

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**ESTUDIO DEFINITIVO DE AMPLIACION Y
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TACNA**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO SANITARIO

**RODRIGUEZ ROJAS CESAR RAYMUNDO
RODRIGUEZ ROJAS ROGER SANTIAGO**

LIMA - PERU

1,993

INDICE

DEDICATORIA		I
SUMARIO		II
RELACION DE CUADROS Y GRAFICOS		III
RELACION DE PLANOS		IV
CAP. I	GENERALIDADES	01
1.1	Objetivo	02
1.2	Ubicación	02
	Mapa del Perú	03
	Mapa del Departamento de Tacna	04
1.3	Breve Reseña Histórica	05
1.4	Extensión - Topografía - Suelo	07
1.4.1	Extensión	07
1.4.2	Topografía	08
1.4.3	Suelo	08
1.5	Clima - Metereología	09
1.5.1	Clima	09
1.5.2	Precipitación Pluvial	09
	Cuadro Nº1.1 Características de las Estaciones Metereológicas	09
	Cuadro Nº1.2 Información Climatológica CALANA	10
	Cuadro Nº1.3 Información Climatológica TARATA	11
1.5.3	Temperatura	12
1.5.4	Presión Atmosférica	12
1.5.5	Humedad Relativa	12
1.5.6	Vientos	12
1.6	Medios de Comunicación	12
1.7	Población Urbana y Rural	13
	Cuadro Nº1.4 Poblacion Urbana y Rural	14
1.8	Morbilidad y Mortalidad	14
	Cuadro Nº1.5 Causas de Mortalidad	15
	Cuadro Nº1.6 Causas de Mortalidad en menores de 01 año	16
	Cuadro Nº1.7 Defunciones por Sexo según Distritos	17
	Cuadro Nº1.8 Defunciones por Sexo según Provincias	18
1.9	Actividades Económicas	19
1.10	Encuestas - Censos	19
	Cuadro Nº1.9 Nacimientos por Sexo según Distritos	20
	Cuadro Nº1.10 Población total por área urbana, rural, y sexo	21
	Cuadro Nº1.11 Proyecciones de la Población por años calendarios según Prov. y Distritos	22

CAP. II	DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACTUAL DE ALCANTARILLADO	23
2.1	Descripción de los Sistemas Existentes	23
2.2	Replanteo y Evaluación del Sistema existente	24
2.2.1	Conexiones Domiciliarias	24
	Cuadro A: Condición actual de las conexiones de desague	25
	Cuadro B: Deficiencias de las conexiones de desague	25
	Cuadro N°2.1 Evaluación de conexiones de desague muestreadas por calles	26
	Cuadro N°2.2 Evaluación de conexiones de desague en la población muestreal de la ciudad	27
	Cuadro N°2.3 Número de conexiones conectadas al sistema de alcantarillado	29
	Grafico N°2.1 Incremento de conexiones de desague	30
2.2.1.1	Población Servida	31
	Cuadro N°2.4 Número de conexiones de desagües existentes y potenciales por categorías	32
	Cuadro N°2.5 Número de conexiones de desagües potenciales	33
	Cuadro N°2.6 Número de conexiones de desagües existentes	34
	Cuadro N°2.7 Número de conexiones de desagües existentes en uso	35
	Cuadro N°2.8 Número de conexiones de desagües existentes sin uso	36
	Cuadro N°2.9 Número de conexiones de desagües existentes que poseen caja de registro	37
	Cuadro N°2.10 Número de conexiones de desagües existentes que no poseen caja de registro	38
	Cuadro N°2.11 Número de conexiones de desagües existentes que no poseen tapa de registro	39
2.2.1.2	Población no Servida	40
2.2.1.3	Sistemas individuales de disposición de excretas	40
	Cuadro N°2.12 Población servida por el sistema de alcantarillado	41
	Cuadro N°2.13 Número de predios habitados que no tienen conexión de desague	42
	Cuadro N°2.14 Población no servida por el sistema de alcantarillado	43
	Cuadro N°2.15 Metrado de redes colectores del sistema existente de alcantarillado	45

2.2.2	Redes Colectoras	45
	Cuadro N°2.16 Metrado de las redes colectoras	45
	Cuadro N°2.17 Conductividad de las muestras de suelo	46
	Cuadro N°2.18 pH de las muestras de suelo	46
2.2.3	Emisor	49
2.2.4	Buzones	49
	Cuadro N°2.19 Características físicas e hidráulicas de los com- ponentes principales del sistema de recolección	50-57
	Cuadro N°2.20 Ecuaciones de capacidad en función de la pendiente y tirante	58
2.2.5	Planta de Tratamiento de Desagües	59
	Gráfico N°2.2 Planta de Tratamiento	60
	Gráfico N°2.3 Planta de Tratamiento de desagües Leguía	63
2.2.5.1	Disposición Final	64
2.2.5.2	Operación y Mantenimiento	64
	Gráfico N°2.4 Sistema de canales que conducen el efluente de la Planta de Tratamiento	66
	Cuadro N°2.21 Formulario: Preguntas para la entrevista del Operador	67
	Cuadro N°2.22 Componentes de Laguna Leguía	68
	Gráfico N°2.22 Programa de Mantenimiento de los equipos de SENAPA	69
2.3	Calidad y Cantidad	70
2.3.1	Aforo	70
2.3.2	Capacidad de Oxigenación	70
	Cuadro N°2.23 Aforos-Planta de Trata- miento Experimental	71-72
	Cuadro N°2.24 Capacidad de Transferen- cia para diferentes concentraciones de Oxígeno en el Reactor	73
2.3.3	Remoción de D.B.O	74
2.3.4	Oxígeno Disuelto	74
	Cuadro N°2.25 Análisis Físico-Químico de desagüe Crudo y Tratado	75
	Cuadro N°2.26 Características del desagüe crudo y del desagüe tratado	76
	Cuadro N°2.27 Análisis Físico-Químico Aguas Residuales en Tratamiento	77
2.3.5	Remoción de Coliformes	78
2.3.6	Conclusión	78
	Cuadro N°2.28 Análisis Bacteriológico Aguas en Tratamiento	79

Gráfico N°2.5	Remoción de DBD vs. Período de retención en lagunas aeradas	80
Gráfico N°2.6	Correlación entre cargas aplicadas y remoción para lagunas secundarias	81
Gráfico N°2.7	Variación de Coliformes Planta de Tratamiento Experimental	82

CAP. III	CONSIDERACIONES BASICAS PARA LA ELABORACION EN UN PROYECTO DE AMPLIACION Y MEJORAMIENTO	84
3.1	Etapas y Períodos de Diseño	84
	Cuadro N°3.1 Etapas y Período de Diseño	84
3.1.1	Factores que determinan el Período de Diseño	85
3.1.2	Factores de Orden Material	85
3.1.3	Factores de Orden Poblacional	85
3.1.4	Factores de Orden Económico	85
3.1.5	Factores de Orden Financiero	85
3.2	Expansión Urbana	85
3.2.1	Áreas de Expansión	86
	Cuadro N°3.2 Áreas de Expansión	87
3.2.2	Densidades Crecimiento Poblacional	88
	Cuadro N°3.3 Densidades	88
	Cuadro N°3.4 Censos Poblacionales	89
	Cuadro N°3.5 Método de Interés Simple	90
	Cuadro N°3.6 Método Geométrico	92
	Cuadro N°3.7 Método Parábola de Segundo Grado	95
	Cuadro N°3.8 Método Mínimos Cuadrados	98
	Cuadro N°3.9 Crecimiento del Perú	99
	Gráfico N°3.1 Curvas Seleccionadas Poblaciones Futuras	100
3.3	Dotación de Agua	101
	Cuadro N°3.10 Proyección de Agua Potable	102
3.4	Población Servida de Alcantarillado	103
3.5	Porcentaje de Contribución de Agua al Desague	103
3.6	Variaciones de Consumo	103
	Cuadro N°3.11 Proyección de la Demanda al Sistema de Recolección y Disposición Final de Aguas Servidas	104
3.7	Caudales de Diseño	105
3.8	Conexiones Domiciliarias	105

CAP. IV	ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA LA DISPOSICION FINAL DE LOS DESAGUES	106
4.1	Consideraciones Generales	107
4.1.1	Medidas Inmediatas de Emergencia	108
4.2	Primera Alternativa	108
4.3	Segunda Alternativa	109
4.4	Conclusiones	109
CAP. V	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	110
5.1	Planteamiento General	110
5.2	Funcionamiento del Sistema Proyectado	111
5.3	Metodología para la determinación de Caudales por áreas de drenaje	112
5.3.1	Áreas de Expansión	112
5.3.2	Área Urbanizada	112
5.3.3	Coefficiente de Descarga	112
5.4	Cálculo Hidráulico del Sistema de Alcantarillado	113
	Cuadro N°5.1 Pendientes Mínimas	114
5.5	Diseño de Colectores	115
5.6	Colectores Principales	115
5.7	Interceptores	117
5.8	Emisores	117
5.9	Redes Colectoras	118
	Cuadro N°5.2 Calculo Hidráulico del Sistema de Alcantarillado	119-131
5.10	Especificaciones Técnicas	
	Pruebas Hidráulicas y de Nivelación	
	Alineamiento de las líneas de desague	132
5.10.1	Generalidades	132
5.10.2	Pruebas de Nivelación y Alineamiento	132
5.10.3	Pruebas Hidráulicas	133
	Cuadro N°5.3 Pérdida admisible de agua en las pruebas de filtración e infiltración	135
CAP. VI	DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES	136
6.1	Generalidades	136
6.2	Pre-Tratamiento - Cámara de Rejas	137
	Cuadro N°6.1 Condiciones de Trabajo en Cámara de Rejas	141
6.3	Medidor de Gasto de Aguas Residuales	145
6.3.1	Medidor Palmer-Bowlus	146
6.3.2	Confeción de la Curva de Calibración de un medidor Palmer-bowlus	147
	FIG. 3 Flow coeficientes for Palmer-bowlus flumes with rectangular thwats in rectangular conduits	151
	Gráfico : Curva de Calibración de Medidor Palmer-bowlus	152
	Cuadro N°6.2 Valores obtenidos para	

	Cuadro N°6.2 Valores obtenidos para la construcción de la Curva de Calibración del Medidor Palmer-Bowlus	153
6.3.3	Estructura de Entrada y Salida	153
	Cuadro N°6.3 Canal de Distribución I	160
	Cuadro N°6.4 Canal de Distribución II'	160
	Cuadro N°6.5 Cálculo Hidráulico Canal de Recolección	161
6.4	Lagunas de Estabilización Facultativas Primera Etapa (Año 2000)	162
6.4.1	Diseño de Lagunas Primarias	162
	Esquema Laguna Primaria	164
6.4.2	Diseño de Lagunas Secundarias	165
	Esquema Laguna Secundaria	166
6.4.3	Remoción de Organismos Patógenos	167
6.4.4	Diseño de Trinchera de Lodos	169
6.4.5	Características de las Lagunas de Estabilización	169
6.5	Lagunas de Estabilización Facultativas Segunda Etapa (Año 2010)	171
6.5.1	Diseño de Lagunas Primarias	171
6.5.2	Diseño de Lagunas Secundarias	172
6.6	Reuso de los Desagües Tratados	175
6.7	Recomendaciones Lagunas de Estabilización Normas de Construcción	177

PARTE I MOVIMIENTO DE TIERRAS 178

1.0	Limpieza y Desforestación	178
2.0	Excavación	179
2.1	Excavación en Explanación	179
2.2	Préstamos	180
3.0	Terraplenes (Diques)	181
3.1	Rellenos	181
3.2	Compactación	183
3.3	Afirmado	185
4.0	Estabilizado	186

PARTE II

5.0	Acabado	187
5.1	Pavimentos	187
5.2	Impermeabilización	188
6.0	Varios : Cerco y Sembrío de Gras	189

ANEXO N° 1

	Determinación de los Límites de Atterberg	190
	Equipo	192
	Ajuste del aparato para el Límite Líquido	192
	Procedimiento	193
	Preparación de muestra :	
	Método Seco	193
	Método Húmedo	194
	Procedimiento para la prueba del Límite Líquido	194
	Procedimiento del Ensayo del	

Límite Plástico	196
Registro	197
Precauciones para el Ensayo	198
Formato (Límites de Atterberg)	200
Determinación de la cantidad de material que pasa el Tamiz N°200	201

ANEXO N° 2

Generalidades - Equipo - Preparación de la Muestra	201
Procedimiento - Cálculo	202

PRUEBAS DE COMPACTACION CON OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

ANEXO N° 3

Aparatos necesarios	203
Preparación de la muestra-Procedimiento para la Prueba	204
Cálculos	208
Curva Optima de Humedad - Modificación del procedimiento de prueba para condiciones especiales	209
Plato de Base	210
Equipo improvisado de compactación - Optimo contenido de humedad para suelos con grava-molde compactación y collar	211

ENSAYO DE COMPACTACION METODO PROCTOR MODIFICADO

ANEXO N° 4

Generalidades	212
Equipo - Preparación de la Muestra	213
Procedimiento	214
Cálculo - Curva de Compactación	216

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE GRUPOS DE ARCILLA Y LIMO EN LOS AGREGADOS

ANEXO N° 5

Generalidades - Equipo - Preparación de la Muestra	217
Procedimiento	218
Cálculo	219

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO

ANEXO N° 6

Generalidades - Objeto - Definiciones	
Procedimiento del Hoyo - Obtención de la Muestra	220
Determinación del Volumen del hueco con arena-método para calibrar la arena	221
Cálculo del peso unitario de la muestra	
Determinación del volumen del hueco usando arena calibrada	222

<i>Cálculo del volumen de la muestra</i>	
<i>Determinación del peso seco de una muestra de suelo</i>	223
<i>Cálculo de la muestra - Cálculo de los pesos unitarios</i>	
<i>Cálculo de la muestra</i>	224
<i>Metrado Proyecto Tesis de Alcantarillado de la Ciudad de Tacna</i>	225
<i>Presupuesto Red de Colectores</i>	226-230
<i>Presupuesto Emisor-1</i>	231-232
<i>Presupuesto Laguna de Oxidación de la Yarada</i>	233-234
<i>CONCLUSIONES</i>	
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	

DEDICATORIA

La meta alcanzada no se hubiera dado sin la ayuda material y espiritual de nuestros queridos padres **ADAN** y **BERNAVITA**, a quienes se los debemos.

A nuestra hermana **ISIDRA**, por su apoyo y esfuerzo infatigable que nos brindó durante nuestra formación académica.

A todos nuestros hermanos que con su apoyo incansable nos incentivaron a culminar esta difícil tarea.

A nuestros profesores, en especial a **DAVID ARRIZ**, **LUIS MALNATTI**, **PABLO PACCHA**, quienes nos guiaron con sus consejos y conocimientos afin de lograr la formación académica.

CESAR - ROGER

SUMARIO

La Ciudad de Tacna cuenta con un Sistema de Alcantarillado con múltiples problemas debido a aspectos técnicos como por antigüedad de sus instalaciones. Estas deficiencias producen atoros, que a su vez deterioran el aspecto estético de la ciudad y contaminan el ambiente y redes de agua potable.

El estudio realizado tanto del Sistema de Alcantarillado, recolección y disposición final contribuye a mejorar las instalaciones y tratamiento de los desagües así como prevenir epidemias dando importancia primordial a la salud del Ser Humano.

La Topografía de la Ciudad de Tacna se presta para recolectar los desagües de toda la ciudad hacia un punto donde se plantea el tratamiento, favoreciendo económicamente al agro y reduciendo considerablemente enfermedades propias de la contaminación por desagües.

El Estudio además presenta soluciones que contribuyen a mejoras económicas, así como de operación y mantenimiento.

RELACION DE CUADROS Y GRAFICOS

GRAFICO	N° 1.1	MAPA DEL PERU
GRAFICO	N° 1.2	MAPA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA
CUADRO	N° 1.1	CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES METEREOLÓGICAS
CUADRO	N° 1.2	INFORMACION CLIMATOLÓGICA - CALANA
CUADRO	N° 1.3	INFORMACION CLIMATOLÓGICA - TARATA
CUADRO	N° 1.4	POBLACION URBANA Y RURAL
CUADRO	N° 1.5	CAUSAS DE MORTALIDAD
CUADRO	N° 1.6	CAUSAS DE MORTALIDAD EN MENORES DE 61 AÑOS
CUADRO	N° 1.7	DEFUNCIONES POR SEXO SEGUN DISTRITOS
CUADRO	N° 1.8	DEFUNCIONES POR SEXO SEGUN PROVINCIAS
CUADRO	N° 1.9	NACIMIENTOS POR SEXO SEGUN DISTRITOS
CUADRO	N° 1.10	POBLACION TOTAL POR AREA URBANA , RURAL Y SEXO
CUADRO	N° 1.11	PROYECCIONES DE LA POBLACION POR AÑOS CALENDARIOS SEGUN PROVINCIAS Y DISTRITOS
CUADRO	A	CONDICION ACTUAL DE LAS CONEXIONES DE DESAGUE
CUADRO	B	DEFICIENCIAS DE LAS CONEXIONES DE DESAGUE
CUADRO	N° 2.1	EVALUACION DE CONEXIONES DE DESAGUE MUESTRADAS POR CALLES
CUADRO	N° 2.2	EVALUACION DE LAS CONEXIONES DE DESAGUE EN LA POBLACION MUESTRAL DE LA CIUDAD
CUADRO	N° 2.3	NUMERO DE CONEXIONES CONECTADAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
GRAFICO	N° 2.1	INCREMENTO DE CONEXIONES DE DESAGUE
CUADRO	N° 2.4	NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES Y POTENCIALES POR CATEGORIAS
CUADRO	N° 2.5	NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES POTENCIALES

CUADRO	N° 2.6	NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES
CUADRO	N° 2.7	NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES EN USO
CUADRO	N° 2.8	NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES SIN USO
CUADRO	N° 2.9	NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES QUE POSEEN CAJA DE REGISTRO
CUADRO	N° 2.10	NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES QUE NO POSEEN CAJA DE REGISTRO
CUADRO	N° 2.11	NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES QUE NO POSEEN TAPA DE REGISTRO
CUADRO	N° 2.12	POBLACION SERVIDA POR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
CUADRO	N° 2.13	NUMERO DE PREDIOS HABITADOS QUE NO TIENEN CONEXION DE DESAGUE
CUADRO	N° 2.14	POBLACION NO SERVIDA POR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
CUADRO	N° 2.15	METRADO DE REDES COLECTORAS DEL SISTEMA EXISTENTE DE ALCANTARILLADO
CUADRO	N° 2.16	METRADO DE LAS REDES COLECTORAS
CUADRO	N° 2.17	CONDUCTIVIDAD DE LAS MUESTRAS DE SUELO
CUADRO	N° 2.18	PH DE LAS MUESTRAS DE SUELO
CUADRO	N° 2.19	CARACTERISTICAS FISICAS E HIDRAULICAS DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RECOLECCION
CUADRO	N° 2.20	ECUACIONES DE CAPACIDAD EN FUNCION DE LA PENDIENTE Y TIRANTE
CUADRO	N° 2.21	FORMULARIO: PREGUNTAS PARA LA ENTREVISTA DEL OPERADOR

CUADRO	Nº 2.22	COMPONENTES DE LAGUNA LEGUIA
CUADRO	Nº 2.23	AFOROS - PLANTA DE TRATAMIENTO EXPERIMENTAL
CUADRO	Nº 2.24	CAPACIDAD DE TRANSFERENCIA PARA DIFERENTES CONCENTRACIONES DE OXIGENO EN EL REACTOR
CUADRO	Nº 2.25	ANALISIS FISICO - QUIMICO DE DESAGUE CRUDO Y TRATADO
CUADRO	Nº 2.26	CARACTERISTICAS DEL DESAGUE CRUDO Y DESAGUE TRATADO
CUADRO	Nº 2.27	ANALISIS FISICO - QUIMICO AGUAS RESIDUALES EN TRATAMIENTO
CUADRO	Nº 2.28	ANALISIS BACTEREOLOGICO AGUAS EN TRATAMIENTO
GRAFICO	Nº 2.2	PLANTA DE TRATAMIENTO
GRAFICO	Nº 2.3	PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES LEGUIA
GRAFICO	Nº 2.4	SISTEMA DE CANALES QUE CONDUCEN EL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
GRAFICO	Nº 2.22	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE SENAPA
GRAFICO	Nº 2.5	REMOCION DE DBO vs. PERIODO DE RETENCION EN LAGUNAS AERADAS
GRAFICO	Nº 2.6	CORRELACION ENTRE CARGAS APLICADAS Y REMOCION PARA LAGUNAS SECUNDARIAS
GRAFICO	Nº 2.7	VARIACION DE COLIFORMES PLANTA DE TRATA- MIENTO EXPERIMENTAL
CUADRO	Nº 3.1	ETAPAS Y PERIODOS DE DISEÑO
CUADRO	Nº 3.2	AREAS DE EXPANSION
CUADRO	Nº 3.3	DENSIDADES
CUADRO	Nº 3.4	CENSOS POBLACIONALES

CUADRO	N ^o 3.5	METODO DE INTERES SIMPLE
CUADRO	N ^o 3.6	METODO GEOMETRICO
CUADRO	N ^o 3.7	METODO PARABOLA DE SEGUNDO GRADO
CUADRO	N ^o 3.8	METODO MINIMOS CUADRADOS
CUADRO	N ^o 3.9	CRECIMIENTO DEL PERU
GRAFICO	N ^o 3.1	CURVAS SELECCIONADAS: POBLACIONES FUTURAS
CUADRO	N ^o 3.10	PROYECCION DE AGUA POTABLE
CUADRO	N ^o 3.11	PROYECCION DE LA DEMANDA AL SISTEMA DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL DE AGUAS SERVIDAS
CUADRO	N ^o 5.1	PENDIENTES MINIMAS
CUADRO	N ^o 5.2	
CUADRO	N ^o 5.3	PERDIDA ADMISIBLE DE AGUA EN LAS PRUEBAS DE FILTRACION E INFILTRACION
CUADRO	N ^o 6.1	CONDICIONES DE TRABAJO EN CAMARA DE REJAS
	FIG. 3	FLOW COEFICIENTES FOR PALMER - BOWLUS FLUMES WITH RECTANGULAR THWATS IN RECTANGULAR CONDUITS
GRAFICO	:	CURVA DE CALIBRACION DE MEDIDOR PALMER - BOWLUS
CUADRO	N ^o 6.2	VALORES OBTENIDOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA CURVA DE CALIBRACION DEL MEDIDOR PALMER - BOWLUS
CUADRO	N ^o 6.3	CANAL DE DISTRIBUCION I
CUADRO	N ^o 6.4	CANAL DE DISTRIBUCION II
CUADRO	N ^o 6.5	CALCULO HIDRAULICO CANAL DE RECOLECCION

RELACION DE PLANOS

DESCRIPCION	PLANO N ^o
-UBICACION DE LA CIUDAD DE TACNA Y PLANTA DE TRAT.	01
-LIMITE DEL PROYECTO POR ETAPAS - AREAS DE DRENAJE	02
-RED DE COLECTORES PRINCIPALES EXISTENTES Y PROYECTADOS - EMISOR	03
-RED GENERAL DE COLECTORES - DIAGRAMA DE FLUJOS	04
-EMISOR : PLANTA-PERFILES	05
-CANAL DE DISTRIBUCION : BATERIA I - II	05-H
-CANAL DE RECOLECCION BATERIA I - II - DETALLES	06
-CAMARA DE REJAS - MEDIDOR PALMER BOWLUS : DETALLES-CORTES	07
-PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES	08
-PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES - CORTES	09

CAPITULO I

GENERALIDADES

La ciudad de Tacna por su ubicación en la región de la costa, cuenta en la actualidad con un sistema de alcantarillado, que presenta una serie de problemas, en cuanto a su funcionamiento y disposición final; originando constantes atoros, contaminación y deterioro del ambiente por los malos olores, producto de los desagues sin tratamiento.

El presente estudio plantea alternativas de solución, integrando el sistema en una sola descarga de los desagues, que deberán ser concentrados en una planta de tratamiento, ubicada al sur de la ciudad. Los desagues tratados beneficiarán grandes extensiones de terrenos agrícolas.

Para el desarrollo de este trabajo se ha coordinado con las siguientes instituciones: SENAPA, SEDATACNA, CORDETACNA, COOPERATIVA AGRARIA, INE, MINISTERIO DE SALUD y LA MUNICIPALIDAD DE TACNA; obteniéndose información necesaria para dar un sustento sólido en el periodo de diseño considerado.

1.1 OBJETIVO

El presente estudio tiene los siguientes objetivos:

- Permitir el bienestar y buena salud a la población, mediante un sistema eficiente de alcantarillado, con tratamiento de los desagües, a fin de evitar, enfermedades de carácter hídrico, por contaminación del agua potable, debido al deterioro de las redes tanto de agua como de desagüe.
- Recolectar los desagües de la ciudad en una sola descarga, para su tratamiento, mejorando la operación y mantenimiento de los sistemas; así como, el reuso del efluente en la agricultura.
- Reubicar y ampliar los sistemas de tratamiento, usando en lo posible el emisor existente.
- Evitar el mal aspecto de la ciudad, debido a los malos olores que se presentan en la actualidad.
- Mejorar las redes existentes que por su antigüedad han sufrido deterioro; así mismo, propone la ampliación de redes en las zonas que carecen del servicio.

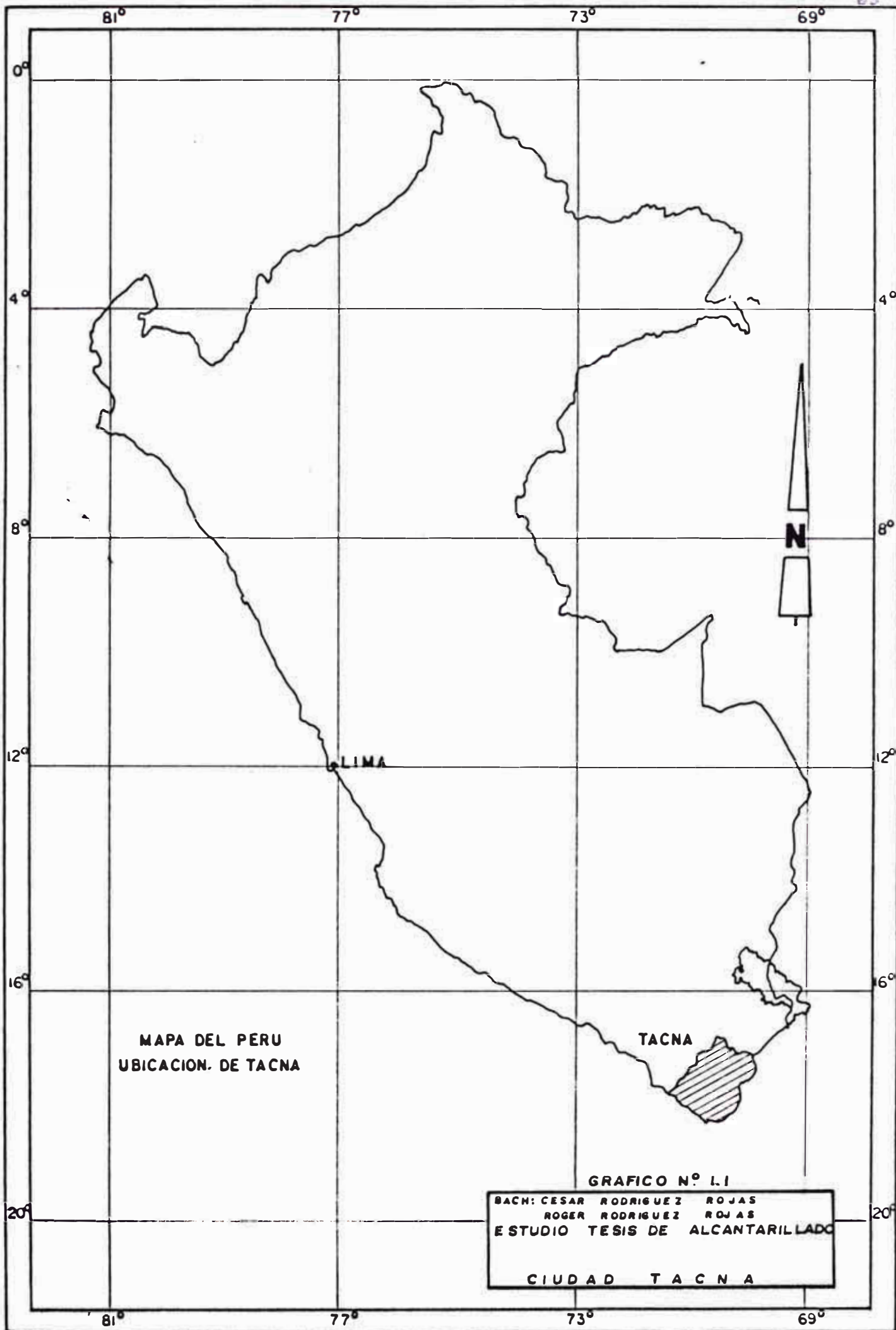
1.2 UBICACION

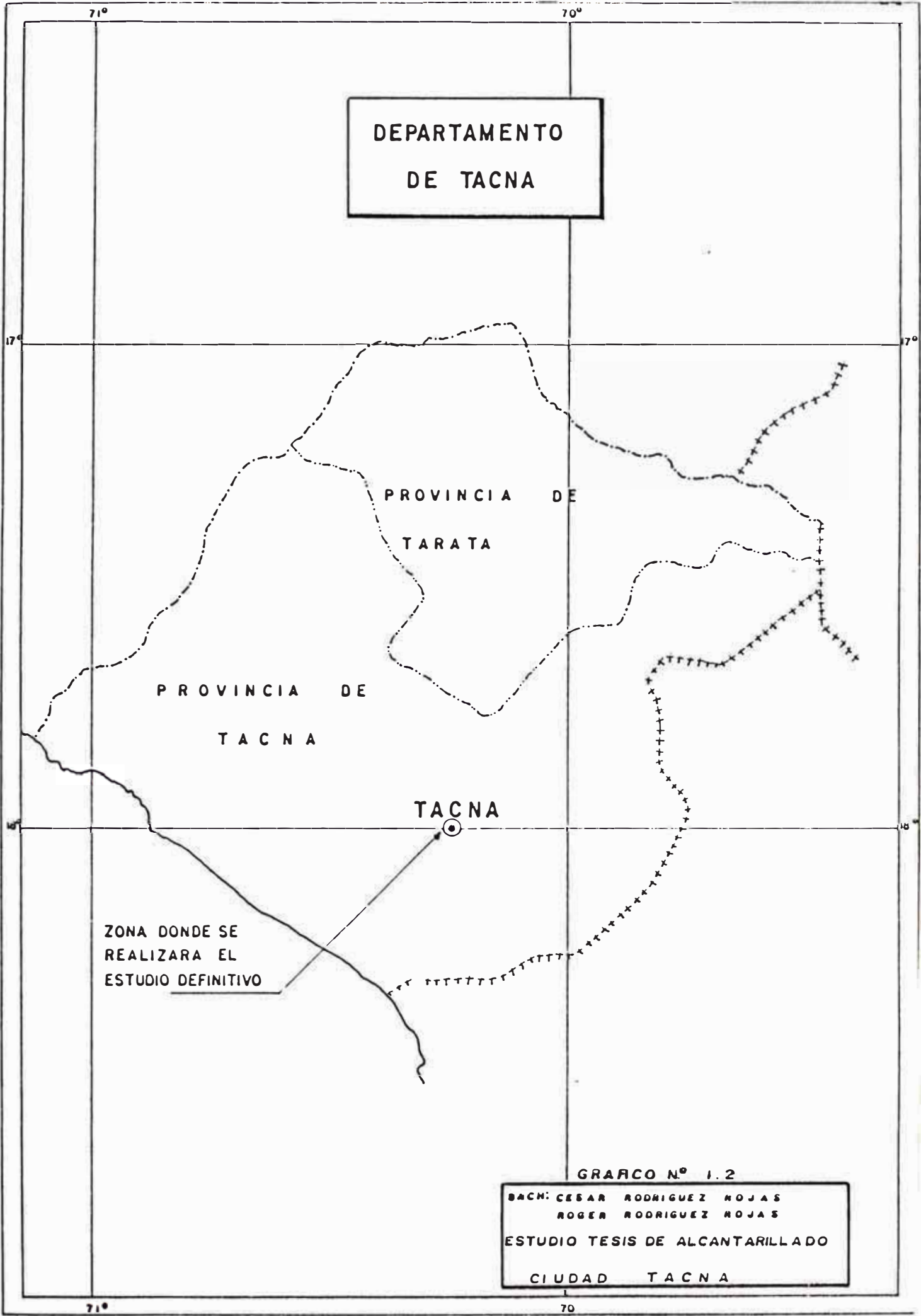
La ciudad de Tacna, se encuentra ubicada en el extremo sur del territorio nacional, a orillas del Río Caplina, en un tranquilo y soleado valle, en la región fronteriza con Chile, siendo sus coordenadas geográficas las siguientes:

Latitud : 17°59'38" Latitud sur
Longitud : 70°14'23" Longitud Oeste
Altitud : 569 m.s.n.m.

Departamento: Tacna Provincia: Tacna
Región : José Carlos Mariátegui.

Sus límites son: Por el Norte : Moquegua
Por el Sur : Chile
Por el Este : Puno y Bolivia
Por el Oeste : Océano Pacífico





DEPARTAMENTO
DE TACNA

PROVINCIA DE
TARATA

PROVINCIA DE
TACNA

TACNA

ZONA DONDE SE
REALIZARA EL
ESTUDIO DEFINITIVO

GRANCO N° 1.2
BACH: CESAR RODRIGUEZ NOJAS
ROGER RODRIGUEZ NOJAS
ESTUDIO TESIS DE ALCANTARILLADO
CIUDAD TACNA

1.3 BREVE RESEÑA HISTORICA

El nombre de Tacna parece provenir de las voces TAKANA, o TACCANA, de origen Aymara; primitivamente la zona de Tacna estuvo poblada por grupos Aymaras, quienes provenientes de la Meseta del Collao, lograron desarrollar una cultura local de carácter agrario, aprovechando las aguas de la zona alta del río Caplina.

Durante el periodo incaico, éste ejerció la dominación en la zona, pero permitió que prevalecieran sus costumbres propias, parte de las cuales se mantiene en la actualidad.

Tacna careció de fecha de fundación española, por cuanto existía con anterioridad en América; sin embargo, hay quienes le dan por fundada el 29 de Junio de 1537, fecha en que al retornar Almagro de su viaje por Chile, unos sacerdotes mercedarios que venían con él, celebraron lo que sería la primera misa, realizada en la zona denominada San Pedro de Tacna, por la cuál, ya antes habían pasado españoles.

En 1540, fué dada en encomienda a Pedro Pizarro y Hernando de Torres, sirviendo como lugar de paso, a comerciantes y viajeros que iban a Chile o bajaban de las minas de Plata de Potosí rumbo a Arica.

Su progreso económico se inicia en el siglo XVIII, con la instalación en ella de las Callanas y Cajas Reales.

Tacna fué, cuna de importantes movimientos libertarios contra el dominio español, iniciados en 1811 con el grito de Francisco de Zela.

En 1823, luego de lograda la Independencia, el Congreso la declara "Villa", para posteriormente el 26 de Mayo de 1828 ser declarada, "Ciudad Heroica", por los servicios prestados a la causa de la Independencia.

A raíz de la Guerra del Pacífico, es ocupada el 26 de Mayo de 1880 por Chile, luego de la Batalla del "Alto de la Alianza". Regresando físicamente al seno de la Patria el 28 de Agosto de 1929.

POCOLLAY

Zona de Campiña ubicada a 7 km. del centro de la ciudad, presenta variedad de restaurantes campestres, que ofrecen al visitante, platos típicos de la zona.

CALANA

Distrito que forma parte de la campiña tacneña, a escasos km. de la ciudad. Su clima es seco y templado, agradable para el paseo, destaca en Calana la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario, su alameda, sus quintas y callejones.

PACHIA

Su clima es cálido y con sol todo el año, lo que convierte a este distrito en un lugar apropiado para el descanso y el esparcimiento.

Destaca en Pachía su bella Iglesia, la campiña y sus restaurantes, donde uno puede apreciar la agradable comida tacneña.

MICULLA

Ubicado a 17 km. de Tacna, en la carretera que conduce a la campiña y al Ayro, es un importante yacimiento de petroglifos, formando un gran bosque de piedras talladas.

Destacan las figuras de aves, guerreros, escenas de caza, balseros, bailarines, etc.

CALIENTES

De los alrededores de la campiña tacneña, es el lugar más distante, ubicado en la zona cuasi cordillerana a 22 km. de Tacna, posee una rica fuente de baños Termo-Medicinales, buenos para la salud.

BOCA DEL RIO

Balneario veraniego, ubicado en la costa, perteneciente al distrito de los yaras.

Se llega a éste, por carretera asfaltada de 50 km. al sur de la ciudad de Tacna.

Ofrece playas bellas, con formaciones rocosas, que le dan un ambiente agradable y apto para los bañistas.

1.4 EXTENSION - TOPOGRAFIA - SUELO

1.4.1 EXTENSION

El desarrollo agrícola de la ciudad de Tacna se ha materializado hacia las zonas Sur, Este y Oeste, mientras que, en la parte Norte de fisiografía abrupta a consecuencia de los cerros, el desarrollo agrícola es considerablemente menor, lo que ha ocasionado el asentamiento de urbanizaciones marginales, en tanto que las zonas residenciales, se han localizado hacia el Sur-Oeste de la ciudad.

Su forma urbanística es consecuencia de:

- Del decremento de las tierras de cultivo, en las que se asentaron desde un principio los primeros pobladores del Valle.
- Del desarrollo a lo largo de los caminos de acceso a la ciudad.
- Del mejor aprovechamiento del agua.
- Del mayor asolamiento, por equidistancia entre los cerros que encañonan la ciudad.
- Y por último, de la protección contra los vientos provenientes de la parte alta.

Por este motivo, Tacna tuvo primeramente una expansión hacia el Este, en la actualidad tiene una zona central, en la que se desarrolla su comercio (no es un comercio abigarrado), zonas de urbanizaciones populares en la parte Nor-Oeste y Sur-este, y zonas de viviendas tipo residenciales ubicada al Sur y Sur-este, sobre la Av. Bolognesi y en el centro de la ciudad.

AREA DE ESTUDIO

El área urbana actual a beneficiarse es 1,247 Hás. habiéndose calculado, una población en 1990 de 152,991 habitantes.

Para el año 2010, mediano plazo, se ha estimado una población de saturación de 331,397 habitantes.

1.4.2 TOPOGRAFIA

La ciudad de Tacna, presenta una pendiente suave y uniforme en el sentido Nor-Este a Sur-Oeste, varía de 2% a 3%.

Se encuentra ubicada entre las cotas 710 m. y 450 m. (m.s.n.m).

El sector denominado Cono Norte, presenta una pendiente más abrupta.

1.4.3 SUELO

a) RASGOS GEOLOGICOS LOCALES

Concordante con el relevamiento superficial del área, las excavaciones confirman la existencia de diversas terrazas, entre las que predominan las compuestas típicamente por cenizas y arenas volcánicas, gravas y bloques de apreciable tamaño, evidentemente constituyendo suelos transportados de naturaleza aluvial.

Es evidente que en el aspecto regional podrán ser detectados otras terrazas, sin embargo lo anteriormente descrito es la característica típica; en dicho contexto se han detectado suelos no cohesivos predominantemente secos o de muy baja humedad, finos preferentemente sobresaliendo a otros típicamente gruesos. Los suelos están caracterizados preferentemente por una baja compacidad.

b) CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS

Las excavaciones realizadas confirman que se detectaron dos tipos de suelos: finos de naturaleza volcánica, poco consolidados que constituyen estratos superficiales sobre suelos sueltos gravasos con matriz arenosa no plástica. De lo anterior concluimos que las condiciones de apoyo para las tuberías será sobre suelos estables; especial atención se dará a los suelos finos, por la dificultad de humedecimiento para fines de compactación ya que estos suelos tienen un contenido muy bajo de humedad. Se estima que los suelos encontrados, no son susceptibles de generar asentamientos perjudiciales a largo plazo.

Con el objeto de evaluar la agresividad de los suelos, frente a estructuras de concreto de cemento Portland, se han efectuado ensayos químicos en muestras escogidas aleatoriamente, concluyéndose que los contenidos de sulfatos y cloruros están por debajo de los máximos permisibles.

1.5 CLIMA - METERELOGIA

1.5.1 CLIMA

La ciudad de Tacna tiene un clima predominante seco del tipo desértico y, prácticamente sin precipitaciones.

La información metereológica, ha sido obtenida de las estaciones ubicadas en las inmediaciones de la ciudad como son: Tacna, Corpac, Mogollo, Calana (Ver cuadro Nº 1.1, 1.2 y 1.3).

1.5.2 PRECIPITACION PLUVIAL

De acuerdo a los análisis realizados, se tiene que el promedio anual de precipitación pluvial en la ciudad de Tacna es de 40.7 mm., mientras que en Calana es de 11.7 mm. y Mogollo de apenas 6.1 mm.

CUADRO Nº 1.1

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES METERELOGICAS

ESTACIONES	TIPO	ADMINISTRADO POR	COORDENADAS		PERIODO DE REGISTROS
			LATITUD	LONGITUD	
Tacna	PE	SENAMHI	18°00'	70°15'	1931-1950
Corpac	S	CORPAC	18°00'	70°15'	1949-1972
Mogollo	PLU	SENAMHI	18°04'	70°21'	1965-1972
Calana	CP	SENAMHI	17°55'	70°11'	1963-1972

PE = Propósitos específicos
S = Sinóptica

PLU = Pluviométrica
CP = Climatológica principal

CUADRO No.1.2
TACNA : INFORMACION CLIMATOLOGICA 1976 - 86
(ESTACION CALANA)

ANO	TEMPERATURA °C				HUMEDAD RELATIVA MEDIA %	TENSION DE VAPOR MEDIA (mb)	PRECIPIACION TOTAL (mm)	EUAPORACION MEDIA PICHE (mm)	HELIOFANIA MEDIA H/d	PRESION ATMOSFERICA (mb)
	MAXIMA	MINIMA	OSCILACION MEDIA	MEDIA						
1976	22.8	10.8	12.0	16.8	76	14.0	3.9	2.5	7.6	926.9
1977	23.2	11.2	12.0	17.2	75	14.1	0.9	2.9	7.9	926.4
1978	22.7	10.3	12.4	16.5	75	13.6	0.5	2.7	8.8	927.6
1979	23.1	10.6	12.6	16.8	74	13.7	0.4	2.7	7.9	927.5
1980	23.5	11.0	12.5	17.2	74	14.3	0.1	3.1	8.2	927.5
1981	23.2	10.8	12.4	17.0	76	15.1	...	2.5	7.9	927.8
1982	23.7	11.4	12.3	17.5	74	14.2	...	4.3	7.7	926.9
1983	24.6	13.5	10.5	18.8	77	15.8	12.9	2.5	6.6	927.2
1984	23.0	11.3	11.6	17.1	75	14.0	1.8	2.7	...	927.5
1985	23.3	11.0	12.4	17.2	73	13.7	12.1	...	...	928.1
1986	23.2	10.7	12.4	17.0	75	....	30.3	2.0	8.4	928.1

FUENTE: SENAGHI TACNA.

CUADRO No.1.3
TACNA : INFORMACION CLIMATOLOGICA 1976 - 86
(ESTACION TARATA)

- ANO	T E M P E R A T U R A °C				PRECITACION TOTAL (mm)	EVAPORACION MEDIA PICHE (mm)
	MAXIMA	MINIMA	OSCILACION MEDIA	MEDIA		
1976	17.5	3.7	13.8	10.6	239.2	5.2
1977	18.4	4.1	14.3	11.3	218.5	5.7
1978	18.2	4.5	13.7	11.4	50.0	5.6
1979	....	....	....	....	....	...
1980	....	....	....	....	....	...
1981	19.4	3.8	15.6	11.6	...	5.3
1982	....	....	....	....	15.4	...
1983	....	....	....	....	....	...
1984	18.8	3.0	15.8	10.9	201.4	4.6
1985	19.2 A/	5.1 A/	14.1	12.2	104.3	3.5
1986	18.9	6.0	12.8	12.3	....	...

A/ Enero - Julio 85

FUENTE: SENAMHI TACNA.

1.5.3 TEMPERATURA

El promedio anual de temperatura, es de 17.7°C con un máximo de 28.8°C y un mínimo de 7.9°C, siendo el mes más frío Julio y el mes más caluroso Febrero.

1.5.4 PRESION ATMOSFERICA

A lo largo del año, la presión atmosférica en promedio, tiende a incrementarse ligeramente, desde el mes de febrero, hasta alcanzar su mayor valor en el mes de Agosto 1017.3 mb.

1.5.5 HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa media anual, es de 76% con una oscilación media anual del 12%, siendo los meses más húmedos de Mayo a Octubre, con un promedio de 80% y los menos húmedos corresponden a los meses de verano de Noviembre a Abril con un promedio de 73%.

1.5.6 VIENTOS

El registro meteorológico indica, que la dirección preponderante es de Sur y Sur-Oeste, predominando los vientos del Sur sólo en verano y en el resto del año los del Sur-oeste. La magnitud alcanzada, varía entre 6 y 14 kms/hora, la cual, de acuerdo a la escala de Beaufort equivale, a una brisa muy débil y a brisa débil respectivamente.

1.6 MEDIOS DE COMUNICACION

a) Terrestre

La ciudad de Tacna, se une con los demás departamentos de la costa peruana, por medio de la carretera Panamericana, distando de la ciudad de Lima 1,330 km.

Dentro del ámbito departamental, se tiene la carretera longitudinal de la cuenca del Caplina, que se inicia en la Yarada, luego la irrigación de Mogollo, la ciudad de Tacna y luego continúa por la margen izquierda del río Caplina, pasando por las poblaciones de Pocollay, Piedra Blanca, Huaycolla y Pachia.

b) Aérea

La ciudad cuenta con un aeropuerto, ubicado a 7 km. al sur de ésta, donde llegan diariamente vuelos a cargo de las compañías de aviación nacional, Faucett y Aeroperú. Posee pista de aterrizaje, permitiendo recepcionar aeronaves a reacción.

c) Telecomunicaciones

Se cuenta con sistema de microondas, que permite transmitir télex, fax, radio telefonía y ondas de televisión; en lo que respecta a Entel-Perú, existe el Discado Directo Nacional e Internacional.

d) Radiodifusoras

La ciudad de Tacna cuenta, con cuatro estaciones de radio.

- Radio Tacna
- Radio Bicolor
- Radio Nacional
- Radio Latina

e) Comunicación Escrita

La ciudad de Tacna, cuenta con los sgtes. periódicos:

- Correo
- La voz de Tacna
- Además la distribución de periódicos editados en la capital de la república.

1.7 POBLACION URBANA Y RURAL

Según la unidad estadística de Tacna, nos muestra que la concentración de la población está en la zona urbana, esto se debe, al comercio de productos extranjeros, que entran por la frontera con Chile en su mayoría, lo que trae como consecuencia, el gran turismo e implicando en un porcentaje considerable de población flotante.

Sin embargo, la Unidad Estadística de Tacna, nos da el siguiente informe:

CUADRO Nº 1.4 (Fuente: Unidad Estadística de Tacna)

AÑOS	POBLACION					
	URBANA		RURAL		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1940	11,025	86.73	1,687	13.27	12,712	100
1961	27,499	87.53	3,616	12.47	31,415	100
1972	56,540	93.43	3,974	6.57	60,514	100
1981	97,173	95.42	4,661	4.58	101,834	100

1.8 MORBILIDAD Y MORTALIDAD

Por encontrarse la ciudad en la zona de la costa peruana, las principales enfermedades transmisibles causantes de morbilidad, son las del aparato respiratorio que representa el 3.17% del total de casos registrados durante 1983, el resto de enfermedades más comunes son disentería y gastroenteritis.

Por falta de tratamiento del agua y de los desagües son consecuencia para la proliferación de enfermedades infecto contagiosas y por tanto son causantes de mortalidad y morbilidad cuya incidencia está en la niñez, así como se observa en los cuadros Nº1.5, 1.6, 1.7 y 1.8.

Los principales microorganismos, que causan las enfermedades de origen hídrico son:

- Salmonellas (tíficas y paratíficas)
- Shigellas (disentería)
- Vibrio Comma (cólera)
- Leptospiras (leptospirosis)
- Pasteurella tularensis (tularemia)
- Parásitos y Protozoarios
- Virus de varias especies, etc.

CUADRO No.1.5

TACNA : CAUSAS DE MORTALIDAD SEGUN DAÑOS 1982 - 86

D A Ñ O S	DEFUNCIONES				
	1982	1983	1984	1985	1986
TOTAL	583	831	577	572	932
Traumatismos y envenenamientos.	106	170	113	117	176
Las demas enfermedades del aparato circulatorio.	124	97	67	66	118
Enfermedades del aparato respiratorio.	68	101	105	73	102
Tuberculosis en todas sus formas.	62	168	94	102	106
Otras enfermedades de las Glandulas Endocrinas, del Metabolismo y transtornos de la inmunidad.	56	36	-	-	25
Disenteria y gastroenteritis.	42	88	39	23	43
Tumores.	37	51	54	75	66
Todas las demas enfermedades infecciosas y parasitarias.	31	33	-	27	40
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal.	29	-	-	25	34
Enfermedades de otras partes del aparato digestivo.	28	59	28	29	42
Deficiencias de nutricion.	-	28	27	35	52
Enfermedades del sistema nervioso y de los sentidos.	-	-	26	-	82
Enfermedades del aparato genitourinario.	-	-	24	-	28
Otras causas de muerte.	...	...	...	...	100

FUENTE: Ministerio de Salud - Unidad Departamental de Salud Tacna.

CUADRO No.1.6

TACNA : CAUSAS DE MORTALIDAD SEGUN DAÑOS EN MENORES DE 01 AÑO 1982 - 86

D A Ñ O S	DEFUNCIONES EN MENORES DE 01 AÑO				
	1982	1983	1984	1985	1986
TOTAL	124	106	145	100	193
Traumatismos y envenenamientos.	9	6	-	10	23
Las demas enfermedades del aparato circulatorio.	3	-	3	-	-
Enfermedades del aparato respiratorio.	22	24	48	16	43
Tuberculosis en todas sus formas.	-	-	3	4	02
Otras enfermedades de las Glandulas Endocrinas, del Metabolismo y transtornos de la inmunidad.	23	13	11	-	10
Disenteria y gastroenteritis.	22	38	20	12	19
Tumores.	-	1	-	-	-
Todas las demas enfermedades infecciosas y parasitarias.	16	15	12	17	13
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal.	29	-	15	25	34
Enfermedades de otras partes del aparato digestivo.	-	-	-	-	01
Deficiencias de nutricion.	-	9	10	16	17
Inmaturidad.	-	-	18	-	15
Signos, sintomas y estados morbosos mal definidos.	-	-	5	-	06
Otras causas de muerte.	...	...	...	...	10

FUENTE: Ministerio de Salud - Unidad Departamental de Salud Tacna.

CUADRO No.1.7

TACNA : DEFUNCIONES POR SEXO SEGUN DISTRITOS 1983 - 86

DISTRITOS	1983		1984		1985		1986	
	H	M	H	M	H	M	H	M
DEPARTAMENTO DE TACNA	560	565	465	405	522	445	516	416
PROVINCIA TACNA	453	455	375	323	408	333	417	330
Distrito de Tacna	421	420	322	272	357	277	354	275
Alto de la Alianza	1	2	1	1	1	1	1	1
Calana	1	1	1	1	1	1	1	1
Ilabaya	1	1	1	1	1	1	1	1
Inclan	1	1	1	1	1	1	1	1
Ita	1	1	1	1	1	1	1	1
Locumba	1	1	1	1	1	1	1	1
Pachia	1	1	1	1	1	1	1	1
Palca	1	1	1	1	1	1	1	1
Pacollay	1	1	1	1	1	1	1	1
Sama	1	1	1	1	1	1	1	1
PROVINCIA TARATA:	107	110	90	82	114	112	99	77
Distrito Tarata	24	27	25	11	34	23	38	31
Cairani	1	1	1	1	1	1	1	1
Candarave	1	1	1	1	1	1	1	1
Chucatamani	1	1	1	1	1	1	1	1
Curibaya	1	1	1	1	1	1	1	1
Estique Pueblo	1	1	1	1	1	1	1	1
Estique Pampa	1	1	1	1	1	1	1	1
Huanuara	1	1	1	1	1	1	1	1
Quilahuani	1	1	1	1	1	1	1	1
Titajara	1	1	1	1	1	1	1	1
Tusapaya	1	1	1	1	1	1	1	1
Tarucachi	1	1	1	1	1	1	1	1
Ticaco	1	1	1	1	1	1	1	1

FUENTE: Ministerio de Salud - Unidad Departamental de Salud Tacna.

CUADRO No.1.8

TACNA : DEFUNCIONES POR SEXO, SEGUN PROVINCIAS Y GRUPOS
QUINQUENALES DE EDAD

ANO 1986

PROVINCIAS Y GRUPOS DE EDAD	TOTAL	S E X O	
		H	M
TOTAL DEPARTAMENTAL	932	516	416
PROVINCIA - TACNA	756	417	339
- 01 ano	181	102	79
01 - 05 anos	85	40	45
06 - 09 anos	17	8	9
10 - 14 anos	10	7	3
15 - 19 anos	32	20	12
20 - 24 anos	37	22	15
25 - 29 anos	28	14	14
30 - 34 anos	21	13	8
35 - 39 anos	28	16	12
40 - 44 anos	26	14	12
45 - 49 anos	26	18	8
50 - 54 anos	28	16	12
55 - 59 anos	26	14	12
60 - 64 anos	42	22	20
65 y + anos	169	91	78

FUENTE: Ministerio de Salud - Unidad Departamental de Salud - Tacna.

1.9 ACTIVIDADES ECONOMICAS

El comportamiento de los sectores económicos durante 1988 con respecto al año anterior es el siguiente:

Agricultura, caza y silvicultura 4.8%, pesca 0.1%, explotación de minas y canteras 57.5%, manufactura 3.9%, construcción 2.2%, comercio y turismo 10.6%, vivienda 1.8%, servicios gubernamentales 6.6%, otros 12.5%.

A nivel departamental, el sector agropecuario en conjunto registra en el año de 1988, un pequeño crecimiento, siendo los principales productos: Maíz amarillo, trigo, papa, ají, olivo, peral y vid.

En la actividad pecuaria crece la producción de carne de ave 47.9%, la producción vacuno decrece 23.85%, así mismo decrecen las carnes de ovino en 43.2% y caprino tiene un crecimiento de 0%.

En la ciudad de Tacna se aprecia, que la actividad del empleado es el de mayor densidad poblacional 27%, seguida por la del comerciante que representa el 18%. El porcentaje de la población dedicada a la actividad laboral es del 34% de la población total. Se aprecia también que en términos relativos de la población masculina, un 43% trabaja, mientras que la población femenina, sólo un 25% realiza actividad laboral.

El nivel de desempleo en la ciudad de Tacna es alto, ya que las fuentes de trabajo, no van creciendo al ritmo y velocidad que el de la población.

1.10 ENCUESTAS - CENSOS

La población del Dpto. de Tacna, según censos y encuestas se muestra en los cuadros Nº 1.9, 1.10 y 1.11.

CUADRO No.1.9

TACNA : NACIMIENTOS POR SEXO SEGUN DISTRITOS 1983 - 86

DISTRITOS	1983		1984		1985		1986	
	H	M	H	M	H	M	H	M
DEPARTAMENTO DE TACNA	1977	1801	1856	1801	2020	1869	1940	1899
PROVINCIA TACNA	1743	1587	1641	1610	1775	1641	1714	1675
Distrito de Tacna	1582	1461	1374	1327	1503	1389	1309	1282
Alto de la Alianza	-	-	-	-	-	-	114	131
Calana	10	8	5	5	7	8	14	7
Ilabaya	33	27	92	94	80	76	70	70
Inclan	18	14	10	10	6	7	7	13
Ite	8	7	6	10	7	5	12	4
Locumba	13	11	15	16	13	16	13	10
Pachia	12	13	11	15	7	14	18	14
Palca	6	1	23	22	17	20	25	23
Pacollay	51	37	87	93	123	93	114	101
Sama	10	8	18	18	12	13	18	20

FUENTE: Ministerio de Salud - Unidad Departamental de Salud Tacna.

CUADRO No.1.18

TACNA : POBLACION TOTAL POR AREA URBANA, RURAL Y SEXO SEGUN GRUPOS DE EDAD
CENSO: 12 Julio 1981

GRUPO DE EDADES	POBLACION TOTAL			URBANA			RURAL		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
<u>TOTAL</u>	143 085	76 333	66 752	122 187	64 655	57 532	20 898	11 678	9 220
Menos de 1 año	3 761	1 902	1 859	3 128	1 594	1 534	633	308	325
De 01 a 04 años	14 165	7 133	7 032	11 841	5 961	5 880	2 324	1 172	1 152
De 05 a 09 años	10 032	9 061	8 971	15 194	7 607	7 587	2 838	1 454	1 384
De 10 a 14 años	17 449	8 890	8 559	15 104	7 607	7 497	2 345	1 283	1 062
De 15 a 19 años	19 403	11 651	7 832	17 133	10 180	6 945	2 350	1 463	887
De 20 a 24 años	15 079	8 167	6 912	13 078	7 008	6 070	2 001	1 159	842
De 25 a 29 años	12 325	6 615	5 710	10 790	5 684	5 106	1 535	931	604
De 30 a 34 años	9 692	5 082	4 610	8 491	4 386	4 105	1 201	696	505
De 35 a 39 años	8 215	4 307	3 908	7 136	3 715	3 421	1 079	592	407
De 40 a 44 años	6 286	3 433	2 773	5 277	2 893	2 384	929	540	389
De 45 a 49 años	5 280	2 959	2 327	4 443	2 491	1 952	843	468	375
De 50 a 54 años	3 971	2 223	1 748	3 232	1 775	1 457	739	448	291
De 55 a 59 años	2 683	1 452	1 231	2 106	1 114	992	577	338	239
De 60 a 64 años	2 197	1 180	1 017	1 715	897	818	482	283	199
De 65 a mas años	4 541	2 278	2 263	3 519	1 735	1 784	1 022	543	479

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística.
Censo Nacional VIII de Poblacion III de Vivienda

CUADRO No.1.11

TACNA : PROYECCIONES DE LA POBLACION POR AÑOS CALENDARIOS SEGUN PROVINCIAS Y DISTRITOS
1980 - 1990

PROVINCIA DISTRITOS	POBLACION AL 30 DE JUNIO										
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
TACNA	141400	147600	154000	160600	167400	174300	181200	188300	195500	202700	209800
TACNA:	124852	130978	137310	143850	150595	157447	164305	171378	178554	185735	192823
Tacna 2/	78362	82541	86902	91448	96182	101032	105927	111025	116249	121524	126782
Alto de la Alianza	18341	19312	20311	21341	22395	23461	24524	25607	26695	27772	28820
Calana	1109	1142	1174	1207	1238	1268	1296	1324	1349	1373	1392
Ilabaya	12458	12768	13072	13368	13655	13924	14167	14399	14611	14794	14944
Ilclan	968	975	982	988	955	1001	1007	1013	1018	1024	1029
Ite 2/	3000	3119	3238	3357	3475	3594	3713	3832	3950	4069	4188
Locumba 2/	976	1030	1084	1137	1191	1245	1298	1352	1406	1459	1513
Pachia 2/	2047	2101	2154	2206	2258	2307	2351	2395	2435	2471	2501
Palca 2/	742	764	787	809	831	853	873	892	910	927	943
Pocollay 2/	5381	5674	5967	6260	6553	6846	7138	7431	7724	8017	8310
Sama	1468	1552	1639	1729	1822	1916	2011	2108	2207	2305	2401

FUENTE: Boletín Especial No.10 "PERU: Proyecciones de Población" DGD - INE.

1/ Creado el 10.05.84 por Ley 23828 abarcando parte de los distritos de Tacna y Pocollay.

2/ Actualizada como resultado de la revisión de sus límites distritales.

CAPITULO II

DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACTUAL DE ALCANTARILLADO

2.1 DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS EXISTENTES

El sistema de alcantarillado, para la recolección de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Tacna, inicialmente contaba con sumideros, para agua de lluvia, los cuales cubrían la parte central de la ciudad antigua.

El sistema actual, se denomina técnicamente como "Sistema de Recolección y Disposición de Aguas Residuales por gravedad, con tratamiento y reuso de su efluente", se recolecta las aguas residuales por medio de cinco colectores principales, que atraviesan la ciudad longitudinalmente, éstas tuberías de concreto drenan hacia un interceptor, que recorre la Av.Circunvalación, descargando los desagues en un emisor, que cruza la ciudad por la parte baja, cerca a la carretera que conduce al aeropuerto; donde finalmente el 95% de los desagues, descargan a la planta de tratamiento experimental, conformada por cuatro lagunas de estabilización, dos primarias aeradas mecánicamente y dos secundarias, conformando dos baterías de lagunas.

El efluente de éstas lagunas, es utilizado para fines agrícolas por la Irrigadora Copare, ubicada en las afueras de la ciudad frente al aeropuerto.

Además existe una pequeña planta de tratamiento, conformada por dos lagunas de estabilización facultativas, que funcionan independientemente, destinadas a tratar los desagues de los pueblos jóvenes Augusto B. Leguía y Para-Chico, que en volúmen equivale, al 5% de los desagues de la ciudad.

El efluente de éstas dos plantas, son utilizados con fines agrícolas, en el riego de los terrenos aledaños a las plantas.

2.2 REPLANTEO Y EVALUACION DEL SISTEMA EXISTENTE

En el replanteo del sistema de alcantarillado, tratamiento y reuso, se ha obtenido, datos importantes, que servirán para dar solución a los problemas existentes.

La información recopilada y complementada con el catastro de buzones, se muestra en los planos de replanteo, de los sistemas de alcantarillado en escala 1/10,000, donde aparece los siguientes sectores:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| - Alto de la Alianza | - Urb. Los Angeles |
| - Villa Panamericana | - Urb. Capanique |
| - Para Grande | - Villa Municipal |
| - Para Chico | - Urb. Soto Mayor |
| - Ciudad Nueva | - Av. Coronel Vidal |
| - Villa Claridad | |

Los resultados de este replanteo son:

2.2.1 CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las conexiones domiciliarias de desagues del actual sistema, se encuentran clasificados en tres tipos:

a) Conexión regular.

Conexión que ha sido instalada, por la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Vivienda, o la actual, Oficina Técnica de SENAPA; conexiones inscritas en el padrón de usuarios.

b) Conexión Irregular.

Conexión que ha sido instalada por otra entidad, tales como: la Corporación Departamental de Tacna, la Oficina de Cooperación Popular, etc. Dichas conexiones, se encuentran en proceso de regularización.

c) Conexión clandestina.

Conexión que ha sido instalada, por los mismos propietarios, sin alguna autorización. Detectado por el catastro realizado a nivel de toda la ciudad.

CUADRO "A": CONDICION ACTUAL DE LAS CONEXIONES DE DESAGUE

TOTAL DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	EN USO					
	TOTAL		REGULAR		IRREGULAR Y CLANDEST.	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
15,832	15,647	100	9,566	61.1	6,081	38.9

CUADRO "B": DEFICIENCIAS DE LAS CONEXIONES DE DESAGUE RESPECTO A LA CAJA DE REGISTRO

TOTAL DE CONEXIONES	S/C. REGISTRO		CON CAJA DE REGISTRO					
	TOTAL		TOTAL		CON TAPA		SIN TAPA	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
15,832	1,832	11.6	14,000	88.4	13,736	98.1	264	1.9

FUENTE CUADROS "A y B": Información obtenida del Catastro Padrón de conexiones existentes, referido a Agosto 1983.

El 11.6% corresponde a las conexiones tipo clandestinas. El resumen total se presenta en los Cuadros Nº 2.1 y 2.2.

CUADRO No.2.2

**RESUMEN DE RESULTADO DE LA EVALUACION DE LAS CONEXIONES DE
DESAGUE EN LA POBLACION MUESTREAL DE LA CIUDAD DE TACNA**

	CANTIDAD	%
1. TAPA		
a) Estado		
- Bueno	368	95.5
- Malo	6	1.6
- No tiene	11	2.9
b) Material		
- Fierro	368	95.6
- Concreto	16	4.4
- No existe	11	
2. CAJA		
a) Estado		
- Bueno	366	97.1
- Malo	11	2.9
- No tiene	-	-
b) Material		
- Concreto	377	100.0
- Ladrillo	-	-
3. CONEXION		
a) Estado		
- Bueno	377	100.0
- Malo	-	-
- Con conexion	373	98.9
- Sin conexion	4	1.1

FUENTE: Informacion obtenida del catastro de conexiones, referido Agosto-1982

Total Muestreado : 401
 Total Identificado : 377 (94.0%)

En el cuadro Nº 2.3 y gráfico Nº 2.1, se muestra el número de conexiones de desagüe, obtenido de la Unidad Operativa de Tacna del Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (SENAPA).

En el Cuadro Nº 2.3 se muestra, que el crecimiento de las instalaciones es de 2.5% aproximadamente, comparado con el crecimiento poblacional de 5.2%, lleva a concluir que, de persistir ésta diferencia el % de población no servida, se irá incrementando paulatinamente.

La Dirección Regional de Vivienda, por intermedio de la Oficina de Planificación, ha realizado el proyecto denominado "Mejoramiento de Servicio". El trabajo catastral, se desarrolló, en cada uno de los cinco sectores, en que fue dividida la ciudad.

Sector 1: Zona alta de la ciudad, de actividad monofuncional (viviendas horizontales).

Sector 2: Abarca los pueblos jóvenes más antiguos y los distritos de Pocollay y Pachia, de categoría residencial y comercial. Son áreas de baja densidad.

Sector 3: Comprende la margen izquierda del río Caplina (zona pre-urbana), esencialmente residencial de baja densidad, conformada por callejones y áreas agrícolas.

Sector 4: Involucra el centro o casco antiguo de la ciudad, residencial de alta densidad y básicamente comercial gestionaria.

Sector 5: Abarca la zona baja, de uso habitacional básicamente.

Para la realización del catastro, se determinó los siguientes indicadores, que determinan el uso del predio. Estos son:

- I. DOMESTICO
- II. COMERCIAL
- III. INDUSTRIAL
- IV. PUBLICOS

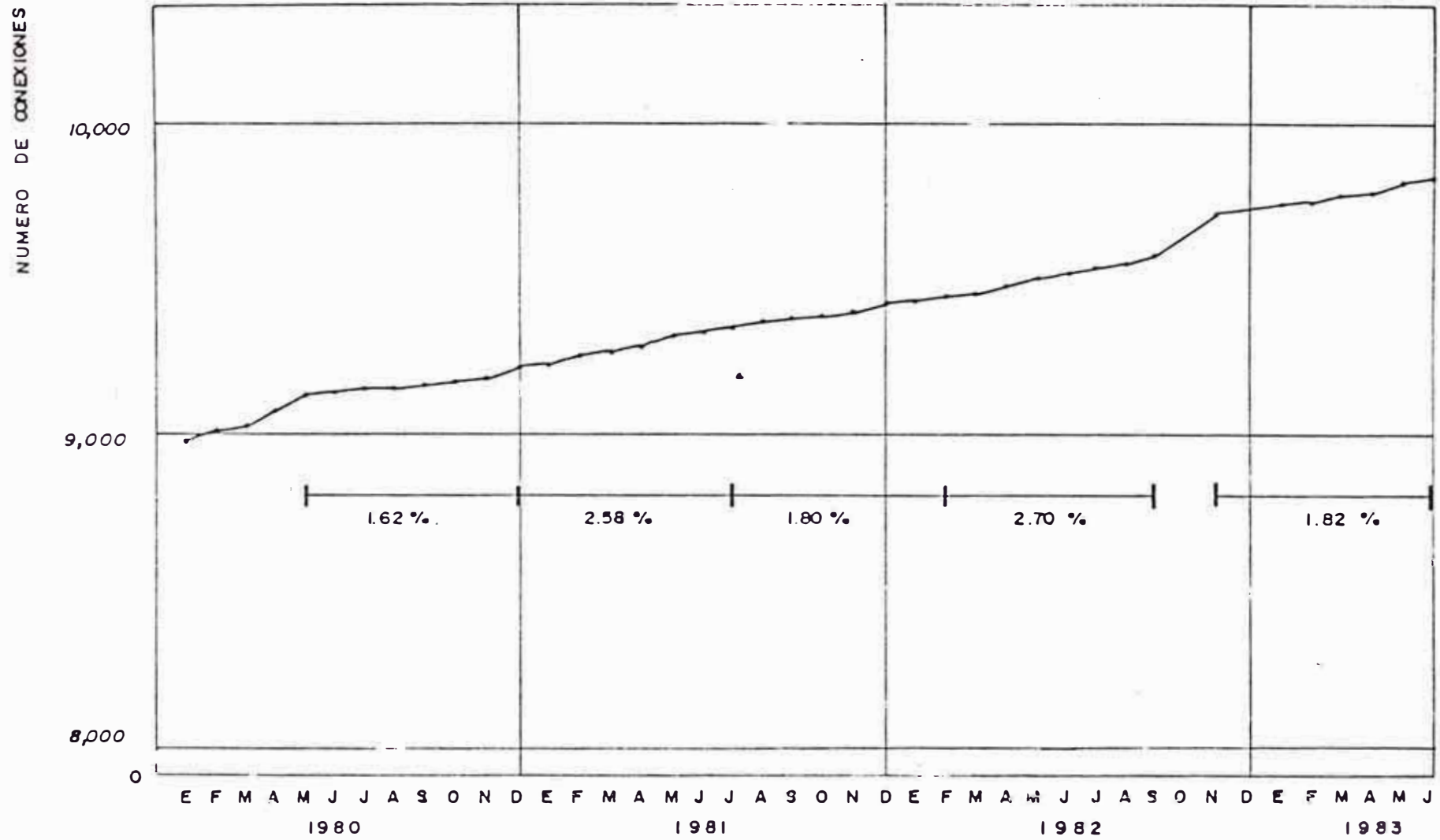
CUADRO No.2.3

NUMERO DE CONEXIONES CONECTADAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

MESES	ANOS	1980	1981	1982	1983
Enero		8,967	9,224	9,435	9,749
Febrero		9,004	9,250	9,444	9,764
Marzo		9,043	9,269	9,458	9,776
Abril		9,098	9,292	9,476	9,792
Mayo		9,122	9,303	9,501	9,814
Junio		9,146	9,326	9,519	9,826
Julio		9,162	9,346	9,547	
Agosto		9,162	9,361	9,566	
Setiembre		9,170	9,375	9,592	
Octubre		9,184	9,389		
Noviembre		9,197	9,399	9,723	
Diciembre		9,208	9,418	9,738	

GRAFICO No 2.1

INCREMENTO DE CONEXIONES DE DESAGUE



- Se consideraron conexiones potenciales a todos los predios que no poseen conexiones, estén o no habitados.
- Se ha estimado, de acuerdo al plano regulador vigente y al catastro, el número de lotes en zonas que se encuentran sin lotizar; dichos lotes se consideran como conexiones potenciales.
- Los predios que poseen conexiones están divididos en 3 categorías, respecto a la caja de registro:
 - * Caja de Registro sin tapa
 - * Sin caja de registro
 - * Caja de registro completa
- La información obtenida de la evaluación del catastro, se refiere al mes de agosto de 1982.
- De la evaluación del catastro se han confeccionado los siguientes cuadros:
 - * Número de conexiones de desague existentes y potenciales por categorías. **Cuadro Nº 2.4**
 - * Número de conexiones de desague potenciales. **Cuadro Nº 2.5**
 - * Número de conexiones de desague existentes por categorías. **Cuadro Nº 2.6**
 - * Número de conexiones de desagües existentes en uso por categorías. **Cuadro Nº 2.7**
 - * Número de conexiones de desagües existentes sin uso por categorías. **Cuadro Nº 2.8**
 - * Número de conexiones de desague que poseen caja de registro por categorías. **Cuadro Nº 2.9**
 - * Número de conexiones de desague que no posee caja de registro por categorías. **Cuadro Nº 2.10**
 - * Número de conexiones de desague que no poseen tapa de registro por categorías. **Cuadro Nº 2.11**

2.2.1.1 POBLACION SERVIDA

En el cuadro Nº 2.12, se muestra la población servida por el sistema de alcantarillado. Dicho cuadro fué confeccionado de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- a) La densidad por conexión, de acuerdo con la evaluación del catastro de conexiones es de:

CUADRO No.2.4

NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES Y POTENCIALES
POR CATEGORIAS

SECTOR	DOMESTICO		COMERCIAL		INDUSTRIAL		PUBLICO		OTROS		
1	1a	3175	6378	266	313	15	24	9	12	8	10
	1b	3203		87		9		3		2	
2	2a	2162	2865	225	438	24	102	19	37	10	10
	2b	703		213		78		18		8	
3	3a	2099	3687	288	345	111	144	58	67	14	16
	3b	1588		57		33		9		2	
4	4a	1735	3836	556	1481	38	97	49	106	10	24
	4b	2101		925		59		57		14	
5	5	2071	2071	91	91	35	35	14	14	3	3
TOTAL		18 837		2668		402		236		71	

RESUMEN

Total de Conexiones existentes y Potenciales	=	22 214.0
% por tipo de Conexion	-	Domestico = 84.8
	-	Comercial = 12.0
	-	Industrial = 1.8
	-	Publico = 1.1
	-	Otros = 0.3

CUADRO No.2.5

NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES POTENCIALES

SECTOR		DOMESTICO		COMERCIAL		INDUSTRIAL		PUBLICO		OTROS	
1	1a	554	3006	8	28	4	4	1	2	-	-
	1b	2452		20		-		1		-	
2	2a	190	376	4	39	4	46	4	6	3	5
	2b	186		35		42		2		2	
3	3a	712	1061	33	36	41	68	3	3	6	7
	3b	349		3		27		-		1	
4	4a	246	304	9	25	7	20	5	7	3	3
	4b	58		16		13		2		-	
5	5	1298	1298	25	25	6	6	6	6	1	1
TOTAL		6045		153		144		24		16	

RESUMEN

Total de Conexiones Potenciales	=	6382.0
% por tipo de Conexion	-	Domestico = 94.7
	-	Comercial = 2.4
	-	Industrial = 2.3
	-	Publico = 0.4
	-	Otros = 0.2

CUADRO No.2.6

NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES

SECTOR		DOMESTICO		COMERCIAL		INDUSTRIAL		PUBLICO		OTROS	
1	1a	2621	3372	218	285	11	20	8	10	8	10
	1b	751		67		9		2		2	
2	2a	1972	2489	221	399	20	56	15	31	7	13
	2b	517		178		36		16		6	
3	3a	1387	2626	255	309	70	76	55	64	8	9
	3b	1239		54		6		9		1	
4	4a	1489	3532	547	1456	31	77	44	99	7	21
	4b	2043		909		46		55		14	
5	5	773	773	66	6	29	29	8	8	2	2
TOTAL		12 792		2515		258		212		55	

RESUMEN

Total de Conexiones Existentes	=	15 832.0
% por tipo de Conexion	-	Domestico = 80.8
	-	Comercial = 15.9
	-	Industrial = 1.6
	-	Publico = 1.4
	-	Otros = 0.3

CUADRO No.2.7

NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES EN USO

SECTOR		DOMESTICO		COMERCIAL		INDUSTRIAL		PUBLICO		OTROS	
1	1a	2614	3365	218	285	11	20	8	10	8	10
	1b	751		67		9		2		2	
2	2a	1957	2463	221	399	20	56	15	31	7	13
	2b	506		178		36		16		6	
3	3a	1306	2537	255	309	70	76	55	64	8	9
	3b	1231		54		6		9		1	
4	4a	1458	3482	547	1456	31	77	44	99	7	21
	4b	2024		909		46		55		14	
5	5	760	760	66	66	29	29	8	8	2	2
TOTAL		12 607		2515		250		212		55	

RESUMEN

Total de Conexiones Existentes en uso	=	15 647.0
% por tipo de Conexion	-	Domestico = 80.6
	-	Comercial = 16.1
	-	Industrial = 1.6
	-	Publico = 1.3
	-	Otros = 0.4

CUADRO No.2.8

NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES SIN USO

SECTOR		DOMESTICO		COMERCIAL		INDUSTRIAL		PUBLICO		OTROS	
1	1a	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-
	1b	-		-	-	-	-	-	-	-	-
2	2a	15	26	-	-	-	-	-	-	-	-
	2b	11		-	-	-	-	-	-	-	-
3	3a	81	89	-	-	-	-	-	-	-	-
	3b	8		-	-	-	-	-	-	-	-
4	4a	31	50	-	-	-	-	-	-	-	-
	4b	19		-	-	-	-	-	-	-	-
5	5	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		185									

RESUMEN

Total de Conexiones Existentes sin uso = 185.0

(Las cuales corresponden en su totalidad al tipo domestico)

CUADRO No.2.9

NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES QUE POSEEN
CAJA DE REGISTRO

SECTOR		DOMESTICO		COMERCIAL		INDUSTRIAL		PUBLICO		OTROS	
1	1a	2612	3363	215	282	11	20	8	10	8	10
	1b	751		67		9		2		2	
2	2a	1932	2434	215	370	17	53	15	31	7	13
	2b	502		155		36		16		6	
3	3a	1320	2557	169	223	57	63	24	33	7	8
	3b	1237		54		6		9		1	
4	4a	1149	2584	360	938	25	61	31	76	5	16
	4b	1435		578		36		45		11	
5	5	754	754	63	63	29	29	7	7	2	2
TOTAL		11 692		1876		226		157		49	

RESUMEN

Total de Conexiones que poseen caja de registro	=	14 000.0
% por tipo de Conexion	=	
- Domestico	=	83.5
- Comercial	=	13.4
- Industrial	=	1.6
- Publico	=	1.1
- Otros	=	0.4

CUADRO No.2.10

NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES QUE NO POSEEN
CAJA DE REGISTRO

SECTOR		DOMESTICO		COMERCIAL		INDUSTRIAL		PUBLICO		OTROS	
1	1a	9	9	3	3	-	-	-	-	-	-
	1b	-		-		-		-		-	
2	2a	40	60	6	29	3	3	-	-	-	-
	2b	20		23		-		-		-	
3	3a	67	69	86	86	13	13	31	1	1	1
	3b	2		-		-		-		-	
4	4a	340	948	187	518	6	16	9	18	-	5
	4b	608		331		10		9		3	
5	5	19	19	3	3	-	-	1	1	-	-
TOTAL		1105		639		32		50		6	

RESUMEN

Total de Conexiones que no poseen caja de registro	=	1832.0
% por tipo de Conexion	-	Domestico = 60.3
	-	Comercial = 34.9
	-	Industrial = 1.8
	-	Publico = 2.7
	-	Otros = 0.3

CUADRO No.2.11

NUMERO DE CONEXIONES DE DESAGUES EXISTENTES QUE NO POSEEN
TAPA DE REGISTRO

SECTOR		DOMESTICO		COMERCIAL		INDUSTRIAL		PUBLICO		OTROS	
1	1a	37	60	2	3	2	3	-	-	1	1
	1b	23		1		1		-		-	
2	2a	1	12	-	4	-	-	-	-	-	-
	2b	11		4		-		-		-	
3	3a	6	18	1	5	-	-	-	-	-	-
	3b	12		4		-		-		-	
4	4a	53	111	8	28	3	5	4	4	-	1
	4b	58		20		2		-		1	
5	5	7	7	1	1	1	1	-	-	-	-
TOTAL		208		41		9		4		2	

RESUMEN

Total de Conexiones que no poseen tapa de registro	=	264.0
% por tipo de Conexion	=	78.8
- Domestico	=	15.5
- Comercial	=	3.4
- Industrial	=	1.5
- Publico	=	0.8
- Otros	=	

Tipo Usuario	Usuarios/conexión
. Doméstico	1.05
. Comercial	1.07
. Industrial	1.05

- b) El número de habitantes por vivienda reportado por la encuesta socio-económica es de 5.2.
- c) Se ha estimado un porcentaje de conexiones comerciales e industriales, como de uso familiar (domésticas), ya que muchos de estos predios tienen doble función.
- d) La población empleada en el cálculo ha sido de 95,284 habitantes, obtenida a partir del catastro de conexiones (ref. Agosto de 1982).

La población servida del sistema de alcantarillado, es de 70,134 habitantes, que equivale al 73.6% de la población total, referida al catastro.

2.2.1.2 POBLACION NO SERVIDA

En el cuadro Nº 2.13, se muestra el número de predios habitados que no tienen servicio de desagüe, información obtenida de la evaluación del catastro de conexiones.

En el cuadro Nº 2.14, se indica la población no servida por el sistema de alcantarillado, confeccionado de acuerdo a las consideraciones del cuadro Nº 2.15.

2.2.1.3 SISTEMAS INDIVIDUALES DE DISPOSICION DE EXCRETAS

La población de Tacna, que no es servida por el sistema de alcantarillado, llega a 25,147 habitantes, de los cuales un 11% posee sistema individual de disposición de excretas, que equivale a 500 letrinas, que en su mayoría se encuentran en el Pueblo Joven Ciudad Nueva y la Irrigadora COPARE (información obtenida de la Oficina de Saneamiento Ambiental del Hospital Regional).

CUADRO No.2.12

POBLACION SERVIDA POR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

SECTOR	TIPOS DE CONEXION											
	DOMESTICA				COMERCIAL				INDUSTRIAL			
	No.	USUA- RIOS	HABS.	%	No.	USUA- RIOS	HABS.	%	No.	USUA- RIOS	HABS.	%
1	3365	3533	18371	26.7	5	6	31	10.0	4	4	21	2.1
2	2463	2586	13447	19.5	28	30	156	50.0	47	49	255	25.7
3	2537	2664	13853	20.1	2	2	10	3.2	65	68	353	35.5
4	3482	3656	19011	27.6	18	19	99	31.7	39	41	213	21.5
5	760	798	4150	6.0	3	3	16	5.1	27	29	151	15.2
TOTAL	12607	13237	68832	100.0	56	60	312	100.0	182	191	993	100.0

CUADRO No.2.13

NUMERO DE PREDIOS HABITADOS QUE NO TIENEN CONEXION DE DESAGUE

SECTOR		DOMESTICO		COMERCIAL		INDUSTRIAL		PUBLICO		OTROS	
1	1a	381	2672	8	28	4	4	1	2	-	-
	1b	2291		20		-		1		-	
2	2a	153	266	4	39	4	46	4	6	3	5
	2b	113		35		42		2		2	
3	3a	328	571	33	36	41	68	3	3	6	7
	3b	243		3		27		-		1	
4	4a	218	247	9	25	7	20	5	7	3	3
	4b	37		16		13		2		-	
5	5	773	773	25	25	6	6	6	6	1	1
TOTAL		4529		153		144		24		16	

CUADRO No.2.14

POBLACION NO SERVIDA POR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

SEC-TOR	DOMESTICA				COMERCIAL				INDUSTRIAL			
	No.	USUA-RIO	HAB.	%	No.	USUA-RIO	HAB.	%	No.	USUA-RIO	HAB.	%
1	2672	2806	14591	59.0	1	1	5	19.2	2	2	18	2.5
2	266	279	1451	5.9	2	2	11	44.4	23	24	125	31.7
3	571	599	3115	12.6	1	1	5	19.2	34	36	187	47.3
4	247	259	1347	5.4	1	1	5	19.2	10	11	57	14.4
5	773	812	4222	17.1	-	-	-	-	3	3	16	4.1
TOTAL	4529	4755	24726	100.0	5	5	26	100.0	72	76	395	100.0

Poblacion no servida por el Sistema de alcantarillado es de 25 147 habitantes que equivalen al 26.4% de la poblacion total referida al Catastro.

CUADRO No.2.15

METRADO DE LAS REDES COLECTORAS DEL SISTEMA EXISTENTE DE ALCANTARILLADO
CIUDAD DE TACNA

AÑO DE INSTALACION	DIAMETROS EN PULGADAS										TOTAL
	6	8	10	12	14	16	18	22	24	26	
Antes de 1966	18740*	4660*	510	560	40	1170					25680
1971		949	1205	738	1583	3203	672			1388	9659
1972		26044	1903	1055	960		137	166	10	75	30350
1978 - 1980		34318	2161								36479
Posterior a 1980		5000									5000
T O T A L	18740	70971	5779	2353	2583	4373	809	166	10	1383	107167
TOTAL EN BUEN ESTADO		66311	5779	2353	2583	4373	809	166	10	1383	83767

* Longitud de tuberías a ser cambiadas por el mal estado en que se encuentran.

El resto de la población en su mayoría disponen sus residuos, indirectamente al sistema de alcantarillado, vertiéndolos por los buzones de inspección, o realizan sus necesidades fisiológicas en los terrenos baldíos.

2.2.2 REDES COLECTORAS

El 30% aproximadamente de tuberías tiene mantenimiento esporádico, por lo que, algunos tramos, se encuentran arenados; otros deteriorados por instalación sin criterio técnico, provocando contaminación en la red de agua; estos problemas impiden el normal funcionamiento del sistema, originando atoros con mayor frecuencia en el casco urbano central, entre Av. Bolognesi, Av. Industrial, Av. Basadre y Forero.

La red de colectores del sistema de alcantarillado está conformada por tuberías de c.s.n. El cuadro N° 2.15, muestra el metrado de colectores y año de instalación. De las tuberías instaladas antes de 1966, el 91% se encuentran corroídas, las mismas que requieren cambio.

Las tuberías instaladas posteriormente a 1966, están en buenas condiciones. Ver cuadro N° 2.16.

CUADRO N° 2.16
METRADO DE LAS REDES COLECTORAS

DIAMETRO (Pulgadas)	LONGITUD (Metros)
6	18,740
8	70,971
TOTAL	89,711

El 26.1% de tuberías colectoras se encuentran corroídas, que equivale a la totalidad de tuberías de \varnothing 6" y a 4,660 m. de \varnothing 8", instaladas antes de 1966. El estado de éstas, depende al tipo de suelo de la ciudad, siendo en su mayoría corrosivo (salitroso).

Para determinar las causas de la corrosión en las tuberías, se tomó muestras de suelo en distintas zonas de la ciudad, determinándoles análisis de conductividad y pH; los resultados muestran los cuadros N°2.17 y 2.18.

CUADRO No.2.17
ANALISIS DE LA CONDUCTIVIDAD DE LAS MUESTRAS DE SUELO

MUESTRA	CONDUCTIVIDAD
A	5 800
B	1 700
C	425
D	1 280
E	2 020
F	4 500
G	2 200
H	600

CUADRO No.2.18
ANALISIS DE pH DE LAS MUESTRAS DE SUELO

MUESTRA	pH	pH _s	pH-pH _s	2pH _s -pH	CARACTERISTICAS
A	7.6	7.4	0.2	7.2	-
B	7.9	7.8	0.1	7.7	Corrosivos
C	7.6	7.8	-0.2	8.0	Corrosivos
D	7.8	7.5	0.3	7.2	-
E	7.8	7.8	0.0	7.8	Corrosivos
F	7.7	7.5	0.2	7.3	-
G	7.3	7.5	-0.2	7.7	Corrosivos
H	7.1	7.4	-0.3	7.7	Corrosivos

Colectores Principales

Existen seis colectores principales que reciben las aguas residuales de la ciudad de Tacna, atravesando longitudinalmente para unirse en un interceptor general.

Colector A y Sub-Colector A-1

El sub-colector A-1 comprende 742 m. de tubería de 10", 12" y 14" de \varnothing , atraviesa el Pueblo Joven Leoncio Prado hasta llegar a la Av. Industrial en el buzón N^o 35, aportando sus desagües al Colector Principal A, de 3,552 m. de longitud de 12", 14", 16", 18" y 24" de \varnothing , el que se inicia en el buzón N^o 11 y finaliza en el N^o 40 atravesando la Av. Industrial.

Colector B

Conformado por 1,266 m. de tubería de 12" y 14" de \varnothing . Se inicia en el buzón N^o 49, entre las calles Varela y Modesto Molina, continuando por ésta hasta llegar al buzón N^o 59 en la intersección con la Av. Hipólito Unanue y finaliza en el buzón N^o 63 en la Av. Circunvalación.

Colector C

Conformado por 1,395 m. de tubería de 12", 16" y 18" de \varnothing . Se inicia en el buzón N^o 66 entre la calle Varela y la Av. Augusto B. Leguía, continuando por ésta última hasta finalizar en el buzón N^o 89.

Colector D

Conformado por 5,252 m. de tubería de 12", 14" y 16" de \varnothing . Se inicia en el buzón N^o 108, entre el Ovalo de la Av. Circunvalación y la Av. Bolognesi, continuando por ésta última hasta el buzón N^o 149 y sigue por la Av. Grau y finaliza en la Av. Panamericana Sur buzón N^o 174

Colector E y Sub-Colector E-1 y E-2

El sub-Colector E-1 está formado por 1,055 m. de tubería de 10" de \varnothing . Se inicia en el buzón N^o 181 en el Jr. Callao y continúa atravesando la Urb. Villa Hermosa, hasta finalizar en el buzón N^o 210.

El sub-colector E-2, está formado por 1,270 m. de tubería de 12" y 16" de ϕ . Se inicia en el buzón N \circ 194 entre la Av. Bolívar y Jr. Cuzco, continuando por esta última hasta el buzón N \circ 210, donde se reúnen los desagües de los sub-colectores que aportan al colector principal E, que se inicia en este buzón y finaliza en el buzón N \circ 216. El colector está conformado por 565 m. de tubería de 16" de ϕ .

El cuadro N \circ 2.19 muestra las características físicas e hidráulicas de los colectores principales. Actualmente, no se presentan deficiencias en la red de colectores principales, ya que vienen trabajando con suficiente capacidad de drenaje.

Colector F

Está formado por 1,970 m. de tubería de 10" y 12" de ϕ . Se inicia en el buzón N \circ 12E y descarga en el Sub-Colector E-3 en el buzón N \circ 47E.

Sub-Colector E-3

Está formado por 2,560 m. de tubería de 10" de ϕ . Se inicia en el buzón N \circ 47E y descarga en el Interceptor B en el buzón N \circ 216, que tiene una longitud de 360 m. y 18" de ϕ , que descarga en el Interceptor-A en el buzón N \circ 220.

INTERCEPTOR

Existe un interceptor principal que recibe casi la totalidad de los desagües, el mismo que es drenado por seis colectores principales, el interceptor está compuesto por 3,600m. de tubería de 22", 24", 28" y 32" de ϕ . Se inicia en el buzón N \circ 40 y finaliza en el buzón N \circ 220, cruzando la Av. Circunvalación hasta llegar al Pueblo Joven Para Chico y continuar hasta las inmediaciones de la Planta de Tratamiento Experimental en la intercepción con el colector principal E y el inicio del emisor.

En el cuadro N \circ 2.19 se muestra las características físicas e hidráulicas del interceptor. No presenta deficiencias, en tanto que trabaja con suficiente capacidad de drenaje.

2.2.3 EMISOR

El sistema tiene dos emisores, el principal que conduce aproximadamente el 95% de los desagües de la ciudad a la Planta de Tratamiento Experimental, conformada por tuberías de concreto reforzado de 32" y 30" de ϕ con longitud de 284 m. y 318 m. respectivamente; se inicia en el buzón N^o 220 y finaliza a la entrada de la cámara de rejas.

El emisor que conduce los desagües de los pueblos jóvenes Augusto B. Leguía, está conformada por tuberías de c.s.n. de 10" de ϕ y 242 m. de longitud; se inicia en el buzón N^o225 y finaliza a la entrada de la cámara de rejas de la Planta de Tratamiento de Leguía y recibe aproximadamente el 5% de los desagües de la ciudad. Ambos emisores se encuentran en buen estado y trabajan con suficiente capacidad de drenaje.

El cuadro N^o 2.19 muestra las características físicas e hidráulicas de los emisores.

2.2.4 BUZONES

Presenta buzones con techos y tapas averiadas o sin ellas que representan de 15-20%. Las tapas de los buzones en la mayoría son de concreto armado. El metrado de buzones se muestra en el Cuadro N^o 2.

CUADRO N^o 2: METRADO DE BUZONES DE INSPECCION DEL SISTEMA EXISTENTE DE ALCANTARILLADO.

AÑO DE CONSTRUCCION	NUMEROS
Antes de 1,966	388
Posterior a 1,966	1,300
TOTAL	1,688

CUADRO No.2.19

CARACTERISTICAS FISICAS E HIDRAULICA DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE TACNA

DENOMINACION	TRAMO	LONGITUD (mts)	COTA DE FONDO		PULG.	PENDIENTE S ^o /100	CAPACIDAD (l/s)	
			INICIO	FINAL			3/4	0
SUB-COLECTOR A1	1E - 2E	61.00	582.13	581.14	10"	16.00	71.67	78.47
	2E - 3E	61.00	581.14	580.33	10"	13.28	64.61	70.74
	3E - 4E	50.00	580.33	579.56	10"	15.40	59.39	75.93
	4E - 1	50.00	579.56	578.37	10"	23.80	63.12	96.11
	1 - 2	73.00	578.37	575.65	10"	37.26	108.98	119.33
	2 - 3	50.00	575.65	574.76	12"	17.80	123.62	135.35
	3 - 4	40.00	574.76	573.96	12"	20.00	130.30	142.67
	4 - 5	62.00	573.96	572.50	12"	23.55	139.72	152.99
	5 - 6	94.00	572.50	571.38	14"	11.91	152.25	166.70
	6 - 7	70.00	571.38	570.91	14"	6.71	113.76	124.56
	7 - 8	74.00	570.91	570.25	14"	8.92	131.11	143.56
8 - 9	67.00	570.25	569.64	14"	9.10	132.57	145.16	
9 - 10	105.00	569.64	568.03	14"	15.33	170.21	186.37	
10 - 35	80.00	568.03	565.46	14"	32.12	248.62	272.22	
SUB-COLECTOR A2	5E - 6E	50.00	561.47	561.00	10"	9.40	54.93	60.15
	6E - 7E	50.00	561.00	560.82	10"	3.60	33.99	37.22
	7E - 8E	30.00	560.82	560.55	10"	9.00	53.76	58.86
	8E - 9E	50.00	560.55	560.15	10"	8.00	50.68	55.49
	9E - 10E	85.00	560.15	559.68	10"	5.53	42.02	46.01
	10E - 11E	75.00	559.68	558.69	10"	13.20	64.61	70.74
11E - 40	30.00	558.69	558.36	10"	11.00	59.63	65.07	
COLECTOR "A"	11 - 12	55.00	627.17	625.88	12"	23.45	139.72	152.99
	12 - 13	90.00	625.88	623.00	12"	32.00	164.81	180.40
	13 - 14	85.00	623.00	619.17	12"	45.06	195.44	214.00
	14 - 15	90.00	619.17	617.12	12"	22.78	139.72	152.99
	15 - 16	84.00	617.12	616.16	12"	11.43	96.64	105.81
	16 - 17	86.00	616.16	613.58	12"	30.00	159.58	174.73
	17 - 18	85.00	613.58	611.15	12"	28.58	154.17	168.81
	18 - 19	85.00	611.15	608.36	12"	32.82	167.37	183.26
	19 - 20	85.00	608.36	605.33	14"	35.65	260.01	284.69
	20 - 21	90.00	605.33	602.10	14"	35.89	263.70	288.72
	21 - 22	90.00	602.10	599.46	16"	29.33	337.90	369.98
	22 - 23	88.00	599.46	597.24	16"	25.23	313.64	343.52
	23 - 24	100.00	597.24	595.95	16"	12.90	226.24	247.72
	24 - 25	75.00	595.95	594.22	16"	23.07	300.92	329.49
	25 - 26	100.00	594.22	592.02	16"	22.00	294.31	322.25
26 - 27	90.00	592.02	589.17	16"	31.67	354.95	388.65	
27 - 28	125.00	589.17	584.21	18"	39.68	536.45	587.38	
28 - 29	105.00	584.21	581.13	18"	29.33	462.60	505.51	
29 - 30	120.00	581.13	579.06	18"	17.25	354.18	387.81	
30 - 31	110.00	579.06	576.11	18"	26.82	446.36	488.73	

CUADRO No.2.19
(Continuacion)

DENOMINACION	TRAMOS	LONGITUD (mts)	COTA DE FONDO		PULG. Ø	PENDIENTE S ^o /100	CAPACIDAD (l/s)	
			INICIO	FINAL			3/4 Ø	Ø
COLECTOR "A"	31 - 32	100.00	576.11	573.31	18"	28.00	454.55	497.70
	32 - 33	110.00	573.31	570.83	18"	22.54	402.92	441.17
	33 - 34	75.00	570.83	569.00	18"	24.40	420.83	460.78
	34 - 35	120.00	569.00	565.46	24"	29.50	996.26	1090.83
	35 - 36	125.00	565.46	562.49	24"	23.57	906.31	992.35
	36 - 37	130.00	562.49	561.70	24"	6.08	456.91	500.29
	37 - 38	50.00	561.70	560.59	24"	22.20	867.72	950.10
	38 - 39	118.00	560.59	559.38	24"	10.25	585.02	640.56
	39 - 40	114.00	559.38	558.69	24"	6.05	456.91	500.29
COLECTOR "B"	49 - 50	109.00	573.02	570.52	12"	22.93	139.72	152.99
	50 - 51	67.00	570.52	569.13	12"	20.75	133.51	146.19
	51 - 52	70.00	569.13	567.50	12"	23.28	139.72	152.99
	52 - 53	75.00	567.50	565.30	12"	29.33	156.90	171.80
	53 - 54	85.00	565.30	563.29	12"	23.65	142.74	156.29
	54 - 55	95.00	563.29	561.10	12"	23.05	139.72	152.99
	55 - 56	90.00	561.10	558.85	12"	25.00	145.68	159.51
	56 - 57	85.00	558.85	556.59	12"	26.59	151.40	165.77
	57 - 58	90.00	556.59	554.23	12"	26.22	148.56	162.67
	58 - 59	100.00	554.23	551.38	14"	28.50	232.55	254.63
	59 - 60	100.00	551.38	550.08	14"	13.00	158.46	173.50
	60 - 61	80.00	550.08	547.57	14"	31.37	244.70	267.93
	61 - 62	100.00	547.57	546.97	14"	6.00	107.65	117.87
62 - 63	120.00	546.97	542.62	14"	36.25	263.69	288.73	
COLECTOR "C"	66 - 67	35.00	579.69	577.90	12"	51.14	208.07	227.82
	67 - 68	65.00	577.90	574.14	12"	57.85	221.90	242.96
	68 - 69	90.00	574.14	571.64	12"	27.78	154.17	168.81
	69 - 70	20.00	571.64	570.95	16"	34.50	365.88	400.61
	70 - 71	20.00	570.95	570.37	16"	29.00	337.90	369.98
	71 - 72	50.00	570.37	568.99	16"	27.60	326.05	357.00
	72 - 73	40.00	568.99	567.38	16"	40.25	396.85	434.52
	73 - 74	80.00	567.38	565.38	16"	25.00	313.74	343.52
	74 - 75	90.00	565.38	562.80	16"	28.67	332.03	363.55
	75 - 76	35.00	562.80	562.05	16"	21.43	287.54	314.84
	76 - 77	45.00	562.05	561.02	16"	32.89	300.92	329.49
	77 - 78	66.00	561.02	558.83	16"	33.18	360.46	394.68
	78 - 79	50.00	558.83	557.62	16"	24.20	307.40	336.58
	79 - 80	50.00	557.62	556.26	16"	27.20	326.05	357.00
	80 - 81	65.00	556.26	554.77	16"	22.92	300.92	329.49
81 - 82	65.00	554.77	553.22	16"	23.85	307.40	336.58	
82 - 83	60.00	553.22	551.54	16"	28.00	332.03	363.55	
83 - 84	99.00	551.54	548.62	16"	29.49	337.90	369.98	

CUADRO No.2.19
(Continuacion)

DENOMINACION	TRAMOS	LONGITUD (mts)	COTA DE FONDO		PULG. Ø	PENDIENTE S ^o /100	CAPACIDAD (l/s)		
			INICIO	FINAL			3/4	Ø	Ø
COLECTOR "C"	84 - 85	99.00	548.62	544.93	16"	37.27	381.68	417.91	
	85 - 86	95.00	544.93	543.56	16"	14.42	234.78	257.07	
	86 - 87	85.00	543.56	540.97	16"	30.47	343.68	376.31	
	87 - 88	85.00	540.97	538.52	18"	28.82	462.60	506.51	
	88 - 89	06.00	538.52	537.98	18"	90.00	814.94	892.30	
SUB-COLECTOR "E1"	181-182	60.00	535.93	535.53	10"	6.67	46.38	50.78	
	182-183	60.00	535.53	535.14	10"	6.50	45.68	50.02	
	183-184	80.00	535.14	533.90	10"	15.50	71.67	78.47	
	184-185	90.00	533.90	533.44	10"	5.11	40.46	44.30	
	185-186	85.00	533.44	533.00	10"	5.18	40.86	44.74	
	186-187	40.00	533.00	532.74	10"	6.50	45.68	50.02	
	187-188	39.00	532.74	532.38	10"	9.23	54.35	59.51	
	188-189	80.00	532.38	531.98	10"	5.00	40.07	43.87	
	189-190	99.00	531.98	531.47	10"	5.15	40.86	44.74	
	190-191	99.00	531.47	529.53	10"	19.60	78.10	85.51	
	191-192	100.00	529.53	528.89	10"	6.40	45.63	49.63	
192-193	100.00	528.89	528.47	10"	4.20	36.72	40.21		
193-210	80.00	528.47	528.34	10"	1.63	22.67	24.82		
SUB-COLECTOR "E2"	194-195	152.00	547.16	545.38	12"	11.71	100.93	110.51	
	195-196	140.00	545.38	544.71	12"	4.78	63.83	69.89	
	196-197	145.00	544.71	541.36	12"	23.10	139.72	152.99	
	197-198	160.00	541.36	540.00	12"	8.50	84.95	93.01	
	198-199	30.00	540.00	539.75	12"	8.33	83.94	91.91	
	199-200	75.00	539.75	538.81	12"	12.53	105.05	115.02	
	200-201	100.00	538.81	537.44	12"	13.70	109.02	119.37	
	201-204	70.00	537.44	537.12	12"	4.57	62.48	68.42	
	204-205	70.00	537.12	535.65	16"	21.00	287.54	314.84	
	205-206	90.00	535.65	535.00	16"	7.22	168.37	184.35	
	206-207	50.00	535.00	534.25	16"	15.00	243.02	266.09	
207-208	70.00	534.25	532.86	16"	19.86	280.61	307.25		
208-209	55.00	532.86	531.71	16"	20.91	287.54	314.84		
209-210	63.00	531.71	530.24	16"	23.33	300.92	329.49		
COLECTOR "F"	12E-13E	80.00	619.95	618.88	10"	13.37	64.61	70.74	
	13E-14E	75.00	618.88	618.13	10"	10.00	56.66	62.04	
	14E-15E	85.00	618.13	613.80	10"	50.94	127.95	140.10	
	15E-16E	85.00	613.80	611.49	10"	27.18	93.10	101.94	
	16E-17E	125.00	611.49	608.14	10"	26.80	92.24	101.00	
	17E-18E	60.00	608.14	606.92	10"	20.33	80.13	87.74	
	18E-19E	60.00	606.92	605.59	10"	22.17	84.04	92.02	
	19E-20E	60.00	605.59	603.78	10"	30.17	98.13	107.45	
20E-21E	60.00	603.78	602.88	10"	15.00	69.39	75.98		

CUADRO No.2.19
(Continuacion)

DENOMI- NACION	TRAMOS	LONGITUD (mts)	COTA DE FONDO		PULG. Ø	PENDIENTE S ^o /∞	CAPACIDAD (l/s)	
			INICIO	FINAL			3/4 Ø	Ø
	21E-22E	45.00	602.88	601.83	10"	23.33	85.93	94.09
	22E-23E	45.00	601.83	600.78	10"	23.33	85.93	94.09
	23E-24E	80.00	600.78	598.70	10"	26.00	91.36	100.03
	24E-25E	60.00	598.70	596.56	10"	35.67	107.50	117.71
	25E-26E	55.00	596.56	594.13	10"	44.18	118.85	130.13
	26E-27E	60.00	594.13	593.05	10"	18.00	76.01	83.23
	27E-28E	50.00	593.05	592.30	10"	15.00	69.39	75.98
	28E-29E	30.00	592.30	591.85	10"	15.00	69.39	75.98
	29E-30E	35.00	591.85	591.18	10"	19.14	78.10	85.51
	30E-31E	50.00	591.18	590.50	10"	13.60	67.04	73.41
	31E-32E	45.00	590.50	588.70	10"	40.00	113.32	124.08
	32E-33E	50.00	588.70	588.00	10"	14.00	67.04	73.41
COLECTOR	33E-34E	50.00	588.00	587.27	10"	14.60	69.39	75.98
"F"	34E-35E	40.00	587.27	585.79	10"	37.00	108.98	119.33
	35E-36E	45.00	585.79	583.86	10"	42.88	117.50	128.65
	36E-37E	40.00	584.06	583.04	10"	25.50	91.36	100.03
	37E-38E	50.00	583.04	581.86	10"	23.60	87.78	96.11
	38E-39E	75.00	581.86	579.75	10"	28.13	94.81	103.81
	39E-40E	45.00	579.75	578.46	10"	28.67	94.98	104.00
	40E-41E	43.00	578.46	577.58	10"	20.46	80.13	87.74
	41E-42E	40.00	577.58	577.14	12"	11.00	96.63	105.81
	42E-43E	55.00	577.14	576.48	12"	12.00	100.93	110.51
	43E-44E	60.00	576.48	576.08	12"	6.67	74.85	81.96
	44E-45E	36.00	576.08	575.68	12"	11.11	100.93	110.51
	45E-46E	36.00	575.68	575.01	12"	18.61	123.62	135.35
	46E-47E	60.00	575.01	574.01	12"	16.67	116.55	127.61
	79E-80E	30.00	533.33	532.45	14"	29.33	236.67	259.14
	80E-209	30.00	532.45	532.06	14"	13.00	158.45	173.50
	108-109	80.00	641.76	640.00	12"	21.00	133.51	146.19
	109-110	80.00	640.08	638.22	12"	23.25	139.72	152.99
	110-111	80.00	638.22	634.10	12"	51.50	210.10	230.05
	111-112	90.00	634.10	633.85	12"	2.80	48.75	53.38
	112-113	90.00	633.85	631.82	12"	22.56	139.72	152.99
COLECTOR	113-114	60.00	631.82	630.27	12"	25.83	148.56	162.67
"D"	114-115	80.00	630.27	628.46	12"	22.62	139.72	152.99
	115-116	100.00	628.46	625.77	12"	26.90	151.40	165.77
	116-117	80.00	625.77	623.66	12"	26.37	148.56	162.67
	117-118	80.00	623.73	621.73	12"	24.12	142.74	156.29
	118-119	90.00	621.73	619.71	12"	22.44	136.66	149.63
	119-120	85.00	619.71	617.81	12"	22.35	136.66	149.63
	120-121	90.00	617.81	615.02	12"	31.00	162.22	177.62

CUADRO No.2.19
(Continuacion)

DENOMI- NACION	TRAMOS	LONGITUD (mts)	COTA DE FONDO		PULG. Ø	PENDIENTE S ^o /100	CAPACIDAD (l/s)	
			INICIO	FINAL			3/4 Ø	Ø
	121-122	80.00	615.02	612.72	12"	28.75	156.90	171.80
	122-123	20.00	612.72	612.26	12"	23.00	139.72	152.99
	123-124	110.00	612.26	609.65	14"	23.73	215.31	235.75
	124-125	100.00	609.65	607.35	14"	23.00	210.77	230.78
	125-126	100.00	607.35	603.21	14"	41.40	281.41	308.13
	126-127	100.00	603.21	600.91	14"	23.00	210.77	230.78
	127-128	100.00	600.91	599.33	14"	15.80	175.80	192.49
	128-129	90.00	599.33	596.48	14"	31.67	248.62	272.22
	129-130	60.00	596.48	595.24	14"	20.67	201.40	220.52
	130-131	75.00	595.24	593.15	14"	27.87	232.55	254.63
	131-132	60.00	593.15	591.62	14"	25.50	219.75	240.61
	132-133	100.00	591.62	588.94	14"	26.80	228.37	250.05
	133-134	100.00	588.94	587.25	14"	16.90	181.21	198.41
	134-135	50.00	587.25	586.61	14"	12.80	158.45	173.50
COLECTOR	135-136	50.00	586.61	586.31	14"	6.00	107.65	117.87
"D"	136-137	90.00	586.31	585.18	14"	12.56	158.45	173.50
	137-138	80.00	585.18	583.92	14"	15.75	175.80	192.49
	138-139	85.00	583.92	582.53	14"	16.35	175.80	192.49
	139-140	35.00	582.53	582.14	16"	11.14	208.11	227.87
	140-141	100.00	582.14	580.88	16"	12.60	226.24	247.72
	141-142	100.00	580.88	575.06	16"	58.20	477.87	523.24
	142-143	120.00	575.06	570.27	16"	39.92	396.85	434.52
	143-144	20.00	570.27	569.70	16"	28.50	332.03	363.55
	144-145	75.00	569.70	567.11	16"	34.53	371.22	406.46
	145-146	65.00	567.11	563.87	16"	49.85	443.69	485.81
	146-147	95.00	563.87	563.08	16"	8.32	180.77	197.93
	147-148	20.00	563.08	562.22	16"	43.00	411.46	450.52
	148-149	170.00	562.22	558.47	16"	22.06	294.31	322.25
	149-150	20.00	558.47	558.12	16"	17.50	258.71	283.27
	150-151	65.00	558.12	556.34	16"	27.38	326.05	357.00
	151-152	80.00	556.34	553.83	16"	31.37	349.36	382.53
	152-153	40.00	553.83	553.14	16"	17.25	258.71	283.27
	153-154	60.00	553.14	551.71	16"	23.83	307.40	336.58
	154-155	40.00	551.71	550.54	16"	29.25	337.90	369.98
	155-156	34.00	550.54	550.24	16"	8.82	186.14	203.81
	156-157	35.00	550.24	549.93	16"	8.86	186.14	203.81
	157-158	50.00	549.93	548.49	16"	28.80	337.90	369.98
	158-159	70.00	548.49	546.43	16"	29.43	337.90	369.98
	159-160	140.00	546.43	541.84	16"	32.78	360.46	394.68
	160-161	90.00	541.84	539.16	16"	29.78	343.68	376.31
	161-162	70.00	539.16	537.51	16"	23.57	307.40	336.58

CUADRO No.2.19
(Continuacion)

DENOMI- NACION	TRAMOS	LONGITUD (mts)	COTA DE FONDO		PULG. Ø	PENDIENTE S ^o /oo	CAPACIDAD (L/S)	
			INICIO	FINAL			3/4 Ø	Ø
COLECTOR "D"	162-163	140.00	537.51	533.25	16"	30.43	343.68	376.31
	163-164	20.00	533.25	532.64	16"	30.50	349.36	382.53
	164-165	40.00	532.64	531.42	16"	30.50	349.36	382.53
	165-166	100.00	531.42	528.38	16"	30.43	343.68	376.31
	166-167	130.00	528.38	525.44	16"	22.62	300.92	329.49
	167-168	115.00	525.44	523.49	16"	16.96	258.71	283.27
	168-169	90.00	523.49	520.99	16"	27.78	332.03	363.55
	169-170	85.00	520.99	519.82	16"	13.76	234.78	257.07
	170-171	100.00	519.82	516.20	16"	36.20	376.48	412.22
	171-172	100.00	516.20	513.43	16"	27.70	332.03	363.55
	172-173	90.00	513.43	511.47	16"	21.78	294.31	322.25
	173-174	85.00	511.47	509.98	16"	17.53	266.22	291.49
SUB- COLECTOR "E3"	47E-48E	120.00	574.01	572.81	10"	10.00	56.66	62.04
	48E-49E	125.00	572.81	571.56	10"	10.00	56.66	62.04
	49E-50E	85.00	571.56	570.71	10"	10.00	56.66	62.04
	50E-51E	95.00	570.71	569.76	10"	10.00	56.66	62.04
	51E-52E	60.00	569.76	569.16	10"	10.00	56.66	62.04
	52E-53E	80.00	569.16	568.36	10"	10.00	56.66	62.04
	53E-54E	80.00	568.36	567.56	10"	10.00	56.66	62.04
	54E-55E	65.00	567.56	566.76	10"	12.30	62.07	67.96
	55E-56E	80.00	566.76	565.40	10"	17.00	73.88	80.89
	56E-57E	95.00	565.40	562.03	10"	35.47	105.99	116.06
	57E-58E	60.00	562.03	560.37	10"	27.67	94.81	103.81
	58E-59E	60.00	560.37	558.70	10"	27.83	94.81	103.81
	59E-60E	60.00	558.70	557.33	10"	22.83	85.90	94.06
	60E-61E	60.00	557.33	555.70	10"	27.17	93.10	101.94
	61E-62E	60.00	555.70	554.33	10"	22.83	85.90	94.06
	62E-63E	95.00	554.33	552.57	10"	18.52	78.10	85.51
	63E-64E	85.00	552.57	549.51	10"	36.00	107.41	117.71
	64E-65E	85.00	549.51	547.49	10"	23.76	87.78	96.11
	65E-66E	85.00	547.49	545.92	10"	18.47	76.01	83.23
	66E-67E	85.00	545.92	544.35	10"	18.47	76.01	83.23
67E-68E	60.00	544.35	541.43	10"	48.67	125.33	137.33	
68E-69E	55.00	541.43	538.70	10"	49.64	125.33	137.33	
69E-70E	50.00	538.70	537.45	10"	25.00	89.58	98.09	
70E-71E	60.00	537.45	536.41	10"	17.33	73.87	80.89	

CUADRO No.2.19

(Continuacion)

DENOMINACION	TRAMOS	LONGITUD (mts)	COTA DE FONDO		PULG. Ø	PENDIENTE S ⁰ /100	CAPACIDAD (l/s)		
			INICIO	FINAL			3/4 Ø	Ø	Ø
SUB-COLECTOR "E3"	71E-72E	60.00	536.41	535.40	10"	16.83	73.87	80.89	
	72E-73E	85.00	535.40	532.20	10"	37.65	108.98	119.33	
	73E-74E	90.00	532.20	529.83	10"	26.33	91.36	100.03	
	74E-75E	90.00	529.83	527.03	10"	31.11	99.76	109.23	
	75E-76E	100.00	527.03	523.70	10"	33.30	102.93	112.70	
	76E-77E	95.00	523.70	521.44	10"	23.79	87.78	96.11	
	77E-78E	95.00	521.44	519.06	10"	25.05	89.58	98.09	
	78E-216	100.00	519.06	516.62	10"	24.40	87.78	96.11	
COLECTOR "E"	210-211	91.00	528.34	527.43	16"	10.00	198.03	217.26	
	211-212	91.00	527.43	525.49	16"	21.32	287.54	314.84	
	212-213	91.00	525.49	522.27	16"	35.38	313.74	343.52	
	213-214	91.00	522.27	519.06	16"	35.27	371.22	406.46	
	214-215	91.00	519.06	517.24	16"	20.00	280.61	307.25	
	215-216	110.00	517.24	516.42	16"	7.45	154.25	186.90	
INTERCEPTOR "B"	216-217	90.00	516.42	513.98	18"	27.11	446.36	488.73	
	217-218	90.00	513.98	513.03	18"	21.67	402.92	441.17	
	218-219	90.00	512.03	509.77	18"	25.11	429.51	470.28	
	219-220	90.00	509.77	507.90	18"	20.78	393.65	431.02	
INTERCEPTOR "A"	40-41	89.00	558.36	557.73	24"	7.08	492.95	539.75	
	41-42	89.00	557.73	556.33	24"	15.73	740.00	810.25	
	42-43	29.00	556.33	555.13	24"	41.38	1184.58	1297.03	
	43-44	120.00	555.13	551.81	24"	27.67	978.93	1071.86	
	44-45	140.00	551.81	550.42	24"	9.93	582.18	637.35	
	45-46	135.00	550.42	546.70	24"	27.56	968.10	1060.00	
	46-47	100.00	546.70	543.37	24"	33.30	1062.74	1163.63	
	47-48	61.00	543.37	542.86	24"	8.36	532.98	583.58	
	48-63	70.00	542.86	542.62	24"	3.43	341.13	373.51	
	63-64	78.00	542.62	541.09	22"	19.61	579.49	634.50	
	64-65	78.00	541.09	540.30	22"	10.00	409.76	448.66	
	65-89	80.00	540.31	537.98	22"	29.12	697.80	764.04	
	89-90	80.00	537.98	536.38	28"	20.00	1132.65	1240.17	
	90-91	85.00	536.38	535.53	28"	10.00	800.90	876.93	
	91-92	100.00	535.53	534.53	28"	10.00	800.90	876.93	
	92-93	100.00	534.53	533.53	28"	10.00	800.90	876.93	
	93-94	100.00	533.53	532.53	28"	10.00	800.90	876.93	
	94-95	100.00	532.53	531.53	28"	10.00	800.90	876.93	
	95-96	120.00	531.53	527.56	28"	33.03	1454.91	1593.03	
	96-97	90.00	527.56	525.54	28"	22.44	1187.93	1300.70	
97-98	120.00	525.54	523.04	28"	20.83	1160.62	1270.80		
98-99	125.00	523.04	520.17	28"	22.96	1214.62	1329.93		
99-100	80.00	520.17	518.20	28"	24.62	1266.34	1386.55		
100-101	80.00	518.20	517.40	28"	10.00	800.90	876.93		

CUADRO No.2.19

(Continuacion)

DENOMINACION	TRAMO	LONGITUD (mts.)	COTA DE FONDO		PULG. Ø	PENDIENTE S (%)	CAPACIDAD (l/s)	
			INICIO	FINAL			3/4 Ø	Ø
INTER- CEPTOR "A"	101-102	150.00	517.40	514.44	28	19.73	1132.65	1240.17
	102-103	100.00	514.44	512.96	32	14.80	1675.05	1834.06
	103-104	100.00	512.96	511.42	32	15.40	1675.05	1834.06
	104-104	70.00	511.42	510.95	32	6.71	1119.48	1225.76
	104I-10	55.00	510.95	510.79	32	2.91	736.51	806.43
	105-105	50.00	510.79	510.64	32	3.00	749.10	820.21
	105I-10	100.00	510.64	510.34	32	3.00	749.10	820.21
	106-107	60.00	510.34	510.16	32	3.00	749.10	820.21
	107-174	60.00	510.16	509.98	32	3.00	749.10	820.21
	174-175	170.00	509.98	509.47	32	3.00	749.10	820.21
	175-176	135.00	509.47	509.06	32	3.00	749.10	820.21
	176-177	150.00	509.06	508.62	32	3.00	749.10	820.21
	177-178	70.00	508.62	508.40	32	3.14	761.48	833.77
	178-179	70.00	508.40	508.20	32	2.86	723.69	792.40
	179-180	110.00	508.20	507.87	32	3.00	749.10	820.21
	180-220	100.00	507.87	507.18	32	6.93	1136.07	1243.92
	220-221	142.00	507.18	506.19	36	6.93	1432.77	1568.78
	221-222	142.00	506.19	505.21	36	6.93	1432.77	1568.78
222-223	146.00	505.21	503.69	36	10.41	1724.84	1888.58	
223-224	140.00	503.69	502.23	36	10.43	1724.84	1888.58	
COLECTOR "H"	81E-82E	80.00	472.48	470.65	10	22.87	85.93	94.09
	82E-83E	70.00	470.65	469.07	10	22.57	85.93	94.09
	83E-84E	75.00	469.07	467.65	10	18.93	78.10	85.51
	84E-85E	60.00	467.65	466.59	10	17.67	76.01	83.23
	85E-86E	75.00	466.59	465.19	10	18.67	78.10	85.51
	86E-87E	60.00	465.19	464.31	10	14.67	69.39	75.98
	87E-88E	60.00	464.31	462.92	10	23.17	85.93	94.09
	88E-89E	55.00	462.92	461.20	10	31.27	99.76	109.23
	89E-90E	70.00	461.20	458.86	10	33.43	102.93	112.70
	90E-91E	65.00	458.86	456.99	10	28.77	96.49	105.65
91E-92E	45.00	456.99	455.70	10	28.67	96.49	105.65	
92E-93E	80.00	455.70	453.39	10	28.87	96.49	105.65	

CUADRO No.2.20
 ECUACIONES DE CAPACIDAD EN FUNCION DE LA PENDIENTE
 ECUACION DE CAPACIDAD TIRANTE

Ø PULGADAS	3/4	Ø	Ø	Ø
8	0.312	S 1/2	0.342	S 1/2
10	0.566	S 1/2	0.621	S 1/2
12	0.920	S 1/2	1.010	S 1/2
14	1.388	S 1/2	1.522	S 1/2
16	1.980	S 1/2	2.172	S 1/2
18	2.713	S 1/2	2.974	S 1/2
20	3.591	S 1/2	3.939	S 1/2
22	4.632	S 1/2	5.077	S 1/2
24	5.841	S 1/2	6.406	S 1/2
26	7.229	S 1/2	7.927	S 1/2
28	8.811	S 1/2	9.663	S 1/2
32	12.574	S 1/2	13.792	S 1/2
36	17.227	S 1/2	18.888	S 1/2

Las ecuaciones del cuadro anterior se han confeccionado utilizando la formula de Maning para un coeficiente de rugosidad "n" de Kutter 0.013.

2.2.5 PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES

La ciudad de Tacna cuenta con dos plantas de tratamiento de desagües.

a) Planta de Tratamiento experimental

Fue objeto de investigación, debido a la ejecución del proyecto de riego con desagües tratados, realizado por la oficina de proyectos de Inversión del Ministerio de Agricultura Zona Agraria VII. Gráfico N° 2.2.

Esta planta, está ubicada, en las afueras de la ciudad en la zona sur, a inmediaciones del Aeropuerto. Dicha planta se puso en operación en 1975 y fué objeto de estudio en 1977.

Del último buzón del emisor, cuya tubería de \varnothing 36" C.R., dista 35 m. hasta la cámara de rejillas, donde se realiza el tratamiento de desbaste con mantenimiento irregular, la que cuenta con dos rejillas separadas, por medio de compuertas, de manera que permita trabajar separadamente para efectos de mantenimiento.

Contigua a la cámara de rejillas, se tiene un medidor de caudal tipo Parshall, que hasta la fecha no se ha utilizado por falta de personal técnico de operación. Luego de 100 m. de recorrido de la tubería de 36" que sale del medidor, se produce el cambio a canal, por medio de una transición, que al final de los 50 m. llega una cámara de distribución, que puede dividir el caudal hacia las lagunas 1,2,3 y 4, pero al momento de la inspección estaba derivado únicamente al conjunto 1,2; de esta cámara se conduce los desagües a un canal en el que, a su vez existe una estructura de reparto, que distribuye, las aguas residuales a cada una de las dos lagunas aereadas, que trabajan en paralelo con las secundarias, cuyas características son las siguientes:

Sección: trapezoidal

Talud : 1:3

Area superficial : 1 Há.

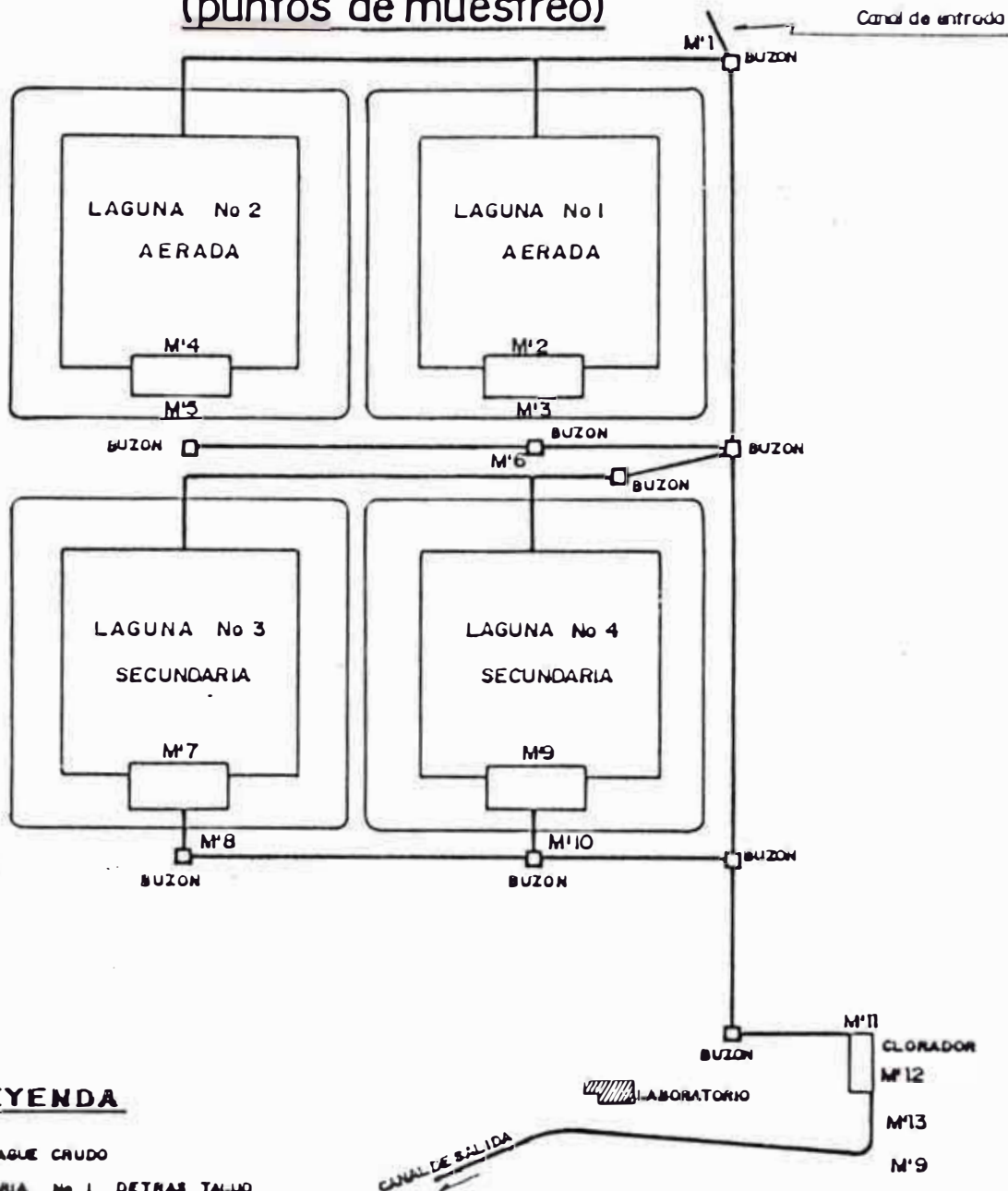
Profundidad total : 5.5 m.

Profundidad efectiva : 4.6 m.

Forma : cuadrada

Revestimiento : losetones de concreto

PLANTA DE TRATAMIENTO (puntos de muestreo)



LEYENDA

M'1	EFLUENTE DESAGUE CRUDO
M'2	LAGUNA PRIMARIA No 1 DETRAS TALUD
M'3	" " " " No 1 ZONA TALUD
M'4	" " " " No 2 DETRAS TALUD
M'5	" " " " No 2 ZONA TALUD
M'6	CANAL MEZCLA EFLUENTES PRIMARIOS
M'7	LAGUNA SECUNDARIA No 3 DETRAS TALUD
M'8	" " " " No 3 ZONA TALUD
M'9	" " " " No 4 DETRAS TALUD
M'10	" " " " No 4 ZONA TALUD
M'11	ENTRADA CAMARA CONTACTO
M'12	CAMARA DE CONTACTO
M'13	SALIDA CAMARA CONTACTO

Las dos primeras lagunas denominadas primarias, poseen 4 motores aereadores que trabajan las 24 horas del día sin interrupción, presentando en la actualidad deficiencias en su funcionamiento, en tanto que ya cumplieron su vida útil estos motores; muchas veces se malogran y el proceso es deficiente en cualquiera de las lagunas.

Las dos lagunas contiguas, denominadas secundarias trabajan como facultativas y tienen un período de retención actual de 7 días.

El efluente de las lagunas es vertido a una cámara de cloración, que no funciona como tal, ya que nunca se le agregó cloro a los efluentes tratados; de éste último punto es conducido por medio de un canal hacia los terrenos de la Irrigadora COPARE, para ser utilizado con fines agrícolas.

En la actualidad, como la descarga supera la capacidad de las lagunas, existe una derivación de los desagues por rebose, desde la cámara de distribución inicial, cuyos desagues corren por una acequia sin mantenimiento, hasta descargar en una laguna de oxidación facultativa primaria y luego de ésta, pasa a otra laguna denominada secundaria; cuyo efluente se mezcla con el efluente de las otras lagunas, dando así un mal olor y un aspecto pésimo, ya que estas últimas lagunas son estanques, que carecen de técnica y el tratamiento es casi nulo, sólo sirven de paso a los desagues.

En el área de la planta, además, existe una casa de guardián-operador y un edificio destinado para laboratorio, al cual le falta implementación.

La planta carece de fluido eléctrico, aunque cuenta con un transformador adquirido desde varios años atrás. Toda la planta se encuentra protegida por un cerco perimétrico de malla metálica.

b) Planta de Tratamiento Leguía

Recibe actualmente el 5% aproximadamente de los desagues de la ciudad. Se encuentra ubicada en las afueras del pueblo joven Augusto B. Leguía. Dicha planta entró en funcionamiento en 1979. Gráfico N° 2.3.

La planta, fue diseñada para tratar los desagues, provenientes de los pueblos jóvenes, Para Chico y Augusto B. Leguía, consta de 2 lagunas primarias.

Los componentes de esta planta de tratamiento son:

- Cámara de Rejas.
- Medidor Parshall.
- Canales de distribución.
- Dos lagunas facultativas primarias.
- Canal de salida del efluente.

Características de las lagunas:

- . Sección: trapezoidal.
- . Talud de diques: 1:2:5
- . Area superficial: 0.5 Hás.
- . Profundidad : 1.50 m.
- . Profundidad total : 2.10 m.
- . Recubrimiento : arcilla compactada.

Actualmente sólo funciona una laguna debido al poco volumen de desague a tratar, siendo el caudal aforado al ingreso de la planta 10.5 lt/s, con un período de retención promedio 11.5 días; el caudal del efluente fue de 5.0 lt/s, lo que indica la existencia de una gran pérdida de agua debido a la infiltración.

Suponiendo, un aporte per-cápita de DBO igual a 48 gr/hab-día, se tiene una carga diaria de 168 kg., con una tasa de aplicación de 316 kg DBO/Há-día, que es aceptable para lagunas primarias.

Además, los componentes, cámara de rejas y medidor Parshall, no cumplen su función, por estar deteriorados, lleno de piedras y otros cuerpos; no cuentan con cerco perimétrico y su ubicación en la actualidad no es recomendable por estar cerca a la población y sin mantenimiento alguno. En general carecen de las recomendaciones dadas en un diseño.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES LEGUIA

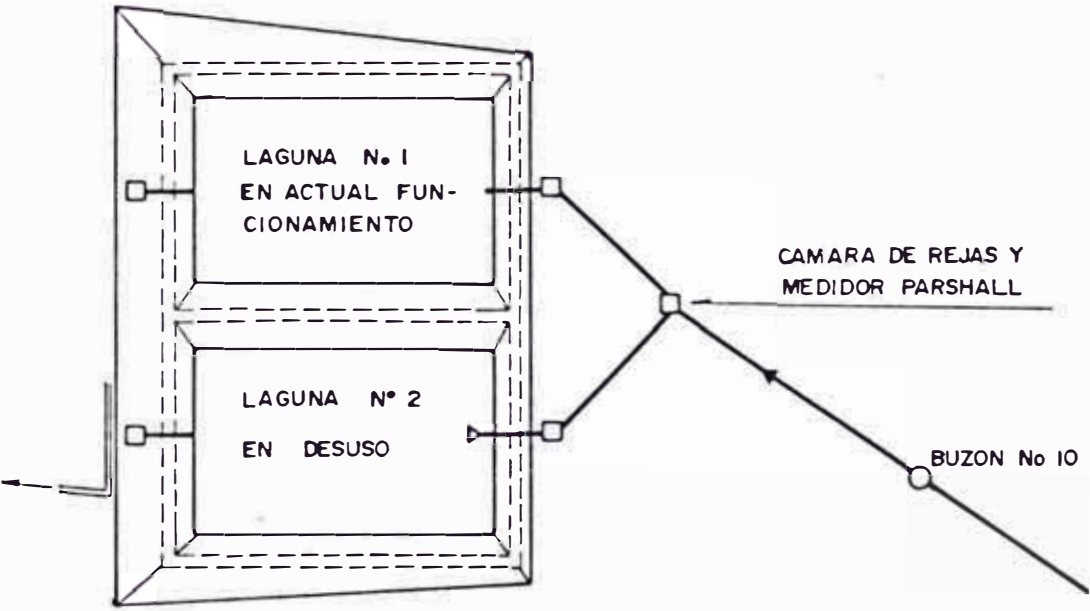
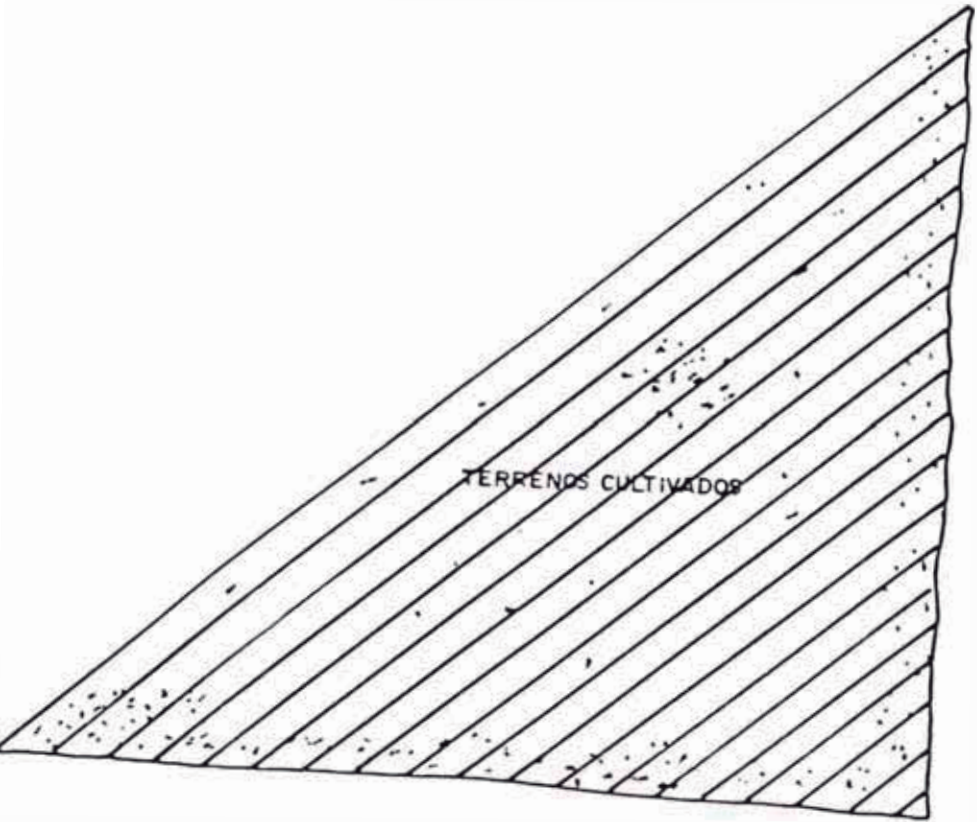


GRAFICO N° 2.3

2.2.5.1 DISPOSICION FINAL

a) Capacidades

Los desagues tratados son utilizados con fines agrícolas, así:

- El efluente de la Planta de Tratamiento Experimental, es usado por la Irrigadora COPARE y conducido por un sistema de canales (Gráfico N° 2.4) hasta un terreno de 240 has. beneficiando a 47 familias.
- El efluente de la planta de Leguía, es usado para riego de unas parcelas aledañas, las que tienen un área aproximada de 20 Hás., el cual es conducido por un pequeño canal de concreto, que evacúa los desagues tratados a un canal de tierra.

b) Deficiencias

- El sistema de canales que conduce los desagues tratados a la Irrigadora COPARE, tienen capacidad suficiente; además presentan un buen estado de conservación, por lo que no existen deficiencias físicas, ni hidráulicas.

2.2.5.2 OPERACION Y MANTENIMIENTO

Por el tipo de tratamiento, no existe labores de operación; la laguna de Augusto B. Leguía no posee personal para su manejo.

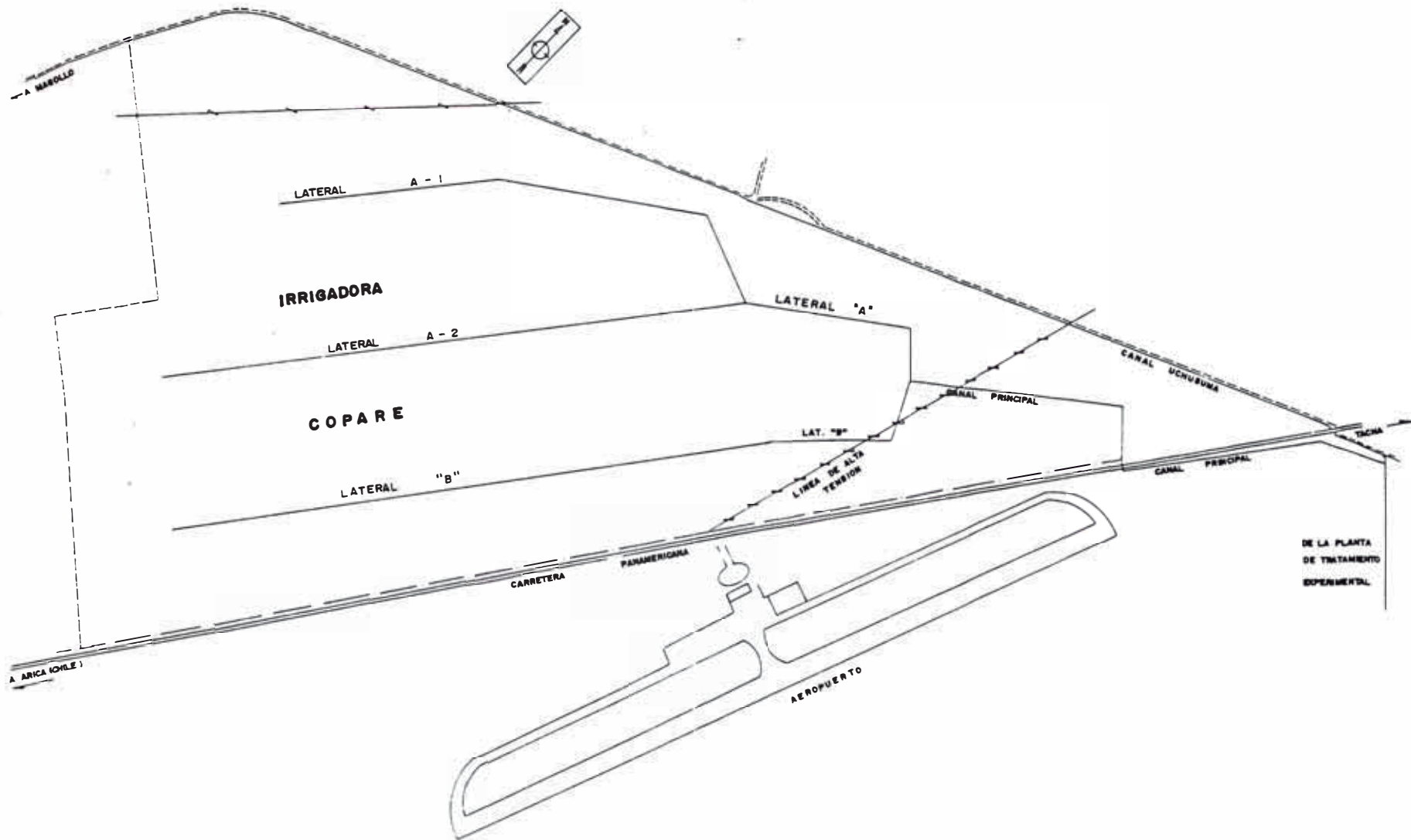
Las lagunas aeradas, cuenta con un operador guardián cuya función se restringe a limpiar la cámara de rejas, la estructura de ingreso y el repartidor de caudal durante las mañanas, observando el correcto funcionamiento de los aeradores y de cuidar de que no ingresen personas extrañas al área de tratamiento (ver cuadro N° 2.21).

Periódicamente, con apoyo de los agricultores, usuarios de los desagües tratados, se realiza el deshierbe y limpieza de los diques y de las natas flotantes en las lagunas, sin embargo se carece de colaboración de los agricultores COPARE.

El jefe de la planta posee título universitario y está a cargo de la instalación desde hace 6 años, cuya función es supervisar y controlar el funcionamiento.

En cuanto al mantenimiento de los equipos mecánicos, principalmente aeradores, se ha encontrado que en el año 1983, se ha realizado un trabajo muy completo, corrigiendo defectos cuya información ha servido además, para elaborar las hojas de vida de cada uno de los equipos, como un paso inicial para la elaboración del programa de mantenimiento.

SISTEMAS DE CANALES QUE CONDUCEN EL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EXPERIMENTAL



DE LA PLANTA
DE TRATAMIENTO
EXPERIMENTAL

CUADRO Nº 2.21

FORMULARIO

PREGUNTAS PARA LA ENTREVISTA DEL OPERADOR

Planta de **.Aguas Servidas.....** Fecha **..07-11-83....**

1) Tiempo de Servicio en la Entidad **10 meses**. En otras dependencias oficiales **6 meses**. Edad **26 años**.

2) Educación **Primaria Si. Secundaria Si.** Lectura **y** Escritura **Si.**

3) Cursos de Adiestramiento recibidos **Si**, tiene certificado oficial.**Si.**

El adiestramiento ha sido recibido en la Empresa **No**, fuera de ella **Si**, sobre qué? **Auxiliar de Enfermería.....**

4) Descripción breve de:

Qué hace? **.Separa materiales flotantes y voluminosos.....**

Cómo lo hace? **.Con trinchas y espumaderos.....**

Cuándo lo hace? **.Todos los días en horas de la mañana.....**

Para qué lo hace? **.Para mantener limpio y conservado de la ..**

Cámara de cribas y taludes

5) Dificultades que se le presentan para desempeñar correctamente su trabajo: **No hay**

6) Para qué usa alumbre?: **Remover turbiedad, Aumentar pH; Remover dureza; Remover color?.....**

7) Existe algún problema para operar la planta correctamente ?
Diga cuál o cuáles son y cómo los han resuelto?:
Los trabajadores de COPARE no colaboran oportunamente con el mantenimiento de limpieza de los taludes primarios, los mismos que se comprometieron realizar.

El Gráfico Nº 2.22 presenta el programa puesto en marcha en el año 1,983 y las actividades que se han cumplido hasta el mes de octubre.

En lo que respecta al estado de conservación de los componentes de las lagunas se ha observado lo siguiente:

CUADRO Nº 2.22 : COMPONENTES DE LAGUNA LEGUIA

CONCEPTOS	LAGUNA EXPERIMENTAL	LAGUNA LEGUIA
Rejas		
Limpieza	Diaria	---
Disposición de sólidos	Defectuosa	---
Estado de rejas	Regular	---
Medidor		
Estado	Bueno	---
Pozo de medición	Defectuosa	---
Canal		
Estado	Bueno	---
Estructura de distribución		
Estado	bueno	---
Funcionamiento	defectuoso	---
Estructura de salida		
Estado	bueno	---
Lagunas		
Dique	bueno	---
vegetación	controlada	---
pantallas	buenas	---
natas	controladas	---
Motores		
estado	bueno	---
potencia	10 Hp	---
fases	3	---
Voltaje	440	---

GRAFICO No 2.22

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE SENAPA - TACNA
AGUAS RESIDUALES

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE																					
	S				E				M				A				N				A				S							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MOTOR AERADOR 1			■																													
MOTOR AERADOR 2							■	■																								
MOTOR AERADOR 3																																
MOTOR AERADOR 4																																
MOTOR AERADOR 5																																
MOTOR AERADOR 6																																
MOTOR AERADOR 7																																
MOTOR AERADOR 8																																
MOTOR AERADOR 9	UNIDAD DE REEMPLAZO (STANDBY)																															

LEYENDA

MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS

■ MANTENIMIENTO GENERAL O REPARACION

MANTENIMIENTOS REALIZADOS

■

■

ADMINISTRACION:

El régimen administrativo a que está sujeto la única persona encargada del mantenimiento de las lagunas experimentales, es la de un obrero con estabilidad laboral.

VULNERABILIDAD

La laguna experimental podría ser afectada por movimiento sísmico, huelga, terremoto y guerras.

2.3 CALIDAD Y CANTIDAD

2.3.1 Aforo

Durante el desarrollo del estudio definitivo del "Proyecto de Riego con desagües tratados de Tacna", ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Zona Agraria VII, Oficina de Proyectos de Inversión, se ejecutaron mediciones de caudal de las aguas residuales que ingresaban a la planta experimental, así como de los efluentes tratados y que se ilustra en el cuadro N° 2.23. De éste modo, en el mes de mayo del año 1.977, el caudal del crudo tuvo un promedio de 134 l/s., en Junio 124 l/s., en Julio 124 l/s. y en Agosto 139 l/s.

2.3.2 Capacidad de Oxigenación

En cada una de las lagunas se encuentra instalado 4 equipos aeradores de 10 Hp cada uno de ellos. El peso de los mismos es de 370 kg. desplazan 5,060 gpm. y poseen una capacidad de transferencia de oxígeno de condiciones estandar de 1.54 kg/Hp-hora. Estos equipos permiten crear una zona de mezcla completa en un radio de 15.5 m., mientras que la zona de dispersión de oxígeno alcanza los 45 m.

La energía transmitida a la masa de agua y por laguna es de 0.67 vatios por m³, lo cual lo califica en un estado intermedio entre la laguna facultativa con mezcla mecánica y una aerada facultativa.

CUADRO No.2.23

AFOROS - PLANTA DE TRATAMIENTO EXPERIMENTAL
Mayo 1977

D I A	CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
	HORA	ENTRADA	HORA	ENTRADA	HORA	ENTRADA
10	--	--	--	--	15.30	--
11	9.00	122	--	--	16.00	124
12	9.55	149	--	--	16.55	162
13	9.40	124	--	--	17.30	112
16	8.55	155	--	--	17.30	162
17	9.00	125	--	--	16.05	149
18	7.50	104	--	--	15.20	124
19	8.15	104	--	--	15.10	135
20	8.55	120	12.30	124	15.10	135
23	7.50	95	12.25	106	16.00	112
24	8.00	95	11.28	118	16.30	149
25	8.15	124	--	-	15.50	124
26	7.05	135	12.00	162	16.40	132
27	6.50	100	14.05	162	17.38	169
28	7.05	124	12.40	100	-	-
30	7.00	100	12.15	162	17.00	149
PROME- DIO		118		145		138

PROMEDIO TOTAL = 134 l/s.

CUADRO No.2.23 (continuación)

Junio 1977
(Expresado en l/s)

D I A	CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
	HORA	ENTRADA	HORA	ENTRADA	HORA	ENTRADA
1	9.20	142	--	-	15.40	135
2	9.40	124	--	-	16.50	129
3	8.05	124	14.20	135	16.40	135
6	--	-	12.20	112	17.35	124
7	10.00	124	13.35	129	17.35	124
8	8.20	124	13.20	129	16.40	124
9	8.30	112	13.20	149	17.40	100
10	8.30	129	12.25	142	17.15	124
22	7.20	112	12.00	118	17.15	142
23	7.40	112	12.20	129	16.40	124
24	7.50	118	11.45	129	--	-
27	7.50	118	12.20	112	16.25	118
28	9.15	118	11.40	112	16.15	124
30	--	-	11.30	124	--	-
PROME- DIO		121		127		125

PROMEDIO TOTAL : 124 l/s .

Julio y Agosto 1977
(Expresado en l/s)

5 - 7	--	-	--	-	16.30	-
7 - 7	--	-	--	-	16.50	124
4 - 8	--	-	--	-	15.40	135
15 - 8	--	-	--	-	15.40	-
16 - 8	--	-	11.30	142	15.35	142
17 - 8	--	-	--	-	16.50	129
PROME- DIO				142		135

PROMEDIO TOTAL : 138 l/s .

Este tipo de funcionamiento induce a la acumulación de lodos en el fondo del reactor, los mismos que son digeridos anaeróbicamente dando lugar a la aparición de burbujas de gas; por las condiciones de clima cálido y alta insolación, ha permitido el crecimiento de algas en la laguna N^o 2 que aportan cantidades significativas de oxígeno.

La capacidad de transferencia para diferentes concentraciones de oxígeno disuelto en la masa de agua del reactor se muestra en el cuadro N^o 2.24.

CUADRO N^o 2.24

CONCENTRACION DE OXIGENO EN EL REACTOR (mg/l)	CAPACIDAD DE TRANSFERENCIA	
	kg O ₂ /HP-h	Kg O ₂ /80 HP-h
0.5	1.087	86.96
1.0	1.023	81.34
1.5	0.958	76.52
2.0	0.894	71.52
2.5	0.829	66.32
3.0	0.765	61.20
3.5	0.700	56.00
4.0	0.636	56.00
4.5	0.571	45.68
5.0	0.507	40.56

Sabiendo que la carga orgánica que llega a las lagunas es de 3600 kg/día ó 150 kg/hora, se tiene que el oxígeno proporcionado por los aereadores no es suficiente como para producir la estabilización de materia orgánica; esto se debe a que la laguna N^o 1, trabaja en condiciones poco favorables presentando una fuerte coloración rosada, emanación de olores desagradables y notoria presencia de lodos depositados en el fondo.

También, la deficiencia en el funcionamiento de las lagunas se debe a fallas constructivas de la estructura de reparto o canal de repartición, que a pesar de estar ubicado en el centro del canal, permite el ingreso de mayor caudal a la laguna N^o 1 y ello debido a que un lado presenta un desnivel que motiva este fenómeno.

2.3.3 Remoción de D.B.O

El análisis de DBO de las aguas residuales crudas han dado valores que van de 190 hasta 270 mg/lt (ver cuadro N° 2.25 y N° 2.26)

Para el cálculo analítico se ha considerado un DBO promedio de 220 mg/lt porque los valores reportados corresponden a muestras puntuales en horas de la mañana y su equivalencia entre el promedio y el máximo varía entre un 75% al 85%.

Para un caudal promedio aforado de 190 lt/s, se tiene que la carga orgánica diaria es igual a 3,600 kg de DBO y que corresponde a una población equivalente de 70,600 personas. El período de retención de cada uno de los reactores resulta de 5.4 días y la eficiencia teórica de las lagunas aeradas es de 73% (ver gráfico N° 2.5), o sea que la DBO del efluente primario sería igual a 60 mg/lt.

Las lagunas secundarias que trabajan como facultativas, estarían removiendo de acuerdo con los trabajos efectuados en el CEPIS (ver gráfico N° 2.6), un 75% de la carga aplicada la cual viene a representar que la DBO soluble sería de 15 mg/lt y la DBO incluyendo algas de 33 mg/lt.

Según los análisis el DBO total de los efluentes tratados fluctúan entre 34 y 38 mg/lt.

2.3.4 Oxígeno Disuelto

La laguna N° 1 apenas se detecta la presencia de O.D. mientras que en la N° 2, a causa de su menor carga aplicada y presencia de algas, los valores detectados de O.D. son mucho más altos que en la N° 1.

En la actualidad se nota deficiencias en el tratamiento por motivos antes explicados por equipo y diseño.
(Ver cuadro N° 2.27)

CUADRO No.2.25
ANALISIS FISICO - QUIMICO*
DESAGUE CRUDO Y TRATADO

CARACTERISTICA	D - C -	D - T -
Aspecto	Turbio - Gris	Turbio - Verdoso
Color (Unidad color)	450	210
Olor	Ligeramente fetido	Inodoro
Acidez	0	0
Turbiedad (U.T.I)	220	110
pH	6.9	7.4
Residuo Total (p.p.m)	1.576	1.016
Alcalinidad T.	170	154
Bioxido de Carbono	37	17
Dureza Total	437	447
Hierro	0.383	0.240
Manganeso	0	0
Calcio	150	158
Magnesio	15	13
Cloruros	95	100
Carbonatos	0	0
Nitritos	0	0
Nitratos	0	0.09
Sulfatos	355	352
Hidroxidos	0	0
Bicarbonatos	207	188
Solidos Sedimentales (ml/l)	7.5	0.2
Demanda Bioquimica de Oxigeno	190	34

* Realizado en Lima

DC : Desague Crudo

DT : Desague Tratado

CUADRO No.2.26
 CARACTERISTICAS DEL DESAGUE CRUDO Y DESAGUE TRATADO
 PLANTA DE TRATAMIENTO

PARAMETROS ANALIZADOS	RANGO EN mg/l EXCEPTO LOS INDICADOS	
	DESAGUE CRUDO (M ₁)	DESAGUE TRATADO (M ₂)
Color	Gris	Verde
Unidades de pH	6.0 - 7.55	7.0 - 7.83
Conduct. Electrica *	940 - 2400	936 - 1970
Alcalinidad	92 - 234	104 - 196
Sulfatos	325 - 530	315 - 678
Cloruros	99 - 138	88 - 130
Cloruro de Sodio	163 - 219	145 - 215
DBO ₅	278	38
Nitrogeno T.	48	18
Nitrogeno Amoniacal	No investigado	12
Ortofosfatos	No investigado	13
Residuos Totales	1120 - 1390	910 - 1275
Residuos Disueltos	840 - 1140	850 - 1175
Residuos en Suspension	210 - 285	60 - 100
Residuos Sedimentables**	2.8 - 9.5	0.23 - 0.46
Coliformes Totales ***	$2.3 \times 10^7 - 3.8 \times 10^7$	$3.1 \times 10^4 - 5.4 \times 10^4$
Coliformes Fecales ***	$4.3 \times 10^6 - 1.7 \times 10^7$	$2.7 \times 10^3 - 1.4 \times 10^3$
Salmonella sp. ***	47 - 666	6 - 58
Shigella sp.	---	---

* : umhos/cm a 25°C

** : ml/l

*** : NMP/100ml

--- : No detectado

CUADRO No. 2.27
ANALISIS FISICO - QUIMICO
AGUAS RESIDUALES EN TRATAMIENTO

FECHA	HORA	M. No.	TEMP. °C		pH	OLOR	COLOR	O.D. (mgr/l)
			AIRE	AGUA				
06-9-77	11.14	M ^o 1	25.0	21.0	7.5	Fuerte	Cafe	0.21
06-9-77	11.25	M ^o 2	25.0	21.0	6.7	Fuerte	Cafe	0.52
06-9-77	11.30	M ^o 3	25.0	21.0	6.7	Fuerte	Cafe	1.56*
06-9-77	12.25	M ^o 5	23.0	21.0	6.5	Fuerte	Verde Osc.	11.45*
06-9-77	12.55	M ^o 10	23.0	21.0	6.7	Inodoro	Verde	5.21
12-9-77	10.15	M ^o 1	19.0	10.5		Fuerte	Cafe	1.56
12-9-77	10.20	M ^o 2	19.0	20.5		Fuerte	Verde	3.33*
12-9-77	10.23	M ^o 3	20.0	20.5		Regular	Verde	3.23
12-9-77	10.30	M ^o 5	20.0	20.5		Regular	Verde	3.65*
12-9-77	10.35	M ^o 6	20.0	31.5		Regular	Verde	3.85
12-9-77	10.38	M ^o 10	20.0	20.8		Regular	Verde	
12-9-77	10.40	M ^o 12	20.0	20.9		Regular	Verde	0.73
13-9-77	9.00	M ^o 1	16.0	20.0	6.5	Suave	Cafe-Verde	0.68
13-9-77	9.10	M ^o 2	15.5	19.5	7.0	Muy suav	Cafe-Verde	2.71*
13-9-77	9.15	M ^o 3	16.5	19.5	7.0	Suave	Verde osc.	2.71*
13-9-77	9.23	M ^o 4	15.8	20.0	7.3	Muy suav	Verde	3.02*
13-9-77	9.28	M ^o 5	15.8	20.0		Muy suav	Verde	3.13*
13-9-77	9.35	M ^o 6	16.0	19.5	6.5	Inodoro	Verde osc.	5.42
13-9-77	9.48	M ^o 10	16.0	20.0	6.5	Inodoro	Verde osc.	1.67
13-9-77	9.50	M ^o 12	16.0	20.1	7.5	Inodoro	Verde osc.	4.58
26-9-77	9.05	M ^o 1	19.5	20.5	6.5	Fuerte	Cafe	0.31
26-9-77	9.14	M ^o 2	20.0	21.0	7.5	Suave	Verde	3.67*
26-9-77	9.20	M ^o 3	20.0	22.0	7.5	Suave	Verde	5.41*
26-9-77	9.30	M ^o 5	20.5	22.5	7.0	Suave	Verde	11.74*
26-9-77	9.38	M ^o 6	23.0	22.0	7.5	Suave	Verde	6.02*
26-9-77	9.50	M ^o 9	20.0	22.0	7.5	Suave	Verde	
26-9-77	9.55	M ^o 10	20.0	22.0	7.0	Suave	Verde	4.90
26-9-77	10.05	M ^o 12	20.0	22.0	7.5	Suave	Verde	5.20

* : Contenido de Oxigeno Disuelto a la salida de las Lagunas Aeradas.

2.3.5 Remoción de Coliformes

En el cuadro N^o 2.28, se resume los datos del contenido de coliformes, que fueron detectados entre Mayo y Setiembre de 1,977 y en el gráfico N^o 2.2, se ilustra los puntos de donde fueron tomados.

La representación de los valores promedios, de acuerdo a los mostrados en el gráfico N^o 2.7 ha permitido determinar que las lagunas aeradas, no tienen capacidad de remoción de coliformes lo cual lleva a considerar que están trabajando más como lagunas de maduración que como lagunas de remoción de DBO.

La tasa de mortandad de coliformes para lagunas de maduración (kb), (ley de Chick) el que es igual a 0.505 o 1.16 en base de logaritmos vulgares.

2.3.6 Conclusión

a) Laguna Experimental

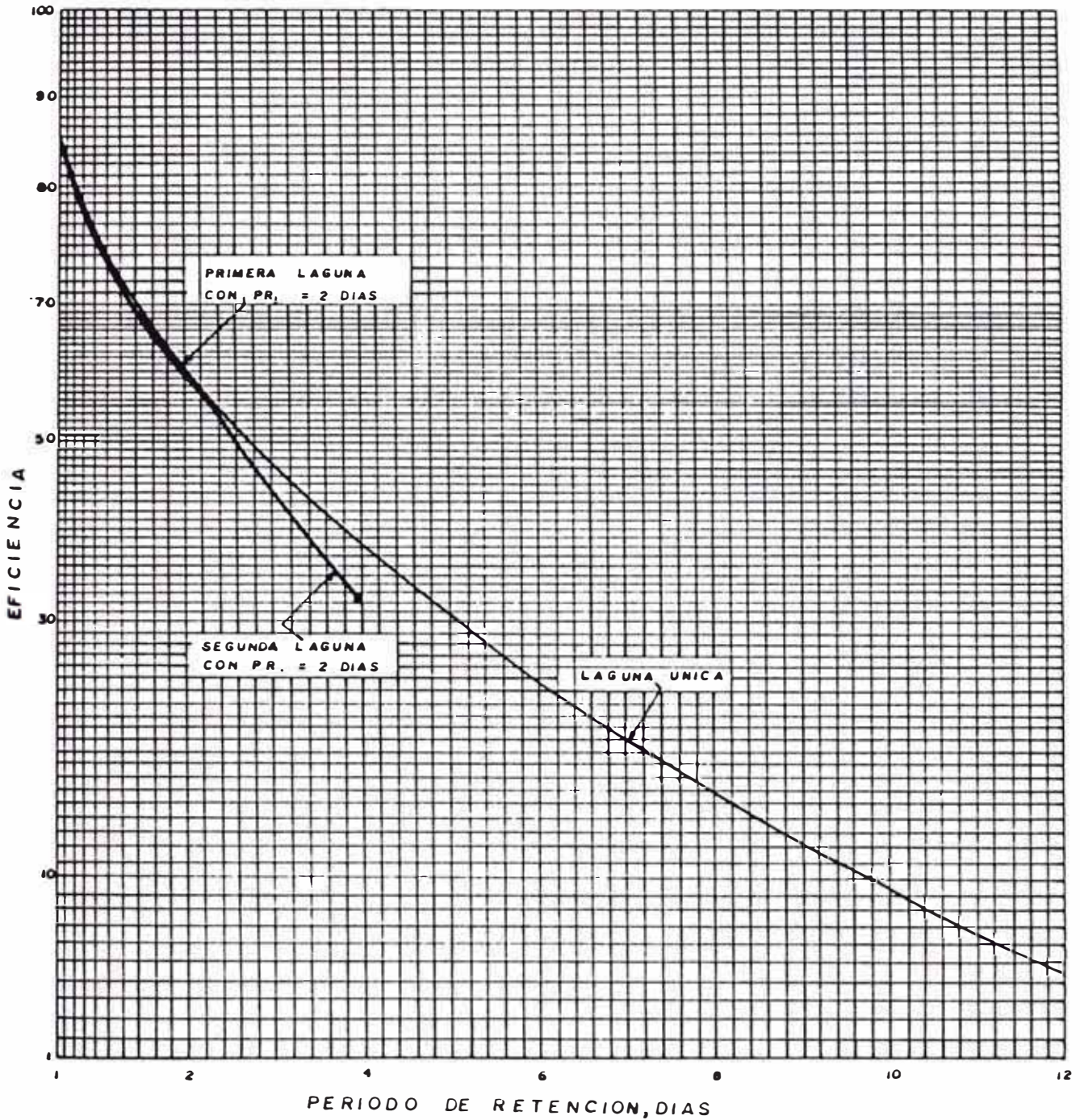
- El sistema de reparto de aguas crudas a las lagunas aeradas es defectuosa.
- La laguna aerada N^o 1, se encuentra sobrecargada con un bajo contenido de oxígeno disuelto y proliferación de malos olores.
- La laguna aerada N^o 2, trabaja en forma regular por motores con fallas.
- El conjunto de lagunas en base a su actual equipamiento ha llegado a su máxima capacidad de tratamiento.
- Las lagunas secundarias están trabajando como lagunas de maduración, pero no tienen capacidad para remover parásitos y protozoarios.
- El sistema de cloración no funciona.
- Falta de iluminación del área de lagunas.
- Falta mantenimiento constante tanto de motores aeradores como de las mismas lagunas.

CUADRO No.2.28
ANALISIS BACTEREOLÓGICO - AGUAS EN TRATAMIENTO

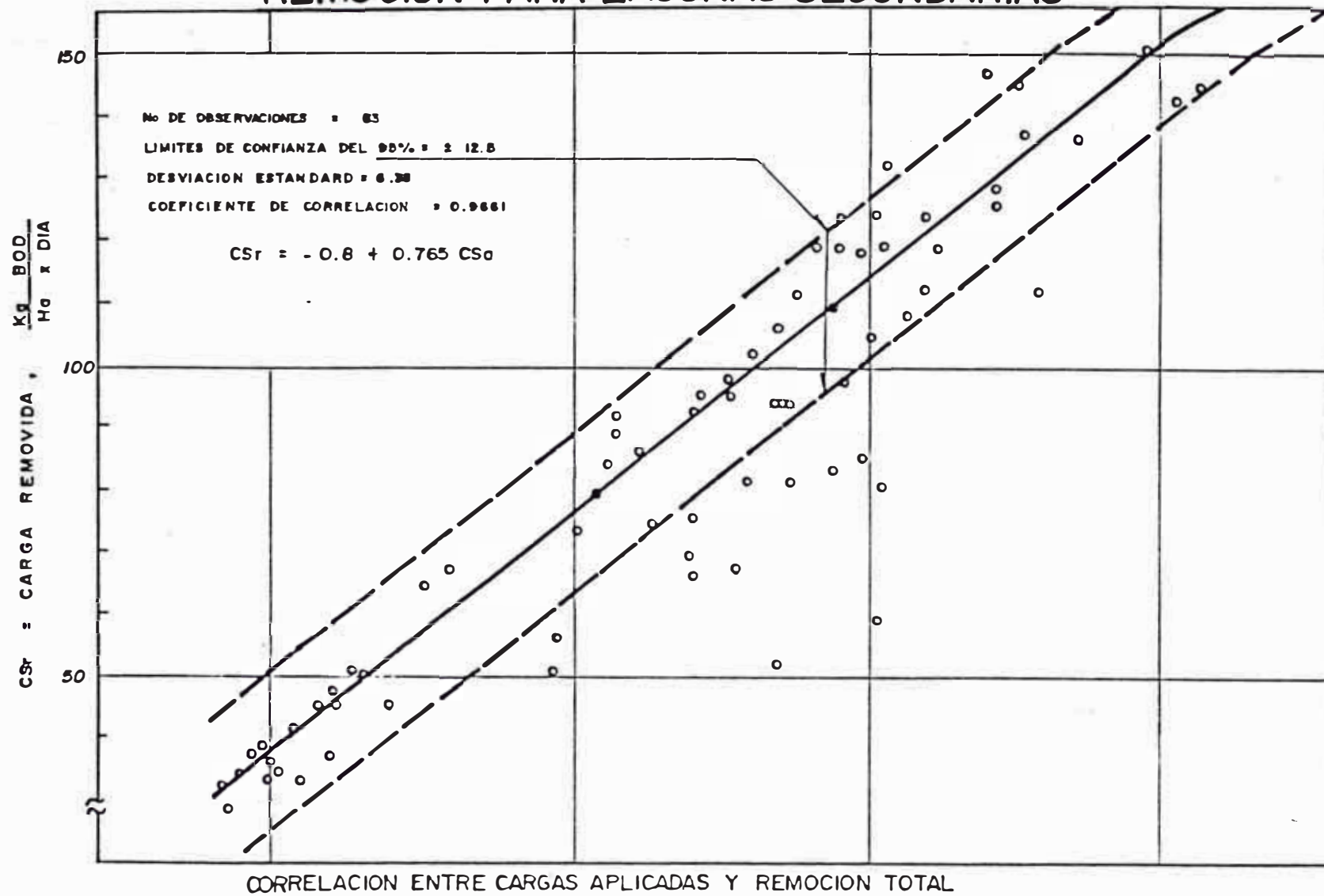
PUNTO	M'1	M'2	M'3	M'4
	N.M.P. E. COLI x 100 ml	N.M.P. E. COLI x 100 ml	N.M.P. E. COLI x 100 ml	N.M.P. E. COLI x 100 ml
31-5-77	1,200	2,000	2,900	46,000
07-6-77	110,000	5,300	4,200	5,300
14-6-77	900	5,300	2,700	4,200
27-6-77	110,000	110,000	1,500	3,500
04-7-77	+ 110,000	+ 110,000	4,400	110,000
11-7-77	110,000	21,000	110,000	46,000
25-7-77	2,300	2,700	2,400	---
08-8-77	+ 110,000	29,000	2,400	---
15-8-77	+ 110,000	+ 110,000	+ 110,000	---
22-8-77	+ 110,000	+ 110,000	+ 110,000	110,000
05-9-77	+ 110,000	+ 110,000	+ 110,000	110,000
26-9-77	110,000	110,000	12,000	110,000
PROMEDIO (\bar{x})	36,641	27,195	10,677	30,687

FECHA	M'5	M'7	M'8	M'9
31-5-77	110,000	30	150	200
07-6-77	110,000	93	750	200
14-6-77	110,000	61	11,000	120
27-6-77	2,400	11,000	2,900	420
04-7-77	110,000	110,000	280	73
11-7-77	24,000	90	350	150
25-7-77	---	61	61	93
08-8-77	---	11,000	530	290
15-8-77	---	11,000	11,000	11,000
22-8-77	+ 110,000	2,900	11,000	11,000
05-9-77	+ 110,000	---	---	420
26-9-77	29,000	---	---	150
PROMEDIO (\bar{x})	52,362	912	1,032	359

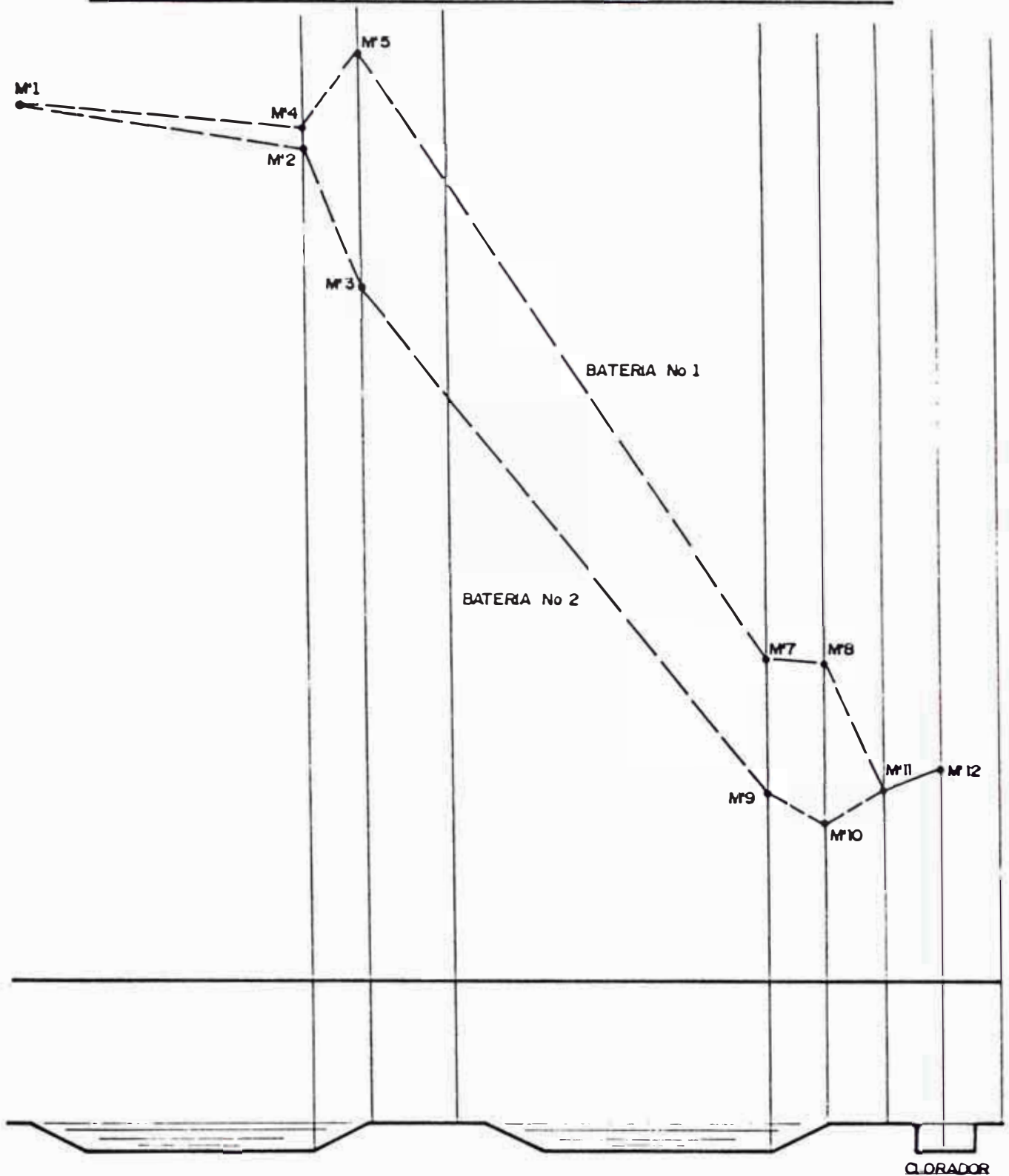
REMOCION DE DBO VS. PERIODO DE RETENCION
EN LAGUNAS AERADAS, UNICA Y EN SERIE



CORRELACION ENTRE CARGAS APLICADAS Y REMOCION PARA LAGUNAS SECUNDARIAS



VARIACION DE COLIFORMES PLANTA DE TRATAMIENTO EXPERIMENTAL



- BATERIA No 1 : LAGUNAS 1 y 4
- BATERIA No 2 : LAGUNAS 2 y 3

b) Laguna de Leguía

- La única laguna operante está en el límite de su capacidad.
- Por tener una baja descarga de desague, no es posible poner en operación la segunda laguna.
- El diseño sólo es efectivo para remover DBO y en lo que respecta a coliformes, parásitos y protozoarios, su eficiencia es dudosa.

CAPITULO III

CONSIDERACIONES BASICAS PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE AMPLIACION Y MEJORAMIENTO

En este capítulo se definen los parámetros de diseño para la ampliación y mejoramiento del servicio de alcantarillado de la ciudad de Tacna, en tales casos se considera en forma favorable las "Normas y Especificaciones que se dan para proyectos de agua potable y alcantarillado destinados a localidades urbanas y sub-urbanas" de SENAPA; así como de las informaciones de campo obtenidas durante varios meses de trabajo.

3.1 ETAPAS Y PERIODOS DE DISEÑO

Contemplando las necesidades de servicio de desague, se ha considerado desarrollar el proyecto en dos etapas cuyas características son:

- La primera etapa consiste en considerar el crecimiento poblacional conjuntamente con sus problemas cuyo período de diseño será de 10 años a partir del año 1,990 al 2000; paralelamente se recomienda considerar los problemas de emergencia para su inmediata ejecución.
- La segunda etapa tiene la misma finalidad de la primera, solo que el período de diseño comprende desde el año 2001 al 2010.

CUADRO Nº 3.1

ETAPA	PERIODO
Primera	1,990 - 2,000
Segunda	2,001 - 2,010

3.1.1 FACTORES QUE DETERMINAN EL PERIODO DE DISEÑO

3.1.2 FACTOR DE ORDEN MATERIAL

Vida útil de los elementos constituyentes del sistema de alcantarillado; flexibilidad que existe para ampliación de las instalaciones o reemplazo parcial o total de las mismas.

La vida útil de las instalaciones dependerá de la resistencia física del material, factores por desgaste u obsolescencia; es decir todo material se deteriora con el uso y con el tiempo dependiendo de las características de los materiales.

3.1.3 FACTORES DE ORDEN POBLACIONAL

Es uno de los factores más complejos debido a una serie de imprevistos durante el crecimiento paulatino de la población; así por ejemplo una fuerte migración, aumento de capacidad adquisitiva de los habitantes del lugar, perspectivas de industrialización, etc. modifican el crecimiento poblacional.

3.1.4 FACTORES DE ORDEN ECONOMICO

El crecimiento poblacional es función de factores económicos, sociales y su desarrollo industrial.

Período de diseño largo implica costo muy elevado, período de diseño corto, el costo inicial es bajo, con la desventaja de realizar necesariamente ampliaciones a final del período, con esto no se brinda un servicio eficiente al usuario; sin embargo un período muy largo lleva consigo un costo elevado lo que hace un proyecto antieconómico; por lo tanto se debe buscar un proyecto a nivel intermedio con un período de diseño de 10 a 20 años.

3.1.5 FACTORES DE ORDEN FINANCIERO

Las obras de alcantarillado debido al monto de inversión que requieren, generalmente su sistema de financiamiento es por préstamos, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Fondos de la Corporación Departamental de Tacna (CORDETACNA) por las cuales poseen un plazo de amortización de préstamo, determinándose la duración de las etapas del período de diseño; en tanto que la obra no debe quedar en obsolescencia antes de pagar su inversión.

Los factores que deben ser considerados para la fijación del período de diseño de un proyecto acordes con la inversión son:

- Costo inicial de la obra
- Costo de operación y mantenimiento
- Depreciación
- Intereses
- Gastos de administración

3.2 EXPANSION URBANA

3.2.1 AREAS DE EXPANSION

La población tiende a ubicarse en todas las orientaciones; la ciudad de Tacna tiene lugar para que ocurra este caso, sin embargo según inspección ocular, la expansión de la población se realiza en mayor proporción, al sur, S-E y S-O.

De acuerdo al crecimiento poblacional en las diferentes direcciones, se ha clasificado en tres zonas importantes:

A. Zona Alta o Pocollay

Comprende dos sectores:

- Pocollay: está comprendida entre las cotas 642 y 689 m.s.n.m, cuyo crecimiento poblacional es lento; siendo las áreas libres usado como terrenos agrícolas.
- Ciudad Nueva: está comprendida entre las cotas 648 y 694 m.s.n.m; su crecimiento es muy lento, en su mayoría son invasiones de pobladores de la ciudad de Puno asentados en esta zona. Siendo la topografía muy accidentada y de difícil acceso lo que motiva altos costos para brindar un servicio de abastecimiento de agua, por lo tanto el presente estudio no considera como área de expansión.

B. Zona Intermedia

Está comprendida entre las cotas 590 y 640 m.s.n.m. aproximadamente, su crecimiento poblacional es regular, siendo de N-W, S-W y S-E las áreas de expansión.

C. Zona Baja

Está comprendida entre las cotas 450 y 600 m.s.n.m, es una zona agrícola de alta presión y por tanto un área de mayor expansión poblacional.

CUADRO Nº 3.2

AREAS DE EXPANSION

ETAPA	ALTA O POCOLLAY	INTERMEDIA	BAJA
I (2,000) Há	270	620	1,445
II(2,010) Há	530	790	2,310
TOTAL Há	800	1,410	3,755

3.2.2 DENSIDADES - CRECIMIENTO POBLACIONAL

A. DENSIDADES

Se han clasificado en sectores así como se muestra en el cuadro N° 3.3.

CUADRO N° 3.3

SECTOR	DENSIDAD	OBSERVACIONES
S1	baja	Viviendas básicamente.
S2	media	Habitacional básicamente.
S3	media	Zona comercial residencial.
S4	alta	Casco antiguo de la ciudad, residencial comercial.
S5	baja	Zona pre-urbana, residencias, áreas agrícolas.
S6	media	Habitacional básicamente.

De acuerdo a éstas consideraciones, se ha tomado como la densidad promedio de 86.5 hab/Há.

B. CRECIMIENTO POBLACIONAL

Según los censos efectuados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para la población urbana en la ciudad de Tacna, arrojan los siguientes resultados:

CUADRO N^o 3.4
CENSOS POBLACIONALES

AÑO	POBLACIONES
1940	11,025
1961	27,499
1972	56,540
1981	97,173

En base a éstos datos es posible efectuar las proyecciones para la población futura.

- a) Método Interés simple
- b) Método geométrico
- c) Método de incrementos variables
- d) Método de la parábola de 2o grado
- e) Método de los mínimos cuadrados

b) METODO GEOMETRICO :

$$Pf = Pi (1 + i)^t$$

$$i = \left(\frac{Pf}{Pi} \right)^{1/t} - 1$$

Poblacion Urbana

ANO	POBLACION (HAB)
1940	11,025
1961	27,499
1972	56,540
1981	97,173

Para los años 1940 y 1961 : $i_1 = 4.45\%$

Para los años 1961 y 1972 : $i_2 = 6.77\%$

Para los años 1972 y 1981 : $i_3 = 6.20\%$

Para los años 1940 y 1972 : $i_4 = 5.24\%$

Para los años 1940 y 1981 : $i_5 = 5.45\%$

Para los años 1961 y 1981 : $i_6 = 6.52\%$

Tomando el promedio ponderado de los i_1, i_2, i_3 : $i_7 = 5.72\%$

RESUMEN DE CURVAS:

$$Pf_1 = 97,173 (1.0445)^t$$

$$Pf_2 = 97,173 (1.0677)^t$$

$$Pf_3 = 97,173 (1.0620)^t$$

$$Pf_4 = 97,173 (1.0524)^t$$

$$Pf_5 = 97,173 (1.0545)^t$$

$$Pf_6 = 97,173 (1.0652)^t$$

$$Pf_7 = 97,173 (1.0572)^t$$

CUADRO No.3.6
METODO GEOMETRICO

AÑO	t (año)	POBLAC. CENSADA	POBLACION PROGRESIVA						
			Pf ₁	Pf ₂	Pf ₃	Pf ₄	Pf ₅	Pf ₆	Pf ₇
1981	0	97173	97173	97173	97173	97173	97173	97173	97173
1972	-9	56540	65670	53889	56549	61364	60273	55038	58902
1961	-20	27499	40679	26215	29177	34988	33621	27474	31944
1950	-31	--	25199	12753	15055	19949	18754	13714	17325
1940	-41	11025	16304	6624	8249	11971	11031	7292	9933
1983	2	--	106013	110775	109595	107623	108053	110257	108607
1985	4	--	115658	126282	123607	119198	120152	125103	121387
1987	6	--	126181	143959	139409	132017	133605	141949	135671
1989	8	--	137661	164111	157232	146215	148565	161062	151636
1990	9	--	143787	175222	166980	153876	156662	171563	160309
1995	14	--	178757	243128	225573	198644	204266	235278	211712
2000	19	--	222231	337350	304727	256437	266336	322654	279596
2010	29	--	343471	649491	556104	427356	452789	606805	487644
2020	39	--	530853	1250449	1014849	712194	769772	1141197	850500

* Curva elegida "Pf₃".

c) METODO DE LA PARABOLA DE 2do. GRADO :

$$Y = A + BX + CX^2 \quad \dots\dots\dots (I)$$

ANO CENSADO	X (Anos)	X ²	Y (Poblacion)
1940	0	0	11025
1961	21	441	27499
1972	32	1024	56540

Reemplazando en la ecuacion (I):

Para 1940 : X = 0, Y = 11025, entonces A = 11025

Para 1961 : 27499 = 11025 + 21B + 441C (1)

Para 1972 : 56540 = 11025 + 32B + 1024C (2)

Resolviendo (1) y (2) :

$$C = 57.99 \Rightarrow B = -433.31$$

$$\therefore Y = 11025 - 433.31X + 57.99X^2 \quad \dots\dots (II)$$

ANO CENSADO	X (Anos)	X ²	Y (Poblacion)
1940	0	0	11025
1961	21	441	27499
1972	41	1681	97173

Reemplazando en la ecuacion (I):

Para 1940 : X = 0, Y = 11025, entonces A = 11025

Para 1961 : 27499 = 11025 + 21B + 441C (3)

Para 1981 : 97173 = 11025 + 41B + 1681C (4)

Resolviendo (3) y (4) : C = 65.83 \Rightarrow B = -597.95

$$\therefore Y = 11025 - 597.95X + 65.83X^2 \quad \dots\dots (III)$$

ANO CENSADO	X (Anos)	X ²	Y (Poblacion)
1940	0	0	11025
1972	32	1024	56540
1981	41	1681	97173

Reemplazando en la ecuacion (I):

Para 1940 : X = 0, Y = 11025, entonces A = 11025

Para 1972 : 56540 = 11025 + 32B + 1024C.....(5)

Para 1981 : 97173 = 11025 + 41B + 1681C.....(6)

Resolviendo (5) y (6) : C = 75.43 ==> B = -991.42

$$\therefore Y = 11025 - 991.42X + 75.43X^2 \dots\dots(IV)$$

ANO CENSADO	X (Anos)	X ²	Y (Poblacion)
1961	0	0	27499
1972	11	121	56540
1981	20	400	97173

Reemplazando en la ecuacion (I):

Para 1961 : X = 0, Y = 27499, entonces A = 27499

Para 1972 : 56540 = 27499 + 11B + 121C(7)

Para 1981 : 97173 = 27499 + 20B + 400C(8)

Resolviendo (7) y (8) : C = 93.7344 ==> B = 1609.0171

$$\therefore Y = 27499 + 1609.0171X + 93.7344X^2 \dots\dots(V)$$

RESUMEN DE CURVAS:

$$Y_1 = 11025 - 433.31X + 57.99X^2$$

$$Y_2 = 11025 - 597.95X + 65.83X^2$$

$$Y_3 = 11025 - 991.42X + 75.43X^2$$

$$Y_4 = 27499 + 1609.0171X + 93.7344X^2$$

CUADRO No.3.7

METODO PARABOLA DE SEGUNDO GRADO

AÑO	t (Años)	POBLACION CENSADA	Y 1		Y ₂	Y 3		Y 4	
			Y ₁	CORREG. BASE 81		Y ₃	CORREG. BASE 81	AÑOS	Y ₄
1940	0	11025	11025	17458	11025	11025	11024	-21	35043
1950	10	--	12490	18923	11628	8653	8652	-11	21140
1961	21	27499	27499	33932	27499	23469	23468	0	27499
1972	32	56540	56540	62973	59300	56539	56538	11	56540
1981	41	97173	90740	97173	97169	97174	97173	20	97173
1983	43	--	99616	106049	107032	107864	107863	22	108263
1985	45	--	108955	115388	117423	119156	119155	24	120104
1987	47	--	118759	125192	128339	131053	131052	26	132696
1989	49	--	129026	135459	139783	143552	143551	28	146037
1990	50	--	134334	140767	145702	150029	150028	29	152988
1995	55	--	162612	169045	177273	184672	184671	34	190568
2000	60	--	193790	200223	212136	223087	223086	39	232815
2010	70	--	264844	271277	291735	311232	311231	49	331388
2020	80	--	347496	253929	384501	414463	414462	59	448707

* Curva elegida "Y₄".

d) METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS:

$$Y = a + bX, \text{ donde } a \text{ y } b \text{ son constantes}$$

Ecuaciones normales:

$$1) \sum_{i=1}^n Y_i = an + b \sum_{i=1}^n X_i$$

$$2) \sum_{i=1}^n X_i Y_i = a \sum_{i=1}^n X_i + b \sum_{i=1}^n X_i^2$$

$n = 4 =$ Numero de datos

ANO	POBLACION CENSADA (Y)	TIEMPO X	X Y	X ²
1940	11025	0	0	0
1961	27499	21	577 479	441
1972	56540	32	1 809 280	1024
1981	97173	41	3 984 093	1681
SUMA	192236	94	6 370 852	3146

Reemplazando en las ecuaciones normales :

$$192236 = 4a + 94b \quad \dots\dots\dots(\delta)$$

$$6370852 = 94a + 3146b \quad \dots\dots\dots(\omega)$$

Resolviendo las ecuaciones anteriores:

$$b = 1978.02 ; a = 1575.53$$

$$\therefore Y_1 = 1575.53 + 1978.02X_1$$

Serie 1961 - 1981

ANO	POBLACION CENSADA (Y)	TIEMPO X	X Y	X ²
1961	27499	0	0	0
1972	56540	11	621940	121
1981	97173	20	1 943 460	400
SUMA	181212	31	2 565 400	521

Para n = 3

Reemplazando en las ecuaciones normales:

$$181212 = 3a + 31b \quad \dots\dots(1)$$

$$2'565,400 = 31a + 521b \quad \dots\dots(2)$$

Resolviendo en las ecuaciones (1) y (2) :

$$b = 3454.53 ; a = 24718.7$$

$$\therefore Y_2 = 24718.7 + 3454.53X_2$$

CUADRO No.3.8
METODO MINIMOS CUADRADOS

ANO	POBLACION CENSADA	Y ₁ (Hab)	Y ₂ (Hab)
1940	11025	11025	--
1950	--	21355	--
1961	27499	43114	27499
1972	56540	64872	62718
1981	97173	82674	97173
1983	--	86630	100718
1985	--	90586	107627
1987	--	94542	114536
1989	--	98498	121445
1990	--	100476	124900
1995	--	110366	142172
2000	--	120256	159445
2010	--	140037	193990
2020	--	159817	228536

* Curva elegida "Y₂".

CRECIMIENTO GEOMETRICO DEL PERU

$$P_f = P_i (1 + i)^t$$

ANO	t	POBLACION (HAB)
1940	0	6 207 967
1961	21	9 906 746
1972	11	13 538 200
1981	9	17 005 210

$$i = \left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{1/t} - 1$$

Para los años 1940 y 1961 ==> i=2.25%

1961 y 1972 ==> i=2.88%

1972 y 1981 ==> i=2.57%

Promedio Geometrico i = 2.55%

$$P_{TACNA} = 97 173 (1.0255)^t$$

CUADRO No.3.9 CRECIMIENTO DEL PERU

t (Años)	t	POBLACION CENSADA	POBLACION PARA "t"
1940	-41	11 025	3 460 8
1961	-20	27 499	5 872 6
1972	-9	56 540	7 746 8
1981	0	97 173	97 173
1983	2	---	102192 - 107470
1985	4	---	107470 - 119021
1987	6	---	113021 - 131858
1989	8	---	118858 - 145889
1990	9	---	121889 - 152791
1995	14	---	138243 - 192500
2000	19	---	156791 - 241850
2010	29	---	201688 -
2020	39	---	259439 -

Curva Elegida :

Parabola de Segundo Grado : $P_f = Y_4$

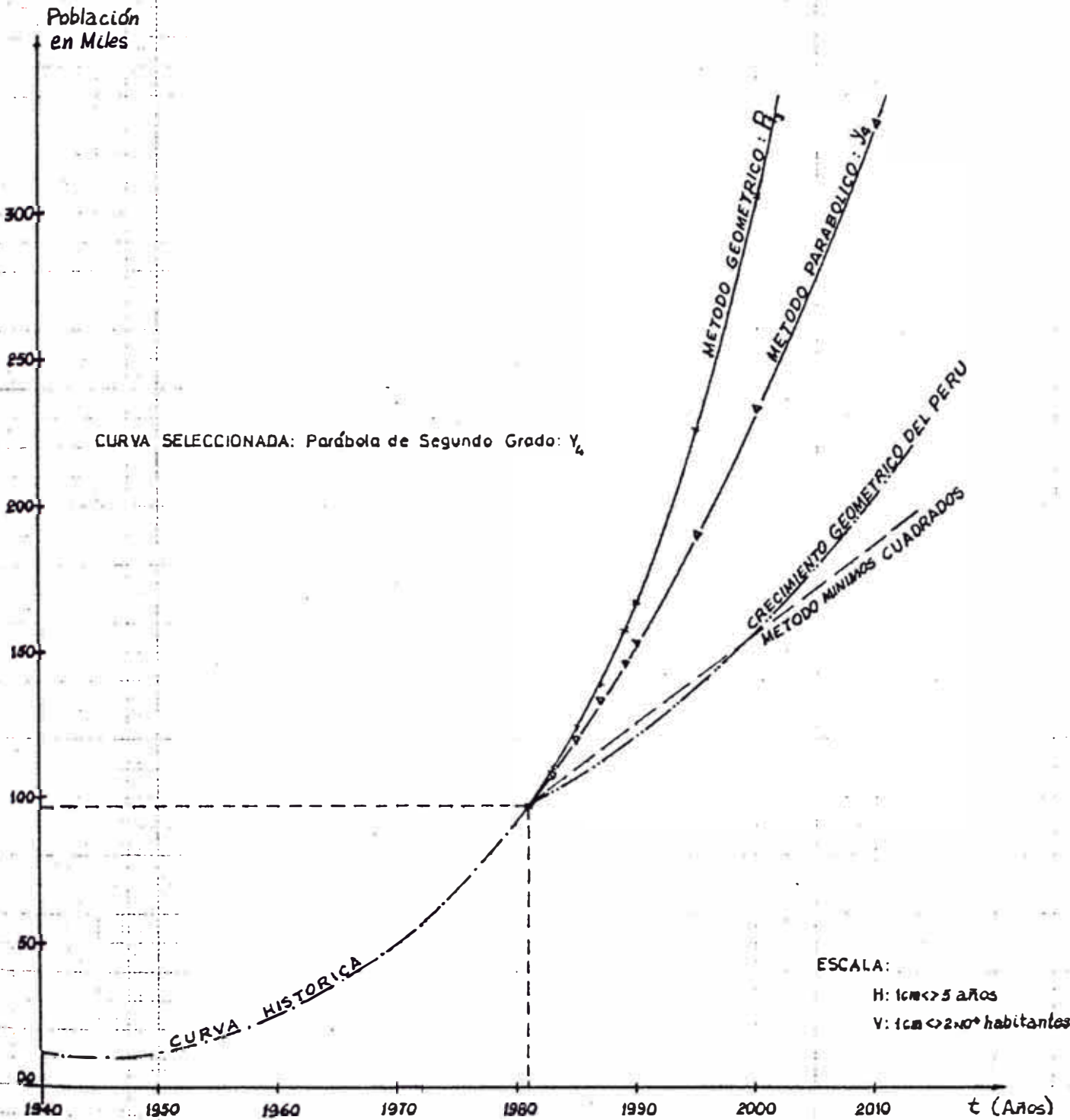
$$P_f = 27499 + 1609.0171 (T_f - 1961) + 93.7344 (T_f - 1961)^2$$

Donde :

P_f = Poblacion final (habitantes)

T_f = Año final

GRAF. No.3.1: CURVAS SELECCIONADAS: Poblaciones Futuras



3.3 DOTACION DE AGUA

La dotación per cápita se ha determinado en base a las conexiones domiciliarias y de acuerdo a la proyección de la demanda de agua potable cuyos valores se muestra a continuación:

DOTACIONES DE AGUA POTABLE

ZONIFICACION	DOTACION (l.p.p.d.)	
	I ETAPA(2000)	II ETAPA (2010)
Zona Baja	200	200
Zona Intermedia	200	200
Zona Pocollay	200	200
Zona Alta	200	200

Estimamos que las dotaciones establecidas corresponde a la situación actual puesto que el abastecimiento futuro se hace más difícil, por la escasez de fuentes de abastecimiento; así mismo los valores obtenidos están dentro del reglamento para poblaciones costeñas según SENAPA.

Mayor información se da en el cuadro N° 3.10 que corresponde a la proyección de la demanda de agua potable.

3.4 POBLACION SERVIDA DE ALCANTARILLADO

Se ha determinado en base a las conexiones domiciliarias de desague según se muestra en el cuadro N° 3.11 de Proyección de la Demanda de Desague.

Otras consideraciones:

a) Densidad

Doméstico 1.05 usuario/conexión

Comercial 1.07 usuario/conexión

Industrial 1.05 usuario/conexión

b) Número de habitantes por vivienda es de 5.2 (encuesta socioeconómica INE)

c) Se ha considerado un porcentaje de conexiones comerciales, industriales como de uso familiar (doméstico), ya que muchos de estos predios tienen doble función.

De acuerdo a éstas consideraciones se ha determinado la población servida por agua potable de 95% y la población servida por desague de 90% ya que el 5% no tiene conexiones de desague y el 5% no tiene conexión de agua potable.

3.5 PORCENTAJE DE CONTRIBUCION DE AGUA AL DESAGUE

Según experiencias y estudios realizados por otras instituciones por ejemplo SENAPA se ha tomado como porcentaje de contribución de agua al desague de 80% del consumo máximo horario.

3.6 VARIACIONES DE CONSUMO

Consideramos los valores que recomienda el R.N.C para poblaciones mayores de 10,000 hab. siendo:

CUADRO No. 3.11 PROYECCION DE LA DEMANDA AL SISTEMA DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL DE AGUAS SERVIDAS-TACNA

ANOS (a)	POBLACION			NUMERO DE CONEXIONES				CONTRIBUCION MENSUAL-CONEX (M ³)				CONTRIBUCION MENSUAL (M ³ /MES)				CONTRIB. ANUAL (M ³ /ANO) (q)
	TOTAL HABIT (b)	SERVIDA		DOMES (e)	COM. (f)	INDU (g)	TOTAL (h)	DOMES (i)	COMER (j)	INDUST (k)	PROM. (l)	DOMEST (m)	COMERC (n)	INDUST (o)	TOTAL (p)	
		% (c)	HABIT. (d)													
1984	114092	66.5	75871	12485	2372	317	15174	13.76	37.92	135.04	20.86	171794	89946	42808	316529	3798355
1985	120106	65.7	78909	13040	2402	340	15782	13.76	37.92	135.04	20.82	179430	91084	45914	328581	3642975
1986	126308	65.5	82732	13678	2563	365	16546	13.61	37.92	135.04	20.86	181341	97189	49290	345150	4142975
1987	132698	65.2	86585	14279	2642	396	17317	13.54	37.92	135.04	20.86	193338	100185	53476	361233	4334791
1988	139275	64.11	90250	14836	2796	418	18050	13.41	37.92	135.13	20.86	198951	106024	56484	376523	4518276
1989	146039	76.5	111720	18975	2931	438	22344	14.93	37.92	135.18	20.97	283297	111144	59209	468554	5622644
1990	152991	77.2	118109	20182	2993	447	23622	15.33	37.92	135.21	21.10	309390	113495	60439	498424	5981090
1991	160130	85.5	136911	23863	3062	457	27382	16.26	37.88	135.33	21.21	388012	115989	61846	580772	6969266
1992	167457	85.5	143176	25044	3125	466	28635	16.51	37.89	135.45	21.31	413476	118406	63120	610212	7322542
1993	174971	85.5	149600	26221	3220	479	29920	17.03	37.89	135.65	21.36	446543	122006	64976	639091	7669094
1994	182673	85.5	156185	27330	3314	493	31237	16.83	37.89	135.81	21.44	459964	125643	66954	669721	8036655
1995	190562	85.5	162930	28660	3418	508	32586	16.97	37.89	135.93	21.52	486360	129508	69052	701251	8415008
1996	198639	85.5	169836	29924	3520	523	33967	17.10	37.89	136.01	21.58	511700	133373	71133	733008	8796094
1997	206903	85.5	176902	31096	3730	554	35380	17.04	37.89	136.00	21.60	529876	141330	75344	764208	9170496
1998	215355	85.5	184128	32288	3950	587	36825	17.00	37.89	135.97	21.65	548896	149665	79814	797261	9567135
1999	223994	85.5	191515	33499	4182	622	38303	17.18	37.89	135.96	21.65	575513	158456	84573	829260	9951119
2000	232820	85.5	199061	34725	4429	658	39812	16.80	37.89	136.01	21.65	583380	167815	89462	861930	10343160
2001	241835	85.5	206169	35855	4683	696	41234	16.70	37.89	136.05	21.65	598778	177439	94663	892716	10712592
2002	251036	85.5	214636	37250	4943	734	42927	16.60	37.89	136.00	21.65	618350	187290	99861	929369	11152435
2003	260425	85.5	222663	38541	5216	775	44532	16.50	37.89	136.03	21.65	635926	197634	105400	964118	11569413
2004	270002	85.5	230852	39851	5502	1817	46170	16.38	37.89	135.99	21.65	652759	208471	111136	999580	11994966
2005	279765	85.5	239199	41170	5807	1863	47840	16.27	37.89	135.97	21.65	669836	220027	117359	1035736	12428832
2006	289717	85.5	247708	42514	6118	1910	49542	16.16	37.90	135.94	21.65	687026	231872	123733	1072584	12871012
2007	299856	85.5	256377	43876	6442	1957	51275	16.05	37.90	135.89	21.65	704210	244152	130095	1110104	13321245
2008	310182	85.5	265205	45299	6766	1976	53041	16.04	37.90	136.00	21.65	726596	256431	132628	1148338	13780052
2009	320696	85.5	274195	47023	6800	1016	54839	16.12	37.90	136.00	21.65	758011	257720	138176	1187264	14247172
2010	331397	85.5	283344	48505	7124	1040	56669	16.10	37.90	136.00	21.65	780931	270000	141440	1226884	14722606

a == Dato
b == Numero total de habitantes, calculado por la ecuacion seleccionada.
c == % (c) del cuadro No. 3.10
d/x ==

i == 90%
h == 80%
j == 80%
k == 80%
(L) del cuadro No. 3.10
(I) del cuadro No. 3.10
(J) del cuadro No. 3.10
(K) del cuadro No. 3.10

m == 80%
n == 80%
o == 80%
p == 80%
(G) del cuadro No. 3.10
(F) del cuadro No. 3.10
(f + g)

Qmh : 180% máximo anual de la demanda horaria

Qmd : 130% máximo anual de la demanda diaria

Se sabe que estos valores son estimados en base a los aforos que se realizan por varios días en los reservorios, considerando las horas punta el de menor consumo y máximo consumo.

3.7 CAUDALES DE DISEÑO

Es calculado de acuerdo a la población servida por agua, la dotación y la contribución al desague. Se agrega el caudal de infiltración que en este caso es casi nulo.

$$Q = \frac{Ps \times D \times K2}{86400} \times X \%$$

Ps = Población servida por agua (95%)

D = Dotación (200 lt/hab/día para I Etapa y 200 lt/hab/día para II etapa)

K2 = Coeficiente de variación horaria (1.8)

X% = Porcentaje de contribución de agua al desague (80% del consumo máximo horario)

3.8 CONEXIONES DOMICILIARIAS

Consideraciones básicas:

- Número de habitantes por conexión 5 hab/conexión.
- Ecuación de crecimiento poblacional: "curva parábola de 2do grado"; con estos datos se determina la proyección de la demanda al sistema de recolección y disposición de aguas servidas.

CAPITULO IV

ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA LA DISPOSICION FINAL DE LOS DESAGUES

La ciudad de Tacna cuenta con un sistema de alcantarillado, cuyo funcionamiento en general es regular. En cuanto a su cobertura del servicio es de necesidad urgente ampliar y mejorar el tratamiento de los desagues y la distribución del caudal de acuerdo a la capacidad aceptable de los colectores principales.

En la zona central de la ciudad es necesario dar solución a la presencia de constantes atoros, por existir instalaciones antiguas de \varnothing 6" C.S.N. como redes de relleno.

El reuso de las aguas servidas tratadas con deficiencia, dan mal aspecto deteriorando la salud y la estética de la ciudad, cuyos olores causan molestia en un gran tramo a los turistas y pasajeros que llegan y salen del aeropuerto.

La solución a estos problemas, se plantea mediante 2 alternativas que satisfacerán para períodos inclusive mayores de 20 años a partir de 1990.

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Después de un análisis exhaustivo del problema, basado en los datos de campo en evaluación, catastro y recomendaciones de las normas emitidas por SENAPA se plantea soluciones técnico-económico y financieras favorables.

Para la ejecución del proyecto se ha establecido 2 etapas cuyos períodos de diseño son de 10 y 20 años respectivamente.

En la primera etapa se servirá a una población de 209,538 hab.(90% del total), para lo cual se requerirá una estructura (emisor) que permita recibir un caudal de diseño de 698.46 lps., que será previamente repartido en 2 sub-emisores; así mismo la capacidad de una planta de tratamiento para un caudal de diseño 504.44 lps.

En la 2da. etapa la población servida será de 298,257 hab., por lo que los emisores diseñados en la primera etapa, tendrán la capacidad para el caudal de diseño de 994.19 lps; así como también la obra será ampliada para el tratamiento respectivo.

Los gastos de operación y mantenimiento serán bajos debido al tipo de sistema de tratamiento; se reduce los montos, considerando sueldos para un obrero o artesano previamente adiestrado y la inspección cuando las necesidades lo requiera de un Ingeniero especialista.

Sin embargo, debemos observar que los montos de operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado, son mayores a medida que se acerca la finalización del período de diseño, esto es debido a que la vida útil de las estructuras va finalizando.

El tratamiento de los desagues será mediante lagunas de estabilización de tipo facultativo cuya ubicación se ha determinado en un área para tratar un volumen de desagues que supere el período de diseño de 20 años. De igual manera la zona es favorable en el reuso de los desagues tratados, el cual estará destinado a la agricultura en una extensión de más de 240 Hás.

A fin de atender los problemas urgentes del alcantarillado, se considera medidas inmediatas que aliviarán su tratamiento hasta que sea ejecutado las obras de los sistemas proyectados para la primera etapa.

4.1.1 Medidas Inmediatas de Emergencia

Para brindar un mejor servicio de recolección y disposición final de las aguas servidas se propone como medidas inmediatas y de emergencia, poner en funcionamiento las dos lagunas de oxidación existentes en el Pueblo Joven Leguía; mejorando su estructura de ingreso y salida de cada una, a fin de optimizar la operación y su mantenimiento.

Las mismas acciones se tomarán con la planta de tratamiento experimental, que recibe la mayor parte de las descargas de las aguas servidas de la población.

También se efectuará el cambio de tramos cortos (80 metros aprox.) de colectores en zonas donde se producen atoros permanentes por existir tuberías antiguas completamente deterioradas, las que motivan hundimientos de calles y/o avenidas.

Establecer un programa de mantenimiento preventivo de limpieza y desarenamiento de colectores con máquina de baldes y/o HIDROJET en zonas importantes de la ciudad.

4.2 PRIMERA ALTERNATIVA

Consiste en dar solución a los problemas más urgentes; en el caso de redes de alcantarillado se plantea el cambio de 18,740 ml. de tubería CSN \varnothing 6" construídos antes de 1966 que están arenados y donde siempre se producen roturas, así mismo algunos tramos de tubería \varnothing 8" de igual antigüedad. Además reparar los buzones averiados que son en un 20% del total.

La ampliación del servicio a zonas que están pobladas y sin sistema de desague, correspondiendo éstas a la I etapa; se delimitará las áreas de expansión futura que corresponde a la II etapa.

Esta alternativa se caracteriza por la ubicación de las lagunas de estabilización, siendo a 10 km. al sur de la ciudad, al costado izquierdo de la carretera a la Yarada con un área de 120 Hás.

4.3 SEGUNDA ALTERNATIVA

Esta alternativa se diferencia de la primera en la ubicación de la planta de tratamiento, que estará en la misma dirección pero a 2 km. más al sur y al lado derecho de la carretera a la Yarada, es decir a 12 km. de la ciudad.

4.4 CONCLUSIONES

De las alternativas planteadas se ha escogido la segunda, por ubicar la planta de tratamiento en una zona donde el efluente tratado beneficia mayor área agrícola (más de 240 Hás.).

También se tendrá el apoyo de la población en la ejecución del Proyecto, en especial de las instituciones agrícolas.

Los vientos son favorables, por tanto los malos olores no llegan a dar mal aspecto a la ciudad.

En cuanto al planteamiento de la primera alternativa se tendría riesgo de contaminación de la napa freática existiendo pozos de explotación de agua subterránea cerca al área de ubicación de la planta.

Ejecutado el proyecto de la segunda alternativa, las dos plantas de tratamiento existentes serán clausuradas.

CAPITULO V

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

5.1 PLANTEAMIENTO GENERAL

El presente estudio, plantea soluciones acordes con la realidad actual, que deberán resolver en forma integral los problemas derivados de la eliminación de las aguas residuales de la ciudad de Tacna, siendo su amplitud para la I etapa (2000) y la II etapa (2010).

Los objetivos y metas que se desean alcanzar en cuanto al diseño de las ampliaciones y mejoras de servicio se basan en los siguientes planteamientos:

- El mejoramiento de los colectores principales en caso de no tener la capacidad necesaria para el transporte de desagues.
- Cambiar tuberías en tramos de colectores de diámetro 6" y de 8" que fueron instalados antes de 1966 por estar en mal estado, reforzando por tubería de \varnothing 8"
- Ampliar el servicio hasta las zonas sub-urbanas actuales que carecen de él; así mismo preveer la expansión futura, en la que se a de considerar las áreas de drenaje de la II etapa para el diseño de los colectores principales e interceptores.

- Dar una equitativa distribución al sistema de recolección de tal manera que los colectores principales e interceptores no sobrepasen la capacidad recomendada por las normas de SENAPA y basado en el cálculo hidráulico respectivo.
- Que el sistema de drenaje se realice por gravedad y que su recorrido sea lo más directo posible.
- El punto de recolección final de los desagues sea mediante dos subemisores, que deberán concurrir a un solo emisor con destino a las lagunas de estabilización, donde recibirán el tratamiento adecuado.
- Que el reuso de los desagues sea con fines de regadío en la agricultura.
- Que el sistema de tratamiento de desague no produzca efectos nocivos y/o desagradables a la población urbana.

5.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PROYECTADO

El funcionamiento del sistema de alcantarillado está proyectado de tal manera que los desagues sean recolectados por gravedad, así como se muestra en los planos.

Se recolecta los desagues mediante un sistema constituido por colectores principales e interceptores de diámetros 10", 12", 14", 16", 18", 22", 24", 28", 32" y 36"; por colectores de relleno de 8" de ϕ y emisores de 16" y 36" de ϕ .

La recolección, es de acuerdo a la capacidad de los colectores principales, así como se muestra en el cálculo hidráulico; siendo el sistema de drenaje por gravedad de Norte a Sur y de Oeste a Este, con un recorrido más directo posible.

La descarga final de desagues, se realiza a 12 km. de la ciudad, dando al sistema una mejor eficiencia y tratamiento adecuado.

5.3 METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE CAUDALES POR AREAS DE DRENAJE

Se ha considerado 2 tipos de áreas de drenaje:

5.3.1 Areas de Expansión

Corresponde a la etapa II, es decir no se encuentra urbanizada pero con las condiciones de futuro crecimiento poblacional en dicha zona.

La determinación de caudales se realiza por área de drenaje, ejecutando previamente el areado respectivo.

En base al área de drenaje, la densidad de saturación, dotación y porcentaje de contribución al desague se ha calculado el caudal de desague de cada área de expansión.

$$Q = \frac{\text{Area} \times \text{Densidad} \times \text{dotación} \times 0.80}{D \quad 86400}$$

donde:

Area (há)
 Densidad (hab/há)
 Dotación (lt/hab/día)

5.3.2 Area Urbanizada

Corresponde a la etapa I, es decir es el área lotizada y habitada con y sin servicio de alcantarillado.

El caudal del área drenada se determina igual al caso anterior, cuya descarga corresponde a tramos del colector principal.

5.3.3 Coeficiente de descarga

Es el caudal de contribución de una cierta área que recibe la unidad de longitud de colector principal. Se ha determinado de la siguiente manera:

- a) Se determina el caudal de diseño para el área total urbanizada.
- b) Se realiza el areado total de la zona considerada en estudio.
- c) Se divide el paso (a) entre el paso (b) y se obtiene el coeficiente de descarga en lt/seg/Há.

Este coeficiente de descarga se multiplica por el área que drena a cada tramo de colector considerado, obteniéndose así la descarga por tramo, o descarga parcial.

La descarga acumulada es la descarga total del tramo, ésto se muestra más adelante en el acápite (5.5).

5.4 CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Se usa los siguientes parámetros: diámetro, caudal, velocidad, tirante, pendiente y la rugosidad de la tubería $n=0.013$.

La fórmula aplicada es la de Manning, $Q = AxR^{2/3} \times S^{1/2} / n$

Especificaciones recomendadas por reglamentos de SENAPA:

- El tirante "Y" debe ser como máximo el 75% del diámetro del tubo es decir $Y = 3/4 \text{ } \phi \text{ tubo}$.
- La velocidad debe tener los límites : (0.6 - 3.0 m/s), el límite inferior es para evitar el arenamiento o depósitos de partículas en la tubería, mientras que el límite superior es para evitar la erosión de la tubería.
- La pendiente tiene un límite mínimo de acuerdo a las normas establecidas por el Ministerio de Vivienda, así como se muestra:

CUADRO Nº 5.1

Pendiente mínima para tubos de concreto ($V_{min} = 0.60$ m/s)

ϕ (mm.)	ϕ (pulg.)	%.	Q_{min} (lt/seg)
200	8"	4.0	18.91
250	10"	2.9	29.88
300	12"	2.2	43.09
350	14"	1.7	57.86
400	16"	1.4	75.72
450	18"	1.2	96.74
500	20"	1.0	117.67
600	24"	0.80	171.14
750	30"	0.60	268.73
900	36"	0.50	398.90

Para encontrar el tirante y la velocidad real se ha utilizado las tablas de Manning cuyo procedimiento es el siguiente:

1. Con la pendiente de instalación en porcentaje (%) se entra a la tabla encontrando la velocidad y el caudal a tubo lleno.
2. Se encuentra la relación de gasto dividiendo el caudal de drenaje en cierto tramo de tubería entre el caudal que pasaría a tubo lleno, con este resultado se entra a la tabla de proporciones de gasto, velocidad, tirante y área.
3. Los valores encontrados de (10) se multiplica con los valores encontrados en (20), obteniéndose en cada caso la velocidad y el tirante real; si éstos valores no cumplen con las recomendaciones de los reglamentos, se cambia de ϕ o de pendiente de instalación, haciendo nuevamente la comprobación; hasta que los valores obtenidos sean los recomendables por los reglamentos.

5.5 DISEÑO DE COLECTORES

Los colectores primarios, interceptores y emisor se ha diseñado con la capacidad para transportar los desagües de áreas de drenaje hasta la 2da etapa es decir su período de diseño es de 20 años, aunque en la realidad supera los 20 años. Para los colectores de relleno su período de diseño es de 10 años es decir para la 1era etapa, su vida útil supera los 10 años.

El cálculo hidráulico se muestra en el cuadro N° 5.2.

5.6 COLECTORES PRINCIPALES

Colector A

Es de 12", 14", 16", 18" y 24" de \varnothing ; comprende desde el buzón N° 11 al buzón N° 40, éste recolecta los desagües del sector "A" (Ciudad Nueva).

Sub Colector A1

Es de 10", 12" y 14" de \varnothing ; comprende desde el buzón N° 1E al N° 4E y del buzón N° 1 al N° 35.

Sub Colector A2

Es de \varnothing 10", comprende desde el buzón N° 1P al N° 4P y del buzón N° 5E al N° 40.

Colector B

Es de \varnothing 12" y 14"; comprende desde el buzón N° 49 al buzón N° 63, recolecta los desagües del sector "B" y recibe la descarga del colector "A".

Colector C

Es de 12", 16" y 18" de \varnothing ; comprende desde el buzón N° 66 al buzón N° 89, recolecta los desagües del sector "C".

Colector D

Es de 12", 14" y 16" de \varnothing ; comprende desde el buzón N^o 108 al buzón N^o 174, recibe los desagües del colector B, C y del sector "D".

Colector E

Es de \varnothing 16"; comprende desde el buzón N^o 210 al buzón N^o 216, recibe los desagües del sector "E".

Sub Colector E1

Es de \varnothing 10", comprende desde el buzón N^o 181 al buzón N^o 210.

Sub Colector E2

Es de \varnothing 12" y 16", comprende desde el buzón N^o 194 al buzón N^o 210.

Sub Colector E3

Es de \varnothing 10", comprende desde el buzón N^o 47E al N^o 78E y 216.

Colector F

Es de 10", 12" y 14" de \varnothing ; comprende desde el buzón N^o 5P al N^o 38P, del buzón N^o 12E al N^o 47E y del buzón N^o 79E al N^o 209; recibe los desagües del sector "F".

Colector G

Es de \varnothing 10" y 12", comprende desde el buzón N^o 39P al N^o 69P y 75P, recibe los desagües del sector "G".

Colector H

Es de \varnothing 10" y 12", comprende desde el buzón N^o 91E al 93E y del buzón N^o 104P al 110P; recibe los desagües del sector "H".

5.7 INTERCEPTORES

Interceptor A

Es de 22", 24", 28", 32" y 36"
 N^o 40 al N^o 48, del buzón N^o 63 al N^o 65, del buzón N^o 85 al
 N^o 107, del buzón N^o 174 al N^o 180, del buzón N^o 220 al N^o 224
 y del buzón N^o 70P al N^o 75P; recibe los desagües de los
 siguientes colectores:

Interceptor "B" en el buzón N^o 220, del colector "G" en el
 buzón N^o 75P; colector "A" en el buzón N^o 40; colector "C" en
 el buzón N^o 89; colector "D" en el buzón N^o 174; descarga en
 el Emisor I.

Interceptor B

Es de \varnothing 18"; comprende desde el buzón N^o 216 al N^o 220,
 recibe los desagües del colector "E" en el buzón N^o 216 y del
 sub-colector "E3" en el buzón N^o 216 y descarga en el
 Interceptor "A", en el buzón N^o 220.

5.8 EMISORES

Emisor I

Es de \varnothing 36"; con una longitud de 2.618 km., comprende desde
 el buzón N^o 75P hasta los buzones N^o 103P y 120P, para luego
 descargar en el Emisor Principal en el buzón N^o 120P.

Emisor II

Es de \varnothing 16"; con una longitud de 0.65 km., comprende desde
 el buzón N^o 110P al buzón N^o 120P, descarga en el Emisor
 Principal en el buzón N^o 120P.

5.9 REDES COLECTORAS

Están constituidos por tuberías de ϕ 8" y 16"; con las redes de relleno con una longitud existente de 195.18 km. y una longitud proyectada de 117.22 km.

Diseñado para recolectar los desagües por gravedad y las distancias entre buzones favorezcan la operatividad y mantenimiento.

El sentido del flujo se presenta de tal manera que la recolección sea homogénea para lograr la capacidad recomendada en colectores de relleno.

CUADRO No.5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA

NOMBRE DE COLECTOR	RIZON		COTAS DE TERRENO		LONG. m.	AREA Ha.	COEF. DE DESCARGA	DESCARGA PARCIAL L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO					COTAS DE FONDO	
	DEL	AL	A. ARRIBA	A. ABAJO							D (eq.)	Q (L/S)	S (‰)	V (m/s)	T (eq.)	A. ARRIBA	A. ABAJO
SUB-COLECTOR "A-1"	1 E	2 E	583.71	582.41	61	129.31	0.638	18.700	18.700	18.700	250	18.700	16.05	1.22	65	582.11	581.14
	2 E	3 E	582.41	581.61	61	129.31	0.638	18.700	37.400	37.400	250	37.400	13.28	1.42	126	581.14	580.33
	3 E	4 E	581.61	580.80	50	129.31	0.638	18.700	56.100	56.100	250	56.100	15.40	1.66	180	580.33	579.65
	4 E	1	580.80	580.80	50	129.31	0.638	18.700	74.800	74.800	250	74.800	23.00	2.12	165	579.65	579.37
	1	2	580.80	576.94	73	129.31	0.638	18.700	93.500	93.500	250	93.500	37.26	2.64	165	579.37	575.65
	2	3	576.94	578.33	50	110.90	0.638	7.995	100.505	100.505	300	100.505	17.30	2.05	192	575.65	574.76
	3	4	578.33	575.55	40	110.97	0.638	6.999	107.504	107.504	300	107.504	20.00	2.18	193	574.76	573.96
	4	5	575.55	574.34	62	110.97	0.638	6.999	114.503	114.503	300	114.503	23.55	2.36	190	573.96	572.50
	5	6	574.34	573.24	94	110.90	0.638	7.005	121.508	121.508	350	121.508	11.91	1.85	222	572.50	571.30
	6	7	573.24	572.70	70	2.25	0.638	1.435	122.943	122.943	350	122.943	6.71	1.45	200	571.30	570.91
SUB-COLECTOR "A-2"	7	8	572.70	572.86	74	2.25	0.638	1.435	124.378	124.378	350	124.378	8.92	1.66	250	570.91	570.25
	8	9	572.86	571.39	67	2.25	0.638	1.435	124.378	125.813	350	125.813	9.10	1.67	250	570.25	569.64
	9	10	571.39	569.70	105	2.25	0.638	1.435	125.813	127.248	350	127.248	15.33	2.03	210	569.64	568.63
	10	35	569.70	567.69	80	2.25	0.638	1.435	127.248	128.680	350	128.680	32.12	2.68	170	568.63	565.46
	1P	2P	568.48	566.59	80	156.70	0.638	36.175	0.000	36.175	250	36.175	9.00	1.23	144	565.46	564.74
	2P	3P	566.59	564.89	80	--	0.638	0.000	36.175	36.175	250	36.175	16.87	1.54	119	564.74	563.39
	3P	4P	564.89	564.82	80	--	0.638	0.000	36.175	36.175	250	36.175	7.13	1.12	152	563.39	562.92
	4P	5E	564.82	562.80	90	--	0.638	0.000	36.175	36.175	250	36.175	15.00	1.47	121	562.92	561.47
	5E	6E	562.80	562.25	50	--	0.638	0.000	36.175	36.175	250	36.175	9.40	1.25	140	561.47	561.00
	6E	7E	562.25	562.23	50	--	0.638	0.000	36.175	36.175	250	36.175	3.60	0.85	197	561.00	560.82
COLECTOR "A"	7E	8E	562.23	562.39	30	--	0.638	0.000	36.175	36.175	250	36.175	9.00	1.22	141	560.82	560.55
	8E	9E	562.39	561.84	50	--	0.638	0.000	36.175	36.175	250	36.175	8.00	1.18	146	560.55	560.15
	9E	10E	561.84	561.32	85	--	0.638	0.000	36.175	36.175	250	36.175	5.53	1.02	167	560.15	559.68
	10E	11E	561.32	560.39	75	1.00	0.638	0.638	36.175	36.813	250	36.813	13.20	1.41	127	559.68	558.69
	11E	40	560.39	560.25	30	0.70	0.638	0.447	36.813	37.260	250	37.260	11.80	1.32	134	558.69	558.35
	11	12	629.67	628.33	55	0.94	0.638	5.784	0.000	5.784	300	5.784	23.45	0.88	36	627.17	625.88
	12	13	628.33	626.44	90	0.93	0.638	5.697	5.784	11.481	300	11.481	32.00	1.21	48	625.88	623.88
	13	14	626.44	622.11	85	0.93	0.638	5.697	11.481	17.898	300	17.898	45.86	1.58	57	623.88	619.17
	14	15	622.11	620.80	90	0.93	0.638	5.697	17.898	22.795	300	22.795	22.78	1.40	78	619.17	617.12
	15	16	620.80	618.18	84	0.93	0.638	5.697	22.795	28.492	300	28.492	11.43	1.19	108	617.12	616.16
16	17	618.18	616.14	86	0.93	0.638	5.697	28.492	34.189	300	34.189	30.00	1.75	92	616.16	613.58	
17	18	616.14	614.80	85	0.93	0.638	5.697	34.189	39.886	300	39.886	28.58	1.81	100	613.58	611.15	
18	19	614.80	611.80	85	0.93	0.638	5.697	39.886	45.583	300	45.583	32.82	2.01	102	611.15	608.36	
19	20	611.80	607.96	85	0.93	0.638	5.697	45.583	51.280	350	51.280	35.65	2.07	102	608.36	605.33	
20	21	607.96	605.80	90	0.93	0.638	5.697	51.280	56.977	350	56.977	35.89	2.15	108	605.33	602.10	
21	22	605.80	601.73	90	0.93	0.638	5.697	56.977	62.674	400	62.674	29.33	2.00	112	602.10	599.46	
22	23	601.73	598.89	80	0.93	0.638	5.697	62.674	68.371	400	68.371	25.23	1.96	124	599.46	597.24	
23	24	598.89	597.59	100	0.93	0.638	5.697	68.371	74.068	400	74.068	12.90	1.62	152	597.24	595.95	
24	25	597.59	595.74	75	--	0.638	0.000	74.068	74.068	400	74.068	23.07	1.95	138	595.95	594.22	
25	26	595.74	593.81	100	1.24	0.638	0.791	74.068	74.859	400	74.859	22.80	1.93	132	594.22	592.82	
26	27	593.81	591.22	90	1.24	0.638	0.791	74.859	75.650	400	75.650	31.67	2.20	122	592.82	589.17	
27	28	591.22	586.73	125	1.24	0.638	0.791	75.650	76.441	450	76.441	39.68	2.31	108	589.17	584.21	
28	29	586.73	583.67	105	1.24	0.638	0.791	76.441	77.232	450	77.232	29.33	2.07	117	584.21	581.13	
29	30	583.67	581.80	120	1.24	0.638	0.791	77.232	78.023	450	78.023	17.25	1.75	140	581.13	579.85	
30	31	581.80	578.17	110	1.24	0.638	0.791	78.023	78.814	450	78.814	26.82	2.05	122	579.85	576.11	
31	32	578.17	575.80	100	1.24	0.638	0.791	78.814	79.605	450	79.605	28.80	2.09	122	576.11	573.31	
32	33	575.80	572.50	110	1.24	0.638	0.791	79.605	80.390	450	80.390	22.54	1.95	131	573.31	570.63	

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA (continuación)

NOMBRE DE COLECTOR	BUZON		COTAS DE TERRENO		LONG. AREA	COEF. DE DESCARGA	DESCARGA PARCIAL	DESCARGA ACUMULADA	DESCARGA TOTAL	ALCANTARILLADO					COTAS DE FONDO		
	DEL	AL	A ARRIBA	A ABAJO						m.	Ha.	L/S/ha	L/S	L/S	L/S	D (m.)	Q (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (m.)	A ARRIBA	A ABAJO
COLECTOR "A"	33	34	572.50	570.70	75	1.24	0.630	0.791	00.396	01.187	450	81.10	24.40	2.00	130	570.83	569.00
	34	35	570.70	567.69	120	1.24	0.630	0.791	01.187	210.661	600	81.90	29.50	2.02	114	569.00	565.46
	35	36	567.69	564.00	126	1.02	0.630	1.161	210.661	211.822	600	211.02	23.57	2.58	192	565.46	562.49
	36	37	564.00	563.40	130	1.02	0.630	1.161	211.822	212.903	600	212.90	6.00	1.63	279	562.49	561.70
	37	38	563.40	562.50	50	1.02	0.630	1.161	212.903	214.144	600	214.14	22.20	2.54	190	561.70	560.59
	38	39	562.50	561.60	110	1.02	0.630	1.161	214.144	215.305	600	215.30	10.29	1.93	240	560.59	559.30
39	40	561.60	560.25	114	1.02	0.630	1.161	215.305	216.460	600	216.46	6.05	1.63	202	559.30	558.59	
COLECTOR "B"	49	50	575.00	572.50	109	12.20	0.630	14.036	0.000	14.036	300	14.03	22.93	1.10	60	573.02	570.02
	50	51	572.50	571.11	67	12.34	0.630	1.493	14.036	15.529	300	15.53	20.75	1.20	66	570.02	569.13
	51	52	571.11	569.50	70	12.34	0.630	1.493	15.529	15.022	300	17.02	23.20	1.26	66	569.13	567.50
	52	53	569.50	567.56	75	12.34	0.630	1.493	15.022	10.515	300	10.51	29.33	1.41	68	567.50	565.30
	53	54	567.56	565.30	85	11.16	0.630	0.740	10.515	19.255	300	19.25	23.65	1.34	72	565.30	563.29
	54	55	565.30	563.21	95	11.16	0.630	0.740	19.255	19.995	300	19.99	23.05	1.34	72	563.29	561.10
	55	56	563.21	561.07	90	11.16	0.630	0.740	19.995	20.735	300	20.73	23.00	1.40	72	561.10	558.05
	56	57	561.07	558.06	85	11.16	0.630	0.740	20.735	21.475	300	21.47	26.59	1.43	72	558.06	556.59
	57	58	558.06	556.29	90	11.16	0.630	0.740	21.475	22.215	300	22.21	26.22	1.47	70	556.59	554.23
	58	59	556.29	552.86	100	11.16	0.630	0.740	22.215	22.955	350	22.95	20.50	1.43	70	554.23	551.30
	59	60	552.86	552.00	100	11.16	0.630	0.740	22.955	23.695	350	23.69	13.00	1.14	80	551.30	550.00
	60	61	552.00	549.47	80	11.16	0.630	0.740	23.695	24.435	350	24.43	31.37	1.51	70	550.00	547.57
61	62	549.47	549.47	100	11.20	0.630	0.740	24.435	25.175	350	25.17	6.00	0.90	112	547.57	546.97	
62	63	549.47	544.62	120	--	0.630	0.000	25.175	25.175	350	25.17	36.25	1.63	70	546.97	542.62	
COLECTOR "C"	66	67	501.03	500.50	35	57.41	0.630	36.210	0.000	36.210	300	36.21	51.14	2.15	81	579.69	577.90
	67	68	500.50	577.75	65	12.10	0.630	1.340	36.210	37.961	300	37.96	57.85	2.26	80	577.90	574.14
	68	69	577.75	574.14	90	12.10	0.630	1.340	37.961	39.301	300	39.30	27.70	1.00	99	574.14	571.64
	69	70	574.14	574.14	20	12.10	0.630	1.340	39.301	40.641	400	40.64	34.50	1.02	00	571.64	570.95
	70	71	574.14	573.45	20	12.10	0.630	1.340	40.641	41.981	400	41.98	29.00	1.71	00	570.95	570.37
	71	72	573.45	571.55	50	12.10	0.630	1.340	41.981	43.321	400	43.32	27.60	1.71	96	570.37	568.99
	72	73	571.55	570.00	40	12.10	0.630	1.340	43.321	44.661	400	44.66	40.25	1.90	00	568.99	567.30
	73	74	570.00	568.05	00	12.10	0.630	1.340	44.661	46.001	400	46.00	25.00	1.70	96	567.30	565.30
	74	75	568.05	565.05	90	12.10	0.630	1.340	46.001	47.341	400	47.34	20.67	1.79	96	565.30	562.00
	75	76	565.05	565.12	35	12.10	0.630	1.340	47.341	48.681	400	48.68	21.43	1.65	106	562.00	562.05
	76	77	565.12	563.97	45	12.10	0.630	1.340	48.681	50.021	400	50.02	22.09	1.70	104	562.05	561.02
	77	78	563.97	562.06	66	--	0.630	0.000	50.021	50.021	400	50.02	33.10	1.94	96	561.02	558.03
	78	79	562.06	560.74	50	11.02	0.630	1.161	50.021	51.102	400	51.10	24.20	1.73	104	558.03	557.62
	79	80	560.74	559.21	50	11.02	0.630	1.161	51.102	52.343	400	52.34	27.20	1.04	104	557.62	556.26
	80	81	559.21	557.50	65	11.02	0.630	1.161	52.343	53.504	400	53.50	22.92	1.75	100	556.26	554.77
	81	82	557.50	555.79	65	11.02	0.630	1.161	53.504	54.665	400	54.66	23.05	1.70	100	554.77	553.22
82	83	555.79	554.26	60	11.02	0.630	1.161	54.665	55.826	400	55.82	20.00	1.90	106	553.22	551.54	
83	84	554.26	551.47	99	11.02	0.630	1.161	55.826	56.987	400	56.98	29.49	1.94	106	551.54	540.62	
84	85	551.47	548.63	99	11.02	0.630	1.161	56.987	58.140	400	58.15	37.27	2.12	104	548.62	544.93	
85	86	548.63	546.13	95	11.02	0.630	1.161	58.140	59.309	400	59.31	14.42	1.54	102	544.93	543.56	
86	87	546.13	543.65	05	11.04	0.630	1.174	59.309	60.483	400	60.48	30.47	2.00	103	543.56	540.97	
87	88	543.65	540.30	05	--	0.630	0.000	60.483	60.483	450	60.48	20.02	1.09	75	540.97	538.52	
88	89	540.30	539.00	06	--	0.630	0.000	60.483	60.483	450	60.48	90.00	2.50	50	538.52	537.90	

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	RUZON		COTAS DE TERRENO		LONG. m.	AREA Ha.	COEF. DE DESCARGA	DESCARGA PARCIAL L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO				COTAS DE FONDO		
	IDEL	AL	A.ARRIBA	A.ABAJO							D (mm.)	Q (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (mm.)	A.ARRIBA	A.ABAJO
SUB-COLECTOR "E-1"	1181	1182	537.63	538.03	60	0.62	0.638	0.396	0.000	0.396	250	0.39	6.67	0.26	15	535.93	535.53
	1182	1183	538.03	537.74	60	0.62	0.638	0.396	0.396	0.792	250	0.79	6.50	0.32	20	535.53	535.14
	1183	1184	537.74	536.50	60	0.62	0.638	0.396	0.792	1.188	250	1.18	15.50	0.50	20	535.14	533.96
	1184	1185	536.50	535.44	90	0.62	0.638	0.396	1.188	1.584	250	1.58	5.11	0.37	30	533.96	533.44
	1185	1186	535.44	536.48	85	0.62	0.638	0.396	1.584	1.980	250	1.98	5.18	0.40	33	533.44	533.00
	1186	1187	536.48	536.14	40	0.62	0.638	0.396	1.980	2.376	250	2.37	6.50	0.46	35	533.00	532.74
	1187	1188	536.14	535.12	39	0.62	0.638	0.396	2.376	2.772	250	2.77	4.23	0.54	35	532.74	532.38
	1188	1189	535.12	536.28	80	0.62	0.638	0.396	2.772	3.168	250	3.17	5.00	0.45	43	532.38	531.98
	1189	1190	536.28	534.67	99	0.62	0.638	0.396	3.168	3.564	250	3.56	5.15	0.48	48	531.98	531.47
	1190	1191	534.67	532.08	99	0.62	0.638	0.396	3.564	3.960	250	3.96	19.60	0.78	35	531.47	529.53
	1191	1192	532.08	530.83	100	0.62	0.638	0.396	3.960	4.356	250	4.35	6.40	0.55	50	529.53	528.89
	1192	1193	530.83	531.47	100	0.62	0.638	0.396	4.356	4.752	250	4.75	4.20	0.58	60	528.89	528.47
	1193	1210	531.47	531.84	80	0.66	0.638	0.421	4.752	5.170	250	5.17	1.63	0.48	80	528.47	528.34
SUB-COLECTOR "E-2"	1194	1195	548.86	547.88	152	1.22	0.638	0.778	0.000	0.778	300	0.78	11.71	0.40	18	547.16	545.38
	1195	1196	547.88	546.61	148	3.01	0.638	1.920	0.778	2.698	300	2.70	4.78	0.40	36	545.38	544.71
	1196	1197	546.61	542.86	145	3.01	0.638	1.920	2.698	4.618	300	4.62	23.10	0.80	33	544.71	541.36
	1197	1198	542.86	541.25	160	3.01	0.638	1.920	4.618	6.538	300	6.54	8.50	0.66	51	541.36	540.80
	1198	1199	541.25	541.25	30	3.01	0.638	1.920	6.538	8.458	300	8.46	8.33	0.71	68	540.80	539.75
	1199	1200	541.25	540.54	75	3.01	0.638	1.920	8.458	10.378	300	10.37	12.53	0.88	60	539.75	538.81
	1200	1201	540.54	539.05	188	3.01	0.638	1.920	10.378	12.298	300	12.30	13.70	0.97	66	538.81	537.44
	1201	1204	539.05	538.37	70	3.01	0.638	1.920	12.298	14.218	300	14.22	4.57	0.71	96	537.44	537.18
	1204	1205	538.37	537.68	70	3.01	0.638	1.920	14.218	16.138	400	16.14	21.80	1.12	56	537.18	535.65
	1205	1206	537.68	537.23	98	3.02	0.638	1.920	16.138	18.066	400	18.06	7.22	0.84	80	535.65	535.00
1206	1207	537.23	536.25	50	--	0.638	0.000	18.066	18.066	400	18.06	15.00	1.07	68	535.00	534.25	
1207	1208	536.25	535.89	70	--	0.638	0.000	18.066	18.066	400	18.06	19.56	1.16	64	534.25	532.86	
1208	1209	535.89	533.75	55	--	0.638	0.000	18.066	18.066	400	18.06	20.91	1.19	64	532.86	531.71	
1209	1210	533.75	531.84	63	--	0.638	0.000	149.179	149.179	400	149.18	23.33	2.45	190	531.71	530.24	
COLECTOR "F"	15P	16P	642.82	641.53	80	22.78	0.638	14.533	0.000	14.533	250	14.53	16.12	1.12	74	641.52	640.23
	16P	17P	641.53	640.32	80	5.68	0.638	3.624	14.533	18.157	250	18.16	15.12	1.18	85	640.23	639.82
	17P	18P	640.32	637.85	75	5.68	0.638	3.624	18.157	21.781	250	21.78	33.20	1.62	75	639.82	636.53
	18P	19P	637.85	635.80	85	5.68	0.638	3.624	21.781	25.405	250	25.41	33.29	1.73	83	636.53	633.70
	19P	10P	635.80	632.84	115	5.68	0.638	3.624	25.405	29.029	250	29.03	18.70	1.48	100	633.70	631.54
	10P	11P	632.84	631.47	70	2.82	0.638	1.799	29.029	30.828	250	30.83	19.57	1.52	103	631.54	630.17
	11P	12P	631.47	630.00	70	2.82	0.638	1.799	30.828	32.627	250	32.63	21.00	1.59	103	630.17	628.70
	12P	13P	630.00	628.57	95	2.82	0.638	1.799	32.627	34.426	250	34.43	15.85	1.45	119	628.70	627.27
	13P	14P	628.57	627.43	75	2.82	0.638	1.799	34.426	36.225	250	36.22	15.20	1.48	123	627.27	626.13
	14P	15P	627.43	626.29	80	2.82	0.638	1.799	36.225	38.024	250	38.02	22.37	1.71	113	626.13	624.34
	15P	16P	626.29	625.21	75	2.82	0.638	1.799	38.024	39.823	250	39.82	16.40	1.56	126	624.34	623.11
	16P	17P	625.21	622.88	100	2.82	0.638	1.799	39.823	41.622	250	41.62	16.10	1.57	129	623.11	621.50
	17P	18P	622.88	621.44	78	2.82	0.638	1.799	41.622	43.421	250	43.42	19.43	1.70	126	621.50	620.14
	18P	12E	621.44	621.35	30	2.84	0.638	1.812	43.421	45.233	250	45.23	6.33	1.12	189	620.14	619.95
	12E	13E	621.35	620.38	80	--	0.638	0.000	45.233	45.233	250	45.23	13.37	1.58	145	619.95	618.88
	13E	14E	620.38	619.63	75	1.64	0.638	1.085	45.233	46.279	250	46.28	18.80	1.35	161	618.88	618.13
	14E	15E	619.63	615.38	85	1.70	0.638	1.085	46.279	47.364	250	47.36	50.94	2.43	100	618.13	613.60
15E	16E	615.38	612.94	85	1.70	0.638	1.085	47.364	48.449	250	48.45	27.18	1.97	121	613.60	611.49	
16E	17E	612.94	609.44	125	1.70	0.638	1.085	48.449	49.534	250	49.53	26.80	2.00	124	611.49	608.14	
17E	18E	609.44	608.22	60	1.70	0.638	1.085	49.534	50.620	250	50.62	20.33	1.88	135	608.14	606.92	

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACHA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	BUIZON		COTAS DE TERRENO		LONG. a.	AREA Ha.	DEF. DE L/S/ha	DESCARGA PARCIAL L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO				COTAS DE FONDO		
	DEL	AL	A.ARIPIA	A.ABAJO							D (m.)	Q (L/S)	S (%)	V (m/s)	V (m.)	A.ARIPIA	A.ABAJO
	18 E	19 E	606.22	606.89	60	1.71	0.630	1.091	50.619	51.710	250	51.710	22.17	1.07	133	606.92	606.59
	19 E	20 E	606.89	605.56	60	1.71	0.630	1.091	51.710	52.801	250	52.801	30.17	2.11	124	605.59	603.78
	20 E	21 E	605.56	604.38	60	1.71	0.630	1.091	52.801	53.892	250	53.892	15.00	1.64	156	603.78	602.00
	21 E	22 E	604.38	603.38	45	1.71	0.630	1.091	53.892	54.983	250	54.983	23.33	1.93	135	602.00	601.63
	22 E	23 E	603.38	602.13	45	1.71	0.630	1.091	54.983	56.074	250	56.074	23.33	1.94	138	601.63	600.70
	23 E	24 E	602.13	600.00	60	1.71	0.630	1.091	56.074	57.165	250	57.165	26.00	2.03	133	600.70	598.78
	24 E	25 E	600.00	597.86	60	1.71	0.630	1.091	57.165	58.256	250	58.256	35.67	2.31	124	598.78	596.56
	25 E	26 E	597.86	595.89	55	1.71	0.630	1.091	58.256	59.347	250	59.347	44.18	2.44	120	596.56	594.13
	26 E	27 E	595.89	594.60	60	1.71	0.630	1.091	59.347	60.438	250	60.438	18.00	1.81	156	594.13	593.05
	27 E	28 E	594.60	593.50	50	1.71	0.630	1.091	60.438	61.524	250	61.524	15.00	1.69	171	593.05	592.03
	28 E	29 E	593.50	593.50	30	1.71	0.630	1.091	61.524	62.620	250	62.620	15.00	1.70	173	592.03	591.85
	29 E	30 E	593.50	592.00	35	1.71	0.630	1.091	62.620	63.711	250	63.711	19.14	1.80	160	591.85	591.10
	30 E	31 E	592.00	591.90	50	--	0.630	0.000	63.711	63.711	250	63.711	13.60	1.66	120	591.10	590.50
	31 E	32 E	591.90	591.00	45	1.32	0.630	0.842	63.711	64.553	250	64.553	40.00	2.47	120	590.50	588.70
	32 E	33 E	591.00	590.00	50	1.58	0.630	1.000	64.553	65.561	250	65.561	14.00	1.67	124	588.70	588.00
	33 E	34 E	590.00	588.57	50	1.31	0.630	0.836	65.561	66.397	250	66.397	14.60	1.72	100	588.00	587.27
	34 E	35 E	588.57	587.14	40	1.31	0.630	0.836	66.397	67.233	250	67.233	37.00	2.43	133	587.27	585.79
	35 E	36 E	587.14	585.36	45	1.31	0.630	0.836	67.233	68.069	250	68.069	42.00	2.58	129	585.79	584.86
	36 E	37 E	585.36	584.34	40	1.31	0.630	0.836	68.069	68.905	250	68.905	25.00	2.14	153	584.86	583.04
	37 E	38 E	584.34	583.16	50	1.31	0.630	0.836	68.905	69.741	250	69.741	23.60	2.10	159	583.04	581.86
	38 E	39 E	583.16	581.05	75	1.31	0.630	0.836	69.741	70.577	250	70.577	28.13	2.11	150	581.86	579.75
	39 E	40 E	581.05	579.76	45	1.31	0.630	0.836	70.577	71.413	250	71.413	28.67	2.22	153	579.75	578.46
COLECTOR	40 E	41 E	579.76	578.08	43	1.31	0.630	0.836	71.413	72.249	250	72.249	20.46	1.95	173	578.46	577.58
	41 E	42 E	578.08	577.14	40	1.31	0.630	0.836	72.249	73.085	300	73.085	11.00	1.57	103	577.58	577.14
"F"	42 E	43 E	577.14	575.53	55	1.31	0.630	0.836	73.085	73.921	300	73.921	12.00	1.62	176	577.14	576.48
	43 E	44 E	575.53	578.44	60	--	0.630	0.000	73.921	73.921	300	73.921	6.67	1.30	221	576.48	575.02
	44 E	45 E	578.44	577.34	36	115.06	0.630	10.118	73.921	84.039	300	84.039	11.11	1.63	281	575.02	575.68
	45 E	46 E	577.34	577.19	36	115.06	0.630	10.118	84.039	94.157	300	94.157	18.61	2.01	104	575.68	575.01
	46 E	47 E	577.19	575.31	60	115.06	0.630	10.118	94.157	104.275	300	104.275	16.67	2.02	201	575.01	574.01
	47 E	19 P	575.31	573.25	85	115.06	0.630	10.118	104.275	114.393	300	114.393	24.23	2.36	190	574.01	571.95
	19 P	20 P	573.25	571.00	94	1.31	0.630	0.836	114.393	115.229	300	115.229	23.94	2.37	192	571.95	569.70
	20 P	21 P	571.00	569.66	55	1.31	0.630	0.836	115.229	116.065	300	116.065	24.36	2.37	192	569.70	568.36
	21 P	22 P	569.66	569.32	25	1.31	0.630	0.836	116.065	116.901	300	116.901	35.60	2.74	171	568.36	567.47
	22 P	23 P	569.32	567.50	60	1.31	0.630	0.836	116.901	117.737	300	117.737	25.00	2.43	192	567.47	565.47
	23 P	24 P	567.50	565.68	90	1.31	0.630	0.836	117.737	118.573	300	118.573	12.11	1.74	261	565.47	564.38
	24 P	25 P	565.68	563.24	85	1.31	0.630	0.836	118.573	119.409	300	119.409	34.94	2.76	172	564.38	561.41
	25 P	26 P	563.24	560.00	75	1.31	0.630	0.836	119.409	120.245	300	120.245	24.40	2.30	196	561.41	559.58
	26 P	27 P	560.00	558.21	60	1.31	0.630	0.836	120.245	121.081	300	121.081	33.37	2.68	177	559.58	556.91
	27 P	28 P	558.21	555.54	75	1.31	0.630	0.836	121.081	121.917	300	121.917	35.60	2.80	174	556.91	554.24
	28 P	29 P	555.54	554.22	80	1.31	0.630	0.836	121.917	122.753	300	122.753	21.75	2.32	207	554.24	552.50
	29 P	30 P	554.22	552.22	80	1.31	0.630	0.836	122.753	123.589	300	123.589	19.75	2.24	214	552.50	550.92
	30 P	31 P	552.22	550.65	90	1.31	0.630	0.836	123.589	124.425	300	124.425	17.44	2.10	232	550.92	549.35
	31 P	32 P	550.65	548.03	110	1.31	0.630	0.836	124.425	125.261	300	125.261	23.82	2.40	204	549.35	545.73
	32 P	33 P	548.03	545.53	90	1.31	0.630	0.836	125.261	126.097	300	126.097	35.22	2.78	178	545.73	543.56
	33 P	34 P	545.53	540.91	105	1.31	0.630	0.836	126.097	126.933	300	126.933	37.62	2.85	176	543.56	539.61
	34 P	35 P	540.91	538.75	100	1.31	0.630	0.836	126.933	127.769	300	127.769	21.60	2.34	212	539.61	537.45
	35 P	36 P	538.75	536.75	115	1.31	0.630	0.836	127.769	128.605	350	128.605	17.39	2.14	285	537.45	535.45
	36 P	37 P	536.75	535.60	80	1.31	0.630	0.836	128.605	129.440	350	129.440	14.37	1.99	220	535.45	534.38

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	RUZON		COTAS DE TERRENO		LONG. AREA	COEF. DE DESCARGA	DESCARGA PARCIAL	DESCARGA ACUMULADA	DESCARGA TOTAL	ALCANTARILLADO				COTAS DE FONDO			
	DEL	AL	A.ARRIBA	A.ABAJO						m.	Ha.	L/S/ha	L/S	L/S	L/S	D (mm.)	Q (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (m.)	A.ARRIBA	A.ABAJO
"F"	37 P	38 P	535.60	535.00	50	1.31	0.638	0.836	129.441	130.27	350	130.270	12.00	1.80	231	534.30	533.70
	38 P	79 E	535.00	534.63	40	1.31	0.638	0.836	130.277	131.11	350	131.110	9.25	1.70	257	533.70	533.03
	79 E	80 E	534.63	533.75	30	--	0.638	--	131.113	131.11	350	131.110	29.33	2.62	177	533.33	532.45
	80 E	209	533.75	533.75	30	--	0.638	--	131.113	131.11	350	131.110	13.00	1.94	228	532.45	532.05
"D"	1100	1109	643.00	641.54	80	12.15	0.638	13.717	--	13.72	300	13.717	21.00	1.12	60	641.76	640.03
	1109	1110	641.54	639.00	80	12.11	0.638	1.346	13.717	15.06	300	15.063	23.25	1.24	66	640.00	638.22
	1110	1111	639.00	637.75	80	12.11	0.638	1.346	15.063	16.41	300	16.409	51.50	1.64	51	638.22	634.10
	1111	1112	637.75	635.50	90	12.11	0.638	1.346	16.409	17.76	300	17.755	2.00	0.65	117	634.10	633.05
	1112	1113	635.50	633.41	90	12.11	0.638	1.346	17.755	19.10	300	19.101	22.56	1.32	72	633.05	631.82
	1113	1114	633.41	631.02	60	12.11	0.638	1.346	19.101	20.45	300	20.447	25.83	1.40	72	631.02	630.27
	1114	1115	631.02	630.23	80	12.11	0.638	1.346	20.447	21.79	300	21.793	22.62	1.30	78	630.27	628.46
	1115	1116	630.23	627.37	100	12.11	0.638	1.346	21.793	23.14	300	23.139	26.90	1.50	78	628.46	625.77
	1116	1117	627.37	625.26	80	12.11	0.638	1.346	23.139	24.49	300	24.485	26.37	1.49	78	625.77	623.66
	1117	1118	625.26	623.33	80	12.12	0.638	1.352	24.485	25.84	300	25.837	24.12	1.49	83	623.66	621.73
	1118	1119	623.33	621.31	90	--	0.638	--	25.837	25.84	300	25.837	22.44	1.44	84	621.73	619.71
	1119	1120	621.31	619.41	85	11.73	0.638	1.104	25.837	26.94	300	26.941	22.35	1.45	87	619.71	617.81
	1120	1121	619.41	616.62	90	11.72	0.638	1.097	26.941	28.04	300	28.038	31.00	1.67	81	617.81	615.02
	1121	1122	616.62	614.32	80	11.71	0.638	1.091	28.038	29.13	300	29.129	28.75	1.62	84	615.02	612.72
	1122	1123	614.32	613.06	20	11.71	0.638	1.091	29.129	30.22	300	30.220	23.00	1.54	92	612.72	612.26
	1123	1124	613.06	611.25	110	11.71	0.638	1.091	30.220	31.31	350	31.311	23.73	1.52	84	612.26	609.65
	1124	1125	611.25	608.95	100	11.71	0.638	1.091	31.311	32.40	350	32.402	23.00	1.53	91	609.65	607.35
	1125	1126	608.95	606.10	100	11.71	0.638	1.091	32.402	33.49	350	33.493	41.40	1.86	77	607.35	603.21
	1126	1127	606.10	603.72	100	11.71	0.638	1.091	33.493	34.58	350	34.584	23.00	1.55	91	603.21	600.91
	1127	1128	603.72	601.63	100	11.71	0.638	1.091	34.584	35.68	350	35.675	15.00	1.40	103	600.91	599.33
	1128	1129	601.63	599.01	90	11.71	0.638	1.091	35.675	36.77	350	36.766	31.67	1.73	88	599.33	596.40
	1129	1130	599.01	597.63	60	11.71	0.638	1.091	36.766	37.86	350	37.857	20.67	1.53	100	596.40	595.24
	1130	1131	597.63	595.53	75	11.71	0.638	1.091	37.857	38.95	350	38.948	27.87	1.73	92	595.24	593.15
	1131	1132	595.53	594.20	60	11.71	0.638	1.091	38.948	40.04	350	40.039	25.50	1.70	95	593.15	591.62
	1132	1133	594.20	592.00	100	11.71	0.638	1.091	40.039	41.13	350	41.130	26.00	1.75	96	591.62	588.94
	1133	1134	592.00	590.00	100	11.71	0.638	1.091	41.130	42.22	350	42.221	16.90	1.52	112	588.94	587.25
	1134	1135	590.00	589.30	50	11.71	0.638	1.091	42.221	43.31	350	43.312	12.60	1.40	119	587.25	586.51
	1135	1136	589.30	588.04	50	11.74	0.638	1.110	43.312	44.42	350	44.422	6.00	1.00	147	586.51	586.31
	1136	1137	588.04	587.60	90	--	0.638	--	44.422	44.42	350	44.422	12.56	1.40	121	586.31	585.10
	1137	1138	587.60	586.37	80	11.13	0.638	0.721	44.422	45.14	350	45.143	15.75	1.51	116	585.10	583.92
	1138	1139	586.37	585.21	85	11.13	0.638	0.721	45.143	45.86	350	45.864	16.35	1.53	119	583.92	582.53
1139	1140	585.21	584.17	35	11.13	0.638	0.721	45.864	46.59	400	46.585	11.14	1.30	124	582.53	582.14	
1140	1141	584.17	583.00	100	11.13	0.638	0.721	46.585	47.31	400	47.306	12.60	1.39	120	582.14	580.00	
1141	1142	583.00	577.12	100	11.13	0.638	0.721	47.306	48.03	400	48.027	50.20	2.26	80	580.00	575.06	
1142	1143	577.12	572.40	120	11.13	0.638	0.721	48.027	48.75	400	48.748	39.92	2.01	80	575.06	570.27	
1143	1144	572.40	572.00	20	11.13	0.638	0.721	48.748	49.47	400	49.469	20.50	1.82	100	570.27	569.70	
1144	1145	572.00	569.30	75	11.13	0.638	0.721	49.469	50.19	400	50.190	34.52	1.94	96	569.70	567.11	
1145	1146	569.30	567.75	65	11.13	0.638	0.721	50.190	50.91	400	50.911	49.05	2.23	80	567.11	563.07	
1146	1147	567.75	565.50	95	11.13	0.638	0.721	50.911	51.63	400	51.632	8.32	1.24	140	563.07	563.06	
1147	1148	565.50	565.25	20	11.13	0.638	0.721	51.632	52.35	400	52.353	43.00	2.15	96	563.06	562.22	
1148	1149	565.25	560.63	170	11.13	0.638	0.721	52.353	53.07	400	53.074	22.06	1.71	100	562.22	558.47	
1149	1150	560.63	560.30	20	11.13	0.638	0.721	53.074	53.80	400	53.795	17.50	1.59	120	558.47	558.12	
1150	1151	560.30	558.72	65	11.13	0.638	0.721	53.795	54.52	400	54.516	27.30	1.84	104	558.12	556.34	
1151	1152	558.72	556.63	80	11.13	0.638	0.721	54.516	55.23	400	55.230	31.37	1.96	104	556.34	553.03	

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	SECCION		COTAS DE TERRENO		LONG.	AREA	COEF. DE DESCARGA	DESCARGA PARCIAL	DESCARGA ACUMULADA	DESCARGA TOTAL	ALCANTARILLADO					COTAS DE FONDO	
	DEL	AL	A.ARRIBA	A.ABAJO							m.	Ha.	L/S/ha	L/S	L/S	L/S	D (mm.)	B (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (mm.)	A.ARRIBA	A.ABAJO
"B"	1152	1153	556.63	555.93	40	1.13	0.638	0.721	55.237	55.958	400	55.96	17.25	1.61	124	553.83	553.14
	1153	1154	555.93	554.72	60	1.13	0.638	0.721	55.958	56.679	400	56.68	23.83	1.81	112	553.14	551.71
	1154	1155	554.72	553.51	40	1.13	0.638	0.721	56.679	57.400	400	57.40	29.25	1.94	106	551.71	550.54
	1155	1156	553.51	552.70	34	1.13	0.638	0.721	57.400	58.121	400	58.12	0.82	1.31	148	550.54	550.24
	1156	1157	552.70	551.89	35	1.13	0.638	0.721	58.121	58.842	400	58.84	8.86	1.32	148	550.24	549.93
	1157	1158	551.89	550.54	50	1.13	0.638	0.721	58.842	59.563	400	59.56	26.00	1.96	103	549.93	548.49
	1158	1159	550.54	548.51	70	1.13	0.638	0.721	59.563	60.284	400	60.28	29.43	1.96	102	548.49	546.42
	1159	1160	548.51	544.62	140	1.13	0.638	0.721	60.284	61.005	400	61.00	32.78	2.03	106	546.43	541.84
	1160	1161	544.62	542.18	90	1.13	0.638	0.721	61.005	61.276	400	62.44	29.78	2.00	118	541.84	539.16
	1161	1162	542.18	540.31	70	1.13	0.638	0.721	61.276	62.447	400	62.44	23.57	1.86	110	539.16	537.51
	1162	1163	540.31	536.92	140	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	30.43	2.02	118	537.51	533.25
	1163	1164	536.92	536.92	28	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	30.50	2.02	118	533.25	532.64
	1164	1165	536.92	535.90	40	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	30.50	2.02	118	532.64	531.42
	1165	1166	535.90	532.50	100	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	30.43	2.02	110	531.42	528.38
	1166	1167	532.50	529.05	130	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	22.62	1.85	120	528.38	525.44
1167	1168	529.05	526.19	115	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	16.96	1.66	120	525.44	523.49	
1168	1169	526.19	523.97	90	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	27.78	1.96	112	523.49	520.99	
1169	1170	523.97	521.32	85	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	13.76	1.56	136	520.99	519.62	
1170	1171	521.32	518.50	100	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	36.20	2.13	104	519.62	516.28	
1171	1172	518.50	516.00	100	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	27.70	1.96	112	516.28	513.43	
1172	1173	516.00	514.05	90	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	21.78	1.81	120	513.43	511.47	
1173	1174	514.05	512.36	85	--	0.638	--	62.447	62.447	400	62.44	17.53	1.66	128	511.47	509.98	
"E-3"	47 E	48 E	575.31	576.22	120	115.88	0.638	10.131	0.000	10.131	250	10.13	10.00	0.84	69	574.81	572.81
	48 E	49 E	576.22	576.84	125	115.86	0.638	10.118	10.131	20.249	250	20.25	10.00	1.06	99	572.81	571.56
	49 E	50 E	576.84	575.66	85	115.86	0.638	10.118	20.249	30.367	250	30.37	10.00	1.21	124	571.56	570.71
	50 E	51 E	575.66	573.82	95	115.86	0.638	10.118	30.367	40.485	250	40.49	10.00	1.31	146	570.71	569.76
	51 E	52 E	573.82	571.76	60	115.86	0.638	10.118	40.485	50.603	250	50.60	10.00	1.38	173	569.76	569.16
	52 E	53 E	571.76	570.00	80	--	0.638	--	50.603	50.603	250	50.60	10.00	1.38	173	569.16	568.36
	53 E	54 E	570.00	568.10	80	0.96	0.638	0.612	50.603	51.215	250	51.22	10.00	1.38	174	568.36	567.56
	54 E	55 E	568.10	566.70	65	1.08	0.638	0.689	51.215	51.904	250	51.90	12.30	1.40	161	567.56	566.76
	55 E	56 E	566.70	563.33	88	0.96	0.638	0.612	51.904	52.516	250	52.52	17.00	1.71	146	566.76	565.40
	56 E	57 E	563.33	561.67	95	0.96	0.638	0.612	52.516	53.128	250	53.13	35.47	2.22	120	565.40	562.83
	57 E	58 E	561.67	560.00	60	0.96	0.638	0.612	53.128	53.740	250	53.74	27.67	2.04	129	562.83	560.37
	58 E	59 E	560.00	558.63	60	0.96	0.638	0.612	53.740	54.352	250	54.35	27.83	2.07	120	560.37	558.70
	59 E	60 E	558.63	557.00	60	0.96	0.638	0.612	54.352	54.964	250	54.96	22.83	1.93	135	558.70	557.33
	60 E	61 E	557.00	555.63	60	0.96	0.638	0.612	54.964	55.576	250	55.58	27.17	2.06	131	557.33	555.70
	61 E	62 E	555.63	553.87	60	0.96	0.638	0.612	55.576	56.188	250	56.19	22.83	1.95	140	555.70	554.33
62 E	63 E	553.87	550.81	95	0.96	0.638	0.612	56.188	56.800	250	56.80	18.52	1.77	150	554.33	552.57	
63 E	64 E	550.81	548.79	85	0.96	0.638	0.612	56.800	57.412	250	57.41	36.00	2.31	124	552.57	549.51	
64 E	65 E	548.79	547.22	85	0.96	0.638	0.612	57.412	58.024	250	58.02	23.76	2.00	140	549.51	547.49	
65 E	66 E	547.22	545.65	85	0.96	0.638	0.612	58.024	58.636	250	58.64	18.47	1.78	155	547.49	545.92	
66 E	67 E	545.65	542.73	85	0.96	0.638	0.612	58.636	59.248	250	59.25	18.47	1.80	156	545.92	544.35	
67 E	68 E	542.73	540.00	60	0.96	0.638	0.612	59.248	59.860	250	59.86	48.67	2.57	118	544.35	541.43	
68 E	69 E	540.00	538.75	55	0.96	0.638	0.612	59.860	60.472	250	60.47	49.64	2.60	118	541.43	538.78	
69 E	70 E	538.75	537.71	50	0.96	0.638	0.612	60.472	61.084	250	61.08	25.80	2.06	143	538.78	537.45	
70 E	71 E	537.71	536.70	60	0.96	0.638	0.612	61.084	61.696	250	61.70	17.33	1.78	163	537.45	536.41	
71 E	72 E	536.70	535.87	60	--	0.638	--	61.696	61.696	250	61.70	16.83	1.78	163	536.41	535.40	
72 E	73 E	535.87	533.50	85	2.25	0.638	1.435	61.696	63.130	250	63.13	37.65	2.41	128	535.40	532.28	

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	COTAS DE TERRENO				LONG. m.	AREA Ha.	COEF. DE DESCARGA	DESCARGA PARCIAL L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO					COTAS DE FONDO	
	DEL	AL	A.ARIABA	A.ABAJO							D (mm.)	Q (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (mm.)	A.ARIABA	A.ABAJO
SUB-COLECTOR "E-3"	73 E	74 E	533.50	531.13	90	12.25	0.630	1.435	63.131	64.566	250	64.560	26.33	2.11	146	532.20	529.03
	74 E	75 E	531.13	528.33	90	12.30	0.630	1.467	64.566	66.033	250	66.030	31.11	2.27	140	529.03	527.03
	75 E	76 E	528.33	525.00	100	12.25	0.630	1.435	66.033	67.468	250	67.470	33.30	2.33	140	527.03	523.70
	76 E	77 E	525.00	522.74	95	12.25	0.630	1.435	67.468	68.903	250	68.900	23.79	2.09	150	523.70	521.44
COLECTOR "E"	77 E	78 E	522.74	520.36	95	12.25	0.630	1.435	68.903	70.338	250	70.340	25.05	2.13	150	521.44	519.06
	78 E	216	520.36	517.92	100	12.25	0.630	1.435	70.338	71.77	250	71.770	24.40	2.11	161	519.06	516.62
	210	211	531.04	530.00	91	--	0.630	--	154.352	154.35	400	154.350	10.00	1.83	250	528.34	527.43
COLECTOR "E"	211	212	530.00	526.79	91	--	0.630	--	154.352	154.35	400	154.350	21.32	2.42	190	527.43	525.49
	212	213	526.79	523.57	91	--	0.630	--	154.352	154.35	400	154.350	35.30	2.85	172	525.49	522.27
	213	214	523.57	520.36	91	--	0.630	--	154.352	154.35	400	154.350	35.27	2.85	172	522.27	519.06
	214	215	520.36	518.54	91	--	0.630	--	154.352	154.35	400	154.350	20.00	2.37	200	519.06	517.24
	215	216	518.54	517.92	110	--	0.630	--	154.352	154.35	400	154.350	7.45	1.64	276	517.24	516.42
INTERCEPTOR "R"	216	217	517.92	515.20	90	--	0.630	--	226.125	226.12	450	226.120	27.11	2.89	216	516.42	513.90
	217	218	515.20	513.33	90	--	0.630	--	226.125	226.12	450	226.120	21.67	2.70	227	513.90	512.03
	218	219	513.33	511.07	90	--	0.630	--	226.125	226.12	450	226.120	25.11	2.83	221	512.03	509.77
	219	220	511.07	509.20	90	--	0.630	--	226.125	226.12	450	226.120	20.78	2.66	230	509.77	509.90
COLECTOR "B"	39P	40P	524.24	523.40	40	12.62	0.630	1.671	--	1.671	250	1.671	24.00	0.61	20	522.64	521.68
	40P	41P	523.40	522.23	85	12.70	0.630	1.723	1.671	3.394	250	3.394	14.35	0.67	35	521.68	520.46
	41P	42P	522.23	520.76	80	12.62	0.630	1.671	3.394	5.065	250	5.065	18.75	0.83	40	520.46	518.96
	42P	43P	520.76	519.71	55	12.62	0.630	1.671	5.065	6.736	250	6.736	19.10	0.91	40	518.96	517.91
	43P	44P	519.71	518.75	50	12.62	0.630	1.671	6.736	8.407	250	8.407	19.20	1.00	55	517.91	516.95
	44P	45P	518.75	518.00	50	12.62	0.630	1.671	8.407	10.078	250	10.078	15.00	0.96	60	516.95	516.20
	45P	46P	518.00	517.30	60	12.62	0.630	1.671	10.078	11.749	250	11.749	10.33	0.89	75	516.20	515.50
	46P	47P	517.30	516.90	40	12.62	0.630	1.671	11.749	13.420	250	13.420	12.00	0.99	70	515.50	515.10
	47P	48P	516.90	515.49	65	12.62	0.630	1.671	13.420	15.091	250	15.091	21.69	1.26	60	515.10	513.69
	48P	49P	515.49	514.71	60	12.62	0.630	1.671	15.091	16.762	250	16.762	13.00	1.11	85	513.69	512.91
	49P	50P	514.71	513.65	90	12.62	0.630	1.671	16.762	18.433	250	18.433	11.70	1.10	90	512.91	511.85
	50P	51P	513.65	512.02	85	12.62	0.630	1.671	18.433	20.104	250	20.104	16.82	1.20	85	511.85	510.42
	51P	52P	512.02	510.00	60	12.62	0.630	1.671	20.104	21.775	250	21.775	33.67	1.65	75	510.42	509.40
	52P	53P	510.00	509.15	60	12.62	0.630	1.671	21.775	23.446	250	23.446	14.17	1.25	90	509.40	507.55
	53P	54P	509.15	508.62	35	12.62	0.630	1.671	23.446	25.117	250	25.117	9.43	1.13	115	507.55	507.22
	54P	55P	508.62	508.05	35	12.62	0.630	1.671	25.117	26.778	250	26.778	13.43	1.20	100	507.22	506.75
	55P	56P	508.05	508.00	70	--	0.630	--	26.778	26.778	250	26.778	3.57	0.80	150	506.75	505.50
	56P	57P	508.00	507.40	75	15.30	0.630	3.301	26.778	30.169	250	30.169	8.00	1.12	1300	506.50	505.90
	57P	58P	507.40	506.94	50	15.30	0.630	3.301	30.169	33.550	250	33.550	9.20	1.23	140	505.90	505.44
	58P	59P	506.94	506.04	60	15.30	0.630	3.301	33.550	36.931	250	36.931	15.00	1.49	124	505.44	504.54
	59P	60P	506.04	505.41	50	15.30	0.630	3.301	36.931	40.312	250	40.312	12.60	1.45	135	504.54	503.91
60P	61P	505.41	504.81	70	15.30	0.630	3.301	40.312	43.693	250	43.693	0.57	1.26	163	503.91	503.31	
61P	62P	504.81	503.73	80	15.30	0.630	3.301	43.693	47.074	250	47.074	13.50	1.50	149	503.31	502.23	
62P	63P	503.73	503.46	50	15.30	0.630	3.301	47.074	50.455	300	50.455	5.40	1.10	100	502.23	501.96	
63P	64P	503.46	503.24	100	--	0.630	--	50.455	50.455	300	50.455	6.20	1.16	174	501.96	501.34	
64P	65P	503.24	503.07	100	--	0.630	--	50.455	50.455	300	50.455	13.70	1.56	130	501.34	499.97	
65P	66P	503.07	499.35	100	--	0.630	--	50.455	50.455	300	50.455	25.20	1.88	117	499.97	497.45	
66P	67P	499.35	497.39	100	--	0.630	--	50.455	50.455	300	50.455	19.60	1.72	123	497.45	495.49	
67P	68P	497.39	495.85	95	--	0.630	--	50.455	50.455	300	50.455	16.21	1.62	132	495.49	493.95	
68P	69P	495.85	494.00	80	--	0.630	--	50.455	50.455	300	50.455	23.12	1.83	116	493.95	492.10	
69P	73P	494.00	493.50	50	--	0.630	--	50.455	50.455	300	50.455	10.00	1.30	150	492.10	491.50	

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	COTAS DE TERRENO				LONG. m.	AREA Ha.	COEF. DE DESCARGA L/S/ha	DESCARGA PARCIAL L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO					COTAS DE FONDO	
	DEL	AL	A ARRIBA	A ABAJO							D (mm.)	Q (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (mm.)	A ARRIBA	A ABAJO
	40	41	560.25	559.33	89	--	0.638	--	253.726	253.720	600	253.72	7.00	1.81	291	550.36	557.73
	41	42	559.33	550.33	89	10.70	0.638	6.286	253.726	260.552	600	260.55	15.73	2.39	234	557.73	556.33
	42	43	558.33	557.33	29	10.70	0.638	6.286	260.552	267.378	600	267.38	41.38	3.37	192	556.33	555.13
	43	44	557.33	554.12	120	10.70	0.638	6.286	267.378	274.204	600	274.20	27.67	2.97	210	555.13	551.81
	44	45	554.12	551.72	140	10.70	0.638	6.286	274.204	281.030	600	281.03	9.93	2.09	282	551.81	550.42
	45	46	551.72	548.00	135	--	0.638	--	281.030	281.030	600	281.03	27.56	2.96	216	550.42	546.70
	46	47	548.00	544.67	100	--	0.638	--	281.030	281.030	600	281.03	33.30	3.15	204	546.70	543.37
	47	48	544.67	544.86	61	--	0.638	--	281.030	281.030	600	281.03	8.36	1.99	294	543.37	542.86
	48	63	544.86	544.62	70	--	0.638	--	281.030	306.205	600	281.03	3.43	1.42	387	542.86	542.62
	63	64	544.62	543.75	78	--	0.638	--	306.205	306.205	550	306.20	19.61	2.77	275	542.62	541.89
	64	65	543.75	542.71	70	--	0.638	--	306.205	306.205	550	306.20	18.00	2.17	330	541.89	540.31
	65	89	542.71	539.88	60	--	0.638	--	306.205	366.688	550	306.20	29.12	3.18	242	540.31	537.98
	89	90	539.88	538.13	80	--	0.638	--	366.688	366.688	700	366.68	28.00	2.86	266	537.98	536.38
	90	91	538.13	538.06	85	3.30	0.638	2.185	366.688	368.793	700	368.79	18.00	2.25	322	536.38	535.53
	91	92	538.06	536.86	100	3.30	0.638	2.185	368.793	370.898	700	370.90	18.00	2.26	324	535.53	534.53
INTERCEPTOR	92	93	536.86	534.50	100	3.30	0.638	2.185	370.898	373.003	700	373.00	18.00	2.26	325	534.53	533.53
"A"	93	94	534.50	533.68	100	3.30	0.638	2.185	373.003	375.108	700	375.11	18.00	2.26	325	533.53	532.53
	94	95	533.68	531.47	100	2.98	0.638	1.901	375.108	377.009	700	377.01	18.00	2.26	326	532.53	531.53
	95	96	531.47	528.86	120	2.98	0.638	1.901	377.009	378.910	700	378.91	33.88	3.40	238	531.53	527.56
	96	97	528.86	526.84	90	2.98	0.638	1.901	378.910	380.811	700	380.81	22.44	2.95	259	527.56	525.54
	97	98	526.84	524.34	120	2.98	0.638	1.901	380.811	382.712	700	382.71	28.83	2.92	266	525.54	523.84
	98	99	524.34	521.47	125	2.98	0.638	1.901	382.712	384.613	700	384.61	22.96	3.02	259	523.84	520.17
	99	100	521.47	519.50	80	2.98	0.638	1.901	384.613	386.514	700	386.51	24.62	3.11	259	520.17	518.20
	100	101	519.50	520.00	80	2.98	0.638	1.901	386.514	388.415	700	388.41	18.00	2.28	329	518.20	517.40
	101	102	520.00	515.74	150	2.98	0.638	1.901	388.415	390.316	700	390.31	19.73	2.81	273	517.40	514.44
	102	103	515.74	514.26	180	2.98	0.638	1.901	390.316	392.217	800	392.22	14.80	2.60	296	514.44	512.96
	103	104	514.26	513.42	180	2.98	0.638	1.901	392.217	394.118	800	394.12	15.40	2.60	296	512.96	511.42
	104	104	513.42	513.41	70	2.98	0.638	1.901	394.118	396.019	800	396.02	6.71	1.98	368	511.42	510.95
	104	1105	513.41	513.53	55	2.98	0.638	1.901	396.019	397.920	800	397.92	2.91	1.46	464	510.95	510.79
	1105	1105	513.53	513.53	50	2.98	0.638	1.901	397.920	399.821	800	399.82	3.00	1.48	460	510.79	510.64
	1105	1106	513.53	513.92	100	3.06	0.638	1.952	399.821	401.722	800	401.77	3.00	1.48	460	510.64	510.34
	1106	1107	513.92	512.83	60	--	0.638	--	401.722	401.722	800	401.77	3.00	1.48	460	510.34	510.16
	1107	1174	512.83	512.36	60	--	0.638	--	401.722	401.722	800	401.77	3.00	1.48	460	510.16	509.98
	1174	1175	512.36	515.83	170	4.34	0.638	2.769	464.169	466.938	800	466.94	3.00	1.53	509	509.98	509.47
	1175	1176	515.83	514.88	135	4.34	0.638	2.769	466.938	469.908	800	469.90	3.00	1.54	512	509.47	509.86
	1176	1177	514.88	513.21	150	4.34	0.638	2.769	469.907	472.476	800	472.47	3.00	1.54	514	509.86	508.62
	1177	1178	513.21	512.62	70	4.34	0.638	2.769	472.476	475.245	800	475.24	3.14	1.67	588	508.62	508.48
	1178	1179	512.62	512.83	70	4.34	0.638	2.769	475.245	478.014	800	478.01	2.86	1.51	528	508.48	508.28
	1179	1180	512.83	512.85	110	4.34	0.638	2.782	478.014	480.796	800	480.80	3.00	1.54	520	508.28	507.87
	1180	1220	512.85	509.28	180	4.34	0.638	2.769	480.796	483.568	800	483.56	6.93	2.12	480	507.87	507.19
	1220	1221	509.28	509.51	142	1.51	0.638	0.963	709.960	710.653	900	710.65	6.93	2.31	428	507.19	505.19
	1221	1222	509.51	507.82	142	1.51	0.638	0.963	710.653	711.616	900	711.61	6.93	2.31	428	505.19	505.21
	1222	1223	507.82	505.55	146	1.51	0.638	0.963	711.616	712.579	900	712.58	10.41	2.62	387	505.21	503.69
	1223	1224	505.55	504.15	140	1.51	0.638	0.963	712.579	713.542	900	713.54	10.43	2.62	387	503.69	502.23
	1224	70 P1	504.15	504.80	20	1.51	0.638	0.963	713.542	714.505	900	714.50	6.50	2.27	436	502.23	501.30
	70 P1	71 P1	504.80	502.33	70	1.51	0.638	0.963	714.505	715.468	900	715.46	23.86	3.54	306	501.30	499.67
	71 P1	72 P1	502.33	499.95	80	1.51	0.638	0.963	715.468	716.431	900	716.43	23.75	3.54	306	499.63	497.72
	72 P1	73 P1	499.95	497.25	180	1.51	0.638	0.963	716.431	717.394	900	717.39	23.80	3.54	306	497.72	495.35
	73 P1	74 P1	497.25	495.23	80	1.51	0.638	0.963	717.394	718.357	900	718.35	23.50	3.56	306	495.35	493.47
	74 P1	75 P1	495.23	493.50	80	1.51	0.638	0.963	718.357	719.320	900	719.32	23.37	3.48	306	493.47	491.60

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACMA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	BUZON		COTAS DE TERRENO		LONG. m.	AREA Ha.	COEF. DE DESCARGA L/S/ha	DESCARGA PARCIAL L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO					COTAS DE FONDO	
	DEL	AL	A.ARRIBA	A.ABAJO							D (mm.)	Q (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (mm.)	A.ARRIBA	A.ABAJO
	01 E	02 E	473.78	471.95	80	19.72	0.638	6.201	0.000	6.201	250	6.201	22.87	0.91	40	472.48	470.65
	02 E	03 E	471.95	470.37	70	19.68	0.638	6.176	6.201	12.377	250	12.377	22.57	1.19	60	470.65	469.07
	03 E	04 E	470.37	468.95	75	19.68	0.638	6.176	12.377	18.553	250	18.553	18.93	1.38	80	469.07	467.65
	04 E	05 E	468.95	467.89	60	19.68	0.638	6.176	18.553	24.729	250	24.729	17.67	1.39	95	467.65	466.59
	05 E	06 E	467.89	466.49	75	19.68	0.638	6.176	24.729	30.905	250	30.905	18.67	1.48	105	466.59	465.19
	06 E	07 E	466.49	465.61	60	19.68	0.638	6.176	30.905	37.081	250	37.081	14.67	1.49	124	465.19	464.31
	07 E	08 E	465.61	464.22	60	19.68	0.638	6.176	37.081	43.257	250	43.257	23.17	1.80	120	464.31	462.92
	08 E	09 E	464.22	462.50	55	19.68	0.638	6.176	43.257	49.433	250	49.433	31.27	2.08	119	462.92	461.20
	09 E	90 E	462.50	460.16	70	19.68	0.638	6.176	49.433	55.609	250	55.609	33.43	2.21	124	461.20	458.86
COLECTOR	90 E	91 E	460.16	458.29	65	19.68	0.638	6.176	55.609	61.785	250	61.785	28.77	2.16	135	458.86	456.99
	91 E	92 E	458.29	457.00	45	19.68	0.638	6.176	61.785	67.961	250	67.961	28.67	2.19	146	456.99	455.70
"H"	92 E	93 E	457.00	454.69	80	19.68	0.638	6.176	67.961	74.137	250	74.137	28.87	2.27	155	455.70	453.39
	93 E	104 P	454.69	452.03	95	17.00	0.638	4.466	74.137	78.603	250	78.603	31.29	2.37	158	453.39	450.73
	104 P	105 P	452.03	450.16	60	17.00	0.638	4.466	78.603	83.069	250	83.069	31.17	2.48	163	450.73	448.86
	105 P	106 P	450.16	449.41	60	17.00	0.638	4.466	83.069	87.535	300	87.535	14.83	1.85	188	448.86	447.97
	106 P	107 P	449.41	448.21	80	17.00	0.638	4.466	87.535	92.001	300	92.001	18.62	2.08	190	447.97	446.48
	107 P	108 P	448.21	446.78	85	17.00	0.638	4.466	92.001	96.467	300	96.467	20.94	2.14	177	446.48	444.70
	108 P	109 P	446.78	445.36	80	17.00	0.638	4.466	96.467	100.933	300	100.933	21.75	2.28	178	444.70	442.96
	109 P	110 P	445.36	444.11	75	17.00	0.638	4.466	100.933	105.400	300	105.400	12.40	1.75	232	442.96	442.81
	110 P	111 P	444.11	444.03	60	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	3.00	1.06	294	442.81	442.63
	111 P	112 P	444.03	444.00	45	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	3.00	1.06	294	442.63	442.50
	112 P	113 P	444.00	443.79	45	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	3.00	1.06	294	442.50	442.37
EMISOR	113 P	114 P	443.79	443.65	45	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	3.00	1.06	294	442.37	442.24
	114 P	115 P	443.65	443.62	105	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	3.00	1.06	294	442.24	441.93
"II"	115 P	116 P	443.62	443.60	50	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	3.00	1.06	294	441.93	441.78
	116 P	117 P	443.60	443.57	50	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	3.00	1.06	294	441.78	441.63
	117 P	118 P	443.57	444.56	80	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	4.00	1.18	262	441.63	441.31
	118 P	119 P	444.56	442.78	80	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	4.00	1.18	262	441.31	440.99
	119 P	120 P	442.78	442.82	40	--	0.638	0.000	105.399	105.399	400	105.399	4.00	1.18	262	440.99	440.83

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACHA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	COTAS DE TERRENO		LONG. m.	AREA Ha.	COEF. DE DESCARGA L/S/ha	DESCARGA PARCIAL L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO				COTAS DE FONDO			
	DEL	AL							D (m.)	B (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (m.)	Z (m.)		
EMISOR	75 P	76 P	493.50	492.40	80	0.0630	769.775	769.77	900	769.77	17.87	3.28	342	491.60	492.17	
	76 P	77 P	492.40	490.74	80	0.0630	32.089	769.775	802.66	900	802.66	17.75	3.32	351	490.17	489.75
	77 P	78 P	490.74	489.76	50	0.0630	---	802.664	802.66	900	802.66	17.80	3.32	351	488.75	487.85
	78 P	79 P	489.76	488.11	130	0.0630	---	802.664	802.66	900	802.66	12.64	2.97	378	487.05	485.21
	79 P	80 P	488.11	487.42	160	0.0630	---	802.664	802.66	900	802.66	4.31	2.82	527	485.21	485.52
	80 P	81 P	487.42	485.60	180	0.0630	---	802.664	802.66	900	802.66	8.94	2.62	428	485.52	483.91
	81 P	82 P	485.60	485.19	80	0.0630	---	802.664	802.66	900	802.66	7.00	2.42	455	483.91	483.35
	82 P	83 P	485.19	483.93	160	0.0630	---	802.664	802.66	900	802.66	7.00	2.42	455	483.35	482.23
	83 P	84 P	483.93	481.83	100	0.0630	---	802.664	802.66	900	802.66	23.50	3.42	333	482.23	479.88
	84 P	85 P	481.83	480.24	80	0.0630	32.089	802.664	835.55	900	835.55	18.80	3.48	351	479.88	478.40
	85 P	86 P	480.24	478.80	78	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	19.20	3.48	351	478.40	476.90
	86 P	87 P	478.80	475.77	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	33.10	4.12	305	476.90	474.25
	87 P	88 P	475.77	474.89	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	23.30	3.66	333	474.25	472.39
	88 P	89 P	474.89	471.86	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	29.10	3.97	315	472.39	470.85
	89 P	90 P	471.86	470.85	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	26.80	3.88	324	470.85	467.92
	90 P	91 P	470.85	467.69	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	26.80	3.88	324	470.85	467.92
	91 P	92 P	467.69	466.81	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	21.40	3.56	347	466.81	464.86
	92 P	93 P	466.81	464.63	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	21.40	3.56	347	464.86	462.34
93 P	94 P	464.63	462.74	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	21.40	3.56	347	462.34	460.62	
94 P	95 P	462.74	460.80	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	21.40	3.56	347	460.62	455.90	
95 P	96 P	460.80	459.86	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	18.20	3.36	355	455.90	457.44	
96 P	97 P	459.86	456.90	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	30.50	4.08	315	457.44	455.80	
97 P	98 P	456.90	455.45	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	19.40	3.48	351	455.80	453.95	
98 P	99 P	455.45	453.19	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	27.50	3.88	324	453.19	451.25	
99 P	100 P	453.19	451.45	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	27.50	3.88	324	451.25	449.05	
100 P	101 P	451.45	448.77	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	27.50	3.88	324	449.05	446.85	
101 P	102 P	448.77	447.80	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	22.18	3.63	342	446.85	445.88	
102 P	103 P	447.80	444.79	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	26.60	3.88	324	445.88	442.95	
103 P	104 P	444.79	442.82	80	0.0630	---	835.553	835.55	900	835.55	26.60	3.88	324	442.95	440.83	
EMISOR PRINCIPAL	1120 P	1121 P	442.82	441.88	80	0.638	---	940.952	940.95	900	940.95	26.60	4.82	342	440.83	438.70
	1121 P	1122 P	441.88	439.12	80	0.638	52.367	940.952	993.32	900	993.32	20.50	3.75	369	438.70	437.85
	1122 P	1123 P	439.12	437.51	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	20.40	3.68	378	437.85	435.44
	1123 P	1124 P	437.51	435.68	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	20.40	3.68	378	435.44	433.81
	1124 P	1125 P	435.68	433.90	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	20.25	3.68	378	433.81	432.19
	1125 P	1126 P	433.90	432.49	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	20.40	3.88	378	432.19	430.56
	1126 P	1127 P	432.49	430.91	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	22.00	3.88	364	430.56	428.90
	1127 P	1128 P	430.91	428.86	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	21.90	3.88	364	428.90	427.05
	1128 P	1129 P	428.86	427.86	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	21.90	3.88	364	427.05	425.38
	1129 P	1130 P	427.86	425.41	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	21.90	3.88	364	425.38	423.55
	1130 P	1131 P	425.41	423.67	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	21.90	3.88	364	423.55	421.80
	1131 P	1132 P	423.67	421.97	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	21.90	3.88	364	421.80	420.85
1132 P	1133 P	421.97	420.83	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	16.62	3.48	396	420.85	418.72	
1133 P	1134 P	420.83	419.29	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	16.62	3.48	396	418.72	417.39	
1134 P	1135 P	419.29	417.33	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	21.83	3.88	364	417.39	415.64	
1135 P	1136 P	417.33	415.52	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	21.83	3.88	364	415.64	413.89	
1136 P	1137 P	415.52	414.86	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	21.83	3.88	364	413.89	412.15	
1137 P	1138 P	414.86	412.77	70	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	13.84	3.18	432	412.15	411.23	
1138 P	1139 P	412.77	411.82	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	13.84	3.18	432	411.23	410.19	
1139 P	1140 P	411.82	411.05	80	0.638	---	993.319	993.32	900	993.32	13.84	3.18	432	410.19	409.15	

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	COTAS DE TERRENO		LONG. m.	AREA Ha.	COEF. DE DESCARGA	DESCARGA PARCIAL L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO				COTAS DE FONDO		
	DEL	AL							DI (mm.)	Q (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (mm.)	ARRIBA	ABAJO
1140 P1141 P1	411.05	409.16	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	25.31	3.96	356	409.15	407.12
1141 P1142 P1	409.16	406.82	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	25.31	3.96	356	407.12	405.18
1142 P1143 P1	406.82	404.73	100	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	21.42	3.75	369	405.10	402.93
1143 P1144 P1	404.73	402.95	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	21.42	3.75	369	402.93	401.22
1144 P1145 P1	402.95	401.23	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	21.42	3.75	369	401.22	399.51
1145 P1146 P1	401.23	399.75	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	21.42	3.75	369	399.51	397.80
1146 P1147 P1	399.75	397.73	90	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	21.42	3.75	369	397.80	395.88
1147 P1148 P1	397.73	395.94	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	21.42	3.75	369	395.88	394.17
1148 P1149 P1	395.94	394.31	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	21.42	3.79	369	394.17	392.45
1149 P1150 P1	394.31	393.07	100	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.90	3.02	450	392.46	391.37
1150 P1151 P1	393.07	390.86	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	26.50	4.04	356	391.37	389.25
1151 P1152 P1	390.86	390.00	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	19.23	3.60	387	389.25	387.71
1152 P1153 P1	390.00	388.00	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	24.00	3.92	360	387.71	385.79
1153 P1154 P1	388.00	385.97	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	19.25	3.60	387	385.79	384.25
1154 P1155 P1	385.97	384.07	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	23.75	3.92	360	384.25	382.35
1155 P1156 P1	384.07	382.53	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.89	3.60	387	382.35	380.84
1156 P1157 P1	382.53	381.00	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.75	3.60	387	380.84	379.34
1157 P1158 P1	381.00	379.54	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.75	3.60	387	379.34	377.84
1158 P1159 P1	379.54	378.53	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	19.00	3.60	387	377.84	376.32
1159 P1160 P1	378.53	377.06	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.80	3.60	387	376.32	374.81
1160 P1161 P1	377.06	375.88	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.80	3.60	387	374.81	373.30
1161 P1162 P1	375.88	372.47	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	32.12	4.31	333	373.30	370.73
1162 P1163 P1	372.47	370.26	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	32.12	4.31	333	370.73	368.16
1163 P1164 P1	370.26	368.91	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	14.50	3.36	419	368.16	367.05
1164 P1165 P1	368.91	367.54	100	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	14.50	3.36	419	367.05	365.55
1165 P1166 P1	367.54	366.10	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	14.30	3.26	423	365.55	364.40
1166 P1167 P1	366.10	364.47	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	24.12	3.92	360	364.40	362.47
1167 P1168 P1	364.47	362.24	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	24.12	3.92	360	362.47	360.54
1168 P1169 P1	362.24	360.32	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	24.12	3.92	360	360.54	358.61
1169 P1170 P1	360.32	358.10	100	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	24.10	3.92	360	358.61	356.20
1170 P1171 P1	358.10	356.70	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.12	3.55	392	356.20	354.75
1171 P1172 P1	356.70	355.05	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.00	3.55	392	354.75	353.31
1172 P1173 P1	355.05	353.57	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.00	3.55	392	353.31	351.87
1173 P1174 P1	353.57	351.50	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	25.87	4.04	356	351.87	349.80
1174 P1175 P1	351.50	349.48	100	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	20.20	3.60	378	349.80	347.78
1175 P1176 P1	349.48	348.09	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	20.08	3.60	378	347.78	346.18
1176 P1177 P1	348.09	346.51	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	20.00	3.60	378	346.18	344.57
1177 P1178 P1	346.51	344.67	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	20.87	3.68	378	344.57	342.97
1178 P1179 P1	344.67	343.00	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.05	3.60	378	342.97	341.30
1179 P1180 P1	343.00	341.32	100	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	20.07	3.55	392	341.30	339.49
1180 P1181 P1	341.32	339.75	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.05	3.55	392	339.49	337.60
1181 P1182 P1	339.75	337.89	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.79	3.55	392	337.60	335.10
1182 P1183 P1	337.89	336.67	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.79	3.55	392	336.67	334.60
1183 P1184 P1	336.67	334.76	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.79	3.55	392	334.60	333.09
1184 P1185 P1	334.76	333.41	100	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	16.79	3.55	392	333.09	331.21
1185 P1186 P1	333.41	332.20	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	16.79	3.48	396	331.21	329.00
1186 P1187 P1	332.20	330.50	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	16.79	3.48	396	329.00	326.53
1187 P1188 P1	330.50	328.80	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	16.79	3.48	396	328.80	327.18
1188 P1189 P1	328.80	327.42	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.75	3.55	392	327.18	325.68

PRINCIPAL

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA (continuacion)

NOMBRE DEL COLECTOR	RUZON DEL AL	COTAS DE TERRENO		LONG. m.	AREA Has.	COEF. DE DESCARGA PARCIAL	DESCARGA L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO					COTAS DE FONDO	
		A. ARRIBA	A. ABAJO							D (mm.)	Q (l/s)	S (%)	V (m/s)	Y (m.)	A. ARRIBA	A. ABAJO
1189	P1190	P	327.42	325.88	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	18.75	3.55	392	325.88	324.18
1190	P1191	P	325.88	324.29	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	13.62	3.26	423	323.66	322.59
1191	P1192	P	324.29	322.58	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	17.68	3.48	396	322.87	320.67
1192	P1193	P	322.58	320.96	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	17.68	3.48	396	320.68	319.24
1193	P1194	P	320.96	319.35	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	13.87	3.26	423	318.76	317.65
1194	P1195	P	319.35	317.86	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.37	3.12	441	317.15	316.16
1195	P1196	P	317.86	316.52	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	10.50	3.02	458	315.66	314.82
1196	P1197	P	316.52	315.07	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.87	3.12	441	314.32	313.37
1197	P1198	P	315.07	313.58	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.37	3.12	441	312.87	311.88
1198	P1199	P	313.58	311.59	100	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.90	3.18	432	311.38	310.89
1199	P1200	P	311.59	310.35	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.75	3.12	441	309.59	308.65
1200	P1201	P	310.35	308.59	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	15.75	3.46	414	308.15	306.89
1201	P1202	P	308.59	307.00	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	13.62	3.26	423	306.39	305.38
1202	P1203	P	307.00	305.41	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	13.62	3.26	423	304.80	303.71
1203	P1204	P	305.41	303.63	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	16.80	3.46	414	303.21	301.93
1204	P1205	P	303.63	302.21	100	--	--	993.32	993.32	900	993.32	9.00	2.79	473	301.41	300.51
1205	P1206	P	302.21	300.93	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	9.00	2.79	473	299.95	299.23
1206	P1207	P	300.93	299.16	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	15.87	3.45	414	298.73	297.46
1207	P1208	P	299.16	297.89	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	9.00	2.79	473	296.91	296.19
1208	P1209	P	297.89	296.36	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.87	3.18	432	295.69	294.66
1209	P1210	P	296.36	294.72	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	14.25	3.26	423	294.16	293.82
1210	P1211	P	294.72	292.95	100	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.78	3.18	432	292.52	291.25
1211	P1212	P	292.95	291.85	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	8.62	2.76	482	290.84	290.15
1212	P1213	P	291.85	289.96	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	17.37	3.48	396	289.65	288.26
1213	P1214	P	289.96	288.47	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.37	3.12	441	287.76	286.77
1214	P1215	P	288.47	287.04	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.62	3.12	441	287.26	285.34
1215	P1216	P	287.04	285.61	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.62	3.12	441	284.84	283.91
1216	P1217	P	285.61	284.11	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.50	3.18	432	283.41	282.41
1217	P1218	P	284.11	282.70	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.37	3.02	450	281.91	281.00
1218	P1219	P	282.70	281.38	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	10.25	2.92	464	280.50	279.68
1219	P1220	P	281.38	279.98	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.25	3.02	450	279.18	278.28
1220	P1221	P	279.98	278.29	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	14.87	3.36	419	277.78	276.59
1221	P1222	P	278.29	277.11	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	7.37	2.61	509	276.89	275.41
1222	P1223	P	277.11	275.31	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	16.25	3.45	414	274.91	273.61
1223	P1224	P	275.31	274.00	70	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.57	3.12	441	273.11	272.30
1224	P1225	P	274.00	272.63	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	10.87	3.02	450	271.80	270.93
1225	P1226	P	272.63	270.30	150	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.20	3.12	441	270.43	268.60
1226	P1227	P	270.30	268.62	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	14.75	3.36	419	268.10	266.92
1227	P1228	P	268.62	267.32	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	10.80	2.92	464	266.42	265.62
1228	P1229	P	267.32	266.18	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	8.88	2.68	495	265.12	264.48
1229	P1230	P	266.18	264.46	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	15.25	3.36	419	263.98	262.76
1230	P1231	P	264.46	262.84	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	14.88	2.26	423	262.26	261.14
1231	P1232	P	262.84	261.40	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.75	3.12	441	260.64	259.70
1232	P1233	P	261.40	260.00	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.25	3.02	450	259.20	258.38
1233	P1234	P	260.00	258.52	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.25	3.12	441	257.80	256.82
1234	P1235	P	258.52	257.00	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.75	3.18	432	256.32	255.30
1235	P1236	P	257.00	255.76	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	9.25	2.84	473	254.80	254.86
1236	P1237	P	255.76	254.30	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.88	3.02	450	253.56	252.68
1237	P1238	P	254.30	252.61	80	--	--	993.32	993.32	900	993.32	15.87	3.45	414	252.18	250.91

ENTRADA PRINCIPAL

CUADRO No. 5.2: CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD DE TACNA (continuacion)

NOMBRE DE COLECTOR	RUZON DEL	RUZON AL	COTAS DE TERRENO		LONG. m.	AREA Ha.	COEF. DE DESCARGA L/S/ha	DESCARGA PARCIAL L/S	DESCARGA ACUMULADA L/S	DESCARGA TOTAL L/S	ALCANTARILLADO					COTAS DE FONDO	
			A.ARRIBA	A.ABAJO							D (mm.)	Q (L/S)	S (%)	V (m/s)	Y (mm.)	A.ARRIBA	A.ABAJO
	1238 P	1239 P	252.61	251.41	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	8.75	2.78	477	250.41	249.71
	1239 P	1240 P	251.41	249.60	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	16.37	3.46	414	249.21	247.90
	1240 P	1241 P	249.60	248.20	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.25	3.02	450	247.40	246.50
	1241 P	1242 P	248.20	246.65	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	13.12	3.18	432	246.00	244.95
	1242 P	1243 P	246.65	245.25	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.25	3.02	450	244.45	243.55
	1243 P	1244 P	245.25	243.61	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	14.25	3.26	423	243.05	241.91
	1244 P	1245 P	243.61	242.40	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	8.87	2.79	477	241.41	240.70
	1245 P	1246 P	242.40	241.00	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	11.25	3.02	450	240.20	239.30
EMISOR	1246 P	1247 P	241.00	239.50	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.50	3.18	432	238.80	237.80
	1247 P	1248 P	239.50	237.98	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	12.75	3.18	432	237.30	236.28
PRINCIPAL	1248 P	1249 P	237.98	237.44	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	6.75	2.54	522	236.28	235.74
	1249 P	1250 P	237.44	236.92	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	2.50	1.67	760	235.74	235.22
	1250 P	1251 P	236.92	236.56	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	2.50	1.67	760	235.22	234.86
	1251 P	1252 P	236.56	236.18	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	2.50	1.67	760	234.56	234.52
	1252 P	1253 P	236.18	236.02	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	2.50	1.67	760	234.52	234.42
	1253 P	1254 P	236.02	235.88	80	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	2.50	1.67	760	234.42	234.44
	1254 P	1255 P	235.88	235.75	60	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	2.50	1.67	760	234.44	234.41
	1255 P	1256 P	235.75	235.55	100	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	2.50	1.67	760	234.41	234.35
	1256 P	1258	235.55	235.72	16	--	--	--	993.32	993.32	900	993.32	5.00	2.25	576	234.35	234.27

5.10 ESPECIFICACIONES TECNICAS

PRUEBAS HIDRAULICAS Y DE NIVELACION - ALINEAMIENTO DE LAS LINEAS DE DESAGUE

5.10.1 GENERALIDADES

La finalidad de las pruebas en obra es la de verificar que todas las partes de la línea de desague, hayan quedado correctamente instalados, listas para prestar servicio.

Tanto el proceso de prueba como sus resultados serán dirigidos y verificados por la empresa con asistencia del constructor, debiendo este último proporcionar al personal; material, aparatos de prueba de medición y cualquier otro elemento que se requiera en esta prueba.

Las pruebas de la línea de desague a efectuarse tramo por tramo intercalado entre buzones, son las siguientes:

- a) Prueba de nivelación y alineamiento para redes.
- b) Prueba hidráulica a zanja abierta:
 - Para redes
 - Para conexiones domiciliarias
- c) Prueba hidráulica con relleno compactado
 - Para redes y conexiones domiciliarias.

5.10.2 PRUEBAS DE NIVELACION Y ALINEAMIENTO

Las pruebas se efectuarán empleando instrumentos topográficos de preferencia nivel.

Se considera pruebas no satisfactorias de nivelación de un tramo cuando:

- a) El error sea superior a más o menos 5 mm. por cada 10 metros de nivelación.
- b) Existen 3 puntos errados de más o menos 5 mm.

Para las pruebas a zanja abierta; se permitirá ejecutar previamente los anclajes de los buzones y/o de las conexiones domiciliarias.

Las pruebas a zanja abierta; ésta se hará tanto como sea posible cuando el nivel de agua subterránea alcance su posición normal, debiendo tenerse bastante cuidado de que previamente sea rellenada la zanja hasta ese nivel, con el fin de evitar el flotamiento de los tubos.

c) Pruebas de Humo

Estas pruebas reemplazan a las hidráulicas, sólo en los casos de líneas de desagüe de gran diámetro y en donde no exista agua en la zona circundante.

El humo será introducido dentro de la tubería a una presión no menor de 1 lib/pulg² por un soplador que tenga una capacidad de por lo menos 500 litros por segundo.

La presión será mantenida por un tiempo no menor de 15 minutos; el humo será blanco o gris, no dejará residuo y no será tóxico.

d) Reparación de fugas

Cuando se presente fugas por rajadura y/o humedecimiento total en el cuerpo del tubo de desagüe, serán de inmediato reparados por el constructor, debiendo necesariamente realizar la prueba hidráulica del tramo hasta que se consiga resultado satisfactorio y sea recepcionado por la empresa. No se permitirá repararlo empleando resanes ni colocación de dados de concreto, se efectuará el cambio íntegro del tubo.

CUADRO Nº 5.3

Pérdida admisible de agua en las pruebas de
filtración e infiltración

D		F
Diámetro del tubo mm.	pulg.	Filtración o infiltración admisible en cm ³ /min/ml
200	8"	25
250	10"	32
300	12"	38
350	14"	44
400	16"	50
450	18"	57
500	20"	67
600	24"	76

CAPITULO VI

DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES

6.1 GENERALIDADES

Los desagues descargados por el emisor principal corresponde al total de la ciudad; estos desagues tienen que recibir un tratamiento de acuerdo a las condiciones favorables, tanto de reuso de los desagues como del aspecto económico y financiero; para ello se ha elegido el sistema de tratamiento por lagunas de estabilización, primarias y secundarias ambas de tipo facultativo.

Los objetivos y ventajas que se logra con este tratamiento es el siguiente:

- Es más económico.
- Evita la producción de epidemias disminuyendo la morbilidad y mortalidad infantil, debido a la reducción de organismos patógenos (bacterias y parásitos), lográndose remover coliformes en 95-99.99%.
- Protección ecológica, a través de la reducción de la carga orgánica, lográndose remover en 90-95% de DBO, 70-80% de DQO y 85-95% de SS.
- Se logra disminuir en un 100%, la contaminación de la napa freática por nitratos de acuerdo a la adecuada ubicación de la planta.
- Se logra el reuso de los desagues en la agricultura, por diversos usuarios estatales y cooperativas ubicadas en las afueras y al sur-oeste de la ciudad, con áreas mayores de 240 Hás.
- El lodo después de secado, se usa como fertilizante.

a) Ubicación

Se encuentra ubicada en la parte baja al sur-oeste, a 12 km. aproximadamente de la ciudad, al costado derecho de la carretera a La Yarada.

b) Límites

Norte: Cerro Mogollo
 Sur : terrenos agrícolas
 Este : Carretera a La Yarada e Irrigación Mogollo
 Oeste: terrenos agrícolas y La Yarada

c) Extensión

El área ocupada por la planta estará protegida por un cerco perimétrico de malla metálica, cuyas dimensiones serán las siguientes:

Largo = 1.2 km. , ancho = 1.0 km.; área = 120 Hás.

Dentro del cerco, se construirá una caseta de guardiana, laboratorio y depósito o almacén.

6.2 PRE-TRATAMIENTO - CAMARA DE REJAS

Con la finalidad de preparar las aguas residuales que puedan recibir un tratamiento posterior, se ha diseñado una unidad de pre-tratamiento (cámara de rejillas), para evitar obstrucción en las cajas y tuberías; minimizar grandes variaciones de caudal y remover sólidos flotantes de medio y gran tamaño.

a) Cámara de rejillas

Se ha proyectado para una capacidad máxima de 994.19 lps. de desague (2da etapa); sus dimensiones son:

ancho 1.6 m, altura 1.70m con un tirante máximo de 0.83 m.

Las rejillas son de tipo mediano con una capacidad de remoción 20 lt/100m³ de carga orgánica; forma un ángulo de 45° con la horizontal, facilitando la limpieza en forma manual usando rastrillo; está constituida por 4 parrillas, 3 con 13 y 1 con 12 barras respectivamente. Estas barras de sección rectangular, son de platinas de acero de 1/2" x 1-1/2" y 2" de espacio libre entre ellas.

El área útil de la sección transversal es de 1.06 m²; cuando las rejillas están limpias, la velocidad para 994.19 lps es 0.94 m/s y para un caudal mínimo 276.16 lps es de 0.62 m/s. Aguas abajo de las rejillas se tiene una caída de 0.15 cm., para luego tomar una pendiente de fondo 10m/km

hasta llegar al medidor Palmer - Bowlus. Antes y después de las rejas se ha considerado dejar 2 ranuras, para colocar una tabla de madera como compuerta y así poder reparar o cambiar alguna barra de la parrilla deteriorada. Para la limpieza de las rejas, no es necesario colocar las tablas de aislamiento efectuándose este mantenimiento mientras el sistema funciona normalmente.

En los casos en que el caudal supere la capacidad de las rejas o en el caso de reparación de las mismas, se ha considerado un canal by-pass con rejas de platina de acero de 1/2" x 2", separadas entre ellas 10cm. Este canal tiene capacidad para el caudal máximo horario 994.19 lps.; así mismo se ha considerado una losa a fin de facilitar al operador hacer el mantenimiento de las rejas.

b) Diseño de la cámara de rejas

Datos de diseño:

Población (I etapa 2000) = 232,820 habitantes.

Dotación = 200 lt/hab/día

kmáx. = 1.8

Kmín. = 0.5

Población servida desague : 90%

Contribución al desague : 80%

Temperatura promedio mínimo = 16°C (desague)

Emisor ø 36" ; S = 5%.

Población (II etapa 2010) = 331,397 habitantes.

Dotación = 200 l/hab/día (II etapa 2010)

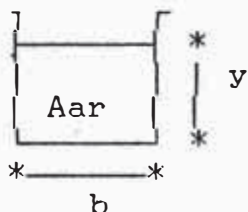
Cálculos : I etapa

Caudal promedio de desague:

$$Q_p = \frac{\text{Población servida} \times \text{dotación} \times 80\%}{86400} = 388.03 \text{ l/s}$$

- AREA DE AGUA RESIDUAL (AGUAS ARRIBA)

$$A_{ar} = A_u / E = 1.025 \text{ m}^2$$



$$A_{ar} = b \times y \implies y = A_{ar} / b$$

$$P = 2y + b$$

$$R = (b \times y) / (b + 2y) = A_{ar} / P$$

Si: $b = 1.60 \text{ m.} \implies y = 1.025 / 1.6 \dots y \text{ máx.} = 0.64 \text{ m.}$

Cálculo de la pendiente (S)

$Q_{mh} = 698.45 \text{ l/s}$ $n = 0.015$, $A_{ar} = 1.025 \text{ m}^2$ $P = 2.88 \text{ m.}$

$$R^{2/3} = 0.5022; \quad v = \frac{Q_{\text{máx}}}{A_{ar}} = 0.68 \text{ m/s}; \quad S = \left[\frac{Q_{\text{máx}} \times n}{A \times R^{2/3}} \right]^2$$

Reemplazando $S = 0.00041 \text{ m/m}$

De la fórmula de Manning tenemos:

$$v = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \dots \dots \dots \text{(I)}$$

donde:

v = velocidad antes de las rejillas (m/s)

R = radio hidráulico = Area/perímetro

$S = 0.00041 \text{ m/m}$

$n = 0.015$

$b = 1.6 \text{ m.}$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times y}{2y + b} \dots \dots \text{(II)}$$

De la ecuación de continuidad se tiene:

$$Q = A \times v = b \times y \times v, \quad y = Q / (b \times v) \dots \dots \text{(III)}$$

Reemplazando ecuación (III) en (II), luego en (I) y reemplazando valores se tiene:

$$1.632256v^{2.5} + 1.2752Q \times v^{1.5} - 1.6Q = 0 \dots (IV)$$

Luego reemplazando en la ecuación (IV) los gastos mínimos, promedios y máximos en m³/s para cada etapa obtenemos las velocidades respectivas antes de las rejas "v"; reemplazando los valores de "v" en la ecuación (III) se obtiene el tirante de agua "y"; para determinar las velocidades a través de la reja emplearemos la relación de vacío "E".

Entonces : $E = 0.80$

$$v = V \times E \dots (V)$$

donde:

v = velocidad antes de las rejas m/s

V = velocidad a través de las rejas m/s

E = relación de vacíos adimensional

Por lo tanto se obtiene el cuadro N^o 6.01

CUADRO N^o 6.01: CONDICIONES DE TRABAJO EN CAMARA DE REJAS

CARACTERISTICAS		Q(m ³ /s)	Veloc. antes de la Reja v (m/s)	Veloc. en la Reja V (m/s)	Tirante en Canal Y (m)
ETAPA I (2000)	Q _{mín.}	0.19400	0.45	0.56	0.27
	Q _{prom.}	0.38803	0.56	0.70	0.43
	Q _{máx.}	0.69845	0.68	0.85	0.64
ETAPA II (2010)	Q _{mín.}	0.27616	0.50	0.62	0.35
	Q _{prom.}	0.55233	0.63	0.78	0.55
	Q _{máx.}	0.99419	0.75	0.94	0.85

II Etapa

Área útil de la zona de rejas (Au)

$$Au = \frac{Q_{máx.}}{V} = 1.06 \text{ m}^2$$

Area de agua residual (aguas arriba)

$$A_{ar} = \frac{A_u}{E} = 1.32 \text{ m}^2$$

Si $b = 1.6 \text{ m.} \implies Y_{\text{máx.}} = 1.32/1.6 \therefore Y_{\text{máx}} = 0.83 \text{ m.}$

c) Cálculo de las dimensiones del canal By-Pass

Se considera las condiciones hidráulicas de la entrada al canal by-pass como un vertedero de pared ancha con contracciones.

$$Q = 1.71 L' x H^{3/2}$$

donde : $L' = L - 0.2 H$ (contracciones)

$$Q = 1.71 (L - 0.2H) H^{3/2}$$

$L =$ ancho del vertedero (mínimo 0.60 m.)

tomamos $L = 1.60 \text{ m.}$

$$Q = 0.99419 \text{ m}^3/\text{s}$$

entonces : $H = 0.53 \text{ m.} \therefore H = 0.50 \text{ m.}$

Luego calculamos la pendiente del canal by-pass:

$$S = \left[\frac{Q \times n}{A \times R^{2/3}} \right]^2$$

Donde: $Q = 0.99419 \text{ m}^3/\text{s}$

$n = 0.015$

$b = L = 1.60 \text{ m.}$

$y = H = 0.50 \text{ m.}$

$A = 0.80 \text{ m}^2$

$P = 2.60 \text{ m.}$

$R^{2/3}$

$= 0.45577$

Entonces: $S = 0.0017 \text{ m/m}$

Peso = P.e. x Volumen = 8.925 Kg/barra
 Peso Total = 232 Kg.

Se recomienda que un hombre debe alzar 60 Kg. de peso, por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{nº de parrillas} &= (\text{peso total})/60 = 3.8 \\ &= 4 \text{ parrillas} \end{aligned}$$

Parrilla Nº	Nº de barras
1	7
2	6
3	6
4	7

- Cálculo de la diferencia de niveles entre la tubería de descarga y el canal de rejillas:

Condiciones:

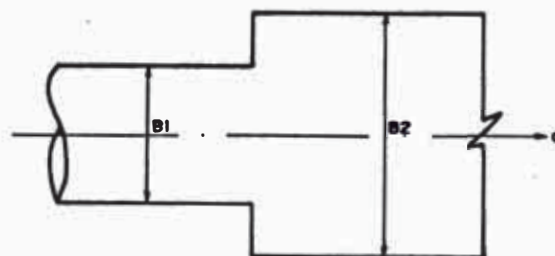
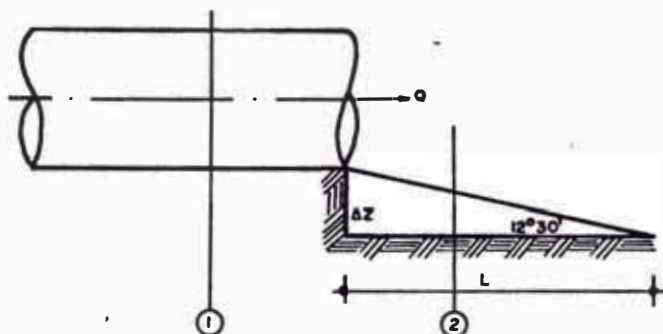
El ángulo de una transición entre tubería de descarga y el canal de rejillas no debe ser mayor de $12^{\circ}30'$.

$$\text{También: } L \geq \frac{B2 - B1}{2 \operatorname{Tg}12^{\circ}30'}$$

donde: L = longitud de la transición
 B1, B2 = anchos superficiales de la tubería y el canal respectivamente.

$$B1 = 0.90 \text{ m.} = 36''$$

$$B2 = 1.60 \text{ m.}$$



$$L \geq \frac{1.60 - 0.90}{2 \operatorname{Tg}12^{\circ}30'} = 1.60$$

Tomamos : L = 2.00m

$$2 \operatorname{Tg}12^{\circ}30'$$

Pérdida de carga producida por la transición H_L para $12^\circ 30'$

$$H_L = 0.10 \left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \right)$$

Donde: V_1 = velocidad en la tubería

V_2 = velocidad en el canal

En la tubería: $S = 5\%$; $Q = 994.19 \text{ l/s} \implies V_1 = 2.15 \text{ m/s}$

$$y_1 = 0.65 \text{ m.} \implies H_L = 0.10 \left(\frac{2.15^2 - 0.75^2}{2 \times 9.81} \right) \implies H_L = 0.02 \text{ m.}$$

Por lo tanto la caída de la elevación del fondo "dZ" estará dada por la diferencia, de la energía específica menos la pérdida de carga producida por la transición H_L ; luego:

$$dZ = E_1 - E_2 - H_L, \text{ donde: } E_1 \text{ y } E_2 = \text{energía específica.}$$

$$dZ = \left(\frac{V_1^2}{2g} + y_1 \right) - \left(\frac{V_2^2}{2g} + y_2 \right) - H_L$$

donde: y_1 = tirante en el tubo = 0.65 m.

y_2 = tirante en el canal = 0.83 m.

$$dZ = \left(\frac{2.15^2}{2g} + 0.65 \right) - \left(\frac{0.75^2}{2g} + 0.83 \right) - 0.02 \dots dZ = 0.007 \text{ m.}$$

Por consideraciones prácticas tomaremos $dZ = 0.15 \text{ m.}$

6.3 MEDIDOR DE GASTO DE AGUAS RESIDUALES

La medición de caudales constituye una de las actividades más importantes en el campo de la hidráulica aplicada, habiéndose desarrollado innumerables dispositivos y métodos de estimación de caudal.

Las estructuras de medición de régimen crítico, son recomendables para desagües con alto contenido de sólidos sedimentables, tales como la de Parshal y la de Palmer-Bowlus que tienen la característica de poseer un simple estrangulamiento en la sección transversal que permite el incremento de la velocidad en el área de la medición y, por lo tanto, no están expuestas a interferencias en la estimación de caudales.

6.3.1 MEDIDOR PALMER-BOWLUS

Se ha elegido este tipo de medidor por ser de fácil instalación y mantenimiento, así mismo las pérdidas de carga que produce son despreciables.

El medidor diseñado es de sección rectangular, cuyas dimensiones:

$$B_u = 1.60 \text{ m.}$$

$$\frac{B_u}{B_t} = 2-4 ; \quad t = \frac{B_u}{10}$$

$$Q = C_x B_t (d_u - t)^{3/2} \quad \dots (1)$$

$$d_c = \left[\frac{1}{g} \left(\frac{Q}{B_t} \right)^2 \right]^{1/3} \quad \dots (2)$$

donde:

$$Q = 0.99419 \text{ m}^3/\text{s}$$

$C =$ constante (m^3/s)

$B_t =$ ancho de canal en el estrechamiento (m.)

$d_u =$ tirante de agua antes del estrechamiento (m.)

$t =$ elevación de la solera (m.)

$d_c =$ tirante de agua en el estrechamiento (m.)

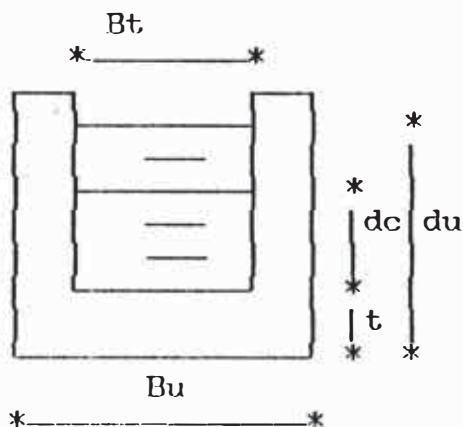
$g =$ aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)

$B_u =$ ancho de canal antes del estrechamiento (m.)

$$\text{Si: } B_u = 1.60 \text{ m.}, \quad t = 1.6/10 = 0.16 \implies t = 0.10 \text{ m.}$$

$$\frac{B_u}{B_t} = 2 \implies B_t = 0.80 \text{ m.}$$

Como $B_u/B_t = 2$, entonces de Gráficos: $C = 1.774$



Por lo tanto: $Q = 0.99419 = 1.774 \times 0.80 (du - 0.10)^{3/2}$

entonces: $du = 0.89 \text{ m.}$

Además, $dc = \left[\frac{1}{g} \left(\frac{0.99419}{0.80} \right)^{2/3} \right] \implies dc = 0.54 \text{ m.}$

esto es: $dc < du.$

Luego: $V = Q/A = 0.99419 / (0.80 \times 0.89) \implies V = 1.4 \text{ m/s}$

$$V_c = \left(\frac{A_c \times g^{1/2}}{B_t} \right) = \left(\frac{0.54 \times 0.80 \times 9.81^{1/2}}{0.80} \right)$$

$V_c = 2.30 \text{ m/s.}$

La medición se realiza en el exterior del canal aplicando el principio de la hidrostática, para ello se tiene una tubería de PVC $\phi 1/2''$ que conecta con el desagüe; en el exterior se tiene un tubo de plástico transparente de $\phi 3/4''$ colocado en forma vertical, donde se leerá el tirante ($du - t$) en una regla graduada; con este tirante se calcula el caudal aplicando la siguiente fórmula:

$Q = C \times B_t (du - t)^{3/2}$ donde: $C = 1.774$, $B_t = 0.80 \text{ m.}$

es decir: $Q = 1.419 (du - t)^{3/2}$

luego las dimensiones son:

$B_u = 1.60 \text{ m.}$ $du = 0.90 \text{ m.}$

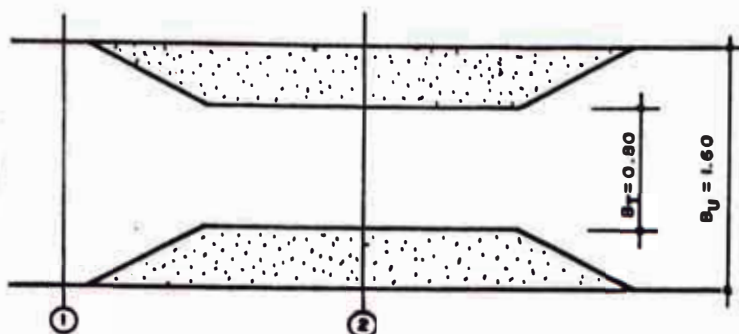
$B_t = 0.80 \text{ m.}$ $dc = 0.54 \text{ m.}$

$t = 0.10 \text{ m.}$

6.3.2 CONFECCION DE LA CURVA DE CALIBRACION DE UN MEDIDOR PALMER-BOWLUS

Sabemos, que por el principio de la energía específica cuando se tiene un flujo crítico (energía mínima), se cumple la siguiente ecuación:

$$\frac{Q^2 \times B}{g \times A^3} = 1 \quad \dots (1)$$



Si, $B_u = 1.60 \text{ m.}; B_t = 0.80 \text{ m.}$

Donde:

$Q = \text{gasto (m}^3/\text{s)}$

$B_t = \text{ancho superficial del estrechamiento (m.)}$

$B_u = \text{ancho antes del estrechamiento (m.)}$

$A = \text{área de la sección mojada (m}^2\text{)}$

$g = \text{aceleración de la gravedad (9.81 m/s}^2\text{)}$

Tomando energía específica en los puntos (1) y (2) se tiene:

$$y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = y_2 + \frac{V_2^2}{2g}, \text{ como } V = Q/A \text{ entonces:}$$

$$y_1 + \frac{Q^2}{2g \times A_1^2} = y_2 + \frac{Q^2}{2g \times A_2^2} \dots\dots(2)$$

donde:

$y_1 = \text{tirante de agua antes del estrechamiento}$

$y_2 = \text{tirante de agua en el estrechamiento o tirante crítico.}$

$A_1 = \text{área de la sección mojada antes del estrechamiento.}$

$A_2 = \text{área de la sección en el estrechamiento}$

Luego de la ecuación (1) se tiene:

$$\frac{Q^2}{A_2^2} = g \left(\frac{A_1}{B_t} \right) = g \left(\frac{A_1}{0.80} \right) \dots\dots(3)$$

Ecuación (3) en (2):

$$y_1 + \frac{Q^2}{2g \times A_1^2} = y_2 + \frac{A_2}{1.6}$$

$$y_1 + \frac{Q^2}{[2g(1.6y_1)^2]} = y_2 + \frac{0.80y_2}{1.6} = \frac{3}{2}y_2$$

$$y_1 = \frac{3}{2}y_2 - \frac{Q^2}{(50.23y_1)^2} \dots (4)$$

A partir de la ecuación (4), encontramos los valores de y_1 , y_2 y Q por medio de iteraciones

sucesivas siguiendo los siguientes pasos:

1. Asumimos un tirante crítico $y_2 = 0.35$ m.
2. Calculamos el gasto con el y_2 asumido, empleando la ecuación (1):

$$Q = (g \times A^3 / B)^{\frac{1}{2}} = [9.81(0.8 \times 0.35)^3 / 0.80]^{\frac{1}{2}}$$

entonces $Q = 0.52$ m³/s.

3. Asumimos y_1 , luego con y_2 y el Q calculado en el segundo paso, reemplazamos en la ecuación (4):

entonces, sí: $y_1 = 0.50$, $y_2 = 0.35$, $Q = 0.52$ m³/s

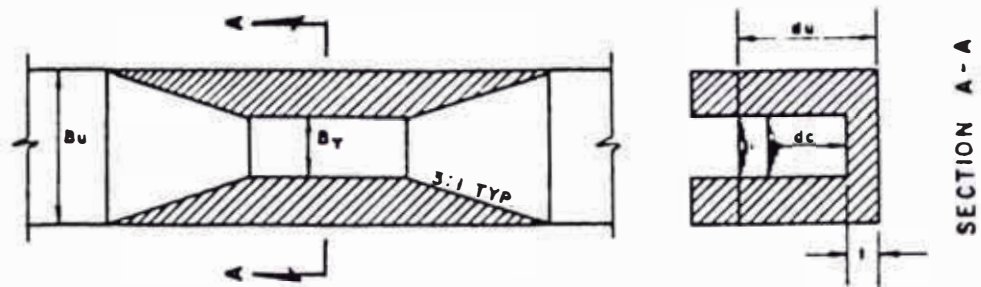
por lo tanto y_1 real es 0.50 m.

4. Reemplazamos el nuevo y_1 obtenido en el paso (3) y así sucesivamente hasta que el valor de y_1 no varíe, momento en el cual habremos obtenido un punto de la "curva de calibración del aforador".

5. Procedemos a asumir otro y_2 y repetimos los pasos anteriores, así procedemos hasta obtener varios puntos para construir la "curva de calibración del Medidor Palmer Bowlus".

Siendo: $du = y_1$, $dc = y_2$; y realizando los cálculos respectivos se obtiene el cuadro N^o 6.02.

LUDWIG AND PARKHURST



$Q = C B_T (d_u - t)^{3/2}$
 B_U between 0.5 and 1.5 m
 d_u up to 1.0 m

TO CONVERT COEFFICIENT "C"
 TO ENGLISH UNITS (FT. AND CFS)
 MULTIPLY VALUES BY 1.811

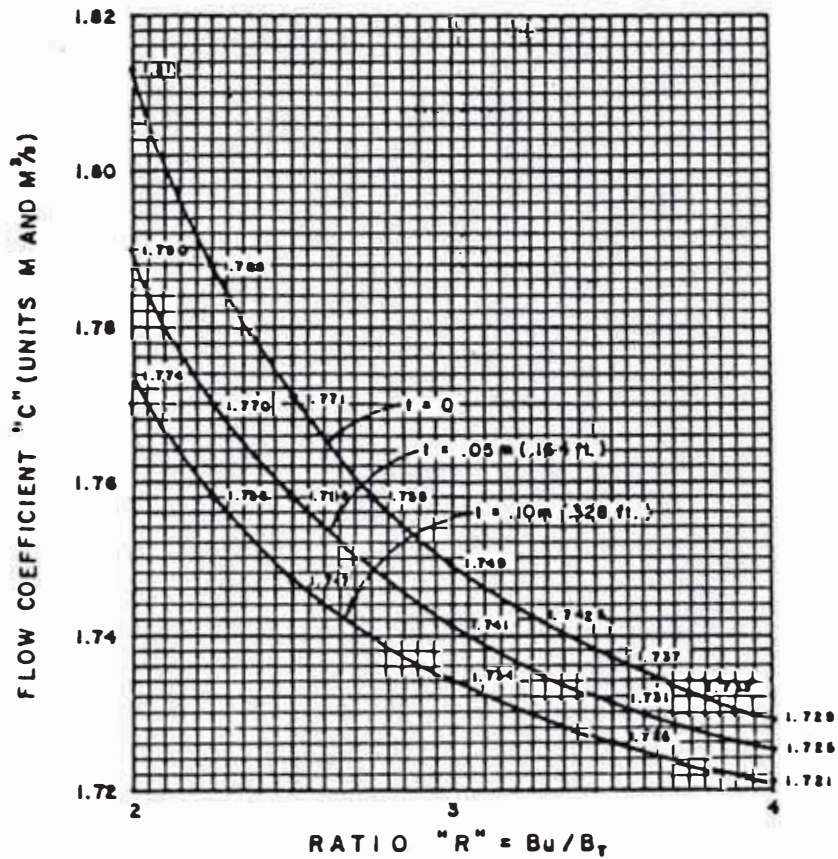
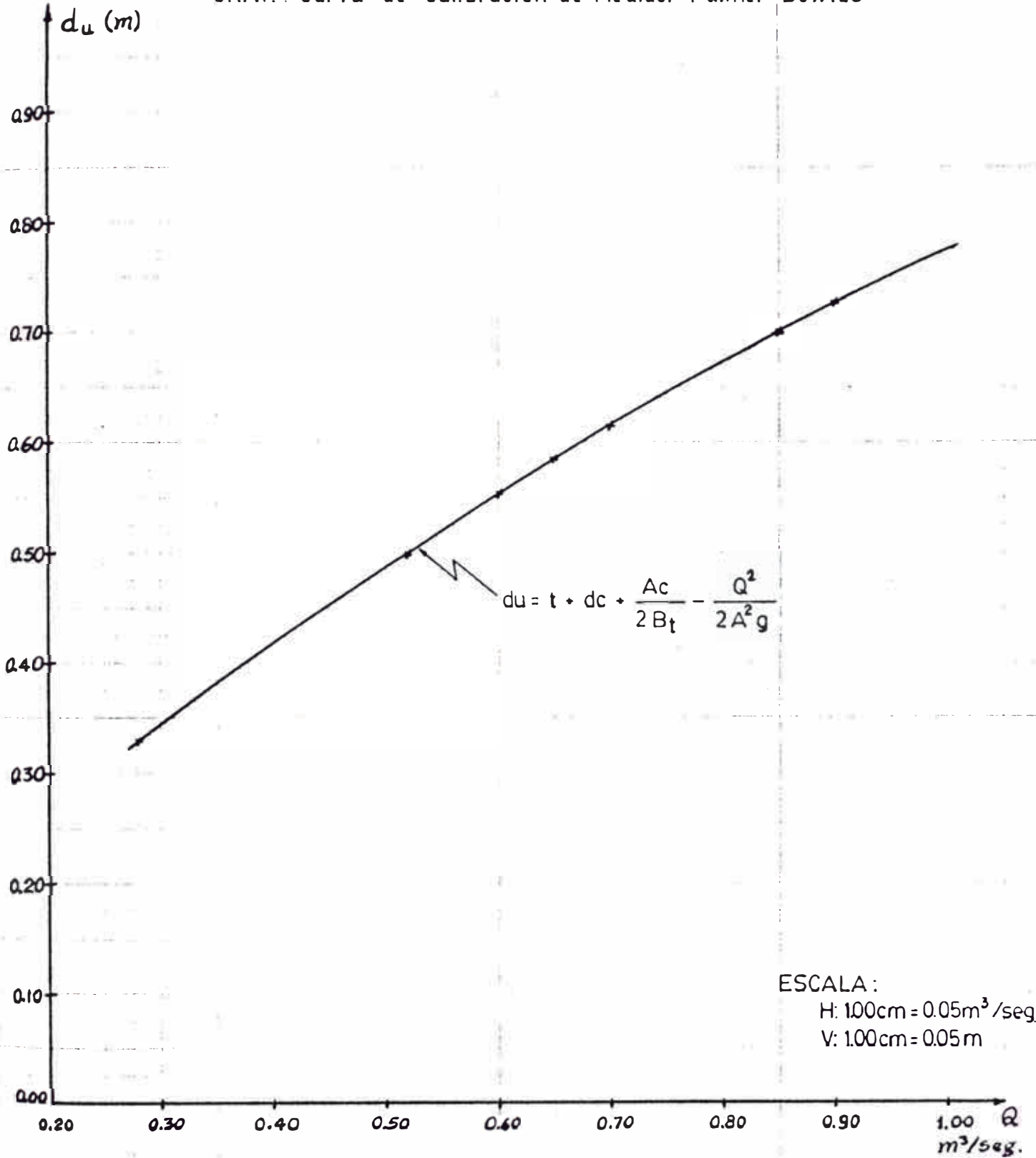


FIGURE 3.—Flow coefficients for Palmer-Bowlus flumes with rectangular throats in rectangular conduits.

GRAF.: Curva de Calibración de Medidor Palmer-Bowlus



CUADRO N^o 6.02: VALORES OBTENIDOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA CURVA DE CALIBRACION DEL MEDIDOR PALMER BOWLUS.

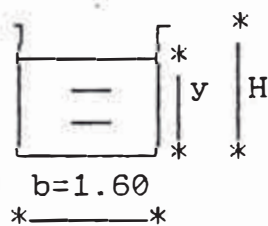
PUNTO	dc (m)	du (m)	Q (m ³ /s)
1	0.230	0.330	0.27616
2	0.350	0.500	0.52000
3	0.386	0.556	0.60000
4	0.407	0.586	0.65000
5	0.427	0.615	0.70000
6	0.486	0.700	0.85000
7	0.505	0.727	0.90000
8	0.540	0.890	0.99419

6.3.3 ESTRUCTURAS DE ENTRADA Y SALIDA

a) Canal Principal

Comprende, inmediatamente después del medidor de gasto, hasta la caja de distribución de caudal.

Cálculo Hidráulico:



Sección: rectangular
 Estructura: concreto enlucido
 Borde libre: 10 a 30 cm.
 $n = 0.015$ (por Manning)
 $Q_{md} = 718.03$ l/s
 $Q_{mh} = 994.19$ l/s
 Pendiente: $S = 0.65\%$.

$$A \times R^{2/3} = Q \times n / S^{1/2}$$

$$y = \left(Q \times n / S^{1/2} \right)^{0.6} (b + 2y)^{0.4} / b$$

Luego:

Para $Q = 718.03$ l/s, $b = 1.60$ m. y reemplazando en la ecuación anterior se tiene:

$$y = 0.56 \text{ m.} \approx 0.60 \text{ m.}, \quad V = 0.80 \text{ m/s}$$

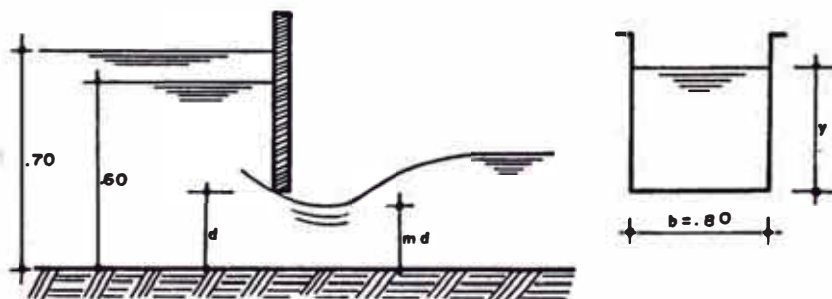
Para $Q = 994.19 \text{ l/s}$, $b = 1.60 \text{ m}$. y reemplazando en la ecuación anterior se tiene:

$$Y_{\text{máx.}} = 0.70 \text{ m.} \quad V = 0.89 \text{ m/s} \quad H = 0.90 \text{ m.}$$

b) Caja de Distribución

Se ha diseñado de tal manera que la distribución sea para dos baterías de lagunas; cada batería requiere de $Q_{mh} = 497.10 \text{ l/s}$ y $Q_{md} = 359.02 \text{ l/s}$.

Cálculo Hidráulico:



$$Q_{mh} = 497.10 \text{ l/s} \quad Q_{md} = 359.02 \text{ l/s} \quad c = 1.0$$

$$m = 0.61 \quad b = 0.80 \text{ m.}$$

Donde:

c = coeficiente de descarga

h = carga hidráulica:

$$y_{\text{máx.}} = 0.70 \text{ m.}, \quad y = 0.60 \text{ m.}$$

m = contracción en la vena líquida

b = ancho del orificio.

$$Q = c \times m \times b \times d \sqrt{2g(h - m \times d)} \quad \dots(\alpha)$$

Para $Q_{mh} = 497.10 \text{ l/s}$

$$0.4971 = 1.0 \times 0.61 \times 0.80 \times d \sqrt{2g(0.70 - 0.61d)}$$

$$d = 0.32 \text{ m.}$$

Para $Q_{md} = 359.02 \text{ l/s} \implies d = 0.25 \text{ m.}$

A fin de dejar pasar el caudal necesario, se ha considerado un vertedero rectangular sumergido, limitado por una compuerta de madera, graduada de tal manera que se acondicione para tener un canal con la capacidad requerida de caudal, que será recibido por los canales de distribución (I y II).

Para casos en que el caudal exceda el tirante máximo en la caja, se ha diseñado dos tuberías de rebose con las siguientes características:

Tubería ETERNIT C-105

$$C = 140, \quad S = 25 \text{ m/Km}, \quad L = 1.0 \text{ m.}, \quad \phi = 8''$$

$$h = S \times L = 0.025 \text{ m.}$$

f

$$Q = 0.0004264 C \times D^{2.63} \times S^{0.54}, \quad \text{reemplazando valores se tiene } Q = 80.53 \text{ l/s, entonces:}$$

$$v = Q / A, \quad \text{por lo tanto: } v = 2.56 \text{ m/s.}$$

Es decir cada tubería de rebose tiene una capacidad de transportar 80.53 l/s.

c) Canal de Distribución (I - II)

Este canal, está dividido en tramos, cuyas características hidráulicas se muestran en los Cuadros N° 6.03 y 6.04.

Ejemplo:

- Primer Tramo:

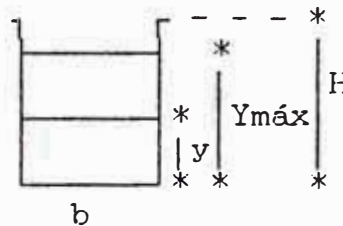
$$Q_{md} = 359.02 \text{ l/s}$$

$$Q_{mh} = 497.10 \text{ l/s}$$

$$n = 0.015$$

$$S = 3.5 \text{ m/Km}$$

$$b = 0.80 \text{ m.}$$



$$A = b \times y$$

$$P = b + 2y$$

$$R = A / P$$

$$y = \left(\frac{Q \times n}{S} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{0.6}{(2y + b)} \frac{0.4}{b}$$

Entonces:

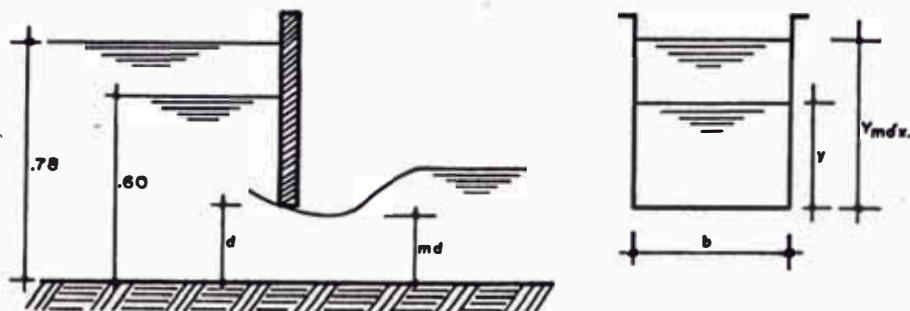
Para Q_{md} se tiene:

$$y = 0.35 \text{ m.} \quad V = 1.28 \text{ m/s} \quad H = 0.70 \text{ m.}$$

Para Q_{mh} se tiene:

$$y = 0.45 \text{ m.} \quad V = 1.38 \text{ m/s} \quad H = 0.70 \text{ m.}$$

En los tramos donde se encuentra el afluente a la laguna primaria, se crea condiciones adecuadas de velocidad y tirante, a fin de captar, el caudal necesario a cada laguna. (Ver plano de caseta de guardianía y otros).

d) Canal Afluyente a Laguna Primaria

$$\begin{aligned} Q_{mh} &= 82.85 \text{ l/s} \\ Q_{md} &= 59.84 \text{ l/s} \\ n &= 0.015 \\ b &= 0.30 \text{ m.} \end{aligned}$$

Reemplazando en la ecuación (α):

Para Q_{mh} , $Y_{máx.} = 0.78 \text{ m.}$ (carga hidráulica)

$$0.08285 = 11.0 \times 0.61 \times 0.30 \text{ d} \sqrt{2g(0.78 - 0.61d)}$$

Entonces $d = 0.12 \text{ m.}$

Luego:

$$\begin{aligned} v &= Q / A = 0.08285 / (0.30 \times 0.12) \\ v &= 2.30 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$V_c = v / m = 3.77 \text{ m/s.}$$

Para Q_{md} , $y = 0.60 \text{ m.}$ (carga hidráulica), se tiene:

$$d = 0.10 \text{ m., } v = 2.00 \text{ m/s, } V_c = 3.27 \text{ m/s.}$$

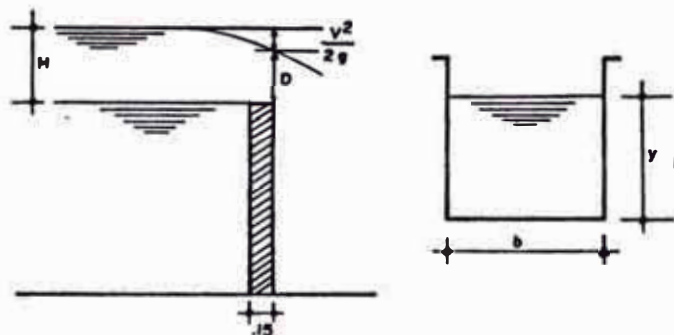
e) Tubería de Ingreso a Laguna Primaria

Tubería de Concreto $\bullet \varnothing 12''$, $S = 5 \text{ m/Km}$, $n = 0.013$

A TUBO LLENO	A TIRANTE MAXIMO	CONDICIONES REALES
$Q_0 = 71.33 \text{ l/s}$	$Q = 64.91 \text{ l/s}$	$Q_{md} = 59.84 \text{ l/s}$
$Y_0 = 30.00 \text{ cm.}$	$y = 22.50 \text{ cm.}$	$y = 21.00 \text{ cm.}$
$V_0 = 0.98 \text{ m/s}$	$v = 1.13 \text{ m/s}$	$v = 1.12 \text{ m/s}$

f) Canal de Rebose

Su funcionamiento, es como un vertedero rectangular de pared gruesa.



$$Q = 1.71C \times b \times H^{3/2}$$

donde:

$C = 0.80$ (coeficiente de descarga)

$b = 0.25$ m. (ancho de vertedero)

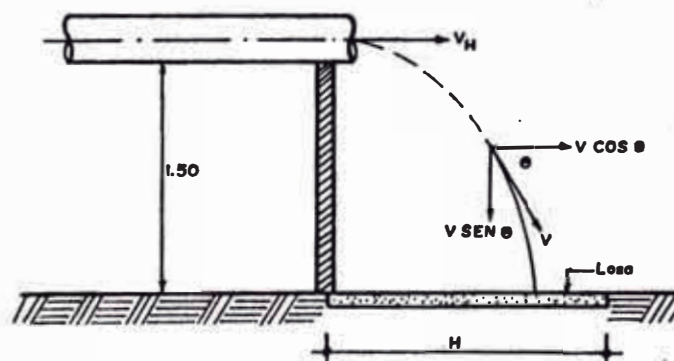
$H = 0.10$ m.

$Q = ?$ m³/s

$$Q = 1.71 \times 0.80 \times 0.25 (0.10)^{3/2} \implies Q = 10.8 \text{ l/s}$$

$$D = 2/3 H = 2 \times 0.10/3 \implies D = 6.7 \text{ cm.}$$

Se observa que la capacidad del canal de rebose, es 10.8 l/s por laguna, es decir para 6 lagunas, se tiene un caudal de 64.8 l/s que se adicionará al canal de distribución (I-II).

g) Descarga a la Laguna Primaria

$$V_h = V \cos \theta$$

$$V_v = V \sin \theta$$

$$\theta = \arctan(V_v/V_h)$$

Se tiene: $V_v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g \times 1.50} = 5.40$ m/s;
también $V_v = gt$, entonces $t = V_v/g = 0.55$ seg.

Pero del acápite (e) tenemos: $V_h = 1.12$ m/s, reemplazando en (3) se tiene:

$$\theta = \text{arc tg}(5.40/1.12) = 78^\circ 16' 57''.$$

Luego: $H = V_h \times t = 1.12 \times 0.55 = 0.62$ m.

Se recomienda que la losa tenga como dimensiones 4m. x 4m. El canal de distribución (I-II), tiene desnivelés que motiva el aumento de velocidad; para minimizar este valor, se está considerando ubicar, unas cajas de paso (ver plano de perfil longitudinal de canales de distribución), en cada caja se produce una aereación, favoreciendo el tratamiento del desague.

En cada afluente, a las lagunas primarias se ha considerado, un vertedero rectangular sumergido, regulado por una compuerta de madera. La altura del vertedero, se puede variar según las indicaciones del Ingeniero Inspector.

Para facilitar la operación se tiene una losa de 0.60 x 0.45 x 0.10 m., y después de la compuerta se tiene una caja, con dimensiones variables. A partir de esta caja, los desagües son transportados por una tubería de ϕ 12", cuyo cálculo hidráulico se muestra en el párrafo (e).

Cuando se tenga que realizar, la limpieza de las lagunas primarias, se bloquea la entrada de desague mediante la compuerta de cada laguna; en el caso de las lagunas primarias N^o 5 y N^o 10, para realizar la limpieza, se cierra las compuertas de las cajas C-4 y C-9 respectivamente.

h) Tuberías de interconexión de Laguna Primaria y Laguna Secundaria

A fin, de reducir la formación de espacios muertos, en el área de las lagunas secundarias, se proyecta tres conductos de ingreso a las lagunas secundarias, con las siguientes características:

Tubería de Concreto ϕ 8", $S = 5\%$, $n = 0.013$

A TUBO LLENO	A TIRANTE MAXIMO	CONDICIONES REALES
$Q_0 = 24.10$ l/s	$Q = 21.93$ l/s	$Q_{md} = 19.95$ l/s
$Y_0 = 20.00$ cm.	$y = 15.00$ cm.	$y = 13.90$ cm.
$V_0 = 0.75$ m/s	$V = 0.86$ m/s	$V = 0.85$ m/s

i) Descarga a Laguna Secundaria

$$\begin{aligned} V_h &= V \cos \theta & V_v &= V \sin \theta \\ H &= V_h \times t & \theta &= \text{arc tg} (V_v/V_h) \end{aligned}$$

$$V_v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g \times 1.50} = 5.40 \text{ m/s}$$

Del cuadro: $V_h = 0.85 \text{ m/s}$, entonces $\theta = 81^\circ 03' 16''$

$$t = V_v/g \implies t = 0.55 \text{ seg.}$$

$$H = V_h \times t = 0.47 \text{ m.}$$

Se recomienda que la losa tenga como dimensiones 4m x 4m.

CUADRO N°6.03

CANAL DE DISTRIBUCION (I) $n = 0.015$

TRAMO	L (m.)	Qmd (l/s)	S (%)	V (m/s)	b (m.)	H (m.)	Y (m.)	Qmh (l/s)	V (m/s)	Y (m.)
CD-A1	85	359.02	3.5	1.28	0.80	0.50	0.35	497.10	1.38	0.45
A1-C1	65	299.18	4.0	1.30	0.80	0.50	0.29	414.25	1.40	0.37
C1-A2	65	299.18	4.0	1.30	0.80	0.50	0.29	414.25	1.40	0.37
A2-C2	65	239.34	4.0	1.25	0.60	0.50	0.32	331.40	1.31	0.42
C2-A3	65	239.34	4.0	1.25	0.60	0.50	0.32	331.40	1.31	0.42
A3-C3	65	179.50	4.0	1.15	0.60	0.50	0.26	248.55	1.26	0.33
C3-A4	65	179.50	4.0	1.15	0.60	0.50	0.26	248.55	1.26	0.33
A4-C4	65	119.66	4.0	1.00	0.60	0.50	0.20	165.70	1.10	0.25
C4-A5	65	119.66	4.0	1.00	0.60	0.50	0.20	165.70	1.10	0.25

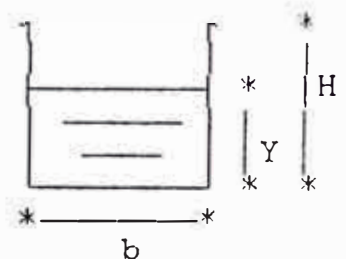
CUADRO N° 6.04
CANAL DE DISTRIBUCION (II)

CD-C5	570	359.02	0.5	0.62	0.90	0.90	0.64	497.10	0.66	0.84
C5-A6	85	359.02	6.5	1.65	0.70	0.60	0.31	497.10	1.80	0.40
A6-C6	65	299.18	6.5	1.56	0.60	0.60	0.32	414.25	1.70	0.41
C6-A7	65	299.18	6.5	1.56	0.60	0.60	0.32	414.25	1.70	0.41
A7-C7	65	239.34	6.5	1.50	0.60	0.50	0.27	331.40	1.60	0.35
C7-A8	65	239.34	6.0	1.40	0.60	0.50	0.28	331.40	1.50	0.36
A8-C8	65	179.50	6.0	1.30	0.60	0.50	0.23	248.55	1.40	0.29
C8-A9	65	179.50	5.0	1.25	0.60	0.50	0.24	248.55	1.40	0.30
A9-C9	65	119.66	5.0	1.10	0.60	0.50	0.18	165.70	1.20	0.23
C9-A10	65	119.66	4.0	1.00	0.60	0.50	0.20	165.70	1.10	0.25

$$Y = \left(\frac{Q n}{S} \right)^{0.5} \times (2 Y + b)^{0.4} / b$$

Donde:

- Q = caudal en l/s.
 S = pendiente del canal en m/km
 H = altura del canal en m.
 b = ancho del canal en m.
 Y = tirante de agua en m.
 n = número de Manning.
 Q_{md} = caudal máximo diario.
 Q_{mh} = caudal máximo horario.
 V = velocidad en m/s.
 L = longitud en m.



CUADRO No. 6.05.- CALCULO HIDRAULICO CANAL DE RECOLECCION

TRAMO	L (m.)	Qmd (l/s)	S (%.)	V (m/s)	b (m.)	H (m.)	Y (m.)	Qmh (l/s)	V (m/s)	Y (m.)
1-2	130	119.66	8.9	1.33	0.60	0.50	0.15	165.70	1.53	0.18
2-3	130	179.50	9.5	1.57	0.60	0.50	0.19	248.55	1.72	0.24
3-4	130	239.34	8.4	1.66	0.60	0.50	0.24	331.40	1.78	0.31
4-5	130	299.18	6.7	1.55	0.80	0.50	0.24	414.25	1.72	0.30
5-I	-	357.02	6.7	1.65	0.80	0.50	0.27	497.10	1.78	0.35
6-7	130	119.66	7.3	1.25	0.60	0.50	0.16	165.70	1.38	0.20
7-8	130	179.50	7.4	1.42	0.60	0.50	0.21	248.55	1.60	0.26
8-9	130	239.34	8.1	1.60	0.60	0.50	0.25	331.40	1.72	0.32
9-10	130	299.18	6.0	1.50	0.80	0.50	0.25	414.25	1.62	0.32
10-II		359.02	7.0	1.66	0.80	0.50	0.27	497.10	1.82	0.34

4 LAGUNAS DE ESTABILIZACION FACULTATIVAS PRIMERA ETAPA (AÑO 2000)

- Datos de Diseño:

Población: 232,820 habitantes
 Dotación : 200 l/h/día
 Población servida de desague: 90%
 Contribución de agua al desague: 80%
 Coeficiente de variación diaria: $K1 = 1.3$
 Coeficiente de variación horaria: $K2 = 1.8$
 Temperatura promedio mínima: 16°C
 Contribución estimada de DBO = $45 \text{ gr/hab.} \times \text{ día}$

6.4.01 DISEÑO DE LAGUNAS PRIMARIAS

a) Cálculo de la carga orgánica

- Caudal de desague (Q_{md})

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P \times D \times K1 \times 0.90 \times 0.80 \times 10^{-3} \\
 Q_{md} &= 43,583.9 \text{ m}^3/\text{día} = 504.44 \text{ l/s} \\
 Q_{des.} &= 504.44 \text{ l/s}
 \end{aligned}$$

- Carga de DBO (CDBO):

$$\begin{aligned}
 C_{DBO} &= 0.90 \times 232,820 \times 45 \times 10^{-3} = 9,429.21 \text{ Kg DBO/día}
 \end{aligned}$$

- Carga máxima aplicada ($CS_{máx.}$):

Esta carga, es constante para todos los procesos de tratamiento; es decir para lagunas primarias, secundarias y terciarias.

$$\begin{aligned}
 CS_{máx.} &= 357.4 \times 1.085^{(T-20)} = 357.4 \times 1.085^{(16-20)} \\
 CS_{máx.} &= 258 \text{ Kg DBO/Há.} \times \text{ día}
 \end{aligned}$$

b) Area total requerida (At):

$$\begin{aligned}
 At &= CDBO / CS_{máx.} = 9,429.21 / 258 = 36.5 \text{ Há.} \\
 At &= 36 \text{ Há.}
 \end{aligned}$$

- Carga superficial removida (CS_r):

$$\begin{aligned}
 CS_r &= 7.67 + 0.8063 CS_a \text{ (laguna primaria)} \\
 CS_a &= CS_{máx.} = 258 \text{ Kg DBO/Há.} \times \text{ día} \\
 CS_r &= 7.67 + 0.8063 \times 258, \text{ entonces:} \\
 CS_r &= 216 \text{ Kg DBO/Há.} \times \text{ día}
 \end{aligned}$$

- Carga superficial remanente o soluble (CS_{rem}):

$$\begin{aligned}
 CS_{rem} &= CS_{máx.} - CS_r = 258 - 216 \\
 CS_{rem} &= 42 \text{ Kg DBO/Há.} \times \text{ día}
 \end{aligned}$$

- Cálculo del número de lagunas (N):
 $A_i = A_t / N$, Si $N = 12 \implies A_i = 36/12 = 3.0$ Há.

- Area de cada laguna primaria (A_i):
 $A_i = 3.0$ Há.

c) Dimensionamiento de lagunas primarias facultativas

$$\frac{L}{W} = \frac{2}{1}, \text{ donde: } L = \text{largo de laguna en metros}$$

$$W = \text{ancho de laguna en metros}$$

$$Z = \text{profundidad de laguna en metros.}$$

Entonces: $L = 2W$, $A_i = L \times W = 2W^2 = 3.0 \times 10$
 $L = 250$ m., $W = 125$ m., $Z = 2.0$ m.

- Caudal del afluente a cada laguna primaria (Q_{af}):
 $Q_{af} = Q_{des.} / 12 = 42$ l/s = 3,628.8 m³/día

- Carga de DBO del afluente a cada laguna primaria (C_{DBO}):
 $C_{DBO} = 258 \times 3.0 = 774$ Kg DBO/día

$$C_{DBO} = 774 / 3,628.8 = 213.3 \text{ mg/l}$$

- Carga de DBO soluble (efluente de laguna primaria):
 $C_{DBO} = 42$ Kg DBO/Há. x día x 3.0 Há. = 126 Kg DBO/día

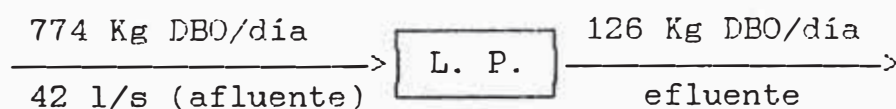
$$C_{DBO} = 126 / 3,628.8 = 34.72 \text{ mg/l (Soluble)}$$

- Para lagunas primarias se tiene la relación:
 $DBO(\text{total}) / DBO(\text{soluble}) = 1.5 \text{ -- } 2.0$, entonces:
 $DBO(\text{total}) = 1.7 DBO(\text{soluble}) = 1.7 \times 34.72$
 $DBO(\text{total}) = 59.02$ mg/l

d) Cálculo de la Eficiencia (E):

$$E = \frac{DBO(\text{afluente}) - DBO(\text{total})}{DBO(\text{afluente})} = \frac{(213.3 - 59.02) \times 100}{213.3}$$

$E = 72 \%$



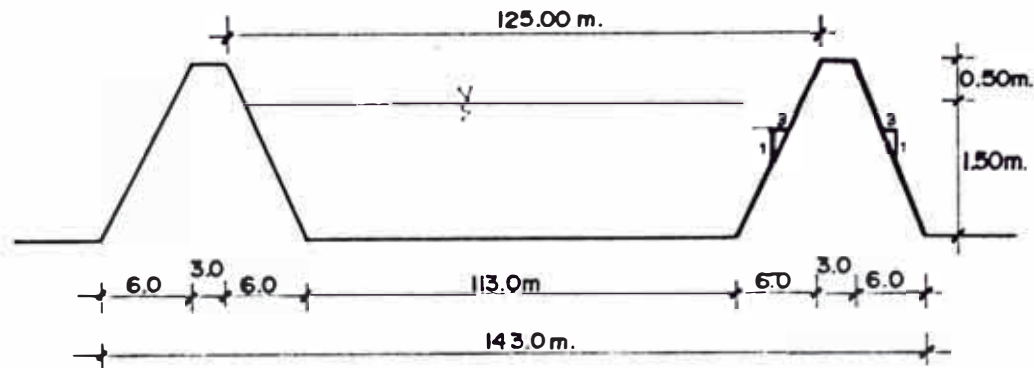
Siendo Tacna una ciudad costeña, cuyo terreno presenta una tasa de infiltración de 1.5 cm/día y una precipitación de 10 mm/año (despreciable), se tiene:

$$\text{Evaporación} + \text{Infiltración} = 1.5 \text{ cm/día (estimado)}$$

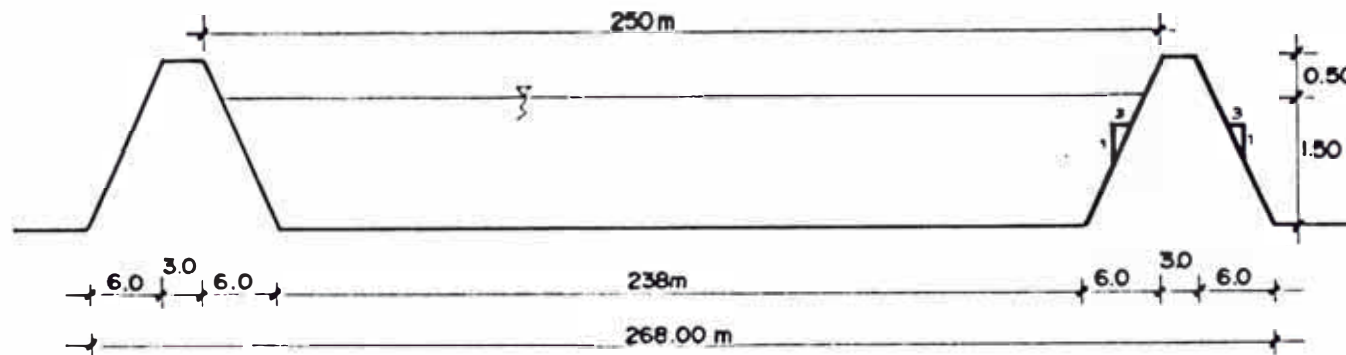
- Caudal del efluente:
 $Q_{ef} = 3,628.8$ m³/día - 0.015 m/día x 250 x 125 m²
 $Q_{ef} = 3,160.05$ m³/día

I. ESQUEMA LAGUNA PRIMARIA

a). CORTE TRANSVERSAL



b). CORTE LONGITUDINAL



e) Período de retención (PR):

$$PR = \frac{\text{Volumen Laguna}}{\text{Caudal efluente}} = \frac{250 \times 125 \times 1.5}{3,160.05} = 15 \text{ días}$$

- Pérdida por infiltración: 1.5 cm/día
 $250 \times 125 \times 0.015 \text{ m}^3/\text{día} = 468.75 \text{ m}^3/\text{día}$

En 15 días de período de retención se pierde por infiltración:

$$468.75 \text{ m}^3/\text{día} \times 15 \text{ días} = 7,031.25 \text{ m}^3$$

- Caudal de salida de la laguna primaria (Qs):
 $Qs = (250 \times 125 \times 1.5 - 7,031.25)/15 = 2,656.25 \text{ m}^3/\text{día}$
 $Qs = 30.7 \text{ l/s}$

Es el caudal de salida de la laguna primaria, que pasa a la laguna secundaria.

6.4.02 DISEÑO DE LAGUNAS SECUNDARIAS

Datos de diseño:

$$Q = 30.7 \text{ l/s}$$

$$C = 59.02 \text{ mg/l}$$

DBO

$$C = 59.02 \times 30.7 = 156.55 \text{ kg DBO/día}$$

DBO

a) Carga superficial aplicada (CSa):

A fin de obtener resultados reales, asumimos una carga superficial aplicada de:

$$CSa = 90 \text{ Kg DBO/Há.} \times \text{ día}$$

b) Area requerida por laguna secundaria (Ai):

$$Ai = \frac{C}{CSa} = \frac{156.55}{90.00} \implies Ai = 2.0 \text{ Há.}$$

c) Dimensionamiento de lagunas secundarias:

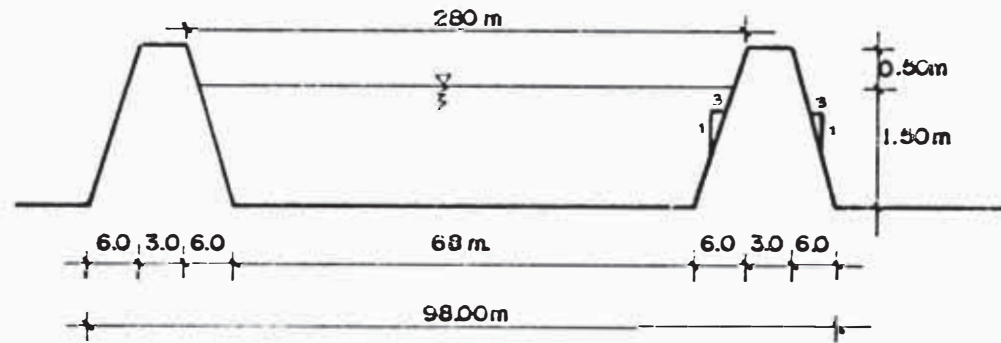
$$\frac{L}{W} = \frac{3}{1}; \text{ entonces: } L = 3W, Ai = 3W = 2 \times 10^4 \text{ m}^2$$

$$W = 80 \text{ m.}, L = 250 \text{ m.}, Z = 2 \text{ m.}$$

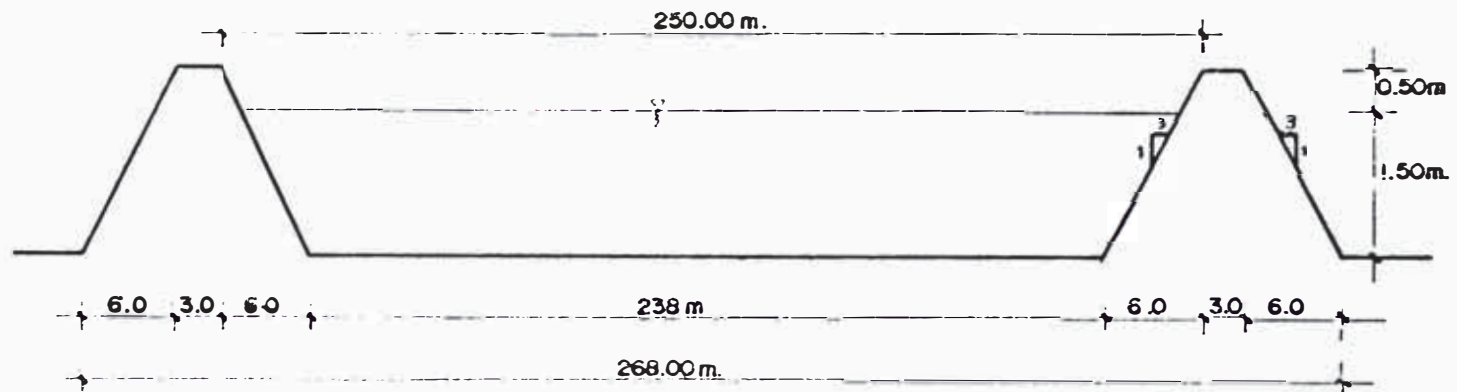
- Carga superficial removida (CSr):
 $CSr = -0.8 + 0.765CSa$ (para lagunas secundarias)
 $CSr = -0.8 + 0.765 \times 90$
 $CSr = 68.05 \text{ Kg DBO/Há.} \times \text{ día}$

II. ESQUEMA LAGUNA SECUNDARIA

a). CORTE TRANSVERSAL.



b). CORTE LONGITUDINAL.



- Carga superficial remanente o soluble (CSs):
 $CSs = CSa - CSr = 90 - 68.05$
 $CSs = 21.95 \text{ Kg DBO/Há.} \times \text{día}$

Es decir la carga superficial remanente por laguna será:

$$CSs = 21.95 \text{ Kg DBO/Há.} \times \text{día} \times 2 \text{ Há.}$$

$$CSs = 43.90 \text{ Kg DBO/día}$$

$$43.9 \text{ Kg DBO/día}$$

$$DBO = \frac{43.9 \text{ Kg DBO/día}}{2656.25 \text{ m}^3/\text{día}} = 16.5 \text{ mg/l. DBO soluble.}$$

- Para lagunas secundarias, se tiene:

$$DBO(\text{total})$$

$$= 2.0 \text{ -- } 3.0$$

$$DBO(\text{soluble})$$

$$DBO(\text{total}) = 2.5 \times DBO(\text{soluble}) = 2.5 \times 16.5$$

$$DBO(\text{total}) = 41.25 \text{ mg/l}$$

- Carga de DBO del afluente de cada laguna secundaria:

$$C = 258 \text{ Kg DBO/Há.} \times \text{día} \times 2.0 \text{ Há.} = 516 \text{ Kg DBO/día}$$

$$DBO$$

$$516$$

$$C = \frac{516}{2656.25} = 194.26 \text{ mg/l}$$

$$DBO \quad 2656.25$$

d) Eficiencia (E):

$$E = \frac{DBO(\text{afluente}) - DBO(\text{total})}{DBO(\text{afluente})} = \frac{194.26 - 41.25}{194.26}$$

$$E = 79\%.$$

- Caudal del efluente (Qe):

$$Qe = 2656.25 \text{ m}^3/\text{día} - 0.015 \text{ m.}/\text{día} \times 80 \times 250 \text{ m}^2$$

$$Qe = 2356.25 \text{ m}^3/\text{día}$$

e) Período de retención (PR):

$$PR = \frac{\text{Volumen laguna}}{\text{Caudal efluente}} = \frac{80 \times 250 \times 1.50}{2356.25} = 12.7$$

$$PR = 13 \text{ días.}$$

6.4.03 REMOCION DE ORGANISMOS PATOGENOS

El tratamiento con lagunas facultativas, tiene un doble propósito: reducir la DBO a ser descargada a un cuerpo receptor y luego destruir gérmenes patógenos. El caso típico de este criterio de existencia, es el tratamiento para propósitos de irrigación.

Por la Ecuación de THIRIMURTY:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1 - a}{\left(\frac{1 - a}{2d}\right)^2} e^{-4 a e} \quad \dots (1)$$

$$a = \sqrt{1 + 4 K_b \times PR \times d} \quad \dots (2)$$

$$d = \frac{1.158 [PR(W + 2Z)]^{0.489} \times W^{1.511}}{(T + 42.5)^{0.734} (L \times Z)^{1.489}} \quad \dots (3)$$

$$K_b = 1.1 \times 1.07^{(T - 20)} \quad \dots (4)$$

donde:

N_0 = es la DBO del afluente de la laguna (mg/l)

N = es la DBO del efluente de la laguna (mg/l)

a = constante adimensional

K_b = constante de reacción biológica (1/días)

d = constante de difusividad o número de dispersión, es adimensional.

PR = período de retención (días)

W = ancho de laguna (metros)

L = largo de laguna (metros)

Z = profundidad de laguna (metros)

T = temperatura del desague en °C.

Datos:

Carga bacteriana del desague: N_0

Temperatura promedio mínima: 16°C

a) Para lagunas primarias:

$PR = 15$ días, $W = 125$ m., $L = 250$ m., $Z = 1.50$ m.

$$d = \frac{1.158 [15(125 + 2 \times 1.5)]^{0.489} (125)^{1.511}}{(16 + 42.5)^{0.734} (250 \times 1.5)^{1.489}}$$

$$d = 0.51$$

$$K_b = 1.10 \times 1.07^{(16 - 20)} \implies K_b = 0.839 \text{ día}^{-1}$$

$$a = \sqrt{1 + 4 \times 0.839 \times 15 \times 0.51} \implies a = 5.165$$

$$\frac{N}{N_0} = \frac{4 \times 5.165 e^{\left(\frac{1 - 5.165}{2 \times 0.510}\right)}}{(1 + 5.165)^2} \implies \frac{N}{N_0} = 0.0091$$

$$\text{Eficiencia} = \left(\frac{N_0 - N}{N_0}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{N}{N_0}\right) \times 100$$

$$= (1 - 0.0091) \times 100$$

$$= 99.10\%$$

Lo que implica, una eficiencia de remoción de coliformes en lagunas primarias de 99.10%.

b) Para lagunas secundarias:

PR = 13 días, W = 80 m., L = 250 m., Z = 1.5 m.

Reemplazando valores en las ecuaciones (1), (2) y (3) se tiene:

$$d = 0.196, K_b = 0.839 \text{ día}^{-1}, a = 3.09, N/N_0 = 0.0036$$

$$\text{Eficiencia} = 99.64\%$$

6.4.04 DISEÑO DE TRINCHERA DE LODOS

Considerando:

Volumen de lodos: 40 l/hab.x año

Tiempo de limpieza promedio: cada 5 años

Población servida (90%): 209,538 habitantes.

- Cálculo del volumen total de lodos (V):

$$V = 0.040 \text{ m}^3/\text{hab.x año} \times 5 \text{ años} \times 209,538 \text{ hab.}$$

$$V = 41,900 \text{ m}^3$$

$$N = 12 \text{ lagunas primarias}$$

- Cálculo del volumen de lodos por laguna (Vi):

$$V_i = V/N = 3,490 \text{ m}^3.$$

- Dimensionamiento: Largo = 85 m., ancho = 40 m.,
Profundidad = 1.0 m.

6.4.05 CARACTERISTICAS DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACION

a) Impermeabilización:

Por la ecuación de Darcy: $v = K \times H/L$

donde: v = velocidad de infiltración (m/s)

K = conductividad hidráulica (0.0000001 cm/s)

H = profundidad laguna (2.0 m.)

L = espesor de arcilla (cm.)

Considerando una infiltración de 1.5 cm/día

$$L = k \times H/v = 1.15 \text{ cm.}$$

Por recomendación asumimos $L = e = 5 \text{ cm.}$

b) Laguna primaria (ver esquema I):

- área superficial: 3.0 Há.
- largo : 250 m.
- ancho : 125 m.
- profundidad : 2.0 m.
- sección : trapezoidal
- Terraplen:
 - * Coronación: 3.0 m.
 - * Borde libre: 0.5 m.
- Talud interior y exterior: 1/3 = v/h
- Impermeabilización: e = 5 cm. de arcilla compactada
- DBO(afluente): 774 Kg DBO/día
- DBO(efluente): 126 Kg DBO/día
- Eficiencia: 72%
- Remoción de Coliformes: de 10^8 a 9.1×10^5 Colis/100 ml.
- Eficiencia: 99.1%
- Período de retención: 15 días.

c) Laguna secundaria (ver esquema II):

- área superficial: 2.0 Há.
- largo : 250 m.
- ancho : 80 m.
- profundidad : 2.0 m.
- sección : trapezoidal
- Terraplen:
 - * Coronación: 3.0 m.
 - * Borde libre: 0.5 m.
- Talud interior y exterior: 1/3 = v/h
- Impermeabilización: e = 5 cm. de arcilla compactada
- DBO(afluente): 516.0 Kg DBO/día
- DBO(efluente): 43.9 Kg DBO/día
- Eficiencia: 79%
- Remoción de Coliformes: 9.1×10^5 a 3.3×10^3 Colis/100 ml.
- Eficiencia: 99.64%.
- Período de retención: 13 días.

d) Area total Primera Etapa (año 2000) (At):

$$At = (\text{área L. P.}) + (\text{área L. S.})$$

$$At = 12 \times 3.0 + 12 \times 2.0$$

$$At = 60 \text{ Hás.}$$

6.5 LAGUNAS DE ESTABILIZACION FACULTATIVAS SEGUNDA ETAPA (AÑO 2010)

- Datos de diseño:

Población: 331,397 habitantes
 Dotación : 200 l/hab.x día
 Población servida de desague: 90%
 Contribución de agua al desague: 80%
 Coeficiente de variación diaria: $K1 = 1.3$
 Coeficiente de variación horaria: $K2 = 1.8$
 Temperatura promedio mínima: 16°C
 Contribución estimada de DBO: 45 gr/hab.x día

6.5.01 DISEÑO DE LAGUNAS PRIMARIAS

a) Cálculo de la carga orgánica

- Caudal de desague (Q_{md}):
 $Q_{md} = \text{Población} \times 0.90 \times \text{Dotación} \times K1 \times 0.80 \times 0.001$
 $Q_{md} = 62,037.52 \text{ m}^3/\text{día} = 718.03 \text{ l/s.}$

- Carga de DBO (C_{DBO}):

$$C_{DBO} = \frac{\text{Población Servida} \times \text{Contribución DBO}}{1000}$$

$$C_{DBO} = 13,421.6 \text{ Kg DBO/día}$$

- Carga máxima aplicada ($C_{Sm\acute{a}x.}$):
 $C_{Sm\acute{a}x.} = 258 \text{ Kg DBO/Há.x día (igual Primera Etapa)}$

b) Area total requerida (A_t):

$$A_t = C_{DBO} / C_{Sm\acute{a}x.}$$

$$A_t = 52 \text{ Há.}$$

- Carga superficial removida (C_{Sr}):
 $C_{Sr} = 216 \text{ Kg DBO/Há.x día (igual Primera Etapa)}$

- Carga superficial remanente o soluble (C_{Srem}):
 $C_{Srem} = 42 \text{ Kg DBO/Há.x día (igual Primera Etapa)}$

- Cálculo de número de lagunas (N):
 $N = A_t/A_i$; si $A_i = 3.0 \text{ Há.}$, $A_t = 52 \text{ Há.}$, entonces:
 $N = 17 \text{ lagunas.}$

c) Dimensionamiento de lagunas primarias facultativas: (igual Primera Etapa)

Largo = 250 m., ancho = 125 m., profundidad = 2.0 m.

6.5.02 DISEÑO DE LAGUNAS SECUNDARIAS

Datos de diseño:

Q = 30.7 l/s

C = 59.02 mg/l

DBO

C = 156.55 Kg DBO/día

DBO

a) Carga superficial aplicada (CSa):

CSa = 90 Kg DBO/Há.x día (igual Primera Etapa)

b) Area total requerida (At):

At = N x Ai, donde:

N = 17 lagunas (igual número lagunas primarias)

Ai = 2.0 Hás. (igual Primera Etapa)

At = 34 Hás.

c) Dimensionamiento de lagunas secundarias facultativas: (igual Primera Etapa)

Largo = 250 m., ancho = 80 m., profundidad = 2 m.

d) Area total Segunda Etapa (Año 2010):

At = (área L. P.) + (área L. S.)

At = 51 + 34

At = 85 Hás.

OBSERVACIONES:

En lo que respecta, al sistema de tratamiento por lagunas de estabilización facultativas, se ha encontrado que la adopción de períodos de diseño largos, es muy peligroso, puesto que la extra capacidad, provista en los primeros años de explotación, promueve condiciones desfavorables de mantenimiento. Se estima prudente, para una buena concepción de proyecto, el estudiar la modulación de unidades con implementación por etapas, no mayores de cinco años.

Es conveniente, tener en cuenta que el alto costo de inversión, que requiere el sistema de alcantarillado, muchas veces, fuerza a la comunidad a postergar esta obra, por períodos no previstos y, en este sentido, la institución responsable por las obras, deberá programar la construcción de la laguna, de modo que no se le mantenga en "capacidad ociosa".

RECOMENDACION:

A fin de evitar se mantenga, en capacidad ociosa lagunas de estabilización y teniendo en cuenta la relación Beneficio-Costo, desde el punto de vista "Técnico-Económico-Financiero", se recomienda que la construcción de las lagunas, sean por etapas en períodos de cinco años: (1990-1995), (1995-2000), (2000-2005) y (2005-2010).

A continuación, calculamos el área necesaria para cada período de cinco años.

I. Período 1990-1995:

- Población: 190,562 habitantes
- Población servida 90%: 171,506 habitantes
- Contribución estimada de DBO: 45 gr/hab.x día

a) Lagunas Primarias

- Carga orgánica
 - * Caudal de desague (Qmd):
 - $Qmd = 171,506 \times 200 \times 1.3 \times 0.80 \times 0.001$
 - $Qmd = 35,673.25 \text{ m}^3/\text{día} = 412.88 \text{ l/s}$
 - * Carga de DBO:
 - $C = 171,506 \times 45 = 7,717.77 \text{ Kg DBO/día}$
- Carga máxima aplicada (CSmáx.):
 - $CSmáx. = 258 \text{ Kg DBO/Há.x día}$
- Area total requerida (At):
 - $At = 7,717.77/258 = 30 \text{ Hás.}$
- Número de lagunas (N):
 - $N = At/Ai, \text{ si } Ai = 3 \text{ Há.} \implies N = 10 \text{ lagunas}$
- Dimensionamiento de lagunas primarias:
 - Largo = 250 m., ancho = 125 m. y profundidad = 2 m.

b) Lagunas secundarias

- Area requerida (At):
 - $At = N \times Ai, \text{ donde } Ai = 2 \text{ Há.}, N = 10 \implies At = 20 \text{ Hás.}$

c) Area total de lagunas en período (1990-1995)

A = 50 Hás.

II. Período (1995-2000):

De acuerdo al párrafo (6.4), en el período (1995-2000) será necesario ampliar, 2 lagunas primarias y 2 lagunas secundarias, con 6 y 4 Hás. respectivamente.

Es decir se tendrá un área total de 60 Hás. (1990-2000).

III. Período (2000-2005):

- Población: 279,765 habitantes
- Población servida 90%: 251,788 habitantes
- Contribución estimada de DBO: 45 gr/hab.x día

a) Lagunas primarias

- Caudal de desague (Qmd):
 $Qmd = 52,372 \text{ m}^3/\text{día} = 606.16 \text{ l/s}$
- Carga DBO
 $C = 11,330.46 \text{ Kg DBO/día}$
 DBO
- Carga máxima aplicada (CSmáx.):
 $CSmáx. = 258 \text{ Kg DBO/Há.x día}$
- Area total requerida (At):
 $At = 11,330.46/258 = 45 \text{ Hás.}$
- Número de lagunas (N):
 $N = At/Ai, \text{ si } Ai = 3 \text{ Há.} \implies N = 15 \text{ lagunas primarias}$

b) Lagunas secundarias

- Area requerida (At):
 $At = N \times Ai, \text{ donde } Ai = 2 \text{ Há.}, N = 15 \implies At = 30 \text{ Hás.}$

c) Area total de lagunas en período (1990-2005)

$$A = 45 + 30 = 75 \text{ Hás.}$$

Es decir en el período (2000-2005) sólo se construirán 3 lagunas primarias y 3 lagunas secundarias.

IV. Período (2005-2010):

De acuerdo al párrafo (6.5) y siendo el último período de diseño para cumplir con el proyecto, será necesario ampliar 2 lagunas primarias y 2 lagunas secundarias, con 6 y 4 Hás. respectivamente; obteniéndose un área total de lagunas igual a 85 Hás.

6.6 REUSO DE LOS DESAGUES TRATADOS

Siendo el tratamiento de los desagües, a través de lagunas de estabilización primarias y secundarias solamente, el efluente tratado será usado por las instituciones agrícolas en riego de caña de azúcar, maíz, algodón y árboles frutales en un área de más de 240 Hás. de terrenos de cultivo.

La forma de riego será por gravedad, por surcos, tanto para cultivos transitorios, como permanentes, en línea y a curvas de nivel de acuerdo a la conformación de los suelos del lugar.

6.7 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el reuso de las aguas residuales, previo tratamiento, en la actividad agrícola, teniendo en consideración lo siguiente:
 - * Para cultivos industriales es necesario dos lagunas en serie, con un período de retención mínimo de diez días.
 - * Para los cultivos alimenticios, se requiere además de estas dos lagunas, otras dos adicionales de maduración, las cuales deben tener un período de retención de cinco días cada una de ellas.
2. La inversión en la construcción de la infraestructura de tratamiento, debe ser asumido por el área urbana, a través de las tarifas de agua y alcantarillado. A su vez, el área rural deberá participar en la inversión, mediante el aporte de las áreas necesarias, para la construcción de la infraestructura. El precio del agua, deberá ser determinado, en función de los costos de operación y mantenimiento.

Las unidades productivas con cultivos industriales, deberán subvencionar, a las unidades productoras de cultivos alimenticios.

3. Es recomendable, que se ejecuten investigaciones, que permitan encontrar tecnologías apropiadas locales, para abaratar la construcción, de las estructuras de tratamiento, considerándose en este aspecto la movilización de las comunidades beneficiadas mediante múltiples aportes, especialmente de la mano de obra.

Asimismo, la población de los sectores populares del área urbana, deberán aportar con mano de obra en la construcción de dicha infraestructura. En estos casos, estas poblaciones tendrían tarifas preferenciales por dicho aporte, como parte de su intervención en la construcción de la infraestructura de alcantarillado.

4. Para el logro de estos objetivos es necesario implementar un programa educativo a todo nivel, a fin de crear conciencia, de los beneficios que significa el reuso de las aguas residuales, en la conservación del medio ambiente e incremento de la producción agrícola.
5. La distribución de las aguas para uso agrícola deberá ser asumido íntegramente de acuerdo a ley, a los planes de cultivo y riego por el Ministerio de Agricultura. El asesoramiento y control para garantizar la calidad de las aguas tratadas, deberá estar a cargo del Ministerio de Salud. La Administración General deberá estar a cargo de SEDATACNA o de SENAPA fuera de Tacna. Estos organismos, deberán coordinar el desarrollo de sus actividades, con las Municipalidades respectivas.
6. Se recomienda establecer un Laboratorio Central, para el control de la calidad del agua de abastecimiento y que se emplee, en el control del proceso de tratamiento de las aguas residuales.

LAGUNAS DE ESTABILIZACION

NORMAS DE CONSTRUCCION

LAGUNAS DE ESTABILIZACIONNORMAS DE CONSTRUCCIONPARTE IMOVIMIENTO DE TIERRAS

Comprende: 1) Limpieza y deforestación (rose) de la zona; 2) Excavación de la laguna; 3) Construcción de terraplenes (diques): relleno, compactación y afirmado; 4) Estabilizado y terminado de taludes.

PARTE IIACABADOS

Comprende: 5) Revestimiento del fondo y taludes; 6) Impermeabilización y pavimentos; y 7) Cercos y sembrío de gras.

PARTE IMOVIMIENTO DE TIERRAS1.0. LIMPIEZA Y DESFORESTACION

Las áreas que deben ser limpiadas y/o desforestadas serán aquellas que se indiquen en los planos y que específicamente

serán estacadas en el terreno por el Contratista y aprobadas por el Ingeniero Inspector; esta área extendida hasta 3 mts. más allá del pie del talud anterior del embalse, si los planos no indican otra cosa.

La limpieza y desforestación consistirán en limpiar el área designada. Se eliminarán los árboles, obstáculos ocultos, arbustos y otra vegetación, basura y todo el material inconveniente, incluye el desenraizamiento y el retiro de todos los materiales inservibles que resulten de la limpieza y desforestación. Se removerá de 30 a 40 cms. del suelo natural existente o el espesor necesario hasta encontrar arcilla cuya calidad será aprobada por el Ingeniero Inspector, quedando una rasante que se considerará como fundación del embalse o laguna.

2.0. EXCAVACION

2.1.0. Excavación en explanación

Una vez que toda el área de la laguna ha sido estacada y nivelada el Contratista puede empezar a excavar hasta la cota del piso indicado en los planos.

2.1.1. Debe existir secuencia constructiva de manera de garantizar, que el material de relleno para la formación de taludes con material propio de la excavación se obtenga luego de la limpieza y desforestación.

2.1.2. Consistirá en la excavación y explanación de la laguna; en la excavación y retiro del material inapropiado

para la formación de los terraplenes; y en la excavación del material apropiado para los mismos: arcilla.

- 2.1.3. No se permitirá la excavación y el empleo de material contiguo a la zona estacada para la laguna, comprendida entre los 30 metros a partir del pié interior del terraplén o dique de la laguna.

El grado de acabado en la explanación de taludes y fondo de la laguna será aquel que pueda obtenerse ordinariamente mediante el uso de una niveladora de cuchilla, o una trailla, o con palas a mano, según los casos y lo determinado por el Ingeniero de Control.

2.2. Préstamos

- 2.2.0. Consistirá en la excavación y empleo de material aprobado y seleccionado por el Ingeniero de Control de acuerdo a las especificaciones para la formación de terraplenes y taludes o ejecución de rellenos en particular. El préstamo procederá cuando no se encuentre cantidad suficiente de material adecuado proveniente de la excavación de la laguna de acuerdo con las alineaciones rasantes y dimensiones marcadas en los planos.

- 2.2.1. Se considera como distancia de transporte gratuito hasta 350 m. de la zona de trabajo, estacada por el Ingeniero de Control.

- 2.2.2. La cantidad de metros cúbicos de transporte, será el

producto del volumen de material de préstamo transportado más allá de trescientos cincuenta metros (350 ml.) medidos en su posición original en metros, multiplicados por la distancia de transporte en metros, dividido por cien (100).

Transporte que será pagado = $\frac{m^3 \times m}{100}$ y en el se incluye mano de obra, equipo, herramientas, imprevistos necesarios y gastos indirectos.

- 2.2.3. La parte superior de los terraplenes y el relleno de cortes sobre excavados será construido con material de préstamo selecto para acabados o material escogido y reservado para este fin desde la excavación.

3.0. Terraplenes (diques)

3.1. Rellenos

- 3.1.1. Se ejecutarán con el material del sitio o área de trabajo de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con los alineamientos, rasantes, secciones transversales y dimensiones indicadas en los planos o como lo haya estacado el Ingeniero Inspector. Todo trabajo de limpieza y desforestación, deberá ser ejecutado en el área de los terraplenes antes de que se empiece la construcción de ellos.

Todo el material conveniente que provenga de las exca-

vaciones, será empleado en lo posible en la construcción de terraplenes, taludes, asientos y rellenos de caminos.

3.1.2. El material obtenido en las excavaciones y considerado conveniente para terraplenes y taludes deberá estar libre de materiales orgánicos y ajustarse en lo posible a los requerimientos siguientes:

1) Mínimo índice de plasticidad 15%
(Anexo N° 1)

2) Mínimo que pase por la malla N° 200 de la serie Sive ve 25%
(Anexo N° 2)

El material para terraplenes será arcilla u otro material impermeable aprobado por el Ingenjero Inspector.

3.1.3. Todo talud de tierra será acabado hasta presentar una superficie razonable llana y que esté de acuerdo substancialmente con el plano pertinente, tanto en el aspecto alineamiento, como en las secciones transversales.

3.1.4. Los terraplenes y rellenos no podrán tener escombros, árboles, troncos, materiales en pie o entrelazados, raíces o basura. Antes de comenzar la construcción se eliminará el cesped, humus u otra materia orgánica; igualmente la zona del terraplen será removida (arada) de tal manera de que el material del terraplen se adhiera al terreno natural.

Todos los agujeros causados por la extracción de los tacones y la corrección de todas las irregularidades en la zona de la laguna serán rellenados con material selecto.

3.2. Compactación

3.2.1. El material para la formación de los terraplenes será colocado en capas horizontales de 20 a 30 cms. de espesor y que abarquen todo el ancho de la sección, esparcidas suavemente, con equipo esparcidor u otro equipo aplicable. Capas de espesor mayor de 30 cms. no serán usadas sin autorización del Ingeniero Inspector.

Los rellenos por capas horizontales deberán ser ejecutadas en una longitud que hagan factible métodos de acarreo, mezcla, riego o secado y compactación usados.

3.2.2. Piedra o roca en terraplenes de tierra no deberán exceder de 15 cms. medidos en su espesor máximo.

3.2.3. Cada capa del terraplén será humedecida o secada a un contenido de humedad necesaria (humedad óptima) para asegurar la compactación máxima. Donde sea necesario asegurar un material uniforme, se mezclará el material usando la motoniveladora, rastra o disco de arado. Cada capa será compactada mediante equipo pesado; rodillos apisonadores, rodillos de llantas neumáticas u otros aprobados por el Ingeniero Inspector.

Cuando fuera requerido, se aplicará el riego en los lu

gares, en las cantidades y a las horas, incluso de noche que ordene el Ingeniero Inspector.

El contratista administrará un abastecimiento continuo de agua. El equipo para riego tendrá amplia capacidad y dispositivos de tal naturaleza que aseguren la aplicación uniforme del agua en las cantidades indicadas por el Ingeniero Inspector.

- 3.2.4. Si no está especificado de otra manera en los planos o en disposiciones especiales, el terraplen será compactado para producir una densidad media de 92% (pero no menor de 90%) de la máxima determinada por el método de prueba de las "Cinco Capas" (Estado de California) (Anexo N° 3); o bien se compactará hasta obtener por lo menos el 95% de la densidad obtenida por el método de prueba "Proctor Modificado" (Anexo N° 4).

Donde sea aplicable, el Ingeniero Inspector hará ensayos de densidad en campo para determinar el grado de densidad obtenido (Anexo N° 6).

- 3.2.5. El contratista construirá todos los terraplenes de tal manera, que después de haberse producido la contracción y el asentamiento y cuando haya de ejecutarse la aceptación de la obra, dichos terraplenes tengan en todo punto la rasante, el ancho y la sección transversal requerida en los planos. El contratista será responsable de la estabilidad de todos los terraplenes construidos hasta la recepción final de la obra y correrá por su cuenta todo gasto causado por el reemplazo de toda parte -

que haya sido desplazada, a consecuencia de falta de cuidado o de trabajo negligente por parte del Contratista, o de daños resultantes por causas naturales, como son lluvias y vientos normales.

3.3.0. Afirmado

- 3.3.1. Este trabajo será ejecutado después que el terraplen esté completamente terminado y todas las estructuras y tuberías hayan sido instaladas y rellenadas.
- 3.3.2. Todo el material blando o inestable que no es factible de compactar o que no sirven para el propósito señalado será removido como se ordene.
- 3.3.3. Donde se estipule en los planos y especificaciones de metrado el Contratista deberá colocar y compactar una capa en la parte superior y en los taludes del terraplen ya sea en corte o en relleno, empleando material de afirmado el que deberá consistir de suelo granular de baja plasticidad. Piedras mayores de 10 cms. o de 2/3 del espesor de la capa que se coloque serán eliminadas; terrones de arcilla ni de material orgánico serán aceptadas.
- 3.3.4. El material afirmado estará formado por: partículas o fragmentos de piedra o grava dura y durables y un rellenedor de arena u otro material mineral finamente dividido. La porción del material retenido en una malla N° 4 será llamado agregado grueso y aquella porción que pase por la malla N° 4 será llamado relleno.

4.0. Estabilizado

4.1.1. Donde el material existente no tenga la resistencia adecuada o requerida por los planos o disposiciones especiales, el Contratista deberá construir una capa o lecho mezclando un material estabilizador con el material natural existente de la excavación o préstamo.

4.1.2. Los materiales estabilizadores deben ser suelos de alto poder de sustentación como grava, tamizados de piedra, cemento, cal o cualquier otro material que en opinión del Ingeniero Inspector es apropiado para estabilizar.

En general, el material que contenga apreciable cantidad de materia orgánica o que tenga alta plasticidad no es conveniente para ser usado como estabilizador.

4.1.3. Los materiales para la estabilización serán colocados en capas de 15 cms., bien compactados y mezclados. Los materiales se mezclarán con cuchillas, discos o arados.

4.1.4. Cuando sea necesario el Contratista deberá secar el material mojado o añadir agua al material seco para traer la mezcla estabilizada al contenido de humedad adecuado para la compactación, la que deberá ejecutarse hasta que toda la profundidad afirmada o estabilizada tenga una densidad, determinada por pruebas hechas en cada capa, de no menor del 92% de la máxima densidad determinada por el Método de Compactación del Estado de California de las Cinco Capas o del 95% de la máxima determinada por el método de Proctor Modificado.

4.2. Terminado

4.2.1. Todas las áreas que forman el trabajo de excavaciones, taludes, áreas de transición, serán razonablemente terminadas, tal como se indican en los cortes de los planos. El terminado será razonablemente alisado, compactado y libre de toda irregularidad y será el que se obtiene con motoniveladora u otro equipo similar. El terminado no variará en 3 cms. del indicado en los planos.

PARTE II

5.0. Acabado

5.1.0. Pavimentos

En algunos casos se podrá especificar la pavimentación de los taludes; mediante la colocación de piedra escogida o pedraplen (riprap) en el espesor que indiquen los planos. La piedra usada como riprap debe ser dura, densa y durable.

5.1.1. El tamaño mínimo de la piedra será la que tenga un peso de 500 grs. y el tamaño máximo la que tenga un peso de 1 kg. El espesor y ancho de las piedras no debe ser menor que la tercera parte de su longitud. Se permitirá el uso de hasta el 15% en peso de piedras que pasen

por la malla de 3 pulgadas y no se permitirá más del - 5% de tierra, arena o polvo de roca. (anexo N° 5).

5.1.2. El pedraplen o riprap se colocará en forma estable sin tendencia al deslizamiento y no deberá haber espacios grandes sin rellenar dentro del riprap.

5.2. Impermeabilización

5.2.1. En los casos donde se especifique la impermeabilización de la superficie mojada de la laguna, ésta se ejecutará mediante la colocación de una capa de arcilla (tipo adobe) de 5 a 10 cms. de espesor, según lo especifiquen - los planos o lo ordene el Ingeniero Inspector.

La arcilla para impermeabilización debe estar libre de materia orgánica o basura, además estará pulverizada - de tal modo que esté graduada en la forma siguiente:

	Porcentaje que pase
Tamiz 1/2"	100%
Tamiz 1/4"	80%

5.2.2. También, puede emplearse como impermeabilizante una capa de terracemento de 5 cms. de espesor, en la proporción 1:5, preparada con agua a razón de 6 galones por saco de cemento. Una vez terminada la capa impermeable será curada por un tiempo no menor de 15 días.

6.0. Varios: Cerco y Sembrío de gras

- 6.1 Un cerco de cierre alrededor de los terrenos donde se construye la laguna, se ejecutara de acuerdo como especifican los planos. Debe tener sus puertas de acceso y letreros respectivos.
- 6.2. se sembrará grama en los talúdes y parte de la calzada, como lo indiquen los planos y como se especifica.

Luego que la capa de tierra vegetal ha sido colocada esta deberá ser compactada y nivelada con la inclinación de taludes especificados en los planos.

CONCLUSIONES

1.- El Departamento de Tacna presenta una población distribuida en población urbana y rural, siendo el 90.8% población urbana y sub-urbana comprendido dentro del estudio del proyecto.

2.- La Ciudad de Tacna por estar dentro de la zona costanera presenta enfermedades de origen hídrico de los cuales según estadísticas; el 7.3% son defunciones producto de las enfermedades disenteria y gastroenteritis.

Con mayor incidencia en niños menores de un año (11.7%) y el 4.5% por enfermedades infecciosas y parasitarias también con mayor incidencia en niños menores de un año (11.8%).

Con mayor razón a partir del año 1991 fecha en que aparece la epidemia el cólera originando considerables pérdidas de vidas humanas y elevados gastos económicos para el control y prevención.

La mejora de un sistema de alcantarillado deficiente contribuye a la disminución de enfermedades de origen hídrico.

3.- El sistema de alcantarillado existente presenta deficiencias técnicas de diseño que dificulta la operación y mantenimiento.

4.- El incremento anual de conexiones domiciliarias de desagüe es de 2.1% y hasta el año 1990 se tiene 23,622 conexiones domiciliarias que representa una población servida de 77.2%, siendo el 11% de la población no servida atendida con sistema individual de disposición de excretas (letrinas).

5.- Hasta el año 1990; 23.4 Km. de tubería instalada presentan mal estado de funcionamiento, siendo en su mayoría tuberías de diámetro 6" y 8" instaladas antes del año 1966.

- 6.- Debido al crecimiento poblacional, las lagunas de oxidación existentes se encuentran cercanas a la población con la consecuencia de producir malos olores y contaminación ambiental, con mayor razón por el tipo de lagunas aereadas que operan con energía mecánica cuyos equipos ya han cumplido su vida útil.

- 7.- La disposición final es aprovechada por instituciones agrícolas en regadío, pero estos desagües no se encuentran tratados para tales fines porque el mantenimiento de tales lagunas se hace bastante deficiente por la acumulación de lodo en el fondo (5.5m. bajo el nivel del terreno), esto dificulta la generación de oxígeno por los aereadores como para producir la estabilización de la materia orgánica.

- 8.- Las áreas de expansión consideradas con el proyecto son :
 - 1ª Etapa : 232,820 hab.
 - 2ª Etapa : 331,397 hab.Según análisis del crecimiento poblacional se ha demostrado que ésta sigue la curva de parábola de 2º grado que determina la población siguiente:
 - 1ª Etapa : 232,820 hab.
 - 2ª Etapa : 331,397 hab.

- 9.- Considerando la difícil situación futura de abastecimiento de agua por escasez de fuente, se ha considerado dotaciones per cápita de 200lts./hab x día para ambas etapas.

Con estas consideraciones la población servida por desagüe es de 90% y el 5% no tiene conexión y el 5% restante no cuenta con conexión de agua.

- 10.- El estudio del proyecto considera las soluciones en forma integral cuyo logro es la recuperación económica y social.

Para cubrir con las necesidades del pueblo se ha planteado medidas de emergencia que dan soluciones a los problemas más urgentes.

11.- Para la disposición final de los desagües se ha planteado dos alternativas de las cuales la elegida contribuye a beneficiar en mayor extensión para la zona agrícola mayor de 240 Has.; así mismo se previene la contaminación y mal aspecto al ambiente en la ciudad por estar a 12 Km. de la misma.

12.- El funcionamiento del sistema de alcantarillado está proyectado la recolección de los desagües por gravedad utilizando en lo posible la capacidad instalada de interceptores, colectores principales y emisor. Se plantea el cambio de colectores deteriorados de 6" y 8" que ya han cumplido su período de diseño.

Como sugerencia se debe utilizar tuberías de PVC por la gran ventaja en funcionamiento hidráulico y que la vida útil supera a las tuberías de concreto, además la eficiencia en mano de obra para su instalación es mucho mayor que con tubería de concreto.

13.- En cuanto al tratamiento de desagües se plantea lagunas de tipo facultativo con las ventajas tanto técnicas y económicas; la planta de tratamiento cuenta con sistemas de control y pre-tratamiento logrando en lo posible el menor costo de operación y mantenimiento.

14.- El afluente y efluente de las lagunas han sido diseñados considerando las variaciones de caudal máximo y mínimo, así como el funcionamiento de cada laguna al momento de dar mantenimiento a cualquier laguna elegida.

Si bien las lagunas primarias representan el uso de 3 Has. cada una, en la práctica se recomienda lagunas de menor tamaño; en este caso de 1/2 Has. c/u y para las lagunas secundarias 2 Has. c/u, que se puede disminuir a 1/2 Has. c/u; lógicamente al ser construidos deberán ser por etapas experimentando en cada caso su funcionamiento hasta lograr la mayor eficiencia manejando los parámetros de diseño.

Esto nos permite una mejor operación y mantenimiento de las lagunas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ROJAS, Ricardo "ASPECTOS HIDRAULICOS EN LAGUNAS DE ESTABILIZACION"
LIMA, CEPIS/OPS/OMS, CURSO PARA INGENIEROS, 1988.
- 2.- GLOYNA, E. F. "ESTANQUES DE ESTABILIZACION EN AGUAS RESIDUALES"
GINEBRA, OMS 1973.
- 3.- PULOP P., Jaime "DEPURACION DE LAS AGUAS RESIDUALES"
GRANADA, 1988.
- 4.- MASKEW F., Gordon "INGENIERIA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALES"
CHARLES G., John VOLUMEN 3 y 4. MEXICO, 1987.
ALEXANDER O., Daniel
- 5.- NORIEGA P., Rudy "TRATAMIENTO DE DESAGUES".
- 6.- GOMEZ M., Bernardo "CURSO PARA SUPERVISORES DE OPERACION Y
MANTENIMIENTO". OMS/CP/S, TOMO II.
- 7.- YANEZ, Fabian "REDUCCION DE ORGANISMOS PATOGENOS Y DISEÑO DE
LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN PAISES EN DESARROLLO"
SANTIAGO DE CHILE, XIX CONGRESO DE AIDIS, 1984.
- 8.- METCALF, Eddy "TRATAMIENTO Y DEPURACION DE LAS AGUAS RESIDUALES"