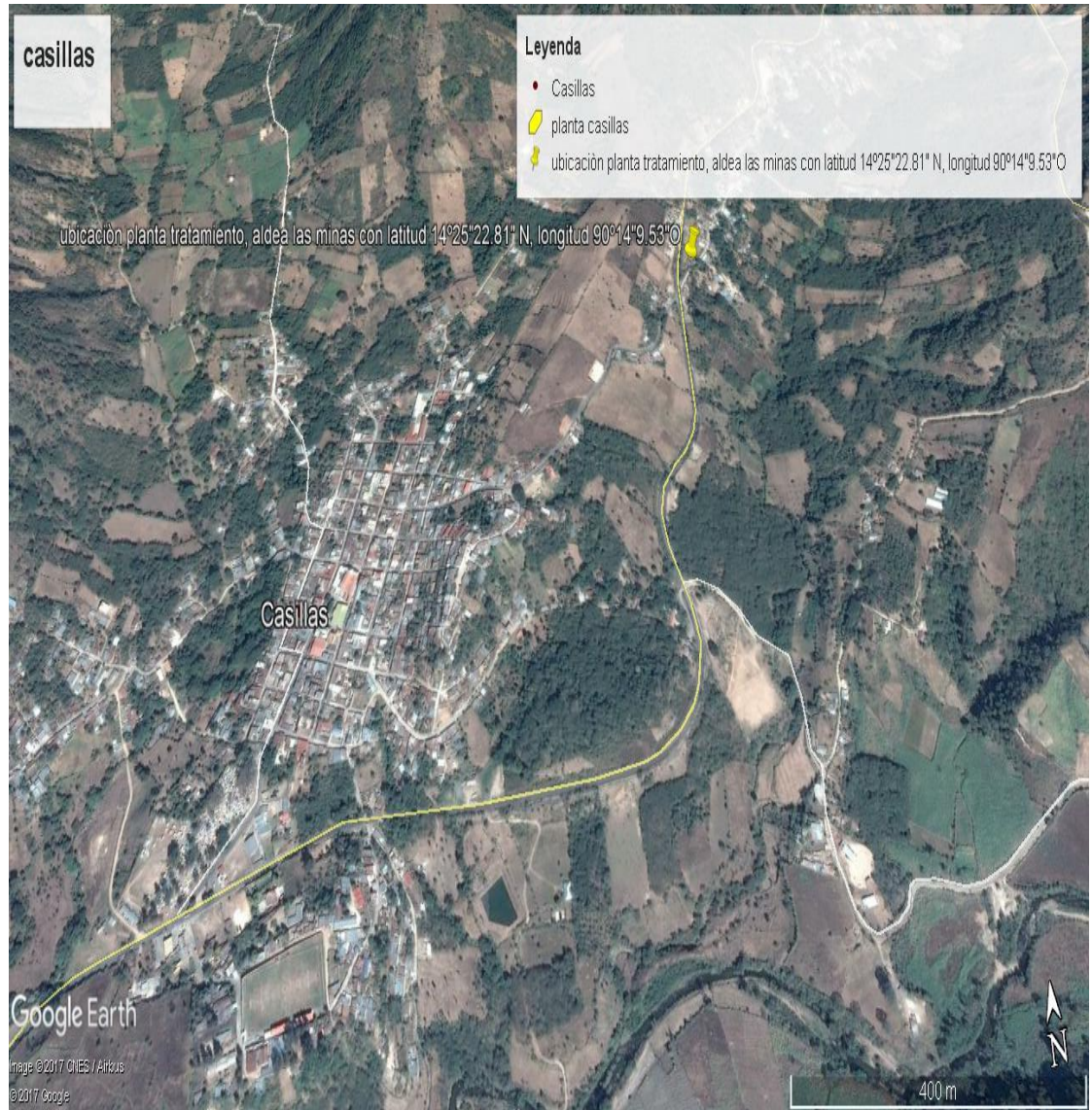
La planta se diseñó para satisfacer las necesidades de tratamientos de desechos sólidos incluyendo las áreas productivas e improductivas necesarias para el funcionamiento óptimo.

La propuesta es diseñar una arquitectura compatible tanto en funcionamiento como en forma y estructura, se toma en cuenta el entorno urbano garantizando la seguridad y vida del personal que desarrolla la disposición final de los desechos sólidos, también se propone que cumpla las siguiente fases.

- Reciclaje
- Transformación
- Vertido

La planta se localiza en la aldea las Minas a 1 1/2 km del centro del municipio de Casillas.

Figura No.6 Aldea las Minas, Casillas, santa Rosa.



Aldea las Minas. <https://earth.google.com/download-earth.html>. Consulta: julio2017.

El tren de aseo del casco urbano pasa recogiendo los desechos sólidos de lunes a viernes, en el cual se especifican a continuación.



Tabla VIII **Recorrido de la recolección del tren de aseo de los desechos sólidos por el tren de aseo.**

Días de la semana	Lugares de recolección de los desechos sólidos.	Número de habitantes por lugar.	Categoría municipal	Censado por la institución.	Año de los censos.
L	Casillas	3 139	Pueblo	Epecista	2016
	Linda Vista	97	Caserío	Centro de salud	2002
	El Bordo	240	Caserío	Centro de salud	2016
M	Casillas	3 139	Pueblo	Epecista	2016
	Pueblo Ralo	60	Caserío	Centro de salud	2016
	Llano grande	502	Aldea	Centro de salud	2002
	Tacuaco	260	Caserío	Centro de salud	2016
	Las minas	718	aldea	Centro de salud	2015
M	Las flores	97	caserío	Centro de salud	2016
	Casillas	3 139	Pueblo	Epecista	2016
	Linda Vista	97	Caserío	Centro de salud	2002
J	El Bordo	240	Caserío	Centro de salud	2016
	Pueblo Ralo	60	Caserío	Centro de salud	2016
	El Jute	745	aldea	Centro de salud	2015

Continuación de tabla VIII

V	Casillas	3 139	Pueblo	Epecista	2016
	Linda Vista	97	Caserío	Centro de salud	2002
	El Bordo	240	Caserío	Centro de salud	2016

Fuete: Elaboración propia con información del centro de salud.

NOTA: no todos los habitantes de cada lugar pagan la extracción de basura, se usará el crítico el cual equivale a 5 858 usuarios; tomando en cuenta que se diseñará a futuro. Respecto a Casillas, el lunes, miércoles y viernes se recoge los desechos de las viviendas, martes y viernes de los negocios.

La distribución del área de la planta de tratamiento de desechos sólidos se hace desde el punto de vista económico, que reduce al mínimo los costos unitarios o bien genera las máximas utilidades; para lo cual es necesario conocer los siguientes factores:

- Cálculo de la población del municipio de Casillas

Se calcula la población del casco urbano del municipio de Casillas, según censo realizado durante el levantamiento topográfico aplicando la siguiente ecuación de crecimiento geométrico.

$$P = P_1(R+1)^n$$

P = población futura

$P_1$  = población al tiempo  $T_1$

R = tasa de crecimiento poblacional

n = periodo de diseño ( $T - T_1$ )

El periodo de diseño de la planta de tratamiento depende de la tasa de crecimiento poblacional, para este proyecto la tasa es de 1,4%, el periodo de diseño tendrá una durabilidad de 10 años.

Población del casco urbano del municipio de Casillas según censo = 3 139 habitantes.

$P_{2,016} = 3,139$  habitantes

R = 1,4 % (INE)

n = 2026 - 2016

n = 10

$P = 3139(0,014+1)^{10}$

P = 3 607

**Tabla IX. Población aproximada de habitantes por año en el casco urbano del municipio de Casillas**

N	Año	Población
1	2017	3 183
2	2018	3 228
3	2019	3 273
4	2020	3 319
5	2021	3 365
6	2022	3 412
7	2023	3 460
8	2024	3 508
9	2025	3 557
10	2026	3 607

Fuente: elaboración propia.

Luego se calcula los habitantes a futuro de las aldeas y caseríos que también son abarcados por el tren de aseo del casco urbano, basado al censo del año 2002 realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Población a futuro para Linda Vista.

$P_{2016} = 118$  habitantes

$R = 1,4 \%$  (INE)

$n = 2026-2016$

$n = 10$

$P = 118(0,014+1)^{14}$

$P = 136$

**Tabla X. Población aproximada de habitantes por año en Linda Vista**

N	Año	Población
1	2017	120
2	2018	121
3	2019	123
4	2020	125
5	2021	126
6	2022	128
7	2023	130
8	2024	132
9	2025	134
10	2026	136

Fuente: elaboración propia.

Población a futuro para El Bordo.

$P_{2016} = 240$  habitantes

$R = 1,4 \%$  (INE)

$n = 10$

$P = 240(1 + 0,014)^{10}$

$P = 276$

Tabla XI. **Población aproximada de habitantes por año en El Bordo**

N	Año	Población
1	2017	243
2	2018	247
3	2019	250
4	2020	254
5	2021	257
6	2022	261
7	2023	265
8	2024	268
9	2025	272
10	2026	276

Fuente: elaboración propia.

Población a futuro para Pueblo Ralo.

$P_{2016} = 60$  habitantes

$R = 1,4\%$  (INE)

$n = 10$

$P = 60(1 + 0,014)^{10}$

$P = 69$

Tabla XII. **Población aproximada de habitantes para Pueblo Ralo**

N	Año	Población
1	2017	61
2	2018	62
3	2019	63
4	2020	63
5	2021	64
6	2022	65
7	2023	66
8	2024	67
9	2025	68
10	2026	69

Fuente: elaboración propia.

Población a futuro para Llano grande.

$P_{2016} = 610$  habitantes

$R = 1,4 \% (INE)$

$n = 10$

$P = 610(1 + 0,014)^{10}$

$P = 701$

Tabla XIII. **Población aproximada de habitantes para Llano grande**

N	Año	Población
1	2017	619
2	2018	627
3	2019	636
4	2020	645
5	2021	655
6	2022	663
7	2023	672
8	2024	682
9	2025	691
10	2026	701

Fuente: elaboración propia.



Población a futuro para Tecuaco.

$P_{2016} = 260$  habitantes

$R = 1,4 \%$  (INE)

$n = 10$

$P = 260(1 + 0,014)^{10}$

$P = 299$

Tabla XIV. **Población aproximada de habitantes para Tecuaco**

N	Año	Población
1	2017	264
2	2018	267
3	2019	271
4	2020	275
5	2021	279
6	2022	283
7	2023	287
8	2024	291
9	2025	295
10	2026	299

Fuente: elaboración propia.

Población a futuro para Las Minas.

$P_{2016} = 728$  habitantes

$R = 1,4 \%$  (INE)

$n = 10$

$P = 728(1 + 0,014)^{10}$

$P = 837$

Tabla XV. **Población aproximada de habitantes para Las Minas**

N	Año	Población
1	2017	738
2	2018	749
3	2019	759
4	2020	770
5	2021	780
6	2022	791
7	2023	802
8	2024	814
9	2025	825
10	2026	837

Fuente: elaboración propia.

Población a futuro para Las Flores.

$P_{2016} = 97$  habitantes

$R = 1,4\%$  (INE)

$n = 10$

$P = 97(1 + 0,014)^{10}$

$P = 111$

Tabla XVI. **Población aproximada de habitantes para Las Flores**

N	Año	Población
1	2017	98
2	2018	100
3	2019	101
4	2020	103
5	2021	104
6	2022	105
7	2023	107
8	2024	108
9	2025	110
10	2026	111

Fuente: elaboración propia.

Población a futuro para El Jute.

$P_{2016} = 755$  habitantes

$R = 1,4 \%$  (INE)

$n = 10$

$P = 755(1 + 0,014)^{10}$

$P = 868$

Tabla XVII. **Población aproximada de habitantes para El Jute**

N	Año	Población
1	2017	766
2	2018	776
3	2019	787
4	2020	798
5	2021	809
6	2022	821
7	2023	832
8	2024	844
9	2025	856
10	2026	868

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Población aproximada de habitantes por año en el área urbana de municipio de Casillas**

N	Año	Población
1	2017	6092
2	2018	6177
3	2019	6265
4	2020	6352
5	2021	6439
6	2022	6529
7	2023	6621
8	2024	6714
9	2025	6808
10	2026	6904

Fuente: elaboración propia.

El total de habitantes a futuro (10 años) son= 6 904.

Para determinar el área del terreno y el total de operarios que se utilizará para el diseño y funcionamiento de la planta, utilizaremos la fórmula que especifica el manual de plantas de recuperación / tratamiento de residuos sólidos.

$$\begin{array}{r} 20\,000\text{ m}^2 \text{ (2 hectáreas)} \quad \text{_____} \quad 15\,000 \text{ hab.} \\ X \text{ m}^2 \quad \quad \quad \text{_____} \quad 6\,904 \text{ hab.} \end{array}$$

$$6\,904(20\,000)/15\,000 = 9\,206 \text{ m}^2$$

9 206 metros cuadrados

$$\begin{array}{r} 16 \text{ operarios (2 hectáreas)} \quad \text{_____} \quad 15\,000 \text{ hab.} \\ X \text{ operarios} \quad \quad \quad \text{_____} \quad 6\,904 \text{ hab.} \end{array}$$
$$16(6\,904)/15\,000 = 4$$

8 operarios como mínimo.

Se necesitará 9 206 metros cuadrados de área del terreno (aproximadamente 1 hectárea) y 8 operarios.

Volúmenes de desechos sólidos recolectados en el casco urbano del municipio de Casillas.

En el casco urbano del municipio de Casillas, cada semana un camión recolecta los desechos sólidos urbanos, los datos de la siguiente tabla enumeran la cantidad de viajes.

Tabla XIX. **Cantidad de viajes por el camión recolector semanalmente.**

Día	Camión único
Lunes	1
Martes	1
Miércoles	1
Jueves	1
Viernes	1
Viajes semanal	5

Fuente: elaboración propia.

Figura 7 **Camión recolector de desechos sólidos.**



Figura 7 recolección del casco urbano del municipio de Casillas.

Levantamiento del muestreo de residuos producidos en Casillas.

El volumen del muestreo de residuos sólidos se hizo durante 11 días consecutivos, las viviendas muestradas fueron de 150 (6 integrantes por vivienda), el proceso se realizó pesando las bolsas de los desechos generados en cada día, depositándose en el recipiente para determinar su volumen.

Se utilizó un tonel de plástico con dimensiones de 0,6m de diámetro y 0,9 de alto, ya que es un volumen conocido, con un peso de 19 libras.

$$V_{\text{recipiente}} = \pi r^2 h$$

$$V_{\text{recipiente}} = (\pi)(0,3)^2(0,9)$$

$$V_{\text{recipiente}} = 0,25 \text{ m}^3$$

En los 11 días de muestreo se recolectaron 122 toneles de desechos sólidos, equivalentes a 5 302,50 lb, el peso se determinó sumando todos los pesos de cada clasificación de los residuos.

$$\text{Peso producido}_{11 \text{ días}} = 5 302,50$$

$$V_{\text{total generado}} = 122 \text{ toneles} \times 0,25 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total generado}} = 30,50 \text{ m}^3$$

Determinación del peso por metro cúbico en base al muestreo.

$$\frac{5 302,50 \text{ lbs}}{30,50 \text{ m}^3} = 173,85 \text{ lbs/m}^3$$

Determinación del peso por metro cubico por día.

$$\text{Peso/día} = \frac{5 302,50 \text{ lbs}}{11 \text{ días}} = 482,05 \text{ lbs/día}$$

$$\text{volumen/día} = \frac{30,50 \text{ m}^3}{11 \text{ días}} = 2,77 \text{ m}^3/\text{día}$$



$$\text{peso/volumen/día} = \frac{482,05 \frac{\text{lbs}}{\text{día}}}{2,77 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 174,03 \text{ lbs/m}^3/\text{día}$$

- Producción *Pert Cápita* (PPC)

Es la cantidad de desechos sólidos por habitante por día (kg/hab/día) y se calcula de la manera siguiente.

$$\text{PPC} = \frac{\text{Cantidad de desechos sólidos}}{\text{Cantidad de habitantes en la muestra}}$$

$$\text{PPC} = \frac{5\,302,50 \text{ lbs}}{900 \text{ hab.} \times 11 \text{ días}}$$

$$\text{PPC} = 0,54 \text{ lbs/ habitante/día}$$

$$\text{PPC} = 0,54 \text{ lb}/(1 \text{ kg}/2.2 \text{ lb}) = 0,25 \text{ kg/ hab/día}$$

$$\text{PPC} = 0,25 \text{ kg/ hab /día}$$

Los rangos establecidos por la Organización Panamericana de la Salud y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (OPS/CEPIS), es de 0,6 a 1,2 kg/ hab /día, para la generación de residuos sólidos en municipios menores de 30 000 habitantes.

El PPC es menor al promedio, esto se debe a la población es pequeña, así como también las costumbre de depositar los desechos en los terrenos donde cultivan, siendo esta es la razón por la que se generan menos cantidades de desechos sólidos.

Volumen diarios= 2,77 m<sup>3</sup>/día

Volumen recolectados en un año (lunes-viernes)= 2,77 m<sup>3</sup>/día x 260 días/1 año

Volumen recolectados en un año (lunes-viernes) = 720,20 m<sup>3</sup>/anual

Población en el año 2016 = 6 007 habitantes

Población en el año 2017 = 6 092

Volumen aproximado desechos recolectados en el año 2016 = 720 20 m<sup>3</sup>

Volumen aproximado desechos recolectados en el año 2017 = x

$$X = (720\ 20\ \text{m}^3 \times 6\ 092\ \text{habitantes}) / 6\ 007\ \text{habitantes}$$

$$X = 730,40\ \text{m}^3$$

Tabla XX. **Recolección aproximada de desechos sólidos en el área urbana del municipio de Casillas.**

N	Año	Recolección m <sup>3</sup>
1	2017	730,40
2	2018	740,58
3	2019	751,13
4	2020	761,56
5	2021	772,00
6	2022	782,78
7	2023	793,81
8	2024	804,96
9	2025	816,23
10	2026	827,75

Fuente: elaboración propia.

- Clasificación de desechos sólidos por la composición que poseen.

La clasificación de los desechos sólidos del municipio se hizo durante un periodo de 2 semanas, utilizando costales y clasificando los desechos en cada costal para luego pesarlo y determinando su volumen de cada clasificación, este proceso se hizo cada día. Para determinar el volumen se utilizó un tonel.

50 % desechos sólidos orgánicos

44 % desechos sólidos inorgánicos reciclables

6 % desechos inertes para vertederos

Para obtener la composición física anual de los desechos sólidos en la planta, se procedió a calcular las cantidades anuales de la recolección por año en el área urbana del municipio, luego se multiplicó cada cantidad anual por la distribución de la composición de los desechos calculada.

Tabla XXI. **Composición física de desechos sólidos en la planta de tratamiento.**

N	Año	Recolección m <sup>3</sup>	Orgánico (50 %)	Inorgánico (44 %)	Inerte (6 %)
1	2017	730,40	365,2	321,38	43,82
2	2018	740,58	370,29	325,86	44,43
3	2019	751,13	375,57	330,50	45,06
4	2020	761,56	380,78	335,09	45,69
5	2021	772,00	386,00	339,68	46,32

Continuación de tala XXI

6	2022	782,78	391,39	344,42	46,97
7	2023	793,81	396,91	349,28	47,62
8	2024	804,96	402,48	354,18	48,30
9	2025	816,23	408,12	359,14	48,97
10	2026	827,75	413,88	364,21	49,66

Fuente: elaboración propia.

- Diseño de la planta de tratamiento de desechos sólidos

La planta tendrá áreas diferentes para tratar los desechos inorgánicos y orgánicos, en áreas techadas y el desperdicio inorgánico (no reciclable ni reutilizable), se le aplicará un tratamiento especial en un área aparte (relleno sanitario).

La planta estará integrada por una área en el que se clasificará los desechos, área para el proceso de compostaje por medio de la lombricultura, área para los depósitos de los inertes, área para el reciclaje, área para la descarga y área para de carga. La planta estará ubicada en la aldea las Minas a un kilómetro y medio del casco urbano.

Se distribuyen los espacios necesarios donde se reciclarán los desechos sólidos inorgánicos recolectados en el área del municipio de Casillas considerando los siguiente factores.

Tabla XXII. **Datos típicos sobre peso específico y humedad de los desechos sólidos**

Tipo de residuos	Peso específico		Contenido de humedad	
	Kg/m <sup>3</sup>		Porcentaje en peso	
	Rango	Típico	Rango	Típico
Residuos	131 - 481	291	50 -80	70
Papel	42 - 131	89	4 – 10	6
Cartón	42 - 80	50	4 – 5	5
Plásticos	42 - 131	65	1 – 4	2
Textiles	42 - 101	65	6 – 15	10
Vidrio	160 – 481	196	1 – 4	2
Aluminio	131 – 1 151	320	2 – 4	2
Otros metales	320 – 1 000	481	6 – 12	8

Fuente: COLOMER MENDOZA, Francisco. *Tratamiento y Residuos Sólidos*. p. 105.

Tabla XXIII. **Estimación en porcentaje de material recuperados para reciclaje**

Material	%
Plástico	16
Cartón	14
Vidrio	4
Papel	3
Metal	2
Textiles	2
Aluminio	1
Otros metales	2

Fuente: elaboración propia

Del total de los desechos sólidos generados

Tabla XXIV. **Cálculo del desecho sólido que se tratará dentro de la planta 2026**

Material	Volumen	%	Recuperación	Peso	Peso
	Desechos	Recupera		Específico	
	m <sup>3</sup>	%m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	kg
Plástico	827,75	16	132,44	70	9 270,80
Cartón	827,75	14	115,89	50	5 794,50
Vidrio	827,75	4	33,11	160	5 297,60
Papel	827,75	3	24,83	42	1 042,86
Metal	827,75	2	16,56	250	4 140,00
Textiles	827,75	2	16,56	50	828,00
Alumnino	827,75	1	8,28	150	1 242,00
Otros metales	827,75	2	16,56	350	5 796,00

Fuente: elaboración propia.

- Tratamiento desechos sólidos orgánicos

Para conocer el proceso de compostaje de los desechos sólidos orgánicos, se propone la técnica de lombricultura (lombriz Coqueta Roja), obteniendo un *compost* tipo fertilizante orgánico, que enriquece y regenera la tierra, aprovechando toda clase de desechos biodegradables con la ayuda de microorganismos, que producen tierra humus de los desechos orgánicos.

- Diseño del *compost* lombricultura

El tratamiento del *compost* lombricultura se hace en pilas que se diseñan para contener la cantidad de desechos orgánicos que se recolectan en la

planta, es necesario tener la cantidad suficientes de pilas para asegurar que se quede el material durante tres meses.

- Medidas de las pilas

Profundidad = 1,2 m para evitar condiciones anaeróbicas.

Ancho = 1,80 m facilita el trabajo de las lombrices y de los obreros

Largo para contener el volumen de desechos recolectados diariamente.

- Largo de la pila

Para encontrar el largo de la pila se plantea la siguiente igualdad de volúmenes y considerando que se puede cargar el desecho sólido hasta el 50 % arriba del lecho, por tanto el volumen de la pila tiene que ser la mitad del volumen del desecho recolectado, en el 2026 que es el periodo de diseño de la planta.

Volumen de desechos orgánicos recolectados 2026= 413,88 m<sup>3</sup>

Volumen pila = volumen diario de desechos sólidos orgánicos recolectados

Volumen pila = b x h x L

Volumen diario de desechos sólidos orgánicos recolectados (Vd):

$$Vd = \frac{\text{Volumen anual de desechos solidos}}{261 \text{ días}}$$

$$Vd. = \frac{413,88 \text{ m}^3}{261 \text{ días.}}$$

$$Vd. = 1,60 \text{ m}^3/\text{diario}$$

Planteando la igualdad con datos

$$1,80\text{m} \times 1,20\text{m} \times L = 1,60\text{m}^3/\text{diario} (0,5)$$

$$2,16 \text{ m}^2 \times L = 0,80 \text{ m}^3$$

$$L = \frac{0,80 \text{ m}^3}{2,16 \text{ m}^2}$$

L = 0,37 m se aproxima el largo a 1,00 m

Para que el operario pueda trabajar con facilidad se propone que el largo sea igual al ancho.

Dimensiones de pilas.

A = 1,80 m  
H (profundidad) = 1,20 m  
L = 1,80 m

- Cantidad de pilas

Para la cantidad de pilas se asume una pérdida del 50 % del material y volumen durante el proceso del biodegradación.

Ecuación:

N = 0,50 número de días que tarda el proceso

Cantidad de descargas que se hacen a la pila en una semana

Cantidad de días que tarda el proceso = 90 días (tres meses)

Cantidad de descargas por semana = 5

$$N = 0,5 \times 90/5$$

$$N = 45/5 = 9$$

Nota: se diseñan 10 pilas con las siguientes medidas.

Base= 1,80 m

Alto = 1,20 m

Largo= 1,80 m

Volumen de pila = 1,80m x 1,20m x 1,80 m

Volumen de pila = 3,89 m<sup>3</sup>



Volumen total lombricultura ( $V_L$ ) = cantidad de pilas x volumen pila

$$V_L = 10 \times 3,89 \text{ m}^3$$

$$V_L = 38,90 \text{ m}^3$$

- Cálculo de lombrices para iniciar la lombricultura

La lombricultura se inicia con el 50 % del volumen total del mismo.

$$0,50 \times 38,90 = 19,45 \text{ m}^3$$

Cantidad de lombrices ( $C_L$ )

$$1 \text{ m}^3 = 4 \text{ 000 lombrices}$$

$$19,45 \text{ m}^3 = C_L$$

$$C_L = 4 \text{ 000} \times 19,45 = 77 \text{ 800 lombrices}$$

1 lombriz peso aproximadamente 1 gramo

77 800 lombrices = 77 800 gramos

\* Para calcular pilas y lombrices para el *compost* del abono orgánico se aplicaron las fórmulas del Manual del Compostaje para Municipios.

Tabla XXV. **Pronóstico de abono orgánico en la planta.**

n	Año	Recolección $\text{m}^3$	Producción $\text{m}^3$ mes	Producción $\text{m}^3$ año
1	2017	365,20	7,61	91,32
2	2018	370,29	7,71	92,52
3	2019	375,57	7,82	93,84
4	2020	380,78	7,93	95,16
5	2021	386,00	8,04	96,48
6	2022	391,39	8,15	97,80

### Continuación de tala XXV

7	2023	396,91	8,27	99,24
8	2024	402,48	8,39	100,68
9	2025	408,12	8,50	102,00
10	2026	413,88	8,62	103,44

Fuente: elaboración propia.

Nota: para determinar la producción de m<sup>3</sup>/ mes, se multiplica la recolección de m<sup>3</sup> en el año por (1/48), donde el 1 representa el año y el 48 son las semanas que tiene el año en días hábiles  $(365,2/48) = 7,61$

#### 2.2.3.6.7 Tipos de rellenos sanitarios.

Los rellenos sanitarios se clasifican según la cantidad de toneladas de residuos sólidos que se operan diariamente y son las siguientes.

- Relleno sanitario manual.

Si se procesan menos de 20 toneladas/día (aproximadamente 30 000 habitantes), son hechos a mano no necesitan de equipos pesados permanentes para la operación, las herramientas consiste en: palas, azadones, piochas, rastrillos, machetes, compactadores manuales.

- Relleno sanitario mecánico.

Si se procesan 40 toneladas/día (aproximadamente hasta 100 000 habitantes) tiene todas las características de un relleno diseñado,

construido y operado con criterios de ingeniería civil y sanitaria incluyendo chimeneas para ventilación de biogás y sistema de drenaje interno de lixiviado, la construcción y operación requiere de maquinaria.

La propuesta para este caso es un, relleno sanitario manual, ya que se generan menos de 20 toneladas al día.

#### 2.2.3.6.8. Método de construcción

Los métodos de construcción dependen del terreno y la topografía del terreno y son:

- Área

El relleno sanitario se construye sobre la superficie del terreno para llenar depresiones, en este caso el material de cobertura se debe importar de otros sitios o si es posible extraerlo de la capa superficial del sitio o rellenar para tener ahorro.

- Trinchera

Se usa cuando el nivel de las agua freáticas es profundo y las pendientes del terreno son suaves; de ahí que las zanjas pueden ser excavadas con equipo de movimiento de tierra.

El método consiste en depositar los residuos en un extremo de la zanja recostándolos en el talud; ahí los trabajadores los esparcen y compactan en capas con herramientas de albañilería hasta formar una cubierta con tierra extraída de la zanja.

#### 2.2.3.6.9. Cálculo de la capacidad del relleno sanitario.



Considerando que la cantidad de desechos que se verterán es menor a 20 toneladas/diarias, se diseña un relleno sanitario tipo manual con el método de construcción de área.

### 2.2.3.6 Equipo a utilizar

Tabla XXVI. **Características del equipo de seguridad propuesto.**

Equipo	Especificaciones	Riesgos a cubrir	Área de utilización y forma de uso
	<p>Guante impregnado de látex.</p> <p>Manejo de vidrio, antiderrapante, barreta térmica.</p> <p>Fuente: <a href="http://www.industrialstarter.com/es/productos/07244-guante-en-malla-impregnado-en-latex.html">http://www.industrialstarter.com/es/productos/07244-guante-en-malla-impregnado-en-latex.html</a></p>	<p>Evitar que se suelten los objetos resbalosos y cortes con objetos punzocortantes</p>	<p>Rampas, rellenos sanitarios, bodegas.</p>
	<p>Lentes de policarbonatos, resistentes, resistentes a impactos, filtran rayos UV</p> <p>Fuente: <a href="https://es.vsp.com/enes/polycarbonate-lenses.html">https://es.vsp.com/enes/polycarbonate-lenses.html</a></p>	<p>Objetos que penetren en los ojos y salpicaduras de líquidos peligrosos.</p>	<p>Utiliza en área de recepción en todo momento</p>
	<p>Casco de polietileno, para absorber la energía cinética de un golpe.</p> <p>Fuente: <a href="http://www.seguricorp.com.ve">www.seguricorp.com.ve</a> › Cascos › Cascos de Polietileno</p>	<p>Golpes mecánicos en la cabeza</p>	<p>Se implementara un código de colores para diferenciar áreas.</p>

## Continuación de tala XXVI

	<p>Botas de hule, suela antiderrapante y anti perforación, punta de acero.</p> <p>Fuente: <a href="http://www.impermexa.com">www.impermexa.com</a> › Equipo de Seguridad</p>	<p>Evitar humedad en los pies, aplastamiento en los dedos y cortes.</p>	<p>Todo el personal operativo de la planta, uso en todo momento dentro de la planta.</p>
	<p>Traje impermeable, transpirabilidad, acolchado contra golpes, brazos no cubiertos.</p> <p>Fuente: <a href="http://www.directindustry.es">www.directindustry.es</a> › Equipo de Protección Individual</p>	<p>Contactos con sustancia o materiales tóxicos.</p>	<p>Todas las áreas operativas.</p>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.7 Mano de obra

La mano de obra en la planta de tratamiento, consiste en los 8 obreros que se utilizarán para poder operar los procesos de dicho proyecto,

## 2.2.4 Diseño del sistema propuesto para la disposición de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Casillas, Santa Rosa

### 2.2.4.1 Análisis de los desechos sólidos

#### 2.2.4.1.1 Caracterización de los desechos sólidos

Para hacer una a evaluación de la situación de los desechos sólidos y proponer una solución al tratamiento de estos, es necesario hacer una

caracterización de la basura, en un número determinado de viviendas y realizar una serie de operaciones relacionada con la cantidad, composición y densidad de los desechos producidos.

La metodología aplicada en los estudios de caracterización en los países de la región de América Latina y el Caribe, como lo es en el caso de Guatemala, es la diseñada por el doctor Kunitoshi Sakurai en 1982.

### **2.2.5 Estudio de impacto ambiental inicial**

Es la identificación de los impactos ambientales positivos y/o negativos que generará el desarrollo de la Planta de tratamiento, también se evalúa la magnitud e importancia de los mismos.

- Identificación y valorización de impactos ambientales.

Los impactos ambientales se identificaron en el área de estudio, tomando como base el área de influencia en las diferentes fases del proyecto, como lo son construcción, operación y desalojo. Así mismo se han priorizado los impactos de mayor magnitud y relevancia, en el caso de los impactos negativos se cuentan las respectivas medidas de mitigación.

- Estudio de medidas de mitigación

Consideran la forma en que se tratarán los aspectos negativos al medio ambiente, las consecuencias de los mismos y las respectivas medidas a tomar para la mitigación.

- Identificación de impactos ambientales

En el proceso de verificación de una interacción ente la causa y el efecto (acción considerada y los resultados que se obtienen) sobre los factores ambientales, se ha realizado una marca gráfica en la celda de cruce

correspondiente en la matriz Causa – Efecto, obteniéndose como resultado la matriz de identificación de impactos ambientales.

- **Predicción de Impactos**

La predicción de los impactos ambientales, se llevó a cabo valorando la importancia y magnitud en cada uno de ellos, previamente identificados. La metodología fue evaluar las características de cada interacción e introducción de factores de ponderación de acuerdo a la importancia relativa de cada característica. La calificación de cada una de estas características se muestra en la matriz de modificada de Leopoldo. Finalmente, se proporciona el carácter o tipo de efectos de la interacción analizada sobre los componentes ambientales; es decir designarla como positivo o negativo. La valoración que se le dio a cada interacción fue en el rango de 1 a 9.

Tabla XXVII . **Caracterización de los factores ambientales en la planta de tratamiento de desechos sólidos.**

Subcomponentes	Código	Componente ambiental
Aire	Microclima	Efectos en el clima del proyecto
	Vientos	Dispersión y transporte de partículas
	Ruido	Afectado por toda actividad
Suelo	Geomorfología	Alteración de las geo formas, topografía
	Erosión	Laminar, eólica en sitios de descombro
	Permeabilidad	Perdida de permeabilidad en el lugar
	Calidad de suelo	Degradación de la calidad del suelo
	Estabilidad	En quebradas cercanas al proyecto

Continuación de tala XXVII

Agua	Uso	Efectos sobre el uso actual
	Productividad	Disminución zona de emplazamiento
	Balance hídrico	Alteración del ciclo hidrológico del lugar
	Acuíferos	Disminución de la recarga hídrica
	Subterráneas	Alteración en la calidad del agua
	Superficiales	Alteración de la calidad del agua
	Cubierta vegetal	Alteración de la cobertura existente
Fauna	Fauna terrestre	Desaparición de fuentes alimenticias
Uso del territorio	Avifauna	Refugio y reproducción
	Cambio de uso	Alteración al uso actual del suelo
	Zona urbana	Incremento de zonas urbanizadas
	Comercio	Incremento de turismo y comercio
	Alteración POT	Ampliación del límite urbano

Fuente: BARRENO, Eddy. *Diseño de una planta para el tratamiento de desechos sólidos en el municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala.* p 88



Tabla XXVIII . **Acciones consideradas en la fase de operación en la planta de tratamiento de desechos sólidos.**

Código	Acción	Definición
1	Tren de limpieza	Recolección y transporte de basura.
2	Emisión de partículas	Generación de partículas contaminantes.
3	Mantenimiento del tren de limpieza	Mantenimiento preventivo del tren de limpieza.
4	Generación de lixiviados	Se generarán en el compostaje de la materia orgánica.
5	Generación de gases	Se generaran en el compostaje de la materia orgánica.
6	Demanda de agua entubada	Requerimiento de agua durante la operación y mantenimiento.
7	Demanda de electricidad	Incremento de la demanda eléctrica.
8	Incremento del tráfico	No se tendrá mayor tráfico vehicular en la zona de la planta de tratamiento
9	Acciones de origen natural	Labores de mantenimiento de las vías internas de la planta de tratamiento

Fuente: BARRENO, Eddy. *Diseño de una planta para el tratamiento de desechos sólidos en el municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala.* p 88.

- Análisis de impactos ambientales y sociales

Durante la fase de construcción y operación de la Planta Tratamiento de Desechos Sólidos en el municipio de Casillas,

departamento de Santa Rosa, se determinaron los siguientes impactos tanto positivos como negativos, de la siguiente forma:

- Construcción: impactos negativos por deforestación, movimiento de tierras, generación de partículas (gases, polvo); ruido, paisaje, fauna, impactos positivos como la generación de empleo.
  
- Operación: impactos negativos por aire (malos olores por el compostaje de la materia orgánica que servirá de Lombricompost.), suelo, agua e impactos positivos como la generación de empleo y salud (saneamiento del municipio.).

Tabla XXIX. **Evaluación de impactos ambientales en la planta de tratamiento de desechos sólidos.**

<p><b>Actividad</b></p> <p>Generación de desechos sólidos.</p> <p><b>Impacto</b></p> <p>Contaminación de suelo, aire, flora, paisaje, salud.</p> <p><b>Descripción</b></p> <p>Los factores que se han descritos son los que afectan actualmente debido a que no se cuenta con un sistema de tratamiento y manejo de desechos sólidos en el municipio, y los desechos generados en el área urbana se transportan a un basurero que lo realizan quemando dichos sólidos el cual contaminan el medio ambiente.</p>
---

Continuación de tala XXIX

<p><b>Actividad</b></p> <p>Recolección de desechos sólidos.</p> <p><b>Impacto</b></p> <p>Planteamiento de un tren de aseo y control del depósito de los desechos <b>sólidos.</b></p> <p>Descripción</p> <p>Se colocarán recipientes en las vías públicas para depositar los desechos y el tren de aseo hará la recolección en viviendas, comercios y la vía pública.</p>
--

Fuente: BARRENO, Eddy. *Diseño de una planta para el tratamiento de desechos sólidos en el municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala.* p 88.

### 2.2.6 Evaluación socio-económica

Tiene como propósito identificar el beneficio socioeconómico del proyecto para obtener la rentabilidad social a través del costo/beneficio del mismo.

Básicamente los costos son:

- Compra del terreno
- Construcción de la planta
- Salario de personal de planta
- Operación de vehículo recolectores
- Mantenimiento de vehículo recolector
- Servicios básicos

Tabla XXX. **Personal de la planta de tratamiento y salarios**

<b>Administración y seguridad</b>		
Personal	Cantidad	Salario Q.
Contador	1	Q 2 893,21
Cajero	1	Q 2 893,21
Guardián	2	Q 2 893,21
Limpieza	1	Q 2 893,21
<b>PRODUCCIÓN</b>		
Piloto	1	Q 3 443,21
Recogedores	3	Q 2 893,21
Clasificadores	2	Q 2 893,21
Pesador	1	Q 2 893,21
Empacadores	2	Q 2 893,21
Trituradores	2	Q 2 893,21
Lavadores	1	Q 2 893,21
Vendedor	1	Q 2 893,21
<b>LOMBRICULTURA</b>		
Operarios	4	Q 2 893,21
Pesadores	1	Q 2 893,21
<b>Relleno Sanitario</b>		
Operarios	4	Q 2 893,21
compactadores	2	Q 2 893,21

El salario mínimo para el 2017 agrícola y no agrícola es de Q 2 893,21 de acuerdo a la Comisión Nacional del Salario.

Fuente: elaboración propia.

Tabla: XXXI. **Salario devengados durante la vida útil de la planta**

<b>Personal de transporte</b>			
Año	Salario mensual	Personal	Salario anual
2017	Q 3 443,21	1	Q 41 318,52
2018	Q 3 443,21	1	Q 41 318,52
2019	Q 3 598,15	1	Q 43 177,80
2020	Q 3 598,15	1	Q 43 177,80
2021	Q 3 760,07	1	Q 45 120,84
2022	Q 3 760,07	1	Q 45 120,84
2023	Q 3 929,27	1	Q 47 151,24
2024	Q 3 929,27	1	Q 47 151,24
2025	Q 4 106,09	1	Q 49 273,08
2026	Q 4 106,09	1	Q 49 273,08

Subtotal = Q 452 082,96  
 Prestaciones = Q 173 399,69  
 Total = Q 625 482,65

<b>Personal de administración y operación</b>			
Año	Salario mensual	Personal	Salario anual
2017	Q 2 893,21	28	Q 972 118,56
2018	Q 2 893,21	28	Q 972 118,56
2019	Q 3 023,40	28	Q 1 015 862,40
2020	Q 3 023,40	28	Q 1 015 862,40
2021	Q 3 159,46	28	Q 1 061 578,56
2022	Q 3 159,46	28	Q 1 061 578,56
2023	Q 3 301,63	28	Q 1 109 347,68
2024	Q 3 301,63	28	Q 1 109 347,68

Continuación de tala XXXI

2025	Q 3 450,21	28	Q 1 159 270,56
2026	Q 3 450,21	28	Q 1 159 270,56
Subtotal =			Q 10 636 355,52
Prestaciones =			Q 4 079 698,01
Total =			Q 14 716 053,53

Fuente: elaboración propia

Tabla: XXXII. **Inversión inicial y mobiliario**

<b>Mobiliario</b>				
Descripción	Cantidad	unidad	P.U	total
Escritorios en forma de L de melamina	2	Unidad	Q 3 200,00	Q 6 400,00
Sillas ejecutiva mobelt brazos ajustables negro	2	Unidad	Q 799,00	Q 1 598,00
Archivo (archivero tammex 4 gavetas)	2	Unidad	Q 2 699,00	Q 5 398,00
Computadora Dell optiplex 3020 i5 3.3 GHZ 4GB Windows 7 profesional	2	Unidad	Q 5 247,00	Q 10 494,00
<b>Herramientas</b>				
Pala con cabo	8	Unidad	Q 76,00	Q 608,00
Piocha con cabo	4	Unidad	Q 80,00	Q 320,00
Azadón con cabo	4	Unidad	Q 81,00	Q 324,00
Carrosa	4	Unidad	Q 180,00	Q 720,00
Rastrillo	8	Unidad	Q 75,00	Q 600,00

Continuación de tala XXXII

Manguera	2	Unidad	Q 110,00	Q 220,00
Escoba	5	Unidad	Q 30,00	Q 150,00
Machete tramontina	6	Unidad	Q 78,75	Q 472,50
Piochìn 2 ½ libras	4	Unidad	Q 76,20	Q 304,80

Fuente: elaboración propia.

<b>Maquinaria</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	P.U	Total
Báscula	1	Unidad	Q 2 300,00	Q 2 300,00
<b>Materia prima</b>				
Lombriz	78	Kg	Q 170,00	Q 14 040,00
<b>Equipo de seguridad</b>				
Descripción	Cantidad	unidad	P.U	Total
Guantes	27	Unidad	Q 120.00	Q 3 240,00
Botas	27	Unidad	Q 80.00	Q 2 160,00
Cascos	27	unidad	Q 30.00	Q 810,00
Gafas	27	Unidad	Q 25.00	Q 675,00
Overoles	27	Unidad	Q 190.00	Q 5 130,00
<b>TOTAL =</b>				<b>Q 55,964.30</b>

Fuente: elaboración propia.

➤ **Costos de recolección de vehículos recolectores**

Los gastos de operación del vehículo que utiliza la municipalidad actualmente para la recolección de desechos sólidos.

Tabla XXXIII. **Gastos de operación mensual del vehículo recolector**

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Total
Diésel/mes	120	galones	Q 22,00	Q 2 640,00
Total =				Q 2 640,00
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Total
Aceite/3meses	19	litros	Q 35,00	Q 665,00
Total=				Q 665,00

Fuente: elaboración propia

$$\text{Costo anual} = 12*(Q 2 640,00)+4*(Q 665,00) = Q 34 340,00$$

Tabla XXXIV. **Costo anual de mantenimiento del vehículo recolector**

Descripción	Total
Lubricantes	Q 2 660.00
Repuestos	Q 2 100.00
Sistema de frenos	Q 1 600.00
Imprevistos	Q 1 200.00
Total =	
	Q 7 560.00

Fuente: elaboración propia.

Los vehículos necesitan mantenimiento cada 3 meses o 400 horas de trabajo.



Tabla XXXV. **Costos de operación y mantenimiento del vehículo recolector de desechos sólidos durante la vida útil de la planta**

N	Año	Operación	Mantenimiento	Sub-total
1	2017	Q 34 340,00	Q 7 560,00	Q 41 900,00
2	2018	Q 34 340,00	Q 7 560,00	Q 41 900,00
3	2019	Q 35 885,30	Q 7 920,20	Q 43 805,50
4	2020	Q 35 885,30	Q 7 920,20	Q 43 805,50
5	2021	Q 37 500,14	Q 8 255,71	Q 45 755,85
6	2022	Q 37 500,14	Q 8 255,71	Q 45 755,85
7	2023	Q 39 187,64	Q 8 627,22	Q 47 814,86
8	2024	Q 39 187,64	Q 8 627,22	Q 47 814,86
9	2025	Q 40 951,09	Q 9 015,44	Q 49 966,53
10	2026	Q 40 951,09	Q 9 015,44	Q 49 966,53
Total =				Q 458 485,48

Fuente: elaboración propia

Tabla XXXVI. **Costos de servicios básicos en la planta**

N	Año	Electricidad	Agua potable	Sub-total
1	2017	Q 30 000,00	Q 4 000,00	Q 34 000,00
2	2018	Q 30 000,00	Q 4 000,00	Q 34 000,00
3	2019	Q 31 350,00	Q 4 180,00	Q 35 530,00
4	2020	Q 31 350,00	Q 4 180,00	Q 35 530,00
5	2021	Q 32 760,75	Q 4 368,10	Q 37 128,85
6	2022	Q 32 760,75	Q 4 368,10	Q 37 128,85
7	2023	Q 34 234,98	Q 4 564,66	Q 38 799,64
8	2024	Q 34 234,98	Q 4 564,66	Q 38 799,64
9	2025	Q 35 775,56	Q 4 770,07	Q 40 545,63

Continuación de tala XXXVI

10	2026	Q 35 775,56	Q 4 770,07	Q 40 545,63
Total =				Q 372 008,24

Fuente: elaboración propia.

- Beneficios del proyecto  
El flujo de beneficios es una función directa de la capacidad del proyecto tomándose en cuenta la utilización en el período de diseño, las cuales son:

- Tarifa en la recolección de desechos sólidos
- Venta de abono orgánico
- Venta de lombriz coqueta roja
- Venta de material reciclado

- Recolección de desechos sólidos

En la recolección se utilizará el método de acera, el cual consiste en sacar los recipientes con basura a la acera poco antes de pasar el vehículo recolector, método más usual y de costo relativamente bajo. Es recomendable prohibir dejar la basura en las cajas de cartón, ya que estas se rompen y los desechos caen al suelo y se esparcen, de preferencia usar bolsas de plástico.

La frecuencia de recolección será 3 veces por semana con vehículos propiedad de la municipalidad. Se propone una tarifa fija de Q 25,00 por vivienda.

Tabla XXXVIII. **Ingresos a la planta por recolección anual.**

No.	Año	Tarifa	Viviendas	Sub-total
1	2017	Q 15,00	1 015	Q 15 225,00
2	2018	Q 15,00	1 030	Q 15 450,00
3	2019	Q 15,70	1 044	Q 16 390,80
4	2020	Q 15,70	1 059	Q 16 626,30
5	2021	Q 16,30	1 073	Q 17 489,90
6	2022	Q 16,30	1 088	Q 17 734,40
7	2023	Q 17,00	1 104	Q 18 768,00
8	2024	Q 17,00	1 119	Q 19 023,00
9	2025	Q 18,90	1 135	Q 21 451,50
10	2026	Q 18,90	1 151	Q 21 753,90
<b>Total =</b>				<b>Q 179 912,80</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Ingresos a la planta por venta de abono orgánico.**

No.	Año	Producto (tn)	Precio (Q/tn)	Sub-total
1	2017	91,32	Q 836,00	Q 98 442,96
2	2018	92,52	Q 836,00	Q 99 736,56
3	2019	93,84	Q 873,60	Q 105 710,76
4	2020	95,16	Q 873,60	Q 107 197,74
5	2021	96,48	Q 912,90	Q 113 576,26

Continuación de tala XXXIX

6	2022	97,80	Q 912,90	Q 115 130,16
7	2023	99,24	Q 954,00	Q 122 085,05
8	2024	100,.68	Q 954,00	Q 123 856,54
9	2025	102,.00	Q 996,95	Q 131 121,00
10	2026	103,44	Q 996,95	Q 132 972,12
<b>Total =</b>				<b>Q 891 695,94</b>

Fuente: elaboración propia

Se aplica una tasa de inflación de 4.5% cada dos años.

Tabla XL. **Ingresos por venta de lombriz Coqueta Roja.**

No	Año	Producción (Kg)	Precio (Q/Kg)	Sub-total
1	2017	1 016,00	Q 20,00	Q 20 320,00
2	2018	1 109,00	Q 20,00	Q 22 180,00
3	2019	1 159,00	Q 20,90	Q 24 223,10
4	2020	1 211,00	Q 20,90	Q 25 309,90
5	2021	1 266,00	Q 21,80	Q 27 598,80
6	2022	1 323,00	Q 21,80	Q 28 841,40
7	2023	1 383,00	Q 22,80	Q 31 532,40
8	2024	1 445,00	Q.22.80	Q 32 946,00
9	2025	1 510,00	Q.23.90	Q 36 089,00
10	2026	1 578,00	Q.23.90	Q 37 714,20
<b>Total =</b>				<b>Q 286 754,80</b>

Fuente: elaboración propia

Durante los primeros seis meses las 4 000 lombrices iniciales producen 25 000 lombrices, y la tasa de crecimiento es de 4.5 %

### 2.2.7 Estudio financiero

El estudio financiero de la planta de tratamiento de desechos sólidos, se realizará el análisis de costos sobre los siguientes indicadores

- Costo del proyecto
- Beneficios del proyecto

Tabla XLI. **Costos del proyecto**

Descripción	Quetzales
Compra del terreno	340 136,05
Construcción de la planta	1 313 644,81
Mobiliario y equipo	55 964,30
Mantenimiento de vehículos	458 485,48
Servicios básicos	372 008,24
Salario personal de la planta	15 341 536,18
<b>Total = 17 881 775,06</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Beneficio del proyecto**

Venta	Quetzales
Abono orgánico	891 695,94
Coqueta roja	286 754,80
Recolección	179 912,80
Material reciclado	65 306,99
<b>Total = Q 1 423 670,53</b>	

Fuente: elaboración propia

### 2.2.7.1 Valor Presente Neto (VPN)

Se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todo el movimiento monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del periodo funcionamiento y se asume una tasa de interés del 12 % que es la tasa de oportunidad promedio de la inversión social pública.

$$VPN = -I + R_1(1+i)^{-1} + R_2(1+i)^{-2} + \dots + R_n(1+i)^{-n}$$

I = inversión inicial

R = flujo de efectivo por período

(1+i) = factor de descuento por periodo

i = tasa de rendimiento

n = años

VPN > 0 El proyecto recupera la inversión inicial

VPN = 0 El proyecto recupera la inversión inicial

VPN < 0 El proyecto no recupera la inversión inicial

## Datos para el cálculo del Valor Presente Neto (VPN)

Tabla XLIII. **Inversión inicial**

Descripción	Quetzales
Compra del terreno	340 136,05
Construcción de la planta	1 313 644,81
Mobiliario y equipo	55 964,30
Total =	Q. 1 709 745,16

Fuente: elaboración propia

- Cálculo de producción anual de reciclaje

Este cálculo se realiza por año con base en el crecimiento poblacional del municipio que es de 1,4 % multiplicado por el porcentaje de recuperación de cada material reciclado.

- Cálculo de ingresos anuales por venta de material reciclado.

Este cálculo se realiza multiplicando la producción anual de reciclaje por la venta del material reciclado según precio del mercado y aplicando una tasa del 4,5 % económico cada dos años según el Banco de Guatemala.

- Cálculo del flujo efectivo

Para el cálculo de flujo efectivo a los ingresos de producción se le restan los costos de producción en el periodo de diseño de la planta.

- Cálculo del valor presente neto

El cálculo se realiza con la sumatoria de multiplicar el flujo efectivo anual de la planta por la tasa promedio de inversión social (12 %) iniciándose con el año cero que es la inversión inicial por 1.

El resultado del valor presente neto es Q 688 388,83 positivo, lo que significa que el proyecto es rentable y produce ganancias.

Tabla XLIV. **Cálculo Valor Presente Neto**

n	Flujo eectivo	Factor 12%	Flujo Neto
0	Q. 1 709 745,16	1	1 709 745,16
1	Q. -1 532 549,65	0,892857142	-1 368 347,90
2	Q. 1 548 631,61	0,797193877	1 234 559,64
3	Q. -1 046 660,12	0,711780247	-744 992,00
4	Q. 935 366,97	0,635518078	594 442,62
5	Q. -395 970,34	0,567426855	-224 684,20
6	Q. 425 848,61	0,506631121	215 748,16
7	Q. - 5 465,81	0,452349215	- 2 472,45
8	Q. 215 797,16	0,403883228	87 156,86
9	Q. 137 379,53	0,360610025	49 540,44
10	Q. 178 359,16	0,321973236	57 426,88
Total VPN =			Q 1 608 123,19

Fuente: elaboración propia.



### 2.2.7.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión, debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una Tasa Interna de Retorno TIR efectiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se determina de la siguiente forma:

$$C/B = \frac{\text{Costo de proyecto}}{\text{Beneficio del proyecto}}$$

Costo de proyecto = inversión inicial – Valor Presente Neto

$$C = Q\ 1\ 709\ 745,16 - Q\ 1\ 608\ 123,19$$

$$C = Q\ 101\ 621,97$$

Beneficio del proyecto (B) = Población de habitantes periodo de diseño

$$B = 6\ 904\ \text{habitantes}$$

$$C/B = \frac{Q\ 101\ 621,97}{6\ 904\ \text{habitantes}}$$

$$C/B = Q\ 14,71\ \text{quetzales/habitantes.}$$

El costo del proyecto es de Q 14,71 por habitante.

### 3. PRESUPUESTO

#### 2.2 Integración de costos

En la integración de costos, se determinan los materiales que va necesitar la planta para su construcción y su precio estimado que se necesitara para edificarla, para este inciso solo aparecerá el resumen de los mismo.

Tabla XLV. Resumen del presupuesto de la planta de tratamiento

RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	SUB TOTAL
ZAPATAS 1 M X 1 M	6.00	UNIDAD	Q796.13	Q4,776.78
ZAPATAS 0.60 M X 0.60 M	105.00	UNIDAD	Q526.47	Q55,279.35
ZAPATAS 0.40 M X 0.40 M	17.00	UNIDAD	Q409.71	Q6,965.07
CIMIENTO CORRIDO 0.40 M X 0.20 M	378.73	ML	Q238.57	Q90,353.62
CIMIENTO TRAPEZOIDAL EN PILAS DE COMPOST	147.00	ML	Q221.92	Q32,622.24
COLUMNA C-1 INCLUYE ACABADOS 0.25 M X 0.25 M	32.00	ML	Q289.11	Q9,251.52
COLUMNA C-2 INCLUYE ACABADOS 0.15 M X 0.15 M	406.30	ML	Q172.12	Q69,932.36
COLUMNA C-3 INCLUYE ACABADOS 0.15 M X 0.10 M	125.40	ML	Q151.09	Q18,946.69
COLUMNA C-2 INCLUYE ACABADOS 0.15 M X 0.15 M (AREA PERIMETRAL)	81.25	ML	Q174.18	Q14,152.13
COLUMNA PARA MESA DE CLASIFICACION	18.40	M2	Q218.53	Q4,020.95
LOSA PARA MESA DE CLASIFICACION	9.00	M2	Q527.01	
INSTALACION DE AGUA POTABLE INCLUYE 4 LAVAMANOS	1.00	GLOBAL	Q10,046.70	Q10,046.70
INSTALACIONES SANITARIAS INCLUYE 4 INODOROS	1.00	GLOBAL	Q31,768.01	Q31,768.01
BAJADAS DE AGUA PLUVIA	8.00	UNIDAD	Q2,615.12	Q20,920.96
MUROS DE BLOCK DE CONCRETO DE 0.14X0.19X0.39 F/M DE 35 KG/CM2, INCLUYE REPELLO Y CERNIDO	408.50	M2	Q301.77	Q123,273.05
MUROS DE BLOCK DE CONCRETO DE 0.14X0.19X0.39 F/M DE 35 KG/CM2, SIN INCLUIR CERNIDO	405.28	M2	Q164.29	Q66,583.45
MUROS DE BLOCK PARA PILAS DEL COMPOST DE 0.14X0.19X0.39 POMEZ, CON CERNIDO GRIS EN CARA INTERIOR	167.81	M2	Q215.34	Q36,136.21
MURO DE BLOCK PARA MESA DE CLASIFICACION CON CERNIDO GRIS	25.50	M2	Q224.91	Q5,735.21
SOLERA DE HUMEDAD 0.15 M X 0.20 M	328.73	ML	Q183.21	Q60,226.62
SOLERA INTERMEDIA 0.15 M X 0.20 M	258.00	ML	Q183.45	Q47,330.10
DINTEL 0.15 M X 0.15 M	265.71	ML	Q173.22	Q46,026.29
SOLERA DE REMATE 0.15 M X 0.20 M	328.73	ML	Q227.70	Q74,851.82
SOLEERA HUMEDAD 0.15 M X 0.20 M ( AREA PERIMETRAL, CALLE Y JARDIN)	50.00	ML	Q186.12	Q9,306.00
SOLERA INTERMEDIA Y FINAL CON BLOCK U (AREA PERIMETRAL, CALLE Y JARDIN)	100.00	ML	Q229.64	Q22,964.00
SOLERA CON BLOCK U PARA MESA DE CLASIFICACION	20.40	ML	Q114.02	Q2,326.01
VIGAS CON COSTANERAS DOBLES (4" X 2" X 1/16")	993.00	ML	Q82.29	Q81,713.97
RIELES (4" X 2" X 1/16")	1165.21	ML	Q120.69	Q140,629.19
TECHO DE LAMINA ACANALADA GALVANIZADA CALIBRE 26	966.24	M2	Q100.88	Q97,473.96
TABLEROS DE DISTRIBUCION DE 2 POLOS MONOFÁSICO PUESTO A TIERRA	1.00	UNIDAD	Q2,196.18	Q2,196.18
ELECTRICIDAD (ILUMINACION)	1.00	GLOBAL	Q11,323.48	Q11,323.48
ELECTRICIDAD (FUERZA)	1.00	GLOBAL	Q5,301.45	Q5,301.45
DRENAJE FRANCÉS	184.00	ML	Q604.41	Q111,211.44
			<b>TOTAL:</b>	<b>Q1,313,644.81</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.3 Operación y mantenimiento**

La operación es el sistema de darle un nuevo uso a los desechos generados, ya sea en su sistema de abono orgánico o reutilizarlo o generar ingresos. En cuanto al mantenimiento es la conservación de un buen estado de la planta para evitar que tenga problemas en su uso.

### **2.4 Costos de operación y mantenimiento**

Son costos que se requieren para mantener y operar los activos fijos. Se analizaron 2 tipos de costos de operación, los costos fijos que incluye el pago de planillas y los costos variables en donde está incluido el pago del consumo de la energía eléctrica, agua potable, materiales necesarios para la producción, entre otros, que a pesar de que se incurre cada mes en dichos costos, algunas veces en monto defiere de mes a mes.

### **2.5 Propuesta de tarifa para consumo**

La tarifa que se propone para los usuarios por la recolección de los desechos sólidos es de Q 14,71.

## **4. VULNERABILIDAD Y RIESGOS**

### **4.1 Impacto ambientales negativos**

El impacto negativo al ambiente es mínimo, ya que el diseño de la planta se trata de acoplarse a la topografía del terreno.

La vegetación distribuida en la planta, tiene el objetivo de ayudar a contrarrestar la huella de carbono producida por los vehículos que ingresen a la planta.

### **4.2 Medidas de prevención o mitigación**

Consideran la forma en que se trataran los aspectos negativos al medio ambiente, las consecuencias de los mismos y las respectivas medidas a tomar para la mitigación.

### **4.3 Evaluación del impacto ambiental**

Para la realización del estudio de Impacto Ambiental del proyecto, fueron necesarias desarrollar las siguientes actividades.

- Estudio de planos se persigue el conocimiento cualitativo y cuantitativo del proyecto.
- Visitas técnicas al lugar donde se desarrollara el proyecto, evaluar y conocer el lugar físicamente en donde se ubicara el proyecto, con el propósito de precisar el entorno natural y la magnitud que presentarán al establecer impactos ambientales.

Para elaborar el estudio de Impacto Ambiental, se recopiló y clasificó el análisis y estudio de la información recabada. La elaboración de la matriz de

Leopold Modificada, se hace de identificar e interpretar las medidas de mitigación, plan de gestión ambiental, conclusiones y recomendaciones que se consideren pertinentes de acuerdo a los impactos generados.

La matriz de Leopoldo modificada, presenta las actividades del proyecto de acuerdo a una secuencia cronológica, considerando para el efecto cuatro etapas, siendo estas:

- Localización preparación del terreno
- Construcción del proyecto
- Operación y mantenimiento
- Abandono del lugar

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo con resultados de investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos del casco urbano del municipio de Casillas, Santa Rosa, se determinó que los proyectos prioritarios son la red de distribución de agua potable y una planta de tratamiento de desechos sólidos. Por lo cual en este trabajo de graduación se realizaron los diseños correspondientes.
2. La construcción del sistema de agua potable contribuirá en la mejora de la calidad de vida de 798 familias del casco urbano del municipio de Casillas, por cuanto se dispondrá de cantidad y calidad de agua para la población.
3. Los proyectos de la red de distribución y la planta de tratamiento son de suma importancia, por cuanto se atenderán necesidades básicas de la población, por lo que las autoridades municipales del municipio de Casillas deberán gestionar el financiamiento para llevarlo a la realidad en el menor tiempo posible por el beneficio que aportarán.
4. La red de distribución de agua potable para el casco urbano de Casillas, solventará el problema del servicio de agua que sufren los habitantes, por lo que se proveerá a los usuarios un servicio sin problemas, y brindarle una eficiente demanda de agua en la hora de su máximo consumo.
5. Con la construcción de la planta de tratamiento de desechos sólidos, se generarán fuentes de trabajo en el municipio de Casillas Santa Rosa, producto de la recolección de los desechos, hasta los

sistemas del proceso de los inertes que serán colocados en zanjas para sus descomposición.

6. Con la construcción de la planta de tratamiento de los desechos sólidos, el municipio se mantendrá libre de basureros clandestinos que generen plagas, evitando así enfermedades.
7. La planta tiene un Valor Presente Neto positivo, con esto significa que el proyecto recuperará la inversión y es rentable para la comunidad con un costo beneficio de Q 14,71 por habitante.

## RECOMENDACIONES

1. La municipalidad de Casillas, Santa Rosa, debe fomentar la separación de los desechos sólidos en el mercado municipal, ya que es una fuente de recursos de material orgánico para la elaboración del *compost*.
2. Establecer programas continuos de información en escuelas, colegios y medios de comunicación del municipio, sobre la importancia de la separación de los desechos sólidos para su tratamiento en la planta.
3. El material de cobertura que se le aplicará a los inertes en el relleno sanitario, es del mismo material excavado.
4. Establecer un programa a corto plazo para no utilizar bolsas de plástico e incentivar el uso de bolsas de telas reusables, para eliminar la acumulación de este tipo de plástico en el relleno sanitario.
5. Actualizar los presupuestos aquí dados, ya que los precios varían dependiendo del lugar y circunstancias económicas que existen al momento de construir.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Aldea las minas. [en línea].<<http://www.guatepymes.com/geodic.php?key=33559>>.[Consulta: 05 de agosto de 2017].
2. ÁVILA Gómez, Arnoldo. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el parcelamiento el Wiscoyol, y puente vehicular en la aldea puerto viejo, municipio del Puerto de Iztapa, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010. 137 p.
3. BARRENO Solórzano, Eddy Rafael. *Diseño de una planta para el tratamiento de desechos sólidos en el municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. 133 p.
4. BENAVENTE Mejía, Lourdes María. *Propuesta técnica para manejo de los desechos sólidos generados en el sector del mercado del municipio de san Juan Comalapa, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Inga. Ambiental. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, 2012. 80 p.
5. BURMESTER Mejía, Manuel Alfonso. *Diseño de una planta de reciclaje de residuos sólidos para la reducción del impacto ambiental en el basureros municipal de la ciudad de Cobán, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. 84 p.

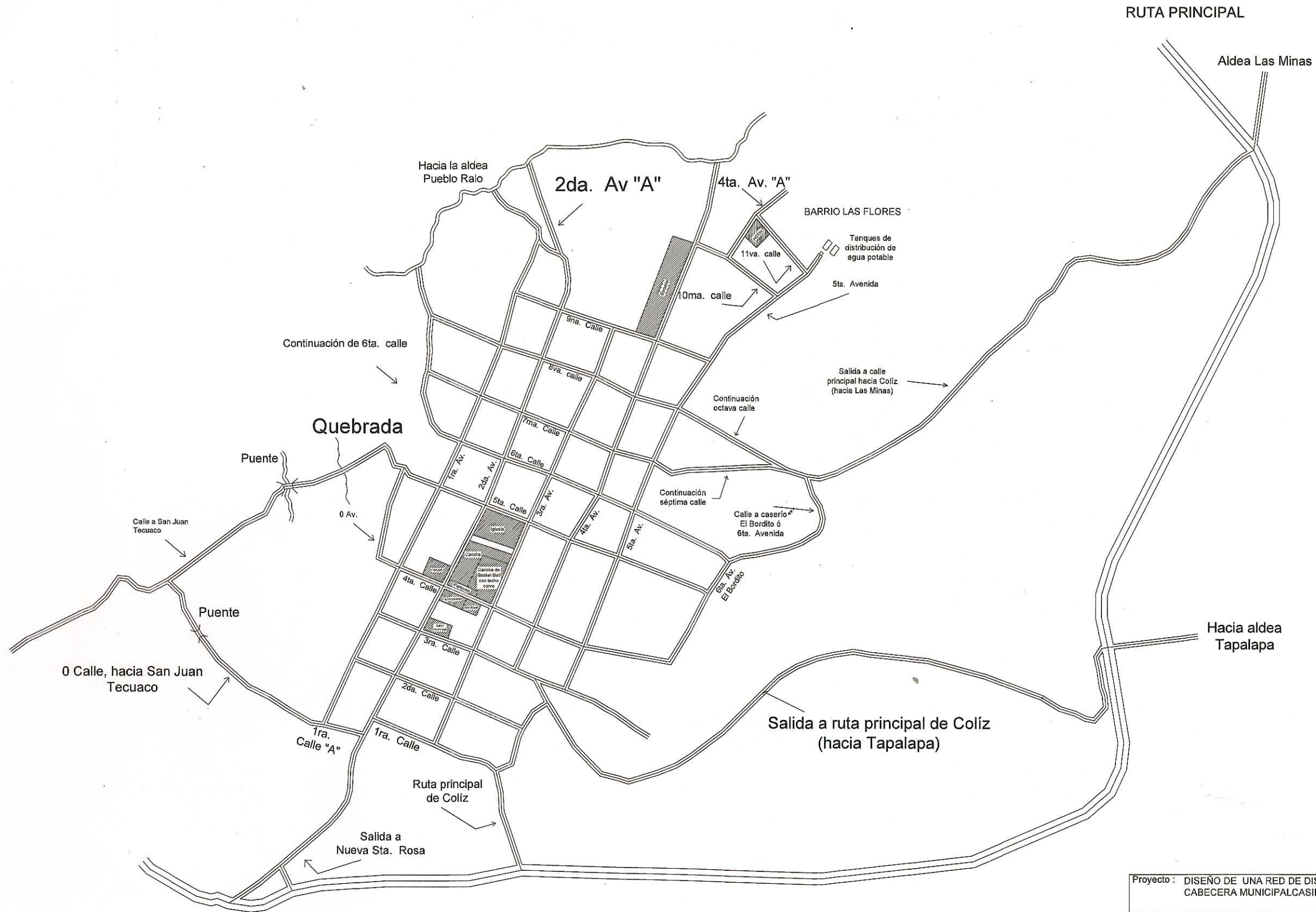
6. *Características físicas de los residuos sólidos urbanos.* [En línea] <<http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.26.31.06r.htm>>[Consulta: 28 de septiembre de 2017]
- 7 CASTILLO Payeras, Nery Amílcar. *Monografía de Casillas, Santa Rosa, Municipio de Casillas, Santa Rosa, parámetros del municipio* [ en línea ]. <http://www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=21094> [Consulta: 16 de julio de 2017].
- 8 COSENZA Barillas, Roberto Enrique. *Propuesta de un plan de manejo de desechos sólidos para el edificio del centro cultural metropolitano de la ciudad de Guatemala. Tesis de grado de Ing. Ambiental. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, 2013.*
- 9 Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales abastecimiento de agua para consumo humano.[en línea].<http://www.iapam.go.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf>. [Consulta: 13 de julio de 2017].
- 10 LÓPEZ Cano, Edgar Manuel. *Diseño del sistema de distribución de agua potable para el parcelamiento San Juan el Paraíso y puente vehicular para el caserío campamento la Barrita, municipio del Puerto San José, departamento de Escuintla.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 137 p.

11. empresa MetroCompost, tratamiento mecánico RSU, *clasificación y Separación de residuos*. [en línea]. <<http://www.metrocompost.com/es/descargas/metrocompost.rsu.pdf>>. [Consulta: 18 de septiembre de 2017].
12. Monografía Casillas Santa Rosa. doc-Anam. [en línea]. <<https://anam.org.gt/LAIP/casillas/wp-content/uploads/2017/historia-de-los-alcaldes-Real-pdf>>. [Consulta: 08 de septiembre de 2017]
13. *Planta de Recuperación / Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos*. [En línea]. <http://www.ecopuerto.com/bicentenario/informes/PLAN-TATRATAMIENTOSCUDEL.pdf>. [Consulta: 06 de octubre de 2017]
14. SEDESOL, *Manual Técnico sobre Generación Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales*. [en línea]. <<http://www.iapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf>>. [Consulta: 10 de julio de 2017].
15. *Tratamientos físicos aplicado a los residuos*. [en línea]. <<http://gestioncalidad.com/wcontent/uploads/2016/09/tratamientosresiduos.pdf>>. [Consulta: 10 de septiembre de 2017].

16. Ubicación y localización Geográfica. [en línea]. < <https://culturape-teeraymas.Wordpress.com/2011/07/31/casillas/>>. [Consulta:23 julio de 2017].
17. Universidad Rafael Landívar. *Generación y Manejo de Desechos Sólidos en Guatemala*. Guatemala 2003. 55 p.

## APÉNDICE





UBICACIONES DE LAS AVENIDAS, CALLES E INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS

ESCALA: 1.1000

Proyecto : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido :  
 ASesor/ASESOR EN INGENIERIA DE EPS  
 ASesor/ASESOR EN INGENIERIA DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 EPESISTA GUSTAVO ANTONIO TRUJILLO SANTOS  
 FIRMA: *[Signature]*

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 1 19





# COTAS GENERALES DE CALLES Y AVENIDAS

ESCALA: 1:1000

Proyecto : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPALCASILLAS, SANTA ROSA		Cálculo :	
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA		Desarrollado :	
 Contenido: <b>Ing. Juan Merck Cos</b> ASESOR CONSULTOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS EPS GUSTAVO GONZALEZ		Fecha : DICIEMBRE 2017	
 FIRMA: <i>Juan Merck Cos</i>		Hojas No.	
		2	
		19	



# DENSIDAD DE POBLACION

ESCALA: 1: 1000

Proyecto : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Asesor(a) Supervisor(a) de EPS  
**Ing. Juan Francisco Estrada Santos**  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS  
 Facultad de Ingeniería  
 FIRMA:

Calculo :	
Desarrollado :	
Escala : 1:1000	
Fecha : DICIEMBRE 2017	
Hojas No.	3
	19



# CURVAS DE NIVEL CASILLAS SANTA ROSA

ESCALA: 1:1000

Proyecto : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPALCASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido:  
 ASesor(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
**ASESOR - SUPERVISOR DE EPS**  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 EPESISTA:  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS  
 FIRMA: *[Signature]*

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No.  
 4 / 19



SIMBOLOGIA		
SIMBOLO	ABREVIATURA (PROGRAMA WATERCAD)	DEFINICION
	T-1	Tanque número 1
	J-.	Simbología que utiliza el watercad y lo nombra Junction (unión) y su número correspondiente.
		Simbología que utiliza el watercad y lo nombra Pipe (tubo).
		Dirección del flujo

# RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1:12500

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

Contenido:

**Ing. Juan Carlos Rosales**  
**ASESOR SUPERVISOR DE EPP**

**Unidad de Prácticas de Ingeniería y**  
**GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS**

**Unidad de Ingeniería**

Escala: 1:12500

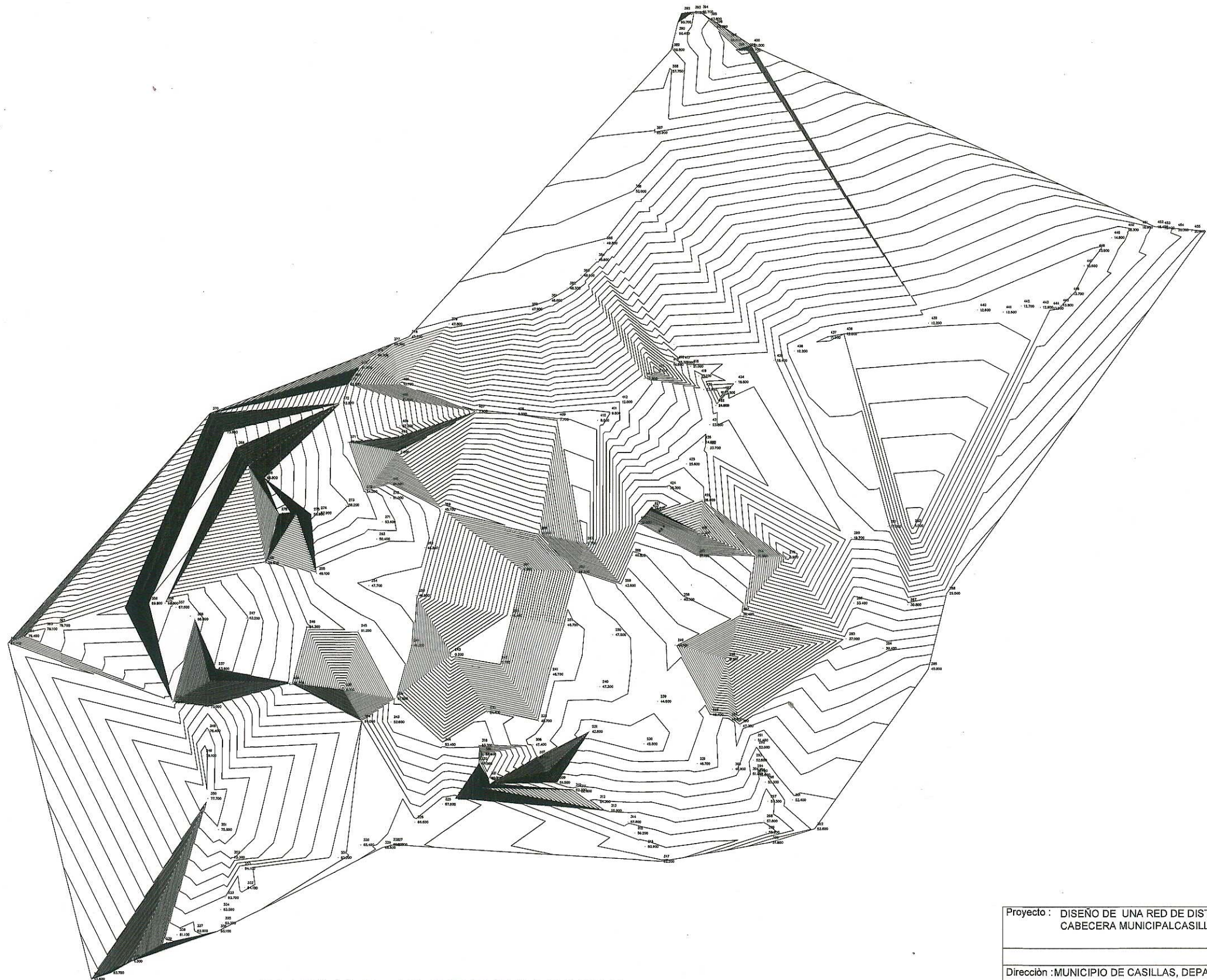
Hoja No: 19



TUBERÍA PVC,  $\ominus$  = SEGUN INDICACION;  
 C=160 PSI; DH= DISTANCIA HORIZONTAL

CIRCUITO PRINCIPAL DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE  
 ESCALA: 1:7500

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
 Contenido: Ing. Juan Melck Cos ASESOR SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS EPESISTA: GUERRA ADOLFO ESTRADA SANTOS FRMA:	Diseñado: Ejecutado: Verificado: Aprobado: Hojas No: 6 / 19



**CURVAS ISOPRESIONES**

ESCALA: 1:1000

Proyecto : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPALCASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Universidad de San Carlos de Guatemala  
 ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
**Ing. Juan Merck Qos**  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 EPESITA - Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS  
 FIRMA: *[Handwritten Signature]*  
 Facultad de Ingeniería

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : octubre 2017  
 Hojas No. 7 / 19

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 229-244.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 245-260.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 261-276.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 277-292.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 293-308.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 309-324.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 325-340.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 341-356.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 357-372.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 373-388.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 389-404.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 405-420.

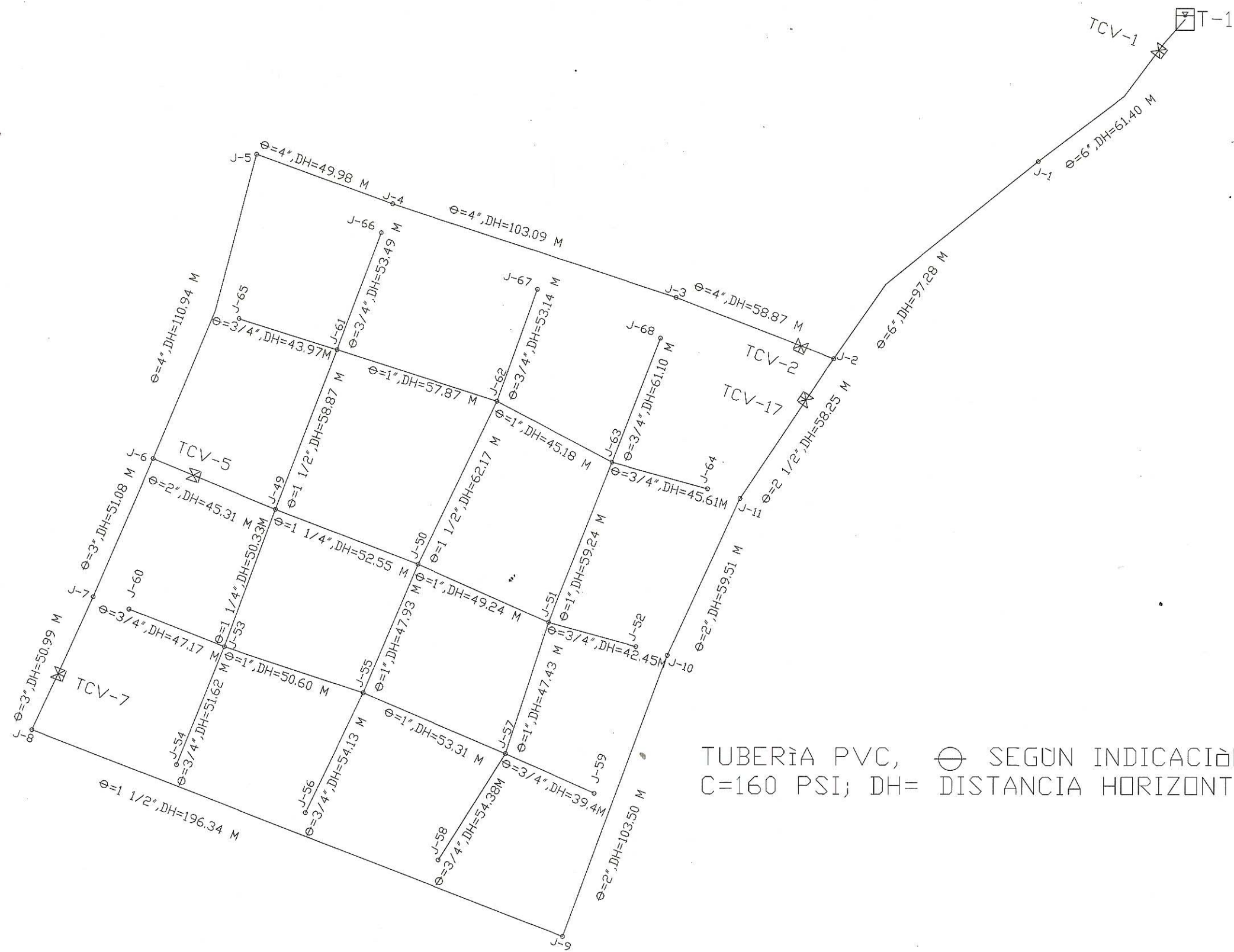
Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 421-436.

Point Table with 4 columns: NUMERO DE PUNTOS, ELEVACION, ESTE, NORTE. Rows 437-452.

TABLAS DE ISOPRESIONES

Project information: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA. Includes logos for Universidad de San Carlos de Guatemala and Carolina Academia, and a stamp for the consultant Juan Manuel Escobar.

Calculo:
Desarrollado:
Escala: INDICADA
Fecha: 09/05/2017
Hojas No. 8/19



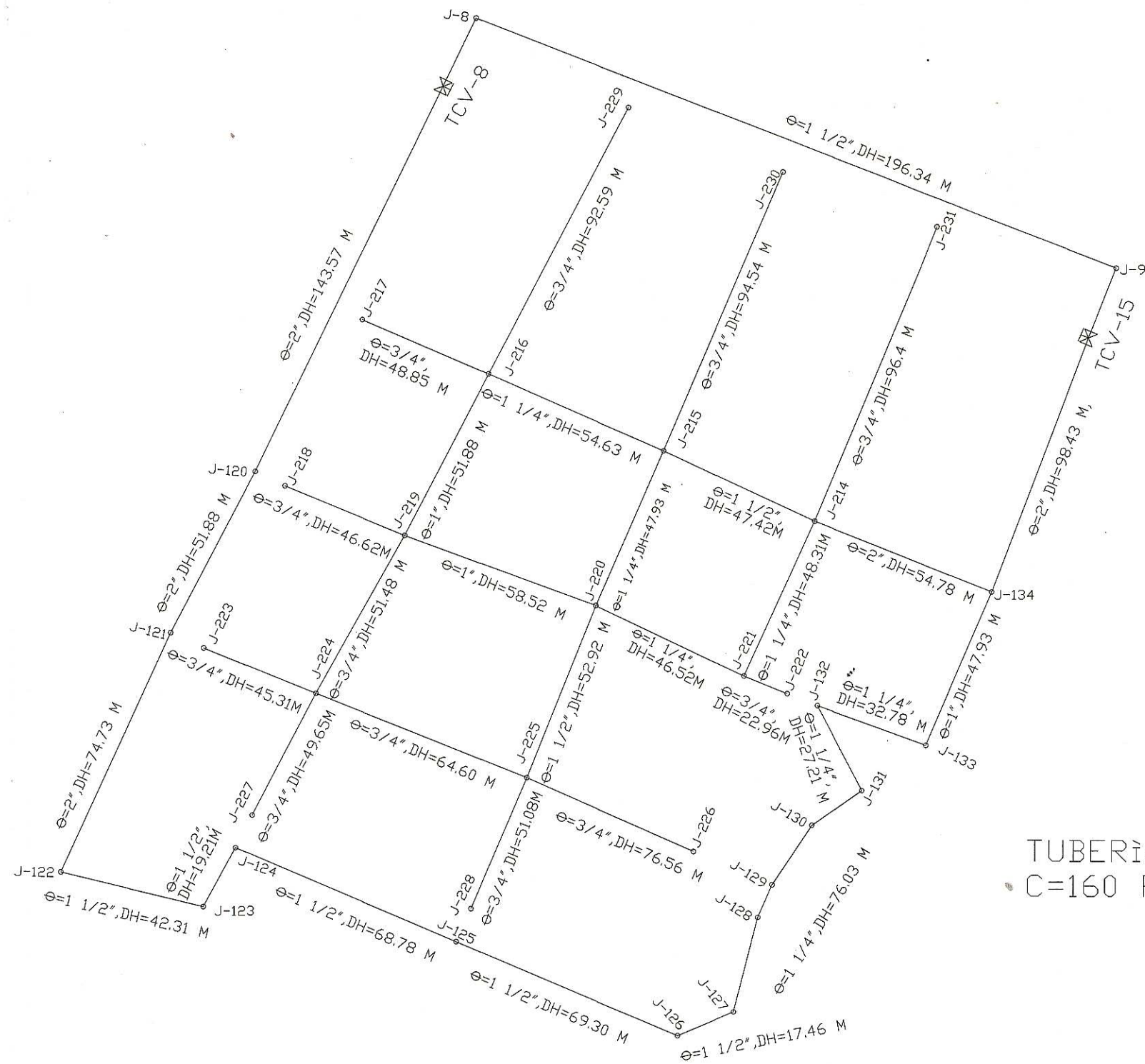
TUBERÍA PVC, Ø SEGUN INDICACION;  
 C=160 PSI; DH= DISTANCIA HORIZONTAL

# RED PRINCIPAL MÁS RED SECUNDARIA

ESCALA: 1:200

Proyecto : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
	
Contenido :	Calculo :
Ing. Juan María Cárdenas GERENTE GENERAL DE E.P.S. S.S. S.A. - SUPERVISOR DE E.P.S. REGISTRO DE PROFESIONES DE INGENIERIA Y E.P.S. GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS	Diseñado : Escala: INDICADA Fecha : 20/05/2017 Hojas No. 9 / 19



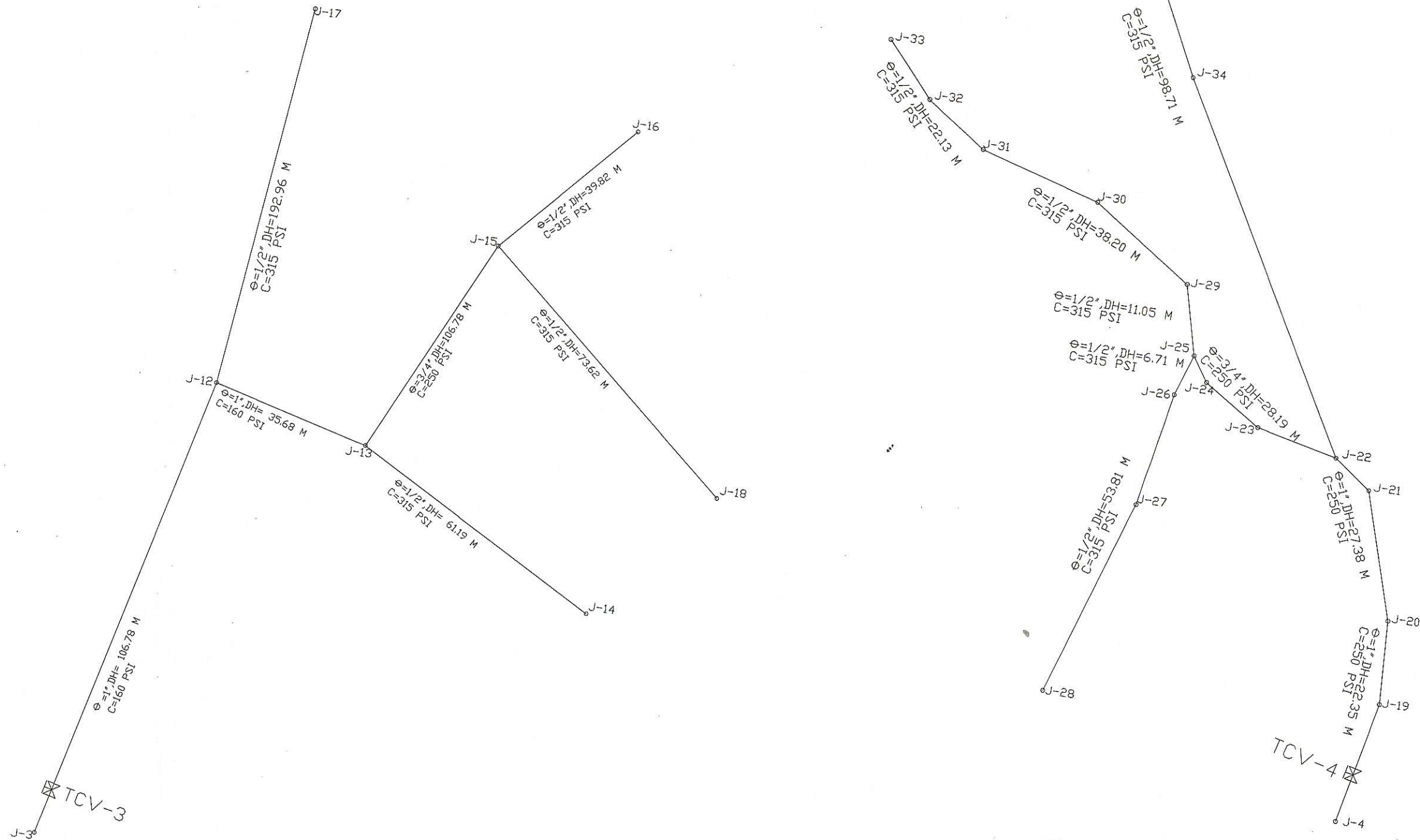


TUBERÍA PVC, Ø SEGUN INDICACION;  
 C=160 PSI; DH= DISTANCIA HORIZONTAL

RED PRINCIPAL MÁS RED SECUNDARIA  
 ESCALA: 1:200

Proyecto : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, SANTA ROSA	
 Contenido : Ing. Juan Manuel... SUPERVISOR DE OBRAS de Electricidad e Ingeniería y EPS GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS Ingeniero	Cálculo : Diseñado : Escala : INDICADA Fecha : octubre 2017 Hojas No :
	10 / 19

TUBERÍA PVC,  
 $\ominus$  = SEGUN INDICACION;  
 C = SEGUN INDICACION;  
 DH = DISTANCIA HORIZONTAL




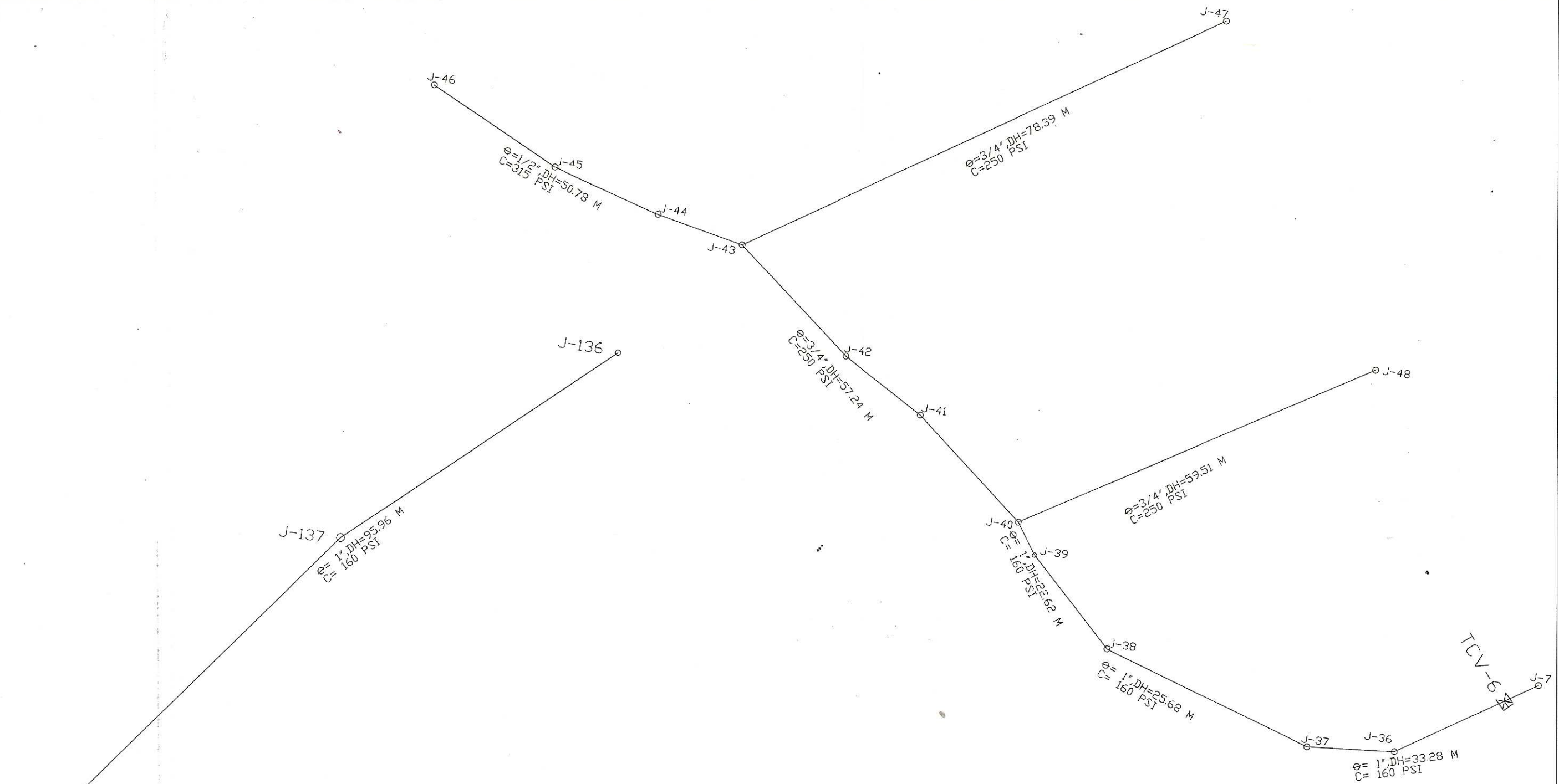
RAMAL 4TA. AVENIDA  
 Y 4TA. AVENIDA "A"

ESCALA: 1:300

RAMAL 2DA. AVENIDA,  
 2DA AVENIDA "A" Y  
 1RA AVENIDA QUE  
 CONECTA A 2DA AVENIDA

ESCALA: 1:300

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
	
Inga Juan Merck Cos ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Ing. de Prácticas de Ingeniería y EPS	Fecha: octubre 2011 Hojas No: 11 / 19
EPESISTA: F. A. C.	Firma:



TUBERÍA PVC,  $\ominus$  = SEGUN INDICACION;  
 C = SEGUN INDICACION; DH = DISTANCIA HORIZONTAL

RAMAL 0 AVENIDA

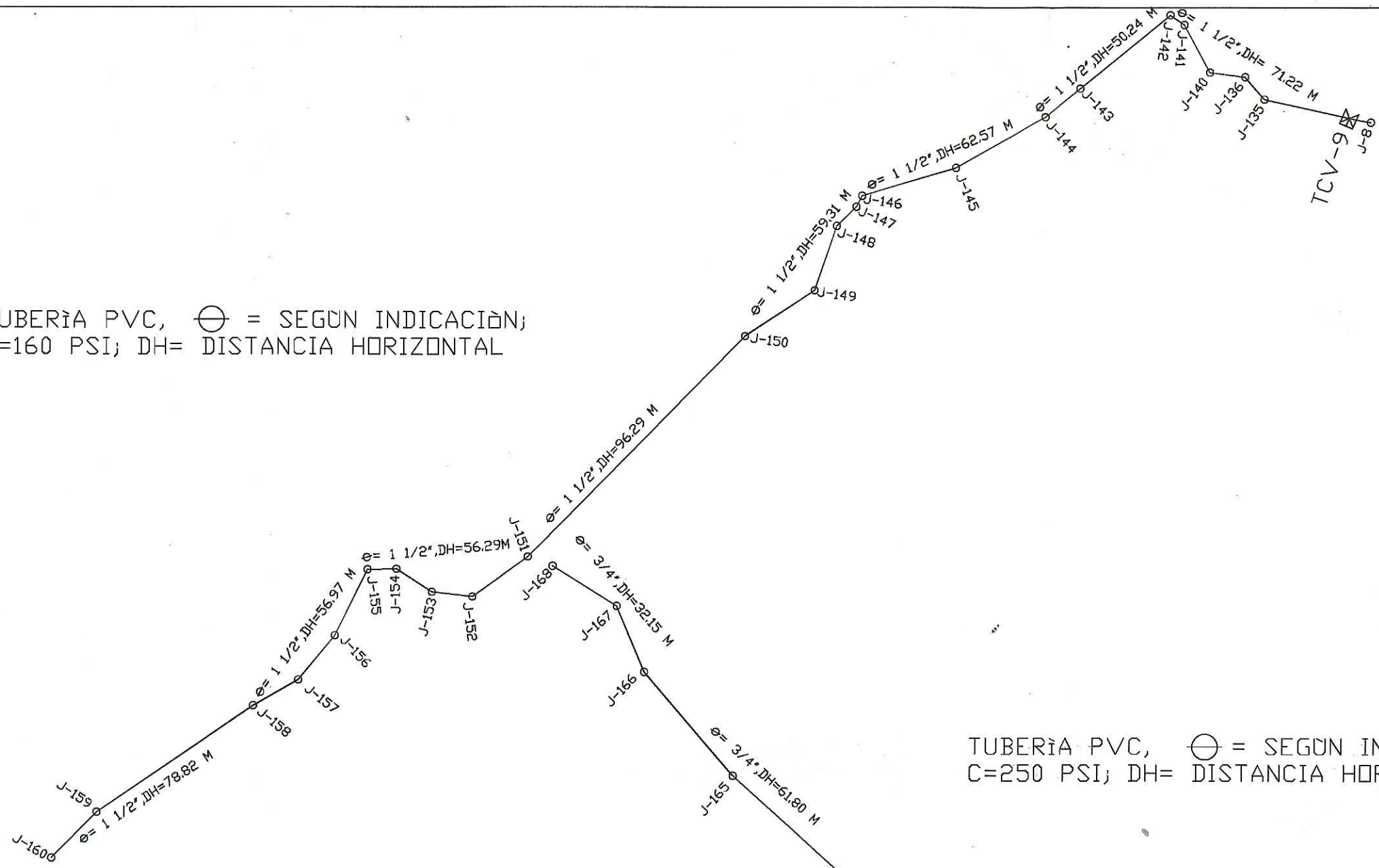
ESCALA: 1:400

RAMAL CONTINUACION  
 DE LA 6TA. CALLE "A"

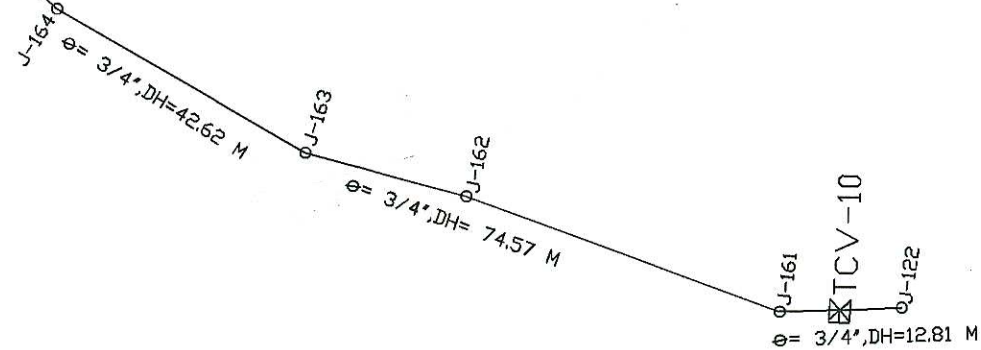
ESCALA: 1:500

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
	Contenido: <b>Ina. Juca Merck Cos</b> ASESOR(A) - SUPERVISOR DE EPS GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS Ing. Juca Merck Cos
	Fecha: 02/09/2017 Hoja No: 12/19

TUBERÍA PVC,  $\ominus$  = SEGUN INDICACION;  
 C=160 PSI; DH= DISTANCIA HORIZONTAL



TUBERÍA PVC,  $\ominus$  = SEGUN INDICACION;  
 C=250 PSI; DH= DISTANCIA HORIZONTAL



RAMAL 5TA. CALLE,  
 CALLE A SAN JUAN TECUACO

ESCALA: 1:200

RAMAL 1RA. CALLE "A"  
 HACIA O CALLE  
 Y SAN JUAN TECUACO

ESCALA: 1:200

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

Contenido:

Ing. Juan Merck Cos

ASESOR SUPERVISOR DE EPS

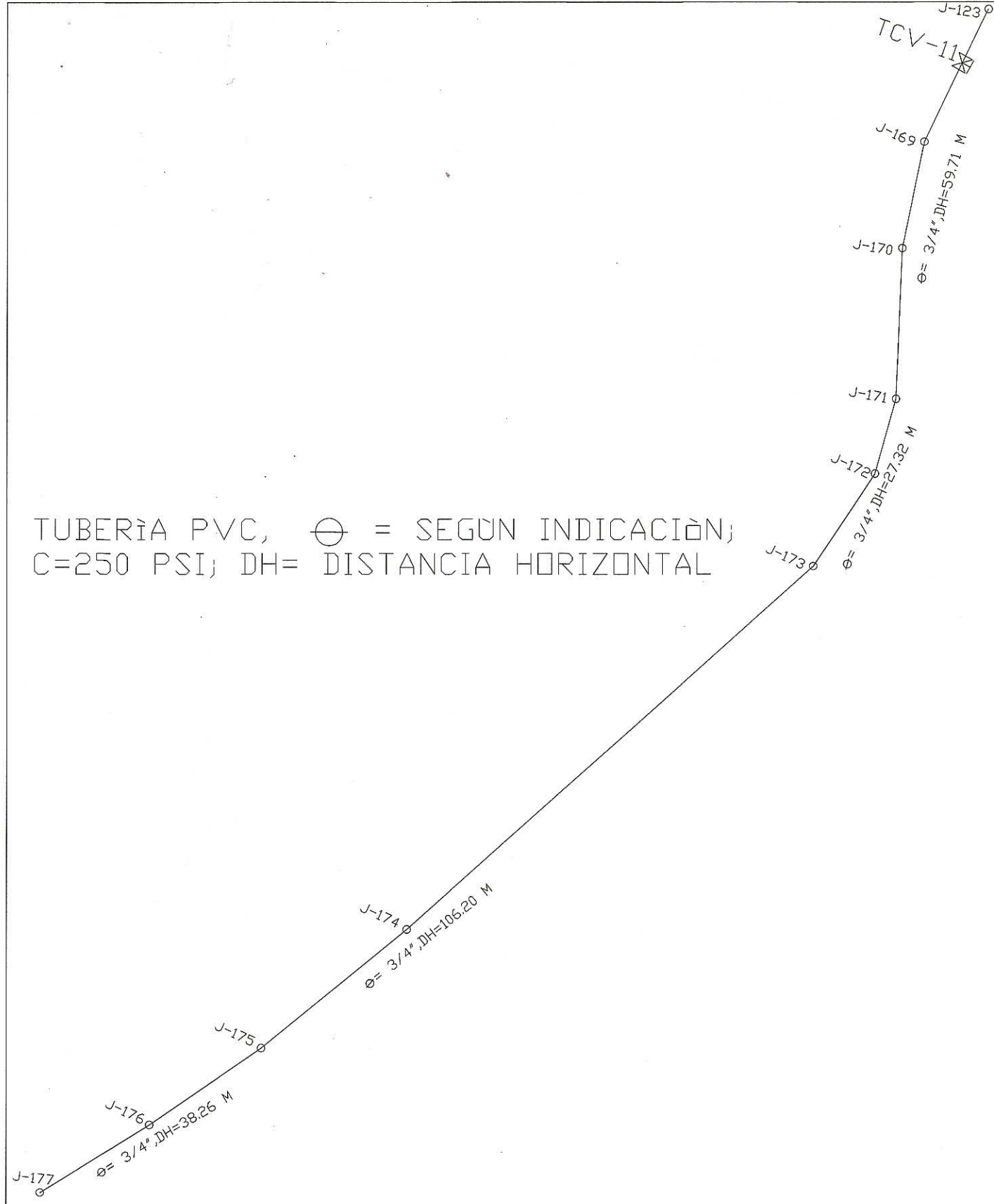
Intendente de Prácticas de Ingeniería

GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Facultad de Ingeniería

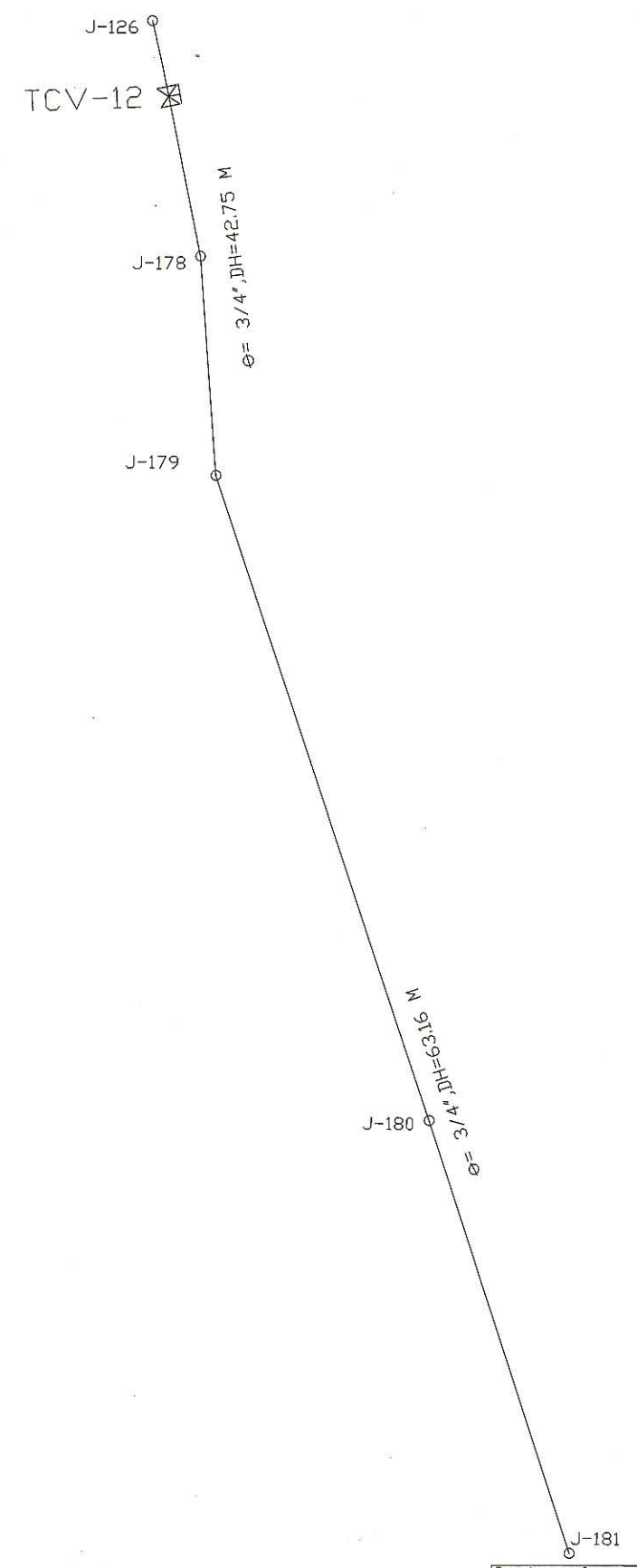
13 19

TUBERÍA PVC,  $\varnothing$  = SEGUN INDICACION;  
 C=250 PSI; DH= DISTANCIA HORIZONTAL



RAMAL DE LA CALLE  
 QUE SALE/ENTRA A  
 NUEVA SANTA ROSA

ESCALA: 1:400



RAMAL 1RA. CALLE, RUTA  
 PRINCIPAL DE COLIZ

ESCALA: 1:400

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

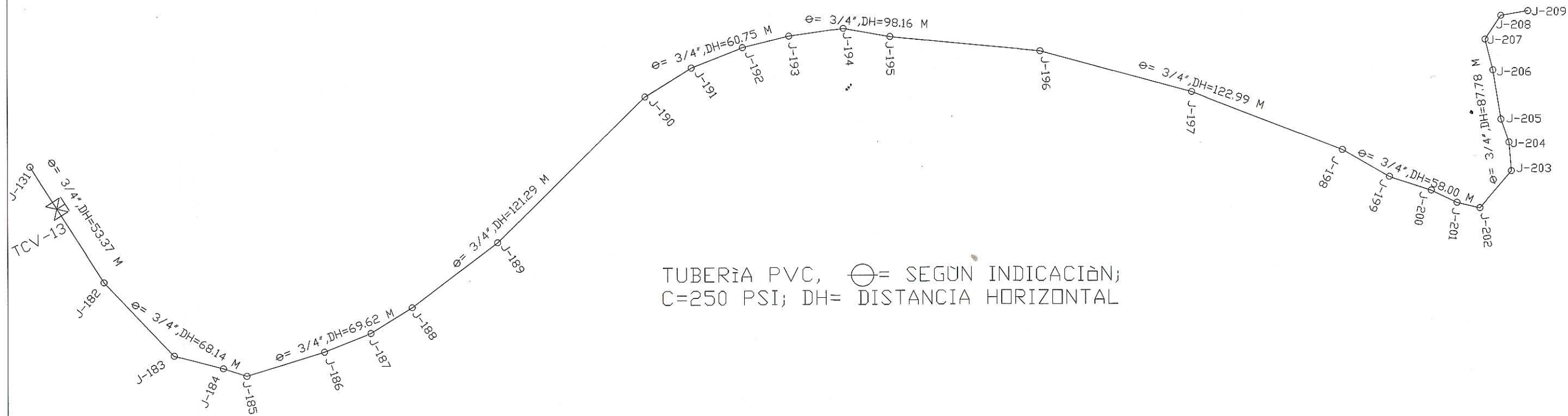
Asesor: *Ing. Juan A. Arellano*

Asesor Supervisor de EPS: *Ing. Adolfo Estrada*

EPSISTA: *Ing. Adolfo Estrada*

Fecha: octubre 2011

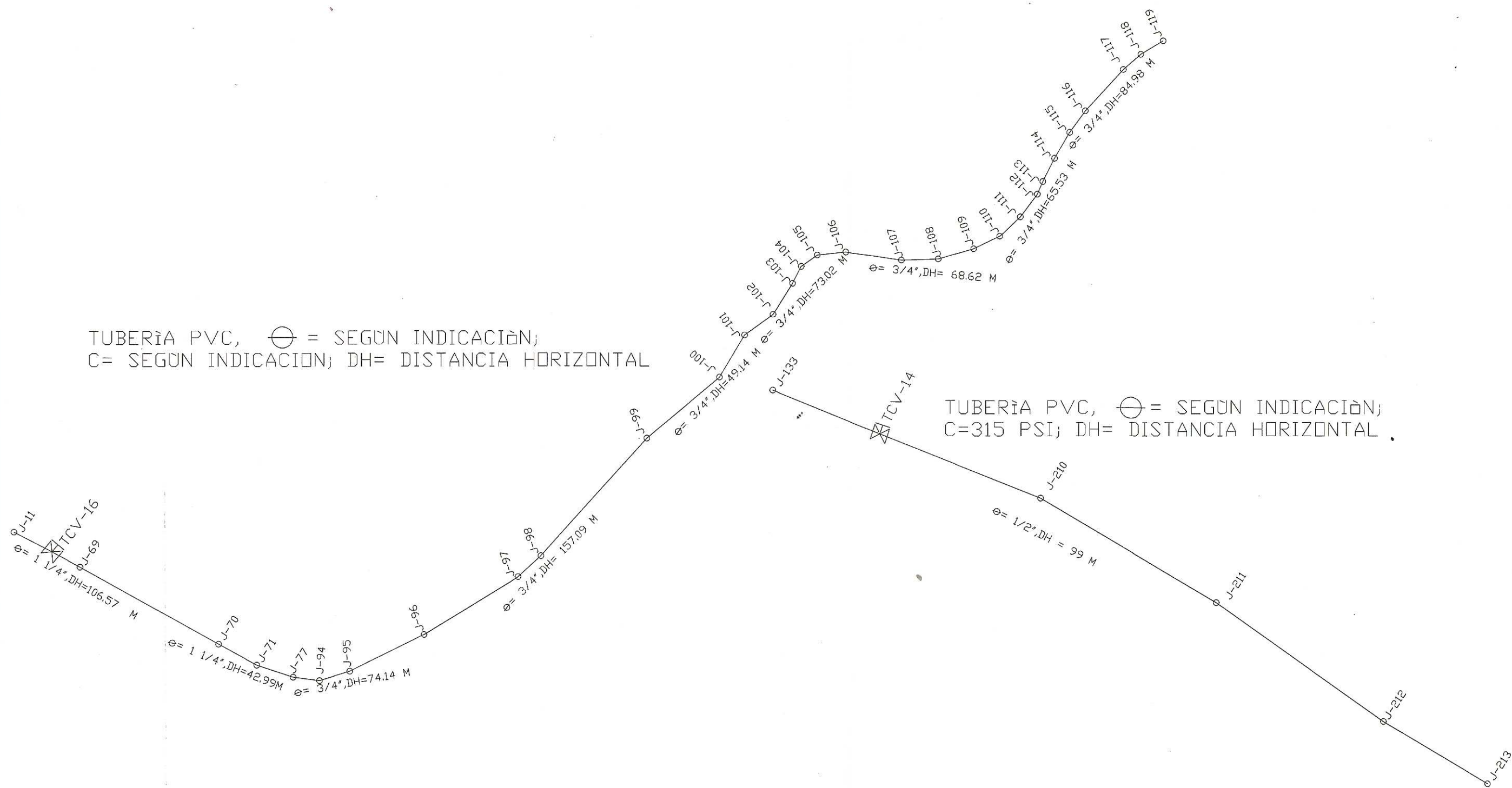
Hojas No: 14 / 19



RAMAL DE CALLE A LAS MINAS, SALIDA A RUTA PRINCIPAL DE COLIZ Y HACIA TAPALAPA

ESCALA: 1:125

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
Diseñado por: <b>Ing. Juan Mercedes</b> C.E.S. SUPLENTE DE EPS ESPECIALIDAD: <b>INGENIERIA DE EPS</b>	Escala: INDICADA Fecha: octubre 2011 Hojas No: 15 / 19



TUBERÍA PVC,  $\ominus$  = SEGUN INDICACION;  
 C= SEGUN INDICACION; DH= DISTANCIA HORIZONTAL

TUBERÍA PVC,  $\ominus$  = SEGUN INDICACION;  
 C=315 PSI; DH= DISTANCIA HORIZONTAL

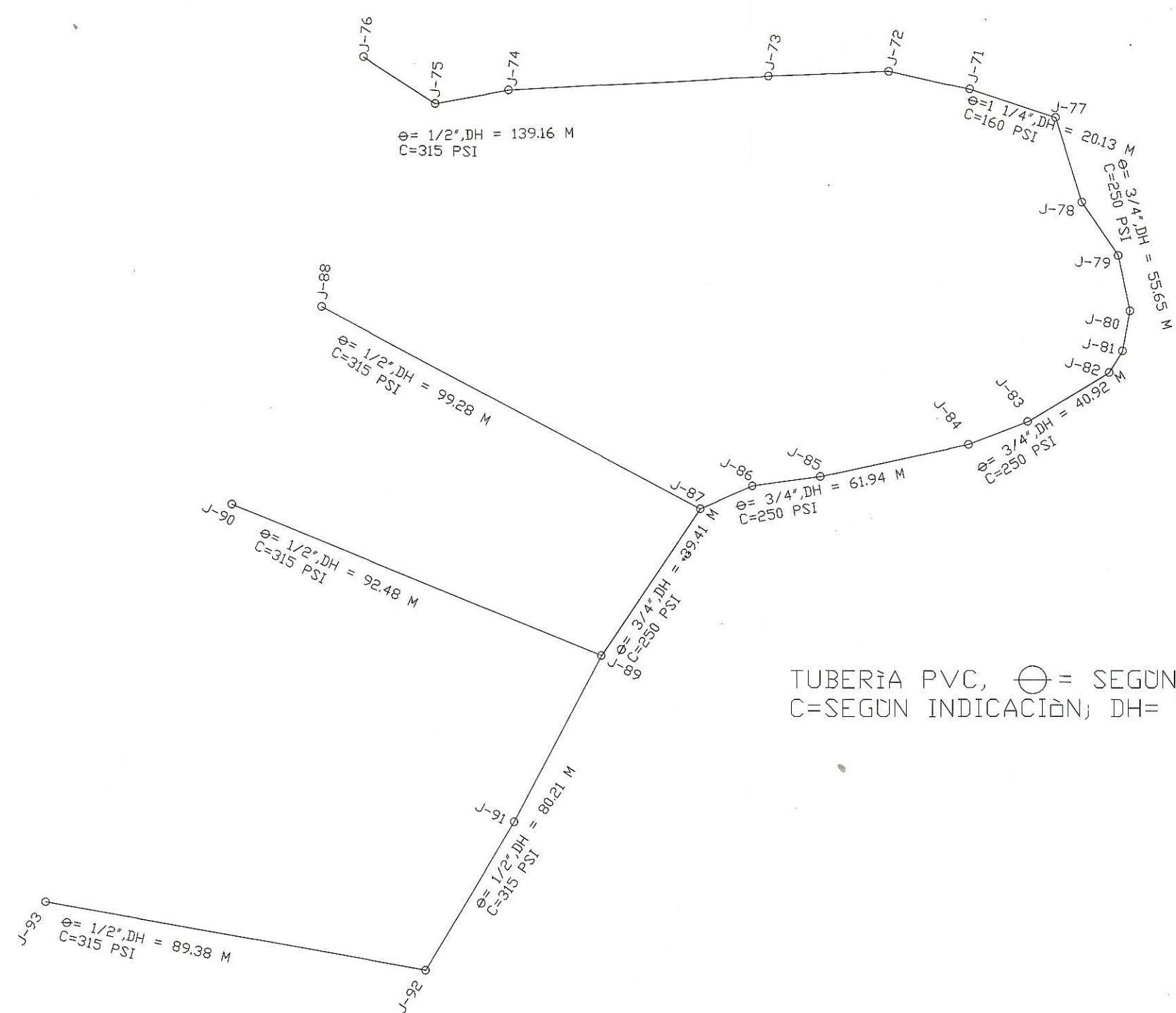
RAMAL CONTINUACION 8VA.,  
 SALIDA A CALLE PRINCIPAL  
 HACIA COLIZ Y HACIA LAS MINAS

ESCALA: 1:150

RAMAL 3RA. CALLE

ESCALA: 1:600

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
	Cálculo: Desarrollado: Escala: INDICADA Fecha: octubre 2011 Hojas No: 16 / 19



TUBERÍA PVC,  $\varnothing$  = SEGUN INDICACION;  
 C=SEGUN INDICACION; DH= DISTANCIA HORIZONTAL

RAMAL QUE VA HACIA LA CALLE QUE CONDUCE  
 A CASERIO EL BORDITO POR LA 6TA. AVENIDA Y  
 CONTUACION DE LA 7MA. CALLE

ESCALA: 1:250

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPALCABILLAS, SANTA ROSA	
Dirección: MUNICIPIO DE CABILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
	
Ing. Juan Merck Cos ASesor - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería EPS ASesor(A) - SUPERVISOR DE EPS	Fecha: INDICADA Hojas No: 17 / 19
FIRMAS 	Fecha: 02/08/2011



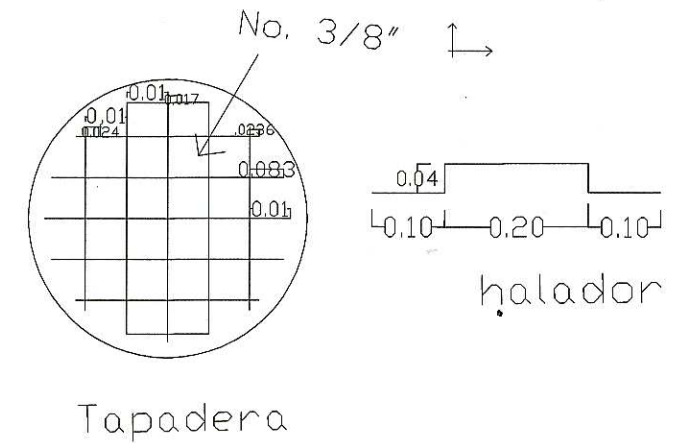
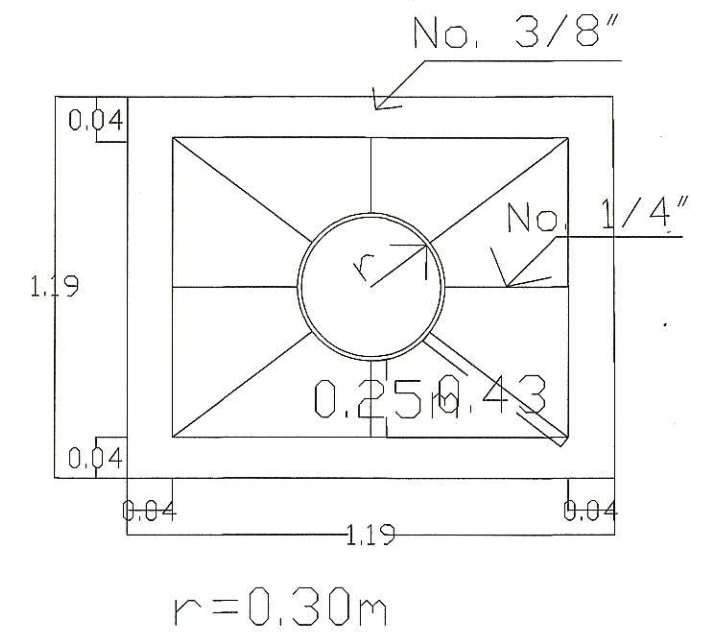
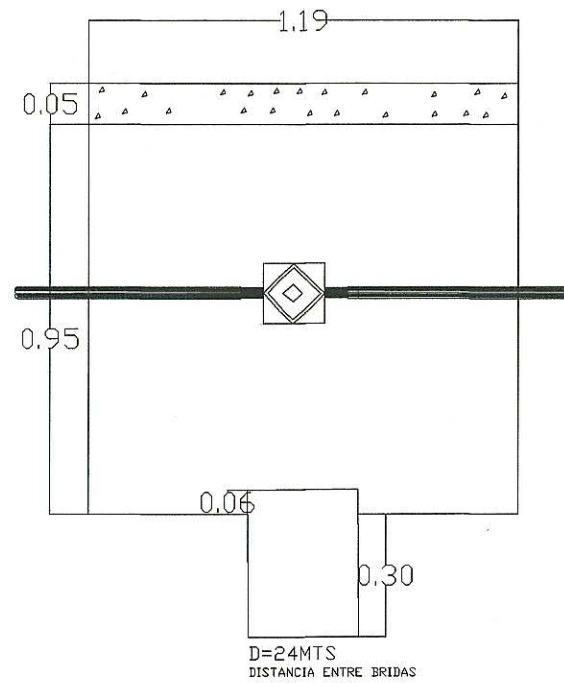
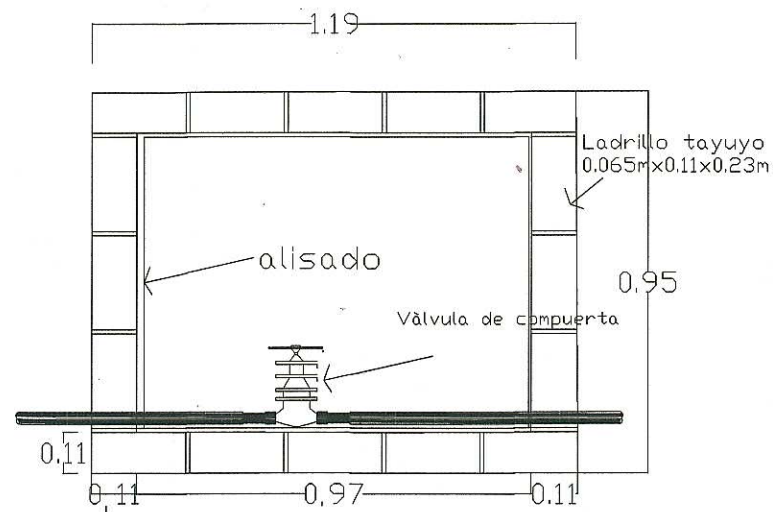


SIMBOLOGÍA		
SÍMBOLO	ABREVIATURA (PROGRAMA WATERCAD)	DEFINICIÓN
	T-1	Tanque número 1
	J-.	Juccion (unión) y su número correspondiente
	P-.	Pipe (tubo) y su número correspondiente
	TCV-.	Número correspondiente a cada válvula de control utilizada

UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1:12500

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
E. van Carlos de Casillas	
Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
	Autor: <b>María del Carmen</b> Diseñador: <b>María del Carmen</b> Escala: INDICADA Fecha: octubre 2011 Hojas No: 18 / 19
 ASesoría y Supervisión de EPS Ingeniería: EPS EPESISTA: GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS	

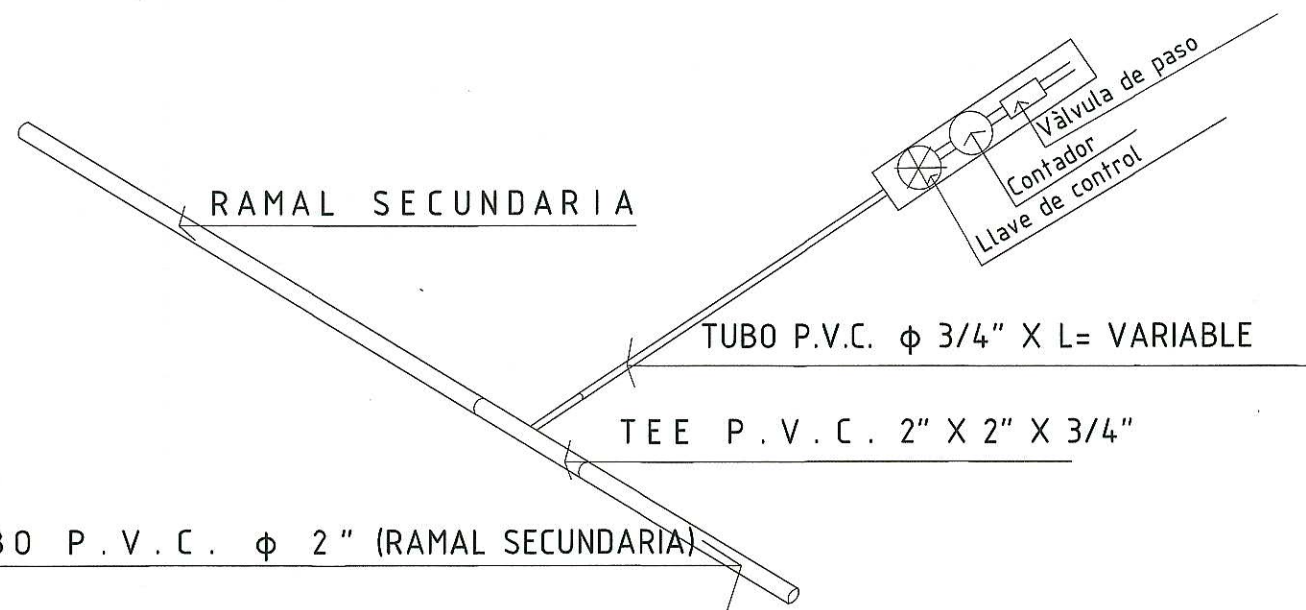


## DETALLES DE CAJA PARA VALVULAS DE COMPUERTA

ESCALA: 1:60

## DETALLES DE CAJA PARA VALVULAS DE COMPUERTA

ESCALA: 1:60



TUBO P.V.C.  $\phi$  2" (RAMAL SECUNDARIA)

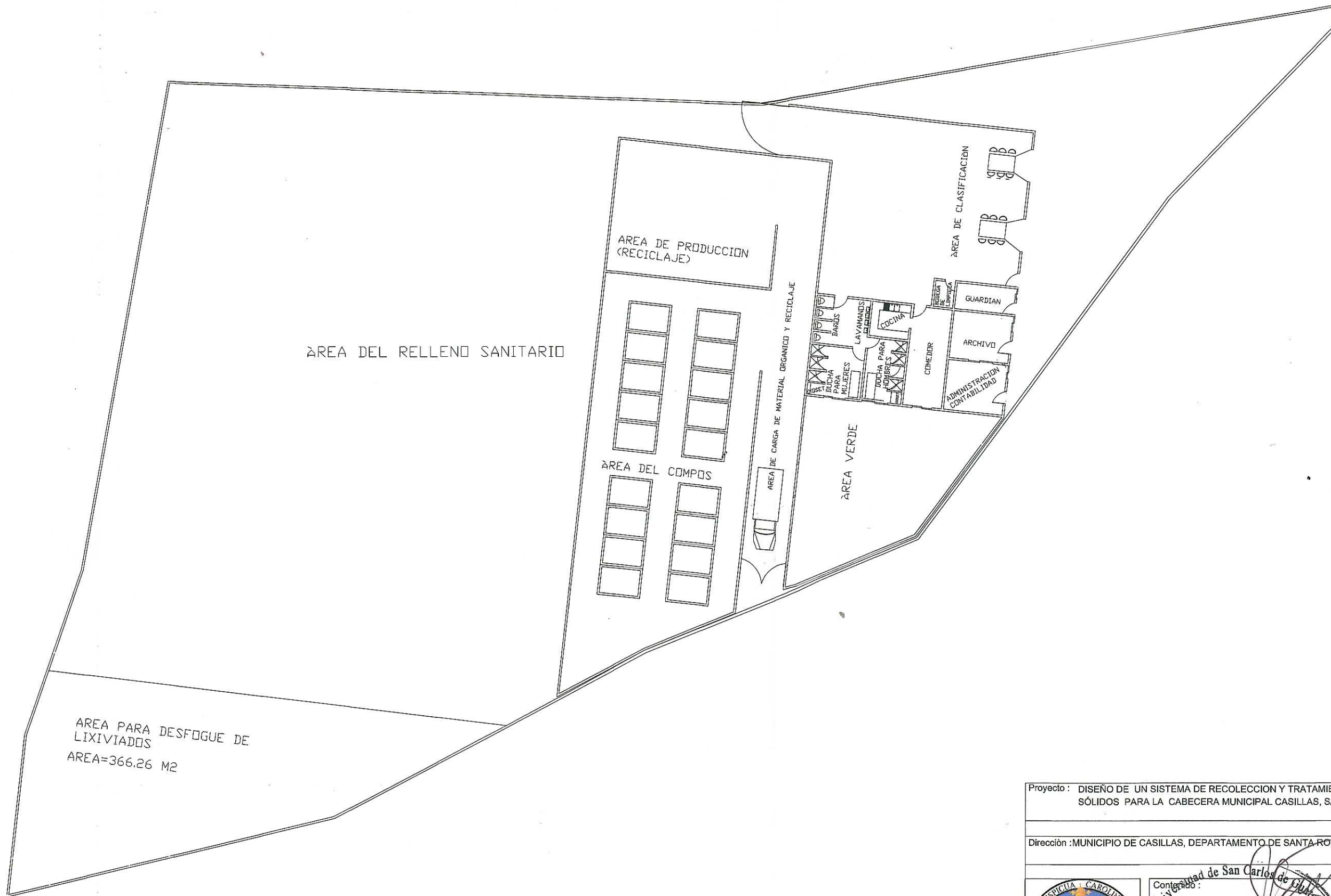
TUBO P.V.C.  $\phi$  3/4" X L= VARIABLE

TEE P.V.C. 2" X 2" X 3/4"

## DETALLES DE ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1:2000

Proyecto: DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
	
	
ASesor: SUPERVISOR DE OBRAS INGENIERO EN OBRAS DE BARRIO INGENIERO EN OBRAS DE BARRIO	EPESISTA: ADOLFO ESTRELLA SANTOS
Fecha: octubre del 2019	Hojas No: 19/19



UBICACION DE LA CONSTRUCCION

ESCALA: 1:1000

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

Contenido:

Unidad de San Carlos de Guatema

Ing. Juan Carlos Estrada Santos

ASESORIA - SUPERVISOR DE EPS

ASESOR - SUPERVISOR DE EPS

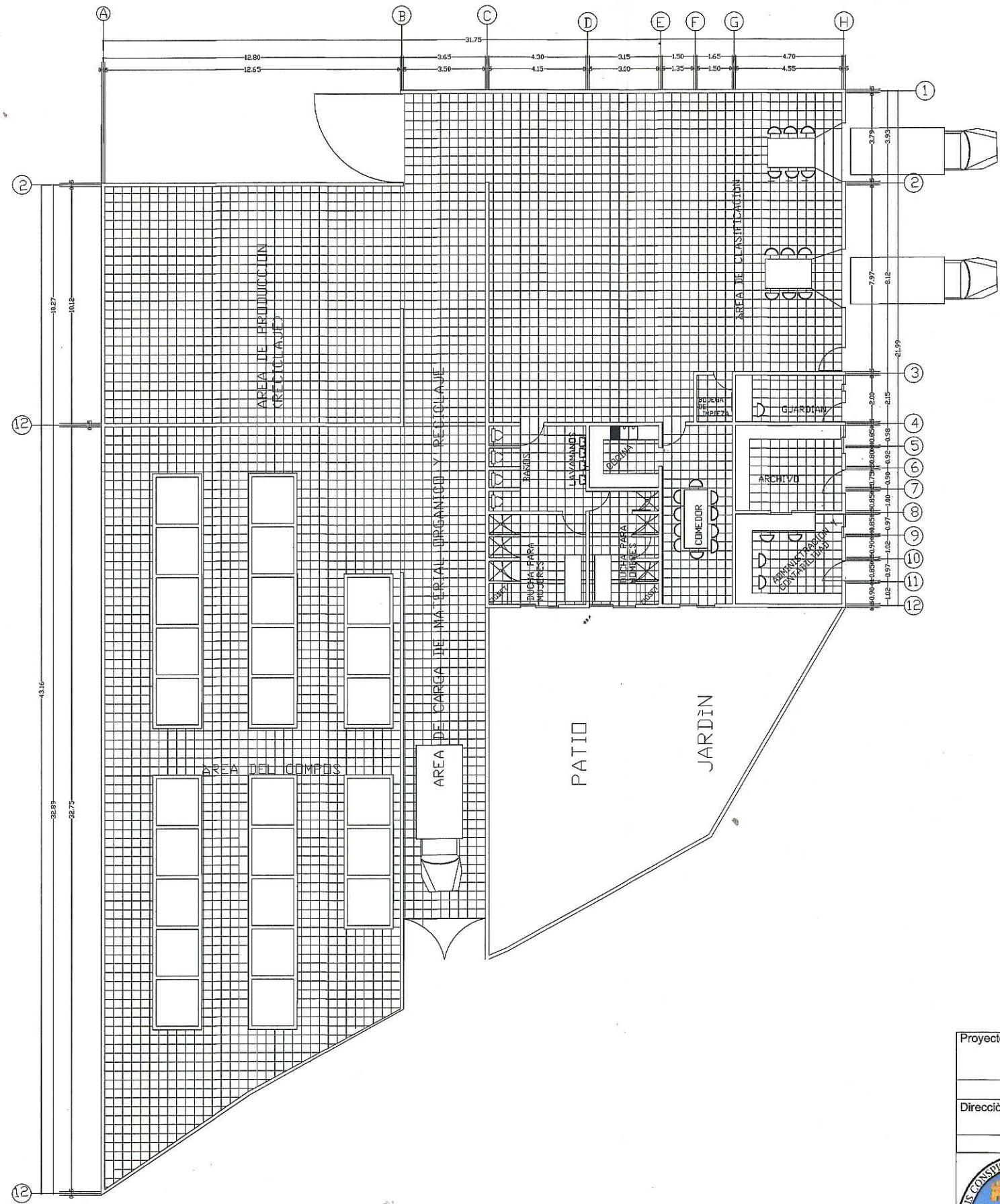
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS

GUATEMALA, ADOLEO ESTRADA SANTOS

Escuela de Ingenieria



Cálculo:	
Desarrollado:	
Escala:	INDICADA
Fecha:	DICIEMBRE 2017
Hojas No.	1 / 34



PLANTA AMUEBLADA  
 ESCALA:1:1000

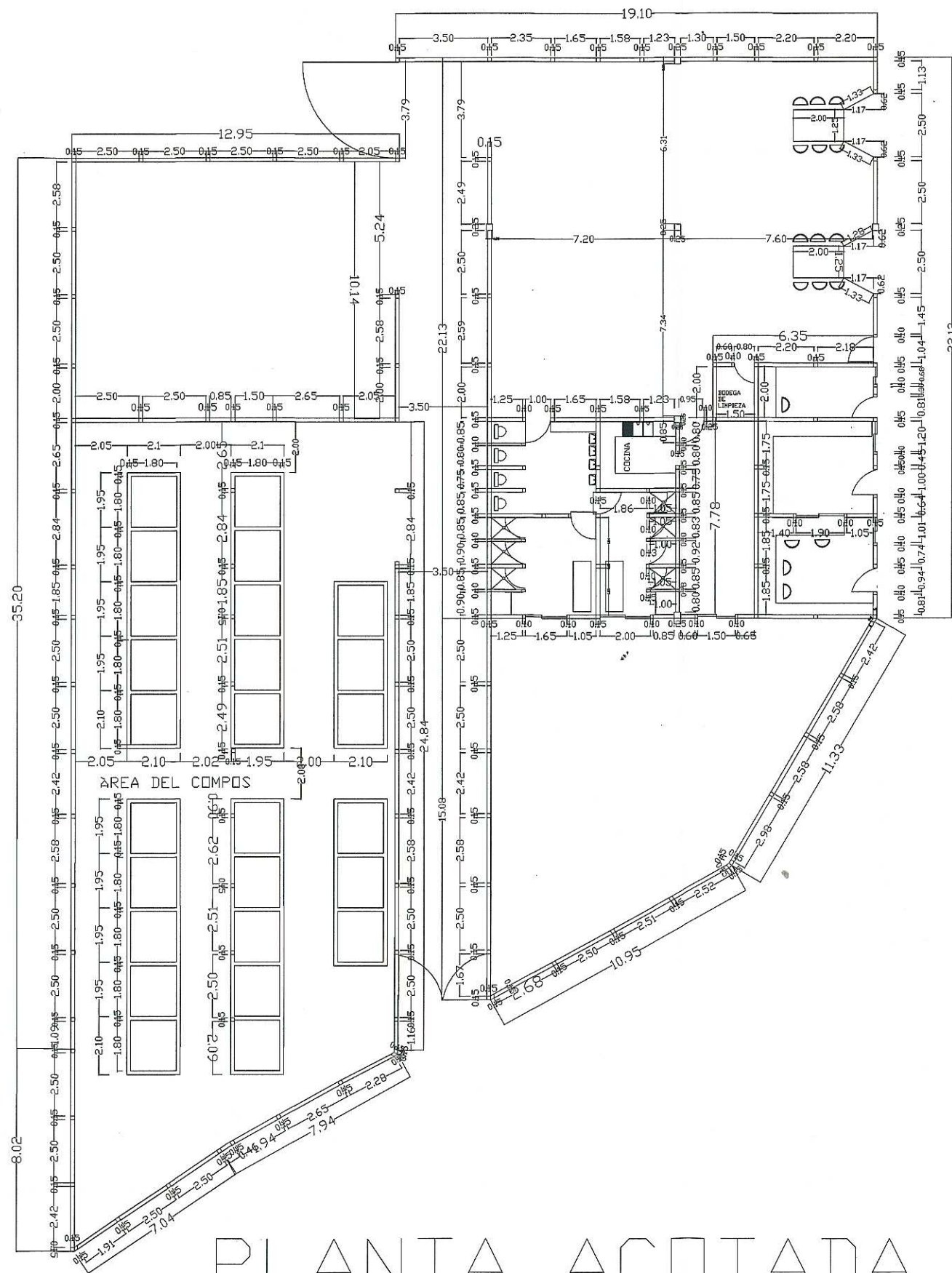
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



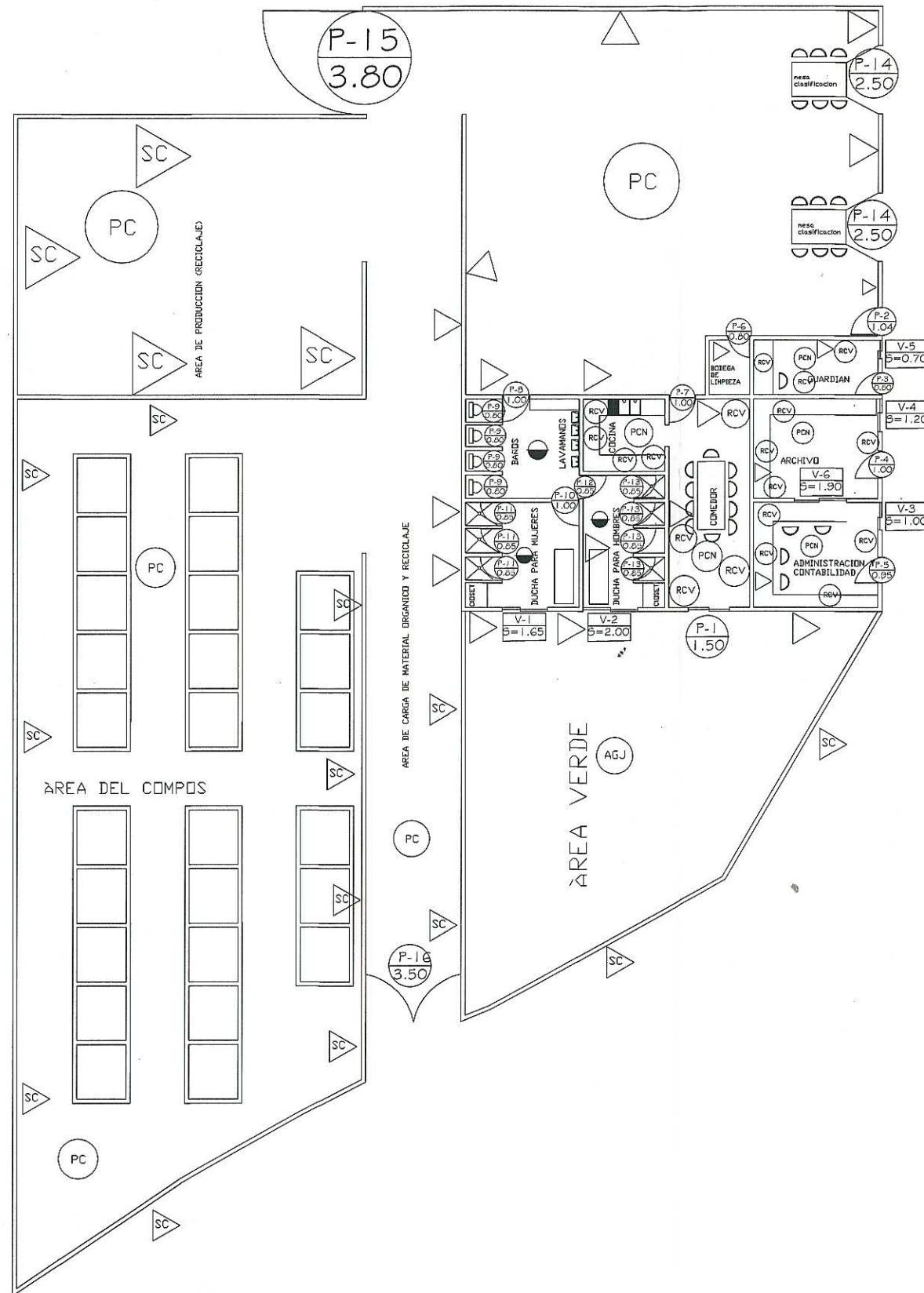
Confirmando:  
**Ing. Juan Merck Cos**  
 ASESOR SUBSECTORIAL DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 EPESISTA:  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS  
 Ingeniero de Ingeniería

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. **2** / 34



PLANTA ACOTADA  
 ESCALA: 1:1000

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
 Contenido : ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS <b>Ing. Juan Merck Cos</b> ASESOR - SUPERVISOR DE EPS EPES GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS Ingeniero de Ingeniería	Cálculo : Desarrollado : Escala : INDICADA Fecha : DICIEMBRE 2017 Hojas No. : 3 / 34



SIMBOLOGIA	
(AGJ)	AREA DE GRAMA Y JARDIN
(PC)	PISO DE CONCRETO
(●)	PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
(PCN)	PISO CERAMICO NACIONAL, DE 0.33 cm *0.33 cm
(△)	REPELLO + CERNIDO VERTICAL
(SC)	SIN INCLUIR CERNIDO
(RCV)	REPELLO + CERNIDO VERTICAL CON PINTURA A COLOR
(—)	AZULEJO COCINA DE 0.10*0.10M A UNA ALTURA DE 1.2

PLANILLA DE PUERTAS					
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	No.	UBICACION
P-1	1.50	2.10	VIDRIO	1	SALIDA A JARDIN Y PATIO POR COMEDOR
P-2	1.04	2.10	METAL	1	ENTRADA PRINCIPAL
P-3	0.80	2.10	METAL	1	ENTRADA A GUARDIANERIA
P-4	1.00	2.10	METAL	1	ENTRADA A ARCHIVO
P-5	0.95	2.10	METAL	1	ENTRADA A ADMINISTRACION Y CONTABILIDAD
P-6	0.80	2.10	METAL	1	ENTRADA A BODEGA DE LIMPIEZA
P-7	1.00	2.10	METAL	1	ENTRADA A COCINA Y COMEDOR
P-8	1.00	2.10	METAL	1	ENTRADA A BAÑOS Y DUCHA
P-9	0.80	2.10	METAL	1	SERVICIOS SANITARIOS
P-10	1.00	2.10	METAL	1	ENTRADA PRINCIPAL A DUCHA DE MUJERES
P-11	0.85	2.10	METAL	3	ENTRADA A DUCHA DE MUJERES
P-12	0.85	2.10	METAL	1	ENTRADA PRINCIPAL A DUCHA PARA HOMBRES
P-13	0.85	2.10	METAL	4	ENTRADA A DUCHA PARA HOMBRES Y VESTIDORES
P-14	2.50	2.70	PERCIANAS	2	LLEGADA DE CAMIONES A DESCARGA PARA LA SELECCION
P-15	3.80	2.70	METAL	1	SALIDA AL AREA PARA MATERIALES INERTES Y LAGUNA DE LIXIVIADOS
P-16	3.50	2.70	PERCIANA	1	LLEGADA DE CAMION AL AREA DE CARGA

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	ALTO INICIO	ALTO TERMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	UBICACION
V-1	1.65	1.00	2.10	MARCO DE ALUMINIO Y VIDRIO	1	DUCHA Y VESTIDORES PARA MUJERES
V-2	2.00	1.00	2.10	MARCO DE ALUMINIO Y VIDRIO	1	DUCHA Y VESTIDORES PARA HOMBRES
V-3	1.00	1.00	2.10	PERCIANA	1	ATENCION CLIENTE EN ADMINISTRACION
V-4	1.20	1.00	2.10	PERCIANA	1	ATENCION AL CLIENTE EN ARCHIVO
V-5	0.70	1.00	2.10	MARCO DE ALUMINIO Y VIDRIO	1	GUARDIANERIA
V-6	1.90	1.00	2.10	PERCIANA	1	ENTRE ARCHIVO Y ADMINISTRACION

# PLANTA DE ACABADOS

ESCALA: 1:1000

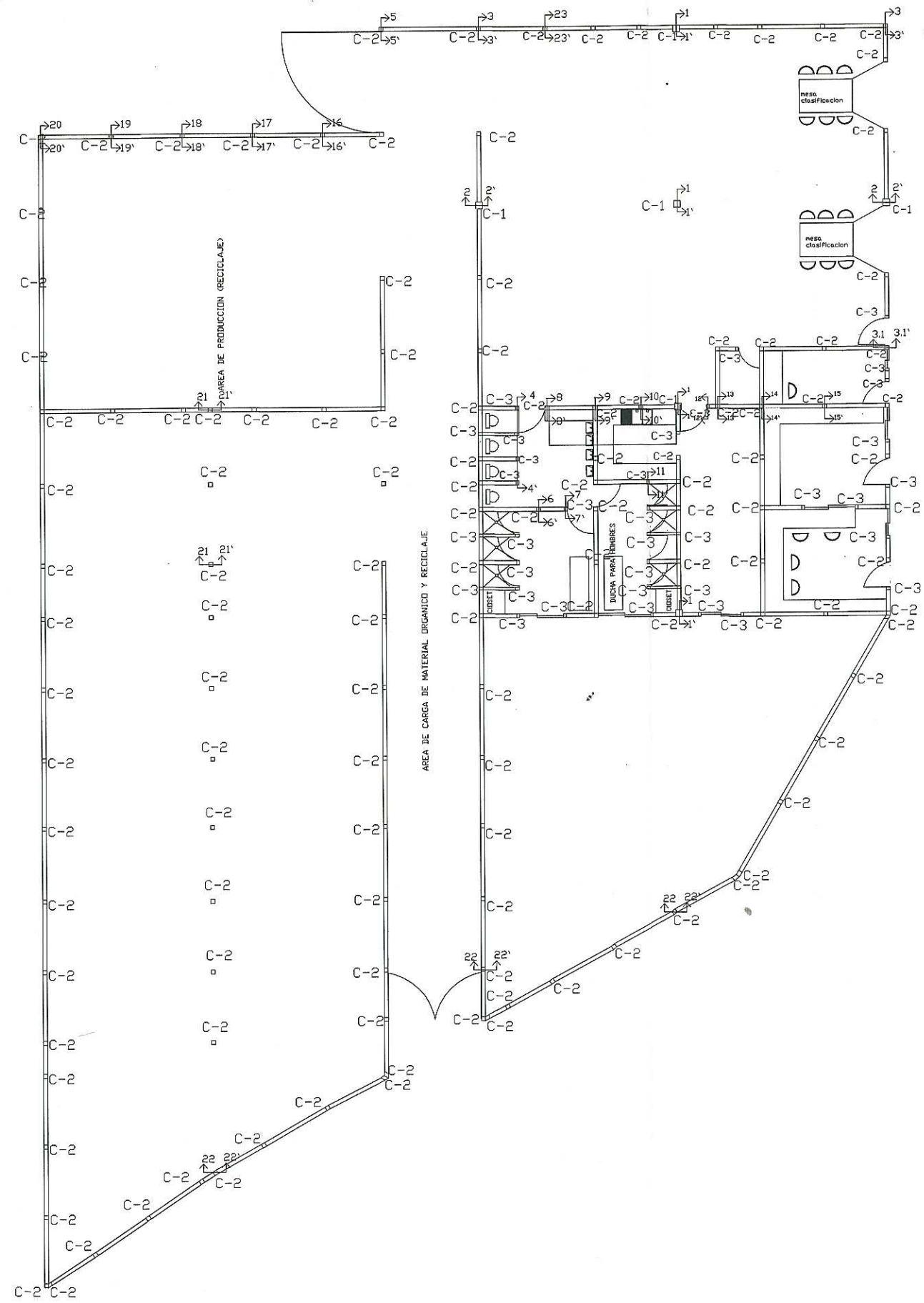
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido de San Carlos de Guatemala  
 ASesor (Asesor Supervisor de EPS)  
 ASesor - SUPERVISOR DE EPS  
 EMPRESA de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 GUSTAVO ADOLEO ESTRADA SANTOS  
 Facultad de Ingeniería

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 4 / 34



# PLANTA DE COLUMNAS

ESCALA: 1:1000

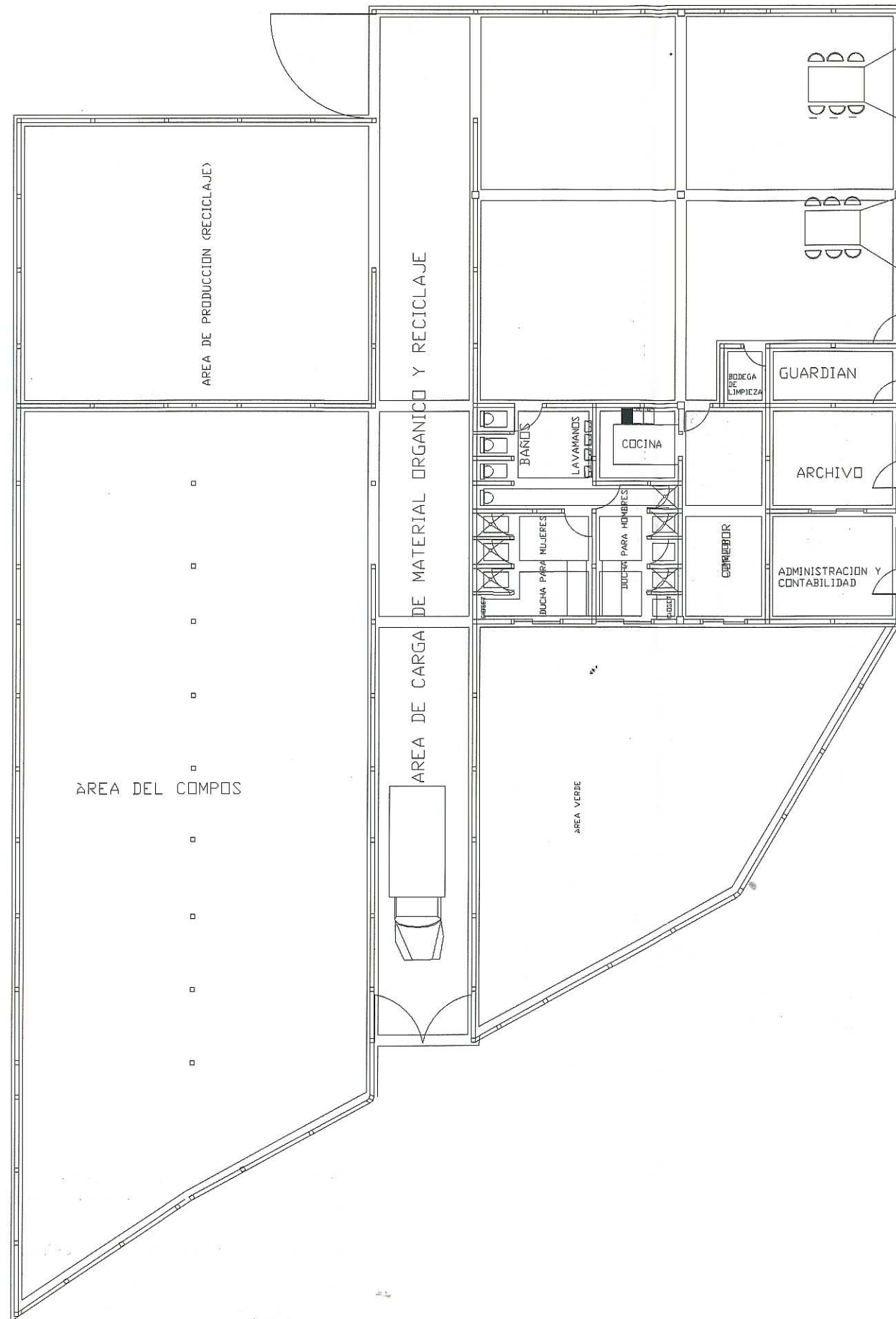
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido :  
 Ing. Juan Merckel  
 ASESORÍA Y SUPERVISIÓN DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 EPESISTA :  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :
Desarrollado :
Escala : INDICADA
Fecha : DICIEMBRE 2017
Hojas No. 5 / 34



NOTA:  $f'' c = 3,000 \text{ psi}$   
 $f_y = \text{grado } 40$

PLANTA CIMIENTO CORRIDO  
 ESCALA: 1:1000

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

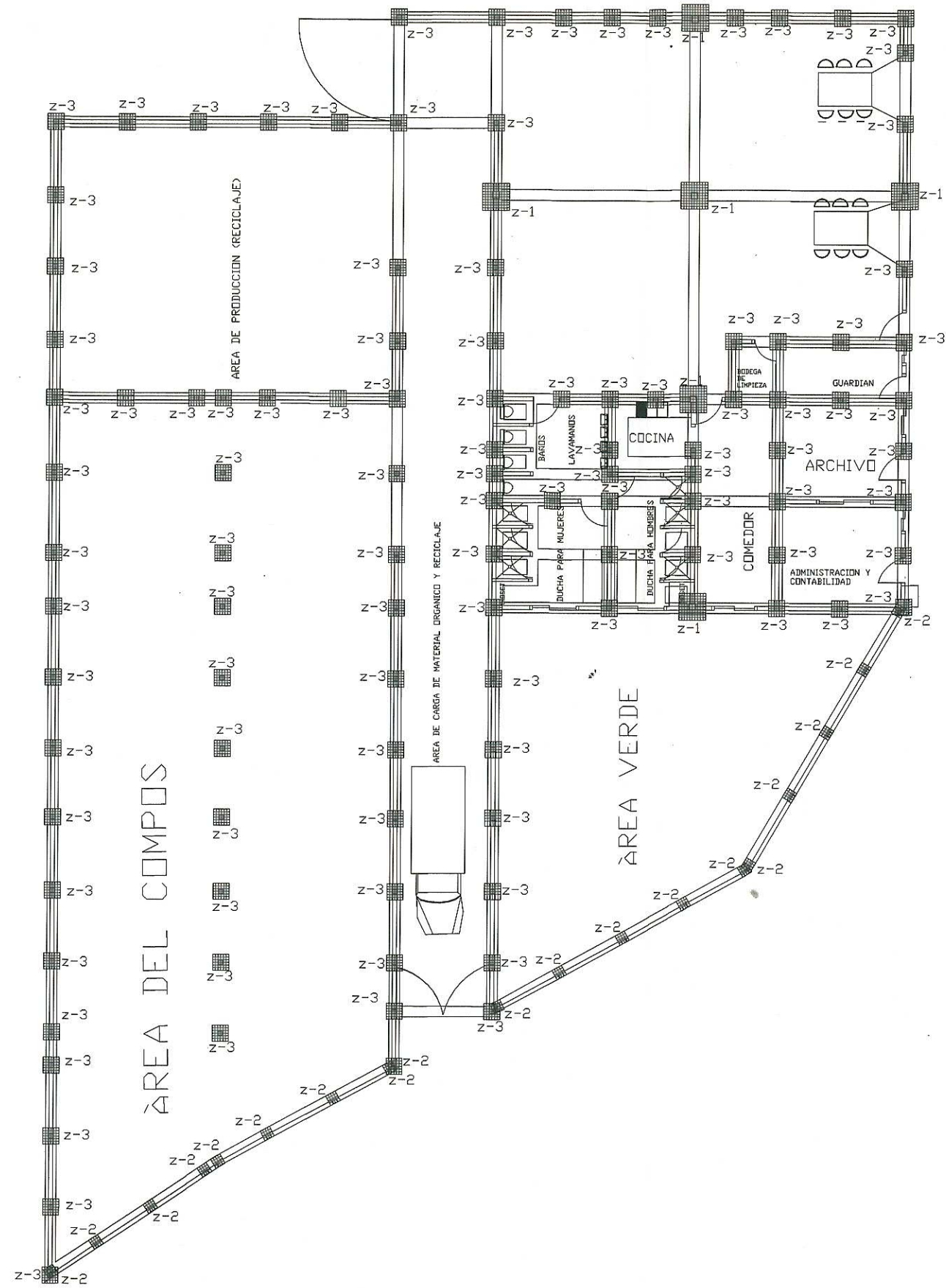
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido de San Carlos de Guatemala  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 ASESORÍA SUPERVISORIA DE  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 TAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS  
 Facultad de Ingeniería

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 6/34





NOTA:  $f' c = 3,000 \text{ psi}$   
 $f_y = \text{grado } 40$

PLANTA DE ZAPATAS  
 ESCALA: 1:1000

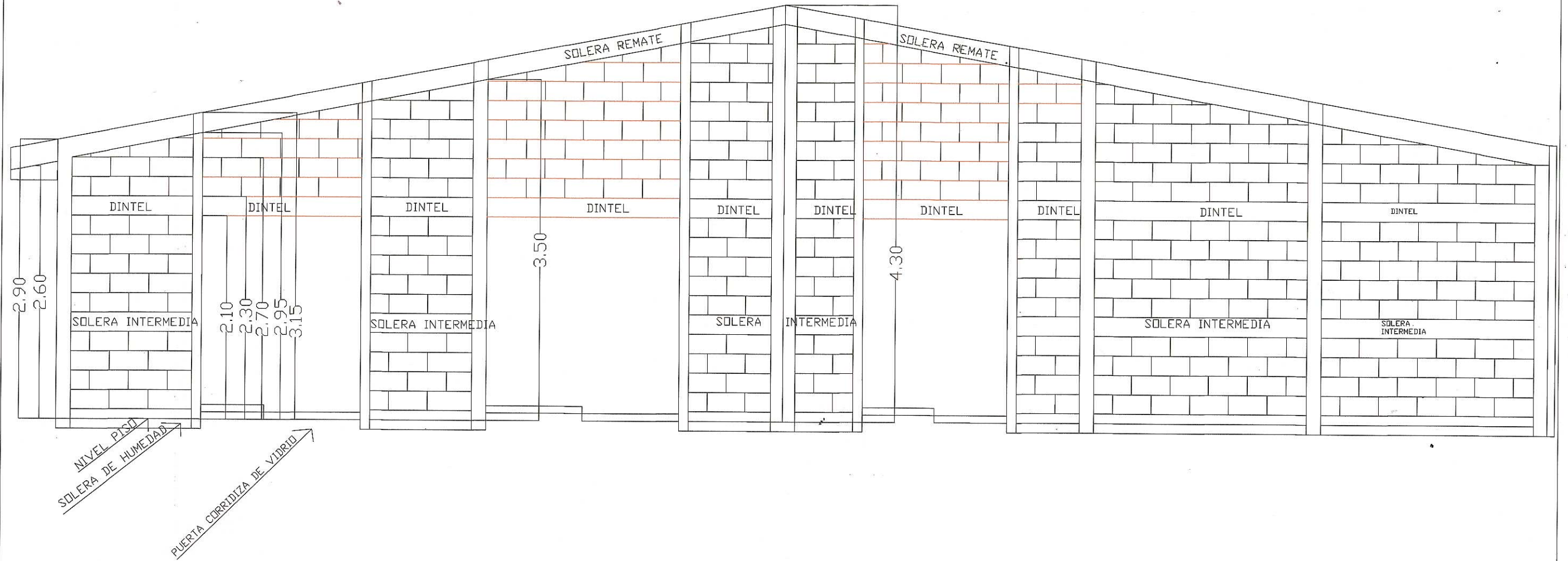
Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido:  
 ASESOR (A) DE EPS  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 EPESISTA  
 GUSTAVO ADOLEO ESTRADA SANTOS  
 Unidad de Ingeniería

Cálculo:
Desarrollado:
Escala: INDICADA
Fecha: DICIEMBRE 2017
Hojas No. 7 / 34



ELEVACION LATERAL IZQUIERDA  
 ESCALA 1:200

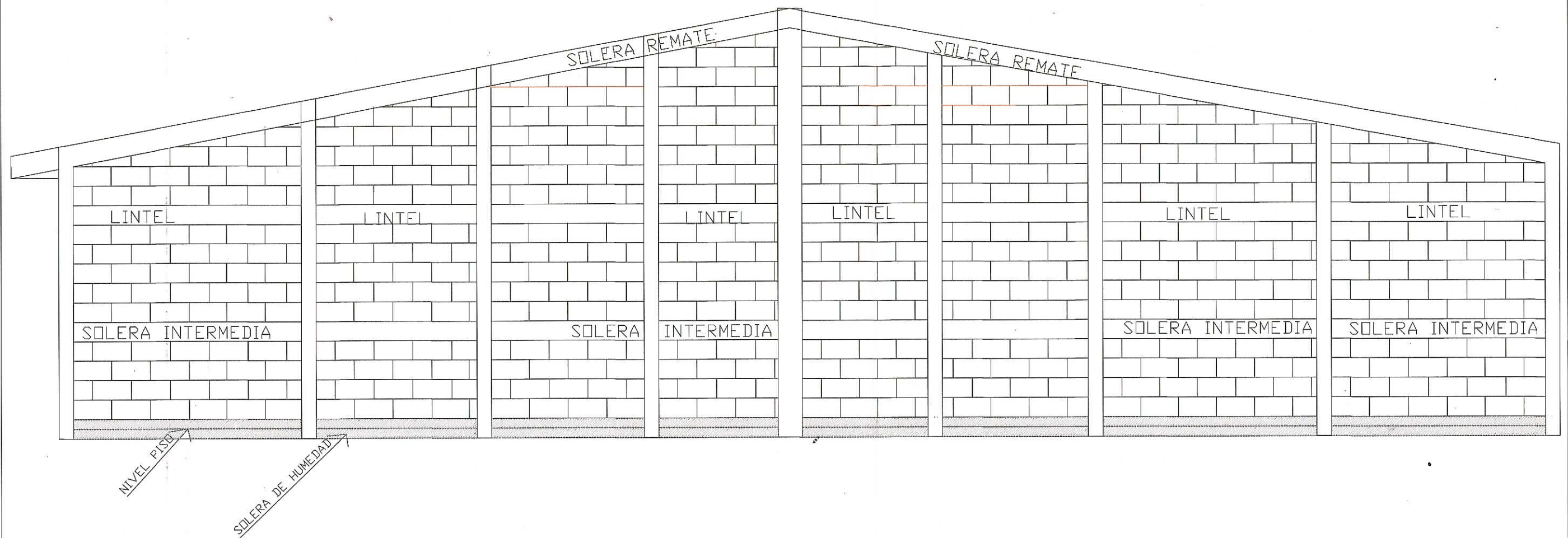
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido :  
 Unidad de San Carlos de Guayaquil  
 Ing. Juan Morúa  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 EPESISTA :  
 GUSTAVO ADOLEO ESTRADA SANTOS  
 Unidad de Ingeniería

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 8 - 34



ELEVACION LATERAL DERECHA  
 ESCALA 1:200

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido de San Carlos de Guatemala  
 AGESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
 ASesor - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS  
 Ingeniería

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 9 / 34



ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1:750

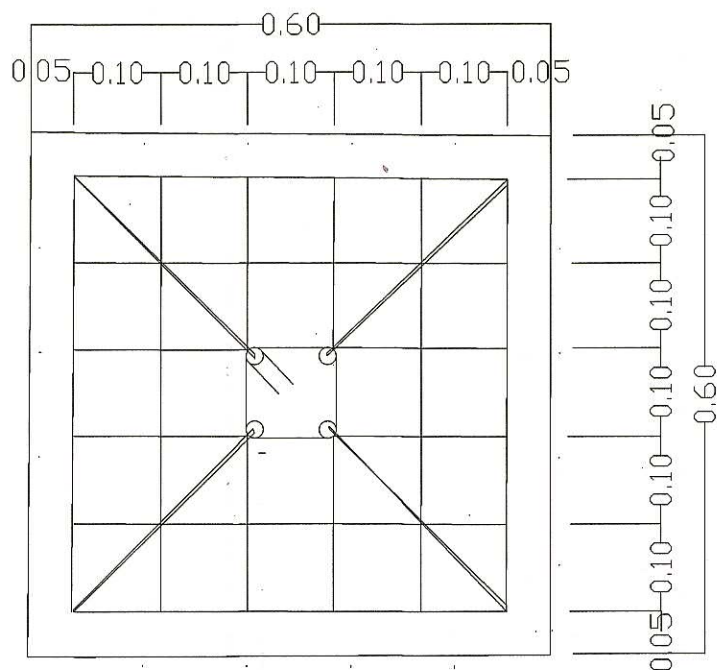
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



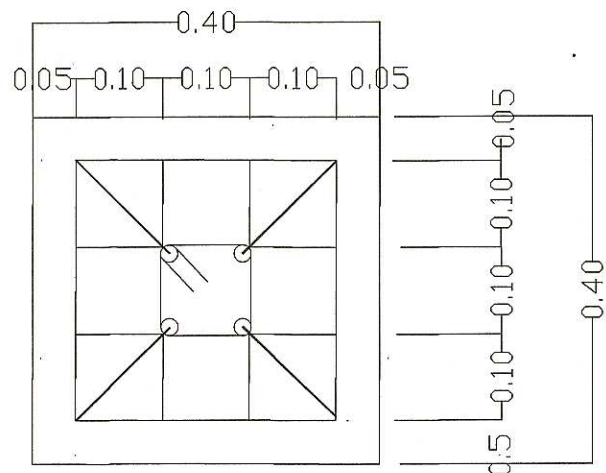
Contenido :  
**Ina Juan M. Martínez**  
 ASESORA SUPERVISORA (A) DE EPS  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 EPESISTA :  
**Fausto Adolfo Estrada Santos**  
 Ingeniero de Ingeniería

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 10 34



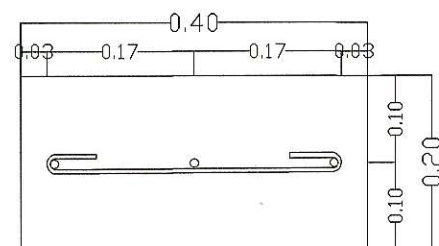
REFUERZO  
VARILLA No.3+ @ 0.10 AMBOS  
SENTIDOS

DETALLES DE ZAPATA-3  
ESCALA:1:40



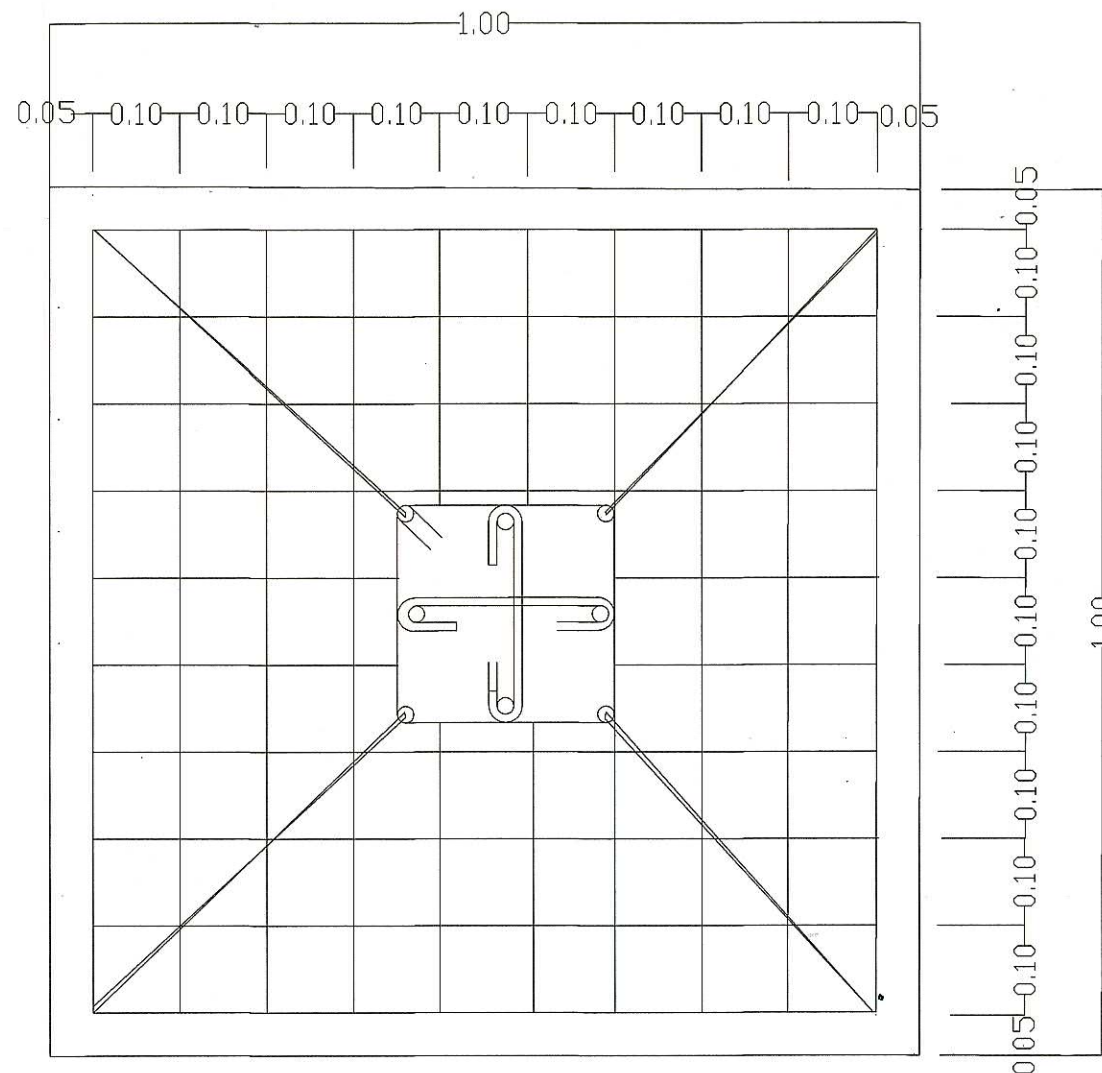
REFUERZO  
VARILLA No.3 @ 0.10 AMBOS  
SENTIDOS

DETALLES DE ZAPATA-2  
ESCALA:1:40



REFUERZO  
3 No.3 + ESLABON NO.2  
@ 0.20 MTS

DETALLES CIMENTO-CORRIDO  
ESCALA:1:40



REFUERZO  
VARILLA No.3 @ 0.10 AMBOS  
SENTIDOS

DETALLES DE ZAPATA-1  
ESCALA:1:40

NOTA:  $f'c = 3,000 \text{ psi}$   
 $f_y = \text{grado } 40$

# DETALLES DE CIMIENTOS

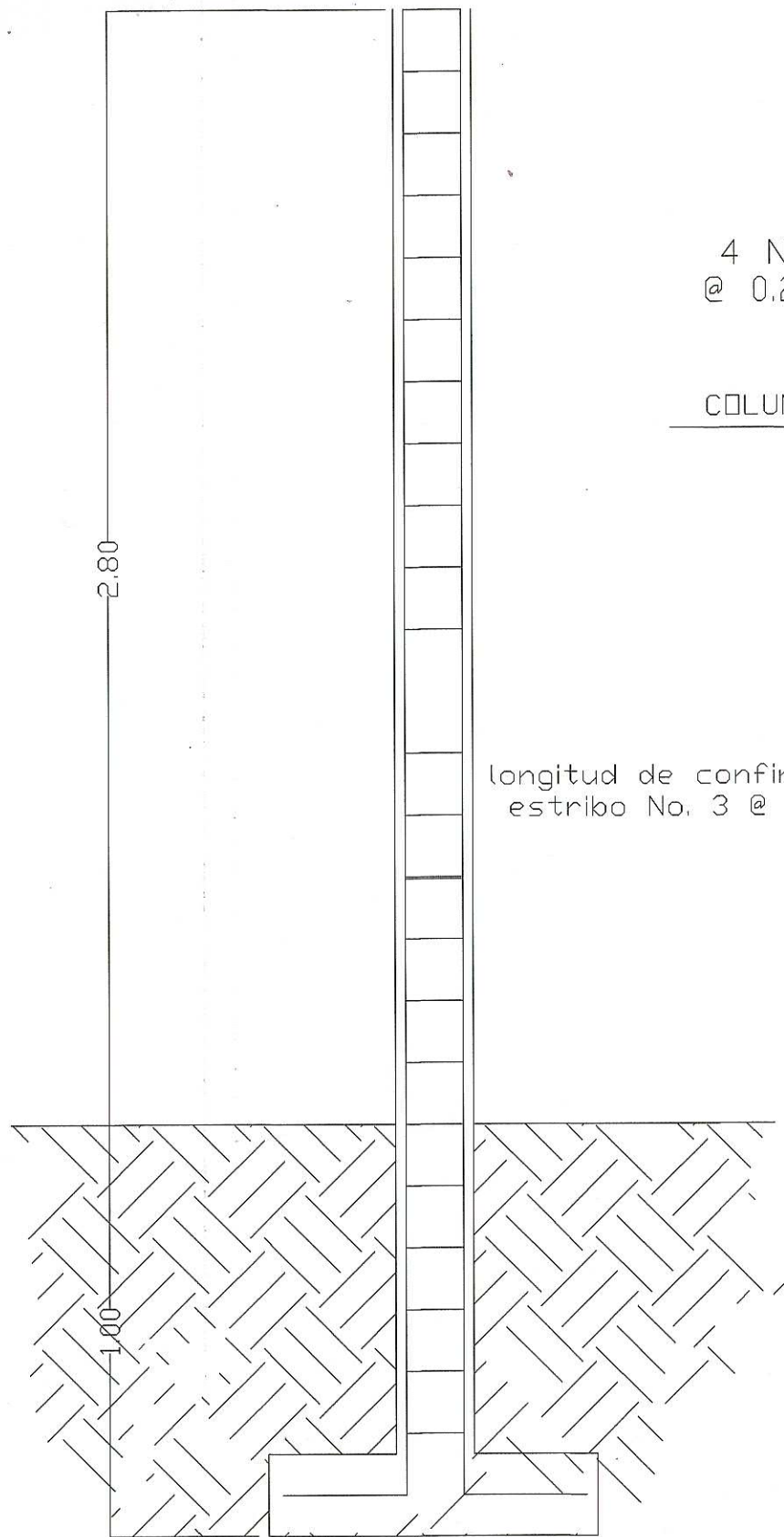
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

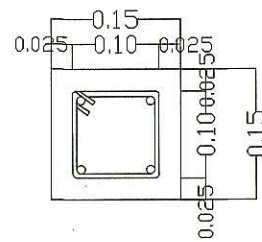


Contador de San Carlos de Guayana  
ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
Ing. Juan Merck Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad Académica de Ingeniería y EPS  
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS  
Escuela de Ingeniería

Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No. 11 34

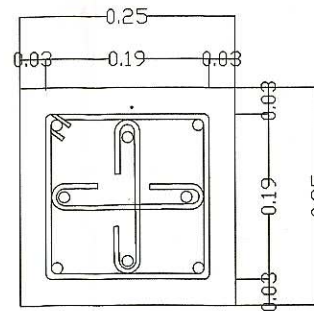


CONFINAMIENTO TÍPICO DE COLUMNA  
ESCALA:1:75



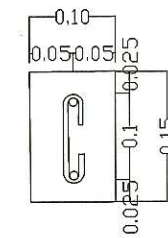
4 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.20 MTS

COLUMNA-2 PERIMETRAL  
ESCALA:1:40



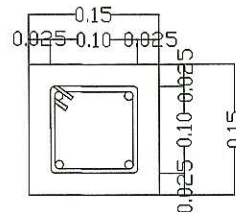
8 No.3 + ESTRIBO NO.2 +  
ESLABON NO. 2 @ 0.15 MTS

COLUMNA-1  
ESCALA:1:40



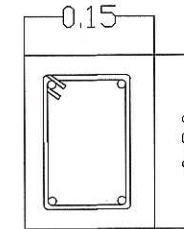
2 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.20 MTS

COLUMNA-3  
ESCALA:1:40



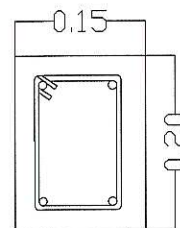
4 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.15 MTS

COLUMNA-2  
ESCALA:1:40



4 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.15 MTS

SOLERA HUMEDAD  
ESCALA:1:40



4 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.15 MTS

SOLERA INTERMEDIA  
ESCALA:1:40

longitud de confinamiento  
estribo No. 3 @ 0.15 m

**NOTA:**  $f'' c = 3,000 \text{ psi}$   
 $f_y = \text{grado } 40$

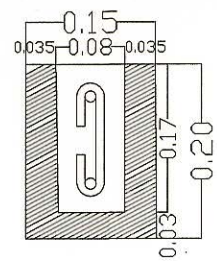
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS  
SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido: *San Carlos de Guayaquil*  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAQUIL  
ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
**Ing. Juan Merck Cos**  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
EPH de Prácticas de Ingeniería EPS  
GUSTAVO ADOLEO ESTRADA SAN ROSA  
Casillas, Argentina

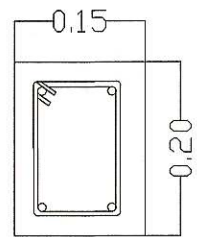
Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No.  
12 / 34



2 No.3 + ESLABON NO.2  
@ 0.20 MTS

SOLERA INTERMEDIA Y FINAL  
UBICADO EN PERIMETRO

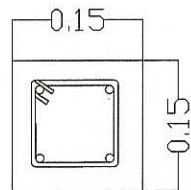
ESCALA:1:40



4 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.15 MTS

SOLERA DE REMATE

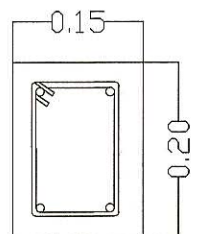
ESCALA:1:40



4 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.15 MTS

DINTEL

ESCALA:1:40

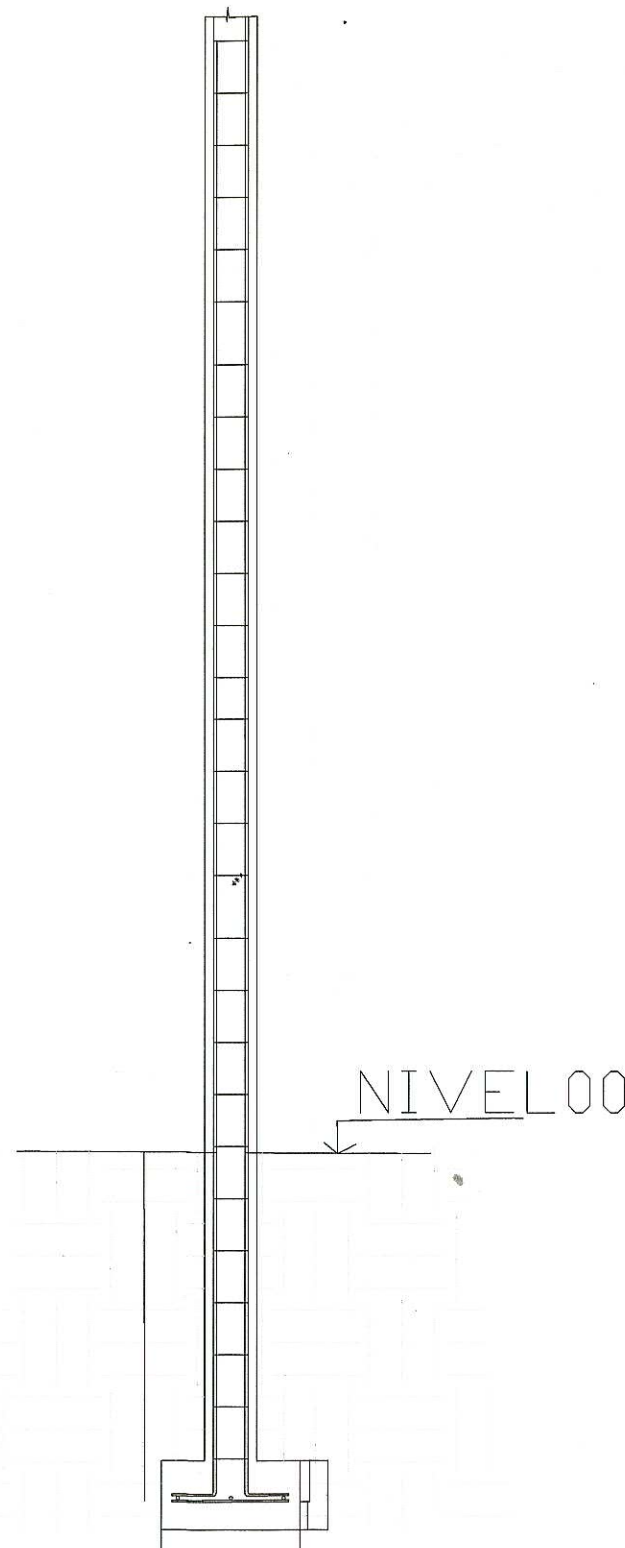


4 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.20 MTS

SOLERA HUMEDAD  
VA EN AREA PERIMETRAL

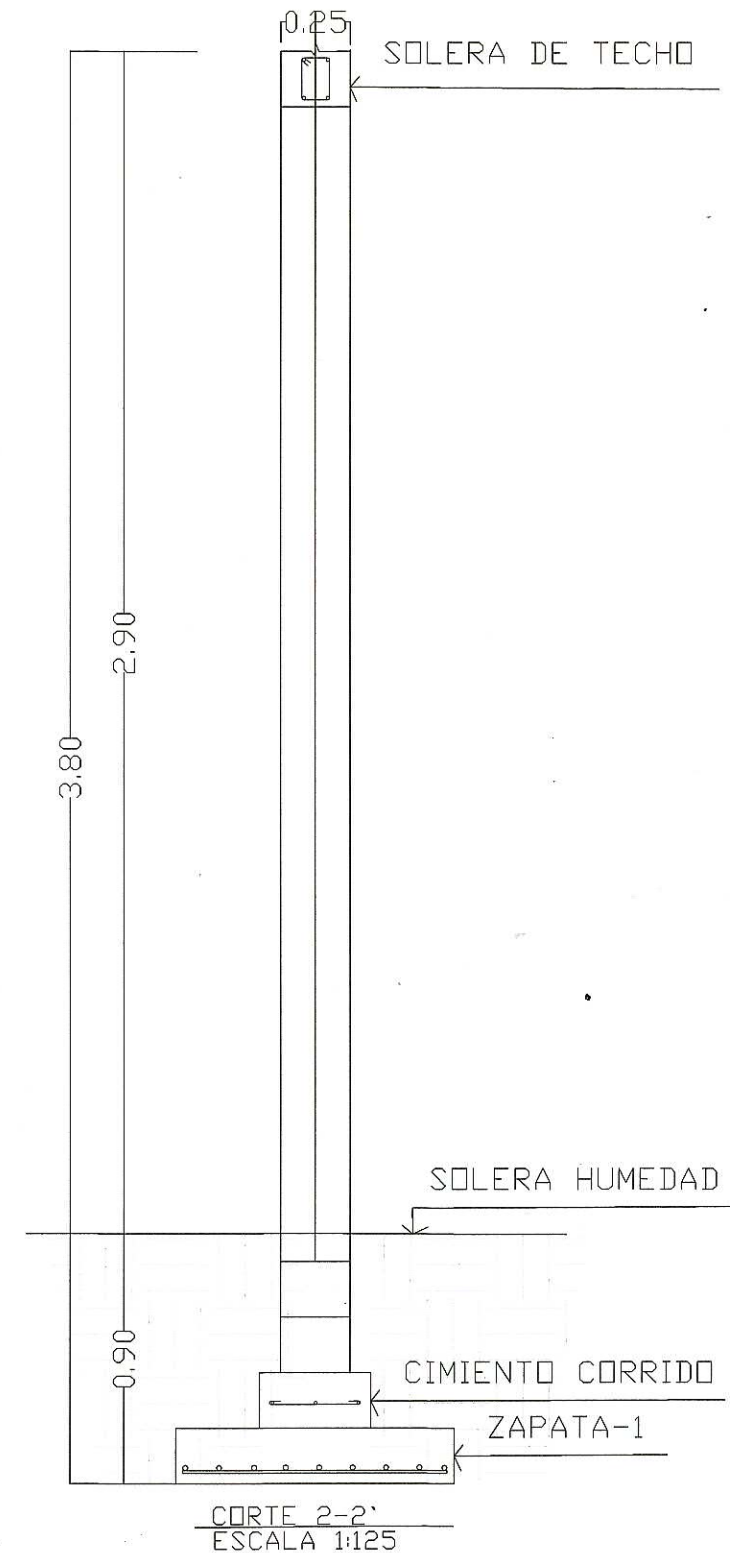
ESCALA:1:40

NOTA:  $f''c = 3,000 \text{ psi}$   
 $f_y = \text{grado } 40$



DETALLE DE ZAPATA

ESCALA 1:100



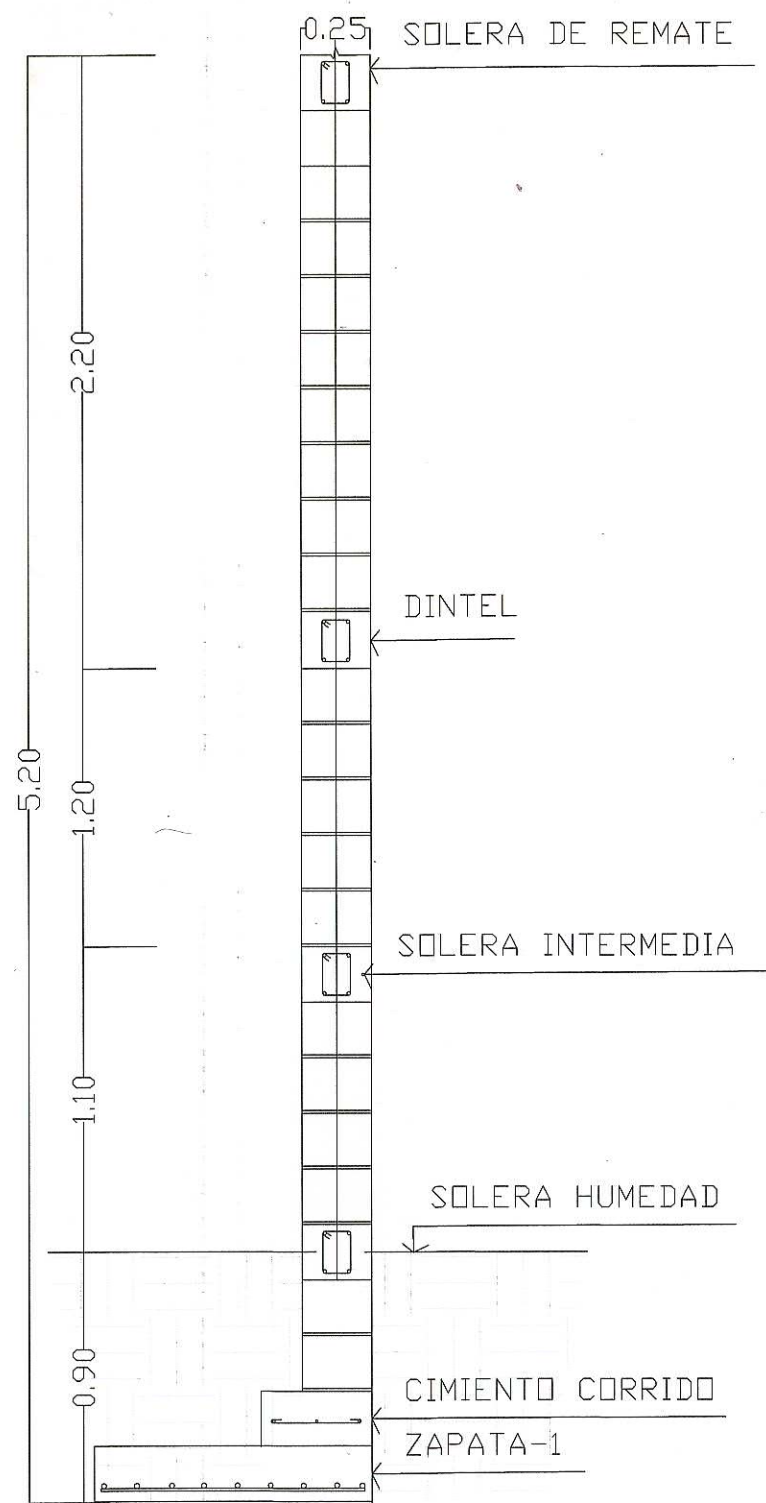
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS  
SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

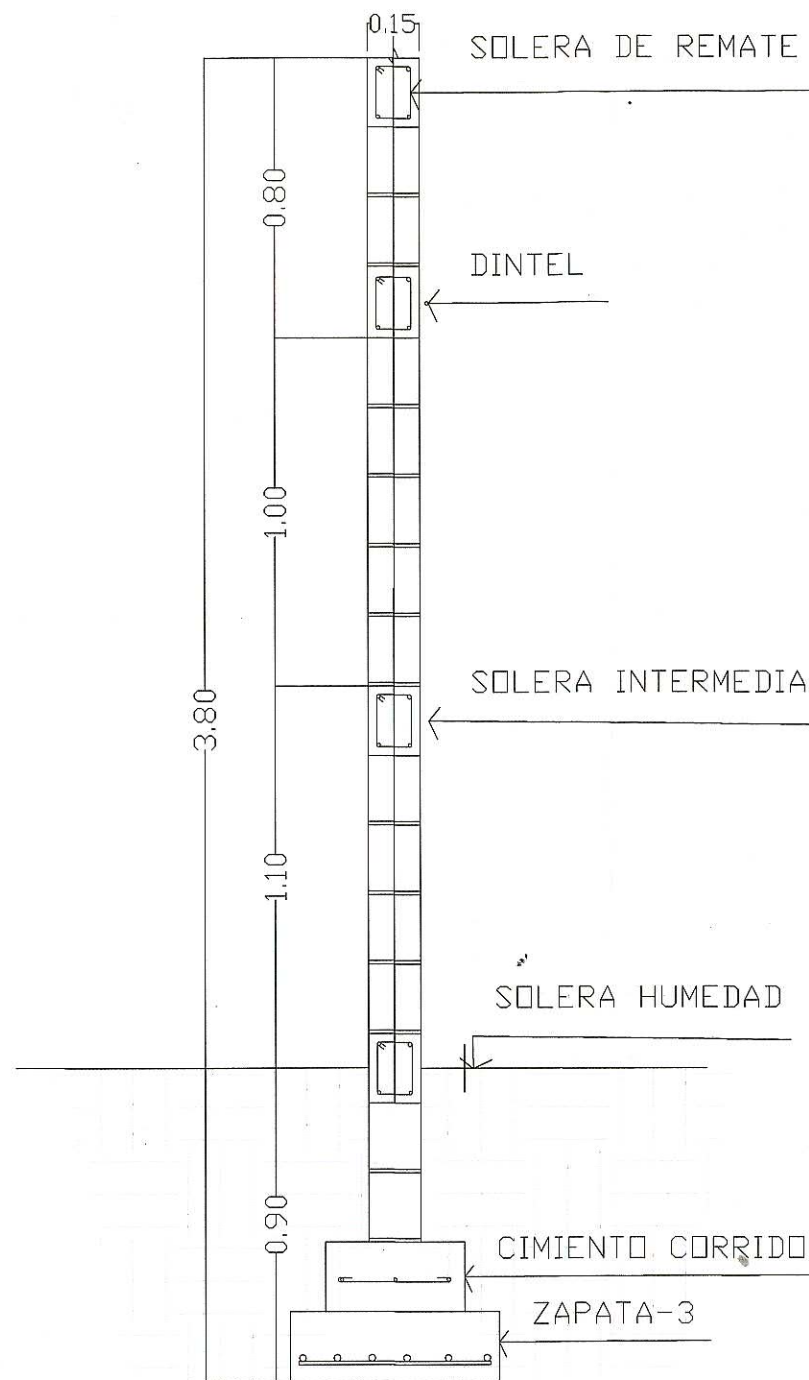


Cooperativa de San Carlos de Guayaquil  
ASESORIA - SUPERVISORIA DE EPS  
Ing. Juan Merck Dos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS  
Escuela de Ingeniería

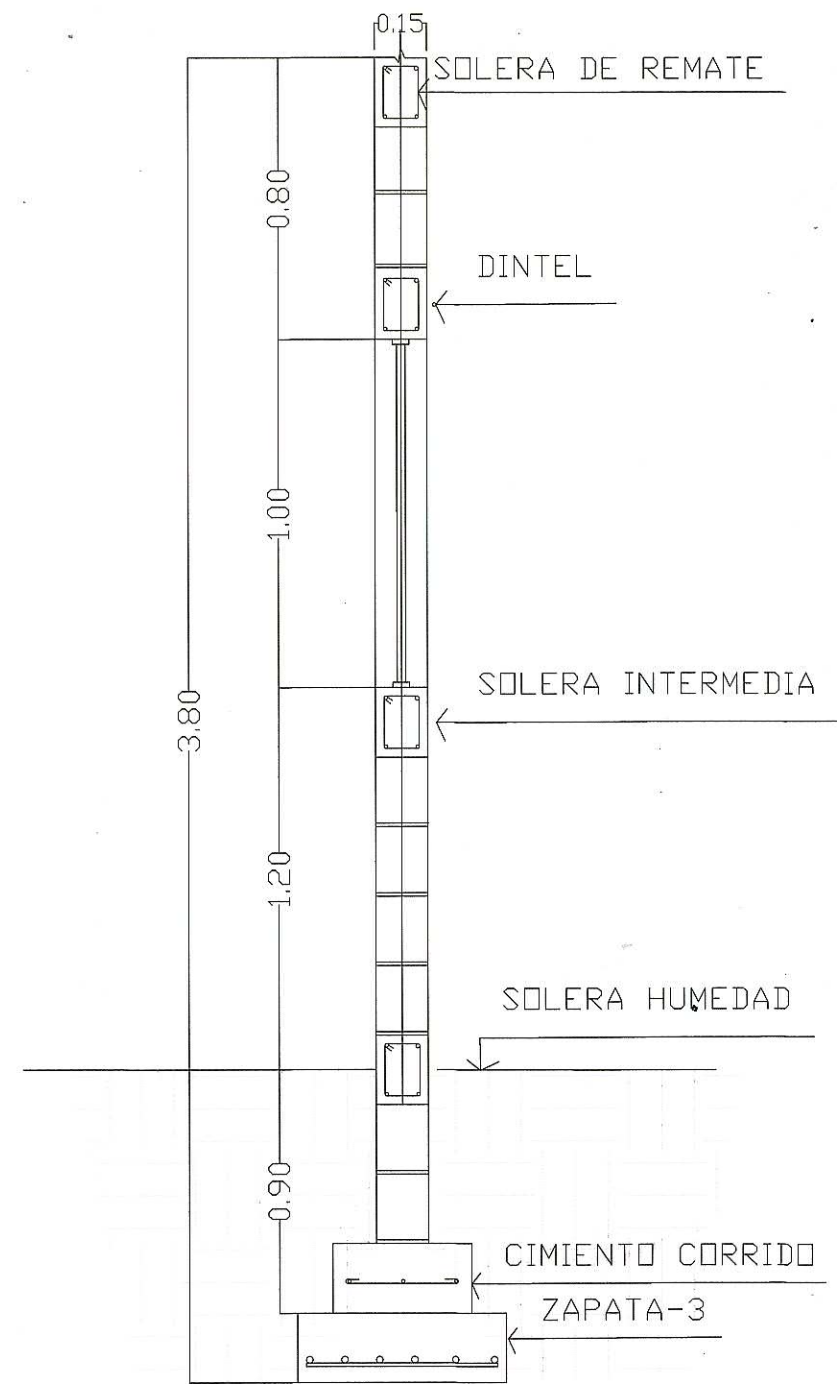
Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No.  
13 / 34



CORTE 1-1'  
ESCALA 1:25



CORTE 3-3'  
ESCALA 1:100



CORTE 3.1-3.1'  
ESCALA 1:100

# DETALLES MUROS

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

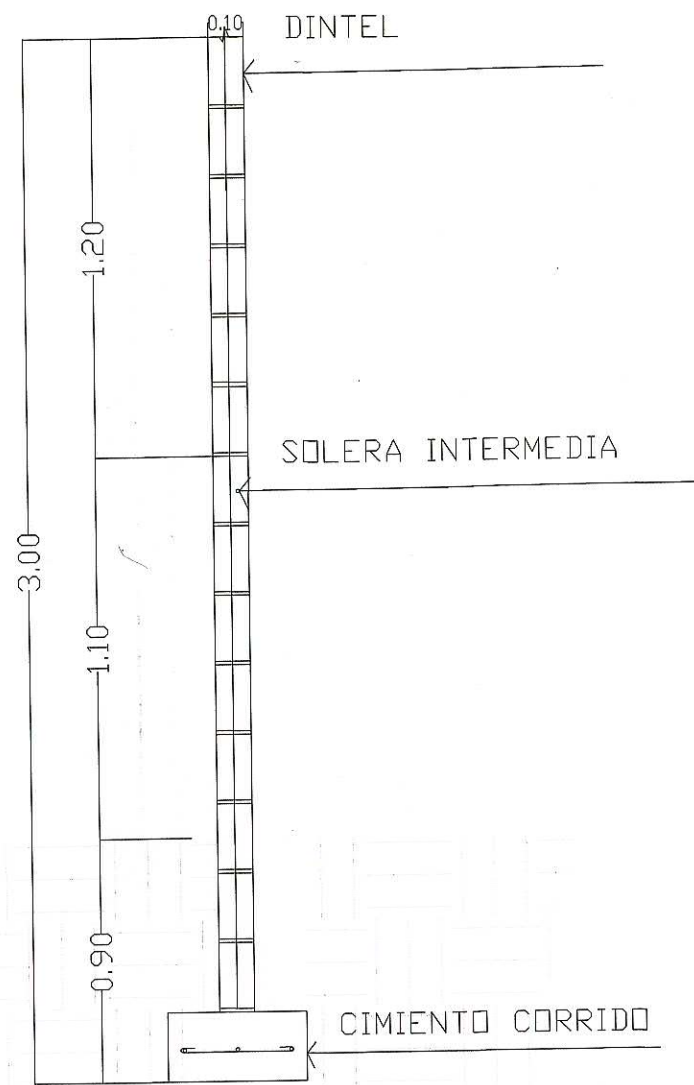
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



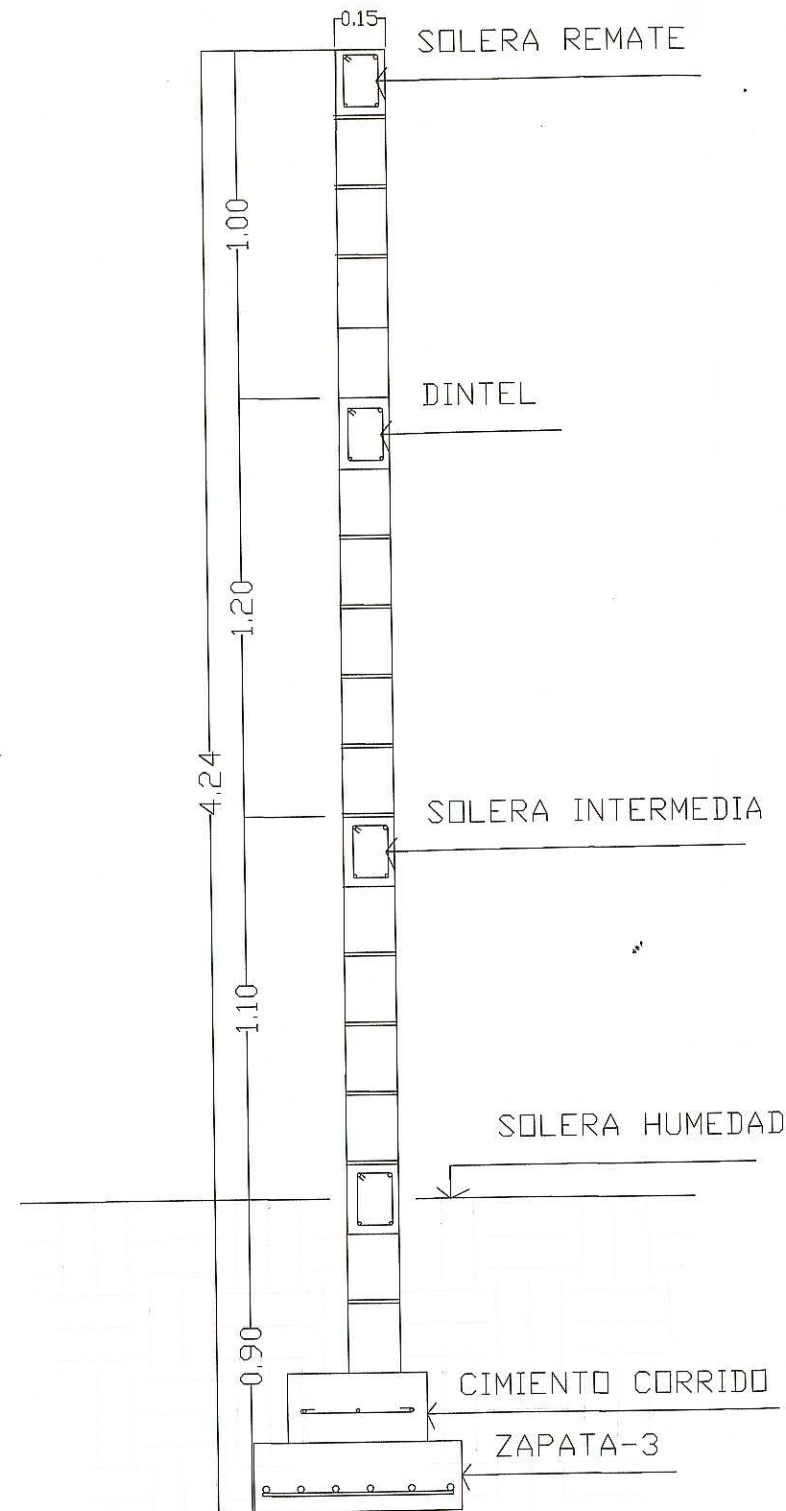
Contenido de San Carlos de Guatemala  
 (ASESORIA) - SUPERVISORIA) DE EPS  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Prácticas de Ingeniería y EPS  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS  
 Ingeniero de Ingeniería

Calculo :
Desarrollado :
Escala : INDICADA
Fecha : DICIEMBRE 2017
Hojas No. 14 / 34

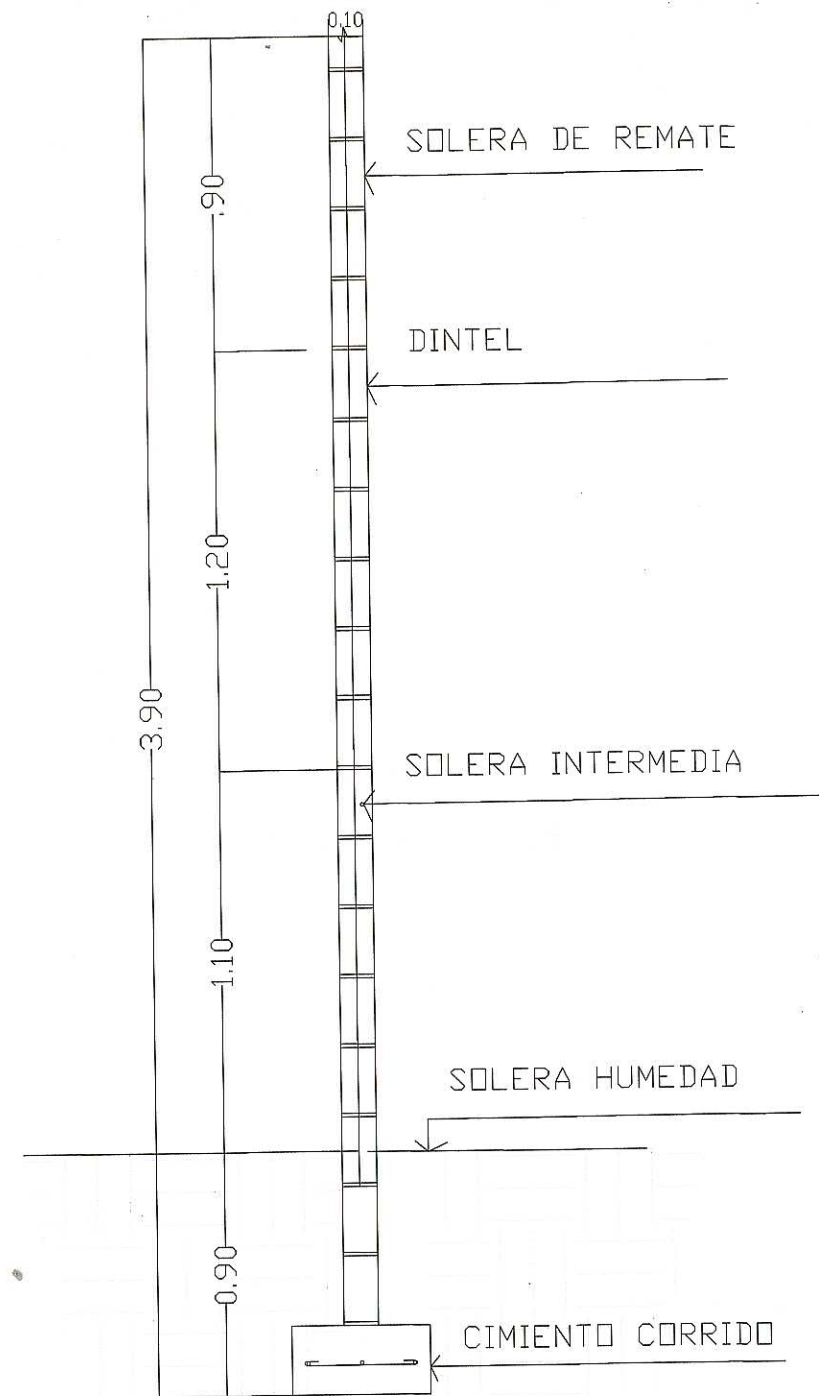




CORTE 7-7'  
ESCALA 1:100



CORTE 8-8'  
ESCALA 1:100



CORTE 4-4'

# DETALLES DE MUROS

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

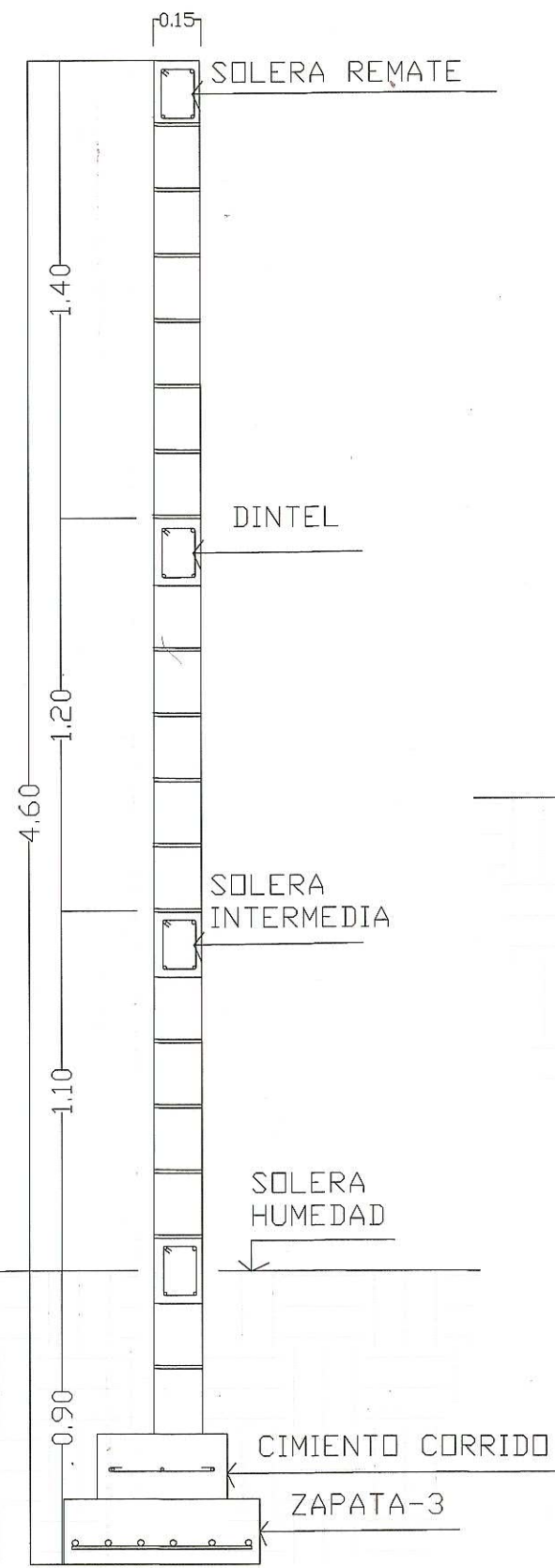
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



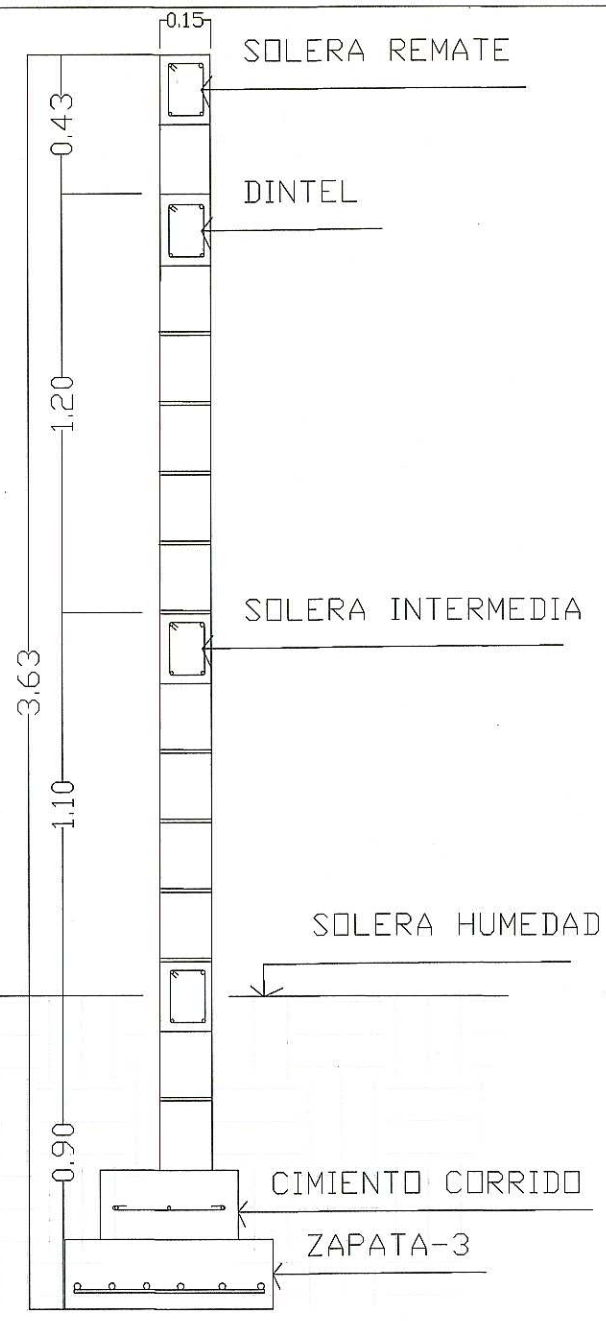
Juan Merch Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
Facultad de Ingeniería  
EPESISTA  
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No.

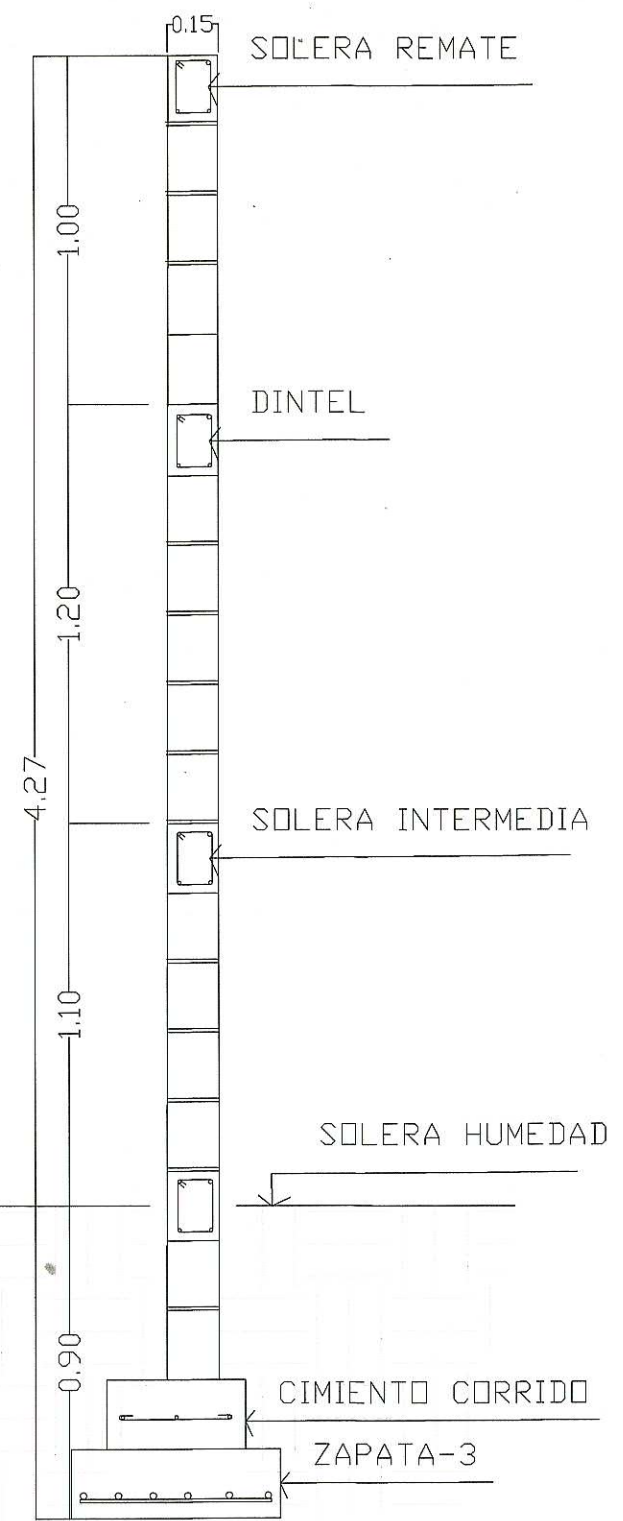
15 / 34



CORTE 9-9'  
ESCALA 1:100



CORTE 5-5'  
ESCALA 1:100



CORTE 6-6'  
ESCALA 1:100

# DETALLES DE MUROS

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

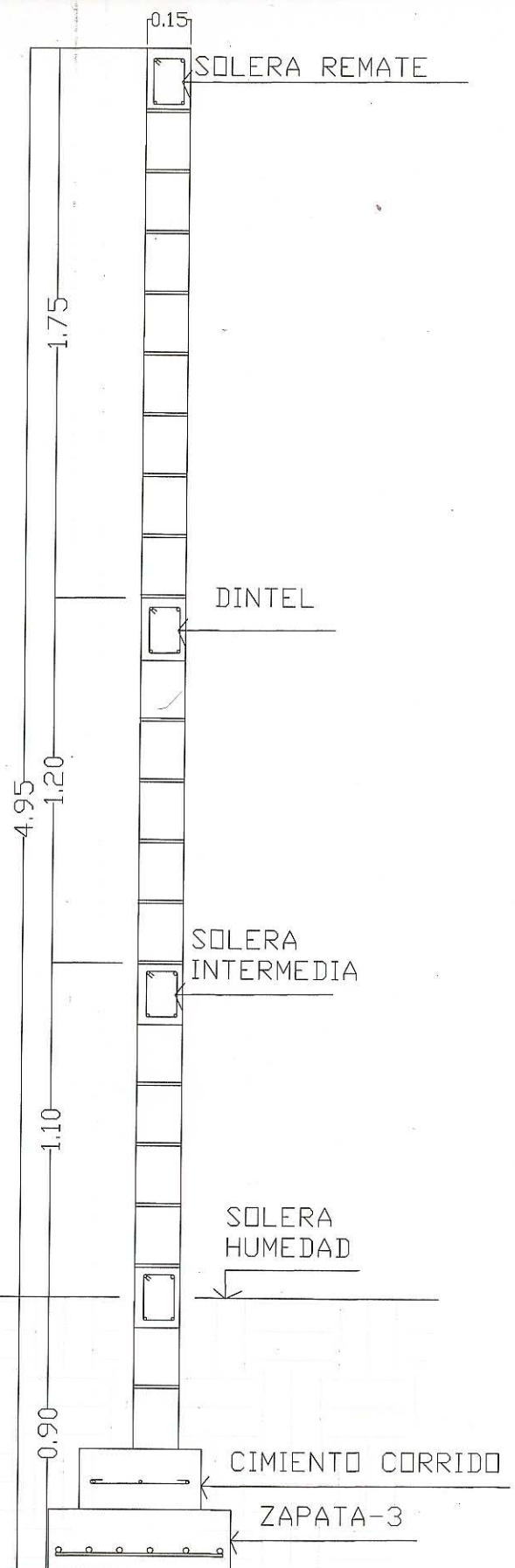
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

Contenido : ASesor - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Práctica : EPS  
ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS

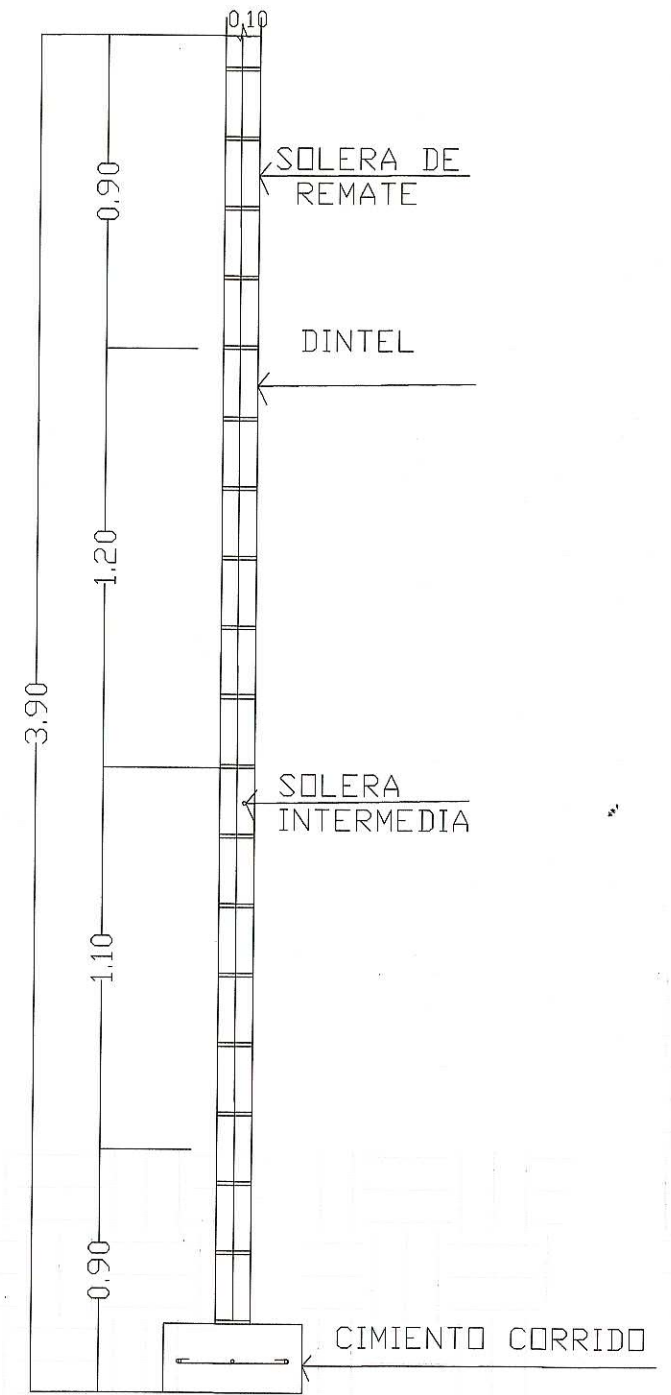
Ing. Juan Merck Cps  
Facultad de Ingeniería

EPESISTA : GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

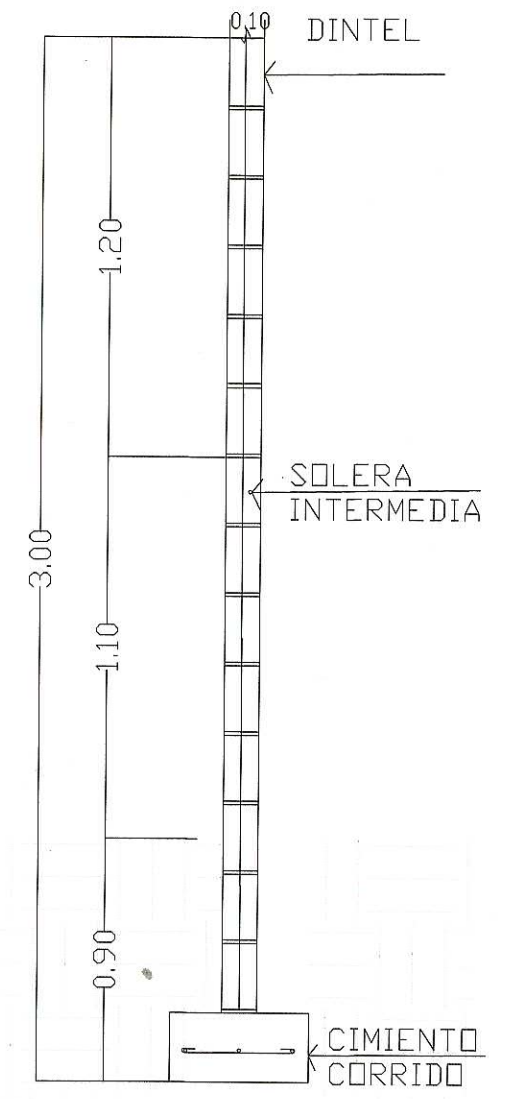
Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No. : 16 / 34



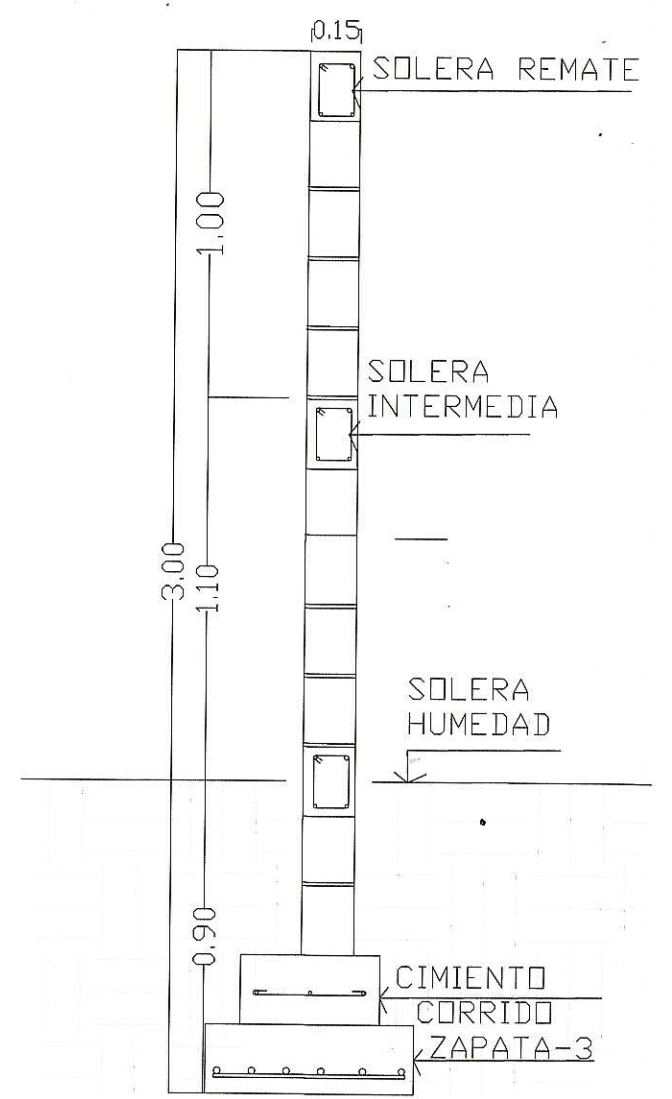
CORTE 10-10'  
ESCALA 1:100



CORTE 11-11'  
ESCALA 1:100



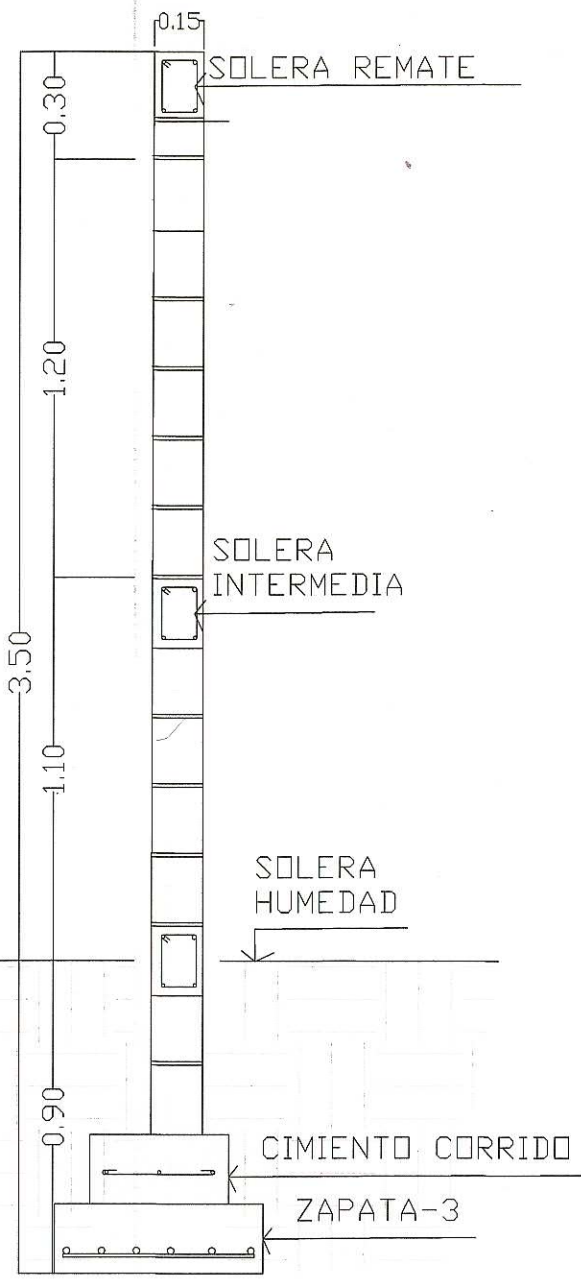
CORTE 12-12'  
ESCALA 1:100



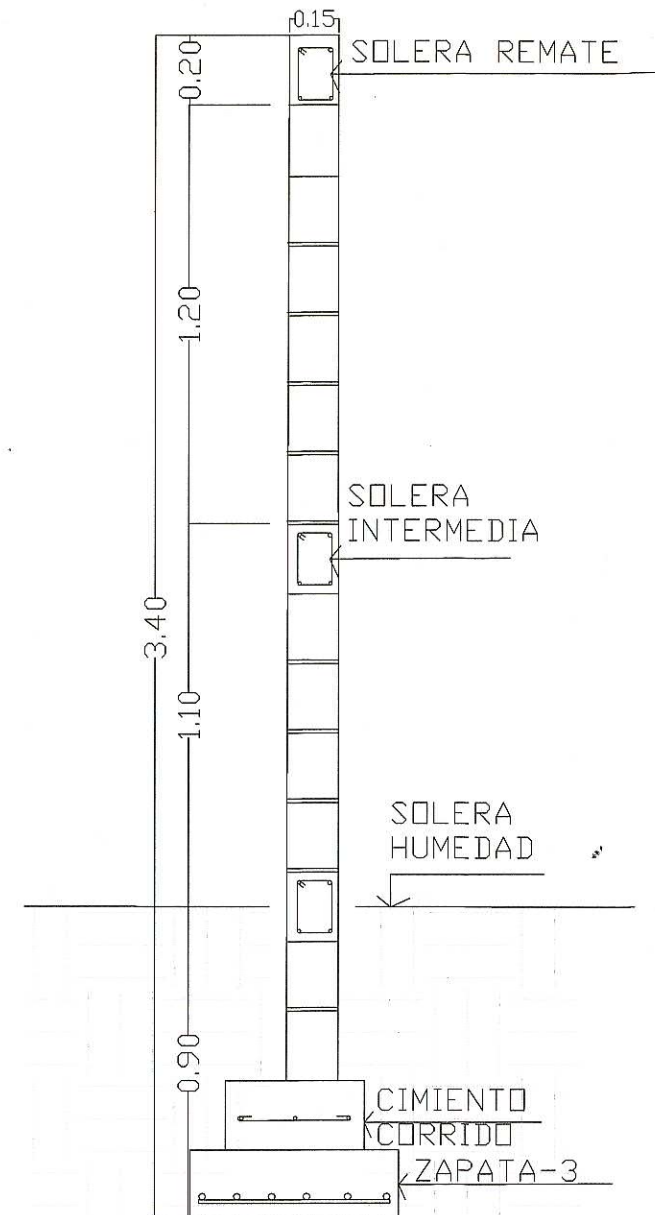
CORTE 20-20'  
ESCALA 1:100

# DETALLES DE MUROS

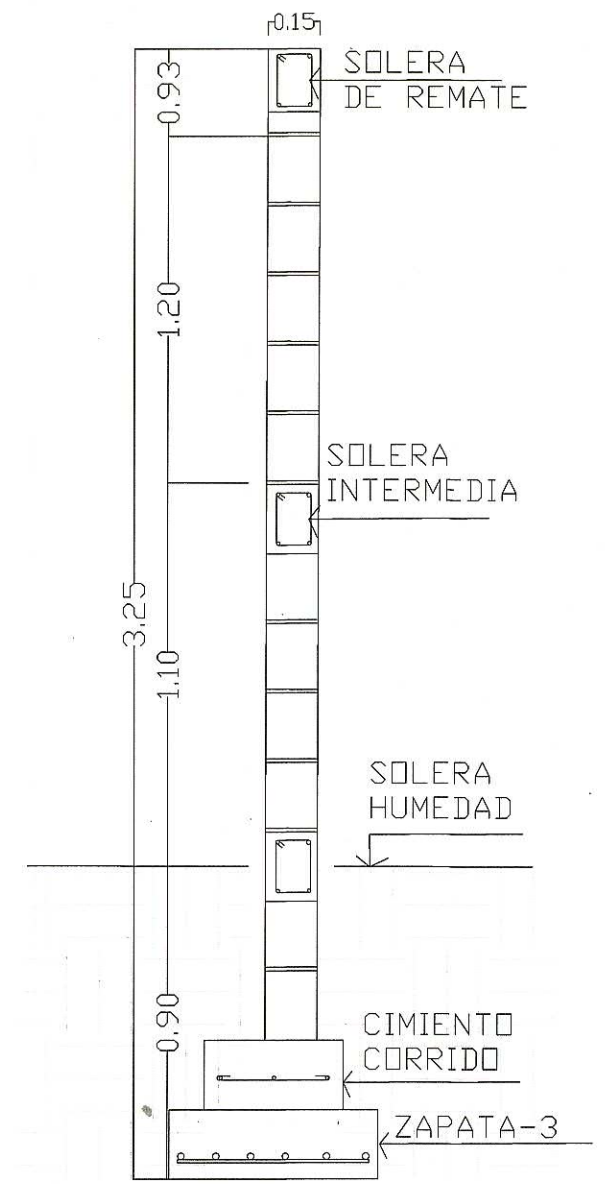
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA  
 Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Contenido :  
 Ing. Juan Merck Col  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 EPESISTA :  
 GUSTAVO ANTONIO PRADA SANTOS  
 Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : INDICADA  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 17 / 34



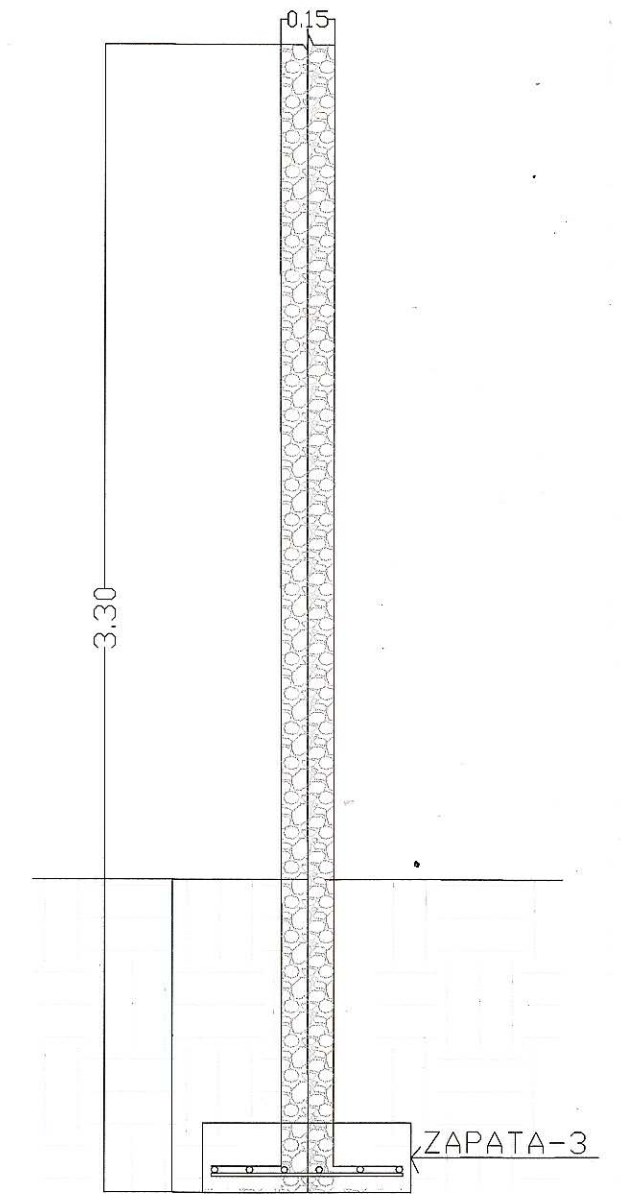
CORTE 16-16'  
ESCALA 1:100



CORTE 17-17'  
ESCALA 1:100



CORTE 18-18'  
ESCALA 1:100



CORTE 21-21'  
ESCALA 1:100

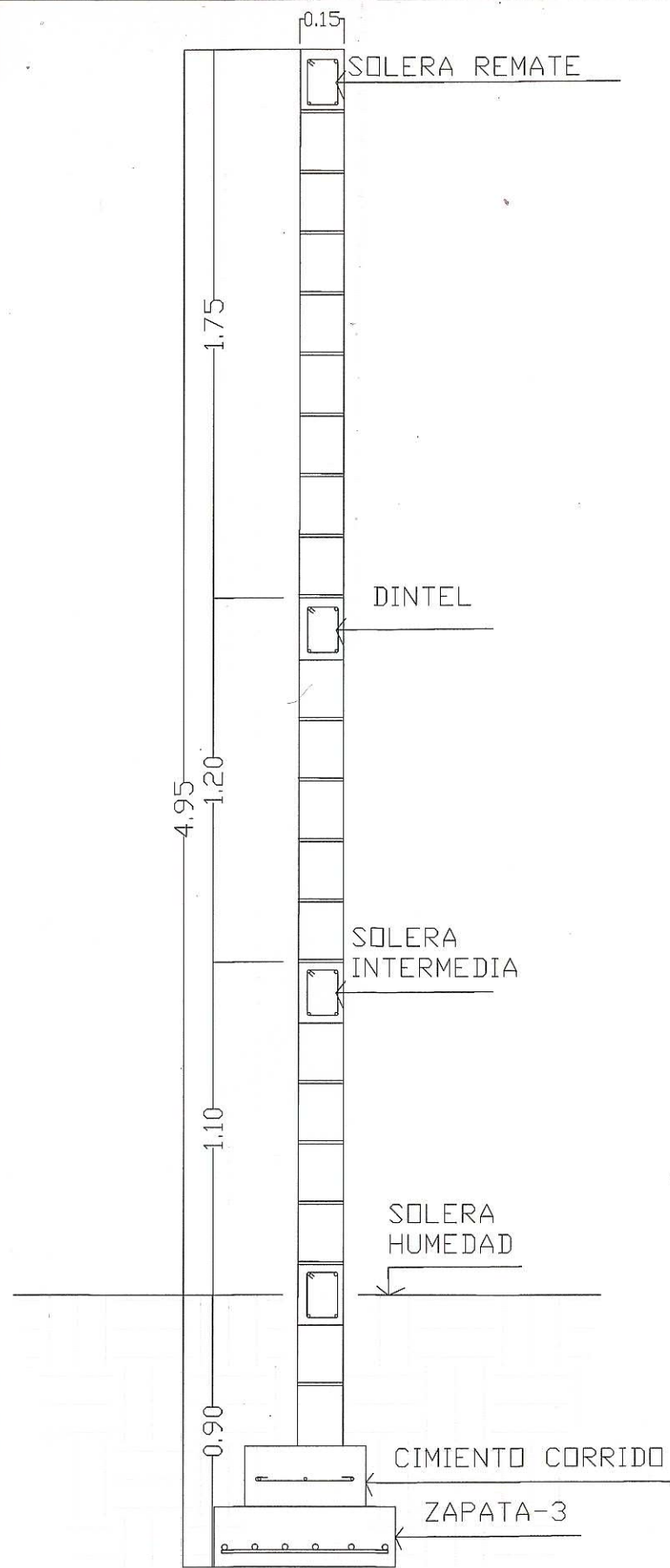
# DETALLES DE MUROS

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

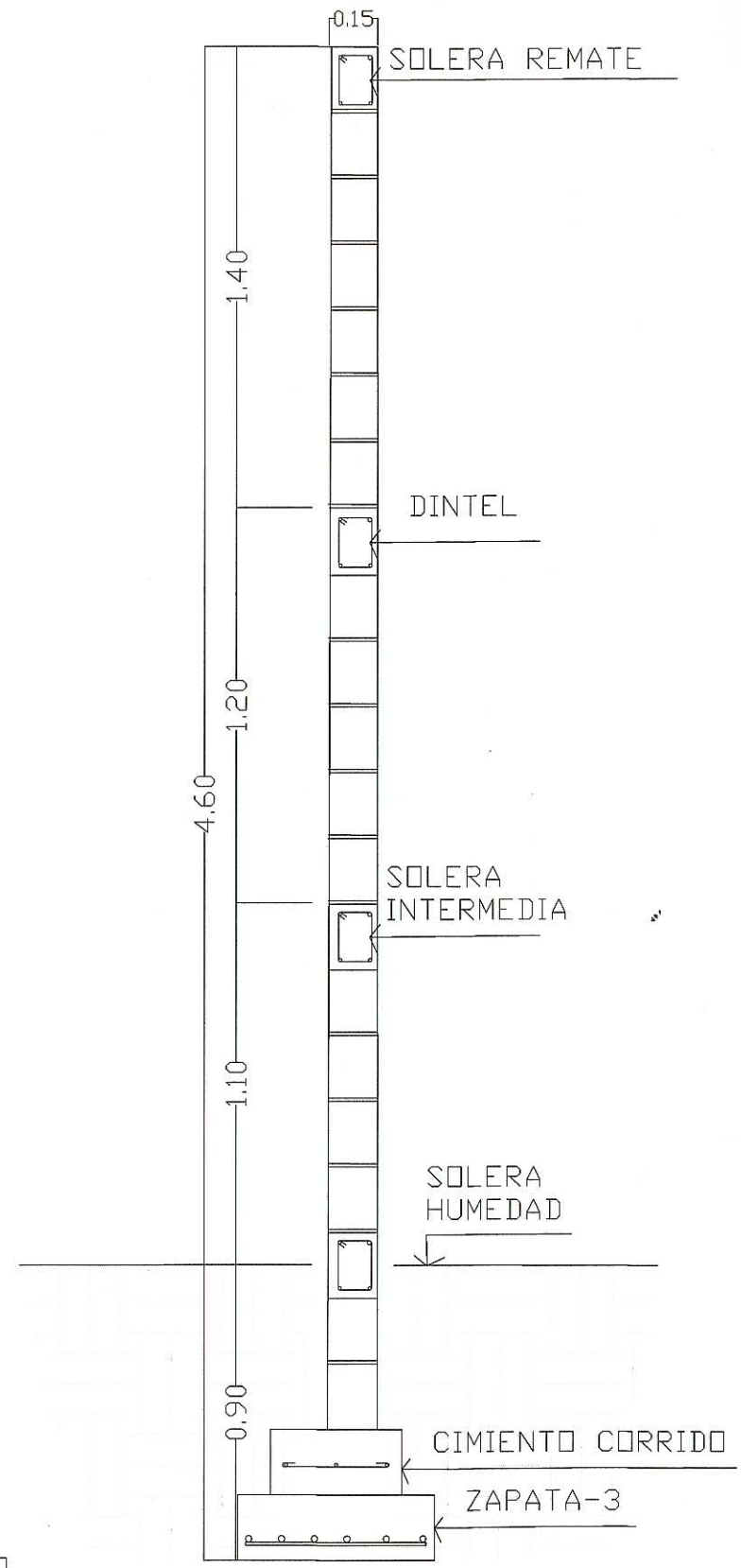
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

Contenido : Juan Merck Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EP  
Unidad Ejecutora: EPS ESE  
Facultad de Ingeniería  
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No. 18 / 34

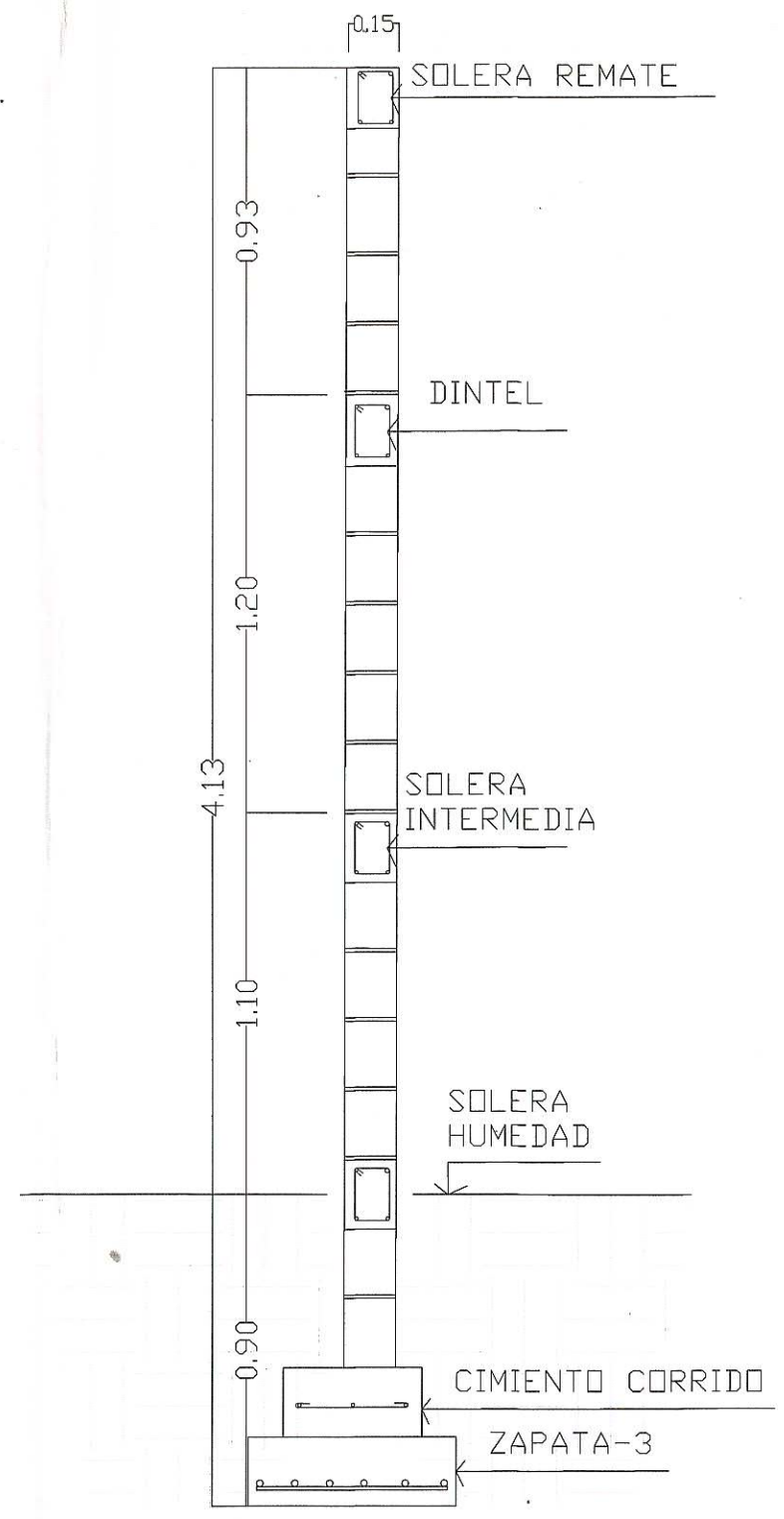


CORTE 13-13'  
ESCALA 1:100



CORTE 14-14'  
ESCALA 1:100

DETALLES MUROS



CORTE 15-15'  
ESCALA 1:100

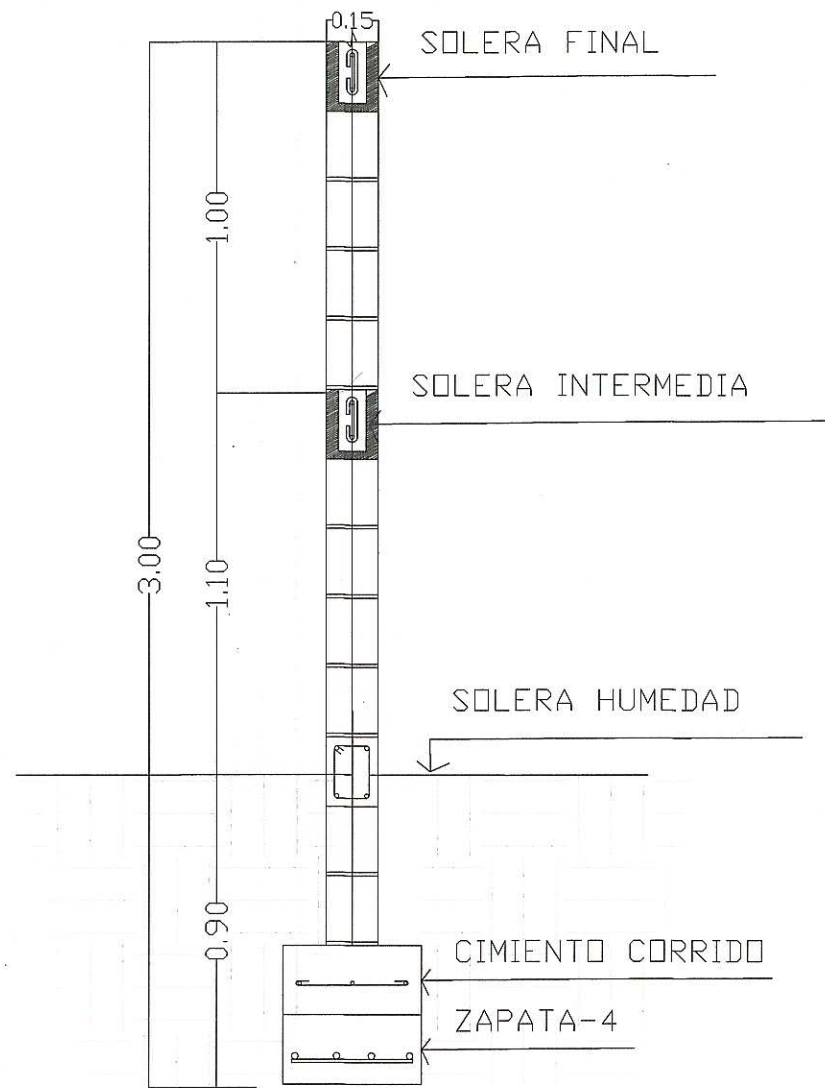
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

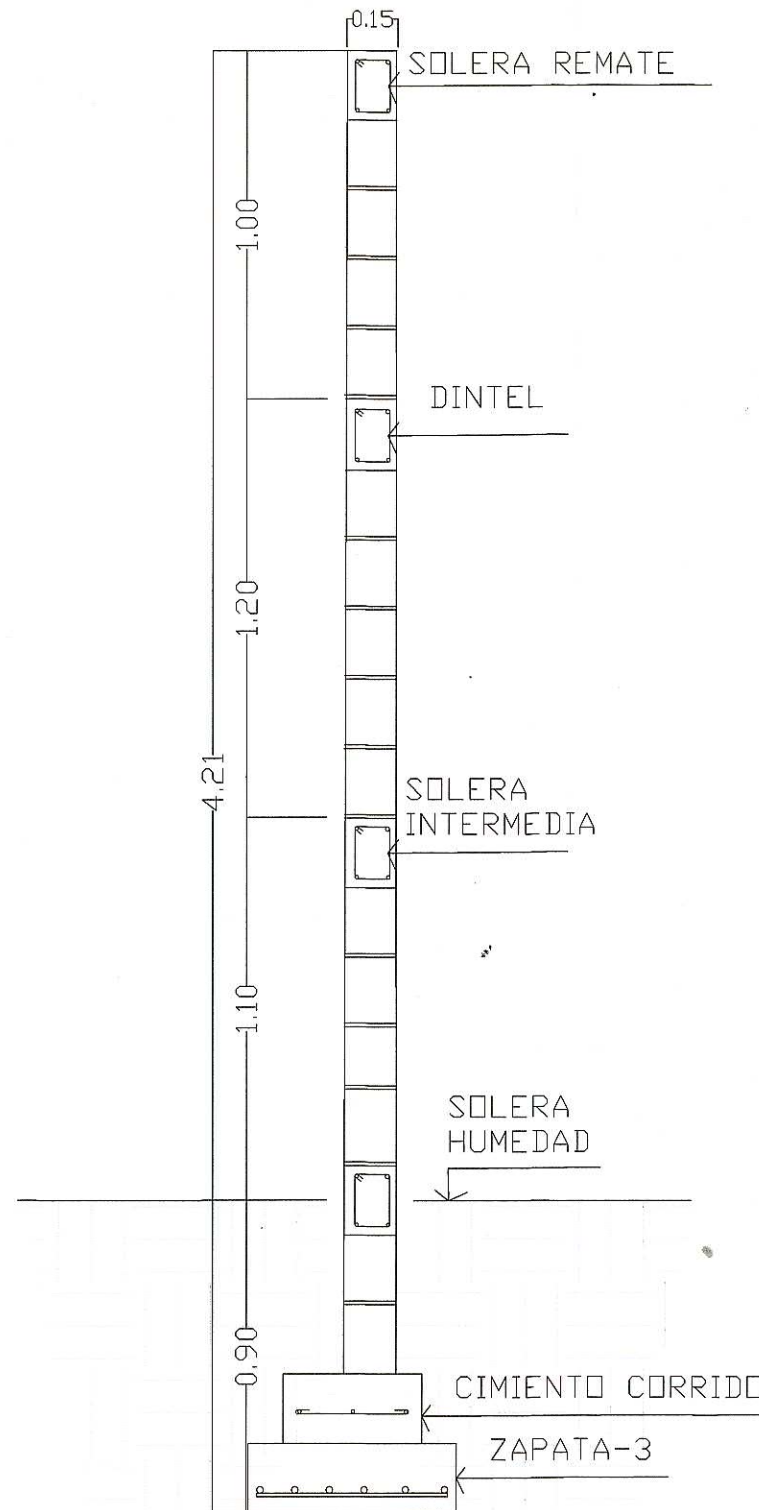
Contenido : *Ing. Juan Merck Cos*  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

EPES *Escuela de Ingeniería*  
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

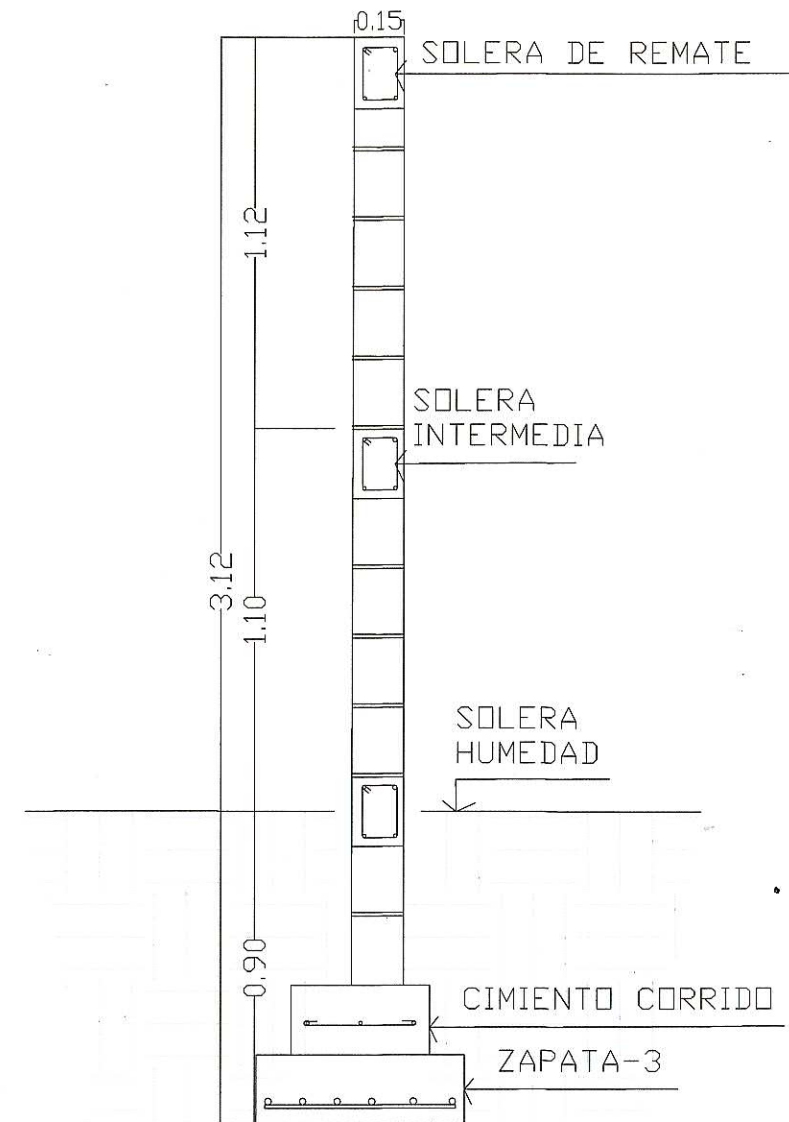
Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No. 19 34



CORTE 22-22  
ESCALA 1:100



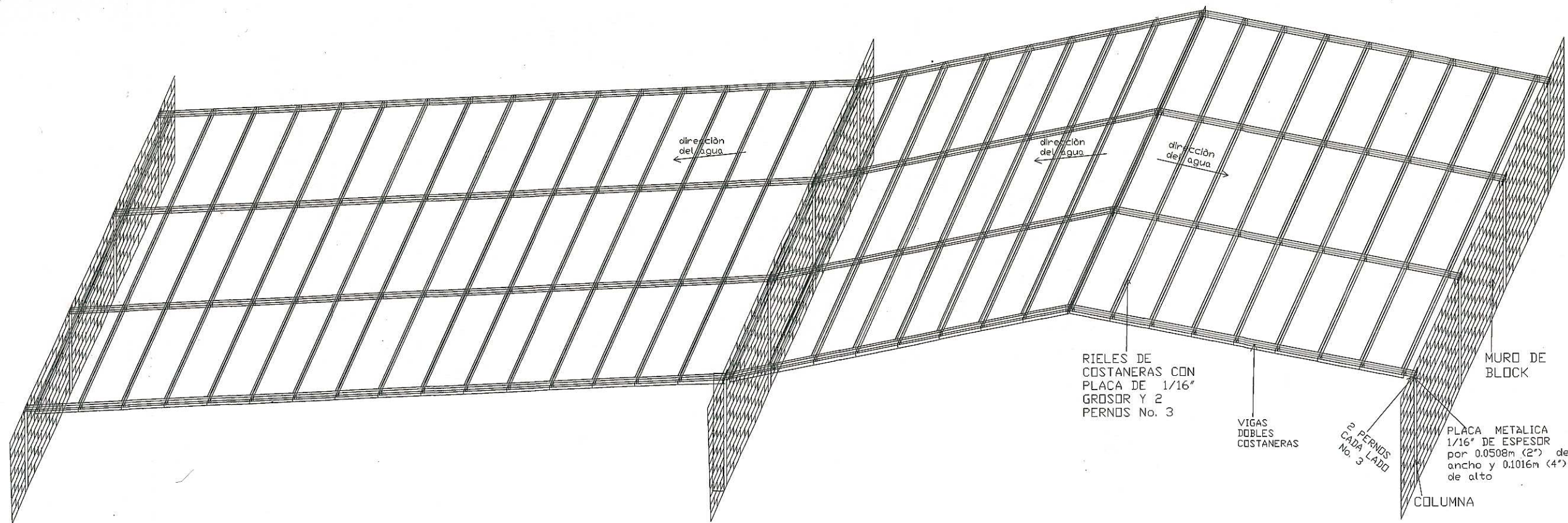
CORTE 23-23  
ESCALA 1:100



CORTE 19-19  
ESCALA 1:100

# DETALLES DE MUROS

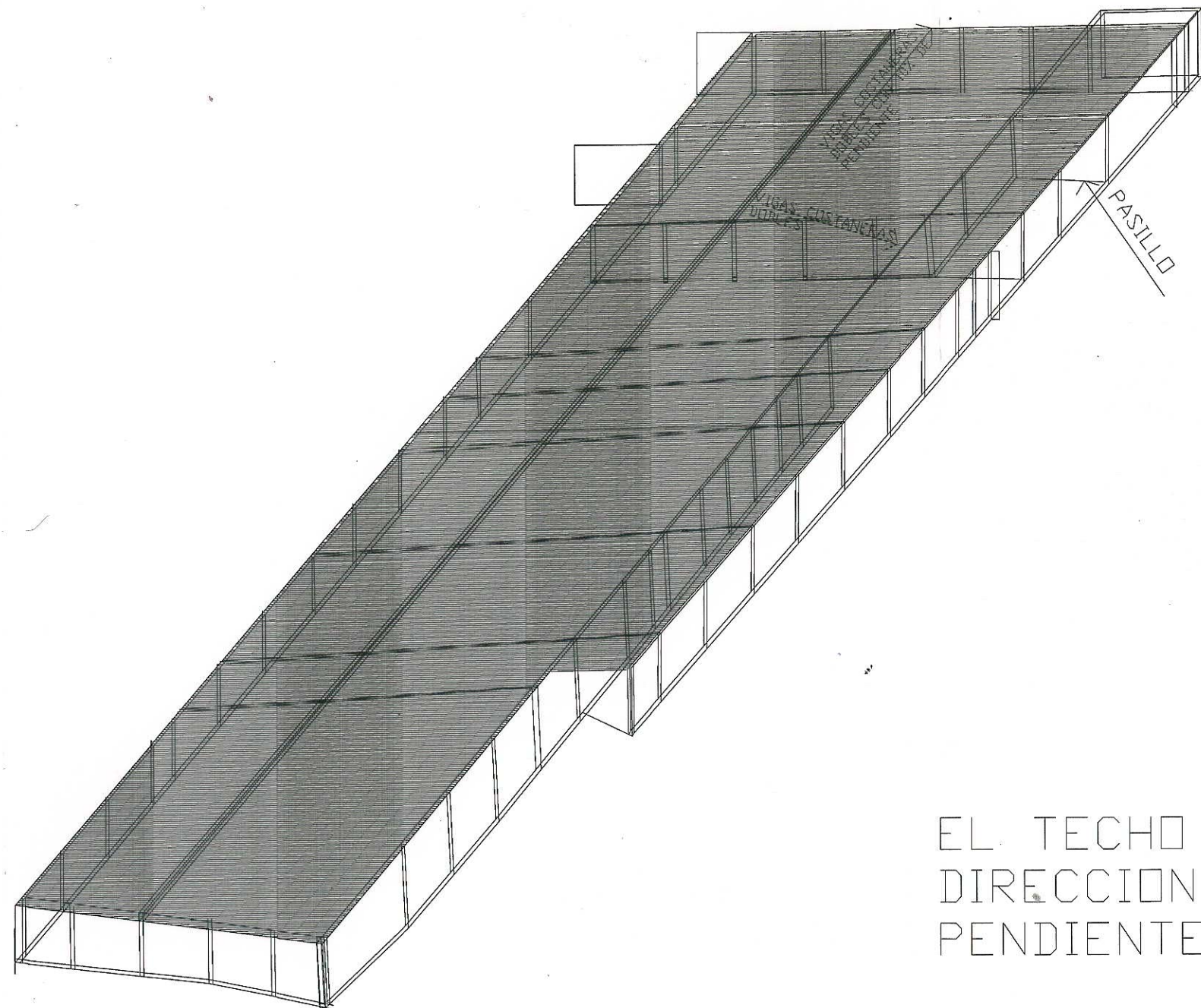
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
 Contador <b>Juan Merck Dos</b> ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad Ejecutora de Supervisión de EPS Facultad de Ingeniería <b>GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS</b>	Cálculo : Desarrollado : Escala : INDICADA Fecha : DICIEMBRE 2017 Hojas No.
	20 / 34



DETALLES DEL TECHO ESTRUCTURAL CON SUS PLACAS Y PERNOS

ESCALA 1:500

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
	Contenido : Ing. Juan Mer... ASESOR(SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
	ESTUDIANTE : GUSTAVO DOUGLAS ESTEBAN SANTOS
Cálculo : Desarrollado : Escala : INDICADA Fecha : DICIEMBRE 2017 Hojas No.	21 / 34



_____	INDICA VIGA DOBLE DE COSTANERAS CON ALTO= 4' ANCHO=2', ESPESOR 1/8" @ 2.50 M
_____	INDICA COLUMNAS 0.15MX0.15M
_____	INDICA COLUMNAS DE 0.25M X 0.25M
_____	INDICA LUGAR DONDE PASA EL PASILLO
_____	COSTANERAS CON ALTO= 4', ANCHO=2', ESPESOR 1/8" @ 3M

EL TECHO INCLINADO EN UNA DIRECCION TIENEN UNA PENDIENTE DEL 5%

# ELEVANCION DEL TECHO EN UNA DIRECCION

ESCALA 1:1000

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

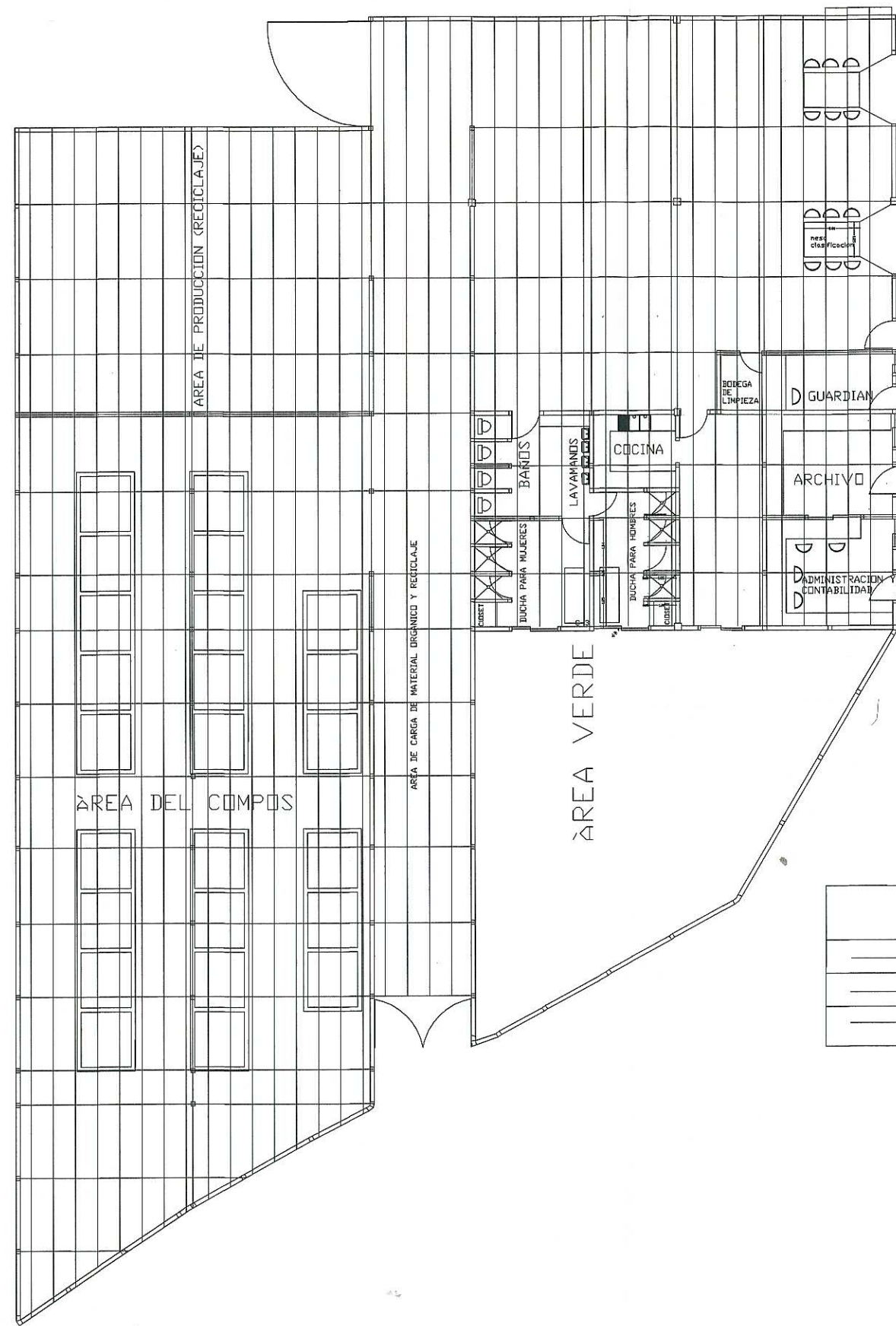
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, GUATEMALA

Contenido : **Ing. Juan Mark Cos**  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Asesoría y Supervisión de EPS

Facultad de Ingeniería  
EPESES  
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No. 22 34





SIMBOLOGIA	
	VIGAS CON COSTANERAS DOBLES
	COSTANERAS O RIELES
	PAREDES DE BLOCK

DETALLES DE UBICACION DE LAS VIGAS METALICAS

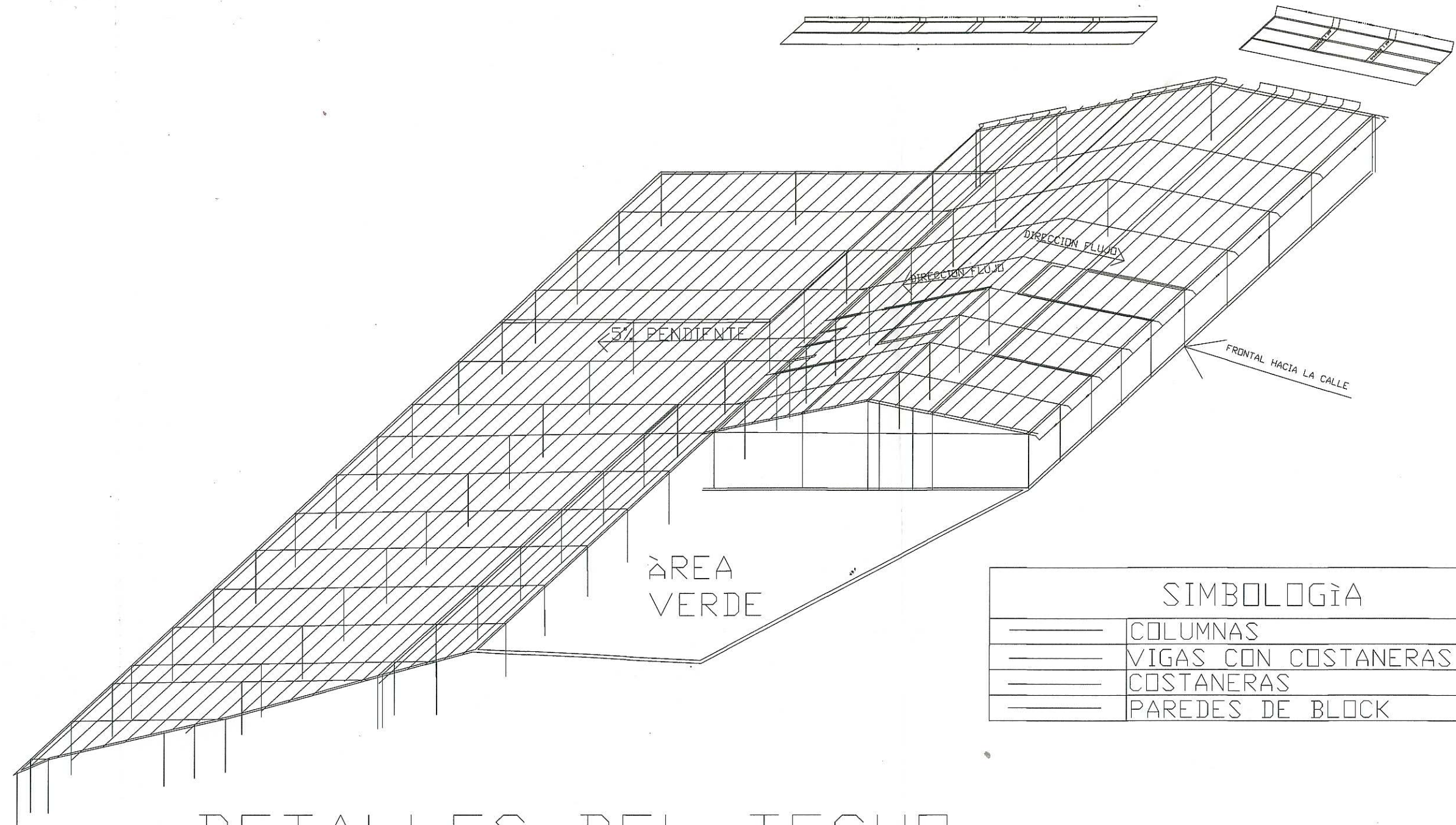
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido: Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Asesor Práctico en Ingeniería DE EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 EPESISTA  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : 1:1000  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No.



# DETALLES DEL TECHO

SIMBOLOGIA	
	COLUMNAS
	VIGAS CON COSTANERAS DOBLES
	COSTANERAS
	PAREDES DE BLOCK

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

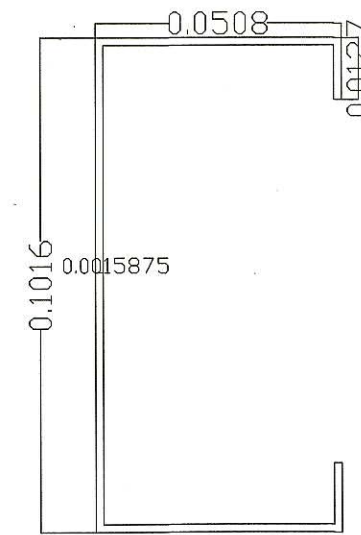
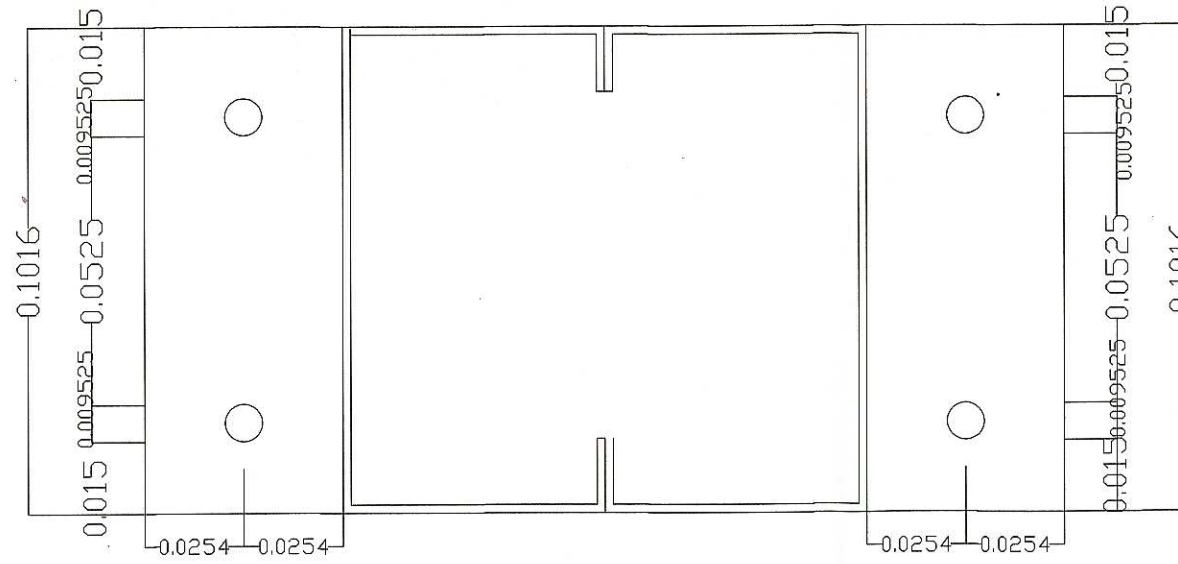
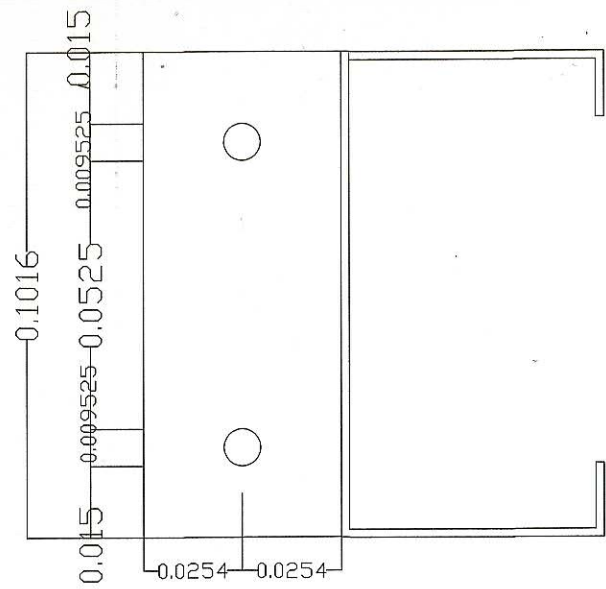
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS

Facultad de Ingeniería

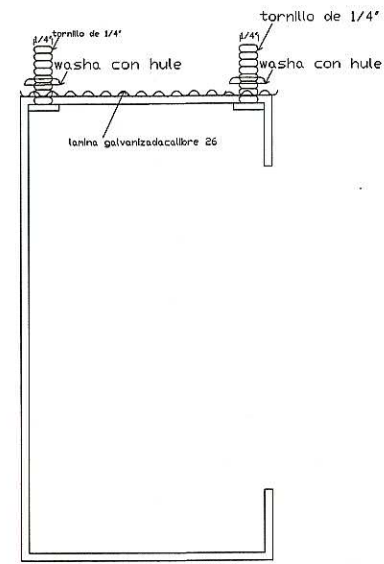
EPESISTA : GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : 1:1000  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 24 / 34

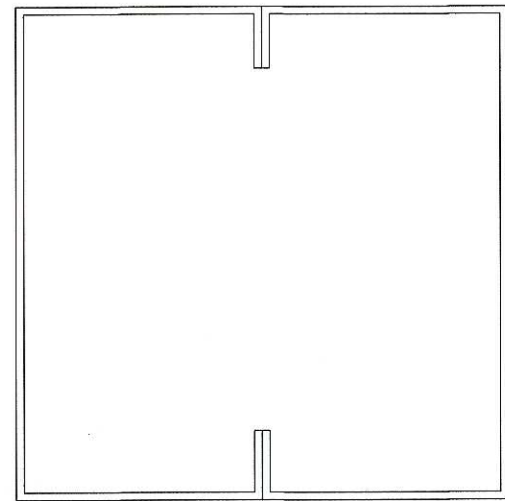


PERNO No. 3  
ESCALA 1:75

COSTANERA METÀLICA  
ESCALA 1:750



DETALLE TORNILLO CON RIEL  
ESCALA 1:75



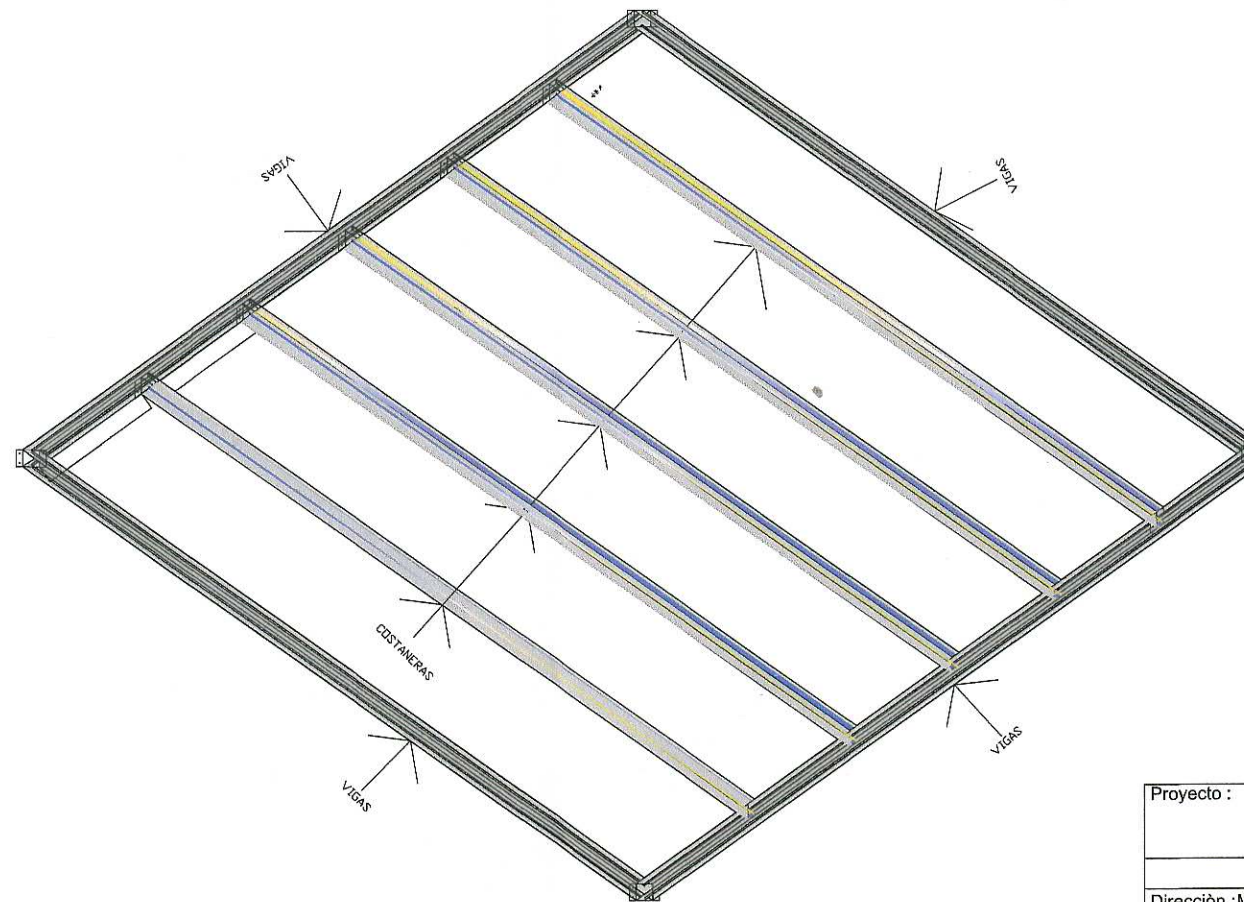
VIGA METÀLICA  
ESCALA 1:750



DETALLE TORNILLO PARA LÀMINA  
ESCALA 1:12.5



DETALLE TORNILLO 3/8"  
ESCALA 1:12.5



DETALLES DEL TECHO DE ESTRUCTURA METÀLICA

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

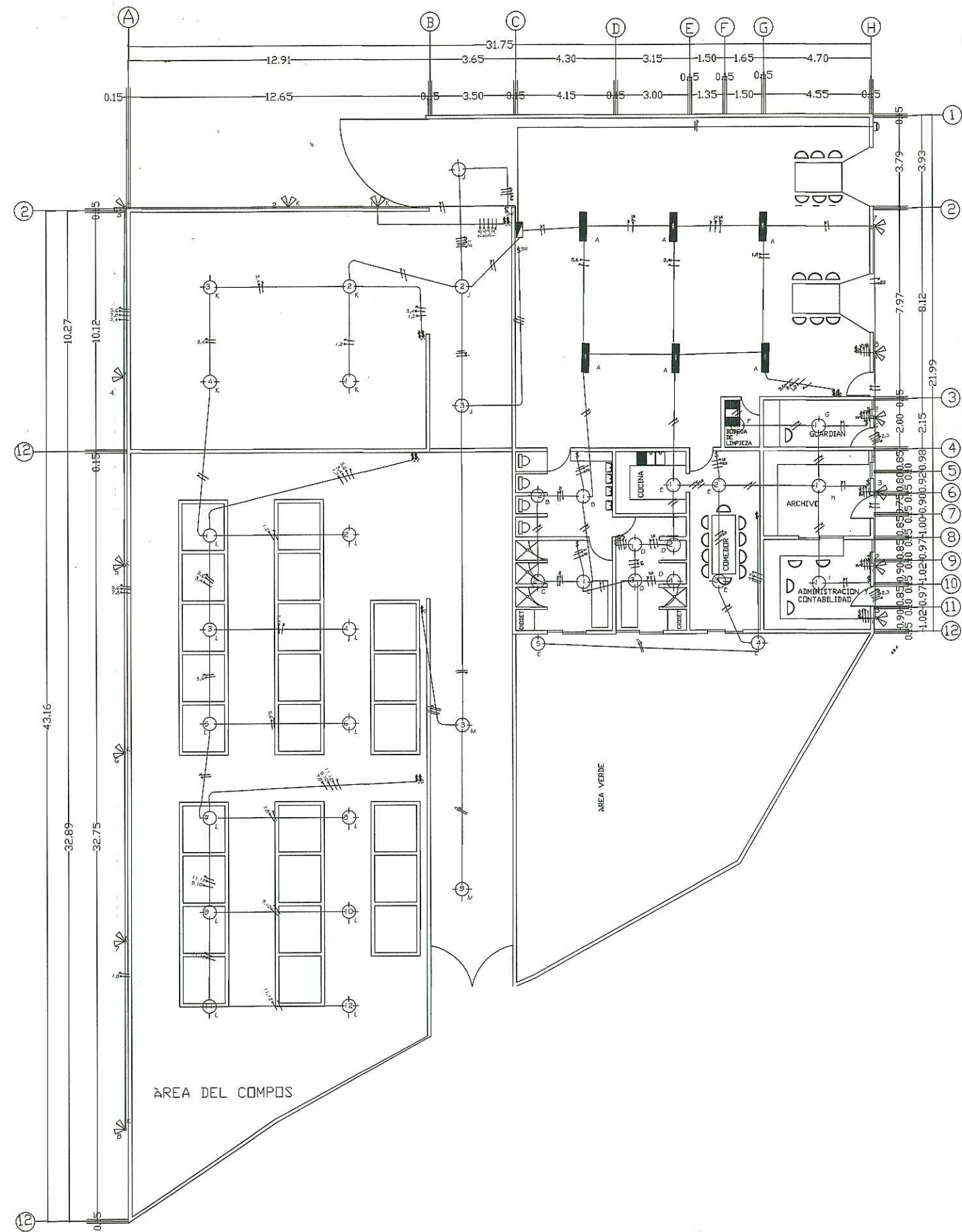
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Ing. Juan Merck Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
Facultad de Ingeniería

EPESISTA:  
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : 1:1000  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No. 25/34



PLANTA DE INSTALACION ELÉCTRICA - ILUMINACIÓN

SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	CONTADOR (MEDIDOR DE CORRIENTE)
	LAMPARA FLUORESCENTE DOBLE 40x40W
	PLAFONERA PARA LAMPARA
	REFLECTORES DOBLES
	LINEA DE RETORNO
	LINEA VIVA DE CIRCUITO
	LINEA NEUTRA
	LINEA RETORNO DE THREE WAY
	TUBERIA EN TECHO
	INTERRUPTOR SENCILLO
	INTERRUPTOR DOBLE
	THREE WAY

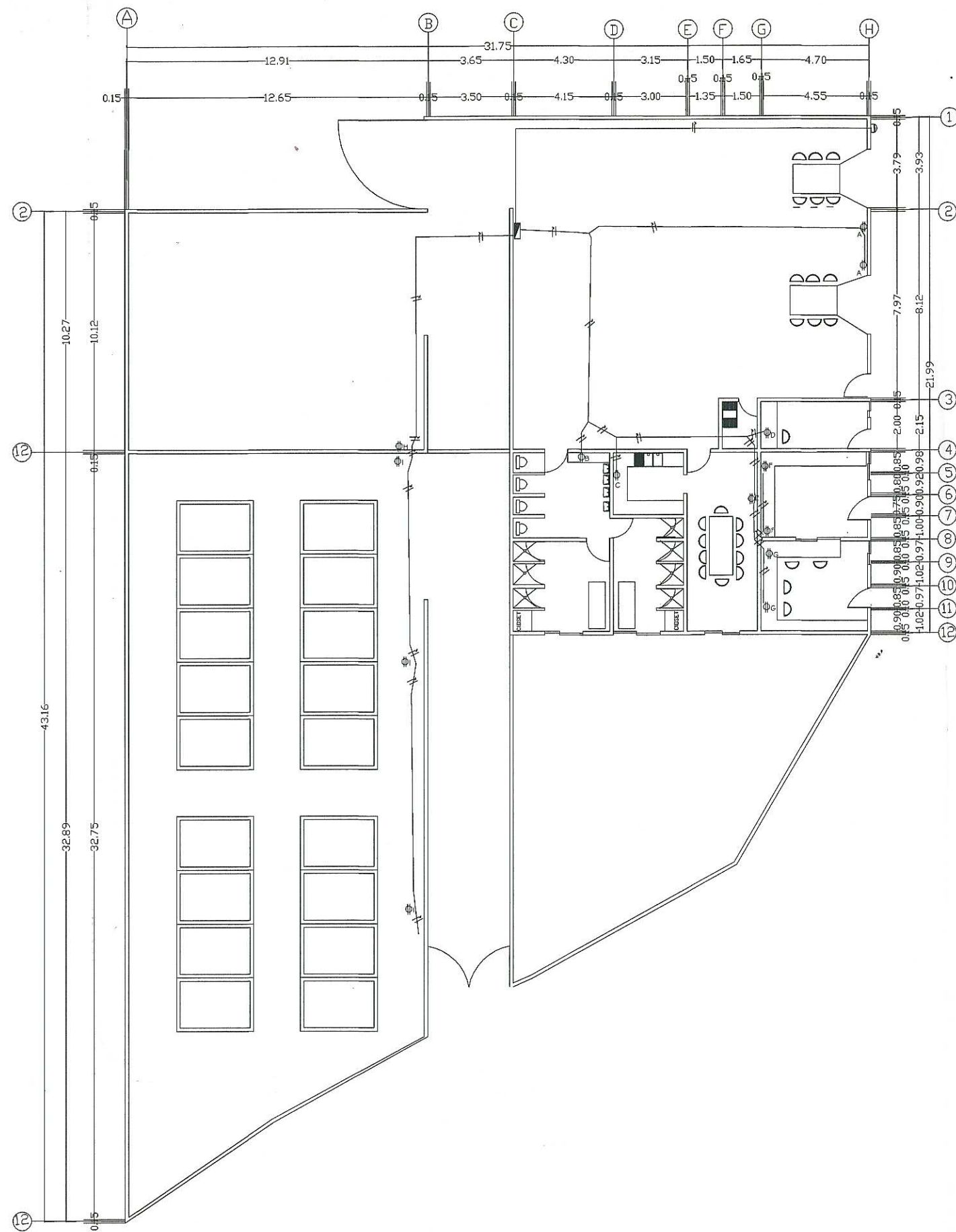
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 CATEDRATICO - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
 Facultad de Ingeniería

EPESISTA :  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : 1:1000  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 26 34



PLANTA DE INSTALACION ELÉCTRICA - FUERZA

SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	CONTADOR (MEDIDOR DE CORRIENTE)
	TOMACORRIENTE DOBLE
	LINEA DE CORRIENTE
	LINEA NEUTRA
	TUBERIA EN PISO
	TUBERIA EN PARED

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

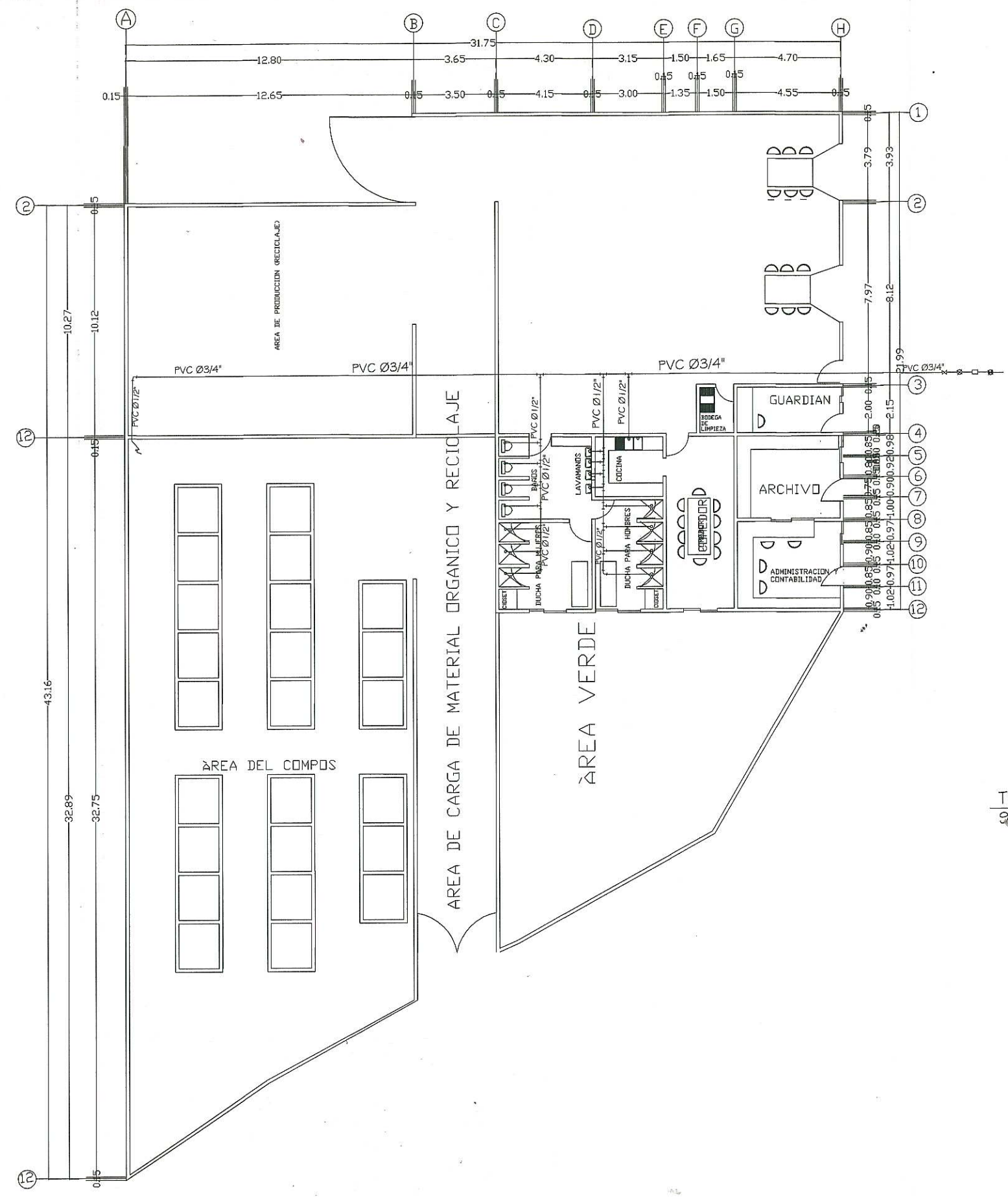
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



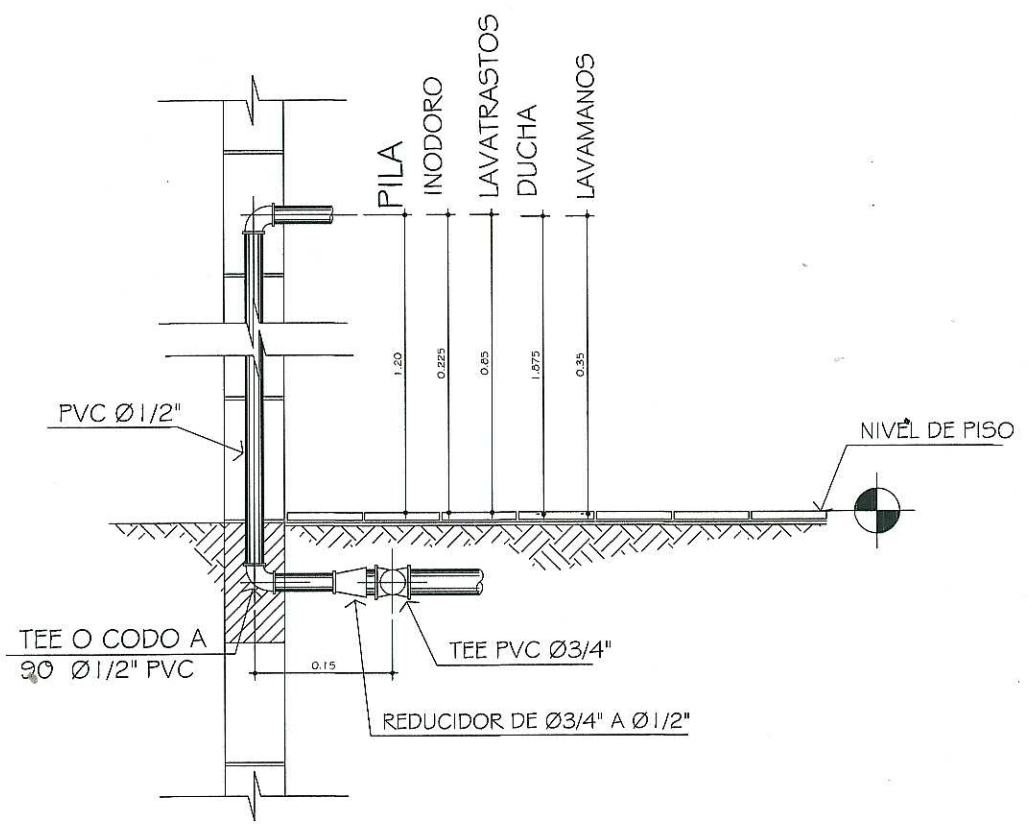
Ing. Juan Merck Cos  
 Contador - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 EPESISTA

GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : 1:1000  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No.



SIMBOLOGIA (AGUA POTABLE)	
	TUBERIA DE AGUA FRIA
	CONTADOR
	LLAVE DE CHEQUE
	LLAVE DE PASO
	LLAVE DE COMPUERTA
	CODO A 90 HORIZONTAL
	TEE 90 HORIZONTAL
	CHORRO



DETALLE DE SALIDA DE TUBERIA HACIA ARTEFACTOS

PLANTA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

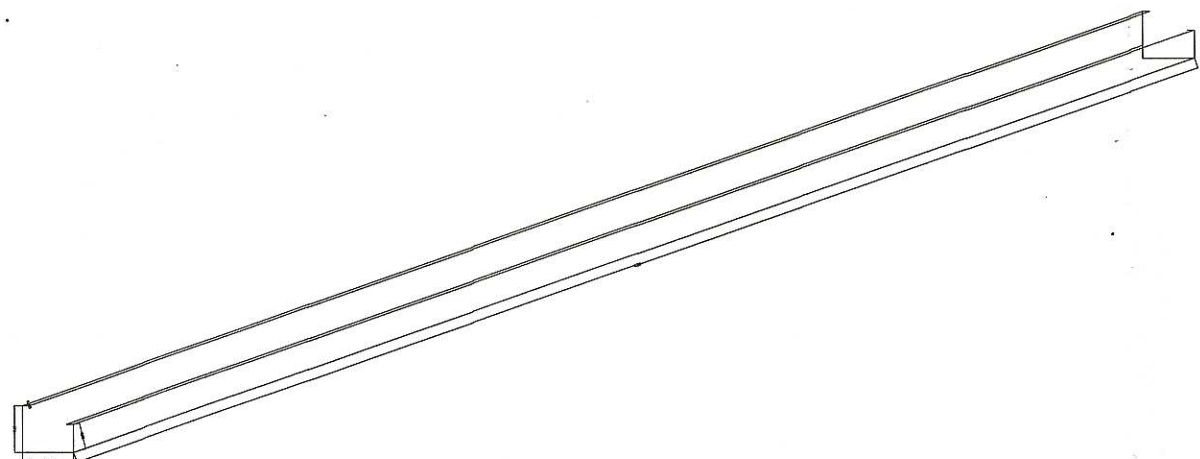
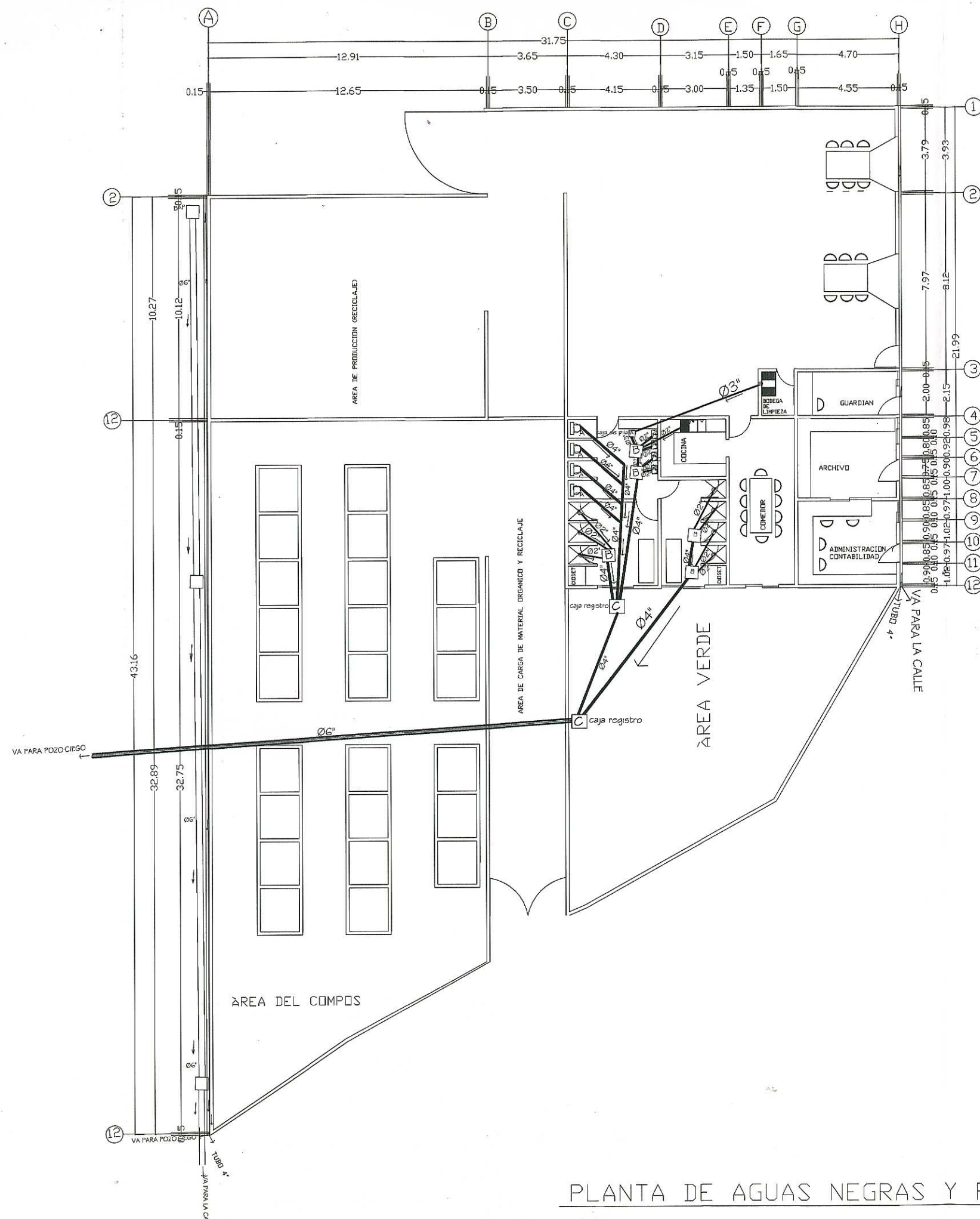
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

Ing. Juan Antonio...  
**ASESOR - SUPERVISOR DE EPS**  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 ASISTENTE SUPERVISOR(A) DE EPS

Contenido :  
**Facultad de Ingeniería**

EPESISTA :  
**GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS**

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : 1:1000  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No. 28 / 34



CANALES DE LLUVIA

SIMBOLOGIA (DRENAJES)	
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES
	CAJA DE UNION
	SIFON TERMINAL
	BAP
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	"Y" A 45°
	CODO A 45°
	CODO A 90° VERTICAL
	DIAMETRO DE TUBERIA
	SENTIDO DE PENDIENTE

PLANTA DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES

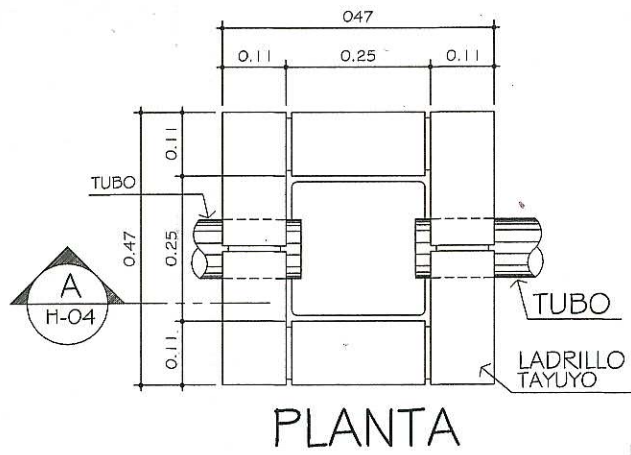
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

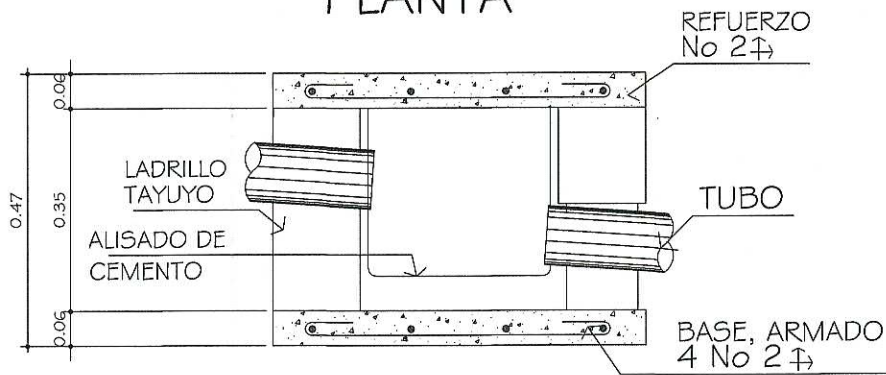


Ing. Juan Carlos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 ASESORÍA SUPERVISORA DE EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 EPELISTA  
 GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
 Desarrollado :  
 Escala : 1:1000  
 Fecha : DICIEMBRE 2017  
 Hojas No.



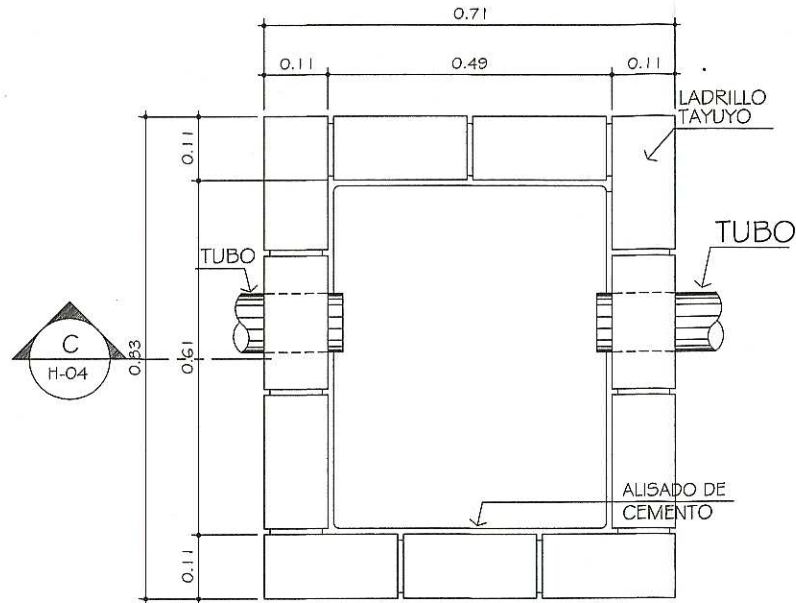
PLANTA



CORTE A

DETALLE DE CAJA A- CAJA DE UNION

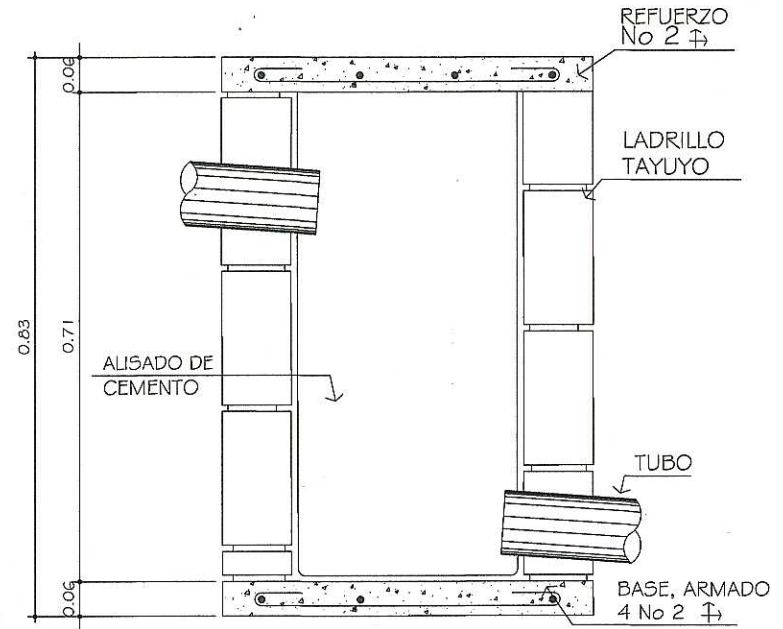
ESCALA: 1:60



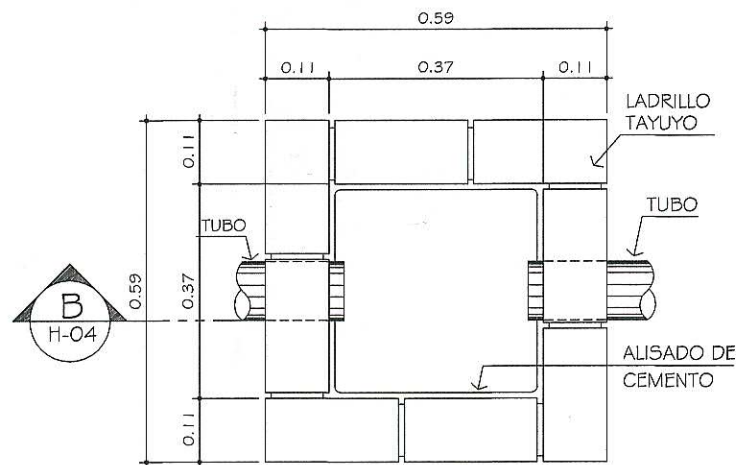
PLANTA

DETALLE DE CAJA C- CAJA DE REGISTRO

ESCALA: 1:60



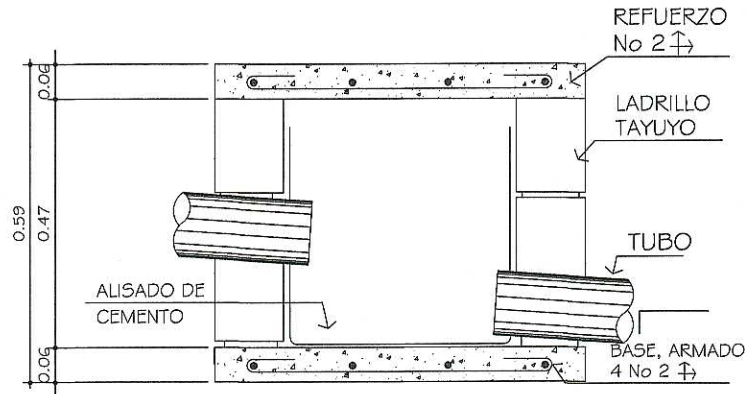
CORTE C



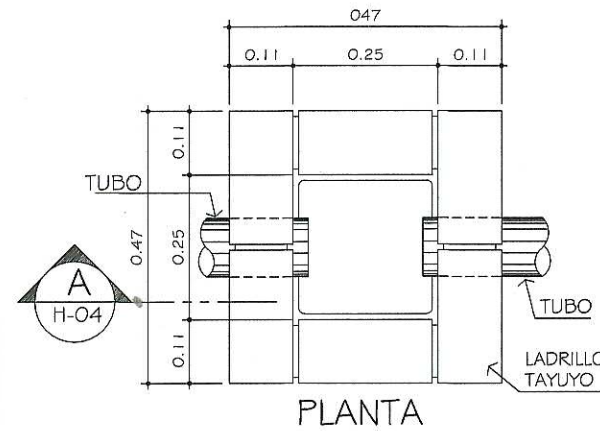
PLANTA

DETALLE DE CAJA B

ESCALA: 1:60



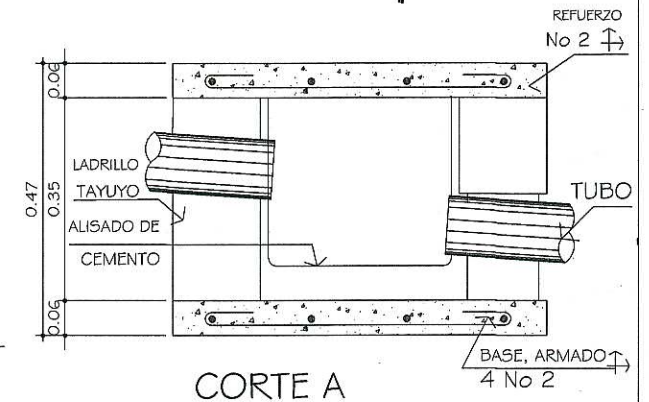
CORTE B



PLANTA

DETALLE DE CAJA DE PILA

ESCALA: 1:60



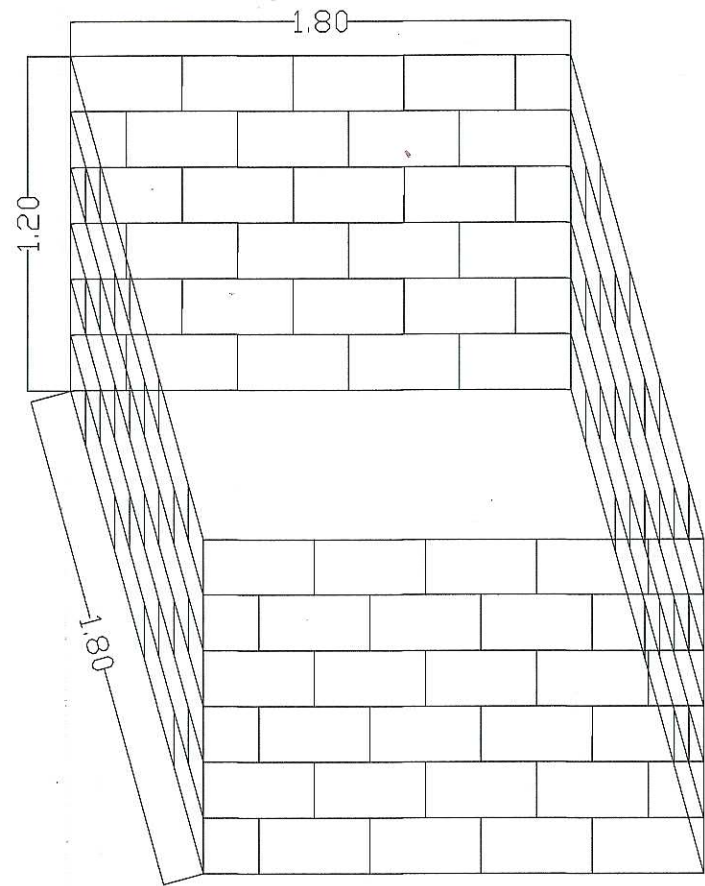
CORTE A

**ESPECIFICACIONES:**

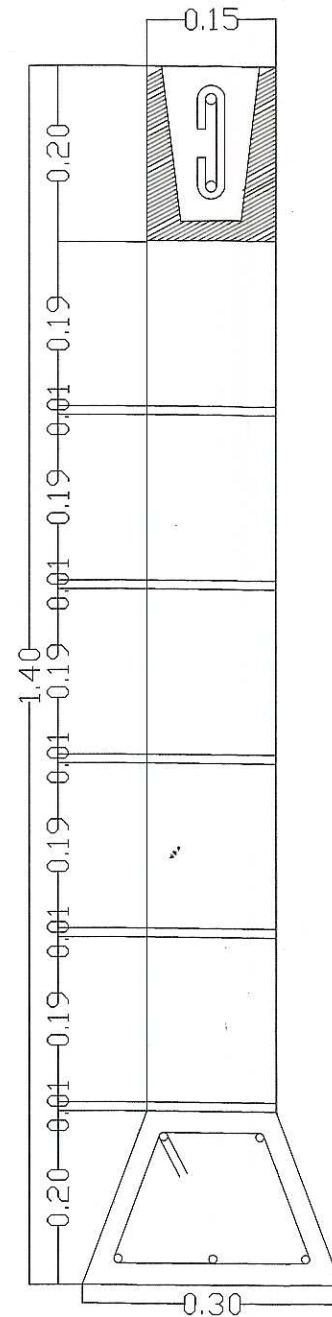
- CONCRETO  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  (3000 PSI).
- ACERO ASTM A615  $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$  (40000 PSI, GRADO 40).
- LADRILLO TAYUYO DE 0.065x0.11x0.23 (ALTO, ANCHO, LARGO)

Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección: MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
Ing. Juan Merck Cos ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	
Fecha de Emisión:	
EPESISTA: GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS	
Cálculo:	Desarrollado:
Escala: 1:INDICADA	Fecha: DICIEMBRE 2017
Hojas No.	30 / 34



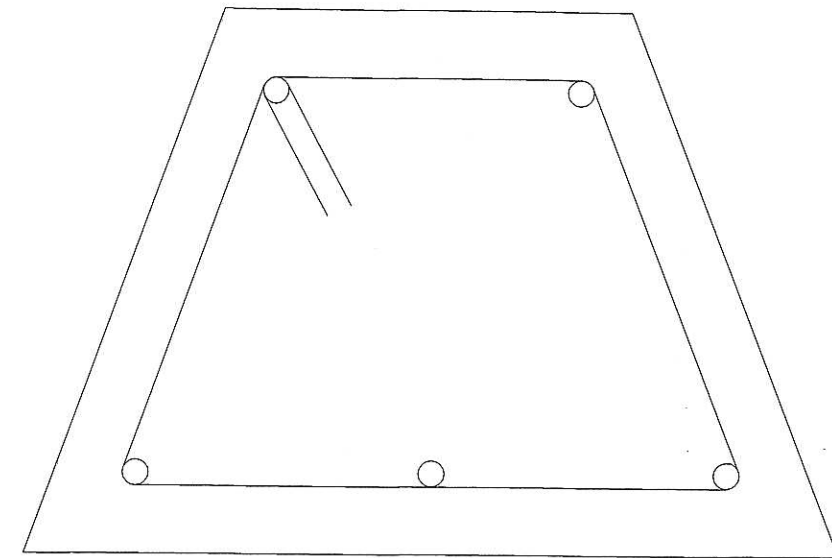


PILAS PARA COMPOST  
ESCALA 1:125



DETALLE PARED DE LAS PILAS  
ESCALA 1:40

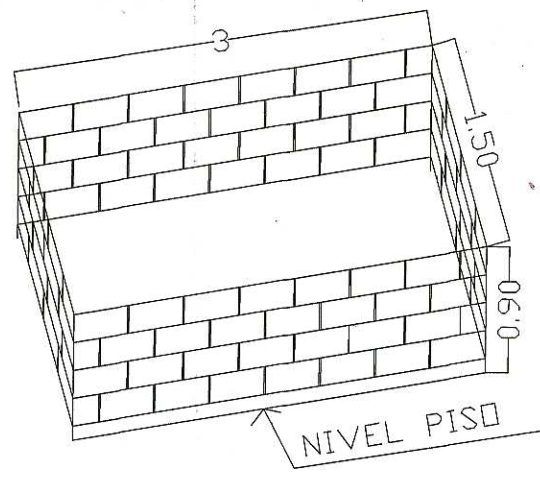
REFUERZO  
5 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.20 MTS



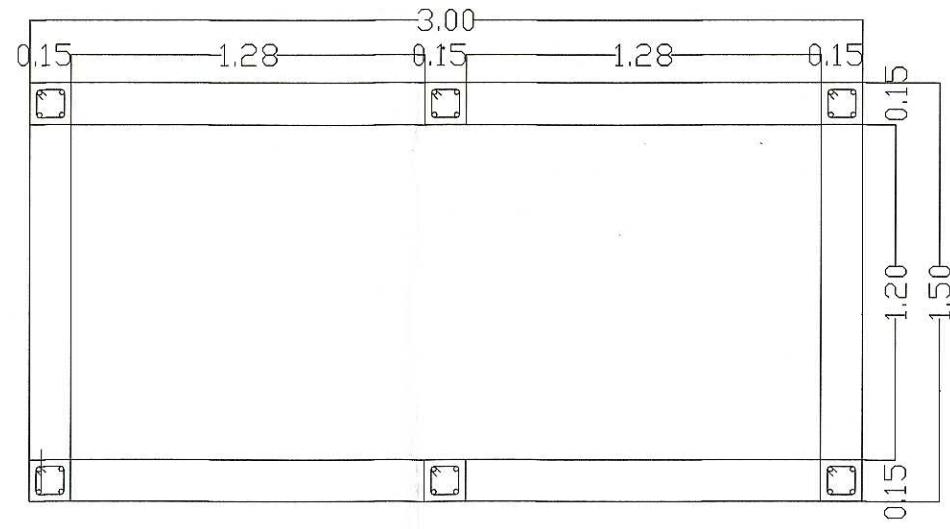
DETALLE CIEMIENTO TRAPEZOIDAL  
ESCALA 1:40

DETALLES DE LAS PILAS

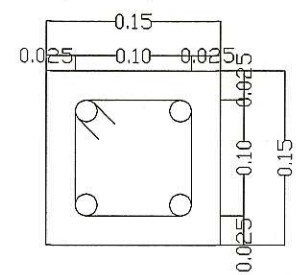
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA	
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA	
	Ing. Juan María Cos Contador - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de EPS ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS Facultad de Ingeniería
	EPESISTA GUSTAVO APOLFO ESTRADA SANTOS
Cálculo : Desarrollado : Escala : INDICADA Fecha : DICIEMBRE 2017	Hojas No. 31 / 34



MESA DE SELECCIÓN  
ESCALA 1:125



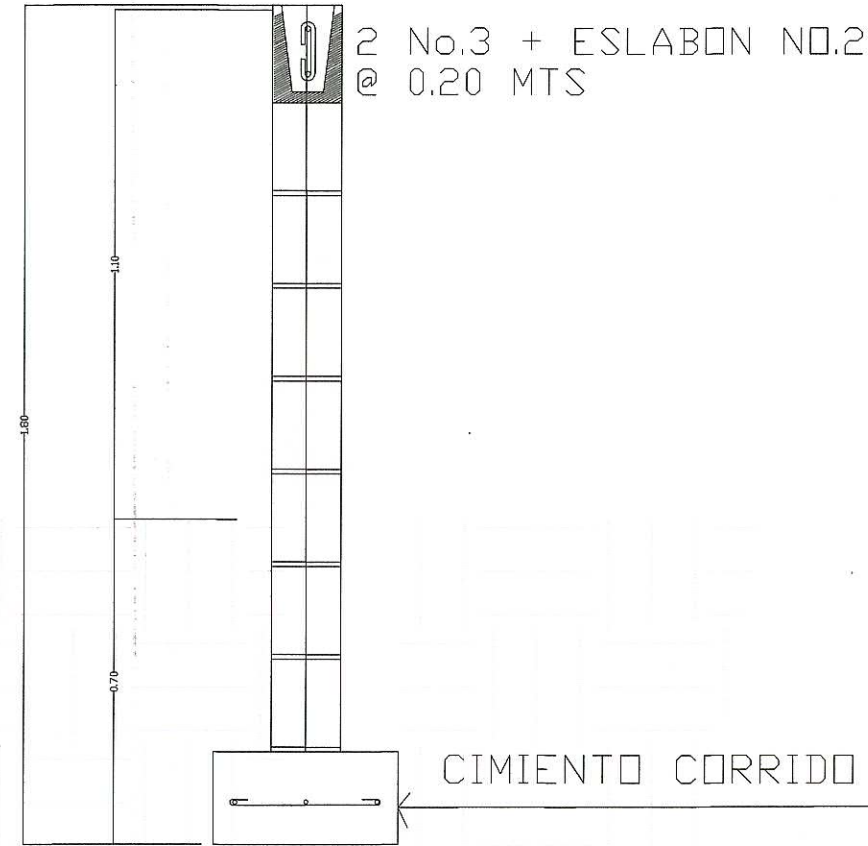
DETALLE DE LA MESA DE SELECCIÓN  
ESCALA 1:125



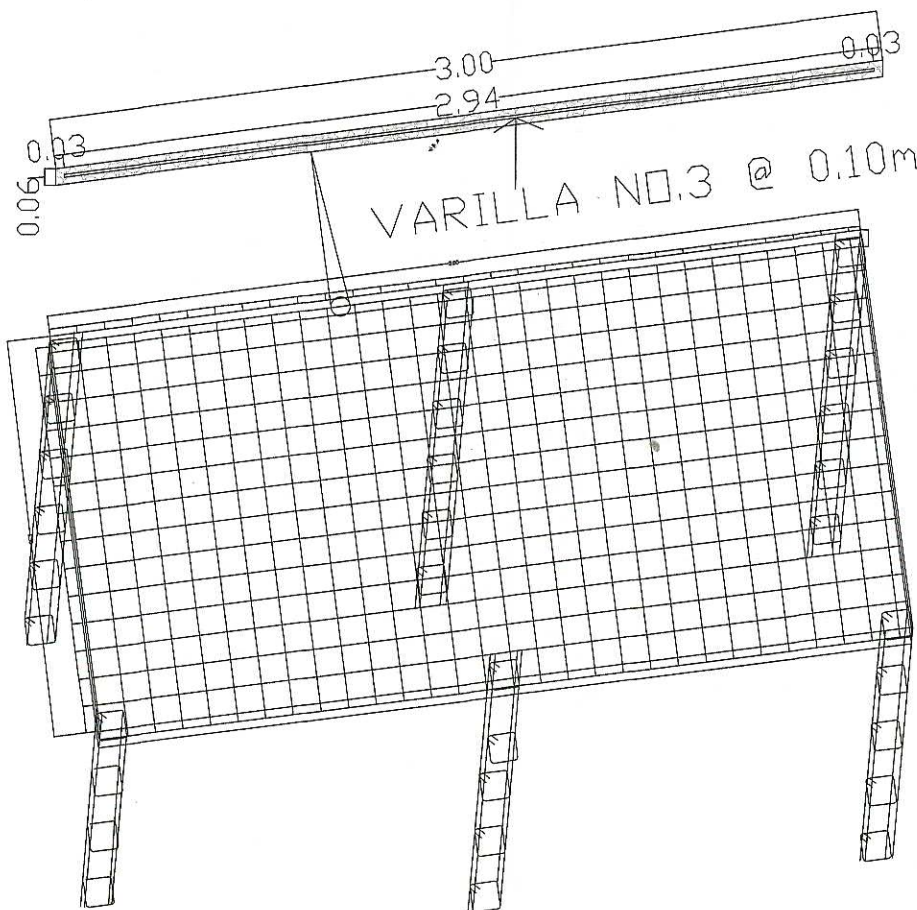
REFUERZO  
4 No.3 + ESTRIBO NO.2  
@ 0.20 MTS

DETALLES COLUMNA

ESCALA:1:30



DETALLE COLUMNA  
ESCALA 1:125



DETALLES DE MESAS DE SELECCIÓN

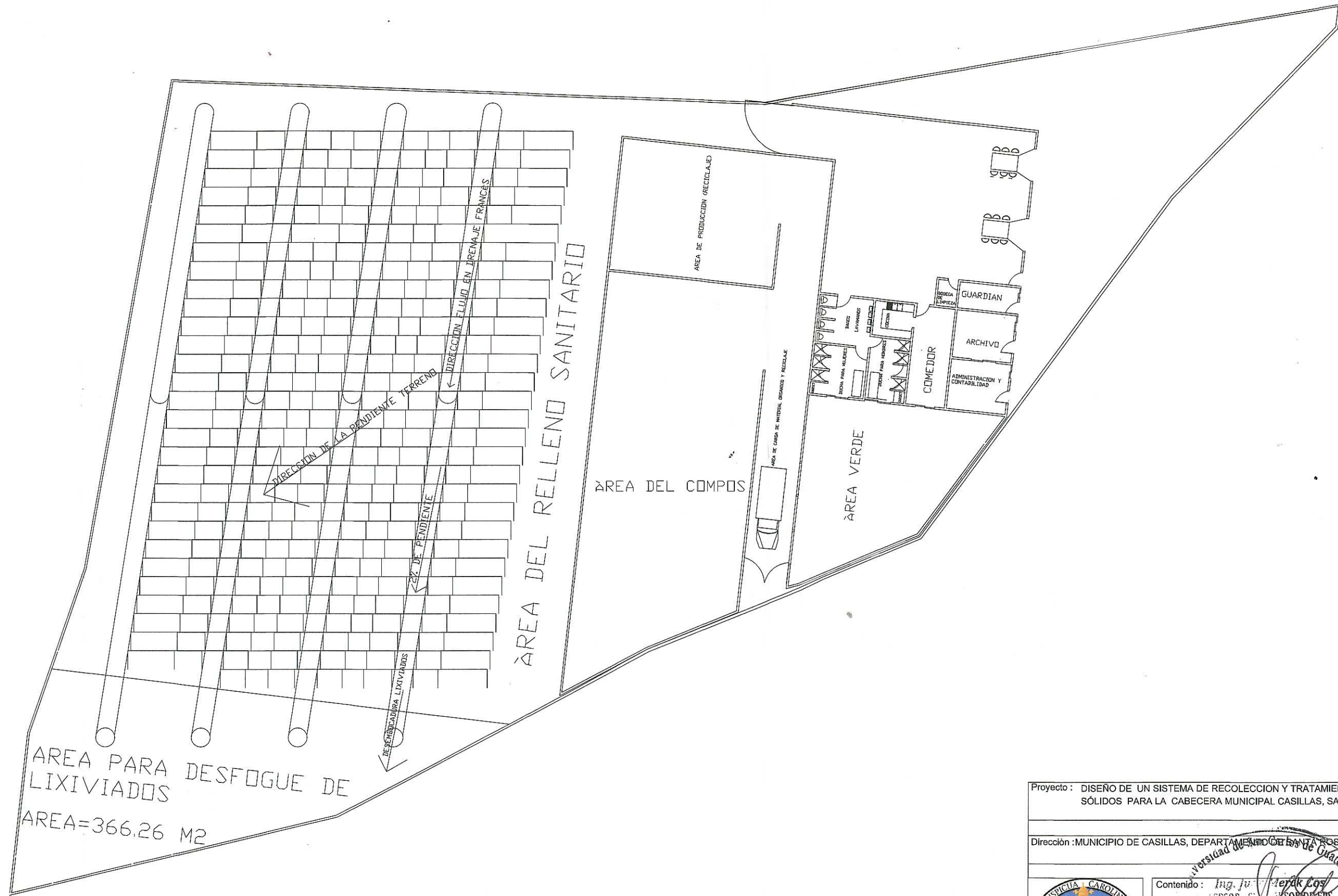
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



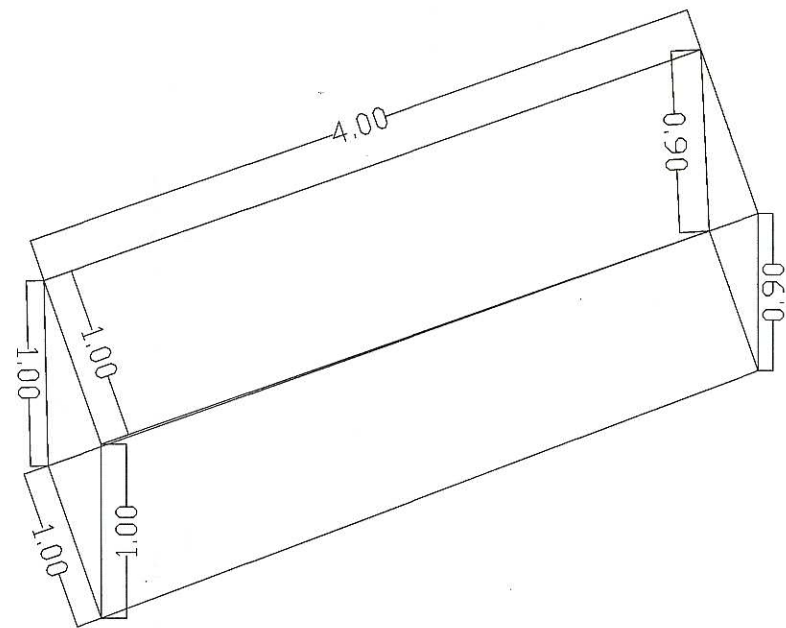
Contenido:  
Ing. Juan M. Ek Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Práctica  
ASESORÍA SUPERVISORIA DE EPS  
Facultad de Ingeniería  
EPESISTA  
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Calculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No.

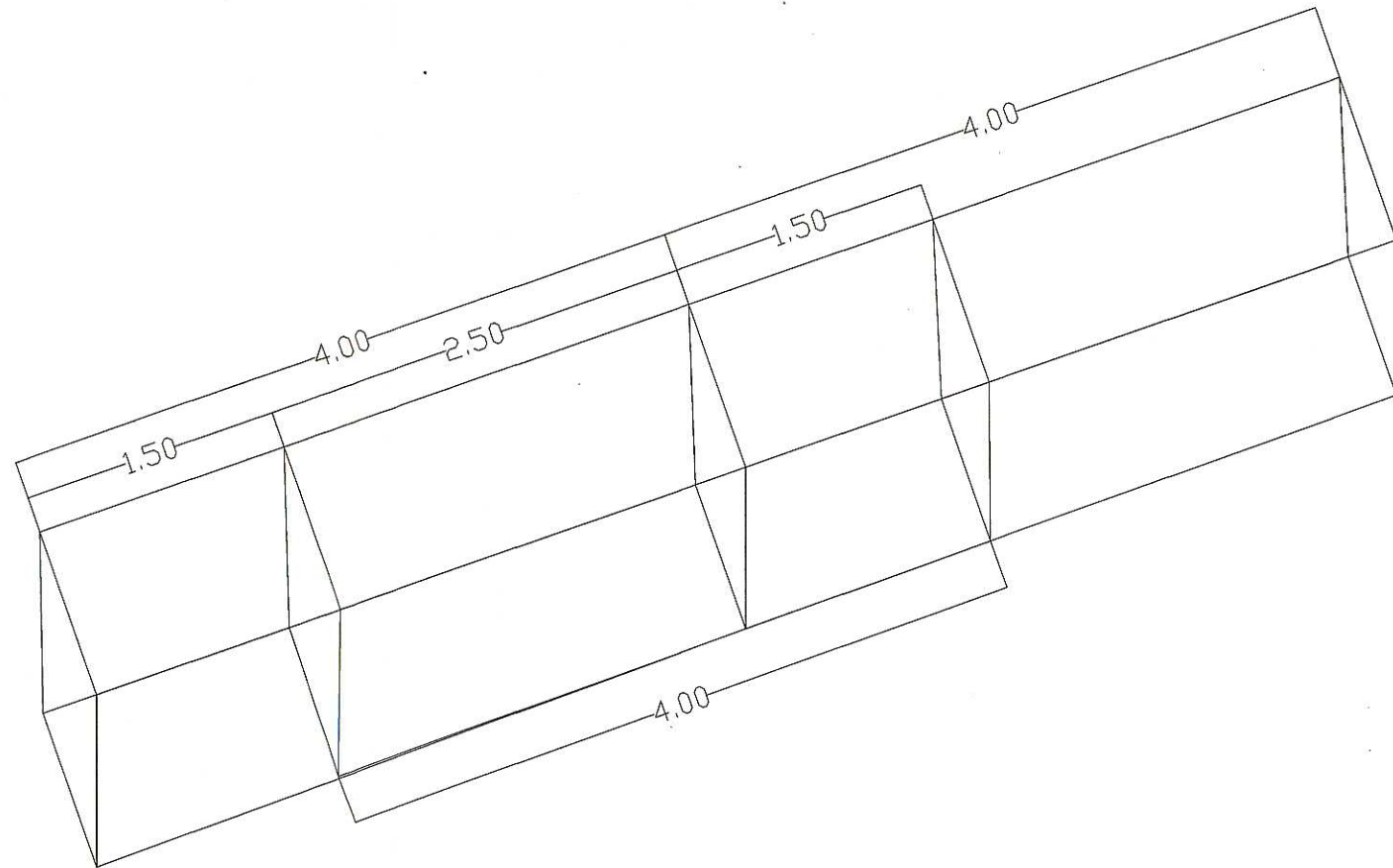


UBICACION DEL RELLENO SANITARIO CON SU DRENAJE FRANCÉS

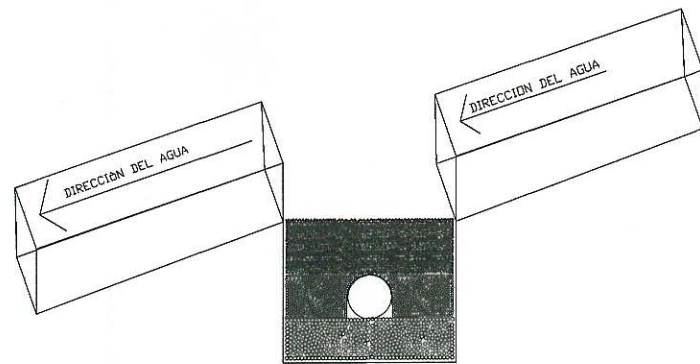
Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA		Cálculo :	
Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA		Desarrollado :	
	Contenido : Ing. Ju <i>José Luis</i>	Escala : 1:1000	
	ASESOR : <i>JOSÉ LUIS</i>	Fecha : DICIEMBRE 2017	
	ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS EPS	Hojas No.	
	EPESISTA : <i>Gustavo Adolfo Estrada Santos</i>	33 / 34	
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS			



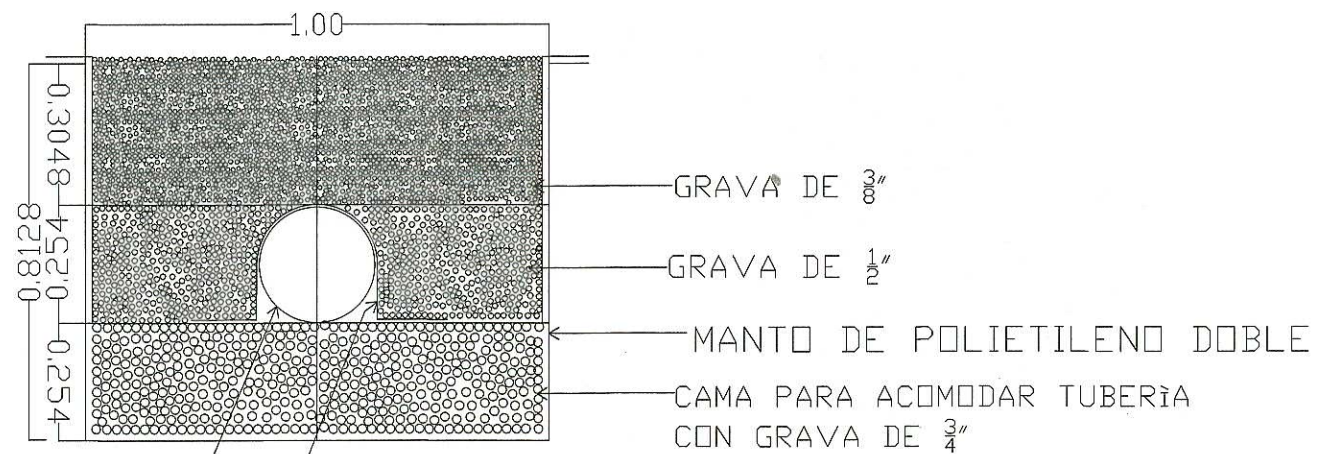
DETALLE DE LA ZANJA PARA RELLENO SANITARIO  
ESCALA 1:200



DETALLE TRASLAPE DE LA ZANJA PARA RELLENO SANITARIO  
ESCALA 1:200



DETALLE DE COLOCACION  
DEL DRENAJE CON  
LOS MATERIALES INERTES  
PARA EXTRAER LOS LIXIVIADOS  
Y PRECIPITACION



GRAVA DE 3/8"  
GRAVA DE 1/2"  
MANTO DE POLIETILENO DOBLE  
CAMA PARA ACOMODAR TUBERIA  
CON GRAVA DE 3/4"  
RECUBRIMIENTO DEL TUBO CON  
MANTO DE POLIETILENO DOBLE  
TUBO DE PVC DE 10" PERFORADO

DETALLE DEL DRENAJE FRANCÉS

ESCALA 1:75

DETALLES DE LA ZANJAS PARA RELLENO SANITARIO Y DEL DRENAJE FRANCÉS

Proyecto : DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS  
SÓLIDOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL CASILLAS, SANTA ROSA

Dirección : MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA



Contenido Ing. Juan Carlos Santos  
ASesor(A) - SUPERVISOR DE EPS  
EPESISTA - Ing. de Ingeniería  
GUSTAVO ADOLFO ESTRADA SANTOS

Cálculo :  
Desarrollado :  
Escala : INDICADA  
Fecha : DICIEMBRE 2017  
Hojas No. 34 / 34

## ANEXOS.

### Anexo 1: Laboratorio Bacteriológico.

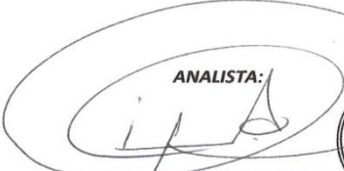



LABORATORIO BACTERIOLÓGICO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO  
CENTRO DE SALUD DE NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA  
REGIÓN NORTE

No. Laboratorio: NSR-2017-006 Remitente: GUSTAVO ADOLFO ESTRADA -EPS-  
Condición de la Muestra: APROPIADA Procedencia: MUNICIPALIDAD DE CASILLAS SANTA ROSA  
Tipo de Recipiente: BOLSA PLASTICA Fecha de Ingreso: 16/03/2017  
Fecha de Toma de Muestra: 16/03/2017 Fecha de Egreso: 17/03/2017

#### RESULTADO DE ANALISIS

No.	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	ESCHERICHIA COLI	COLIFORMES TOTALES
1	Caja de Distribución	0 NMP/100ml	0 NMP/100ml
2	Grifo domiciliario Escuela Oficial Urbana Mixta	0 NMP/100ml	0 NMP/100ml
3	Pozo Mecánico	0 NMP/100ml	0 NMP/100ml

ANALISTA:  
  
Inme Nadaman Arana y Arana  
Inspector de Saneamiento Ambiental  
Casillas, Santa Rosa



Método: Membrana de Filtración con Incubadora Millipore  
NMP: Número Más Probable  
ml: Mililitro

#### OBSERVACIONES:

\* MUESTRA(S) NO ACEPTABLE(S):

SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO 29001 ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE, EL RECUENTO DE COLIFORMES DEBE SER MENOR DE 1.1 NMP/100ML.

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal y como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

#### SIRVIENDO CON CALIDEZ, CALIDAD Y COBERTURA

Avenida Teófilo Solares Zona 1  
Guatemala C.A. Departamento de Santa Rosa, Nueva Santa Rosa.  
Tel: 78889-9665 E-mail: nuevasrosa@yahoo.com

Anexo 2: COGUANOR NGO 29 001

1. Definiciones

3.1. Agua potable. Es aquella que por sus características de calidad especificadas en esta norma, es adecuada para el consumo humano.

3.2. Cloro. Es el elemento número 17 de la tabla periódica de los elementos en condiciones normales de temperatura y presión es un gas verde, poderoso oxidante, dos y media veces más pesado que el aire.

3.3. Límite máximo aceptable (LMA). Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.

3.4. Límite máximo permisible (LMP). Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual, el agua no es adecuada para el consumo humano.

3.5. Características físicas. Son aquellas características relativas a su comportamiento físico, que determinan su calidad.

3.6 Características químicas. Son aquellas características relativas a sustancias contenidas en ella, que determinan su calidad.

3.7. Características bacteriológicas. Son aquellas características relativas a la presencia de bacterias, que determinan su calidad.

3.7.1. Grupo coliforme total. Son bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  en un periodo de 24 h – 48 h, características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación.

3.7.2 Grupo coliforme fecal. Son las bacterias que forman parte del coliforme total, que fermentan la lactosa con producción de gas a  $44^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  en un periodo de  $24\text{h} \pm 2\text{h}$  cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación.

3.8. Escherichia coli. son las bacterias coliforme fecales que fermentan la lactosa y otros sustratos adecuados como el manitol a  $44^{\circ}\text{C}$  ó  $44.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  son producción de gas, y que también producen indol a partir de triptófato.

#### 4. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

##### 4.1 características físicas.

Tabla 1. Características sensoriales. Limite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP) que debe tener el agua potable.

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT (2)

(1) Unidad de color en la escala de platino-cobalto.

(2) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados.

4.1 características químicas del agua potable. Son aquellas características que afectan la potabilidad del agua y que se indican en el cuadro 2.

Tabla 2. Sustancia químicas con sus correspondientes límite máximo aceptable y límite máximo permisible.

Características	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
Cloro residual libre (1) (2)	0.5 mg/l	1.0 mg/l
Cloruro (Cl)	100.000 mg/l	250.000 mg/l
Conductividad		< de 1 500 µS/cm
Dureza total	100.000 mg/l	500.000 mg/l
Potencial de hidrógeno (3)	7.0 – 7.5	6.5 – 8.5
Solidos totales disueltos	500.0 mg /l	1 000.0 mg/l
Sulfato	100.000 mg /l	250.000 mg/l
Temperatura	15.0°C – 25.0°C	34.0°C
Aluminio	0.050 mg/l	0.100 mg/l
Calcio	75.000 mg/l	150.000 mg/l
Cinc	3.000 mg/l	70.000 mg/l
Cobre	0.050 mg/l	1.500 mg/l
Magnesio	50.000 mg/l	100.0 mg/l



- (1) El límite máximo, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/l, después de por lo menos 30 minutos de contacto, un pH menor de 0.8, con el propósito de reducir un 99% la concentración de escherichia coli y ciertos virus.
- (2) En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/l, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.
- (3) En unidades de pH.

4.2. Límite de toxicidad. En la tabla 3 se indican algunas sustancias o compuestos químicos que al sobrepasar el límite máximo permisible en el agua potable, causan toxicidad.

Tabla 3. Relación de las sustancias inorgánicas con significado para la salud, con sus respectivos límites máximos permisibles (LMP).

Substancias	LMP, en miligramos por litro
Arsénico (As)	0.010
Bario (Ba)	0.700
Boro (B)	0.300
Cadmio (Cd)	0.003
Cianuro (CN)	0.070
Cromo (Cr)	0.050
Mercurio (Hg)	0.001
Plomo (Pb)	0.010
Selenio (Se)	0.010

Tabla 4. Substancias no deseadas, límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP)

Características	LMA, en miligramos/litros	LMP, en miligramos litros
Fluoruro (F)	-----	1.700
Hierro total (Fe)	0.100	1.000
Manganeso (Mn)	0.050	0.500
Nitrato (No <sub>3</sub> )	-----	10
Nitrito (No <sub>2</sub> )	-----	1

Tabla 5. Substancias orgánicas con significado para la salud y su límite máximo permisible (LMP).

Compuesto	LMP, en microgramo/litro
Benceno	5
Cloruro de vinilo	2
Detergentes anionicos	200
o-diclorobenceno	600
p-diclorobenceno	75
1,2- dicloroetano	5
1,1- dicloroetileno	7

cis-1,2-dicloroetileno	70
trans-1,2-dicloroetileno	100
1,2-dicloropropano	5
Estireno	100
Etilbenceno	700
Monoclorobenceno	100
Substancia fenólicas	2
Tetracloruro de carbono	5
Tetracloroetileno	5
Tolueno	1000
1,1,1- tricloroetano	200
Tricloroetileno	5
xileno	10000

## 5. CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS.

Las características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes, fecales en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examinan, con esta finalidad se establecen las alternativas siguientes.

### 5.1. Método de los tubos múltiples de fermentación.

5.1.1 para nuevas introducciones de agua, en la evaluación de la planta de tratamiento y evaluaciones anuales, se debe proceder como se indica en las literales a) y b) siguientes:

a) Prueba de 15 tubos se examinan 5 tubos con porciones de 10 ml, 5 tubos con porciones de 1 ml y 5 tubos con porciones de 0.1 ml, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 2.0 coliformes en 100 ml de agua, lo que se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano.

b) Prueba de 9 tubos. se examinan 3 tubos con porciones de 10 ml, 3 tubos con porciones de 1 ml y 3 tubos con porciones de 0.1 ml, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 3.0 coliformes en 100 ml de agua, lo que se interpreta como un indicador de que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano. En caso de análisis rutinarios y cuando se analizan cantidades grandes de muestras, se podrá ampliar el método de los 9 tubos, pero en caso de discrepancia o inconformidad con los resultados obtenidos, deberá emplearse la prueba de los 15 tubos como método de referencia.

5.1.2 Para casos en los cuales ya se tiene un historial, se permiten las alternativas siguientes.

- a) 5 tubos con porciones de muestra de 10 ml. La ausencia de gas en todos los tubos, se expresa como número más probable menor de 2.2 coliformes en 100 ml de agua.
- b) 10 tubos con porciones de muestra de 10 ml cada una, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 1.1 coliformes en 100 ml de agua, lo que se interpreta como que esa muestra es adecuada para el consumo humano.

5.2 Método por la membrana de filtración. El volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de *Escherichia coli* en 100 ml de agua. La ausencia de coliformes se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano.

### 5.3 Limites.

5.3.1 Métodos de los tubos múltiples de fermentación. Según se indique por las muestras que se examinen, la presencia de microorganismos del grupo coliforme, no debe exceder de los siguientes límites.

Tabla 6. Límites para el método de los tubos múltiples de fermentación, grupo Coliforme.

Cuando se examinan No más del 10% deben mostrar, en cualquier porciones de 10 mL mes, la presencia del grupo coliforme.

No se permitirá la presencia del grupo coliforme en tres o más de las porciones de 10 mL de una muestra normal, cuando ocurran.

- En dos muestras consecutivas.
- En más de una muestra mensual, cuando se examinan mensualmente menos de 20 muestras.
- En más de 5% de las muestras, cuando se examinan mensualmente más de 20 muestras.

5.3.2 Método de las membranas de filtración. Cuando se examina este método el número de microorganismos del grupo coliforme no debe exceder de los siguientes límites:

Tabla 7. Límites para el método de las membranas de filtración, grupo coliforme.

La media aritmética de todas las muestras normales que se examinen en un mes no debe exceder de:

El número de colonias por muestras normal no ha de exceder de 3/50 mL, 4/100 mL, 7/200 mL ò 13/500 mL en:

Un microorganismo/ 100 mL

- Dos muestras consecutivas.
- En más de una muestra mensual, cuando se examinan mensualmente menos de 20 muestras
- Más del 5% de las muestras normales, cuando se examinan mensualmente más de 20 muestras.

5.4 Se establece el número de muestras en relación a la población servida de acuerdo a la tabla 8 siguiente.



Tabla 8. Frecuencias mínimas de la toma de muestras y análisis del agua para consumo humano en sistema de distribución.

Población servida en número de habitantes.	Cantidad de muestras al año.		
	Análisis E1	Análisis E2	Análisis E3
1 – 500	2	1	(1)
501 – 5 000	4	1	(1)
5001 – 10 000	12	3	(1)
10 001 – 50 000	60	6	1
50 001 – 100 000	120	12	2
100 001 – 150 000	180	18	3
150 001 – 300 000	360	36	6
300 001 – 500 000	360 (2)	60	10
500 001 – 1 000 000	360 (2)	120 (2)	20 (2)
1 000 001 – 5 000 000	360 (2)	120 (2)	20 (2)

- (1) La frecuencia deberá ser determinada por las autoridades nacionales competentes.
  - (2) Las autoridades nacionales competentes deberán esforzarse, de ser posible, por aumentar esta frecuencia.
- E1 corresponde al programa de análisis básico, fácilmente ejecutable por cada laboratorio de control de calidad del agua autorizado. Los análisis en esta etapa de control son: coliforme fecal, cloro residual.
- E2 corresponde al programa de análisis normal y comprende la ejecución de los análisis de la etapa anterior ampliado con: olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, pH, conductividad, cloruros, dureza, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitritos, hierro, manganeso.
- E3 Corresponde a un programa de análisis avanzado de agua potable. comprende la ejecución de los análisis de la segunda etapa, ampliando con: aluminio, cobre, sodio, potasio, amonio, fluoruro, arsénico, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, níquel, antimonio, plomo, selenio sulfato de hidrogeno, zinc, solidos totales disueltos, desinfectantes, subproductos de la desinfección y sustancias orgánicas (plaguicidas) de significado para la salud.

## 6 Método de análisis.

6.1 Las determinaciones de las especificaciones y características físico-químicas y microbiológicas del agua, indicadas en la presente norma, debe realizarse de acuerdo con las normas COGUANOR correspondientes, en ausencia de las normas COGUANOR podrán emplearse los métodos de la American Water Works Association.

Tabla no. 1 Datos de las tuberías de la Red de distribución

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Length (User Defined) (m)
38	P-2	98.5	J-1	J-2	150.5	PVC	150	11	0.62	0.002	0
40	P-4	102.92	J-3	J-4	105.5	PVC	150	7	0.81	0.006	0
41	P-5	49.81	J-4	J-5	105.5	PVC	150	7	0.77	0.005	0
44	P-7	110.69	J-5	J-6	105.5	PVC	150	7	0.77	0.005	0
45	P-8	51.65	J-6	J-7	82	PVC	150	5	0.87	0.009	0
49	P-11	196.35	J-8	J-9	44.6	PVC	150	1	0.67	0.011	0
50	P-12	103.28	J-9	J-10	55.7	PVC	150	-3	1.18	0.025	0
51	P-13	59.35	J-10	J-11	55.7	PVC	150	-3	1.18	0.025	0
61	P-15	52.75	J-13	J-15	23.5	PVC	150	0	0.35	0.007	0
62	P-16	39.77	J-15	J-16	15.5	PVC	150	0	0.4	0.015	0
63	P-17	73.62	J-15	J-18	15.5	PVC	150	0	0.4	0.015	0
65	P-19	61.19	J-13	J-14	15.5	PVC	150	0	0.4	0.015	0
66	P-20	35.68	J-12	J-13	30.4	PVC	150	0	0.31	0.004	0
68	P-22	85.91	J-12	J-17	15.5	PVC	150	0	0.4	0.015	0
87	P-24	13.02	J-19	J-20	30.4	PVC	150	0	0.48	0.01	0
88	P-25	20.44	J-20	J-21	30.4	PVC	150	0	0.48	0.01	0
89	P-26	7.16	J-21	J-22	30.4	PVC	150	0	0.48	0.01	0
90	P-27	13.02	J-22	J-23	23.5	PVC	150	0	0.35	0.007	0
91	P-28	10.58	J-23	J-24	23.5	PVC	150	0	0.35	0.007	0
92	P-29	4.54	J-24	J-25	23.5	PVC	150	0	0.35	0.007	0
93	P-30	11.11	J-25	J-29	15.5	PVC	150	0	0.26	0.007	0
94	P-31	18.83	J-29	J-30	15.5	PVC	150	0	0.26	0.007	0
95	P-32	19.53	J-30	J-31	15.5	PVC	150	0	0.26	0.007	0
96	P-33	11.46	J-31	J-32	15.5	PVC	150	0	0.26	0.007	0

Continuación de la tabla No.1

97	P-34	11.03	J-32	J-33	15.5	PVC	150	0	0.26	0.007	0
98	P-35	6.76	J-25	J-26	15.5	PVC	150	0	0.26	0.007	0
99	P-36	17.95	J-26	J-27	15.5	PVC	150	0	0.26	0.007	0
100	P-37	32.23	J-27	J-28	15.5	PVC	150	0	0.26	0.007	0
101	P-38	62.86	J-22	J-34	15.5	PVC	150	0	0.53	0.025	0
102	P-39	35.85	J-34	J-35	15.5	PVC	150	0	0.53	0.025	0
118	P-41	12.72	J-36	J-37	30.4	PVC	150	0	0.33	0.005	0
119	P-42	32.41	J-37	J-38	30.4	PVC	150	0	0.33	0.005	0
120	P-43	17.26	J-38	J-39	30.4	PVC	150	0	0.33	0.005	0
121	P-44	5.36	J-39	J-40	30.4	PVC	150	0	0.33	0.005	0
122	P-45	21.14	J-40	J-41	23.5	PVC	150	0	0.28	0.005	0
123	P-46	13.91	J-41	J-42	23.5	PVC	150	0	0.28	0.005	0
124	P-47	22.17	J-42	J-43	23.5	PVC	150	0	0.28	0.005	0
125	P-48	13.01	J-43	J-44	15.5	PVC	150	0	0.32	0.01	0
126	P-49	16.56	J-44	J-45	15.5	PVC	150	0	0.32	0.01	0
127	P-50	21.28	J-45	J-46	15.5	PVC	150	0	0.32	0.01	0
128	P-51	77.65	J-43	J-47	15.5	PVC	150	0	0.32	0.01	0
129	P-52	56.45	J-40	J-48	15.5	PVC	150	0	0.64	0.036	0
168	P-53	45.7	J-6	J-49	55.7	PVC	150	2	0.87	0.014	0
169	P-54	52.62	J-49	J-50	38.9	PVC	150	1	0.65	0.013	0
170	P-55	49.13	J-50	J-51	30.4	PVC	150	0	0.47	0.009	0
171	P-56	38.01	J-51	J-52	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
172	P-57	58.77	J-49	J-61	44.6	PVC	150	1	0.44	0.005	0
173	P-58	57.8	J-61	J-62	30.4	PVC	150	0	0.41	0.007	0
174	P-59	45.07	J-62	J-63	30.4	PVC	150	0	0.47	0.009	0
175	P-60	43.52	J-63	J-64	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
176	P-61	50.44	J-49	J-53	38.9	PVC	150	1	0.56	0.01	0

Continuación de la tabla No.1

177	P-62	49.34	J-53	J-54	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
178	P-63	48.02	J-50	J-55	30.4	PVC	150	0	0.27	0.003	0
179	P-64	48.29	J-55	J-56	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
180	P-65	47.46	J-51	J-57	30.4	PVC	150	0	0.14	0.001	0
181	P-66	49.52	J-57	J-58	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
182	P-67	62.27	J-62	J-50	44.6	PVC	150	0	0.15	0.001	0
183	P-68	49.17	J-61	J-66	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
184	P-69	47.26	J-62	J-67	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
185	P-70	54.77	J-63	J-68	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
186	P-71	59.28	J-63	J-51	30.4	PVC	150	0	0.06	0	0
188	P-72	40.72	J-61	J-65	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
190	P-73	44.96	J-60	J-53	23.5	PVC	150	0	0.45	0.011	0
191	P-74	50.45	J-53	J-55	30.4	PVC	150	0	0.39	0.007	0
192	P-75	53.2	J-55	J-57	30.4	PVC	150	0	0.39	0.007	0
248	P-77	86.13	J-93	J-92	15.5	PVC	150	0	0.62	0.034	0
249	P-78	38.46	J-92	J-91	15.5	PVC	150	0	0.62	0.034	0
250	P-79	41.75	J-91	J-89	15.5	PVC	150	0	0.62	0.034	0
251	P-80	95.9	J-89	J-90	15.5	PVC	150	0	0.62	0.034	0
252	P-81	39.41	J-89	J-87	23.5	PVC	150	0	0.54	0.016	0
254	P-83	12.79	J-87	J-86	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0
255	P-84	15.42	J-86	J-85	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0
256	P-85	33.73	J-85	J-84	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0
257	P-86	14.07	J-84	J-83	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0
258	P-87	21.21	J-83	J-82	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0
259	P-88	5.64	J-82	J-81	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0
260	P-89	9.1	J-81	J-80	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0
261	P-90	12.58	J-80	J-79	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0

Continuación de la tabla No.1

262	P-91	14.37	J-79	J-78	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0
263	P-92	19.6	J-78	J-77	23.5	PVC	150	0	0.81	0.034	0
264	P-93	20.13	J-77	J-71	38.9	PVC	150	-1	0.55	0.009	0
265	P-94	18.48	J-71	J-72	15.5	PVC	150	0	0.62	0.034	0
266	P-95	26.89	J-72	J-73	15.5	PVC	150	0	0.62	0.034	0
267	P-96	58.12	J-73	J-74	15.5	PVC	150	0	0.62	0.034	0
268	P-97	16.59	J-74	J-75	15	PVC	150	0	0.66	0.04	0
269	P-98	19.08	J-75	J-76	15.5	PVC	150	0	0.62	0.034	0
270	P-99	22.86	J-71	J-70	38.9	PVC	150	-1	0.65	0.013	0
271	P-100	83.73	J-70	J-69	38.9	PVC	150	-1	0.65	0.013	0
273	P-102	13.94	J-77	J-94	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
274	P-103	16.68	J-94	J-95	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
275	P-104	43.52	J-95	J-96	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
276	P-105	57.34	J-96	J-97	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
277	P-106	16.24	J-97	J-98	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
278	P-107	83.51	J-98	J-99	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
279	P-108	49.67	J-99	J-100	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
280	P-109	25.64	J-100	J-101	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
281	P-110	18.4	J-101	J-102	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
282	P-111	19.34	J-102	J-103	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
283	P-112	9.95	J-103	J-104	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
284	P-113	10.24	J-104	J-105	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
285	P-114	15.09	J-105	J-106	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
286	P-115	29.98	J-106	J-107	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
287	P-116	19.33	J-107	J-108	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
288	P-117	19.31	J-108	J-109	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
289	P-118	15.69	J-109	J-110	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0

Continuación de la tabla No.1

290	P-119	14.31	J-110	J-111	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
292	P-121	15.72	J-114	J-115	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
293	P-122	13.92	J-115	J-116	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
294	P-123	29.39	J-116	J-117	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
295	P-124	12.25	J-117	J-118	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
296	P-125	13.7	J-118	J-119	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
299	P-127	38.19	J-59	J-57	23.5	PVC	150	0	0.44	0.011	0
300	P-128	14.81	J-111	J-112	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
301	P-129	7.21	J-112	J-113	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
302	P-130	13.51	J-113	J-114	23.5	PVC	150	0	0.69	0.026	0
305	P-132	107.87	J-88	J-87	15.5	PVC	150	0	0.62	0.034	0
330	P-141	51.85	J-120	J-121	55.7	PVC	150	2	0.62	0.008	0
331	P-142	75.13	J-121	J-122	55.7	PVC	150	2	0.62	0.008	0
332	P-143	41.88	J-122	J-123	44.6	PVC	150	1	0.8	0.016	0
333	P-144	19.12	J-123	J-124	44.6	PVC	150	1	0.67	0.011	0
338	P-149	17.33	J-126	J-127	44.6	PVC	150	1	0.54	0.008	0
339	P-150	27.84	J-127	J-128	38.9	PVC	150	1	0.71	0.015	0
340	P-151	10.12	J-128	J-129	38.9	PVC	150	1	0.71	0.015	0
341	P-152	20.36	J-129	J-130	38.9	PVC	150	1	0.71	0.015	0
342	P-153	17.4	J-130	J-131	44.6	PVC	150	1	0.54	0.008	0
343	P-154	27.28	J-131	J-132	38.9	PVC	150	1	0.49	0.008	0
344	P-155	33.07	J-132	J-133	38.9	PVC	150	1	0.49	0.008	0
347	P-157	68.38	J-124	J-125	44.6	PVC	150	1	0.67	0.011	0
350	P-159	68.78	J-125	J-126	44.6	PVC	150	1	0.67	0.011	0
352	P-160	47.63	J-133	J-134	30.4	PVC	150	0	0.53	0.012	0
434	P-163	9.19	J-135	J-136	44.6	PVC	150	2	1.15	0.031	0
435	P-164	40.48	J-136	J-137	30.4	PVC	150	0	0.41	0.007	0



Continuación de la tabla No.1

436	P-165	55.07	J-137	J-138	30.4	PVC	150	0	0.41	0.007	0
437	P-166	21.7	J-138	J-139	30.4	PVC	150	0	0.41	0.007	0
438	P-167	10.98	J-136	J-140	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
439	P-168	16.83	J-140	J-141	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
440	P-169	5.27	J-141	J-142	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
441	P-170	36.21	J-142	J-143	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
442	P-171	14.03	J-143	J-144	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
443	P-172	32.06	J-144	J-145	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
444	P-173	30.51	J-145	J-146	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
445	P-174	3.76	J-146	J-147	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
446	P-175	8.47	J-147	J-148	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
447	P-176	21.22	J-148	J-149	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
448	P-177	25.86	J-149	J-150	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
449	P-178	96.29	J-150	J-151	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
450	P-179	21.28	J-151	J-152	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
451	P-180	12.7	J-152	J-153	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
452	P-181	13.17	J-153	J-154	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
453	P-182	8.95	J-154	J-155	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
454	P-183	22.92	J-155	J-156	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
455	P-184	17.87	J-156	J-157	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
456	P-185	16.18	J-157	J-158	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
457	P-186	58.72	J-158	J-159	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
458	P-187	20.1	J-159	J-160	44.6	PVC	150	1	0.96	0.022	0
460	P-189	49.51	J-161	J-162	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
461	P-190	25.06	J-162	J-163	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
462	P-191	42.62	J-163	J-164	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
463	P-192	31.82	J-164	J-165	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0

Continuación de la tabla No.1

464	P-193	29.98	J-165	J-166	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
465	P-194	15.63	J-166	J-167	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
466	P-195	16.52	J-167	J-168	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
468	P-197	15.66	J-169	J-170	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
469	P-198	21.78	J-170	J-171	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
470	P-199	11.27	J-171	J-172	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
471	P-200	16.05	J-172	J-173	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
472	P-201	78.97	J-173	J-174	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
473	P-202	27.23	J-174	J-175	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
474	P-203	19.61	J-175	J-176	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
475	P-204	18.65	J-176	J-177	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
477	P-206	20.4	J-178	J-179	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
478	P-207	40.12	J-179	J-180	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
479	P-208	23.04	J-180	J-181	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
481	P-210	38.94	J-182	J-183	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
482	P-211	19.7	J-183	J-184	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
483	P-212	9.5	J-184	J-185	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
484	P-213	31.48	J-185	J-186	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
485	P-214	19.28	J-186	J-187	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
486	P-215	18.86	J-187	J-188	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
487	P-216	41.31	J-188	J-189	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
488	P-217	79.98	J-189	J-190	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
489	P-218	21.13	J-190	J-191	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
490	P-219	21.23	J-191	J-192	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
491	P-220	18.39	J-192	J-193	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
492	P-221	21.24	J-193	J-194	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
493	P-222	18.31	J-194	J-195	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0

Continuación de la tabla No.1

494	P-223	58.61	J-195	J-196	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
495	P-224	60.67	J-196	J-197	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
496	P-225	62.32	J-197	J-198	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
497	P-226	20.92	J-198	J-199	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
498	P-227	17.06	J-199	J-200	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
499	P-228	10.97	J-200	J-201	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
500	P-229	9.05	J-201	J-202	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
501	P-230	18.72	J-202	J-203	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
502	P-231	11.08	J-203	J-204	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
503	P-232	9.37	J-204	J-205	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
504	P-233	19.3	J-205	J-206	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
505	P-234	12.31	J-206	J-207	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
506	P-235	10.95	J-207	J-208	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
507	P-236	6.05	J-208	J-209	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
509	P-238	25.7	J-210	J-211	15.5	PVC	150	0	0.53	0.025	0
510	P-239	25.77	J-211	J-212	15.5	PVC	150	0	0.53	0.025	0
511	P-240	15.28	J-212	J-213	15.5	PVC	150	0	0.53	0.025	0
530	P-241	54.71	J-134	J-214	55.7	PVC	150	2	0.88	0.015	0
531	P-242	47.54	J-214	J-215	44.6	PVC	150	1	0.76	0.015	0
532	P-243	54.58	J-215	J-216	38.9	PVC	150	1	0.5	0.008	0
533	P-244	46.37	J-216	J-217	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
534	P-245	43.33	J-218	J-219	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
535	P-246	58.25	J-219	J-220	30.4	PVC	150	0	0.38	0.006	0
536	P-247	46.82	J-220	J-221	38.9	PVC	150	-1	0.44	0.006	0
537	P-248	20.34	J-221	J-222	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
538	P-249	41.82	J-223	J-224	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
539	P-250	64.86	J-224	J-225	23.5	PVC	150	0	0.49	0.013	0

Continuación de la tabla No.1

540	P-251	73.9	J-225	J-226	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
541	P-252	46.75	J-224	J-227	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
542	P-253	48.68	J-225	J-228	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
543	P-254	90.59	J-216	J-229	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
544	P-255	92.35	J-230	J-215	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
545	P-256	94.48	J-231	J-214	23.5	PVC	150	0	0.5	0.014	0
547	P-257	51.79	J-216	J-219	30.4	PVC	150	0	0.22	0.002	0
548	P-258	51.61	J-219	J-224	23.5	PVC	150	0	0.51	0.014	0
549	P-259	52.86	J-220	J-225	44.6	PVC	150	1	0.41	0.005	0
550	P-260	48.17	J-215	J-220	38.9	PVC	150	0	0.33	0.004	0
552	P-262	48.4	J-221	J-214	38.9	PVC	150	-1	0.63	0.012	0
563	P-267	2.67	T-1	TCV-1	150.5	PVC	150	19	1.08	0.007	0
564	P-268	59.6	TCV-1	J-1	150.5	PVC	150	19	1.08	0.007	0
585	P-269	3.17	J-2	TCV-2	105.5	PVC	150	7	0.84	0.006	0
586	P-270	54.97	TCV-2	J-3	105.5	PVC	150	7	0.84	0.006	0
588	P-271	54.39	J-11	TCV-22	67.5	PVC	150	-4	1.02	0.015	0
589	P-272	3.41	TCV-22	J-2	67.5	PVC	150	-4	1.02	0.015	0
591	P-273	4.37	J-3	TCV-3	38.9	PVC	150	0	0.25	0.002	0
592	P-274	102.53	TCV-3	J-12	30.4	PVC	150	0	0.41	0.007	0
594	P-275	3.26	J-4	TCV-4	30.4	PVC	150	0	0.48	0.01	0
595	P-276	16.04	TCV-4	J-19	30.4	PVC	150	0	0.48	0.01	0
597	P-277	2.6	J-7	TCV-5	30.4	PVC	150	0	0.33	0.005	0
598	P-278	20.47	TCV-5	J-36	30.4	PVC	150	0	0.33	0.005	0
600	P-279	47.31	J-7	TCV-6	82	PVC	150	4	0.82	0.008	0
601	P-280	3.05	TCV-6	J-8	82	PVC	150	4	0.82	0.008	0
603	P-281	4.67	J-8	TCV-7	55.7	PVC	150	2	0.62	0.008	0
604	P-282	138.78	TCV-7	J-120	55.7	PVC	150	2	0.62	0.008	0

Continuación de la tabla No.1

606	P-283	3.91	J-8	TCV-8	44.6	PVC	150	2	1.15	0.031	0
607	P-284	28.95	TCV-8	J-135	44.6	PVC	150	2	1.15	0.031	0
609	P-285	90.78	J-134	TCV-9	55.7	PVC	150	-4	1.61	0.045	0
610	P-286	7.96	TCV-9	J-9	55.7	PVC	150	-4	1.61	0.045	0
612	P-287	4.68	J-11	TCV-10	38.9	PVC	150	1	0.65	0.013	0
613	P-288	18.16	TCV-10	J-69	38.9	PVC	150	1	0.65	0.013	0
615	P-289	2.26	J-122	TCV-11	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
616	P-290	10.55	TCV-11	J-161	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
618	P-291	3.82	J-123	TCV-12	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
619	P-292	18.45	TCV-12	J-169	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
621	P-293	3.98	J-126	TCV-13	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
622	P-294	18.37	TCV-13	J-178	23.5	PVC	150	0	0.23	0.003	0
624	P-295	7.81	J-131	TCV-14	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
625	P-296	45.56	TCV-14	J-182	23.5	PVC	150	0	0.3	0.005	0
627	P-297	5.37	J-133	TCV-15	15.5	PVC	150	0	0.53	0.025	0
628	P-298	26.88	TCV-15	J-210	15.5	PVC	150	0	0.53	0.025	0

Fuente: Datos obtenidos del programa WaterCAD V8i

Tabla no. 2 Datos de los nudos de la Red de distribución

ID	Label	Elevation (m)	Demand Collection	Demand (l/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
25	J-1	497.42	0	8	519.58	22.1
26	J-2	487.4	0	0	519.35	31.9
27	J-3	479.52	0	0	518.98	39.4
28	J-4	471.89	0	0	518.37	46.4
29	J-5	471.34	0	0	518.1	46.7
30	J-6	474.58	0	0	517.5	42.8
31	J-7	468.22	0	0	517.03	48.7
32	J-8	465.07	0	0	516.62	51.4
33	J-9	471.2		0	514.38	43.1
34	J-10	476.11	0	0	516.97	40.8
35	J-11	481.27	0	0	518.46	37.1
54	J-12	481.13	0	0	518.22	37
55	J-13	484.62	0	0	518.06	33.4
56	J-14	497.42	0.08	0	517.15	19.7
57	J-15	486.83	0	0	517.69	30.8
58	J-16	487.52	0.08	0	517.1	29.5
59	J-17	471.83	0.08	0	516.94	45
60	J-18	499.52	0.08	0	516.59	17
69	J-19	469.28	0	0	518.18	48.8
70	J-20	470.78	0	0	518.05	47.2
71	J-21	466.38	0	0	517.85	51.4
72	J-22	465.66	0.1	0	517.78	52
73	J-23	464.78	0	0	517.69	52.8
74	J-24	464.43	0	0	517.62	53.1

Continuación de la tabla No.2

75	J-25	463.89	0.05	0	517.58	53.6
76	J-26	465.53	0	0	517.54	51.9
77	J-27	468.41	0	0	517.41	48.9
78	J-28	471.34	0.05	0	517.18	45.8
79	J-29	462.14	0.05	0	517.51	55.3
80	J-30	460	0	0	517.37	57.3
81	J-31	459.36	0	0	517.24	57.8
82	J-32	457.82	0	0	517.16	59.2
83	J-33	465.15	0.05	0	517.08	51.8
84	J-34	463.69	0	0	516.19	52.4
85	J-35	461.53	0.1	0	515.28	53.6
103	J-36	469.44	0	0	516.92	47.4
104	J-37	468.63	0	0	516.86	48.1
105	J-38	465.11	0	0	516.7	51.5
106	J-39	464.19	0	0	516.62	52.3
107	J-40	463.73	0	0	516.59	52.8
108	J-41	462.12	0	0	516.49	54.3
109	J-42	460.49	0	0	516.43	55.8
110	J-43	458.36	0	0	516.32	57.8
111	J-44	456.92	0	0	516.2	59.2
112	J-45	455.02	0	0	516.03	60.9
113	J-46	453.47	0.06	0	515.82	62.2

Continuación de la tabla No.2

153	J-52	476.11	0.19	0	515.29	39.1
154	J-53	467.6	0	0	516.35	48.7
155	J-54	465.81	0.19	0	515.8	49.9
156	J-55	467.2	0	0	516.02	48.7
157	J-56	464.92	0.19	0	515.47	50.5
158	J-57	469.28	0	0	515.67	46.3
159	J-58	466.25	0.19	0	515.11	48.8
161	J-61	471.84	0	0	516.54	44.6
162	J-62	472.51	0	0	516.13	43.5
163	J-63	475.35	0	0	515.71	40.3
164	J-64	481.27	0.19	0	515.21	33.9
165	J-66	471.89	0.19	0	515.98	44
166	J-67	476.3	0.19	0	515.59	39.2
167	J-68	479.52	0.19	0	515.08	35.5
187	J-65	473.01	0.19	0	516.08	43
189	J-60	468.22	0.19	0	515.85	47.5
194	J-75	477.61	0	0	512.62	34.9
195	J-74	479.39	0	0	513.29	33.8
196	J-73	486.88	0	0	515.28	28.3
197	J-72	490.57	0	0	516.2	25.6
198	J-71	492.18	0	0	516.83	24.6
199	J-70	490.29	0	0	517.12	26.8



Continuación de la tabla No.2

206	J-81	498.35	0	0	0	514.73	16.3
207	J-82	499.87	0	0	0	514.53	14.6
208	J-83	500.98	0	0	0	513.8	12.8
209	J-84	501.29	0	0	0	513.31	12
210	J-85	502.38	0	0	0	512.15	9.8
211	J-86	503.02	0	0	0	511.62	8.6
212	J-87	503.42	0	0	0	511.18	7.7
215	J-89	502.56	0	0	0	510.54	8
217	J-90	471.2	0.12	0	0	507.25	36
218	J-91	501.72	0	0	0	509.11	7.4
219	J-92	497.09	0	0	0	507.79	10.7
220	J-93	464.19	0.12	0	0	504.84	40.6
221	J-76	476.11	0.12	0	0	511.97	35.8
222	J-94	492.57	0	0	0	516.29	23.7
223	J-95	492.5	0	0	0	515.86	23.3
224	J-96	493.71	0	0	0	514.75	21
225	J-97	494.44	0	0	0	513.28	18.8
226	J-98	494.43	0	0	0	512.87	18.4
227	J-99	497.21	0	0	0	510.73	13.5
228	J-100	497.21	0	0	0	509.46	12.2
229	J-101	496.84	0	0	0	508.8	11.9
230	J-102	496.34	0	0	0	508.33	12

Continuación de la tabla No.2

236	J-108	491.71	0	0	505.67	13.9
237	J-109	491.33	0	0	505.18	13.8
238	J-110	491.09	0	0	504.78	13.7
239	J-111	490.82	0	0	504.41	13.6
240	J-112	489.22	0	0	504.03	14.8
241	J-113	488.47	0	0	503.85	15.3
242	J-114	486.54	0	0	503.5	16.9
243	J-115	484.64	0	0	503.1	18.4
244	J-116	483.64	0	0	502.74	19.1
245	J-117	481.64	0	0	501.99	20.3
246	J-118	481.02	0	0	501.68	20.6
247	J-119	478.77	0.3	0	501.33	22.5
298	J-59	473.68	0.19	0	515.26	41.5
304	J-88	473.68	0.12	0	507.48	33.7
306	J-122	450.61	0.13	0	514.57	63.8
307	J-123	449.81	0.1	0	513.91	64
308	J-124	451.38	0	0	513.7	62.2
309	J-126	450.76	0.1	0	512.13	61.2
310	J-131	456.65	0.13	0	510.99	54.2
311	J-132	457.06	0	0	510.78	53.6
312	J-133	459.38	0.1	0	510.53	51
319	J-120	460.7	0	0	515.53	54.7

Continuación de la tabla No.2

346	J-125	456.17	0	0	512.91	56.6
351	J-134	464.19	2.15	2	509.98	45.7
354	J-135	461.82	0	0	515.59	53.7
355	J-136	458.78	0	0	515.3	56.4
356	J-140	457.97	0	0	515.06	57
357	J-137	461.54	0	0	515	53.4
358	J-138	461.88	0	0	514.6	52.6
359	J-139	462.52	0.3	0	514.44	51.8
360	J-141	454.27	0	0	514.68	60.3
361	J-142	452.57	0	0	514.56	61.9
362	J-143	446.8	0	0	513.75	66.8
363	J-144	445.7	0	0	513.44	67.6
364	J-145	446	0	0	512.72	66.6
365	J-146	445.19	0	0	512.04	66.7
366	J-147	445.29	0	0	511.95	66.5
367	J-148	445.18	0	0	511.77	66.5
368	J-149	445.71	0	0	511.29	65.4
369	J-150	447.41	0	0	510.71	63.2
370	J-151	444.35	0	0	508.56	64.1
371	J-152	444.27	0	0	508.08	63.7
372	J-153	444.21	0	0	507.8	63.5
373	J-154	444.05	0	0	507.51	63.3

Continuación de la tabla No.2

379	J-160	451.52	1.5		1	504.27	52.6
380	J-161	447.89	0		0	514.5	66.5
381	J-162	441.09	0		0	514.23	73
382	J-163	437.56	0		0	514.1	76.4
383	J-164	434.57	0		0	513.87	79.1
384	J-165	435.85	0		0	513.69	77.7
385	J-166	437.6	0		0	513.53	75.8
386	J-167	440.97	0		0	513.45	72.3
387	J-168	444.35	0.13		0	513.36	68.9
388	J-169	448.52	0		0	513.84	65.2
389	J-170	446.87	0		0	513.79	66.8
390	J-171	445.97	0		0	513.71	67.6
391	J-172	444.71	0		0	513.68	68.8
392	J-173	443.69	0		0	513.62	69.8
393	J-174	434.29	0		0	513.36	78.9
394	J-175	436.42	0		0	513.27	76.7
395	J-176	434.94	0		0	513.2	78.1
396	J-177	433.59	0.1		0	513.14	79.4
397	J-178	449.2	0		0	512.05	62.7
398	J-179	445.03	0		0	511.98	66.8
399	J-180	439.42	0		0	511.85	72.3
400	J-181	437.8	0.1		0	511.77	73.8

Continuación de la tabla No.2

406	J-187	460.62	0	0	0	510.06	49.3
407	J-188	461.56	0	0	0	509.95	48.3
408	J-189	461.91	0	0	0	509.73	47.7
409	J-190	461.39	0	0	0	509.3	47.8
410	J-191	461.19	0	0	0	509.18	47.9
411	J-192	460.93	0	0	0	509.07	48
412	J-193	460.56	0	0	0	508.97	48.3
413	J-194	460.19	0	0	0	508.85	48.6
414	J-195	459.86	0	0	0	508.75	48.8
415	J-196	458.57	0	0	0	508.44	49.8
416	J-197	456	0	0	0	508.11	52
417	J-198	451.71	0	0	0	507.77	55.9
418	J-199	449.86	0	0	0	507.66	57.7
419	J-200	447.68	0	0	0	507.56	59.8
420	J-201	447	0	0	0	507.51	60.4
421	J-202	446.62	0	0	0	507.46	60.7
422	J-203	445.4	0	0	0	507.35	61.8
423	J-204	444.42	0	0	0	507.29	62.7
424	J-205	443.36	0	0	0	507.24	63.8
425	J-206	441.3	0	0	0	507.14	65.7
426	J-207	440.38	0	0	0	507.07	66.6
427	J-208	438.83	0	0	0	507.01	68

Continuación de la tabla No.2

512	J-214	460.23	0	0	509.18	48.8
513	J-215	461.56	0	0	508.48	46.8
514	J-216	458.92	0	0	508.07	49
515	J-217	462.52	0.22	0	507.43	44.8
516	J-219	456.61	0	0	507.95	51.2
517	J-218	460.7	0.22	0	507.35	46.6
518	J-220	460.54	0	0	508.31	47.7
519	J-221	458.11	0	0	508.61	50.4
520	J-222	457.06	0.22	0	508.33	51.2
521	J-225	458.87	0	0	508.07	49.1
522	J-224	452.77	0	0	507.21	54.3
523	J-223	459.37	0.22	0	506.63	47.2
524	J-227	451.38	0.22	0	506.56	55.1
525	J-228	456.17	0.22	0	507.4	51.1
526	J-229	465.81	0.22	0	506.81	40.9
527	J-230	464.91	0.22	0	507.21	42.2
528	J-231	466.25	0.22	0	507.87	41.5
529	J-226	453.38	0.22	0	507.05	53.6

Fuente: Datos obtenidos del programa WaterCAD V8i

Tabla No. 3 Datos del tanque de almacenamiento para la red de distribución

ID	Label	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (l/s)	Hydraulic Grade (m)
36	T-1	500	501	520	520	0	3.05	19	520

Fuente: Datos obtenidos del programa WaterCAD V8i

Tabla No. 4 Datos de las válvulas de control para la red de distribución

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Headloss Coefficient Setting (Initial)	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (l/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
562	TCV-1	0	150.5	0	0	19	519.98	519.98	0
584	TCV-2	0	105.5	0	0	7	519.33	519.33	0
587	TCV-11	0	67.5	0	0	-4	519.29	519.29	0
590	TCV-3	0	38.9	0	0	0	518.97	518.97	0
593	TCV-4	0	30.4	0	0	0	518.33	518.33	0
596	TCV-5	0	30.4	0	0	0	517.02	517.02	0
599	TCV-6	0	82	0	0	4	516.64	516.64	0
602	TCV-7	0	55.7	0	0	2	516.58	516.58	0
605	TCV-8	0	44.6	0	0	2	516.5	516.5	0
608	TCV-9	0	55.7	0	0	-4	514.02	514.02	0
611	TCV-10	0	38.9	0	0	1	518.4	518.4	0
614	TCV-12	0	23.5	0	0	0	514.56	514.56	0
617	TCV-13	0	23.5	0	0	0	513.9	513.9	0
620	TCV-14	0	23.5	0	0	0	512.11	512.11	0
623	TCV-15	0	23.5	0	0	0	510.95	510.95	0
626	TCV-16	0	15.5	0	0	0	510.4	510.4	0

Fuente: Datos obtenidos del programa WaterCAD V8i

Tabla No. 5 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

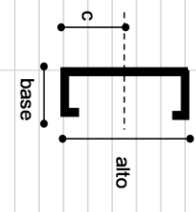
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	SUB TOTAL
Excavación con: excavadora, peones y acarreo de material sobrante para tubería de 6"	103.14	M3	Q36.96	Q3,969.06
Tubo de PVC de 6" SDR 26 160 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	27.00	TUBO	Q2,119.86	Q57,230.66
<b>TAPADERA</b>				
Relevo y compactación de la línea para tubería de 6"	1.00	GLUCAL	Q7,464.61	Q7,464.61
Excavación con: excavadora, peones y acarreo de material sobrante para tubería de 4"	79.34	M3	Q79.52	Q6,340.86
Tubo de PVC de 4" SDR 26 160 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	209.87	M3	Q81.24	Q17,049.84
VALVULA DE COMPUERTA DE 4" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	66.00	TUBO	Q1,242.66	Q82,339.16
VALVULA DE COMPUERTA DE 4" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	1.00	GLUCAL	Q6,794.01	Q6,794.01
Relevo y compactación de la línea para tubería de 4"	161.44	M3	Q74.94	Q12,058.31
Excavación con: excavadora, peones y acarreo de material sobrante para tubería 3"	66.36	M3	Q70.90	Q4,704.22
Tubo de PVC de 3" SDR 26 160 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	18.00	TUBO	Q1,004.88	Q18,088.02
VALVULA DE COMPUERTA DE 3" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	1.00	GLUCAL	Q4,471.01	Q4,471.01
Relevo y compactación de la línea para tubería de 3"	61.04	M3	Q72.90	Q4,471.01
Excavación con: peones y acarreo de material sobrante para tubería de 2 1/2"	37.66	M3	Q66.66	Q2,534.16
Tubo de PVC de 2 1/2" SDR 26 160 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	11.00	TUBO	Q696.64	Q9,366.04
VALVULA DE COMPUERTA DE 2 1/2" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	1.00	GLUCAL	Q4,160.61	Q4,160.61
Relevo y compactación de la línea para tubería de 2 1/2"	26.13	M3	Q76.21	Q2,220.00
Excavación con: excavadora, peones y acarreo de material sobrante para tubería de 2"	410.62	M3	Q69.16	Q28,412.31
Tubo de PVC de 2" SDR 26 160 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	106.00	TUBO	Q762.48	Q80,817.68
VALVULA DE COMPUERTA DE 2" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	1.00	GLUCAL	Q6,137.88	Q6,137.88
Relevo y compactación de la línea para tubería de 2"	316.02	M3	Q72.71	Q23,977.81
Excavación con: excavadora, peones y acarreo de material sobrante para tubería de 1 1/2"	766.32	M3	Q79.62	Q61,167.66
Tubo de PVC de 1 1/2" SDR 26 160 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	197.00	TUBO	Q696.28	Q136,960.01
VALVULA DE COMPUERTA DE 1 1/2" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	1.00	GLUCAL	Q3,662.67	Q3,662.67
Relevo y compactación de la línea para tubería de 1 1/2"	639.48	M3	Q72.76	Q46,364.67
Excavación con: corte para zanja y acarreo de material sobrante para tubería de 1 1/4"	361.21	M3	Q61.67	Q24,907.40
Tubo de PVC de 1 1/4" SDR 26 160 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	99.00	TUBO	Q666.66	Q66,900.34
VALVULA DE COMPUERTA DE 1 1/4" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	1.00	GLUCAL	Q4,064.86	Q4,064.86
Relevo y compactación de la línea para tubería de 1 1/4"	293.24	M3	Q73.02	Q21,416.32
Excavación con: excavadora, peones y acarreo de material sobrante para tubería de 1"	696.10	M3	Q61.06	Q43,400.76
Tubo de PVC de 1" SDR 26 160 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	179.00	TUBO	Q643.41	Q116,170.36
VALVULA DE COMPUERTA DE 1" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	1.00	GLUCAL	Q1,847.36	Q1,847.36
Relevo y compactación de la línea para tubería de 1"	636.46	M3	Q72.72	Q46,938.66
Excavación con: excavadora, peones y acarreo de material sobrante para tubería de 3/4"	2266.62	M3	Q66.66	Q154,877.64
Tubo de PVC de 3/4" SDR 17 260 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	633.00	TUBO	Q673.26	Q426,364.76
VALVULA DE COMPUERTA DE 3/4" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	1	GLUCAL	Q15,414.69	Q15,414.69
Relevo y compactación de la línea para tubería de 3/4"	1746.33	M3	Q72.68	Q126,860.66
Excavación con: excavadora, peones y acarreo de material sobrante para tubería de 1/2"	643.61	M3	Q61.37	Q37,066.62
Tubo de PVC de 1/2" SDR 13 5315 PSI JUNTA CEMENTADA ASTM 2241	21.7	TUBO	Q613.66	Q13,222.61
VALVULA DE COMPUERTA DE 1/2" CON CAJA DE CONCRETO ARMADO Y TAPADERA	1.00	GLUCAL	Q3,799.66	Q3,799.66
Relevo y compactación de la línea para tubería de 1/2"	646.06	M3	Q72.66	Q47,306.66
Corte de 20' e para la aplicación de la carpeta de rodadura	4449.64	M3	Q14.02	Q62,382.66
Corte de rodadura definitiva	4449.64	M3	Q206.06	Q91,001,413.47
<b>TOTAL:</b>				<b>Q3,001,766.66</b>

Fuente: Elaboración propia





## Continuación de la tabla No.6

CV < PV		Como la carga de servicio es menor a la carga de viento se toma la mayor	
<b>CV=</b>	<b>88.66</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	
CALCULO DE LA SEPARACION DE COSTANERAS			
$w = \text{separación} * (W_{C.M.} + W_{C.V.}) + W_{\text{costanera}}$ $w = \text{separación} * (4.12 \text{ Kg/m}^2 + 88.66 \text{ Kg/m}^2) + 2.53 \text{ Kg/m}$	$\longrightarrow$ <b>1</b>	Ecuación I	
Nota: De acuerdo a la Planta amueblada la mayor luz es de: 15.30 mts.			
Luz = L = luz mayor / 6 L = 15.3 mts/6 L = 2.55 mts.			
Cálculo de momento: $M = \frac{wL^2}{8}$ $M = (w * (2.55)^2)/8$ $M = 0.81 * w$	$\longrightarrow$ <b>2</b>	Ecuación II	
Cálculo del momento resistente: $f = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S}$	despejando	$S = \frac{I}{c}$	Donde: M = momento I = inercia S = modulo de sección c = distancia al eje neutro
Por teorama de ejes paralelos se calcula la inercia con: $\Sigma I = \frac{bh^3}{12} + Ad^2$			Detalle Costanera 
$I = \frac{(t)(\text{alto})^3}{12} * 2 + \left[ \frac{(\text{alto})(t)^3}{12} + (\text{alto})(t)(\text{base})^2 \right] * 2$			



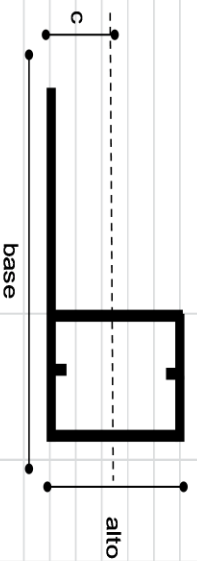
## Continuación de la tabla No.6

Las costaneras en vez de colocartas con una separación de 4.39 mt. la cubierta puede sufrir de flexion cuando se tenga que hacer algún tipo de mantenimiento en el techo de la edificación, y con el propósito de resguardar la seguridad de los usuarios y por fines constructivos se optará por colocar costaneras con una separación de 1.00 mts.

### CALCULO DE LA VIGA METALICA

Nota: una viga simplemente apoyada será, conformada por la unión de dos costaneras,

Detalle Viga



Debido a que la viga esta formada por la unión de dos costaneras, la inercia y el módulo de sección serán el doble del dato calculado para una costanera

$$I = 222.34 \text{ cm}^4$$

$$S = 43.76 \text{ cm}^3$$

$$Fb = 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo del peso de la costanera en Kg/m<sup>2</sup>

Si usamos costaneras @ 1.00 m de separación,

Y C = 2.53 Kg/m, peso calculado de

W/costanera = 2.53

$$C = \left[ \frac{(\text{alto}) + 2(\text{base})}{100} \right] * \text{espesor}$$



Tabla No. 7 CÁLULO DE PERNOS

Donde:			
L = 2.55 mts.			
separación = 1.00 mts.			
w = separación * (W <sub>c.M.</sub> + W <sub>c.V.</sub> ) + W <sub>VIGA</sub>			
w = 1.00 mts. * (95.31 Kg/m <sup>2</sup> ) + 5.06 Kg/m			
w = <b>100.37 Kg/m</b>			
Tensión en apoyos = wL			
T = wL			
T = 100.37 Kg/m * 2.55 mts.			
T = 255.94 Kg			
Fy = 2531.16 Kg/cm <sup>2</sup>			
Fpt = 0.5 Fy			
Fpt = 0.5 * 2531.16 Kg/cm <sup>2</sup>			
Fpt = 1265.58 Kg/cm <sup>2</sup>			
T = A x fs			
Despejando A:			
$A = \frac{T}{fs}$			
A = T / Fpt			
A = 255.94 Kg / 1265.58 Kg/cm <sup>2</sup>			
A = 0.20 cm <sup>2</sup>			
No. de pernos = A/Aperno			
No. de pernos = 0.20 cm <sup>2</sup> / 0.71 cm <sup>2</sup>			
No. de pernos = 0.28 < 1			
No. de pernos = 1 perno de Ø 3/8"			

### Continuación de la tabla No.7

Revisando acciones en apoyos de pieza de metal									
w = separación * (W <sub>C.M.</sub> + W <sub>C.V.</sub> ) + W <sub>VIGA</sub>									
w = 2.55 mts. * (95.31Kg/m <sup>2</sup> ) + 5.06 Kg/m									
<b>w = 248.10 Kg/m</b>									
V = w/l/2									
V = (248.10 Kg/m * 15.3 mts) /2									
V = 1897.97 Kg									
P = Ac x f									
Despejando Ac:									
Donde:									
Fc=0.4 Fy									
Fc = 0.4 * 2531.16 Kg/cm <sup>2</sup>									
Fc = 1012.46 Kg / cm <sup>2</sup>									
$Ac = \frac{P}{f}$									
A = V/Fc									
A = 1897.97 Kg / 1012.46 Kg / cm <sup>2</sup>									
A = 1.87 cm <sup>2</sup>									
No. de pernos = A/Aperno									
No. de pernos = 1.87 cm <sup>2</sup> / 0.71 cm <sup>2</sup>									
No. de pernos = 2.64 > 1									
No. de pernos = 3 pernos de Ø 3/8"									
Pero por razones de seguridad se utilizarán 4 pernos de Ø 3/8"									

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 8 MURROS

DISEÑO DEL MURO									
Para esta estructura que tiene diafragma flexible encima, el corte y momento por sismo se calcula por área tributaria									
WT= peso a sostener									
WT= $W_{C.M.} + W_{C.V.}$									
<b>Carga Muerta</b>									
W Lámina (lámina acanalada galvanizada)			3.68	Kg/m <sup>2</sup>				WViga =	
W Costanera	W <sub>costanera</sub> / l	l=1 mt.	2.53	Kg/m <sup>2</sup>				L =	15.3/6= 5.08
W Instalaciones	(12% W lámina)		0.34	Kg/m <sup>2</sup>					2.55
Viga	W <sub>viga</sub> / L	L=1/3=15.30/6	1.99	Kg/m <sup>2</sup>					
			<b>8.54</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>					
Nota: la separación Les igual a 1.00 m, que es la separación entre costaneras									
Nota: la separación L es igual a 15.3 m, que es la luz del aula, y se divide en seis ya que tome esa decisión para que no sufra de deflexión en su momento de mantenimiento									
<b>Carga Viva</b>									
	<b>W<sub>C.V.</sub> =</b>		<b>88.66</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>					
	<b>W<sub>C.V.</sub> + W<sub>C.M.</sub> =</b>		<b>97.20</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>					
<b>Para un muro interior</b>									
L muro = 7.69 mts.									
W <sub>1</sub> = Carga Distribuida = P = Peso Total x ancho tributario x largo del muro									
W <sub>1</sub> = 97.20 Kg/m <sup>2</sup> x 2.55 mts. x 15.30 mts.									
W <sub>1</sub> = 3792.26 Kg									
Cálculo de la carga de sismo para el muro									
$f_s = 0.20 \cdot W$									
F <sub>s</sub> = 0.20 * 3792.26Kg									
F <sub>s</sub> = 758.45 Kg									
Cálculo del Momento generado por la fuerza de sismo									
$M_s = f_{sx}h$									
<b>h muro = 4.30 mts.</b>									
M <sub>s</sub> = 758.45 Kg * 3.30 mts.									
M <sub>s</sub> = 2502.89 Kg-m									
Chequeo a Compresión									
$f_c = \frac{P}{A}$									
P = Amuro = espesor del muro x largo del muro									
Amuro = 15 cms x 1530 cms = 22950 cm <sup>2</sup>									
f <sub>c</sub> = W <sub>1</sub> / Amuro									
f <sub>c</sub> = 3792.26 Kg / 22950 cm <sup>2</sup>									
f <sub>c</sub> = 0.17 Kg/cm <sup>2</sup>									
<b>f<sub>c</sub> = 0.17 Kg/cm<sup>2</sup> &lt; f<sub>u</sub> = 26 Kg/cm<sup>2</sup></b>									







Continuación de la tabla No.8

Revisando Corte:		$P = F_s = 338,48 \text{ Kg}$						
$f_{s1} = \frac{P}{A}$		$A = 1 \cdot 1 = 15 \text{ cms}^2$						
$f_{s1} = 338,48 \text{ Kg} / 15 \text{ cms}^2$		$f_{s1} = 22,565 \text{ Kg/cms}^2$						
$f_{s1} = 0,029 \text{ Kg/cms}^2$								
Si $f_{s1}$ es $\ll 0,50$ utilizar refuerzo máximo								
Refuerzo horizontal								
Refuerzo Vertical								
Donde :								
$P =$ longitud del muro								
$t =$ espesor del muro								
Diseño de muros longitudinales								
a) Diseño a flexión:								
As vertical =	0.0007 (430 cms) <sup>2</sup>							
As vertical =	4.21 $\text{cm}^2$							
Usando varillas No. 3 (0.71 $\text{cm}^2$ ) tenemos								
Número de varillas =	4.22 $\text{cm}^2$							
Número de varillas =	0.71 $\text{cm}^2$							
Número de varillas =	5.93							
Número de varillas =	12 varillas a lo largo del muro.							
Por ser un muro de más de 13 mts. Se usará cuatro columnas con 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 cada 0.15 mts. Proporcionalmente un área de acero de 3.47 $\text{cm}^2$ a lo largo del muro, cubriendo de esta manera el área de acero requerida.								
b) Diseño a corte:								
As horizontal =	0.0009 (430cms) <sup>2</sup> (14cms)							
As horizontal =	5.42 $\text{cm}^2$							
Usando varillas No. 3 (0.71 $\text{cm}^2$ ) tenemos								
Número de varillas =	5.42 $\text{cm}^2$							
Número de varillas =	0.71							
Número de varillas =	7.63							
Número de varillas =	8 varillas a lo largo del muro.							
Se usarán 2 y 3 estribos, según la altura del muro 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 cada 0.15 mts. Para muro de 0.14 m de espesor proporcionalmente de esta manera un área de acero de 5.42 $\text{cm}^2$ cubriendo así el área de acero requerida.								

Fuente: Elaboración propia



## Continuación de la tabla No.9

<b>DISEÑO DE COLUMNAS 0.25 X 0.25</b>									
Cálculo de la carga que llega a la columna									
$w = W \left( \text{separación} \right) + CV \left( \text{separación} \right) + W_{\text{viga}}$									
donde separación = 2.55 mts.									
W = peso carga muerta = 6.65 Kg/m <sup>2</sup>									
CV = peso de la carga viva = 88.66 Kg/m <sup>2</sup>									
Wviga = peso de la viga = 5.06 Kg/m									
w = separación * (Wc.m. + Wc.v.) + Wviga									
w = 4.39 mts. * (95.31 Kg/m <sup>2</sup> ) + 5.06 Kg/m									
<b>w = 423.47 Kg/m</b>									
$P = \frac{w \cdot l}{2}$									
l = 7.69 mts									
$P = \frac{(423.47 \text{ Kg/m} \cdot 4.3 \text{ mts})}{2}$									
P = 910.46 Kg									
$f_c = \frac{P}{A}$									
fc = 910.46 Kg / 625 cms <sup>2</sup>									
fc = 1.46 Kg/cm <sup>2</sup>									
Cálculo del armado de la columna									
Asumiendo el valor de $\rho = 1\% = 0.01$									
$\rho \cdot Ag = 0.01(625 \text{ cms}^2)$									
$\rho \cdot Ag = 6.25 \text{ cm}^2$									
Si se utiliza 8 varillas No. 3, el área de acero es 5.68 cms <sup>2</sup>									
$\rho = \frac{5.68 \text{ cms}^2}{625 \text{ cms}^2}$									
$\rho = 0.0091$									
Usando un reductor de carga a compresión:									
$P_o = \theta \left[ 0.85 f'_c (A_g - A_s) + f_y A_s \right]$ donde $\theta = 0.70$									
$P_o = 0.75 \cdot 0.70 \left( (0.85)(625 - 5.68) + (2810)(5.68) \right)$									
$P_o = 66.417.45 \text{ Kgs.}$									
$66.417.45 > 910.46$									
$P_o \rightarrow P$ entonces basta con colocar 8 varillas No.3									

## Continuación de la tabla No.9

DISEÑO DE COLUMNAS 0.10 X 0.16									
Calculo de la carga que llega a la columna									
$w$	$= W$ (separación ) + $CV$ (separación ) + $Wviga$	$=$	$separación$	$(W + CV ) + Wviga$					
donde separación = 2.55 mts. W = peso carga muerta = 6.65 Kg/m <sup>2</sup> CV = peso de la carga viva = 88.66 Kg/m <sup>2</sup> Wviga = peso de la viga = 5.06 Kg/m w = separación * (W <sub>C.M.</sub> + W <sub>C.V.</sub> ) + W <sub>viga</sub> w = 4.39 mts. * (95.31 Kg/m <sup>2</sup> ) + 5.06 Kg/m w = 423.47 Kg/m $P = \frac{w \cdot l}{2}$ l = 7.69 mts P = (423.47 Kg/m * 4.3 mts) / 2 P = 910.46 Kg $f_c = \frac{P}{A}$ fe= 910.46 Kg / 150 cms <sup>2</sup> fe= 6.07 Kg/cm <sup>2</sup>									
Calculo del armado de la columna									
Asumiendo el valor de $\rho = 1\% = 0.01$									
$\rho$ Ag=	0.01(150 cms <sup>2</sup> )	Ag= col de 10cmx15cm							
$\rho$ Ag=	1.50 cm <sup>2</sup>								
Si se utiliza 2 varillas No. 3, el área de acero es 1.42 cms <sup>2</sup>									
$\rho$	$= \frac{1.42 \text{ cms}^2}{150 \text{ cms}^2}$								
$\rho$	$= 0.0095$								
Usando un reductor de carga a compresión:									
$P_o = \theta [ 0.85 f'_c (A_g - A_s ) + \beta A_s ]$	donde $\theta = 0.70$								
$P_o = 0.75 * 0.70 [ (0.85)^2 (210)^2 (150-1.42) + (2810)^2 (1.42) ]$	donde $\theta = 0.75$								
$P_o =$	16,018.56	Kg.							
$P_o > P$	910.46								
entonces basta con colocar 2 varillas No. 3									

Fuente: Elaboración propia

Tabla No.10 DISEÑO DEL CIMIENTO CORRIDO

INTEGRACION DE CARGAS									
Peso del muro									
$W_{muro} =$ alto $\cdot$ ancho $\cdot$ $\gamma_{mampostaria}$									Donde: ancho = 0.15 mts. alto = 3.30 mts. $\gamma_{mampostaria} = 1800 \text{ Kg/m}^3$
$W_{muro} = 4.30 \text{ mts.} \cdot 0.15 \text{ mts.} \cdot 1800 \text{ Kg/m}^3$									
$W_{muro} = 1161.0 \text{ Kg/m}$									
Peso del cimiento									
$W_{cimiento} =$ alto $\cdot$ ancho $\cdot$ $\gamma_{concreto}$									Donde: ancho = 0.40 mts. Asumido alto = 0.20 mts. $\gamma_{concreto} = 2400 \text{ Kg/m}^3$
$W_{cimiento} = 0.40 \text{ mts.} \cdot 0.20 \text{ mts.} \cdot 2400 \text{ Kg/m}^3$									
$W_{cimiento} = 192 \text{ Kg/m}$									
Peso que tributa al muro									
$W_{que tributa al muro} = (W_{laminas} + W_{asistencias} + W_{instalaciones} + W_{vigas}) \cdot a$									Donde: a = ancho tributario a = 2.55 mts.
$W_{que tributa al muro} = (3.68 + 2.53 + 0.34 + 1.99) \cdot 2.55$									
$W_{que tributa al muro} = 21.78 \text{ Kg/m}$									
Peso de la carga viva									
$W_{c.v.} = 88.66 \text{ Kg/m}^2 \cdot a$									
$W_{c.v.} = 88.66 \text{ Kg/m}^2 \cdot 2.55 \text{ mts.}$									
$W_{c.v.} = 226.08 \text{ Kg/m}$									
Peso total del muro									
$W_{muro} = 1.4 W_{c.m.} + 1.7 W_{c.v.}$									
$W_{muro} = 1.4 (1161.0 \text{ Kg/m} + 192 \text{ Kg/m} + 21.78 \text{ Kg/m}) + 1.7 (226.08 \text{ Kg/m})$									
$W_{muro} = 1924.69 \text{ Kg/m} + 384.34 \text{ Kg/m}$									
$W_{muro} = 2309.03 \text{ Kg/m}$									
DETERMINACION DEL ANCHO									
Donde:									
b = ancho del cimiento									
$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$									
$f_v = 2810 \text{ Kg/cm}^2$									
$F_s = 15,000 \text{ Kg/m}^2$									
$F_s = P/A$		$\rightarrow$	$A = P/F_s$		$\rightarrow$	$A = b \cdot l$			
donde									
$b = (2309.03 \text{ Kg/m}) / (15,000 \text{ Kg/m}^2)$									
$b = 0.15 \text{ mts.}$									
$b < 2l$ donde $l =$ espesor del muro = 0.15 mts.									
$0.15 < 2(0.15) = 0.30$									
Para efectos de diseño se asumirá un ancho de cimiento de 0.40 mts. $\gamma$ peralte de 0.20 mts. (esto lo especifica el AGIES)									

## Continuación de la tabla No.10

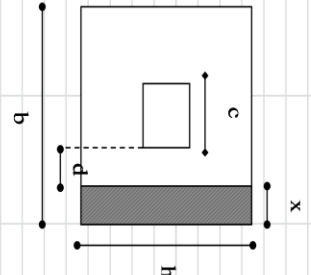
<p><b>CHEQUEO A CORTE SIMPLE</b></p> <p>Con los datos asumidos en el párrafo anterior se verifica si el corte actuante es menor al corte resistente, si es así los datos asumidos son correctos.</p> $V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c}$ $V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210}^{1/2}$ $V_r = 6.53 \text{ Kg/cm}^2$	$V_a = \frac{P}{l}$ $V_a = (2309.03 \text{ Kg/m}) / (40-15)$ $V_a = 3.86 \text{ Kg/cm}^2$ <p style="text-align: center;"><b>Va &lt;&lt; Vr Si Chequea</b></p>
<p><b>CHEQUEO A FLEXION</b></p> <p>Tomando los datos de 0.40 mts. De base, 0.15 mts. De peralte y 0.07 mts. De recubrimiento se tiene:</p> <p><math>W = P/l</math></p> <p>Donde:  P = peso del muro intermedio  b = base del cimiento</p> $W = (2309.03 \text{ Kg/m}) / 0.40 \text{ mts}$ $W = 5772.58 \text{ Kg/m}$ <p>Cálculo del momento</p> $M = \frac{Wl^2}{2}$ $M = (5772.58 \text{ Kg/m}) * (0.1625)^2 / 2$ $M = 76.22 \text{ Kg-m}$ <p>Cálculo del refuerzo</p> $Mu = 76.22 \text{ Kg-m}$ $b = 40 \text{ cms.}$ $d = 15 \text{ cms.}$ $As = \left[ \frac{Mu}{bd} - \left( \frac{Mu}{0.003825} - \frac{b}{f'c} \right) \right] * 0.85 * f'c$ $As = \left[ \frac{(40 * 1.5) - \sqrt{(40 * 1.5)^2 - (7622 * 40)}}{0.003825 * 210} \right] * 0.85 * 2810$ <p>As requerida = 0.201 cm<sup>2</sup></p> <p>Cálculo del refuerzo mínimo</p> $As_{min} = 0.40(14.1/F_y)^{1/2} * d$ $As_{min} = 0.40(14.1/2810)^{1/2} * 40-15$ $As_{min} = 1.20 \text{ cm}^2$ <p>Como el área de acero mínimo es mayor que el área de acero requerida, se utilizará el acero mínimo.</p>	
<p>Número de varillas = As<sub>min</sub>/Área varilla No. 3</p> <p>Número de varillas = 1.20 cm<sup>2</sup> / 0.71 cm<sup>2</sup></p> <p>Número de varillas = 1.69 = 2 varillas No. 3</p> <p>Por seguridad se usarán 3 varillas No. 3 con estabones No. 2 @ 0.20 mts.</p> <p>Con un ancho 0.40 Y peralte por seguridad de 0.20 mts.</p>	

Fuente: Elaboración propia

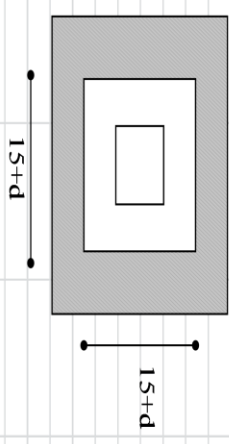




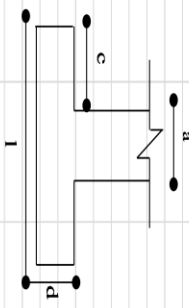
## Continuación de la tabla No.11

PRESION DEL SUELO	Donde: P = peso de la columna critica Az = área de la zapata	
Q = P/Az		
Q = 497.36 Kg / 0.36 m <sup>2</sup>		
Q = 1381.56 Kg/m <sup>2</sup>		
CHEQUEO A CORTE SIMPLE		
Area de chequeo a corte simple		
		
$Vr = 0.85 * 0.53 * (bd) * \sqrt{f'c}$	Donde:	
Vac=x*h*Q	x = distancia de chequeo de corte simple	
x = b/2 - c/2 - d	h = base de la zapata	
x = 60/2 - 15/2 - 20	Q = presión del suelo	
x = 2.5 cms	d = peralte = 13 cms.	
Vr = 0.85 * 0.53 * (210) <sup>1/2</sup> * 60 * 20 = 7.834.04 Kg		
Vac = 0.95 * 0.60 * 1381.56 = 787.49 Kg		
<b>Vac &lt;&lt; Vr</b>		
<b>Las dimensiones de la zapata cumplen con el chequeo por corte simple.</b>		

## Continuación de la tabla No.11

<p style="text-align: center;"><b>CHEQUEO A CORTE PUNZONANTE</b>                      Área de chequeo de punzonamiento</p>									
									
$Vr = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * bo * d$					Donde: bo = perímetro de sección crítica de punzonamiento				
$bo = 4 * (15+d)$ $bo = 4 * (15+20)$ $bo = 140 \text{ cms}$									
$Vr = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 140 * 20$ $Vr = 18,279.42 \text{ Kg}$									
$Va = ((\text{área de la zapata}) - (\text{área de la columna} + \text{peralte c.c})) * (\text{área de la columna} + \text{peralte c.c}) * (Q)$ $Va = ((0.60 * 0.60) - (0.35 * 0.35)) * (1381.56)$ $Va = 168.88 \text{ Kg}$									
$Vr >> Va$									
<b>18,279.42 Kg &gt;&gt; 168.88 Kg</b>									
Las dimensiones de la zapata cumplen el chequeo punzonante.									
<b>CHEQUEO A FLEXION</b>									
Datos: b = 60 cms d = 20 cms									
$M = \frac{WL^2}{2}$									
$M = \frac{Ql^2}{2}$									
$M = (1381.56 * (0.60)^2) / 2$ $M = 248.68 \text{ Kg - m}$									

## Continuación de la tabla No.11

<b>DISEÑO DE ZAPATAS 1M X 1M</b>	
la columna critica es la que estara ubicada donde se parte en dos agua el techo el cual equivale a una altura de <b>4.30</b> sección de 0.25 mts. * 0.25 mts. y una altura de 4.30 mts.	
Se toman como datos:	
Fy = 2810 Kg/cm <sup>2</sup>	
fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	
$\mu$ = capacidad de carga permisible del terreno = 15.000 Kg/m <sup>2</sup>	
<b>INTEGRACION DE CARGA</b>	
Longitud del lado donde el techo se dividira en 2 aguas = 22.15 mts.	
Total Peso de la cubierta = 910.46 Kg	
Total Peso de la columna = 0.25 mts. * 0.25 mts. * 4.30 mts. * 2400 Kg/cm <sup>2</sup> = 645 Kg	
Total de columnas del tramo calculado = 3	
Peso sobre cada columna = 910.46 Kg / 3 columnas = 303.49 Kg	
<b>Peso total sobre la zapata = 645 Kg + 303.49 Kg = 948.49 Kg</b>	
<b>Se asumen zapatas con las siguientes dimensiones: 1 mts. * 1 mts. * 0.20 mts.</b>	
W <sub>zapata</sub> = 1 mts. * 1 mts. * 0.20 mts. * 2400 Kg/m <sup>3</sup>	
W <sub>zapata</sub> = 480 Kg	
W <sub>total</sub> = W <sub>zapata</sub> + W <sub>total</sub> sobre la zapata	
W <sub>total</sub> = 480 Kg + 948.49 Kg	
W <sub>total</sub> = <b>1,428.49 Kg</b>	
<b>AREA DE ZAPATA REQUERIDA</b>	
A = P/ $\mu$	
A = 1428.49 Kg / 15.000 Kg/m <sup>2</sup>	
A=0.095 m <sup>2</sup>	
A propuesta = 1 mts. * 1 mts. = 1 m <sup>2</sup>	
<b>A &lt;&lt; A<sub>propuesta</sub></b>	
<b>El área propuesta es mayor que la calculada, por lo que las dimensiones asumidas estan correctas.</b>	
<b>NOMENCLATURA DE LA ZAPATA</b>	
	



## Continuación de la tabla No.11

<p><b>CHEQUEO A CORTE PUNZONANTE</b>                      Área de chequeo de punzonamiento</p>	
$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * h_o * d$	Donde: bo = perimetro de sección crítica de punzonamiento
$bo = 4 (25+d)$ $bo = 4 (25+20)$ $bo = 180 \text{ cms}$	
$V_r = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 180 * 20$ $V_r = 23,502.11 \text{ Kg}$ $V_a = (\text{área de la zapata}) - (\text{área de la columna} + \text{peralte c. c.}) * (\rho)$ $V_a = ((1*1) - (0.45*0.45)) * (1428.49)$ $V_a = 1,427.69 \text{ Kg}$	$V_r >> V_a$ <b>23,502.11 Kg &gt;&gt; 1427.69 Kg</b> Las dimensiones de la zapata cumplen el chequeo punzonante.
<b>CHEQUEO A FLEXION</b>	
Datos: $b = 100 \text{ cms}$ $d = 20 \text{ cms}$	
$M = \frac{Wl^2}{2}$	
$M = \frac{ql^2}{2}$	
$M = (1428.49 * (1)^2)/2$ $M = 714.25 \text{ Kg - m}$ $A_s = \rho b d$ $18.523394366$	$2.192$  $2.192$  <b>3.08732394</b>
la zapata se reforzará con varillas de 3/8" en ambos sentidos @ 0.12	

Fuente: Elaboración propia