

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



***"PROYECTO INTEGRAL DE REDES DE AGUA POTABLE SECTOR  
OESTE ÑAÑA-LA ERA DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO"***

***TOMO I***

***INFORME DE INGENIERIA***

***PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE***

***INGENIERO SANITARIO***

**WILFREDO LEON MILLA**

**Lima - Perú**

**1995**

*Mi más profundo agradecimiento a Francisco y Ana, mis adorados padres; quienes con su invaluable esfuerzo me apoyaron en forma constante para llegar a hacer realidad mi formación profesional.*

*A mis hermanos, Marleny, Margarita, Elena, Julio y Jhony por la confianza y fe que en mi tuvieron.*

*Wilfredo*

# INDICE

<b>CAPITULO I. ANTECEDENTES DEL PROYECTO</b>	<b>Pg. 01</b>
1.1 Denominación	02
1.2 Naturaleza	02
1.3 Extensión	02
1.4 Situación actual del área en estudio	04
1.5 Objetivo	05
1.6 Intervención técnica del graduando en el proyecto	05
<b>CAPITULO II. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>06</b>
2.1 Ubicación geográfica	07
2.2 Topografía	07
2.3 Tipo de suelo	07
2.4 Clima	08
2.5 Medios de comunicación	12
2.6 Aspecto socio-económico	12
2.6.1 Fuentes de trabajo	12
2.7 Aspecto urbano y servicios existentes	13
2.8 Prevalencia enfermedades en la zona.	14
<b>CAPITULO III DATOS BASICOS PARA EL DISEÑO</b>	<b>16</b>
3.1 Período de diseño	17
3.2 Población	18
3.2.1 Determinación de la población de diseño para el proyecto	18
3.2.2 Población de diseño por habilitaciones	39
3.3 Elección de la dotación	40
3.4 Variaciones de consumo	40
3.4.1 Variaciones diarias	40
3.4.2 Variaciones horarias	42
3.5 Caudales de diseño	42
3.5.1 Caudal promedio	43
3.5.2 Caudal máximo diario	43
3.5.3 Caudal máximo horario	43
3.6 Volúmenes de almacenamiento	44
3.6.1 Volumen de regulación	44
3.6.2 Volumen contra incendio	44
3.6.3 Volumen de reserva	45
3.7 Requerimiento por habilitaciones	45
3.7.1 Características de la lotización	45
3.7.2 Cuadro de requerimientos	45
3.8 Requerimientos por zonas de presión	48
<b>CAPITULO IV ESTUDIO DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO</b>	<b>58</b>
4.1 Estudio hidrogeológico de la zona de estudio	59
4.1.1 Introducción	59
4.1.1.1 Antecedentes y objeto	59
4.1.1.2 Ubicación	59
4.1.2 Rasgos geológicos y geomorfológicos	61
4.1.2.1 Afloramientos rocosos	61
4.1.2.2 Depósitos fluvio-aluviales	61
4.1.2.3 Depósitos de pie de monte	61
4.1.3 El acuífero	62

4.1.3.1	<i>Naturaleza y geometría del acuífero</i>	pg. 62
4.1.4	<i>Inventario de las fuentes de aguas subterráneas</i>	62
4.1.5	<i>Funcionamiento del acuífero</i>	66
4.1.5.1	<i>Piezometría y profundidad de la napa</i>	66
4.1.5.2	<i>Alimentación de la napa</i>	66
4.1.5.3	<i>Hidrodinámica subterráneo</i>	66
4.1.6	<i>Explotación de la napa</i>	66
4.1.7	<i>Hidrogeoquímica</i>	67
4.1.7.1	<i>Conductividad eléctrica</i>	67
4.1.7.2	<i>Composición química del agua</i>	67
4.1.7.3	<i>Potabilidad</i>	71
4.2	<i>Anteproyecto de las obras de captación</i>	71
4.2.1	<i>Necesidades de agua</i>	71
4.2.2	<i>Ubicación del pozo proyectado</i>	72
4.2.3	<i>Diseño tipo del pozo proyectado</i>	72
4.2.4	<i>Recomendaciones generales para su etapa de construcción</i>	74
4.3	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	75
<b>CAPITULO V. LINEAS DE IMPULSION Y LINEA DE ADUCCION</b>		<b>77</b>
5.1	<i>Línea de impulsión</i>	78
5.1.1	<i>Cálculo del caudal de bombeo</i>	78
5.1.2	<i>Determinación del diámetro más económico</i>	79
5.1.2.1	<i>Costo de tubería instalada</i>	80
5.1.2.2	<i>Costo de bombeo</i>	81
5.1.2.3	<i>Diámetro más económico teórico</i>	82
5.1.3	<i>Cálculo de la sobrepresión por golpe de ariete</i>	83
5.1.4	<i>Diseño de la línea de impulsión</i>	85
5.1.5	<i>Determinación de la clase de tubería</i>	96
5.2	<i>Línea de aducción</i>	97
5.2.1	<i>Descripción del esquema hidráulico</i>	97
5.2.2	<i>Diseño de la línea de aducción</i>	97
5.2.3	<i>Diseño considerando el caudal mínimo horario</i>	103
<b>CAPITULO VI EQUIPAMIENTO</b>		<b>105</b>
6.1	<i>Estación de bombeo</i>	106
6.2	<i>Cálculo del equipo de bombeo para el pozo</i>	107
6.3	<i>Cálculo del equipo de rebombeo del reservorio R-1 al reservorio R-2.</i>	111
<b>CAPITULO VII RESERVORIOS</b>		<b>113</b>
7.1	<i>Aspectos generales</i>	114
7.1.1	<i>Características de los reservorios</i>	114
7.1.2	<i>Tipos de reservorios</i>	115
7.2	<i>Capacidad de los reservorios</i>	117
7.3	<i>Ubicación</i>	119
7.4	<i>Dimensionamiento</i>	119
7.5	<i>Cálculo hidráulico</i>	121
7.6	<i>Caseta de válvulas</i>	127
<b>CAPITULO VIII RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE</b>		<b>128</b>
8.1	<i>Introducción</i>	129
8.2	<i>Zonas de presión</i>	129
8.3	<i>Bases de diseño</i>	130
8.4	<i>Áreas servidas</i>	131
8.5	<i>Dimensionamiento de la red</i>	137

8.5.1	<i>Líneas de aducción (Alimentación)</i>	pg. 137
8.5.2	<i>Tuberías troncales</i>	137
8.5.3	<i>Tuberías de servicio</i>	138
8.5.4	<i>Presiones admisibles</i>	138
8.5.5	<i>Velocidad de flujo</i>	139
8.5.6	<i>Ubicación de tuberías y accesorios</i>	139
8.6	<i>Diseño hidráulico de la red</i>	142
8.6.1	<i>Desarrollo de la fórmula de Hardy-Cross</i>	145
8.6.2	<i>Fórmula de Hazen-Williams</i>	147
8.6.3	<i>Cálculo computarizado de la red</i>	148
	8.6.3.1 <i>Introducción</i>	149
	8.6.3.2 <i>Ingreso al programa de cálculo</i>	149
8.7	<i>Diseño de la red en la hora de máximo consumo</i>	150
8.8	<i>Diseño de la red en la hora de mínimo consumo</i>	161
8.9	<i>Cálculo de la altura de presión</i>	172
8.10	<i>Cámara reductora de presión</i>	175
	8.10.1 <i>Cálculo del diámetro de las válvulas reguladoras de presión</i>	177
8.11	<i>Conexiones domiciliarias de agua potable</i>	178
<b>CAPITULO IX EXPEDIENTE TECNICO</b>		185
9.1	<i>Memoria descriptiva</i>	186
9.2	<i>Metrado y Presupuesto Base</i>	193
9.3	<i>Fórmulas Polinómicas</i>	214
9.4	<i>Especificaciones Técnicas</i>	218
<b>CAPITULO X RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES</b>		265
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		

## C U A D R O S

1.1	<i>Habilitaciones que integran el Proyecto</i>	Pg. 03
2.1	<i>Temperatura Media Mensual en Ñaña</i>	09
2.2	<i>Humedad Relativa Media Mensual en Ñaña</i>	10
2.3	<i>Precipitación Media Mensual en Ñaña</i>	11
2.4	<i>Relación de enfermedades vinculadas con las condiciones de saneamiento en el año 1994</i>	14
3.1	<i>Población Actual por Habilitaciones</i>	41
3.2	<i>Población de Diseño por Habilitaciones</i>	41
3.3	<i>Características de Lotización</i>	46
3.4	<i>Requerimientos por Habilitación</i>	47
3.5	<i>Requerimientos Zona de Presión I</i>	49
3.6	<i>Requerimientos Zona de Presión II</i>	50
3.7	<i>Requerimientos Zona de Presión III</i>	52
3.8	<i>Requerimientos Zona de Presión IV</i>	53
3.9	<i>Requerimientos Totales de Caudal por Zonas de Presión</i>	56
4.1	<i>Información Básica de los Pozos Inventariados entre los Límites del Área de Estudio 1994</i>	63
5.1	<i>Listado de Precios de Tuberías de Asbesto - Cemento Oficina de Costos y Presupuestos SEDAPAL (Nov. 94)</i>	80
5.2	<i>Costo de Tuberías de Asbesto - Cemento; clase A-10 por metro lineal</i>	81
7.1	<i>Requerimientos de Volúmenes de Almacenamiento del R-2</i>	117
7.2	<i>Requerimientos de Volúmenes de Almacenamiento del R-1</i>	118
8.1	<i>Resumen de Áreas y Caudales Zona de Presión I - II</i>	135
8.2	<i>Resumen de Áreas y Caudales Zona de Presión III - IV</i>	136
8.3	<i>Presiones Máximas y Mínimas Zona de Presión I - II</i>	173
8.4	<i>Presiones Máximas y Mínimas Zona de Presión III - IV</i>	174

## FIGURAS

3.1	<i>Método Geométrico</i>	Pg. 21
3.2	<i>Método de la Parábola de 2° Grado</i>	26
3.3	<i>Método de los Incrementos Variables</i>	27
3.4	<i>Método del Interés Simple</i>	34
3.5	<i>Curvas Seleccionadas</i>	38
4.1	<i>Ubicación del Area del Estudio</i>	60
4.2	<i>Perfil Litológico del Acuífero</i>	63
4.3	<i>Ubicación de Pozos Inventariados</i>	64
4.4	<i>Diagrama de Análisis de Agua</i>	69
4.5	<i>Diagrama de Potabilidad del Agua</i>	70
4.6	<i>Diseño Tipo Preliminar para el Pozo Prayectado</i>	72
5.1	<i>Esquema de la Línea de Impulsión del Pozo al Reservorio R - 1</i>	94
5.2	<i>Esquema de la Línea de Impulsión de R - 1 al R - 2</i>	95
5.3	<i>Esquema de la Línea de Aducción del Reservorio R - 1</i>	99
5.4	<i>Esquema de la Línea de Aducción del Reservorio R - 2</i>	101
6.1	<i>Curvas características de las bombas tipo 12GM y 8GH</i>	109
8.1	<i>Distribución de Caudales - Método de los Lotes Unitarios Zona de Presión I - II</i>	133
8.2	<i>Distribución de Caudales - Métodos de los Lotes Unitarios Zona de Presión III - IV</i>	134
8.3	<i>Esquema de Mallado para la Red de Distribución Zona de Presión I - II</i>	143
8.4	<i>Esquema de Mallado para la Red de Distribución Zona de Presión III - IV</i>	144
8.5	<i>Distribución de Caudales Máximos Zona de Presión I-II</i>	151
8.6	<i>Distribución de Caudales Máximos Zona de Presión III-IV</i>	156
8.7	<i>Distribución de Caudales Mínimos Zona de Presión I-II</i>	163
8.8	<i>Distribución de Caudales Mínimos Zona de Presión III-IV</i>	167
8.9	<i>Esquema de Funcionamiento de una Válvula Reguladora de Presión</i>	176
8.10	<i>Conexión de Agua Potable Larga</i>	181
8.11	<i>Conexión de Agua Potable Corta</i>	183

## **T A B L A S**

<b>6.1</b>	<b><i>Preseleccionar Cuerpo de Bomba Tipo "G"</i></b>	<b>Pg. 108</b>
<b>6.2</b>	<b><i>Dimensiones de Cuerpo de Bomba Tipo "G"</i></b>	<b>110</b>
<b>8.1</b>	<b><i>Diámetro de la Válvula de Acuerdo al Diámetro de la Tubería</i></b>	<b>141</b>
<b>8.2</b>	<b><i>Valores Comunes de "C"</i></b>	<b>148</b>
<b>8.3</b>	<b><i>Selección de Válvula Reguladora de Presión</i></b>	<b>178</b>



## ***CAPITULO I***

### ***ANTECEDENTES DEL PROYECTO***

***1.1 DENOMINACION***

***1.2 NATURALEZA***

***1.3 EXTENSION***

***1.4 SITUACION ACTUAL DEL AREA EN ESTUDIO***

***1.5 OBJETIVO***

***1.6 INTERVENCION TECNICA DEL GRADUANDO EN EL PROYECTO***

---

## **CAPITULO I**

### **ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

#### **1.1 DENOMINACION.-**

*El presente trabajo tiene por finalidad optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario presentando el informe de ingeniería titulado **Proyecto Integral de Redes de Agua Potable Sector Oeste Ñaña-La Era.-Distrito de Chosica-Lurigancho.***

#### **1.2 NATURALEZA.-**

*El estudio analiza la realidad existente del servicio de agua potable y diseña un proyecto integral para cubrir la demanda actual y futura, mejorar el nivel de vida y de salud de los pobladores.*

#### **1.3 EXTENSION.-**

*En el plano N° U-01, se presenta la extensión del proyecto; este área se encuentra en la jurisdicción del distrito de Chosica-Lurigancho; abarcando las siguientes habilitaciones:*

*Centro Poblado Virgen del Carmen*

*A.H. El Inti*

*Asociación de Vivienda Villa La Era*

*Asociación de Vivienda Unión Incaica*

*A.H. Los Pinos*

*A.H. San Francisco*

*Asociación de Vivienda San Francisco*

*A.H. Las Colinas*

*El área que ocupan estas habilitaciones es de 107.35 Ha. con un total de 1721 lotes, para vivienda y 18 lotes para otros usos, con una densidad promedio de 16.03 Lotes /Ha.*

CUADRO No. 1.1

***HABILITACIONES QUE INTEGRAN EL AREA DEL PROYECTO***

N°	NOMBRE	AREA BRUTA (m2)	AREA DE VIVIENDA (m2)	N° LOTES		DESARROLLO TOPOGRAFICO	
				VIVIENDA	VARIOS	COTA MIN.	COTA MAX.
01	CENTRO POBLADO VIRGEN DEL CARMEN	802.320, 84	339.181, 04	1067	04	538, 00	670, 00
02	A. H. EL INTI	46.093, 64	35.383, 00	159	01	530, 00	537, 00
03	ASOCIACION DE VIVIENDA LA ERA	10.950, 00	8.915, 54	26	-	529, 00	531, 00
04	ASOC. DE VIV. UNION INCAICA	32.286, 00	21.914, 85	59	01	525, 00	528, 00
05	A.H. LOS PINOS	28.225, 10	25.914, 85	20	-	539, 00	540, 00
06	A.H. SAN FRANCISCO	47.665, 46	24.106, 38	201	05	537, 00	570, 00
07	ASOC. DE VIV. SAN FRANCISCO	20.726, 06	11.428, 89	83	02	541, 00	550, 00
08	A.H. LAS COLINAS	85.250, 31	41.753, 01	106	05	550, 00	620, 00
	TOTAL:	1.073.517, 41	507.737, 79	1721	18		

*En el cuadro 1.1 aparece con mayor detalle la relación y características de éstas habilitaciones: nombre, número de lotes y cotas de los límites entre los que se desarrollan.*

#### **1.4 SITUACION ACTUAL DEL AREA EN ESTUDIO**

*En la actualidad cada Asentamiento Humano tiene su propio sistema de abastecimiento de agua; teniendo como fuente las aguas subterráneas explotadas a través de pozos artesanales, cuya extracción se realiza con equipos de bombeo y en forma manual.*

*Los pozos del Centro Poblado Virgen del Carmen, Asociación de Vivienda Villa La Era y el A.H. El Inti tienen equipos de bombeo con rendimientos promedios de 10 ps, 1.5 lps. y 4 lps. respectivamente. El Centro Poblado Virgen del Carmen debido al gran desnivel que presenta su topografía utiliza el sistema de rebombeo: pozo-cisterna-tanque; la capacidad de la cisterna como del tanque apoyado es de 40m<sup>3</sup>, la distribución se realiza a partir de la cisterna y del tanque hacia las 14 piletas públicas distribuidas en el centro poblado a través de tuberías de PVC de 2".*

*El A.H. El Inti y la Asoc. Viv. Villa La Era emplean el sistema de abastecimiento: Pozo-Tanque elevado, siendo la capacidad de cada tanque de 10m<sup>3</sup>; en el caso de la Asoc. Viv. Villa La Era abastece a dos (02) piletas públicas y el tanque del A.H. El Inti abastece a seis (06) piletas públicas por medio de tuberías de PVC de 1 1/2".*

*El A.H. San Francisco la Asoc. Viv. San Francisco y el A.H. Las Colinas se abastecen en conjunto de dos (02) pozos artesanales de tipo manual (por medio de baldes); el rendimiento de estos pozos es insuficiente para satisfacer la demanda de agua, cuyo déficit es cubierto por la compra de agua de los camiones cisternas de terceros.*

---

*Las viviendas de la Asoc. Viv. Unión Incaica y el A.H. Los Pinos cuentan con sus propios pozos artesanales de tipo manual; en dichos lugares la napa freática se encuentra alta debido a la proximidad del río Rimac, encontrándose el agua a una profundidad promedio de 4 mts.*

### **1.5 OBJETIVO.-**

*El objetivo del presente trabajo es el desarrollo de un proyecto integral de redes de agua que permitan solucionar la problemática del abastecimiento de agua potable de los Asentamientos Humanos del sector oeste Ñaña-La Era - distrito Chosica-Lurigancho; satisfaciendo las necesidades básicas requeridas de calidad, cantidad, oportunidad y costo. Para cuyo propósito se le dará el enfoque técnico necesario aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional.*

### **1.6 INTERVENCION TECNICA DEL GRADUANDO EN EL PROYECTO.-**

*La participación en el desarrollo del proyecto comprendió trabajos de campo y de gabinete. Los trabajos de campo realizados incluyeron los levantamientos topográficos de los Asentamientos Humanos del área en estudio, para replantear las curvas de nivel, con la finalidad de ubicar exactamente el área de influencia de las zonas de presión; así como la ubicación de la cota de terreno de los reservorios proyectados dentro del área recomendada por el estudio de suelos.*

*Con respecto a los trabajos de gabinete contempla el diseño en si del proyecto, cuyo desarrollo comprende: el cálculo de los datos básicos para el diseño, cálculo del equipo de bombeo, diseño de la línea de impulsión, dimensionamiento de los reservorios, diseño de la línea de aducción, diseño de las redes de distribución y elaboración del expediente técnico (Memoria Descriptiva, Metrado, Presupuesto y Fórmulas Polinómicas).*

## ***CAPITULO II***

### ***ASPECTOS GENERALES***

***2.1 UBICACION GEOGRAFICA***

***2.2 TOPOGRAFIA***

***2.3 TIPO DE SUELO***

***2.4 CLIMA***

***2.5 MEDIOS DE COMUNICACION***

***2.6 ASPECTO SOCIO-ECONOMICO***

***2.6.1 FUENTES DE TRABAJO***

***2.7 ASPECTO URBANO Y SERVICIOS EXISTENTES***

***2.8 PREVALESCENCIA DE ENFERMEDADES EN LA ZONA***

## **CAPITULO II**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **2.1 UBICACION GEOGRAFICA.-**

*Los Asentamientos Humanos y Asociaciones de Vivienda que forman parte del proyecto se ubican en el distrito de Chosica-Lurigancho, provincia y departamento de Lima, a la altura del km. 19.5 de la carretera central, en la margen derecha del río Rímac, entre las coordenadas UTM.*

*8'673,900 a 8'675,700 coordenadas Norte*

*299,700 a 300,850 coordenadas Este*

*Dichos asentamiento y asociaciones limitan por el Norte con el cerro el Algarrobo, al Sur con terrenos agrícolas y el río Rímac; al Oeste con el cerro la Parra y terrenos de la Universidad Unión Incaica y por el Este con terrenos agrícolas y el centro recreacional de la Policía Nacional.*

#### **2.2 TOPOGRAFIA.-**

*La topografía en la zona de estudio es accidentada las cotas topográficas varían desde los 525 m.s.n.m. hasta los 670 m.s. n.m. en una longitud horizontal aproximada de 1750 m., lo cual da una pendiente promedio de 8.28%.*

*Estas características obligan a que el área sea dividida en varias zonas de presión y que el abastecimiento de agua se efectúe mediante bombeo y rebombeo.*

#### **2.3 TIPO DE SUELO.-**

*De acuerdo al estudio de suelos realizados, el área del proyecto presenta las siguientes características:*

*Los reservorios se cimentarán sobre roca andesita, de grano fino, masiva, dura, sana, cuya capacidad portante es superior a los 10 Kg/cm<sup>2</sup>. De los resultados*

obtenidos en el análisis químicos, no existen problemas de lixiviación, de ataque al acero estructural, al concreto y debido a los bajos porcentajes obtenidos en la determinación de S.S.T,CL y  $SO_4$ , respectivamente.

Las tuberías de agua se instalarán en los diferentes tipos de suelo que presenta cada habilitación urbana, así por ejemplo en el Centro Poblado Virgen del Carmen la clasificación de suelos varía de Gravas Limosas (GM) a Gravas Limosas bien graduadas (GM-GM), en la Asoc. de Viv. La Era, A.H. El Inti, Asoc. Viv. Unión Incaica, Los Pinos, Asoc. Viv. San Francisco y parte baja del A.H. San Francisco cuya clasificación varía de Gravas Arcillosas (GC) a Arcillas Inorgánicas (CL); en el A.H. San Francisco y A.H. Las Colinas de San Francisco, los suelos varían de Arenas Limosas (SM) a Gravas Limosas (GM).

#### 2.4 CLIMA.-

El clima en este área es notoriamente diferente a lo que ocurre en los demás distritos de la gran Lima. Durante la estación de invierno generalmente se presentan días de sol.

De acuerdo a la información tomada del SENAMHI (Estación de Ñaña) las condiciones climatológicas de la zona son las siguientes:

Temperatura máxima media mensual	: 22.3 °C (Marzo)
Temperatura mínima media mensual	: 15.2 °C (Agosto)
Humedad relativa máxima media mensual	: 89.7% (Julio)
Humedad relativa mínima media mensual	: 80.2% (Marzo)
Precipitación máxima media mensual	1.7 mm (Marzo)
Precipitación mínima media mensual	0.0 mm (Jun-Set)

Se presentan vientos nulos en las mañanas y en las noches, no así al medio día donde se registran los valores máximos predominando la dirección Norte-Este.

En los cuadros N° 2.1, N° 2.2 y N° 2.3 Se presentan los registros de las temperaturas media mensual, humedad relativa media mensual y precipitación media mensual respectivamente, correspondientes a los últimos años.



CUADRO No. 2.1 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN ÑAÑA

UNID : C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDI
1964	-	-	-	21,0	17,8	15,3	13,6	14,3	16,1	16,5	18,4	19,5	-
1965	22,1	22,6	22,6	21,2	18,7	17,6	16,4	16,1	15,5	16,6	17,9	18,7	18,8
1966	21,2	22,1	21,9	20,7	17,4	15,0	14,2	14,2	15,5	16,7	17,2	19,2	17,9
1967	21,0	22,3	22,6	22,5	19,7	15,5	13,7	14,2	15,8	16,5	17,1	19,8	18,4
1968	20,8	20,5	22,2	22,3	20,0	19,4	16,0	15,4	15,3	17,4	17,8	-	-
1969	20,6	21,0	21,2	22,5	18,7	-	15,2	-	15,8	17,6	17,2	-	-
1970	21,9	22,3	22,5	21,1	18,0	15,7	14,1	15,4	15,9	16,9	17,5	19,2	18,4
1971	21,0	22,0	22,2	20,7	15,8	14,1	13,2	13,5	14,9	15,7	17,9	19,9	17,6
1972	21,4	22,6	22,9	19,8	18,5	18,0	17,2	16,5	16,0	16,8	18,0	20,5	19,0
1973	22,2	23,0	23,0	21,1	18,8	15,7	14,3	15,0	15,1	15,9	16,7	18,1	18,2
1974	20,1	22,1	22,5	21,0	17,4	14,9	14,7	14,6	14,9	16,0	17,8	19,4	18,0
1975	21,2	22,5	22,4	20,4	17,0	15,3	14,1	14,4	14,5	16,3	16,5	18,9	17,8
1976	21,6	22,6	22,1	20,1	18,5	17,3	16,2	15,7	15,1	16,2	17,6	20,9	18,7
1977	22,3	23,2	23,1	21,7	18,7	16,1	15,5	15,2	16,4	16,7	18,0	20,2	18,9
1978	21,7	22,5	22,3	20,1	18,2	15,1	14,5	14,8	15,7	16,7	18,9	20,1	18,4
1979	21,8	22,6	22,2	20,7	18,2	16,0	15,5	16,5	16,2	17,0	17,7	20,2	18,7
1980	21,9	22,5	23,3	23,1	20,1	17,3	15,8	15,5	16,3	17,5	18,0	19,7	19,3
1981	-	23,2	23,5	22,1	18,1	15,7	15,5	15,3	16,2	18,0	18,8	20,6	-
1982	22,2	23,5	22,9	21,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	23,3	22,0	19,5	-	17,2	17,8	-	-	-
1984	18,1	18,3	18,4	19,3	-	17,9	17,6	17,6	16,8	-	-	-	-
<b>MEDIA</b>	<b>21,3</b>	<b>22,2</b>	<b>22,3</b>	<b>22,2</b>	<b>18,6</b>	<b>17,4</b>	<b>15,3</b>	<b>15,2</b>	<b>15,8</b>	<b>16,8</b>	<b>17,7</b>	<b>16,6</b>	<b>18,4</b>

FUENTE : SENAMHI

ESTACION : ÑAÑA

**CUADRO No. 2.2 HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL EN NAÑA**

**UNID : %**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964	-	-	-	75.8	84.6	87.8	90.5	91.2	85.1	85.4	82.7	83.8	-
1965	76.6	75.1	82.5	83.7	86.1	86.7	87.3	85.3	89.1	87.5	84.8	84.8	84.1
1966	83.2	79.2	79.8	79.7	86.5	89.3	91.9	92.5	90.0	90.2	90.2	88.1	86.7
1967	86.9	83.1	81.7	78.9	85.7	88.8	91.2	19.6	84.2	84.3	80.6	79.1	84.5
1968	83.5	76.5	76.2	79.2	81.8	84.6	86.7	84.7	87.9	83.1	82.1	-	-
1969	78.9	85.2	84.4	79.7	85.3	-	88.2	-	84.6	84.1	81.1	-	-
1970	83.5	84.4	82.5	86.4	91.4	94.2	94.5	95.6	94.2	93.5	93.5	92.5	90.5
1971	85.3	80.7	80.7	82.1	90.9	92.0	93.0	82.4	88.0	84.8	84.7	84.0	86.6
1972	79.8	78.1	78.5	85.6	86.3	88.4	90.8	92.5	92.4	92.7	90.1	88.4	87.0
1973	90.4	86.6	82.9	82.6	85.8	91.2	91.5	89.6	87.3	86.4	85.5	84.8	87.1
1974	84.5	81.4	73.8	76.1	86.7	92.9	90.6	91.9	92.5	90.4	91.8	90.9	87.0
1975	86.8	81.9	82.8	86.9	89.4	89.6	87.8	90.7	89.2	87.2	87.9	86.4	87.2
1976	82.9	81.1	80.1	86.5	88.3	90.0	87.6	85.7	90.9	89.6	90.8	87.9	86.8
1977	88.6	85.3	84.2	84.7	90.4	92.2	91.6	90.6	89.9	88.4	89.0	83.6	88.2
1978	80.9	81.8	81.2	84.6	86.9	90.8	89.9	91.9	88.9	90.3	87.0	84.5	86.6
1979	83.8	79.4	84.4	83.4	88.0	89.4	90.6	89.9	90.2	87.7	86.5	84.3	86.5
1980	81.1	78.5	77.2	77.8	83.2	87.0	88.4	86.4	83.4	82.6	83.8	81.4	82.6
1981	-	73.0	73.8	75.2	80.9	86.2	90.4	90.7	88.5	82.6	83.2	78.4	75.2
1982	77.4	74.7	73.7	75.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	85.3	86.9	85.5	-	83.9	82.0	-	-	-
1984	83.4	84.7	84.2	76.7	-	82.8	85.8	77.2	80.5	-	-	-	-
<b>MEDIA</b>	<b>83.2</b>	<b>80.6</b>	<b>80.2</b>	<b>81.1</b>	<b>86.5</b>	<b>89.0</b>	<b>89.7</b>	<b>89.4</b>	<b>88.0</b>	<b>87.0</b>	<b>86.4</b>	<b>85.2</b>	<b>85.5</b>

FUENTE : SENAHU

ESTACION : Naña

**CUADRO No. 2.3 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN ÑAÑA**

**UNID - mm**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6
1965	0,0	0,6	0,7	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,7	3,6
1966	2,9	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,5	1,5	2,0	8,7
1967	5,0	6,1	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2
1968	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
1969	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	-
1970	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
1971	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
1972	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-
1973	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-
1974	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,4
1975	0,8	0,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7
1976	8,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	10,8
1977	1,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	2,9
1978	0,0	0,0	1,5	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
1979	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
1980	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
1981	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	-
1982	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-
1984	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-
<b>MEDIA</b>	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>4,6</b>

FUENTE : SENAHU

ESTACION : Naña

## **2.5 MEDIOS DE COMUNICACION**

*La única principal vía de entre el centro de Lima y la zona del proyecto es a través de la carretera central a la cual confluyen avenidas de gran importancia como la Av. Grau, La vía de evitamiento, y la Av. Javier Prado las cuales se intersectan en el Óvalo de Santa Anita. Todas estas vías están asfaltadas y presentan actualmente condiciones óptimas por el mantenimiento que se les brinda.*

*El ingreso a las habilitaciones urbanas que comprende el proyecto es a la altura del Km.19.5 de la carretera central; frente al puente Ñaña, de donde se continua por una carretera, también asfaltada, y de ésta, se va a cada sector poblacional por trochas carrozables. El medio de transporte que se utiliza es el servicio de mototaxis, una sola línea de camionetas rurales con ruta R-275 y vehículos privados.*

*El área en estudio no cuenta aún con servicio telefónico público ni privado. Sólo existe el servicio de teléfono celular. Las cabinas públicas más cercanas se encuentran en la urbanización de Ñaña. Tampoco existen oficinas de correos.*

## **2.6 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICO.**

*El estudio socio económico de las habilitaciones urbanas en estudio se ha efectuado en base a la información obtenida en forma directa a través de encuestas realizadas a las viviendas de cada sector.*

*En términos generales se pueden definir a estos sectores como pertenecientes a una clase social baja.*

### **2.6.1 FUENTES DE TRABAJO.**

*Respecto a éste punto se enfocará en forma global las actividades a las cuales se dedican los pobladores de los Asentamientos Humanos; Se presentan las principales actividades en orden de prioridad:*

- Comercio :

*dedicadas al pequeño comercio como son: venta de abarrotes, comercio ambulatorio, restaurantes, servicio de transporte; entre otras.*

- Agricultura :

*Cultivo de artículos de pan llevar y de árboles frutales.*

- Construcción y afines:

*dedicados a ésta actividad en sitios aledaños.*

- Textiles y afines :

*fuera de la zona urbana en estudio.*

*En pequeña escala se dedican al ejercicio de oficios de : talleres de mecánica, carpintería, metálica, etc.*

## **2.7 ASPECTO URBANO Y SERVICIOS PUBLICOS EXISTENTES.**

*El área en estudio se proyecta para ser una zona urbana conforme a las normas urbanísticas contemporáneas, con todos los servicios indispensables como son; centros de compras, de salud, religiosos, educacionales, recreativas (lozas deportivas), colegios (nido-jardín-primaria y secundaria), parques y locales de servicios comunales.*

*Referente a la estructura físico-urbano, el área actualmente ocupada por las habilitaciones urbanas es del orden de 107.35 Ha de las cuales 50.7 Ha. están destinadas a viviendas representando una densidad promedio de 169.49 habitantes/Ha.*

*Con respecto al esquema de desarrollo del área urbana que comprende la actual estructuración, se establece que: el Centro Poblado Virgen del Carmen cuenta con el 62% de la población total y con una densidad demográfica de 157.28 hab/Ha, el A.H. El Inti con 9.24% y 224.58 Hab /Ha, la Asociación de Vivienda Unión Incaica con el 3.43% y 139.81 hab/Ha., la Asociación de Vivienda Villa la Era con el 1.51% y con 146.06 hab/Ha, el A.H. Los Pinos con el 1.16% y 38.61 hab/Ha, la Asociación de Vivienda San Francisco con 4.82% y 364.04 hab/Ha, el A.H San Francisco con 11.68%*

y 417. 01 hab/Ha, y el A.H Las Colinas con 6.16% y 62.13 hab/Ha.

En cuanto a los servicios existentes en el área que comprende el proyecto se tiene:

Servicio de alumbrado público y domiciliario en el centro poblado Virgen del Carmen, El Inti, Villa La Era y los Pinos; y en los demás habilitaciones se encuentran en proceso de instalación. Se cuenta con 1 colegio (Primaria y Secundaria); 3 escuelas de inicial; dos postas médicas, 1 mercado, 2 parroquias y 3 losas deportivas.

## 2.8 PREVALESCENCIA DE ENFERMEDADES EN LA ZONA.

Se ha resumido la información obtenida de la unidad de Estadística e Informática de las UTES 02 Lurigancho-Chosica, quien procesa la información recogida de las postas médicas que operan en el área del proyecto; obteniéndose los resultados que se muestran en el cuadro N° 2.4

**CUADRO 2.4**  
**RELACION DE ENFERMEDADES VINCULADAS CON LAS CONDICIONES DE**  
**SANEAMIENTO, EN EL AÑO 1994.**

DESCRIPCION	Nº CASOS
1.- Fiebre Tifoidea y Paratifoidea.	24
2.- Disentería y Gastroenteritis.	238
3.- Resto de enfermedades infecciosas y parasitarias.	147
4.- Enfermedades del Aparato Digestivo.	183
<b>SUB-TOTAL DE CASOS</b>	<b>592</b>
<b>TOTAL de casos en la zona</b>	<b>5,574</b>
<b>% de casos de enfermedades vinculadas con condiciones de saneamiento sobre el total de enfermedades.</b>	<b>10.62 %</b>

---

*En el cuadro 2.4 se puede apreciar que la incidencia de atención de enfermedades vinculadas a las deficiencias del servicio de agua potable y alcantarillado o sea aquellas de origen hídrico durante el año 1994 respecto al total de las enfermedades es alta arrojando un promedio anual de 10.62%*

## **CAPITULO III**

# **DATOS BASICOS PARA EL DISEÑO**

### **3.1 PERIODO DE DISEÑO**

### **3.2 POBLACION**

#### **3.2.1 DETERMINACION DE LA POBLACION DE DISEÑO PARA EL PROYECTO**

#### **3.2.2 POBLACION DE DISEÑO POR HABILITACIONES**

### **3.3 ELECCION DE LA DOTACION**

### **3.4 VARIACIONES DE CONSUMO**

#### **3.4.1 VARIACIONES DIARIAS**

#### **3.4.2 VARIACIONES HORARIAS**

### **3.5 CAUDALES DE DISEÑO**

#### **3.5.1 CAUDAL PROMEDIO**

#### **3.5.2 CAUDAL MAXIMO DIARIO**

#### **3.5.3 CAUDAL MAXIMO HORARIO**

### **3.6 VOLUMENES DE ALMACENAMIENTO**

### **3.7 REQUERIMIENTO POR HABILITACIONES**

#### **3.7.1 CARACTERISTICAS DE LA LOTIZACION**

#### **3.7.2 CUADRO DE REQUERIMIENTOS**

### **3.8 REQUERIMIENTOS POR ZONAS DE PRESION**



## CAPITULO III

### DATOS BASICOS PARA EL DISEÑO

#### 3.1 PERIODO DE DISEÑO

Un factor importante para la determinación del período de diseño es el factor económico y financiero. Es necesario determinar los períodos de diseño óptimo para cada uno de los componentes del sistema. Donald L. Laurila, desarrollo un modelo matemático para analizar los períodos de diseño óptimos. El período de diseño se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$X_i = \frac{2.6 (1 - a)^{i \cdot 12}}{i} \quad \dots (3.1)$$

Donde:

- $X_i$  = Período de diseño óptimo
- $a$  = Factor de Economía de Escala
- $i$  = Costo de oportunidad del capital a valores reales.

Los valores del factor economía de escala para los diversos componentes del sistema son:

- La línea de conducción, Impulsión y planta de Bombeo = 0.4
- Redes de Agua Potable y Alcantarillado = 0.3
- Reservorio = 0.6

El costo de oportunidad del capital ha sido tomado como el 12% a valores reales.

Al aplicar la fórmula (3.1) resulta que los períodos óptimos de diseño son los siguientes:

- Línea de Conducción, Impulsión y planta de Bombeo – 13 años
- Redes de Agua Potable y Alcantarillado – 15 años
- Reservorios = 08 años

Según el Reglamento Nacional de Construcciones, Anexo N°3, Título II, indica que para

*proyectos de Agua Potable en localidades urbanas (Norma 3-II-II-II-); el período recomendable de las etapas constructivas son:*

- a) Para poblaciones de 2,000 hasta 20,000 habitantes se considerará de 15 años.*
- b) Poblaciones de 20,000 a más habitantes se considerará de 10 años.*

*Para el presente estudio se considerará un período de diseño de 15 años.*

## **3.2 POBLACION**

### **3.2.1 DETERMINACION DE LA POBLACION DE DISEÑO PARA EL PROYECTO**

*La zona en estudio tiene un desarrollo urbano con posibilidades de expandirse. Al no disponer de datos de población en el área que comprende el proyecto; el cálculo de la población se efectuará a partir del análisis poblacional para el distrito de Lurigancho-Chosica, considerando que la ley de crecimiento poblacional de la zona en estudio será similar al distrito en mención.*

*Para el desarrollo del análisis poblacional desarrollaremos los siguientes métodos:*

- Método geométrico*
- Método de la parábola de 2° grado*
- Método de interés simple*
- Métodos de incrementos variables*
- Método de la mejor adherencia*
- Método del crecimiento geométrico del Perú*

*Para el análisis de los métodos se tendrá presente los censos de los años anteriores del distrito Chosica-Lurigancho*

**CENSOS DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO**

AÑO	POBLACION CENSADA
1961	25,248
1972	51,366
1981	65,139
1993	100,240

**A. - METODO GEOMETRICO**

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

Donde :

$Pf$  = Población futura al cabo de  $t$  años

$Po$  = Población inicial

$i$  = Tasa de crecimiento

$t$  = Tiempo en años entre  $Po$  y  $Pf$

Despejando la tasa de crecimiento se tiene:

$$i = (Pf/Pi)^{1/t} - 1$$

1.- Tomando los años 1961 y 1972

$$i = ( 51,366 / 25,248)^{1/11} - 1 = 6.67\%$$

2.- Tomando los años 1972 y 1981

$$i = ( 65,139 / 51,366)^{1/9} - 1 = 2.67\%$$

3.- Tomando los años 1961 y 1981

$$i = (100,240 / 25,248)^{1/20} - 1 = 3.66\%$$

4.- Tomando los años 1961 y 1981

$$i = ( 65,139 / 25,248)^{1/20} - 1 = 4.85\%$$

5.- Tomando los años 1961 y 1993

$$i = (100,240 / 25,248)^{1/32} - 1 = 4.40\%$$

6.- Tomando los años 1972 y 1993

$$i = (100,240 / 51,366)^{1/21} - 1 = 3.23\%$$

7.- Tomando el promedio geométrico

$$i = (6.67 * 2.67 * 3.66)^{1/3} = 4.02\%$$

Ordenando los valores obtenidos de las tasas :

$$Pf1 = 100,240 ( 1 + 0.0667)^t$$

$$Pf2 = 100,240 ( 1 + 0.0267)^t$$

$$Pf3 = 100,240 ( 1 + 0.0366)^t$$

$$Pf4 = 100,240 ( 1 + 0.0485)^t$$

$$Pf5 = 100,240 ( 1 + 0.0440)^t$$

$$Pf6 = 100,240 ( 1 + 0.0323)^t$$

$$Pf7 = 100,240 ( 1 + 0.0402)^t$$

La Población Progresiva será :

AÑO	t (años)	POBLACION CENSADA	POBLACION PROGRESIVA						
			Pf1	Pf2	Pf3	Pf4	Pf5	Pf6	Pf7
1993	0	100,240	100,240	100,240	100,240	100,240	100,240	100,240	100,240
1981	-12	65,139	46,188	73,067	65,119	56,783	59,791	68,449	62,465
1972	-21	51,366	25,832	57,640	47,120	37,077	40,582	51,418	43,811
1961	-32	25,248	12,697	43,137	31,731	22,021	25,271	36,245	28,399

Del análisis de curvas (ver Fig. 3.1 Método Geométrico), se elige la curva:

$$Pf6 - 100,240 (1 + 0.0323)^t$$



**B.- METODO PARABOLA DE SEGUNDO GRADO:**

*Método basado en el crecimiento poblacional mediante la ecuación:*

$$Y = A + BX^2 + CX$$

*Donde :*

*Y = Población en el año X*

*X = Número de años en el intervalo considerado*

*A = Población en el año base*

*B,C = Parámetros a determinarse.*

*Considerando las variaciones de los años censales tenemos:*

*I.- Tomando los años 1961, 1972 y 1981*

AÑO CENSAL	X	X <sup>2</sup>	Y
1961	0	0	25,248
1972	11	121	51,366
1981	20	400	100,240

*Para 1961, 25,248 = A + B(0) + C(0)*

$$A = 25,248$$

*Para 1972, 51,366 = 25,248 + 11B + 121C ....(1)*

*Para 1981, 65,139 = 25,248 + 20B + 400C ....(2)*

*Resolviendo (1) y (2) :*

$$B = 2838.56$$

$$C = -42.20$$

*Entonces se tiene*

$$YI = 25,248 + 2838.56X - 42.20X^2$$

2.- Tomando los años 1961, 1972 y 1993

AÑO	X	X <sup>2</sup>	Y
1961	0	0	25,248
1972	11	121	51,366
1981	32	1024	100,240

Para 1961,  $25,248 = A + B(0) + C(0)$

$$A = 25,248$$

Para 1972,  $51,366 = 25,248 + 11B + 121C \dots (1)$

Para 1993,  $100,240 = 25,248 + 32B + 1024C \dots (2)$

Resolviendo (1) y (2) se tiene :

$$B = 2390.53$$

$$C = -1.47$$

Entonces se tiene :

$$Y_2 = 25,248 + 2390.53 - 1.47X^2$$

3.- Tomando los años 1961, 1981 y 1993

AÑO CENSAL	X	X	Y
1961	0	0	25,248
1981	20	400	65,139
1993	32	1024	100,240

Para 1961,  $25,248 = A + B(0) + C(0)$

$$A = 25,248$$

Para 1981,  $65,139 = 25,248 + 20B + 400C \dots (1)$

$100,240 = 25,248 + 32B + 1024C \dots (2)$

Resolviendo (1) y (2) se tiene :

$$B = 1412.95$$

$$C = 29.08$$

Entonces se tiene

$$Y_3 = 25,248 + 1412.95 X + 29.08X^2$$

4.- Tomando los años 1972, 1981 y 1993

AÑO CENSAL	X	X <sup>2</sup>	Y
1972	0	0	51,366
1981	9	81	65,139
1993	21	441	100,240

Para 1972,  $51,366 = A + B(0) + C(0)$

$$A = 51,366$$

Para 1981,  $65,139 = 51,366 + 9B + 81C \dots(1)$

$100,240 = 51,366 + 21B + 441C \dots(2)$

Resolviendo se tiene

$$B = 932.55$$

$$C = 66.42$$

Entonces se tiene

$$Y_4 = 51,366 + 932.55X + 66.42X^2$$



Resumiendo las curvas se tiene :

$$Y_1 = 25,248 + 2838.56X - 42.20X^2$$

$$Y_2 = 25,248 + 2390.53 - 1.47X^2$$

$$Y_3 = 25,248 + 1412.95X + 29.08X^2$$

$$Y_4 = 51,366 + 932.55X + 66.42X^2$$

AÑO	t (años)	POBLACION CFENSADA	Y1	Corregida 93	Y2	Y3	Año	Y4
1961	0	25,248	25,248	52,619	25,248	25,248	-11	49,145
1972	11	51,366	51,366	78,737	51,366	44,309	0	51,366
1981	20	65,139	65,139	92,510	72,471	65,139	9	65,139
1993	32	100,240	72,869	100,240	100,240	100,240	21	100,240

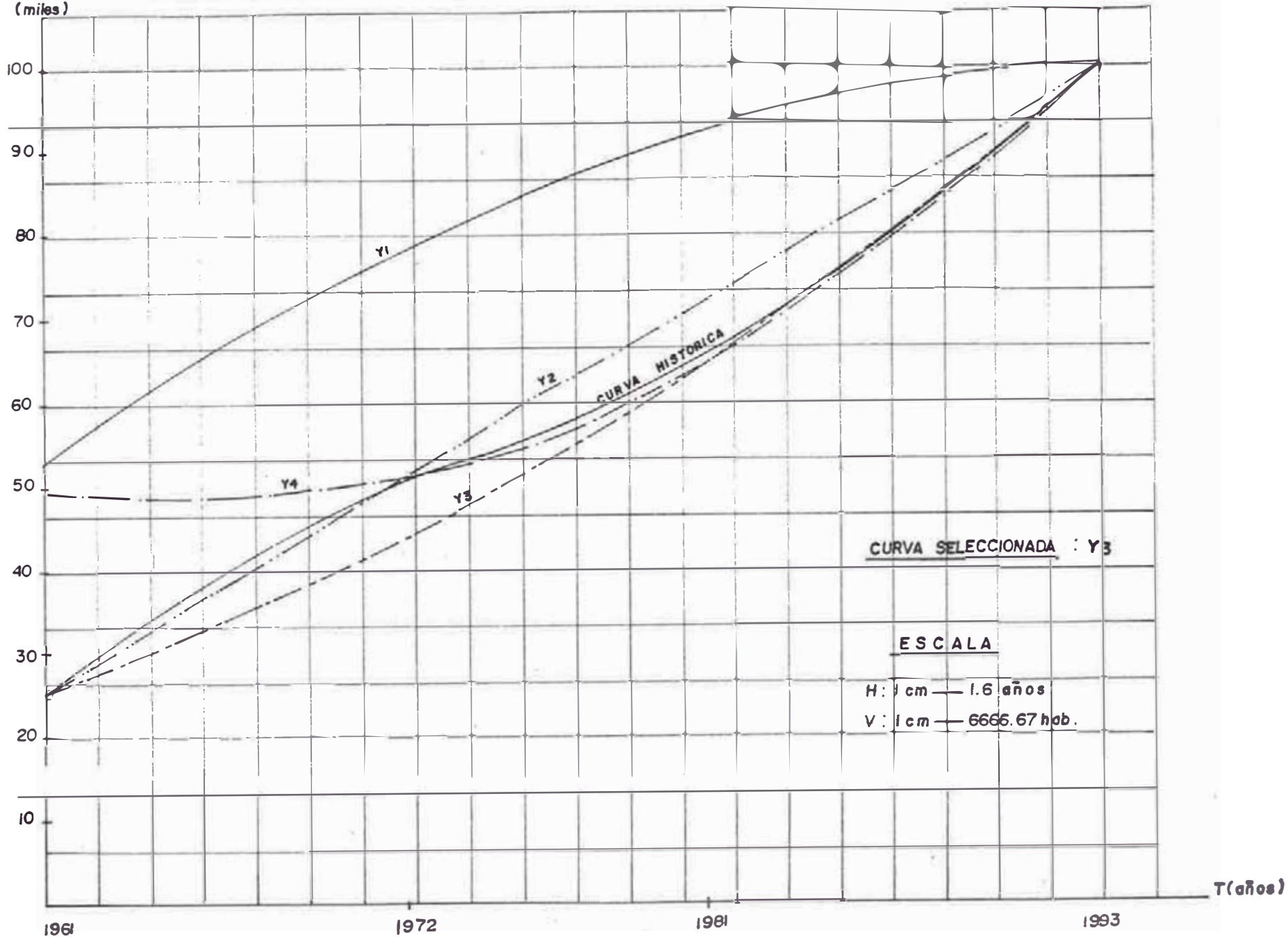
Del análisis de curvas (Ver Fig. 3.2 Parábola de 2º grado)

Se elige la curva:

$$Y3 = 25,248 + 1412.95X + 29.08X^2$$

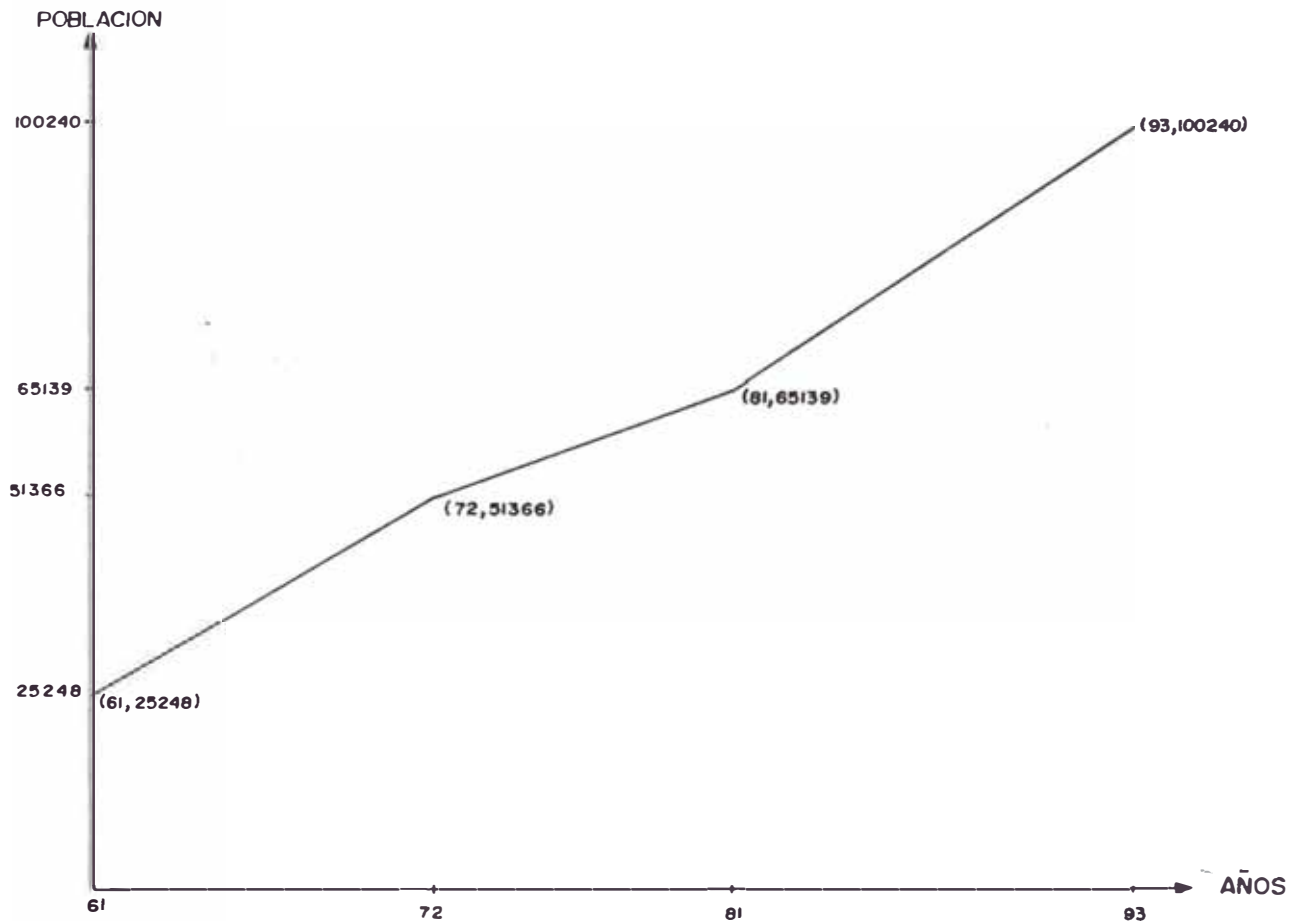
POBLACION  
(miles)

**FIG.3.2 METODO DE LA PARABOLA DE 2º GRADO**



**C. - MÉTODOS DE LOS INCREMENTOS VARIABLES.**

**Fig. 3.3**



De la Fig. 3.3 se pueden sacar las siguientes rectas :

1.- 1961 y 1972       $(X-61) / (y-25248) = (72-61) / (51366-25248)$

de donde :

$$Y1 = 2374.36 X - 119588.18$$

2.- 1972 y 1981       $(X-72) / (y-51366) = (81-72) / (65139-51366)$

de donde :

$$Y2 = 1530.33X - 58818$$

$$3.- 1981 \text{ y } 1993 \quad (X-81) / (y-65,139) = (93-81) / (100240 - 65139)$$

de donde :

$$Y_3 = 2925.08X - 171792.75$$

(A) Reemplazando valores en las ecuaciones se tiene:

$$Y_{1963} = 2374.36(63) - 119588.18 = 29997$$

$$Y_{1973} = 1530.33(73) - 58818 = 52896$$

$$Y_{1983} = 2925.08(83) - 171792.75 = 70989$$

De donde decimos que :

AÑO	TIEMPO	POBLACION CENSADA
1963	-3	29997
1973	-2	52896
1983	-1	70989
1993	0	100240
	(m)	

La ecuación del método de los incrementos variables se representa por la siguiente expresión :

$$P_t = P_n + m \triangle_1 P + m \frac{(m+1)}{2} * \triangle_2 P$$

$\triangle_1 P$  y  $\triangle_2 P$  se define como :

$$\triangle_1 P = (P_n - P_0)/(n-1)$$

$$\triangle_2 P = ((P_1 - P_{n-1}) - (P_1 - P_0))/(m-2)$$

donde:

$P_t$  = población futura en el año  $t$

$P_n$  = población última de referencia (último censo)

$m$  = número de intervalos de tiempo de  $P_n$  a  $P_t$

$\triangle_1 P =$  promedio de los intervalos variables de población

$P_0 =$  población inicial ( año de partida)

$n =$  número de clases con 10 años de intervalo entre dosis

$\triangle_2 P =$  promedio de los incrementos variables de población

$P_{n-1} =$  población penúltima de referencia

$P_1 =$  población siguiente a la  $P_0$ .

(B)

Reemplazando los valores se obtiene lo siguiente:

$$\triangle_1 P = (100240 - 25248)/(4-1) = 24977$$

$$\triangle_2 P = (100240 - 70989) - (52896 - 29997)/(4 - 2) = 3176$$

Entonces la ecuación obtenida será :

$$P_t = 100240 + 24997m + 1588m(m+1)$$

Para los valores de "m" en décadas se obtiene :

AÑO	TIEMPO	POBLACION CENSADA	$P_t$
1963	-3	29997	34777
1973	-2	52896	53422
1983	-1	70989	75243
1993	0	100240	100240
	(m)		

#### D.- METODO DE INTERES SIMPLE

$$P_f = P_0 ( 1 + it)$$

De donde se obtiene

$$i = (P_f/P_0 - 1)/t$$

Considerando los años siguientes :

$$1.- 1961 - 1972: i = ((51366/25248)-1)/11 = 9.40\%$$

$$2.- 1972 - 1981: i = ((65139/51366)-1)/9 = 2.98\%$$

$$3.- 1981 - 1993: i = ((100240/65139)-1)/12 = 4.49\%$$

$$4.- 1961 - 1981: i = ((65139/25248)-1)/20 = 7.90\%$$

$$5.- 1961 - 1993: i = ((100240/25248)-1)/32 = 9.28\%$$

$$6.- 1972 - 1993: i = ((100240/51366)-1)/21 = 4.53\%$$

7.- Tomando el promedio ponderado :

$$i = (9.40 \times 2.98 \times 9 + 4.49 \times 12)/(11 + 9 + 12) = 5.75\%$$

Reemplazando en la fórmula

$$Pf_1 = 100,240 (1 + 0.094t)$$

$$Pf_2 = 100,240 (1 + 0.0298t)$$

$$Pf_3 = 100,240 (1 + 0.449t)$$

$$Pf_4 = 100,240 (1 + 0.0790t)$$

$$Pf_5 = 100,240 (1 + 0.0928t)$$

$$Pf_6 = 100,240 (1 + 0.0453t)$$

$$Pf_7 = 100,240 (1 + 0.0575t)$$

AÑO	t (años)	POBLACION CENSADA	POBLACION PROGRESIVA						
			Pf1	Pf2	Pf3	Pf4	Pf5	Pf6	Pf7
1993	0	100240	100240	100240	100240	100240	100240	100240	100240
1981	-12	65139	----	64394	46231	5212	----	45750	31074
1972	-21	51366	----	37510	5724	----	----	4882	----
1961	-32	25248	----	4651	----	----	----	----	----

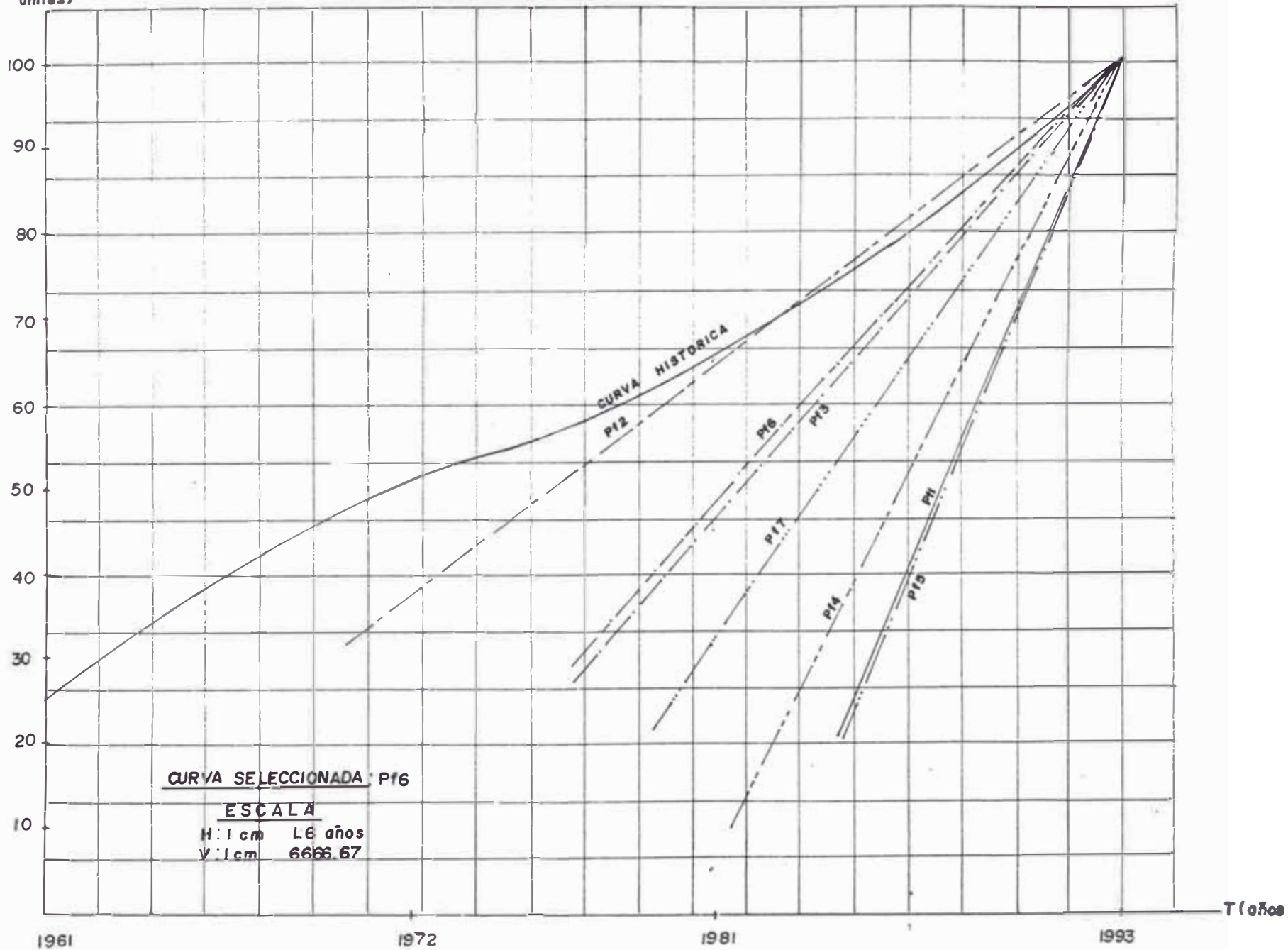
Nota: los (----) representan valores negativos.

Del análisis de curvas (ver Fig. 3.4 Interés Simple) se elige la curva :

$$Pf_6 = 100,240 (1 + 0.0298t)$$

**FIG. 3.4 METODO DEL INTERES SIMPLE**

POBLACION  
(miles)



**E.- METODO DE CRECIMIENTO GEOMETRICO DEL PERU**

Considerando los datos siguientes :

AÑO	POBLACION CENSADA
1961	9'906,746
1972	13'538,208
1981	17'005,210
1993	22'639,443

Aplicamos la siguiente ecuación :

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

Despejando  $i$

$$i = (Pf/Pi)^{1/t} - 1$$

Donde :

$Pf$  = población final

$Pi$  = población del año base

$i$  = tasa de crecimiento geométrico

$t$  = tiempo en años

Consideramos los siguientes años :

1.- 1961 - 1972

$$i = (13'538,208/9'906,744)^{1/11} - 1 = 2.88\%$$

2.- 1972 - 1981

$$i = (17'005,210/13'538,208)^{1/8} - 1 = 2.57\%$$

3.- 1981 - 1993

$$i = (22'639,443/17'005,210)^{1/12} - 1 = 2.41\%$$



4.- Tomando el promedio geométrico de los valores encontrados

$$i = 3 (2.25 \times 2.89 \times 2.57 \times 2.41)^{1/2} = 2.54\%$$

Aplicando esta última tasa a los datos del distrito de Lurigancho-Chosica en base al año 1993 se tendrá lo siguiente :

$$Pf = 100,240 (1 + 0.0254)^t$$

AÑO	POBLACION CENSADA	TIEMPO	POBLACION
1940	-	-53	26,803
1950	-	-43	34,377
1961	25,248	-32	45,202
1972	51,366	-21	59,437
1981	65,139	-12	74,360
1993	100,240	0	100,240

#### **F.- METODO DE LA MEJOR ADHERENCIA**

Su expresión general es :

$$Pf = A * B^t$$

Donde : A,B son constantes

Tomando logaritmos a ambos miembros

$$\text{Log Pf} = \text{Log A} + t * \text{log B}$$

Aproximado a una regresión lineal se tiene :

$$Y = \text{Log Pf}$$

$$a = \text{Log A}$$

$$X = t$$

$$b = \text{Log B}$$

De esto se tiene :  $Y = a + bX$

AÑO	Pf	X=t	Y=Log Pf	X <sup>2</sup>	XY
1961	25,248	0	4.4022	0	0
1972	51,366	11	4.7108	121	51.8188
1981	65,139	20	4.8138	400	96.2760
1993	100,240	32	5.0010	1024	100.3220
	Σ	63	18.9278	1545	308.1268

Se tiene las siguientes ecuaciones :

$$\Sigma Y = na + b \Sigma X$$

$$\Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2$$

Reemplazando valores se tiene :

$$18.9278 = 4a + 63b \dots (1)$$

$$308.1268 = 63a + 1545b \dots (2)$$

Resolviendo se obtiene

$$a = 4.4469$$

$$b = 0.0181$$

De los valores de "a" y "b" obtendremos las constantes :

$$A = \text{antilog } a = \text{antilog } 4.4469 = 27983.37$$

$$B = \text{antilog } b = \text{antilog } 0.0181 = 1.0426$$

Finalmente la ecuación quedará :

$$Pf = 27983.37 ( 1.0426 )^t$$

**RESUMEN DE LAS CURVAS SELECCIONADAS**

1.- Método geométrico :

$$Pf_6 = 100240 ( 1 + 0.0323 )^t$$

2.- Método de la parábola de segundo grado :

$$Y_3 = 25248 + 1412.95 X + 29.08X^2$$

3.- Método de los incrementos variables :

$$Pt = 100240 + 24997m + 1588 m (m+1)$$

4.- Método del interés simple

$$Pf_6 = 100,240 ( 1 + 0.0254t)$$

5.- Método del crecimiento geométrico

$$Pf = 100,240 ( 1 + 0.0254)^t$$

6.- Método de la mejor adherencia :

$$Pf = 27983.37 ( 1.0426)^t$$

**CALCULOS PARA LA PROYECCION 1993 A 2010**

1.- METODO GEOMETRICO

AÑO	t	POBLACION CENSADA
1993	0	100240
1995	2	106820
2000	7	125223
2005	12	146795
2010	17	172084

## 2.- METODO DE LA PARABOLA DE 2º GRADO

AÑO	<i>t</i>	POBLACION CENSADA
1993	32	100240
1995	34	106905
2000	39	124583
2005	44	143716
2010	49	164304

## 3.- METODO DE LOS INCREMENTOS VARIABLES

AÑO	<i>t</i>	POBLACION CENSADA
1993	0	100240
1995	0.2	105621
2000	0.7	119628
2005	1.2	134429
2010	1.7	150023

## 4.- METODO DEL INTERES SIMPLE

AÑO	<i>t</i>	POBLACION CENSADA
1993	0	100240
1995	2	109321
2000	7	132026
2005	12	154730
2010	17	177435

## 5.- METODO DE CRECIMIENTO GEOMETRICO DEL PERU

AÑO	<i>t</i>	POBLACION CENSADA
1993	0	100240
1995	2	105397
2000	7	119480
2005	12	135444
2010	17	153543

## 6.- METODO DE LA MEJOR ADHERENCIA

AÑO	<i>i</i>	POBLACION CENSADA
1993	.32	100240
1995	.34	115585
2000	.39	142394
2005	.44	175420
2010	.49	216107

Luego de graficar las seis curvas obtenidas (ver gráfico de curvas obtenidas) y comparando con la curva censada se llega a la conclusión que la curva más representativa es la obtenida por el **METODO GEOMETRICO**, ya que ésta es la que más se ajusta a la curva de crecimiento histórico del distrito de Lurigancho-Chosica; siendo la ecuación seleccionada la siguiente :

$$P_t = 100,240 (1 + 0.0323)^t$$

Entonces la tasa de crecimiento a considerar para el cálculo de la población futura en el período de diseño será :

$$i = 0.0323$$

Del 4º Censo Nacional de Vivienda se obtiene que el número de viviendas para el distrito de Lurigancho-Chosica para el año 1993 es de 21,324 viviendas.

Entonces, la densidad de habitante/vivienda en el distrito de Lurigancho-Chosica será:

$$\text{densidad} = 100240/21324 = 4.70 \text{ hab/viv.}$$

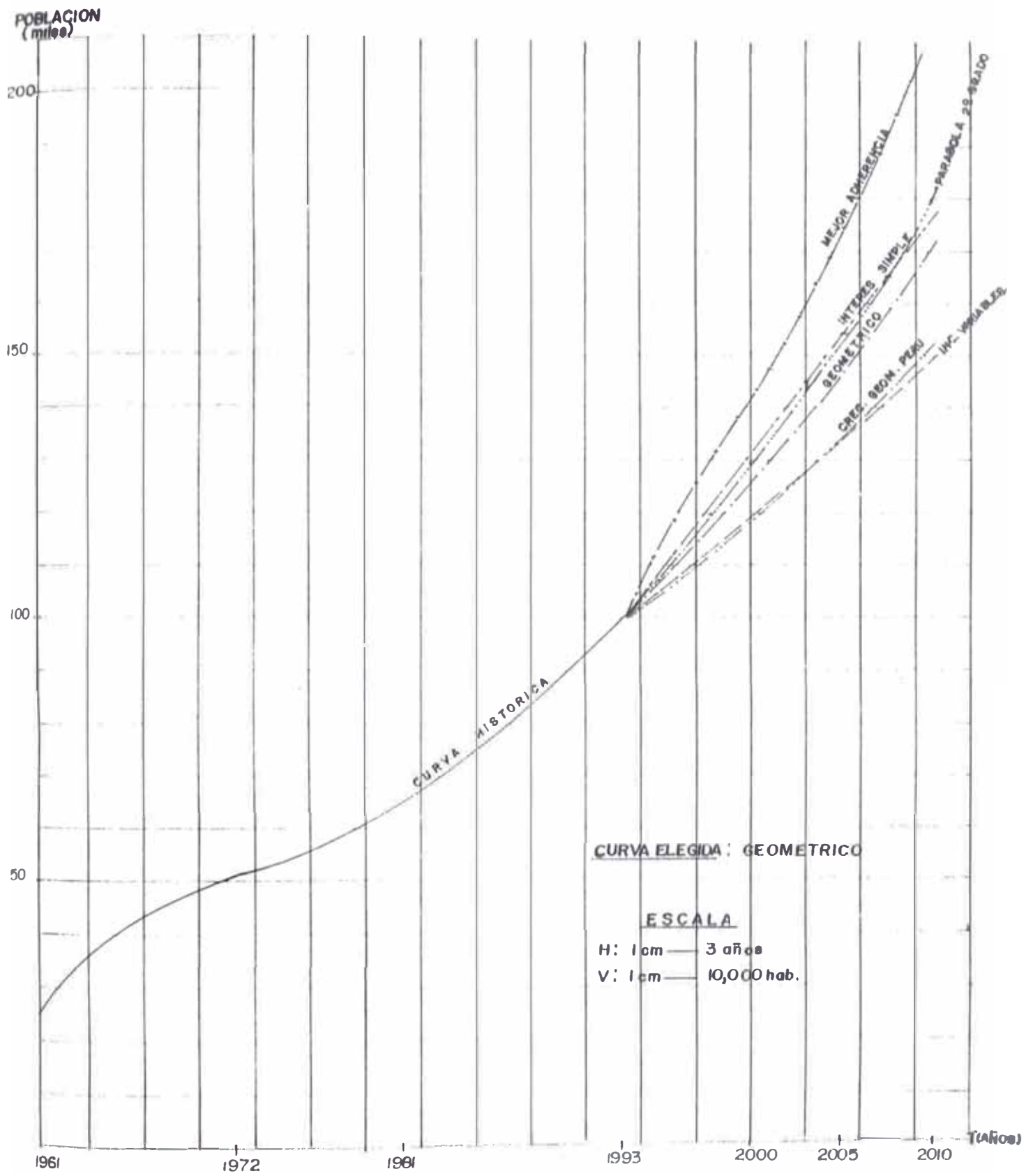
consideraremos :

$$\text{densidad} = 5 \text{ hab/viv.}$$

Considerando ésta misma densidad en el área del proyecto, podemos calcular su población actual de la siguiente manera

$$N^\circ \text{ lotes} = 1721$$

**FIG. 3.5 CURVAS SELECCIONADAS**



$$\text{densidad} = 5 \text{ hab/viv}$$

$$\text{población} = 1721 \text{ lot} \times 5 \text{ hab/lot.} = 8605 \text{ hab.}$$

Entonces

$$\text{Población actual} = 8605 \text{ hab.}$$

Teniendo en cuenta que el período de diseño es de 15 años y asumiendo que las obras estarían terminadas en 1 año aproximadamente y que éstas entrarán en servicio a fines de 1995 el horizonte del proyecto se fija en el año 2010.

La población estimada para el año 2010 se calculará a partir de la ecuación geométrica :

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

de donde :

$$Po = 8605 \text{ hab.}$$

$$t = 2010 - 1993 = 17 \text{ años}$$

$$i = 0.0323$$

Reemplazando valores se obtiene :

$$P_{2010} = 8605 (1+0.0323)^{17} = 14,772 \text{ hab.}$$

Entonces :

$$\text{Población Diseño}_{2010} = 14,772 \text{ hab.}$$

### 3.2.2 POBLACION DE DISEÑO POR IIABILITACIONES.

La población por habilitación para el período de diseño considerado (15 años) se determinará en base al porcentaje de población actual que tiene cada habilitación dentro del proyecto; dichos porcentajes se muestran en el cuadro N° 3.1. Conocida la población de diseño para el proyecto (14,772 hab.), el área útil de cada habilitación y considerando los mismos porcentajes se calculará la población y la densidad

poblacional de saturación (Hab/Ha) para el período de diseño considerado; los resultados obtenidos se señalan en el cuadro N° 3.2.

### 3.3 ELECCION DE LA DOTACION.-

La dotación promedio diaria anual por habitante deberá fijarse en base a un estudio de consumo técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas. Como en el área del proyecto no se cuenta con estudios de consumo, se consideran las dotaciones que señala el reglamento de SEDAPAL de acuerdo a la ubicación de los grupos habitacionales; siendo la siguiente :

<b>Tipo de Habitación</b>	<b>Dotación</b>
- Residencial(mayores de 120m <sup>2</sup> de área del lote)	250 lt/hab/día
- Popular (Hasta 120m <sup>2</sup> de área de Lote)	200 lt/hab/día
- Asentamiento Humanos y Pueblos Jóvenes	150 lt/hab/día

La dotación a considerarse será

**150 lt/hab/día.**

### 3.4 VARIACIONES DE CONSUMO

En un sistema público de abastecimiento de agua, la cantidad de agua consumida varía continuamente en función del tiempo, de las condiciones climáticas, costumbres de la población, etc. Las variaciones de consumo están representadas por el día de máximo consumo o máximo diario; y la hora de máximo consumo o máximo horario. Ambos expresan un porcentaje sobre el día promedio anual.

#### 3.4.1 VARIACIONES DIARIAS

Corresponde al consumo en el día de mayor incidencia, el cual puede ser el más caluroso o el de mayor actividad local en el año, se le denomina **Consumo Máximo**



**CUADRO No. 3.1 POBLACION ACTUAL POR HABILITACIONES**

HABILITACION	AREA UTIL (Ha)	No. LOTES	HAB/LOT	POBLACIO (Ha)	DENSIDAD (Hab/Ha)	%POBLACI
C.P. VIRGEN DEL CARMEN	33,92	1067	5	5335	157,28	62,00
A.H. EL INTI	3,54	159	5	795	224,58	9,24
ASOC. VIV. UNION INCAICA	2,11	59	5	295	139,81	3,43
ASOC. VIV. VILLA LA ERA	0,89	26	5	130	146,06	1,51
A.H. LOS PINOS	2,59	20	5	100	38,61	1,16
ASOC. VIV. SAN FRANCISCO	1,14	83	5	415	364,04	4,82
A.H. SAN FRANCISCO	2,41	201	5	1005	417,01	11,68
A. H. LAS COLINAS	4,17	106	5	530	62,13	6,16
<b>TOTAL :</b>	<b>50,77</b>	<b>1721</b>		<b>8605</b>		<b>100,00</b>

**CUADRO No. 3.2 POBLACION DE DISEÑO POR HABILITACIONES**

HABILITACION	AREA UTIL (Ha)	% POBLACIO	POBLACION (Hab)	DENSIDAD (Hab/Ha)
C.P. VIRGEN DEL CARMEN	33,92	62,00	9159	270,02
A.H. EL INTI	3,54	9,24	1365	385,59
ASOC. VIV. UNION INCAICA	2,11	3,43	507	240,28
ASOC. VIV. VILLA LA ERA	0,89	1,51	223	250,56
A.H. LOS PINOS	2,59	1,16	171	66,02
ASOC. VIV. SAN FRANCISCO	1,14	4,82	712	624,56
A.H. SAN FRANCISCO	2,41	11,68	1752	715,76
A. H. LAS COLINAS	4,17	6,16	910	218,22
<b>TOTAL :</b>	<b>50,77</b>	<b>100,00</b>	<b>14772</b>	

*diario y el rango de variación depende principalmente de las condiciones climáticas de la zona y de actividades o acontecimientos específicos.*

*El valor del coeficiente de Variación diaria puede fluctuar entre 1.2 y 2.5, adoptándose para nuestro medio el 130% de la demanda promedio anual.*

$$K_1 = 1.3$$

### **3.4.2 VARIACIONES HORARIAS**

*Se refiere a la variación de consumos durante el día, la cual se presenta con grandes fluctuaciones dependiendo de la actividad de sus pobladores, de la magnitud de la localidad y el conjunto de sus recursos productivos.*

*Dependiendo de las actividades básicas de la ciudad, el máximo valor puede producirse en las primeras horas de la mañana, al mediodía o en las primeras horas de la noche. Se le denomina **Consumo Máximo Horario** y un valor puede fluctuar entre 1.80 y 5.0 veces la demanda promedio anual, donde los valores mayores corresponden a pequeños centros poblados donde los hábitos de uso del agua son uniformes para todos los pobladores, los valores menores se presentan en grandes ciudades con actividades múltiples, donde el uso de agua durante el día puede uniformarse hasta valores cercanos a la demanda del día máximos.*

*En nuestro medio se utilizan valores entre 1.5 a 2.5 veces la demanda media; para Lima, se utiliza al valor de 2.6.*

$$K_2 = 2.6$$

### **3.5 CAUDALES DE DISEÑO.**

*Son aquellos que nos permiten dimensionar todos los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua. Entre los caudales de diseño tenemos :*

- Caudal promedio diario anual :  $Q_p$
- Caudal máximo diario :  $Q_{md}$
- Caudal máximo horario :  $Q_{mh}$

### 3.5.1 CAUDAL PROMEDIO DIARIO ANUAL ( $Q_p$ )

Se refiere al consumo promedio de la población durante un año

$$Q_p = \frac{P * dot.}{86,400}$$

donde :  $Q_p$  = Caudal promedio diario anual (lt/seg)  
 $P$  = Población (habitantes)  
 $dot$  = dotación (lt/hab/día)

### 3.5.2 CAUDAL MAXIMO DIARIO ( $Q_{md}$ )

Se toma como porcentaje del máximo promedio anual y representa el promedio entre los caudales en horas de máximo y mínimo consumo durante un día, esta relación esta de acuerdo con las variaciones de consumo y cuyo valor es :

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

donde :

$K_1$  = coeficiente adimensional (1.3)

$Q_p$  = caudal promedio diario anual

### 3.5.3 CAUDAL MAXIMO HORARIO ( $Q_{mh}$ )

Se define como un porcentaje del máximo promedio anual y representa el caudal en la hora de máximo consumo durante el día (hora punta)

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

donde :  $K_2$  = coeficiente adimensional (2.6)

$Q$  = caudal promedio diario anual

### 3.6 VOLUMENES DE ALMACENAMIENTO.

*El almacenamiento de agua en un servicio público está destinado a cumplir varias funciones como*

*Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día, mantener las presiones de servicio en la red de distribución y mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia tales como incendios e interrupciones por daños de tuberías de aducción o de estaciones de bombeo.*

*Por lo tanto el volumen de almacenamiento comprenderá los volúmenes por regulación, incendio y reserva.*

#### 3.6.1 VOLUMEN DE REGULACION.

*El reservorio como parte del sistema de agua potable, debe permitir que las demandas máximas que se producen en los consumos sean satisfechos a cabalidad, al igual que cualquier variación en los consumos registrados para las 24 horas del día. El cálculo de la capacidad de los reservorios se hace a partir del diagrama masa, en la que se gráficán los consumos acumulados hora a hora, según la variación horaria investigada para la población; y la curva de producción, también acumulada, se calcula mediante el gasto de entrada o producción.*

*El reglamento de SEDAPAL considera el 18% del consumo máximo diario.*

$$\text{Vol. Regulación} = 18\% Q_{md}.$$

#### 3.6.2 VOLUMEN CONTRA INCENDIO

*Es el volumen de agua para atender casos extraordinarios como los incendios. SEDAPAL para habilitaciones urbanas con poblaciones iguales o mayores a 10,000 hab. considera lo siguiente :*

- Residencial (áreas de vivienda)  $100m^3$
- Comercial y/o industrial  $200m^3$

### **3.6.3 VOLUMEN DE RESERVA.**

*Volumen de reserva en caso que se presente desperfectos en el sistema de bombeo y en la línea de impulsión, reparación de equipo, etc. SEDAPAL establece la siguiente norma*

$$\text{Vol. Reserva} = 7\% \text{ Omd.}$$

## **3.7 REQUERIMIENTOS POR HABILITACIONES.**

### **3.7.1 CARACTERISTICAS DE LA LOTIZACION**

*En base a los planos de lotización de cada habilitación urbana se ha elaborado el cuadro N° 3.3, donde se indican las características de lotización de cada una de las habilitaciones que comprende el proyecto. Para cada habilitación se tiene los datos de área bruta, área útil, área destinada a otros fines, áreas para educación, áreas de parques (SERPAR), áreas para vías y áreas de recreación. Finalmente se señala el número de lotes con su respectiva área promedio.*

### **3.7.2 CUADRO DE REQUERIMIENTOS.**

*Teniendo como datos las densidades para cada habilitación, de acuerdo al análisis efectuado en el acápite 3.2.2 (población de diseño por habilitaciones), y teniendo en cuenta la dotación elegida, así como los valores de variaciones de consumo  $K_1$  y  $K_2$ , se elaboró el cuadro 3.4 donde se señala la población, caudales de diseño, % de la población y el % de área útil para cada habilitación.*

**CUADRO No. 3.3****CARACTERISTICAS DE LOTIZACION**

HABILITACION	AREA BRUTA (m2)	AREA UTIL (m2)	OTROS FINES (m2)	EDUCACION (m2)	SERPAR (m2)	VIAS (m2)	RECREACION (m2)	N° LOTES	AREA PROMEDIO (m2)
C.P. VIRGEN DEL CARMEN	802.320,84	339.181,04	3.727,15	7.491,00	11.712,00	356.917,35	11.712,00	1067	317,88
A.H. EL INTI	46.093,64	35.383,00	540,10	-	745,43	8.753,91	671,20	159	222,53
ASOC. VIV. VILLA LA ERA	32.286,00	21.055,68	262,02	-	2.056,40	8.911,90	-	59	356,88
ASOC. VIV. UNION INCAICA	10.950,00	8.915,54	-	-	573,35	1.461,11	-	26	342,91
A.H. LOS PINOS	28.225,10	25.914,25	-	-	-	2.310,85	-	20	1.295,71
ASOC. VIV. SAN FRANCISCO	20.726,06	11.428,89	342,50	464,65	2.289,75	6.200,27	-	83	137,70
A.H. SAN FRANCISCO	47.665,46	24.106,38	1.148,80	1.373,17	3.029,60	18.007,45	-	201	119,93
A.H. LAS COLINAS	85.250,31	41.753,01	3.173,62	3.070,00	1.059,16	30.102,40	5.642,12	106	393,90
<b>TOTAL :</b>	<b>1.073.517,41</b>	<b>507.737,79</b>	<b>9.194,19</b>	<b>12.398,82</b>	<b>21.465,69</b>	<b>432.665,24</b>	<b>18.025,32</b>	<b>1721</b>	<b>295,02</b>

**CUADRO No. 3.4**

**REQUERIMIENTOS POR HABILITACION**

HABILITACION	AREA UTIL (m <sup>2</sup> )	N° LOTES	DENSIDAD (Hab/Ha)	POBLACION (Hab)	DOTACION lt/Hab/día	CAUDALES DE DISEÑO (lps)				% POBLACION	% AREA UTIL
						Qp	Qmd	Qmh	Qb		
C.P. VIRGEN DEL CARMEN	339.181,04	1067	270,02	9159	150	15,90	20,67	41,34	27,56	62,00	66,80
A.H. EL INTI	35.383,00	159	385,59	1365	150	2,37	3,08	6,16	4,11	9,24	6,97
ASOC. VIV. VILLA LA ERA	8.915,54	26	250,56	223	150	0,39	0,51	1,01	0,68	1,51	1,76
ASOC. VIV. UNION INCAICA	21.055,68	59	240,28	507	150	0,88	1,14	2,29	1,52	3,43	4,15
A.H LOS PINOS	25.914,25	20	66,02	171	150	0,30	0,39	0,78	0,52	1,16	5,10
ASOC. VIV. SAN FRANCISCO	11.428,89	83	624,56	712	150	1,24	1,62	3,22	2,16	4,82	2,25
A.H. SAN FRANCISCO	24.106,38	201	715,76	1725	150	2,99	3,89	7,78	5,19	11,68	4,75
A.H. LAS COLINAS	41.753,01	106	218,22	910	150	1,58	2,05	4,11	2,73	6,16	8,22
<b>TOTAL :</b>	<b>507.737,79</b>	<b>1721</b>	<b>290,96</b>	<b>14772</b>		<b>25,65</b>	<b>33,35</b>	<b>66,69</b>	<b>44,47</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

### **3.8 REQUERIMIENTOS POR ZONAS DE PRESION.**

*Análogamente se han elaborado los cuadros N°3.5 al 3.8, preparados para cada una de las zonas de presión, nos muestran las habilitaciones, las manzanas, el número de los lotes, el área útil que abarcan los lotes, la densidad de saturación de cada habilitación, la población estimada, dotación considerada y los caudales promedio, máximo diario , máximo horario y bombeo.*

*El cuadro N° 3.9 de requerimientos totales de caudales por zonas de presión nos muestra para cada una de ellas su rango de servicio, área útil, N°lotes, población estimada, caudales promedio, máximo diario, máximo horario y de bombeo; estos caudales de diseño nos servirá para efectuar el cálculo del equipo de bombeo, diseño de la línea de impulsión, dimensionamiento de reservorios y el diseño de la red de distribución.*



### CUADRO No. 3.5 REQUERIMIENTOS ZONA DE PRESION I

**RANGO DE COTAS DE SERVICIO: 683 - 635**

HABILITACION	MANZAN	LOTES	N° LOTES	AREA UTIL (m <sup>2</sup> )	DENSIDA (Hab/Ha)	POBLACIO (Hab)	DOTACION Lt/Hab/dia	CAUDALES DE DISEÑO (lps)			
								Qp	Qmd	Qmh	Qb
C.P VIRGEN DEL CARMEN	L4	1 al 31	31	6.815.80	270.02	184	150	0.32	0.42	0.83	0.56
	N4	1 al 10	10	1.830.00	270.02	50	150	0.09	0.11	0.24	0.14
	K4	1 al 11	11	1.890.00	270.02	51	150	0.09	0.12	0.23	0.16
	A4	1 al 52	52	7.760.00	270.02	227	150	0.39	0.50	1.29	0.67
	B4	1 al 7	7	1.344.00	270.02	36	150	0.06	0.08	0.16	0.11
	C4	1 al 8	8	1.536.00	270.02	42	150	0.07	0.09	0.18	0.12
	D4	1 al 9	9	1.680.00	270.02	45	150	0.08	0.10	0.21	0.13
	E4	1 al 10	10	2.200.00	270.02	59	150	0.10	0.13	0.26	0.17
	I4	1 al 12	12	2.592.00	270.02	70	150	0.12	0.16	0.31	0.22
	H4	1 al 28	28	4.152.00	270.02	112	150	0.19	0.25	0.49	0.33
	G4	1 al 30	#0	5.480.00	270.02	148	150	0.26	0.34	0.68	0.45
	M4	1 al 30	30	5.480.00	270.02	148	150	0.26	0.34	0.68	0.45
	N4	1 al 8	8	1.680.00	270.02	45	150	0.08	0.10	0.21	0.13
	H3	1 al 33	33	7.550.00	270.02	204	150	0.35	0.45	0.91	0.60
	I3	1 al 24	24	5.800.00	270.02	157	150	0.27	0.35	0.70	0.47
	F4	1 y 17	2	384.00	270.02	10	150	0.02	0.03	0.05	0.04
	J4	1.27 al 29	4	864.00	270.02	23	150	0.04	0.05	0.10	0.07
	D3	12 al 21	10	22.212.00	270.02	60	150	0.10	0.13	0.26	0.17
	E3	8 al 24	17	3.656.00	270.02	99	150	0.17	0.22	0.44	0.29
	F3	8 al 23, 26 al 29	20	4.232.00	270.02	114	150	0.20	0.26	0.52	0.35
G3	18 al 29	12	3.150.20	270.02	85	150	0.15	0.20	0.39	0.27	
<b>TOTAL :</b>			<b>368</b>	<b>72.918,00</b>		<b>1969</b>		<b>3,41</b>	<b>4,43</b>	<b>8,87</b>	<b>5,90</b>

**CUADRO No. 3.6 REQUERIMIENTOS ZONA DE PRESION II**

**RANGO DE COTAS DE SERVICIO: 635 - 595**

HABILITACION	MANZAN	LOTES	N° LOTES	AREA UTIL (m2)	DENSIDA (Hab/Ha)	POBLACIO (Hab)	DOTACION Lt/Hab/dia	CAUDALES DE DISEÑO (lps)			
								Qp	Qmd	Qmh	Qb
C.P VIRGEN DEL CARMEN	F4	2 al 16	15	2.984,00	270.02	80	150	0.14	0.18	0.36	0.24
	N4	2 al 26	25	5.296,00	270.02	143	150	0.25	0.32	0.65	0.43
	D3	1 al 11, 22 al 29	19	3.848,00	270.02	104	150	0.18	0.23	0.47	0.31
	E3	1 al 7, 25 al 29	12	2.404,00	270.02	65	150	0.11	0.14	0.29	0.19
	F3	1 al 7, 24 al 25	9	1.728,00	270.02	46	150	0.08	0.10	0.21	0.13
	G3	1 al 17	17	3.738,00	270.02	101	150	0.18	0.23	0.47	0.31
	C3	1 al 30	30	6.210,00	270.02	168	150	0.29	0.38	0.75	0.50
	B3	1 al 30	30	6.210,00	270.02	168	150	0.29	0.38	0.75	0.50
	A3	1 y 30	30	6.210,00	270.02	168	150	0.29	0.38	0.75	0.50
	M1	1,2,7 y 8	4	1.360,50	270.02	37	150	0.06	0.08	0.16	0.11
	F	9 y 10	2	294,00	270.02	8	150	0.01	0.02	0.03	0.03
	O1	1 y 13	13	2.650,00	270.02	72	150	0.13	0.17	0.34	0.23
	U1	1 y 14	14	4.050,00	270.02	109	150	0.19	0.25	0.19	0.33
<b>SUB TOTAL :</b>			<b>220</b>	<b>46.982,50</b>	<b>270.02</b>	<b>1269</b>	<b>150</b>	<b>2,20</b>	<b>2,86</b>	<b>5,72</b>	<b>3,81</b>

## REQUERIMIENTOS ZONA DE PRESION II

vienen...

HABILITACION	MANZANA	LOTES	N° LOTES	AREA UTIL (m <sup>2</sup> )	DENSIDA (Hab/Ha)	POBLACION (Hab)	DOTACION Lt/Hab/dia	CAUDALES DE DISEÑO (lps)			
								Qp	Qmd	Qmh	Qb
			220	46.982,50	270.02	1269	150	2.20	2.86	7.72	3.81
<b>C.P VIRGEN DEL CARMEN</b>	A1	1 al 13	13	8.390,25	270.02	227	150	0,39	0,51	1,01	0,68
	B1	1 al 10	10	5.120,40	270.02	138	150	0,24	0,31	0,62	0,41
	C1	1 al 10	10	5.120,40	270.02	138	150	0,24	0,31	0,62	0,41
	D1	1 al 10	10	5.112,40	270.02	138	150	0,24	0,31	0,62	0,41
	E1	1 al 10	10	5.112,40	270.02	138	150	0,24	0,31	0,62	0,41
	F1	1 al 7	7	3.661,15	270.02	99	150	0,17	0,22	0,44	0,29
	W	1 al 13	13	6.850,70	270.02	185	150	0,32	0,42	0,83	0,56
	X	1 al 11	11	5.525,60	270.02	149	150	0,26	0,34	0,68	0,45
	Y	1 al 9	9	4.470,40	270.02	121	150	0,21	0,27	0,56	0,36
	Z	1 al 7	7	3.380,15	270.02	91	150	0,16	0,21	0,42	0,28
	I2	1 al 38	38	8.698,75	270.02	235	150	0,41	0,53	1,08	0,72
	L2	1 al 22	22	4.612,10	270.02	125	150	0,22	0,29	0,57	0,38
	M1	3 al 8	6	898,60	270.02	24	150	0,04	0,05	0,10	0,07
F	1 al 8	8	1.937,10	270.02	52	150	0,09	0,12	0,23	0,16	
<b>TOTAL :</b>			<b>394</b>	<b>115.872,90</b>		<b>3129</b>		<b>5,43</b>	<b>7,06</b>	<b>14,12</b>	<b>9,41</b>

## CUADRO No. 3.7 REQUERIMIENTOS ZONA DE PRESION III

**RANGO DE COTAS DE SERVICIO: 620 - 570**

HABILITACION	MANZAN	LOTES	N° LOTES	AREA UTIL (m2)	DENSIDA (Hab/Ha)	POBLACIO (Hab)	DOTACION Lt/Hab/dia	CAUDALES DE DISEÑO (lps)			
								Qp	Qmd	Qmh	Qb
C.P VIRGEN DEL CARMEN	N2	1 al 4,7 y 8	6	3.682,19	270,02	99	150	0,17	0,22	0,44	0,29
	N	5 al 8	4	2.602,10	270,02	70	150	0,12	0,16	0,31	0,20
	n1	1 al 3	3	1.304,50	270,02	35	150	0,06	0,08	0,16	0,11
	O	5 al 8	4	2.260,45	270,02	61	150	0,11	0,14	0,29	0,18
	K	5 al 9,11, 12,14 y 15	9	4.566,30	270,02	123	150	0,20	0,26	0,52	0,35
	P	1 al 12	12	6.166,80	270,02	167	150	0,29	0,38	0,75	0,50
	R	1 al 12	12	6.497,60	270,02	175	150	0,30	0,39	0,78	0,52
	Q	1 al 16	16	8.340,35	270,02	225	150	0,38	0,49	0,99	0,65
	T	1 al 14	14	6.964,25	270,02	188	150	0,33	0,43	0,86	0,57
	S	1 al 10	10	5.241,20	270,02	142	150	0,25	0,33	0,65	0,44
	E2	1 al 5	5	1.296,90	270,02	35	150	0,06	0,08	0,16	0,10
	H2	1 al 14	14	2.884,40	270,02	78	150	0,14	0,18	0,36	0,24
	V	1 al 9	9	4.610,20	270,02	125	150	0,22	0,29	0,57	0,39
	U	1 al 14	14	6.439,30	270,02	174	150	0,30	0,39	0,78	0,52
A.H LAS COLINAS	D	1 al 8	8	3.378,60	218,22	74	150	0,13	0,17	0,34	0,23
	E	1 al 5	5	1.621,85	218,20	35	150	0,06	0,08	0,16	0,10
	K	1 al 4	4	1.735,75	218,22	38	150	0,07	0,09	0,18	0,12
	L	1 al 8	8	2.774,70	218,22	61	150	0,15	0,20	0,39	0,27
	M	1 al 4	4	1.690,00	218,22	37	150	0,06	0,08	0,16	0,10
	J	1 al 10	10	4.704,40	218,22	103	150	0,18	0,22	0,47	0,29
	I	1 al 20	20	6.753,97	218,22	147	150	0,24	0,31	0,62	0,40
	H	1 al 7	7	3.537,00	218,22	77	150	0,12	0,15	0,31	0,20
	F	2 al 4	3	795,70	218,22	17	150	0,03	0,04	0,08	0,05
G	2 al 4	3	1.200,45	218,22	26	150	0,04	0,05	0,10	0,13	
<b>TOTAL :</b>			<b>204</b>	<b>91.039,61</b>		<b>2312</b>	<b>150</b>	<b>4,01</b>	<b>5,21</b>	<b>10,43</b>	<b>6,95</b>

**CUADRO No. 3.8 REQUERIMIENTOS ZONA DE PRESION IV**

**RANGO DE COTAS DE SERVICIO: 576 -525**

HABILITACION	MANZAN	LOTES	N° LOTES	AREA UTIL (m2)	DENSIDA (Hab/Ha)	POBLACIO (Hab)	DOTACION Lt/Hab/dia	CAUDALES DE DISEÑO (lps)			
								Qp	Qmd	Qmh	Qb
C.P VIRGEN DEL CARMEN	A	1 al 8	8	4.410.60	270.02	119	150	0.21	0.27	0.55	0.36
	B	1 al 10	10	5.282.40	270.02	143	150	0.25	0.33	0.65	0.44
	C	1 al 12	12	5.476.00	270.02	148	150	0.26	0.34	0.67	0.45
	D	1 al 14	14	7.153.60	270.02	193	150	0.33	0.43	0.86	0.57
	E	1 al 8	8	4.140.25	270.02	111	150	0.19	0.25	0.49	0.33
	F	1 al 7	7	2.920.10	270.02	79	150	0.14	0.18	0.36	0.24
	G	1 al 6	6	2.765.20	270.02	74	150	0.13	0.17	0.34	0.23
	H	1 al 9	9	3.989.25	270.02	108	150	0.19	0.25	0.49	0.33
	C1-A	1 al 13	13	6.120.80	270.02	165	150	0.29	0.38	0.75	0.51
	H1	1 al 10	10	4.960.40	270.02	134	150	0.23	0.30	0.60	0.40
	I1	1 al 9	9	5.283.20	270.02	143	150	0.25	0.33	0.65	0.44
	I	1 al 14	14	6.516.60	270.02	176	150	0.30	0.39	0.78	0.52
	J	1 al 9	9	5.647.00	270.02	152	150	0.26	0.34	0.68	0.45
	K1	1 al 5	5	3.390.40	270.02	92	150	0.16	0.21	0.42	0.28
	L1	1 al 3	3	1.005.85	270.02	27	150	0.05	0.06	0.13	0.08
	K	1 al 4,10,13	6	2.984.20	270.02	81	150	0.14	0.18	0.36	0.24
	L	1 al 10	10	4.332.40	270.02	117	150	0.20	0.26	0.52	0.35
	M	1 al 10	10	6.070.30	270.02	164	150	0.28	0.36	0.72	0.48
N2	5 y 6	2	664.15	270.02	18	150	0.03	0.04	0.08	0.05	
N	1 al 4	4	2.360.20	270.02	64	150	0.11	0.14	0.29	0.18	
O	1 al 4	4	2.060.70	270.02	56	150	0.10	0.13	0.26	0.17	
<b>SUB TOTAL :</b>				<b>87.533,60</b>		<b>2364</b>		<b>4,10</b>	<b>5,34</b>	<b>10,65</b>	<b>7,10</b>

van...

## REQUERIMIENTOS ZONA DE PRESION IV

vienen...

HABILITACION	MANZAN	LOTES	N° LOTES	AREA UTIL (m2)	DENSIDA (Hab/Ha)	POBLACIO (Hab)	DOTACION Lt/Hab/dia	CAUDALES DE DISEÑO (lps)			
								Qp	Qmd	Qmh	Qb
				87.535.60		2364		4.10	5.34	10.65	7.10
A.H. EL INTI	A1	1 al 17	17	2.299.68	385.59	89	150	0.15	0.20	0.39	0.27
	A	1 al 19	19	2.387.91	385.59	92	150	0.16	0.21	0.42	0.28
	B	1 al 13	13	2.529.70	385.59	98	150	0.17	0.22	0.44	0.29
	C	1 al 4	4	674.78	385.59	26	150	0.04	0.05	0.10	0.07
	D	1 al 9	9	1.934.03	385.59	75	150	0.13	0.17	0.34	0.23
	E	1 al 7	7	1.601.36	385.59	62	150	0.11	0.14	0.29	0.19
	F	1 al 27	27	7.169.94	385.59	276	150	0.48	0.62	1.25	0.83
	G	1 al 15	15	4.181.97	385.59	161	150	0.28	0.36	0.73	0.48
	H	1 al 9	9	3.557.93	385.59	137	150	0.24	0.31	0.62	0.41
	I	1 al 12	12	1.898.43	385.59	73	150	0.13	0.17	0.34	0.23
	J	1 al 14. 16 al 28	27	7.147.27	385.59	276	150	0.48	0.62	1.25	0.83
A.H. SAN FRANCISCO	A	1 al 6	06	572.26	715.76	41	150	0.07	0.10	0.18	0.13
	B	1 al 4	04	487.50	715.76	35	150	0.06	0.08	0.16	0.11
	C	1 al 6	06	700.26	715.76	51	150	0.09	0.13	0.23	0.17
	D	1 al 4	04	384.78	715.76	28	150	0.05	0.07	0.13	0.10
	E	1 al 7	07	836.75	715.76	60	150	0.10	0.14	0.26	0.20
	F	1 al 17	17	1.981.60	715.76	142	150	0.24	0.32	0.62	0.43
	G	1 al 16	16	1.853.85	715.76	133	150	0.23	0.31	0.61	0.42
	H	1 al 14	14	1.725.07	715.76	123	150	0.21	0.27	0.55	0.36
	I	1 al 16	16	2.156.28	715.76	154	150	0.27	0.35	0.70	0.47
	K	1 al 18	18	2.337.87	715.76	167	150	0.29	0.38	0.75	0.51
	L	1 al 11	11	1.469.25	715.76	105	150	0.18	0.23	0.47	0.32
	M	1 al 22	22	3.009.71	715.76	190	150	0.37	0.43	0.96	0.53
	N	1 al 8	8	926.60	715.76	66	150	0.11	0.15	0.29	0.20
<b>SUB TOTAL :</b>			<b>755</b>	<b>141.360,38</b>		<b>5024</b>		<b>8,74</b>	<b>11,37</b>	<b>22,73</b>	<b>15,16</b>

van...

## REQUERIMIENTOS ZONA DE PRESION IV

vienen...

HABILITACION	MANZAN	LOTES	N° LOTES	AREA UTIL (m2)	DENSIDA (Hab/Ha)	POBLACIO (Hab)	DOTACION Lt/Hab/dia	CAUDALES DE DISEÑO (lps)			
								Qp	Qmd	Qmh	Qb
			<b>755</b>	<b>141.360,38</b>		<b>5024</b>		<b>8,74</b>	<b>11,37</b>	<b>22,73</b>	<b>15,16</b>
A.H. SAN FRANCISCO	O	1 al 8	8	926.60	715.76	66	150	0.11	0.15	0.29	0.20
	P	1 al 8	8	926.60	715.76	66	150	0.11	0.15	0.29	0.20
	Q	1 al 9	9	926.60	715.76	66	150	0.11	0.15	0.29	0.20
	G1	1 al 5	5	600.00	715.76	43	150	0.07	0.09	0.18	0.12
ASOC. VIV. SAN FRANCISCO	A	1 al 4	4	482.80	624.56	30	150	0.05	0.07	0.13	0.09
	B	1	1	165.00	624.56	10	150	0.02	0.03	0.05	0.04
	C	1 al 6	6	826.00	624.56	52	150	0.09	0.13	0.23	0.17
	D	1 al 40	40	5.592.50	624.56	326	150	0.60	0.73	1.56	0.97
	E	1 al 19	19	2.505.75	624.56	156	150	0.27	0.35	0.70	0.47
	F	1 al 13	13	2.216.84	624.56	138	150	0.24	0.31	0.62	0.41
ASOC. VIV. UNION INCAICA	A	1 al 15	15	6.541.40	240.28	158	150	0.27	0.35	0.70	0.47
	B	1 al 10	10	4.224.96	240.28	102	150	0.18	0.23	0.47	0.31
	C	1A al 11	12	4.455.92	240.28	107	150	0.19	0.25	0.49	0.33
	D	1A al 1A. 1B al 11B	22	5.833.40	240.28	140	150	0.24	0.31	0.62	0.41
A.H. LOS PINOS		1 al 20	20	25.194.25	67.87	171	150	0.30	0.39	0.78	0.52
ASOC. VIV. VILLA LA ERA		1 al 26	26	8.915.54	250.56	223	150	0.39	0.51	1.01	0.68
A.H. LAS COLINAS	A	1 al 14	14	6.784.05	218.22	148	150	0.25	0.33	0.65	0.44
	B	1 al 9	9	2.867.40	218.22	62	150	0.11	0.14	0.29	0.19
	C	1 al 7	7	2.477.64	218.22	54	150	0.09	0.12	0.23	0.16
	F	1.5 y 6	3	880.60	218.22	19	150	0.03	0.04	0.08	0.05
	G	1	1	560.25	218.22	12	150	0.02	0.03	0.05	0.04
<b>TOTAL :</b>			<b>755</b>	<b>227.907,28</b>		<b>7362</b>		<b>12,80</b>	<b>16,65</b>	<b>33,27</b>	<b>22,21</b>

### CUADRO No. 3.9

#### REQUERIMIENTOS TOTALES DE CAUDAL POR ZONAS DE PRESION

ZONA DE PRESION	RANGO DE COTA DE SERVICIO	AREA UTIL (m2)	Nº LOTES	POBLACION (Hab)	CAUDALES DE DISEÑO (lps)			
					Qp	Qmd	Qmh	Qb
I	683 - 635	72.918,00	368	1969	3,41	4,43	8,87	5,90
II	635 - 595	115.872,90	394	3129	5,43	7,06	14,12	9,41
III	620 - 570	91.039,61	204	2312	4,01	5,21	10,43	6,95
IV	570 - 525	227.907,28	755	7362	12,80	16,65	33,27	22,21
TOTAL :		507.737,79	1721	14772	25,65	33,35	66,69	44,47



## **CAPITULO IV**

# **ESTUDIO DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO**

- 4.1 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO**
  - 4.1.1 INTRODUCCION**
    - 4.1.1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO
    - 4.1.1.2 UBICACION
  - 4.1.2 RASGOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS**
    - 4.1.2.1 AFLORAMIENTOS ROCOSOS
    - 4.1.2.2 DEPOSITOS FLUVIO-ALUVIALES
    - 4.1.2.3 DEPOSITOS DE PIE DE MONTE
  - 4.1.3 EL ACUIFERO**
    - 4.1.3.1 NATURALEZA Y GEOMETRIA DEL ACUIFERO
  - 4.1.4 INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUAS SUBTERRANEAS**
  - 4.1.5 FUNCIONAMIENTO DEL ACUIFERO**
    - 4.1.5.1 PIEZOMETRIA Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA
    - 4.1.5.2 ALIMENTACION DE LA NAPA
    - 4.1.5.3 HIDRODINAMICA SUBTERRANEO
  - 4.1.6 EXPLOTACION DE LA NAPA**
  - 4.1.7 HIDROGEOQUIMICA**
    - 4.1.7.1 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
    - 4.1.7.2 COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA
    - 4.1.7.3 POTABILIDAD
- 4.2 ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS DE CAPTACION**
  - 4.2.1 NECESIDADES DE AGUA
  - 4.2.2 UBICACION DEL POZO PROYECTADO
  - 4.2.3 DISEÑO TIPO DEL POZO PROYECTADO
  - 4.2.4 RECOMENDACIONES GENERALES PARA SU ETAPA DE CONSTRUCCION
- 4.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CAPITULO IV**

### **ESTUDIO DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO**

#### **4.1 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

##### **4.1.1 INTRODUCCION.**

###### **4.1.1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO**

*El estudio Hidrogeológico realizado es para abastecer de agua potable a los Asentamientos Humanos: El Inti, San Francisco, Las Colinas, Los Pinos y las Asociaciones de Vivienda: Villa la Era, Unión Incaica, San Francisco y el centro poblado Virgen del Carmen; ubicados en el distrito Chosica-Lurigancho, mediante la perforación de un pozo tubular exploratorio de las aguas subterráneas en terrenos de propiedad de la misma población a beneficiarse.*

*El objeto del presente estudio ha sido la de determinar el mejor sector bajo el punto de vista hidrogeológico para la captación del recurso hídrico subterráneo para los fines ya mencionados.*

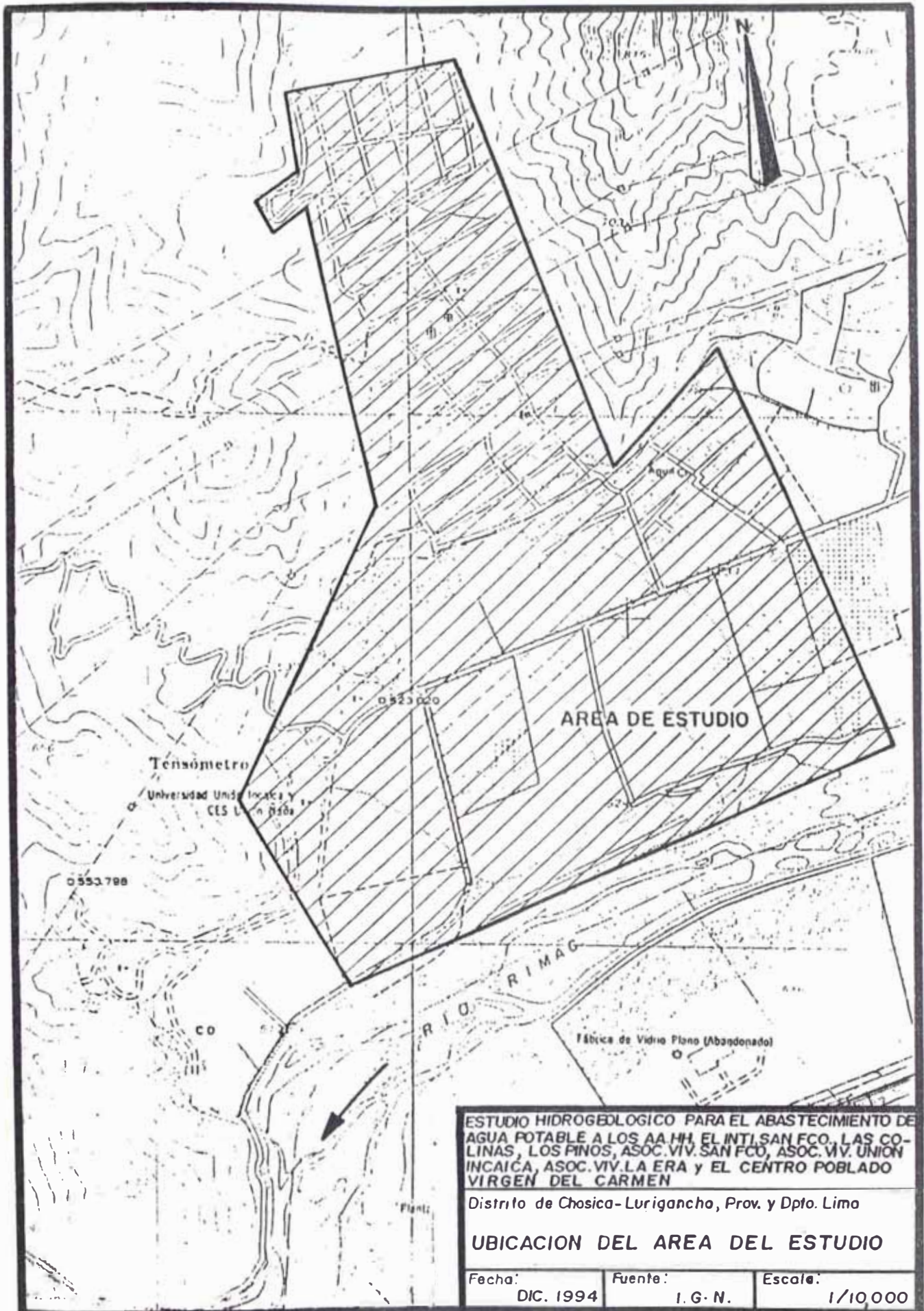
###### **4.1.1.2 UBICACION**

*El área elegida para la investigación de las aguas subterráneas se ubica dentro de la jurisdicción del distrito Chosica-Lurigancho, provincia del departamento de Lima.*

*Dentro del valle ubicado en el margen derecho del río Rímac (ver fig. 4.1) Geográficamente esta comprendida entre las coordenadas del Sistema Terrestre de Mercator y son*

- Norte : 8'673,900 a 8'675,700*
- Este : 299,700 a 300,850*

**FIG. 4.1 UBICACION DEL AREA DEL ESTUDIO**



#### **4.1.2 RASGOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS**

*En el área investigada se distinguen tres unidades Geomorfológicas, las cuales son*

- Afloramientos rocosos*
- Depósitos fluvio-aluviales*
- Depósitos de pie de monte*

##### **4.1.2.1 AFLORAMIENTOS ROCOSOS.**

*Esta unidad geomorfológica se ubica en el lado Este del área de estudio, conformando cerros de fuertes pendientes. Estos afloramientos son de naturaleza plutónica, perteneciendo al Batolito de la costa del Cretacio-Terciario inferior. Litógicamente están constituidas por granodioritas y algunas tonalitas, cuyos contactos no son muy definidos.*

*Desde el punto de vista genético éstas rocas son impermeables al flujo del agua subterránea, debido a esto, no cabe esperar aportaciones de agua provenientes de éstas rocas consolidadas.*

##### **4.1.2.2 DEPOSITOS FLUVIO-ALUVIALES.**

*Esta unidad no es sinó el material acarreado y depositado por el río Rímac, formando terrazas de diferentes niveles y antigüedad. Litógicamente están constituidos por cantos rodados de diferentes tamaños, gravas, guijarros, arenas y arcillas entremezclados en diferentes proporciones, los mismos que se presentan en forma alternada en sentido vertical.*

##### **4.1.2.3 DEPOSITOS DE PIE DE MONTE.**

*Son los depósitos de material proveniente de las faldas de los cerros, por efecto de la presión causado por el intemperismo químico y las diferentes temperaturas. Esta constituido por gravas de formas angulosas, arenas y arcilla, cuyos depósitos se les ubica en las inmediaciones de los cerros colindantes.*

### **4.1.3 EL ACUIFERO.**

#### **4.1.3.1 NATURALEZA Y GEOMETRIA DEL ACUIFERO.**

*De los resultados obtenidos de las apreciaciones geológicas, así como de los perfiles litológicos de los pozos y de los cortes naturales del terreno, ha sido posible determinar la litología del acuífero que interesa para los fines de la exploración y explotación de las aguas subterráneas.*

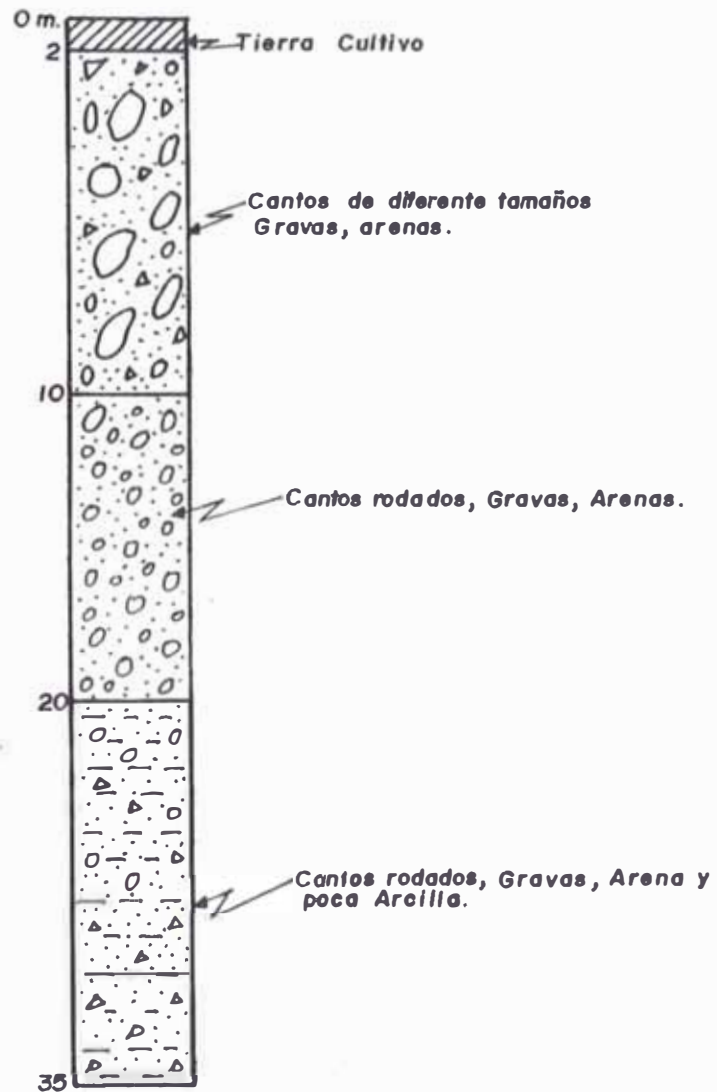
*En la fig.4.2, se puede apreciar que la litología del acuífero está constituido por cantos rodados de diferente tamaño, que entre los diez primeros metros existe la presencia de grandes rodados de hasta 0.60 m. de diámetro; entremezclados con gravas, arenas y arcillas.*

*Los límites laterales del acuífero corresponden a las rocas intrusivas, cuyas prolongaciones de las mismas constituyen la caja receptora del acuífero. Su espesor se estima entre 40 a 50m.*

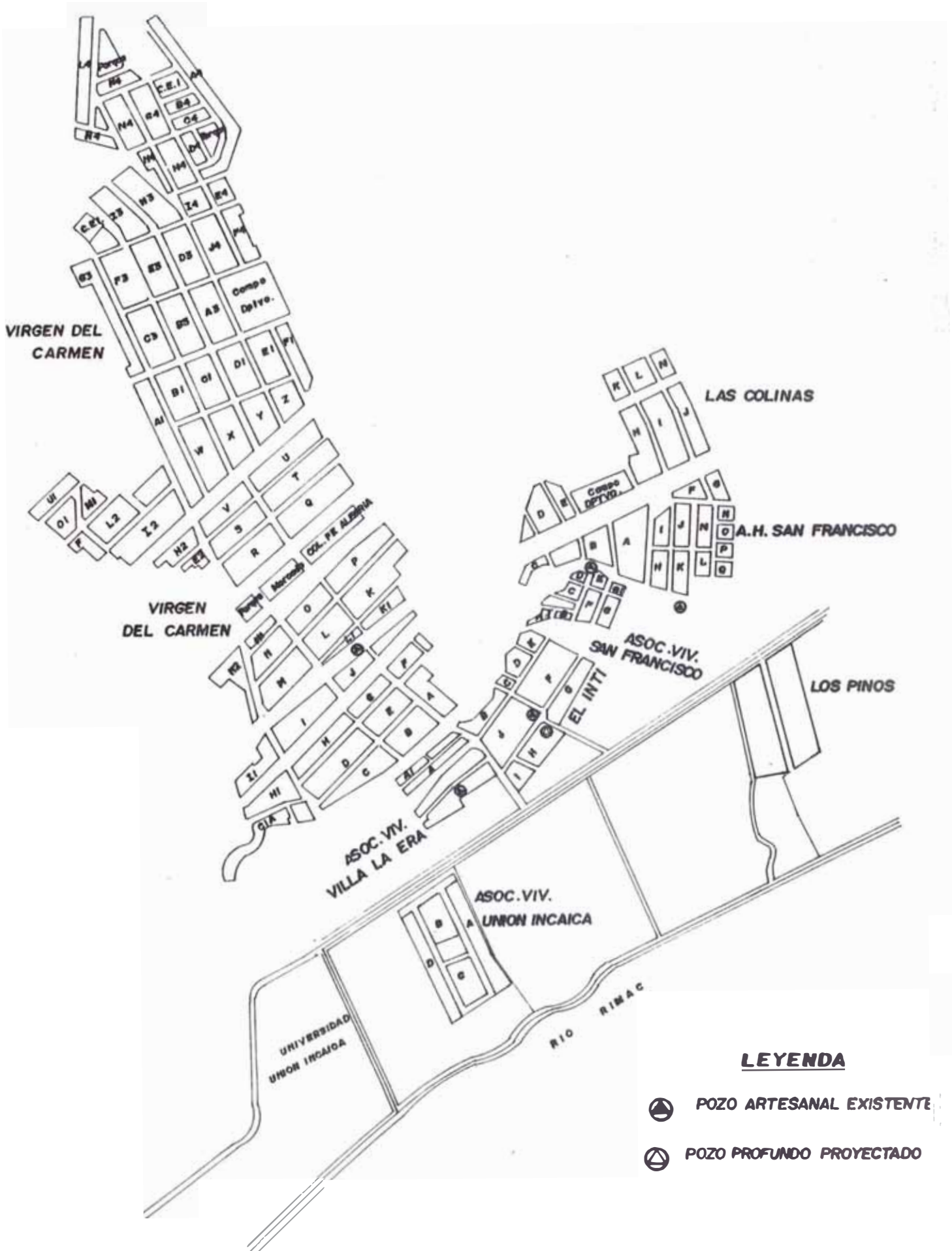
#### **4.1.4 INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUAS SUBTERRANEAS.**

*Durante la fase de campo se censaron los pozos más significativo, por su construcción y grado de explotación. Todos los pozos inventariados son del tipo tajo abierto, que en promedio son de 1.20m. de diámetro, presentando profundidades entre 15 y 30 m;cuyos rendimientos oscilan entre 1 a 10 lps. En el cuadro 4.1, se presentan las demás características generales y sus ubicaciones geográficas se pueden apreciar en la fig. 4.3.*

**FIG. 4.2 PERFIL LITOLÓGICO DEL ACUIFERO**



**FIG. 4.3 UBICACION DE POZOS INVENTARIADOS**



**LEYENDA**

- POZO ARTESANAL EXISTENTE
- POZO PROFUNDO PROYECTADO

CUADRO No. 4.1

**INFORMACION BASICA DE LOS POZOS INVENTARIADOS ENTRE  
LOS LIMITES DEL AREA DE ESTUDIO - 1994**

Nº	NOMBRE DEL PROPIETARIO	TIPO	PROFUND. (m)	E.B	NIVEL ESTÁTICO		EXPLOTACION						
					FECHA	PROFUND. (m)	ESTADO	USO	CAUDAL (lps)	h/d	d/s	m/a	m <sup>3</sup> /año
1	A.H. HUERTA EL INTI	T.A	15	con	4-12	12.10	Utilizable	Doméstico	4.00	2	7	12	10.483.00
2	ASOC.VIV. VILLA LA ERA	T.A	14	con	14-12	12.67	Utilizable	Doméstico	1.50	2	7	12	3.931.00
3	C.P VIRGEN DEL CARMEN	T.A	30	con	14-12	28.65	Utilizable	Doméstico	10.00	8	7	12	104.832.00
4	A.H. SAN FRANCISCO	T.A	27	Balde	14-12	24.30	Utilizable	Doméstico	-	-	7	12	560.00
5	A.H. LAS COLINAS SAN FRANC.	T.A	29	Balde	14-12	27.52	Utilizable	Doméstico	-	-	7	12	560.00

T.A. = Tajo abierto ; E.B = Equipo de Bombeo h/d = Horas/día ; d/s = días/semana m/s = meses/año



#### **4.1.5 FUNCIONAMIENTO DEL ACUIFERO.**

##### **4.1.5.1 PIEZOMETRIA Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA.**

*Durante el proceso del inventario de pagos se midió el nivel estático de la napa, precisándose que para la zona de interés para el proyecto, la profundidad del nivel piezométrico de la Napa varían de 13 a 30m. de acuerdo a la superficie del terreno.*

##### **4.1.5.2 ALIMENTACION DE LA NAPA.**

*La alimentación de los acuíferos que contienen a la Napa existente en el área investigada provienen principalmente de la infiltración de las aguas del río Rímac y secundariamente de los canales de regadío que existen en la zona.*

##### **4.1.5.3 HIDRODINAMICA SUBTERRANEO.**

*Del inventario de pozos realizados se deduce que ninguno de los pozos existentes reúne condiciones apropiadas como para realizar una prueba hidrodinámica, debido en primer lugar por los pequeños equipos de bombeo que posee, a los cortos períodos de bombeo y a los mínimos rebatimientos que se producen.*

*Por otro lado se tiene que el futuro pozo a perforarse no va a interferir a pozos de terceros, por que los existentes pertenecen a los pobladores que se van a beneficiarse con el abastecimiento de agua que se esta proyectando; por consiguiente todos estos pequeños pozos van a desaparecer.*

##### **4.1.6 EXPLOTACION DE LA NAPA.**

*La explotación de la Napa fue determinada en base al inventario de pozos, llegándose a precisar, que mediante los cinco censados solo se explota un volumen*

*anual equivalente a 120,366 metros cúbicos por año. Esto nos indica que dentro del área investigada las aguas subterráneas prácticamente están subexplotadas.*

#### **4.1.7 HIDROGEOQUIMICA.**

##### **4.1.7.1 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.**

*La conductividad eléctrica es función de su temperatura, del tipo de iones presentes y de la concentración mineralógica. En virtud de la conductividad se suele expresar a la temperatura standard de 25 °C., sus variaciones únicamente serán función del tipo y concentración de los constituyentes disueltos.*

*En el análisis FísicoQuímico elaborado, se ha obtenido un valor de 0.8 mmhos./cm. a 25 °C. Según este resultado, la concentración mineralógica en el agua a captarse está dentro de los términos normales. Sin embargo, puede mejorar por el hecho que en un pozo tubular no está tan expuesto a la contaminación superficial, como es el caso de un pozo a tajo abierto de poca profundidad.*

*El pH, presenta un valor de 7.8, lo cual está indicando que las aguas subterráneas por esta zona es de naturaleza **alcalina**.*

##### **4.1.7.2 COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA.**

*La composición química del agua subterránea en la zona por donde se proyecta perforar el futuro pozo, ha sido evaluada en base al análisis Físico-Químico efectuado en los LABORATORIOS "LASA" INGENIEROS, cuyo resultado se presentan a continuación.*

*La muestra de agua fue tomada del pozo del A.H. Huerta El Inti., los valores iónicos obtenidos han sido representados en el diagrama de Schoeller (Ver fig. 4.4).*

**LABORATORIOS "LASA" INGENIEROS**

***ANALISIS DE AGUAS***

**PROCEDENCIA : POZO EL INTI-ÑAÑA-LURIGANCIO- CHOSICA LIMA.**

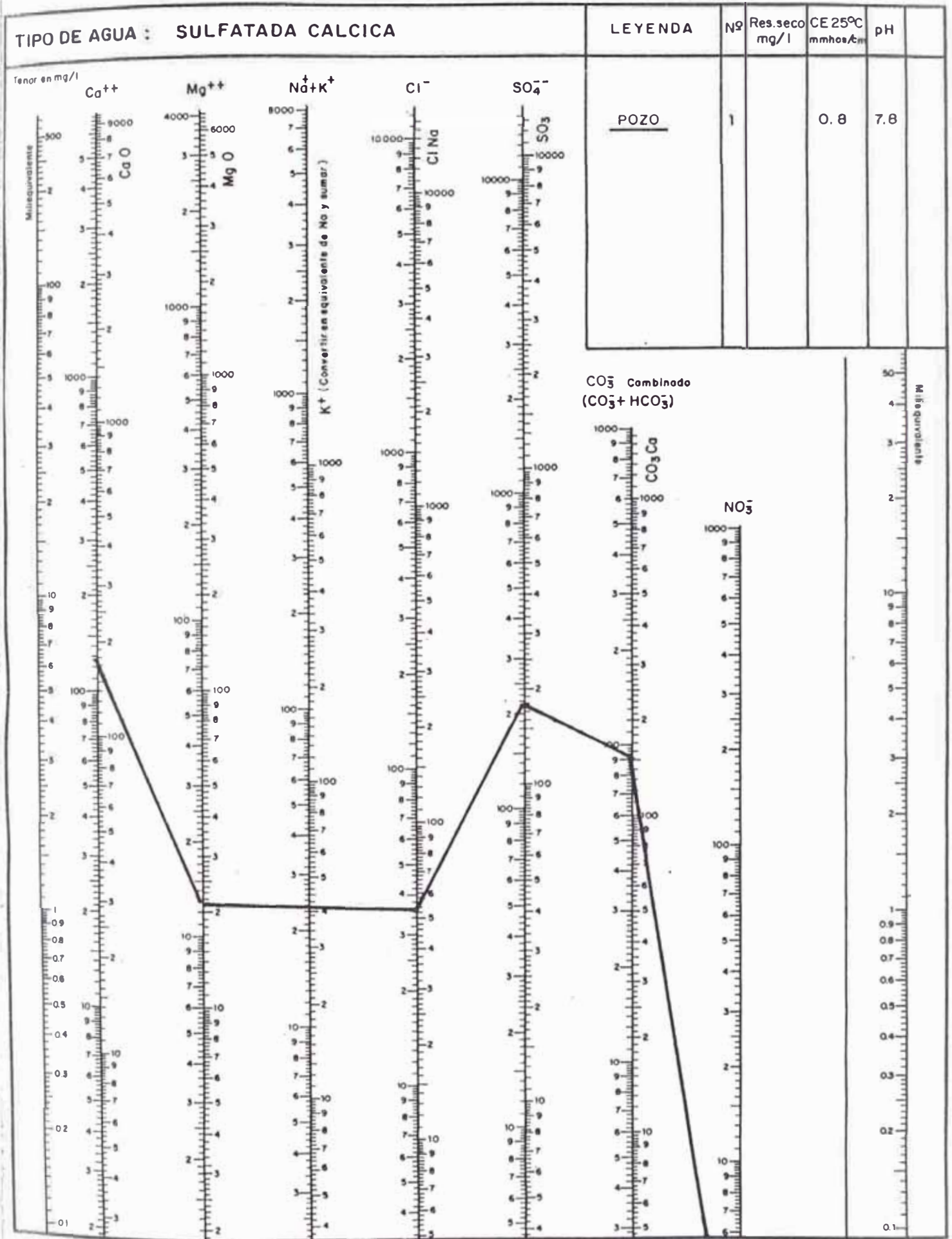
**INFORMANDO A: AMAUTA S.A.**

**FECHA : 15 DE DICIEMBRE DE 1994**

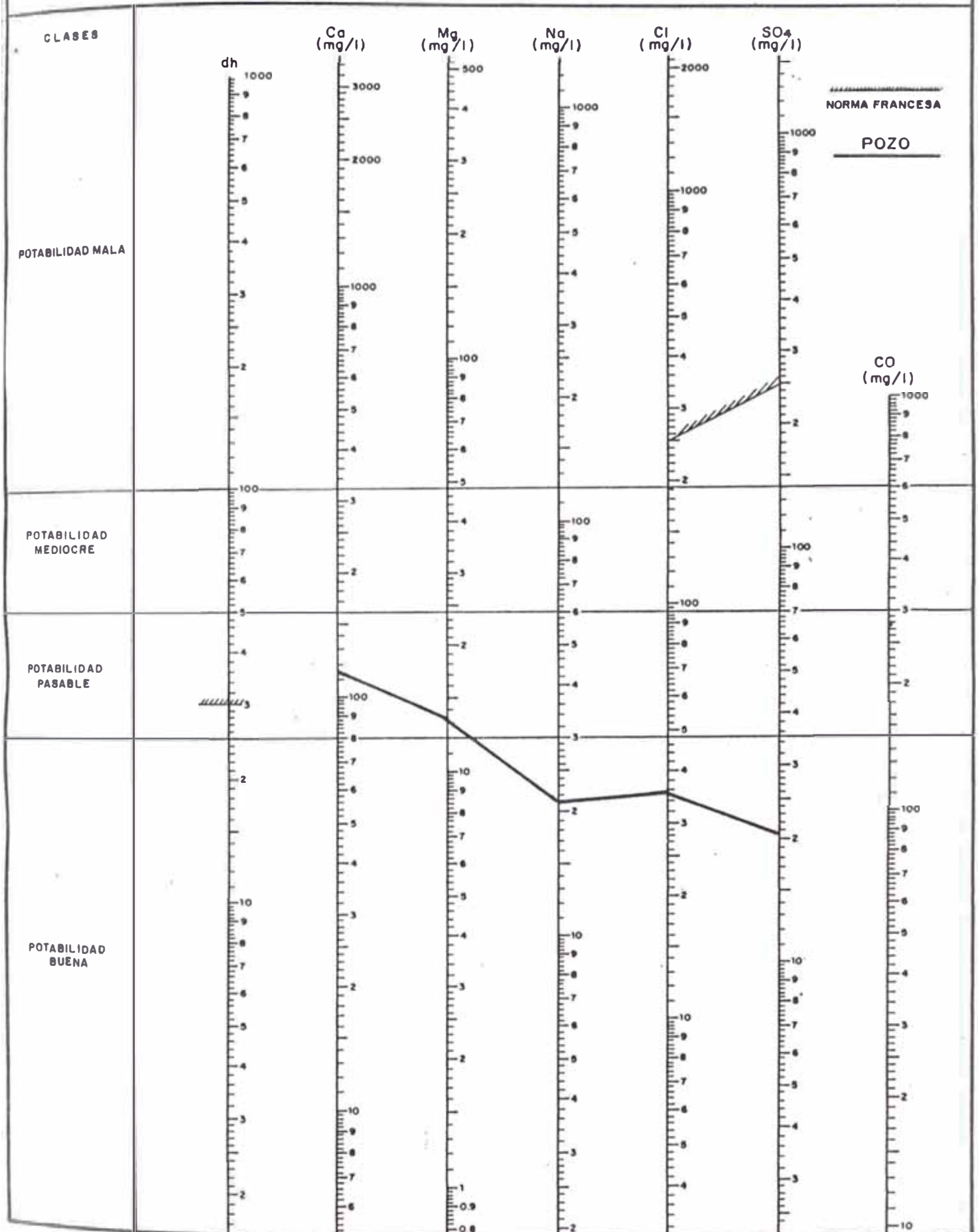
No. DE CAMPO	UNID.	POZO EL INTI
DESCRIPCION		800,00
pH	mc/lt	7,80
Calcio	mc/lt	6,30
Magnesio	mc/lt	1,08
Sodio	mc/lt	0,92
Potasio	mc/lt	0,12
Cloruros	mc/lt	1,00
Sulfatos	mc/lt	4,28
Carbonatos	mc/lt	0,00
Bicarbonatos	mc/lt	3,00
Nitratos	mc/lt	0,00
Boro	ppm	0,00
Fierro	ppm	0,00
Dureza de Calcio	ppm	315,25
Dureza de Magnesio	ppm	54,05
Dureza total	ppm	369,30
Alcalinidad Total	ppm	150,00
Turbidez	U.T.	< 25

# FIG. 4.4 DIAGRAMA DE ANALISIS DE AGUA

Tipo Schoeller



# .FIG. 4.5 DIAGRAMA DE POTABILIDAD DEL AGUA



*En este diagrama se puede apreciar que los iones que sobresalen son el  $\text{Ca}^{++}$  y el  $\text{SO}_4^-$ , tipificando al agua como sulfatada-calcica.*

#### **4.1.7.3 POTABILIDAD.**

*La potabilidad del agua se ha determinado teniendo en consideración los resultados del análisis Físico-Químico de la muestra de agua, cuyos valores fueron graficados en el diagrama de Waterlot (Ver fig. 4.5), en el que se muestra que el agua en cuanto a su calidad química, es **buena**. Por otro lado, según las normas de Sedapal y del Organismo Mundial de la Salud (OMS-84), el agua se clasificará como **pasable**. Se debe advertir que los valores hallados (en miligramos/litros) están por debajo de los límites máximos tolerables.*

## **4.2 ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS DE CAPTACION.**

### **4.2.1 NECESIDADES DE AGUA.**

*Las necesidades de agua que se requiere para el proyecto de habilitación urbana estaría orientado a satisfacer las necesidades de agua potable para las poblaciones siguientes :*

- A.H El Inti
  - Asoc. Vivienda Villa La Era
  - Asoc. Vivienda Unión Incaica
  - C.P Virgen del Carmen
  - A.H Las Colinas de San Francisco
  - A.H. San Francisco
  - Asoc. Vivienda San Francisco
  - A.H. Los Pinos
- Además se considera una expansión urbana para el período de diseño considerado.*

*Para todo este proyecto se ha estimado un requerimiento de agua equivalente a 44.47 lts. De acuerdo a los resultados del estudio técnico realizado, los acuíferos existentes dentro de la propiedad del proyecto sería posible obtener el caudal recaudado con la perforación de un pozo tubular de 100m. de profundidad.*

#### **4.2.2 UBICACION DEL POZO PROYECTADO.**

*El pozo proyectado ha sido ubicado en el parque del A.H. El Inti en una área de 611.48 m<sup>2</sup>; en donde se ha determinado condiciones favorables del acuífero para la captación del recurso hídrico subterráneo, calidad del agua y la no interferencia con pozos ajenos al proyecto.*

#### **4.2.3 DISEÑO TIPO DEL POZO PROYECTADO.**

*El estudio realizado ha permitido elaborar un diseño tipo preliminar para el pozo a perforarse, debido a que las características hidrogeológicas son prácticamente similares.*

*Se debe tener presente que se está presentando un diseño preliminar, el cual puede ser y debe ser reajustado a uno definitivo de acuerdo a los resultados que se obtengan durante el proceso de la perforación.*

*En la fig. 4.6 se muestra el diseño cuya descripción es como sigue :*

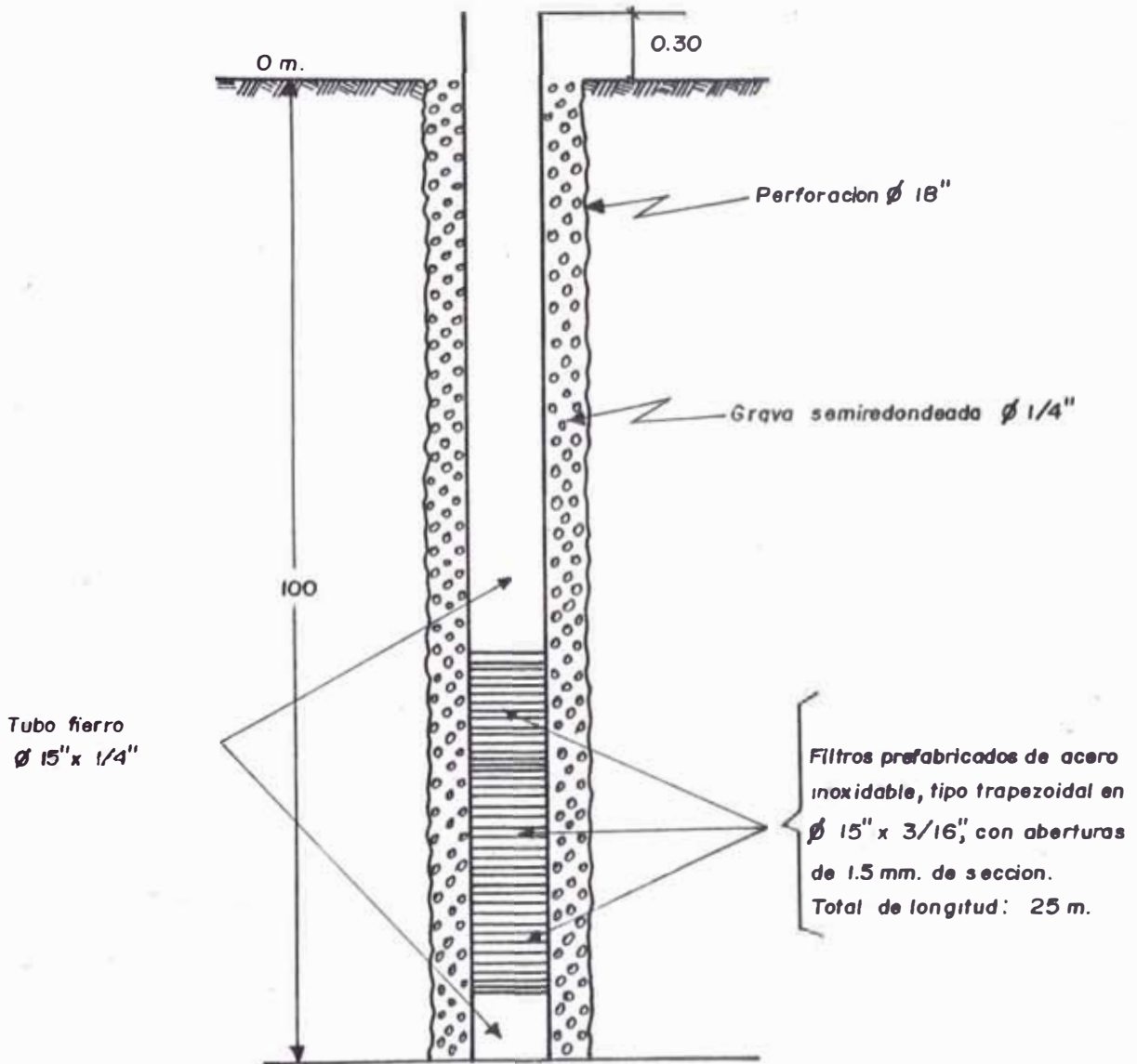
##### **- PERFORACION**

*De 0.00 a 100.00 m., perforación de 18" de diámetro.*

##### **- TUBO HERRAMIENTA**

*El perforista puede utilizar una tubería herramienta, para facilitar la perforación, pero al final de la ejecución de la obra, ésta debe ser extraída por completo, previa instalación de filtros y engravado.*

**FIG. 4.6 DISEÑO TIPO PRELIMINAR PARA EL POZO PROYECTADO**



NOTA: Los filtros deben quedar instalados frente a los horizontes más permeables



- **TUBO PORTA FILTROS**

*El tubo ciego porta filtros debe ser de  $\phi$  15" x 1/4" de espesor.*

- **AREA FILTRANTE**

*El área filtrante está representado por los filtros que deben ser de  $\phi$  15" x 3/16" de espesor, con aberturas de 1.5 mm. de sección.*

*Los filtros a instalarse deben ser prefabricados y del tipo puente trapesoidal y de acero inoxidable, en una longitud de 20m. en total.*

- **ENGRAVADO**

*Teniendo en consideración la litología del acuífero, en donde existe la presencia de arena, es conveniente engravar el pozo para evitar un posible arenamiento.*

*La grava debe ser uniforme y calibrada o sarandiada en una malla o tamiz de 1/4"; así mismo, la grava debe ser semiredondeada y libre de sedimentos.*

**4.2.4 RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCION.**

*Durante las perforaciones del pozo, se deberá tomar muestras del terreno que se perfora cada metro, en especial cuando ocurra un cambio litológico importante, cuyas muestra deben ser analizadas con la finalidad de :*

- a. Determinar su granulometría.*
  - b. Definir la necesidad de colocar grava alrededor de los filtros prefabricados.*
  - c. Determinar la mejor ubicación de los filtros.*
- Los filtros deben estar en contacto directo en el empaque de grava. No debe permitirse el doble entubado, ya que ello disminuiría el rendimiento del pozo por efectos de las pérdidas de carga, que se produciría durante el bombeo.*
- Definida la profundidad de perforación, deberá verificarse la verticalidad y*

*alineamiento, cuyo resultado deberá evidenciar el libre ingreso de la bomba. De no ser así se considerará como no conforme la perforación.*

*Concluida la perforación, el pozo debe ser sometido a un proceso de desarrollo, sea por bombeo o por pistoneo, siendo el objeto del desarrollo, la remoción de los materiales finos, localizados alrededor del área filtrante del pozo; esto es para lograr una situación estable en la formación inmediata al pozo y mejorar la permeabilidad.*

*En estas condiciones el pozo debe proporcionar agua libre de arena a su máxima capacidad de rendimiento.*

*Posteriormente al desarrollo, el pozo debe ser sometido a una prueba de bombeo, para lo cual el equipo a utilizarse deberá permitir extraer caudales variables de 10 a 50 L/S.*

*Esta prueba hidráulica debe ser por espacio de 72 horas como mínimo y por lo menos a tres (3) regímenes, cambiándose de un régimen a otro, cuando se haya obtenido un nivel estabilizado.*

*En el último régimen debe tomarse muestras de agua bombeada para el análisis físico-químico y bacteriológico.*

*Finalmente en el pozo perforado, la tubería exterior deberá sobresalir en 0.30m. sobre el nivel del terreno, y mientras no se instale el equipo definitivo, debe ser sellado con una tapa de fierro soldada en tres puntos, para evitar cualquier accidente.*

#### **4.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

*Durante el inventario de pozos, se registro cinco por ser los más significativos por el grado de explotación que realizan y por su construcción. En conjunto extraen agua en un volumen anual igual a 120,366 metros cúbicos.*

*La calidad del acuífero es buena, cuya litología está constituida por cantos rodados de regular tamaño, gravas, arenas y arcilla en poca escala. El espesor*

*se le conoce hasta los 35m., pero se estima una potencia entre los 40 a 50m., puede ser mayor lo cual sería muy importante.*

*Para obtener el caudal requerido (44.47 lt/s.), se ha proyectado la perforación de un (01) pozo tubular de 100m. cuya ubicación recae en el parque del A.H. El Inti por lo que no habrá problemas de tipo legal.*

*Teniendo en cuenta la litología del acuífero, se recomienda efectuar un antepozo lo más profundo posible, según lo permita el nivel del agua subterránea.*

*Se recomienda a la parte interesada, que la ejecución de la obra (pozo), debe ser encomendada a una compañía con experiencia en resolver problemas en este tipo de acuíferos groceros.*

*Finalmente se recomienda que se ejecuten eficientemente los trabajos, por que el éxito del rendimiento de un pozo no sólo depende de un buen acuífero, sinó, de la buena ejecución de las obras.*

## **CAPITULO V**

# **LÍNEA DE IMPULSION Y LÍNEA DE ADUCCION**

### **5.1 LINEA DE IMPULSION**

#### **5.1.1 CALCULO DEL CAUDAL DE BOMBEO**

#### **5.1.2 DETERMINACION DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO**

##### **5.1.2.1 COSTO DE TUBERIA INSTALADA**

##### **5.1.2.2 COSTO DE BOMBEO**

##### **5.1.2.3 DIAMETRO MAS ECONOMICO TEORICO**

#### **5.1.3 CALCULO DE LA SOBREPRESION POR GOLPE DE ARIETE**

#### **5.1.4 DISEÑO DE LA LINEA DE IMPULSION**

#### **5.1.5 DETERMINACION DE LA CLASE DE TUBERIA**

### **5.2 LINEA DE ADUCCION**

#### **5.2.1 DESCRIPCION DEL ESQUEMA HIDRAULICO**

#### **5.2.2 DISEÑO DE LA LINEA DE ADUCCION**

#### **5.2.3 DISEÑO CONSIDERANDO EL CAUDAL MINIMO HORARIO**

## **CAPITULO V**

### **LÍNEA DE IMPULSION Y LINEA DE ADUCCION**

#### **5.1 LINEA DE IMPULSION.**

*Se define a una línea de impulsión a la que se encarga de llevar el agua a través de las tuberías desde un nivel inferior hasta otro nivel superior.*

*En el presente proyecto vamos a diseñar dos líneas de impulsión la primera impulsará o elevará el agua desde una fuente subterránea (pozo) hasta el reservorio R-1 hasta para luego derivarlo a las redes de distribución por gravedad y la segunda línea impulsará el agua desde el reservorio R-1 hasta el reservorio R-2.*

*Su diseño debe ser capaz de soportar la presión de trabajo y se calcula con el caudal máximo diario.*

#### **5.1.1 CALCULO DEL CAUDAL DE BOMBEO.**

*El gasto de diseño para una línea de impulsión será el correspondiente al consumo máximo diario para el período de diseño. Tomando en cuenta que no resulta aconsejable ni práctico mantener períodos de bombeo de 24 horas diarias habrá que incrementar el gasto de bombeo de acuerdo a la relación de horas de bombeo, satisfaciendo así las necesidades de la población en las 24 horas*

*Por tanto*

$$Q_b = \frac{24Q_{md}}{N} \quad \dots(5.1)$$

*donde*

$Q_{md}$  = caudal máximo diario

$N$  = Número de horas de bombeo (18 horas)

### 5.1.2 DETERMINACION DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO.

*Cuando se diseña una conducción por tubería no hay solución única. Tanto un diámetro como otros pueden satisfacer las condiciones hidráulicas. De todos los diámetros posibles, que desde el punto de vista puramente hidráulico constituyen soluciones, hay uno que es el diámetro más económico.*

*Se entiende por "diámetro más económico" aquel para el cual resulta mínima la suma de los costos de instalación, operación y servicios del sistema.*

*En una instalación por bombeo los costos principales son*

- a) adquisición e instalación de la tubería. Este costo aumenta con el diámetro. A mayor diámetro, mayor costo.*
- b) Instalación y operación del equipo de bombeo. Este costo es inversamente proporcional al diámetro. Los diámetros pequeños representan una gran potencia. Con los diámetros grandes ocurre lo inverso.*

*Para la obtención del diámetro más económico de una conducción por bombeo normalmente los datos están constituidos por :*

*Diámetros disponibles en el mercado*

*Costo de las tuberías*

*Gasto requerido*

*Coefficiente de rugosidad de las tuberías*

*Costo de KW hora*

*Tiempo de amortización*

*Interés*

*Costo de la bomba y el motor, etc.*

### 5.1.2.1 COSTO DE TUBERIA INSTALADA.

En el cuadro N° 5.1 se presenta el listado de precios de tuberías Asbesto-Cemento, de clase A-10, proporcionados por la Oficina de Costos y Presupuestos de SEDAPAL., y en el cuadro N° 5.2 el costo anual de 1m. de tubería instalada.

Para la determinación del costo anual de 1m. de tubería instalada en función del diámetro, se ha aplicado la siguiente fórmula conocida :

$$C = K D^a \quad \dots(5.2)$$

Con los datos del cuadro N° 5.2 y aplicando el método de los mínimos cuadrados se calcula el valor de las constantes **K** y **a** obteniendo la siguiente fórmula:

$$C = 0.6417 D^{1.4266} \quad \dots(5.3)$$

### CUADRO N° 5.1

Listado de precios de Tuberías de Asbeto-cemento. Datos proporcionados por la Oficina de Costos y Presupuestos - SEDAPAL (Nov-94)

TUBERÍA A-C CLASE A-10 DIAMETRO(pulg)	UND	SUMINISTROS DE TUBERIAS MOVIMIENTO DE TIERRAS E INSTALACION (SI.)		
		TERRENO NORMAL.	TERRENO SEMIROCOSO	TERRENO ROCOSO
4	ml	55.47	76.93	193.29
6	ml	69.92	97.34	207.67
8	ml	113.41	146.82	375.66
10	ml	159.41	192.63	421.46
12	ml	204.64	246.59	531.41
14	ml	291.28	332.74	617.55
16	ml	280.90	442.07	978.69

NOTA : Los costos unitarios consideran :

Gastos Generales y Utilidad (G.G. y U.) = 25% calculado sobre el Costo Directo.

Impuesto General a la Venta (I.G.V) = 18% calculado sobre el Costo Directo + G.G. y U.

### CUADRO N° 5.2

**Costo de Tubería de Asbeto-Cemento; clase A-10 por metro lineal.  
En nuevos soles.**

DIAMETRO	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"
1.- SUMINISTRO DE TUBERIAS MOVIMIENTO DE TIERRA E INSTALACION	55.47	69.92	113.41	159.52	204.64	291.28	380.90
2.- VIDA ESTIMADA EN AÑOS	50	50	50	50	50	50	50
3.- FACTOR DE RECUPERACION DE CAPITAL. (10% ANUAL.)	0.10086	0.10086	0.10086	0.10086	0.10086	0.10086	0.10086
4.- COSTO ANUAL DE 1m. DE TUBERIA INSTALADA	5.59	7.05	11.44	16.09	20.64	29.38	38.42

#### 5.1.2.2 COSTO DE BOMBEO.

Este costo se expresa en función del gasto y el diámetro de la tubería y se refiere al consumo de energía durante un año, para el cálculo de este costo se aplica la fórmula de Hazen y Williams y se asume que la eficiencia de todo el sistema de bombeo es de 67% . El costo de energía de acuerdo a la tarifa BT-5 para estaciones de Bombeo establecida por la Empresa Eléctrica es de S/.0.248 por Kw-h.

El caudal es :

$$Q = 4.26 \times 10^{-4} C D^{2.63} S^{0.54} \quad \dots(5.4)$$

donde :

$Q$  = Caudal en litros por segundo

$D$  = Diámetro en pulgadas

$S$  = Pendiente hidráulico en metros por kilometro.

$C=140$  pies  $1/2$   $15$  para tubería en asbesto-cemento

Despejando  $H$  por cada Kilometro de Tubería se obtiene :

$$H = 185.15 \frac{Q^{1.85}}{D^{4.85}} \quad \dots(5.5)$$



La potencia en Hp es :

$$Hp = \frac{Q * H}{76}$$

$$Hp = 2.4362 \frac{Q^{2.85}}{D^{4.87}} \quad \dots (5.6)$$

Considerando un tiempo de bombeo de 18 horas y una eficiencia de 67% de todo el sistema, el consumo de energía por año en Kw-h es:

$$\text{Consumo de Energía} = 17821.42 \frac{Q^{2.85}}{D^{4.87}} \text{ Kw-h por año} \quad \dots (5.7)$$

Por lo tanto el costo anual de Energía, para tuberías de asbesto-cemento, cuando el Kw-h es de \$1.0.248 será :

$$C_o = 4,419.71 \frac{Q^{2.85}}{D^{4.87}} \quad \dots (5.8)$$

### 5.1.2.3 DIAMETRO MAS ECONOMICO TEORICO.

Para el cálculo del diámetro más económico, primero se calcula el costo total CT.

$$CT = \text{Costo anual de instalación de tubería} + \text{Costo anual de bombeo} + \text{Costo de Mantenimiento.}$$

$$CT = 0.6417 D^{1.4266} \times 1000 + 4419.71 \frac{Q^{2.85}}{D^{4.87}} + \text{Costo de Mantenimiento} \quad \dots (5.9)$$

Para el cálculo del costo mínimo se iguala a cero la derivada del costo total con respecto al diámetro. En este caso se considera que el costo de mantenimiento es constante durante el año.

Se obtiene la siguiente fórmula

$$D_{EC} = 1.75 Q^{0.4526} \quad \dots(5.10)$$

donde

$D_{EC}$  = Diámetro económico en pulgadas

$Q$  = Caudal en litros/seg.

### 5.1.3 CALCULO DE LA SOBREPRESION POR GOLPE DE ARIETE.

El fenómeno conocido como golpe de ariete es particularmente observable cuando en una línea de bombeo se interrumpe súbitamente la energía que propulsa la columna de agua.

En estos casos de líneas de bombeo, las cuales están sujetas a paradas e interrupciones bruscas, se requiere previamente la determinación de sobrepresiones provocados por el golpe de ariete, a fin de determinar los excedentes de presión.

Para evitar el exceso de presión, hay dos alternativas

- a) Colocar una tubería que soporte o resista la sobrepresión que se origina.
- b) Calcular una válvula de alivio de presión en el sitio de la estación de bombeo.

Para el cálculo de la sobrepresión por golpe de ariete se usará la teoría de ALLIEVI aplicando las fórmulas siguientes :

$$T = \frac{2L}{a} \quad \dots(5.11)$$

donde :

$T$  = Fase o período de la onda de agua en segundos

$L$  = Longitud de la tubería en metros

$a$  = Velocidad de propagación de la onda en m/seg.

$$a = \frac{9000}{(48.30 + \frac{KD}{e})^{0.5}} \quad \dots(5.12)$$

donde :

$a$  = Velocidad de propagación de la onda en m/seg.

$K$  = Coeficiente que toma en cuenta los Módulos de Elasticidad.

Para tubos de Asbeto-Cemento  $K = 4.4$

$D$  = Diámetro de la tubería en metros.

$e$  = Espesor de la tubería en metros.

La sobrepresión ( $ha$ ) que se produce por el fenómeno del Golpe de Ariete depende del tiempo de maniobra del cierre ( $t$ ). Si la maniobra insume un tiempo mayor que la fase o período de la onda de agua ( $T$ ) se denomina al proceso "cierre lento" y la sobrepresión viene dada por la siguiente fórmula.

Si  $t > T$ , cierre lento, entonces

$$ha = \frac{2LV}{gt} \quad \dots(5.13)$$

donde

$ha$  = sobrepresión o aumento de presión en metros

$L$  = Longitud de la tubería en metros

$V$  = Velocidad media del agua en m/seg

$g$  = Aceleración de la gravedad en m/seg<sup>2</sup>

$t$  = Tiempo de maniobra en seg.

Si la maniobra insume un tiempo menor que la Fase o Período de la onda ( $T$ ) se denomina al proceso "cierre brusco" y la sobrepresión ( $ha$ ) viene dada por la siguiente fórmula :

Si  $t < T$ , cierre brusco, entonces :

$$h_a = \frac{a V}{g} \quad \dots (5.14)$$

donde

$h_a$  = Sobrepresión o aumento de presión en metros.

$a$  = Velocidad de propagación de la onda en m/seg.

$V$  = Velocidad media del agua en m/seg.

$g$  = Aceleración de la gravedad en m/seg.

En las líneas de impulsión el tiempo de maniobra viene dado por el tiempo que lleva a la bomba un caudal de operación  $Q$  a un caudal cero y el problema se presenta por una falla en la potencia del motor o por la súbita suspensión del fluido eléctrico. La expresión para estimar el tiempo de maniobra o cierre en este caso viene dada por la siguiente fórmula :

$$t = C + \frac{m V L}{g(H.D.T)} \quad \dots (5.15)$$

donde :

$t$  = Tiempo de maniobra (tiempo transcurrido desde el momento de la falla de potencia hasta que la bomba ha detenido su movimiento).

$C$  = Constante igual a la unidad para velocidades mayores de 0.5 m/seg.

$m$  =  $2 - 0.0005L$

$V$  = Velocidad de la tubería en m/seg.

$L$  = Longitud de la tubería en metros

$g$  = Aceleración de la gravedad en m/seg<sup>2</sup>.

$H.D.T$  = Altura dinámica total en metros.

#### 5.1.4 DISEÑO DE LA LINEA DE IMPULSION.

En este acápite se detallarán los cálculos realizados para el diseño de las dos líneas de impulsión consideradas en el proyecto.

Para el diseño se seguirán los siguientes pasos:

1º Determinación del Caudal de Bombeo.- El caudal considerado en el diseño de

estas líneas es el caudal máximo diario correspondiente a las zonas de presión que se abastecerán desde ellas.

2º *Determinación del Diámetro Económico.* - Para la determinación de éste se usará la fórmula 5.10.

3º *Calculo de la pérdida de carga Total(Hf).* - La pérdida de carga total en la línea de impulsión esta dada por la suma de la pérdida de fricción (Hf) y las pérdidas de cargas por accesorios (hacc):

- *Pérdida de carga por fricción:* para su determinación se usará la fórmula de Hazen y Williams cuya expresión se muestra a continuación :

$$hf = \frac{L Q^{1.85}}{5.813 \times 10^{-7} C^{1.85} D^{4.87}} \quad \dots(5.16)$$

donde :

$hf$  = Pérdida de carga por fricción (m)

$L$  = Longitud de la tubería (Km)

$Q$  = Caudal de bombeo (lt/s)

$C$  = Coeficiente de fricción de Hazen y Williams

$D$  = Diámetro de tubería (pulgadas)

*Pérdida de carga por accesorios:* Se consideran tanto los accesorios de la tubería de succión como los de la de impulsión según sea el caso.

Por lo tanto la pérdida de carga Total estará dada por la siguiente expresión :

$$HF = hf + hacc.$$

4º *Cálculo de la Altura Dinámica Total (H.D.T) .-* Estará dada por la siguiente expresión :

$$H.D.T = hs + hi + Hf$$

donde :

<i>H.D.T</i>	=	<i>Altura dinámica total (m)</i>
<i>hs</i>	=	<i>Altura de succión (m)</i>
<i>hi</i>	=	<i>Altura de impulsión (m)</i>
<i>Hf</i>	=	<i>Pérdida de Carga Total (m)</i>

5º *Calculo de la sobrepresión por Golpe de Ariete .- Para este cálculo se usará la teoría de ALLIEVI aplicando las fórmulas del N° 5.11 al N° 5.15.*

### **LÍNEA DE IMPULSION DEL POZO AL RESERVORIO R-1**

1º *Caudal de Bombeo .- Se bombeará el caudal necesario para abastecer a todas las zonas de presión de acuerdo con el siguiente cuadro :*

<b>ZONA</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Qmd</b>	<b>4.43</b>	<b>7.06</b>	<b>5.21</b>	<b>16.65</b>	<b>33.35</b>

Aplicando la fórmula N° 5.1

$$Qb = \frac{24}{18} \times 33.45 = 44.47 \text{ lt/s}$$

$$Q = 44.47 \text{ lt/s}$$

2º *Cálculo del Diámetro Económico.- Usando la fórmula N° 5.10 se tiene :*

$$Dec = 1.75 * (44.47)^{0.4526} = 9.75''$$

$$D = 10''$$

3º *Cálculo de la pérdida de Carga Total (Hf).-*

- La pérdida de carga por fricción ( $h_f$ ) usando la fórmula N° 5.16 y considerando los siguientes datos:

$$L = 1.045 \text{ Km}$$

$$Q = 44.47 \text{ lt/s}$$

$$C = 140$$

$$D = 10''$$

$$\text{Obtenemos } h_f = 2.91 \text{ m}$$

- Pérdida de carga por accesorios ( $h_{acc}$ ):

**Succión :** **L.E.**

Tubería = 25.60 m

1 válvula de pie 12" = 83.05 m

1 codo 12" x 90° = 17.05 m

**Impulsión :**

2 válv. compuerta 10" = 4.32 m

1 válv. check 10" = 21.14 m

10 codos 10" x 45° = 47.70 m

1 codo 10" x 90° = 6.60 m

2 unión dresser 10" = 13.60 m

1 medidor de caudal 10" = 21.40 m

240.46 m ...  $h_{facc} = 0.67 \text{ m}$

Por lo tanto la pérdida de Carga Total es de:

$$H_f = 2.91 + 0.67 = 3.58 \text{ m}$$

Entonces :

$$H_f = 3.58 \text{ m}$$

4° Cálculo de la Altura Dinámica Total (H.D.T).-

En la figura N° 5.1 se muestra el esquema de la línea de impulsión en el que se indican todos los datos necesarios para calcular la Altura.

*Dinámica Total :*

*En base a ellos se ha determinado :*

$$h_s = 533.00 - 507.40 = 25.60 \text{ m}$$

$$h_i = 625.30 - 533.00 = 92.30 \text{ m}$$

$$H_f = 3.58 \text{ m}$$

*Por lo tanto la Altura Dinámica Total será :*

$$H.D.T = 25.60 + 92.30 + 3.58 + 3.50 = 121.48 \text{ m.}$$

*Entonces :*

$$H.D.T = 121.48 \text{ m}$$

*5º Calculo de la sobrepresión (ha) por Golpe de Ariete considerando los siguientes datos :*

$$L = 1045 \text{ m}$$

$$Q = 44.47 \text{ lt/s}$$

$$D'' = 10'' = 0.25 \text{ m}$$

$$V = 0.90 \text{ m/s}$$

$$K = 4.4 \text{ (tubería Asbeto-Cemento)}$$

$$e = 0.024 \text{ m}$$

$$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

$$H.D.T = 121.48 \text{ m}$$

*Se procederá a calcular la sobrepresión por Golpe de Ariete :*

*De la fórmula N° 5.12 se obtiene que la velocidad de propagación de la onda (a) es de :*

$$a = 1020.38 \text{ m/seg.}$$

*De la fórmula N° 5.11 se obtiene que la fase o período de la (T) es de :*

$$T = 2.05 \text{ seg.}$$

*De la fórmula N° 5.15 se obtiene que el tiempo de maniobra (t) es de :*

$$t = 2.16 \text{ seg.}$$



Como  $t = 2.16 > T = 2.05$  seg, entonces se considera cierre lento y la sobrepresión ha se calculara con la fórmula N° 5.13

$$h_a = 88.52 \text{ m}$$

Entonces la presión máxima que se generará en la tubería de producirse el Golpe de Ariete será de :

$$\text{Presión Máxima} = \text{Nivel estático máx.} + \text{golpe de ariete}$$

$$\text{Presión Máxima} = 95.10 + 88.52 = 183.62 \text{ m.}$$

Entonces :

$$P. \text{ Máx.} = 183.62 \text{ m.}$$

### LÍNEA DE IMPULSION DEL RESERVORIO R-1 AL RESERVORIO R-2

1° Caudal de Bombeo.-

Se bombeará el caudal necesario para abastecer a las zonas de presión que se muestran en el cuadro siguiente :

ZONA	I	II	TOTAL
Qmd	4.43	7.06	11.49

Aplicando la fórmula N° 5.1 se tiene :

$$Q_b = \frac{24}{18} \times 11.49 = 15.32 \text{ lt/s}$$

$$Q = 15.32 \text{ lt/s}$$

2° Cálculo del Diámetro Económico.- Usando la fórmula N° 5.10 se obtiene:

$$D_{ec} = 1.75 (15.32)^{0.4526} = 6.02''$$

$$D = 6''$$

3º Cálculo de la Pérdida de la Carga total ( $H_f$ ).

- La pérdida de carga por fricción ( $h_f$ ) usando la fórmula N° 5. 16 y considerando los siguientes datos :

$$\begin{aligned} L &= 1.15 \text{ Km} \\ Q &= 15.32 \text{ lt/s} \\ C &= 140 \\ D &= 6" \end{aligned}$$

Obtenemos  $h_f = 5.36 \text{ m}$ .

- Pérdida de carga por accesorios ( $h_{acc}$ ):

**Succión :**

1 canastilla 8"	= 55.36 m
1 codo 8" x 90°	= 5.45 m
1 Valv. compuesta 8"	= 1.73 m
1 tee 8" x 8"	= 4.30 m
1 reducción 8" x 4"	= 1.73 m
1 reducción 6" x 4"	= 1.30 m
Long. tubería	= 2.50 m

**Impulsión :**

1 válv. check 6"	= 12.68 m
1 válv. compuerta 6"	= 1.30 m
1 medidor de caudal	= 8.41 m
1 tee 6" x 4"	= 12.27 m
4 codos 6" x 45°	= 11.44 m
4 codos 6" x 90°	= 16.36 m
	<u>134.83 m</u>

$h_{facc} = 0.63 \text{ m}$

Por lo tanto la pérdida de carga total es de :  $h_f = 5.36 + 0.63 = 5.99 \text{ m}$ .

Entonces :  $H_f = 6.00 \text{ m}$ .

4º *Calculo de la Altura Dinámica Total (H.D.T).*- En la figura N° 5.2 se muestra el esquema de la línea de impulsión en el que se indican todos los datos necesarios para calcular la *Altura Dinámica Total* :

*En base a ello se ha determinado*

$$h_i = 687.00 - 620.00 = 67.00 \text{ m}$$

$$H_f = 6.00 \text{ m}$$

*Por lo tanto la Altura Dinámica Total será :*

$$H.D.T = 67.00 + 6.00 = 73.00 \text{ m.}$$

*Entonces :*

$$H.D.T = 73.00 \text{ m}$$

5º *Calculo de la sobrepresión (ha) por Golpe de Ariete :*

*Considerando los siguientes datos*

$$L = 1150 \text{ m}$$

$$Q = 15.32 \text{ lt/s}$$

$$D'' = 6'' = 0.15 \text{ m.}$$

$$V = 0.87 \text{ m/seg}$$

$$K = 4.4 \text{ (tubería Asbeto-Cemento)}$$

$$e = 0.014 \text{ m.}$$

$$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

$$H.D.T = 143.46 \text{ m}$$

*Se procederá a calcular la sobrepresión por Golpe de Ariete*

*De la fórmula N° 5.12 se obtiene que la velocidad de proyección de la onda (a) es de:*

$$a = 1013.36 \text{ m/seg.}$$

*De la fórmula N° 5.11 se obtiene que la fase o período de la onda de agua (T) es de:*

$$T = 2.27 \text{ seg.}$$

*De la fórmula N° 5.15 se obtiene que el tiempo de maniobra (t) es de:*

$$t = 2.99 \text{ seg.}$$

Como  $t = 2.99 \text{ seg.} > T = 2.27 \text{ seg.}$  entonces se considera cierre lento y la sobrepresión ha se calculará con la fórmula N° 5.13.

$$h_a = 68.20 \text{ m}$$

Entonces la presión máxima que se generaría en la tubería de producirse el Golpe de Ariete será de

$$\text{Presión Máxima} = \text{Nivel estático máx.} + \text{golpe de ariete}$$

$$\text{Presión Máxima} = 71.60 + 68.20 = 139.80 \text{ m.}$$

Entonces :

$$P. \text{ Máx.} \quad 139.80 \text{ m.}$$

**FIG. N° 5.1 ESQUEMA DE LA LINEA DE IMPULSION DEL POZO AL RESERVORIO R-1**

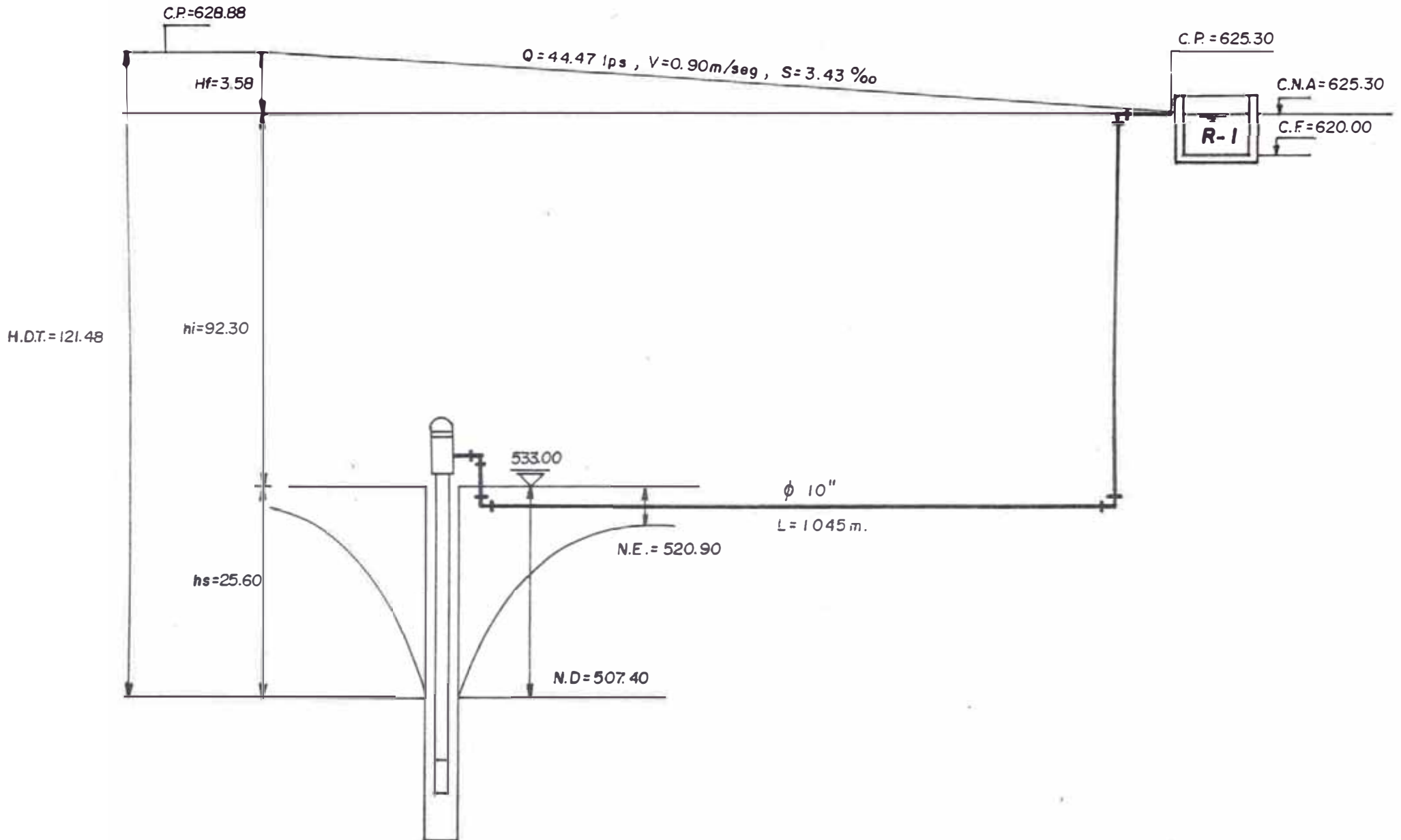
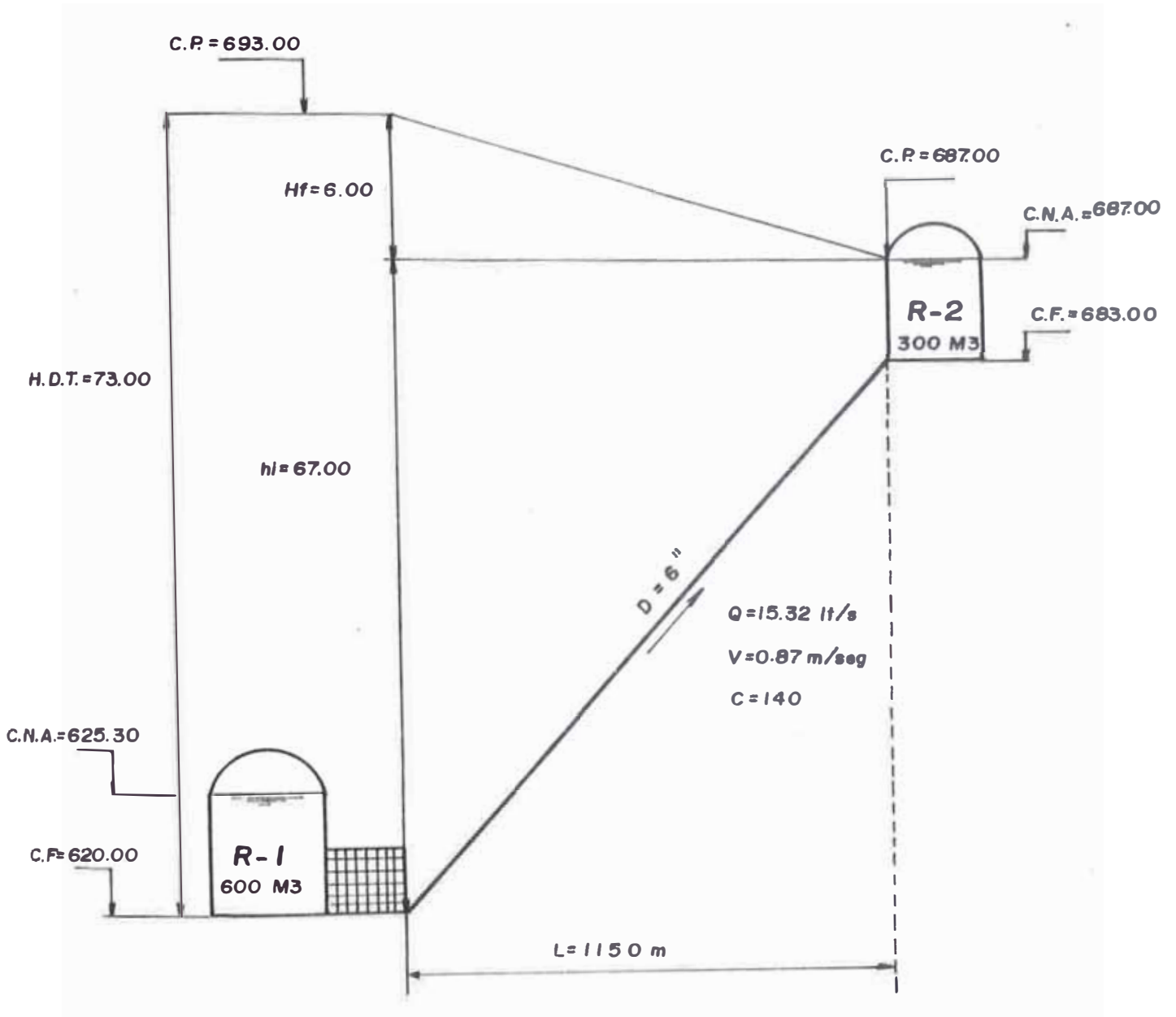


FIG. N° 5.2 ESQUEMA DE LA LINEA DE IMPULSION DEL R-1 AL R-2



### 5.1.5 DETERMINACION DE LA CLASE DE TUBERIA.

Para la determinación de la clase de tubería se analizaron tuberías capaces de soportar las presiones dinámicas y excesos de presión por golpe de ariete.

Las líneas de impulsión proyectadas tendrán las siguientes características :

#### Línea de Impulsión del pozo al Reservoirio R - 1

COTA DE TERRENO (m.s.n.m)		CLASE	DIAMETRO	LONGITUD
DE	A			
633.00	563.82	A - 20	10"	566.00
536.82	613.82	A - 15	10"	479.00

#### Línea de Impulsión del Reservoirio R-1 al Reservoirio R-2

COTA DE TERRENO (m.s.n.m)		CLASE	DIAMETRO	LONGITUD (m)
DE	A			
620.00	655.20	A - 15	6"	890.00
655.20	683.00	A - 10	6"	260.00

## 5.2 LINEA DE ADUCCION.

### 5.2.1 DESCRIPCION DEL ESQUEMA HIDRAULICO.

*La línea de aducción es la tubería que va desde el sistema de almacenamiento a la malla de distribución. Se calcula con la comparación de las siguientes expresiones:*

- *Caudal máximo diario + Caudal contra incendio ( $md + Q_{ii}$ )*
- *Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).*

*Para el diseño de la línea de aducción se tomará el mayor de ellos.*

*El caudal contra incendio se establece de acuerdo al reglamento de SEDAPAL, el cual considera para áreas destinadas netamente a viviendas 15 lt/seg.*

*En el proyecto se ha considerado dos líneas de aducción; una de ellas que baja desde el reservorio R-1 (600m<sup>3</sup>), con cota de fondo 620.00 m.s.n.m. con un recorrido de 60 mt hasta empalmar a la red en la cota 606.00 m.s.n.m. para abastecer a las zonas de presiones III y IV; la otra línea de aducción baja desde el Reservorio R-2 (300m<sup>3</sup>) con cota de fondo 683.00 m.s.n.m, que conducirá el agua para abastecer a las zonas de presiones I y II, tiene un recorrido de 40 mt. hasta empalmar a la red, en la cota 669.40 m.s.n.m.*

*Las presiones en general, no serán menores de 10 mt. ni superiores a 50mt. Otro parámetro que se debe tener en cuenta son las velocidades límites que son 0.60 y 3.00 m/seg (mínimo y máximo respectivamente), siendo 1.50 m/seg una buena velocidad de diseño.*

### 5.2.2 DISEÑO DE LA LINEA DE ADUCCION.

#### PARA R-1

Datos :  $L = 60 \text{ m}$   
 $Q_{md} = 21.86 \text{ lt/s}$



$$Q_{mh} = 46.70 \text{ lt/s}$$

$$Q_{ci} = 15 \text{ lt/s}$$

$$P_o = 10 \text{ m (P. min red)}$$

$$V = <0.6 - 3.00> \text{ m/seg.}$$

- Cálculo del caudal de diseño (Q):

$$i) Q_{md} + Q_{ci} = 36.86 \text{ lt/s}$$

$$ii) Q_{mh} = 46.70 \text{ lt/s}$$

$$Q_{mh} > Q_{md} + Q_{ci}$$

Entonces :

$$Q = 46.70 \text{ lt/s.}$$

- De la figura N° 5.3

$$H. \text{ disponible} = (625.30 - 606.00) - 10 = 9.30 \text{ m}$$

$$\text{Gradiente} = S = \frac{9.30}{0.06} = 155 \text{ m/km}$$

- Con los valores de Q y S calculemos D a partir de la fórmula N° 5.16 (Hazen y Williams).

Se obtiene :  $D = 4.35''$

verificando con la velocidad :

$$V = 5.03 \text{ m/seg.} \quad \text{¡alta!}$$

- Aumentaremos el diámetro y verificaremos con las velocidades

Para :

$$D = 6''$$

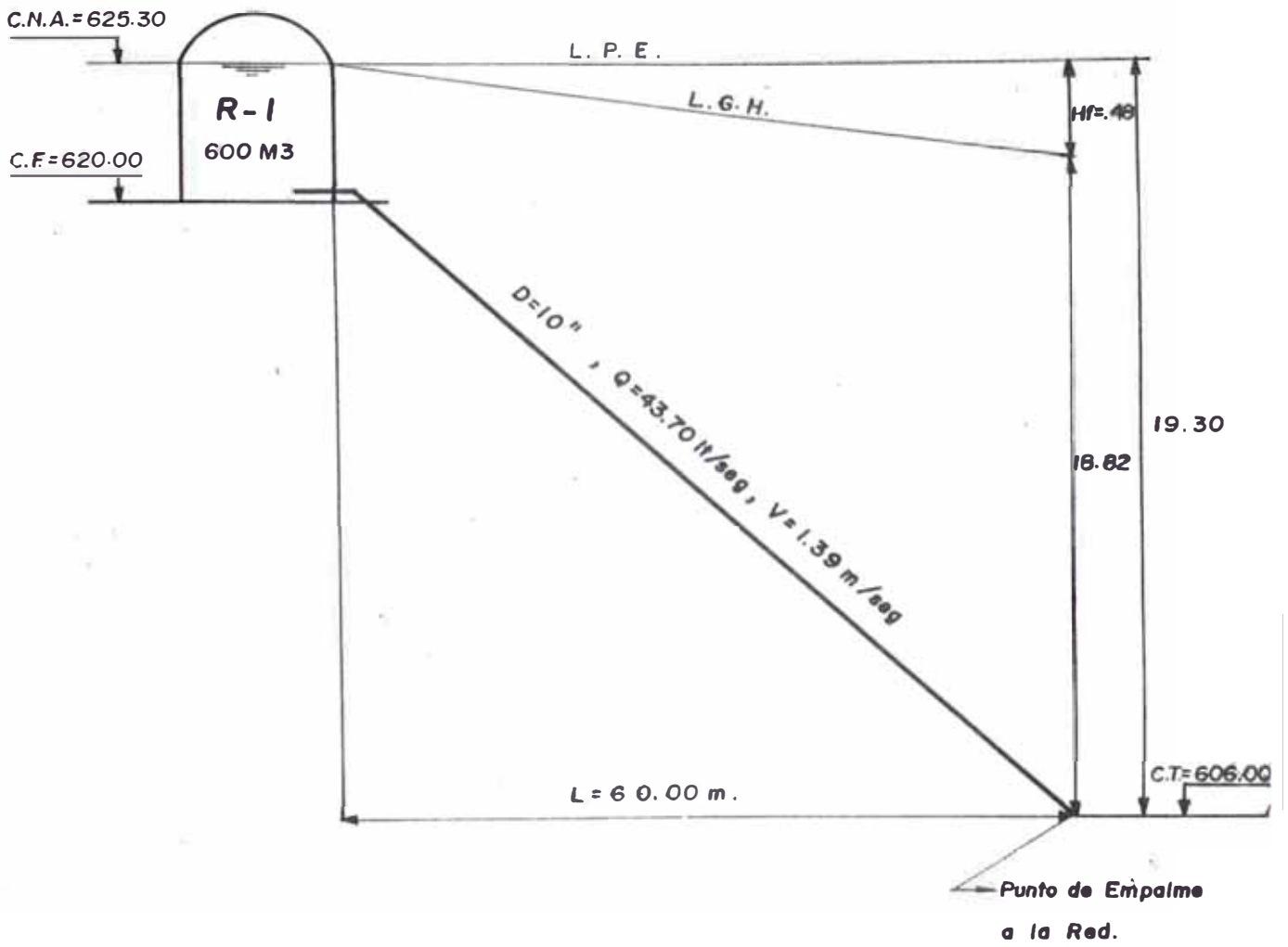
$$V = 2.64 \text{ m/seg.} \quad \text{¡alta!}$$

Para :

$$D = 8''$$

$$V = 1.39 \text{ m/seg.} \quad \text{¡OK!}$$

**FIG.Nº 5.3 ESQUEMA DE LA LINEA DE ADUCCION DEL RESERVORIO R-1**



- Calculamos la pérdida de carga  $h_f$  :

$$h_f = \frac{(46.70)^{1.85} * (0.06)}{5.813 \times 10^{-7} (140)^{1.85} * (8)^{4.87}} = 0.48 \text{ m.}$$

Por lo tanto la mínima presión en la entrada de la red será :

$$h = 620.00 - 606.00 - 0.48 = 13.52 \text{ m.}$$

Entonces la línea de aducción será de 8"

### PARA R-2

Datos :

$$\begin{aligned} L &= 40 \text{ m} \\ Q_{md} &= 11.49 \text{ lt/s} \\ Q_{mh} &= 22.08 \text{ lt/s} \\ Q_{ci} &= 15 \text{ lt/s} \\ P_o &= 10 \text{ m (P. min red)} \\ V &= <0.6 - 3.00> \text{ m/seg.} \end{aligned}$$

- Cálculo del caudal de diseño (Q):

$$\begin{aligned} \text{i) } Q_{md} + Q_{ci} &= 26.49 \text{ lt/s} \\ \text{ii) } Q_{mh} &= 22.08 \text{ lt/s} \\ Q_{md} + Q_{ci} &> Q_{mh} \end{aligned}$$

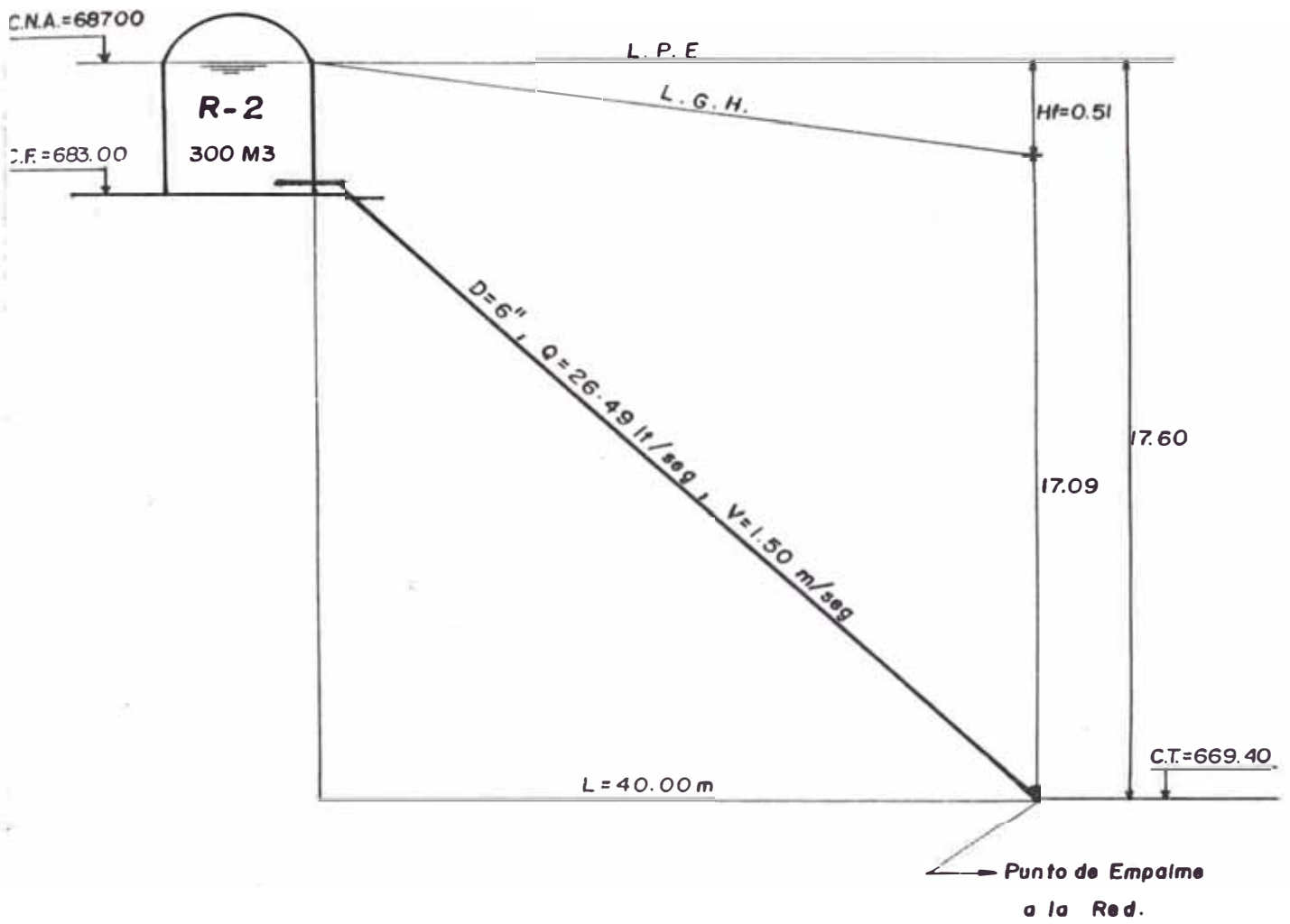
Entonces :

$$Q = 26.49 \text{ lt/s.}$$

- De la figura N° 5.4

$$H. \text{ disponible} = (687.00 - 669.40) - 10 = 7.60 \text{ m}$$

**FIG. Nº 5.4 ESQUEMA DE LA LINEA DE ADUCCION DEL RESERVORIO R-2**



$$\text{Gradiente} = S = \frac{7.60}{0.04} = 190 \text{ m/km}$$

- Con los valores de  $Q$  y  $S$  calculemos  $D$  a partir de la fórmula N° 5.16 (Hazen y Williams).

Se obtiene :

$$D = 3.45''$$

Verificando con la velocidad :

$$V = 4.53 \text{ m/seg.} \quad \dots \quad \text{¡alta!}$$

- Aumentaremos el diámetro y verificaremos con las velocidades

Para :  $D = 4''$   
 $V = 3.37 \text{ m/seg.} \quad \text{¡alta!}$

Para :  $D = 6''$   
 $V = 1.50 \text{ m/seg.} \quad \text{¡OK!}$

- Calculamos la pérdida de carga  $hf$  :

$$hf = \frac{(26.70)^{1.85} \times (0.04)}{5.81 \times 10^{-7} \times (140)^{1.85} \times (6)^{4.87}} = 0.51 \text{ m.}$$

Por lo tanto la mínima presión en la entrada de la red será

$$h = 683.00 - 669.40 - 0.51 = 13.09 \text{ m.}$$

Entonces la línea de aducción será de **6''**.

### 5.2.3 DISEÑO CONSIDERANDO EL CAUDAL MINIMO HORARIO.

Es necesario considerar el diseño de la red para los casos de mínimo consumo (horas nocturnas) en las cuales aumentará la presión tanto en la red como en la línea de aducción, debido al descenso de las pérdidas de carga.

Cuando no existe el estudio del diagrama de masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda (consumo Vs horas), se considera que el caudal mínimo horario es el 15% del caudal de diseño de la línea de aducción :

#### PARA R-1

$$Q_{\text{min horario}} = 15\% Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{min horario}} = 0.15 \times 46.70 = 7.01 \text{ lt/seg.}$$

y con los datos obtenidos :

$$\text{Diámetro de} = 8''$$

$$\text{Longitud} = 60 \text{ m}$$

$$C = 140$$

$$h_f = \frac{(7.01)^{1.85} \times (0.06)}{5.813 \times 10^{-3} \times (140)^{1.85} \times (8)^{4.87}} = 0.016 \text{ m.}$$

Por lo tanto la máxima presión en la entrada de la red será

$$h = 620.00 - 606.00 - 0.016 = 13.98 \text{ m.}$$

#### PARA R-2

$$Q_{\text{min horario}} = 15\% Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{min horario}} = 0.15 \times 26.49 = 3.98 \text{ lt/seg.}$$

y con los datos obtenidos :

$$\begin{aligned} \text{Diámetro de} &= 6'' \\ \text{Longitud} &= 40 \text{ m.} \\ C &= 140 \end{aligned}$$

Tenemos :

$$hf = \frac{(3.98)^{1.85} \times (0.04)}{5.813 \times 10^{-3} \times (140)^{1.85} \times (6)^{4.87}} = 0.015 \text{ m.}$$

Entonces la máxima presión en la entrada de la red será :

$$h = 683.00 - 669.40 - 0.015 = 13.58 \text{ m.}$$

## **CAPITULO VI**

# **EQUIPAMIENTO**

**6.1 ESTACION DE BOMBEO**

**6.2 CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA EL POZO**

**6.3 CALCULO DEL EQUIPO DE REBOMBEO DEL RESERVORIO R-1 AL RESERVORIO R-2.**



---

## **CAPITULO VI**

### **EQUIPAMIENTO**

#### **6.1 ESTACION DE BOMBEO.**

*En los sistemas de abastecimiento de agua puede requerirse del diseño de estaciones de bombeo o de rebombeo, lo cual precisa del conocimiento de ciertos datos específicos para la mejor selección de los equipos necesarios.*

*Consideremos como estación de bombeo a aquéllas que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la elevan al reservorio de almacenamiento, a una estación de rebombeo o a la red.*

#### **Elementos de una Estación de Bombeo.**

*Los elementos de una estación de bombeo varían según su complejidad. Estos elementos son :*

*Equipo (conjunto bomba-motor)*

*Grupo de generador de energía y fuerza motriz que son los elementos que impulsan las bombas y pueden ser de combustión interna o eléctricos o una combinación de ambos.*

*Equipos hidráulicos :*

*Constituidos por bombas las cuales transforman en energía cinética y presión de agua.*

*Accesorios complementarios :*

*Instrumentos de control, tuberías, accesorios, elementos hidráulicos necesarios para el funcionamiento, mantenimiento y protección de los equipos, incluye válvulas reductoras de presión y dispositivos de protección contra el golpe de ariete. Se incluye equipos de desinfección.*

*Estructuras de protección.*

*Que comprende las estructuras para las instalaciones electromecánicas, así como para el personal de mantenimiento. En algunos casos el espacio físico indicado*

se denomina cámara seca y será necesario un comportamiento para las aguas a bombear, lo que se denomina cámara húmeda (cámara de bombeo de aguas servidas).

En el proyecto se ha previsto estaciones de bombeo en el pozo a perforarse con equipo de bomba tipo turbina vertical y en el reservorio R-1 con equipo de bomba turbina de eje corto vertical que servirá para rebompear la masa de agua al reservorio R-2.

## 6.2 CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA EL POZO.

Para calcular el equipo de bombeo se requiere conocer la altura dinámica total y el caudal de bombeo, éstas ya han sido calculados en el capítulo V acápite 5.1.4 cuyos valores son :

$$Q = 44.47 \text{ lt/s} = 705 \text{ G.P.M.}$$

$$H.D.T = 121.48 \text{ m.}$$

- De la tabla 6.1 (HIDROSTAL) la bomba 12G cumple con el caudal, buscaremos la curva específica de la bomba 12G, que es la 200200 (Figura 6.1) que corresponde al tipo de impulsar M, la bomba quedará definida de la forma 12GM.
- De la curva característica 200200: para un caudal de 44.47 lt/seg. se obtiene una eficiencia de 79% y una altura dinámica parcial de 22.20 m.

$$N^{\circ} \text{ Impulsores} = \frac{121.48}{22.20} = 5.47 = 6$$

- La bomba quedará definido como : 12 GM-6

$$\text{- Potencia Parcial} = \frac{(44.47 \text{ lt/s}) \times 22.20 \text{ m}}{0.79 \times 75} = 16.66 \text{ Hp.}$$

# DATOS TECNICOS



**TABLA 6.1 PRESELECCIONAR CUERPO BOMBA TIPO "G"**

TIPO	DIAMETRO EXTERIOR TAZONES	G.P.M.	DIAMETRO INTERIOR MINIMO POZO	DIAMETRO INTERIOR PREFERIDO POZO
5.5G	5.1/8"	25-160	6"	7"
6 G	5.3/4"	85-430	6"	7"
8 G	7.1/2"	150-450	8"	10"
10G	9.1/2"	350-900	10"	12"
12G	11.1/2"	600-1500	12"	14"
14G	13.1/2"	1000-2500	14"	16"
16G	15.1/2"	1500-3750	16"	18"

Cuerpo Bombas

5.5G, 6G, 8G

Uniones Roscadas

Cuerpo Bombas

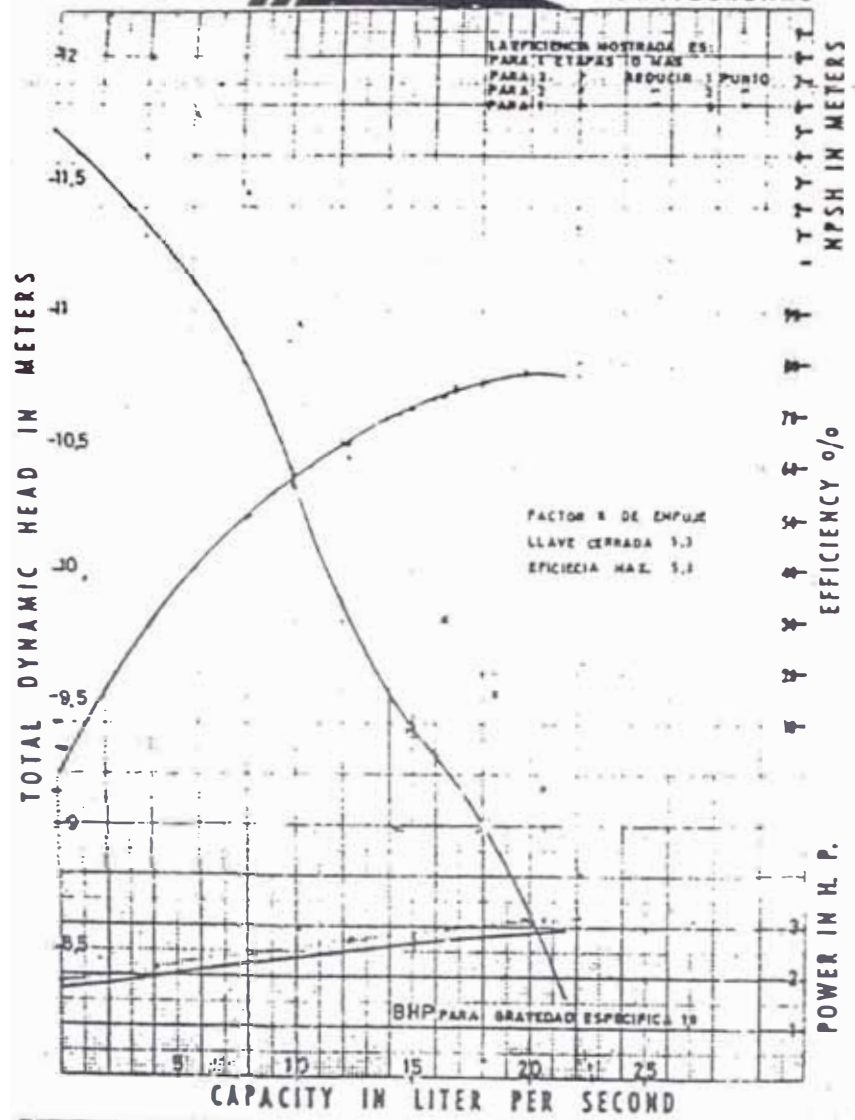
10G, 12G, 14G, 16G

Uniones Empernadas

LIMA PERU



8213 NEUNKIRCH SWITZERLAND



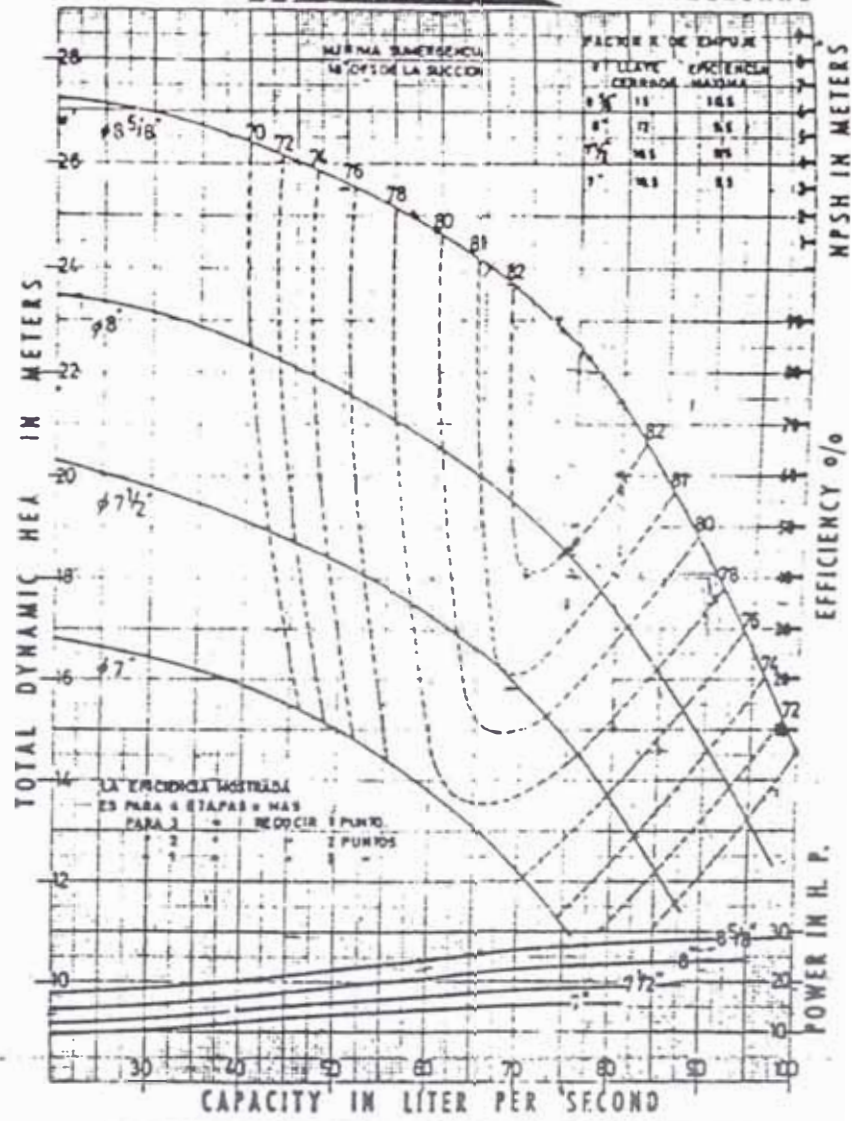
CALCULOS No.	1750	R.P.M.	22	YANE SIZE	MM
DATE	31-12-75	IMPELLER O. DIA	135	MM	YANE NUMBER
PUMP TYPE			SHEET No.		
8 GH			20015 Z		

FIG. 6.1

LIMA PERU



8213 NEUNKIRCH SWITZERLAND



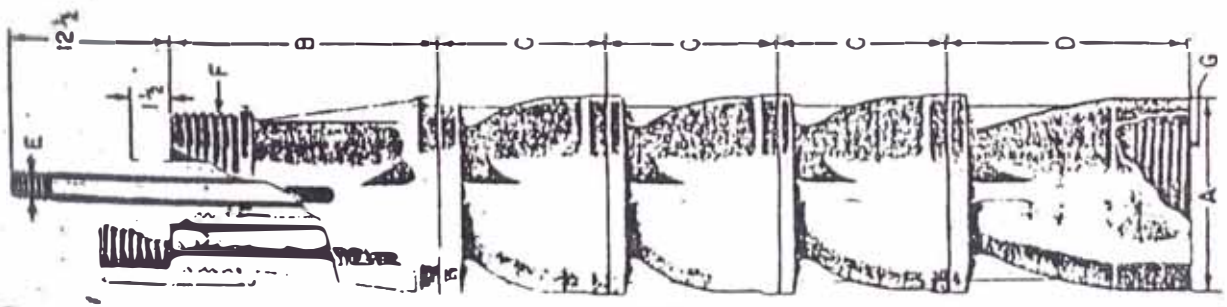
CALCULOS No.	1770	R.P.M.	YANE SIZE	MM
DATE	8-1-71	IMPELLER O. DIA	MM	YANE NUMBER
PUMP TYPE			SHEET No.	
12 GH			20021	

# DATOS TECNICOS



**TABLA 6.2 DIMENSIONES DE CUERPO DE BOMBA TIPO "G"**

TIPO	5.5G	6G	8G	10G	12G	14G	16G
A	5.1/8"	5.1/8"	7.1/2"	9.1/2"	11.1/2"	13.1/2"	15.1/4"
B	8"	11.2/16"	8.15/16"	8.5/8"	10.1/16"	11.1/2"	17.3/8"
C	5"	5.1/8"	5.7/8"	7.3/4"	9.7/16"	11.1/8"	13.15/16"
D	8"	5.11/16"	7.1/8"	11"	12"	12"	10.7/8"
Lgo. una etapa	21"	21.15/16"	21.15/16"	27.3/8"	31.1/2"	34.5/8"	28.1/4"
Lgo. e-tapa adicional	5"	5.1/8"	5.7/8"	7.3/4"	9.7/16"	11.1/8"	13.15/16"
E	13/16"	1"	1.3/16"	1.7/16"	1.11/16"	1.15/16"	2.3/16"
F	4"	4"	6"	6"	8"	10"	10"
G	4"	4"	6"	8"	8"	10"	10"
Peso en lbs-una etapa	55	47	110	165	230	355	375
Peso e-tapa adicional	11	19	33	54	90	130	215
Peso impulsor	2		3	6	8	16	26
Juego Libre	3/8"	5/16"	3/8"	3/8"	9/16"	5/8"	7/8"



- *Potencia Bomba* =  $6 \times 16.66 = 99.96 = 100 \text{ Hp.}$
- *Potencia Motor* =  $1.1 \times 100 = 110 \text{ Hp.}$

### **CARACTERISTICAS TECNICAS**

<i>Líquido</i>	: Agua limpia
<i>Caudal</i>	: 44.47 lt/s.
<i>H.D.T</i>	: 121.48 m.
<i>Eficiencia</i>	: 79%
<i>Pot. Absorvida</i>	: 100 Hp.
<i>Pot. motor</i>	: 110 Hp.
<i>Velocidad</i>	: 1750 R.P.M.
<i>Diam. Impulsor</i>	: 8.5/8"
<i>Diam. Descarga</i>	: 8"
<i>Tazón</i>	: Fierro fundido gris
<i>Impulsor</i>	: Bronce - silicio
<i>Eje Bomba</i>	: Acero Inox. 416

### **6.3 CALCULO DEL EQUIPO DE REBOMBEO DEL RESERVORIO R-1 AL RESERVORIO R-2.**

*Los cálculos se realizarán en forma análoga al acápite anterior.*

*Donde :*

$$Q = 15.32 \text{ lt/s} = 243 \text{ G.P.M.}$$

$$H.D.T = 73.00 \text{ m.}$$

*De la tabla 6.1 la bomba 8G cumple con el caudal, buscaremos la curva específica de la bomba 8G, que es la 20015Z ( Figura 6-1) correspondiente a un tipo de impulsor H, la bomba quedará definida de la forma 8GH.*

*De la curva característica 20015Z para un caudal de 15.32 lt/seg. obtenemos una eficiencia de 73% y una altura dinámica parcial de 9.35 m.*

$$N^{\circ} \text{ Impulsores} = \frac{73.00}{9.35} = 7.81 = 8$$

- La bomba quedará definido como : **8GH-8**

$$\text{- Potencia Parcial} = \frac{(15.32 \text{ lt/s}) \times (9.35 \text{ m})}{0.73 \times 75} = 2.62 \text{ Hp.}$$

$$\text{- Potencia Bomba} = 8 \times 2.62 = 20.96 = 21 \text{ Hp.}$$

$$\text{- Potencia Motor} = 1.1 \times 21 = 23 \text{ Hp.}$$

### CARACTERISTICAS TECNICAS

Líquido	: Agua limpia
Caudal	: 15.32 lt/s.
H.D.T	: 73.00 m.
Eficiencia	: 73%
Pot. Absorvida	: 21 Hp.
Pot. motor	: 25 Hp.
Velocidad	: 1750 R.P.M.
Diam. Impulsor	: 135 mm.
Diam. Descarga	: 5"
Tazón	: Fierro fundido gris
Impulsor	: Bronce - silicio
Eje Bomba	: Acero Inox. 416
Long. columna	: 5 pies.

## **CAPITULO VII**

# **RESERVORIOS**

### **7.1 ASPECTOS GENERALES**

#### **7.1.1 CARACTERISTICAS DE LOS RESERVORIOS**

#### **7.1.2 TIPOS DE RESERVORIOS**

### **7.2 CAPACIDAD DE LOS RESERVORIOS**

### **7.3 UBICACION**

### **7.4 DIMENSIONAMIENTO**

### **7.5 CALCULO HIDRAULICO**

### **7.6 CASETA DE VALVULAS**



## **CAPITULO VII**

### **RESERVORIOS**

#### **7.1 ASPECTOS GENERALES.**

*Los reservorios son depósitos donde se almacena el agua cuya capacidad está dada de acuerdo a la población a servir. La capacidad debe de ser calculada de forma tal que en todo instante no falte el agua, sobretodo en los casos de emergencia tales como incendios.*

*Los reservorios de almacenamiento tienen un papel importante en los sistemas de distribución de agua, su importancia se manifiesta en el funcionamiento hidráulica del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente.*

#### **7.1.1 CARACTERISTICAS DE LOS RESERVORIOS.**

*De acuerdo a su funcionamiento.*

- *Debe satisfacer las variaciones de consumo.*
- *Tener almacenamiento para las demandas contra incendio.*
- *Volumen adicional para casos de emergencia.*
- *Regular las presiones en la red de distribución, o sea de entrega a los consumidores.*
- *Poder aumentar la presión en los lugares de nivel alto de la población.*
- *Uniformar la carga a que trabajaran las bombas, en el caso de que se empleen para el abastecimiento.*

*De acuerdo a su capacidad.*

*Para determinar la capacidad del reservorio se tiene que tener en cuenta los siguientes factores.*

- *Compensación de las variaciones de consumo.*
- *Reserva para incendios.*
- *Reserva para daños o interrupciones del sistema.*

- *Funcionamiento como parte del sistema, se refiere a algunos reservorios sirven de almacenamiento parcial para otras zonas de servicio más altas, a la vez que dan servicio a una zona baja; en estos casos se tiene que utilizar un bombeo o rebombeo. La capacidad adicional que se le puede dar al reservorio es 10% del gasto diario medio anual a 100m<sup>3</sup>.*

### **7.1.2 TIPOS DE RESERVORIOS.**

*Los reservorios de almacenamiento pueden ser construidos directamente sobre la superficie del suelo o sobre torres cuando por razones de servicio se requiera elevarlos.*

*Se clasifican de acuerdo a las siguientes consideraciones*

- a) Por su funcionamiento*
- b) A su nivel respecto del suelo*
- c) Por su forma*
- d) Por el material al que están construidos.*

#### **a) A SU FUNCIONAMIENTO:**

**RESERVORIO DE CABECERA** *A este tipo de reservorio se le alimenta directamente de captación o planta de tratamiento, pudiendo ser por gravedad o bombeo.*

**RESERVORIO FLOTANTE.** *Los reservorios flotantes son los típicos reguladores de presión, cuando la presión es alta, es decir, que la producción es mayor que el consumo, el reservorio se llena; y al contrario cuando el consumo sobre pasa el rendimiento de la fuente el agua del reservorio desciende para sumarse a la del abastecimiento; manteniéndose así casi constante la presión.*

#### **b) A SU NIVEL RESPECTO AL SUELO:**

**RESERVORIO APOYADO.** *Son aquellos cuyos solados o pisos están directamente colocados sobre la superficie del terreno.*

**RESERVORIO ELEVADOS.** En estos reservorios al depósito de agua se le llama también "cuba", puede descansar sobre columnas o pilotes o sobre paredes.

**RESERVORIO ENTERRADO.** Son aquellos que tienen el depósito de agua totalmente enterrados, también se le conoce como cisternas.

**c) POR SU FORMA :**

Existe diferentes formas de acuerdo a las condiciones de estética y a la arquitectura, entre los más comunes podemos citar :

**RESERVORIO DE FORMA ESFERICA.** Presenta la menor cantidad de área de paredes para un volumen determinado y tiene la ventaja de toda ella está sometida a esfuerzos de compresión y tensión simples. Su mayor desventaja estriba en aspectos de construcción (encofrados).

**RESERVORIO DE FORMA CILINDRICA.** En este tipo, las paredes sometidos a esfuerzos de tensión simple, representan ventajas estructurales, pero también con la desventaja de encofrado para el caso de reservorio de concreto armado.

**RESERVORIO PARALELOPIPEDO.** Debido a sus formas rectas. Producen momentos que obligan a espesores mayores y refuerzos también mayores. Sin embargo, reduce grandemente los costos de encofrados.

**d) POR EL MATERIAL DE QUE ESTAN CONSTRUIDOS:**

Los reservorios se clasifican, de acuerdo al material de que están contruidos, en :

- Reservorios de plásticos
- Reservorios de madera
- Reservorios de albañilería (piedra, ladrillo, cemento)
- Reservorio de concreto armado
- Reservorio metálico

Para el presente diseño proyectaremos reservorios de cabecera, apoyados, de forma cilíndrica y de concreto armado.

## 7.2 CAPACIDAD DE LOS RESERVORIOS.

Para determinar la capacidad de los reservorios se tendrá en cuenta los datos básicos de diseño estudiados en el acápite 3.6 del presente estudio y el área de influencia que abastecerá cada reservorio.

### RESERVORIO R-2

Este reservorio proyectado abastecerá a la I y II zona de presión; cuyos requerimientos de volúmenes de almacenamiento se muestra en el cuadro N° 7.1.

### CUADRO N° 7.1

#### REQUERIMIENTOS DE VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO DEL R-2

ZONA DE PRESION	POBLACION Hab.	DOTACION l./Hab/d	CAUDALES DE DISEÑO(lsp)			VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO (m <sup>3</sup> )			VOLÚMEN PARCIAL REQUERIDO (m <sup>3</sup> )
			Qp	Qmd	Qmh	REGULACION	RESERVA	INCENDIO	
I	1969	150	3.41	4.43	7.96	68.89	26.79		95.68
II	3129	150	5.43	7.06	14.12	109.80	42.70		152.50
TOTAL	5098		8.84	11.49	22.08	178.69	69.49	50	298.18

Para el área del proyecto se calculó una población de diseño de 14,772 habitantes; y según las normas de SEDAPAL indican que para habilitaciones iguales o mayores a 10,000 habitantes, se considera 100m<sup>3</sup> de volumen adicional contra incendio. Para nuestro proyecto consideraremos 50m<sup>3</sup> en cada reservorio.

Entonces :

$$\text{Volumen R-2} = \text{Vol. regulación} + \text{Vol. C.incendio}$$

$$\text{Volumen R-2} = 178.69 + 69.49 + 50 = 298.18 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen R-2} = 300 \text{ m}^3.$$

**RESERVORIO R-1**

El reservorio R-1 abastecerá a la III y IV zona de presión y al mismo tiempo se utilizará como estación de rebombeo hacia el Reservorio R-2. En el cuadro N° 7.2 se señalan los requerimientos de los volúmenes de almacenamiento para las zonas de presión antes mencionadas

**CUADRO N° 7.2****REQUERIMIENTOS DE VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO DEL R-1**

ZONA DE PRESION	POBLACION Hab.	DOTACION l/Hab/d	CAUDALES DE DISEÑO(lsp)			VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO (m <sup>3</sup> )			VOLUMEN PARCIAL REQUERIDO (m <sup>3</sup> )
			Qp	Qmd	Qmh	REGULACION	RESERVA	INCENDIO	
III	2312	150	4.01	4.01	10.43	81.03	31.51		112.54
IV	7362	150	12.80	16.65	33.27	258.94	100.70		359.64
<b>TOTAL</b>	<b>9674</b>		<b>16.81</b>	<b>21.86</b>	<b>43.70</b>	<b>339.97</b>	<b>132.21</b>	<b>50</b>	<b>522.18</b>

Para determinar la capacidad del R-1 se tendrá en cuenta que también se usará como estación de rebombeo; para estos casos se considera un volumen adicional que viene a ser el 10% del consumo diario medio anual que requiere el reservorio correspondiente (R-2).

Entonces :

$$\text{Volumen R-1} = \text{Vol.Regulación} + \text{Vol.Reserva} + \text{V.c.Incendio} + 10\% Qp(R-2)$$

$$\text{Volumen R-1} = 339.97 + 132.21 + 50 + 0.1 \times 8.84 \times 86.4 = 598.28 \text{ m}^3$$

<b>Volumen R-1 = 600 m<sup>3</sup></b>
--

### 7.3 UBICACION.

*La ubicación del reservorio es muy importante teniendo en cuenta que el servicio de agua potable debe ser eficiente en cualquier punto de la red de distribución, y ello dependerá de la presión hidráulica que existen en las redes, el reservorio se ubicará de tal manera que en la red de distribución no existan presiones superiores a los 50m; ni inferiores a los 10m.*

*Observando el plano topográfico de las habilitaciones que comprende el proyecto, ubicamos el reservorio R-1 en la cota 620.00 m.s.n.m. que dará servicio a la III y IV zona de presión; cuyas cotas mínimas de terreno son 570 m.s.n.m. y 525 m.s.n.m. respectivamente; para regular las presiones de la III zona de presión se ha proyectado la instalación de una cámara reductora de presión (CR-2).*

*Desde el R-1 se elevará el agua por rebombeo al R-2, ubicado en la cota 683.00 m.s.n.m, para abastecer a I y II zona de presión con cotas mínimas de terreno de 635 m.s.n.m y 635 m.s.n.m respectivamente; para la regulación de las presiones de la I zona de presión se ha previsto de la instalación de una cámara reductora de presión (CR-1) que se ubicara en la cota 635 m.s.n.m.*

### 7.4 DIMENSIONAMIENTO.

*Como los reservorios proyectados son de forma circular, el volumen de agua tendrá la forma de un cilindro; con los datos obtenidos en el acápite 7.2 y teniendo presente que la empresa de servicio de agua potable y alcantarillado de Lima (SEDAPAL), recomienda que las alturas totales de agua en los reservorios de almacenamiento estarán de acuerdo con el volumen y no deberán ser inferiores a 2.50 mts ni superiores a 8.00 mts procederemos a dimensionar los reservorios de manera siguiente*

- 1) Estimaremos una altura o tirante de agua ( $h$ )*
- 2) El diámetro ( $D$ ) se determinará con la siguiente fórmula*

$$V = A \times h \dots (7-1)$$

Donde :

$V =$  Volumen de almacenamiento (m<sup>3</sup>)

$A =$  Área circular (m<sup>2</sup>)

$h =$  altura o tirante máximo de agua (m)

Despejando de (7-1) :

$$A = \frac{V}{h}$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{V}{h}$$

$$D = \left( \frac{4V}{\pi h} \right)^{1/2} \dots (7-2)$$

### PARA R-1

Tenemos los siguientes datos :

$$V = 600 \text{ m}^3$$

$$h = 5.30 \text{ m (asumido)}$$

Reemplazando en (7.2) obtenemos :

$$D = \frac{(4 \times 600)^{1/2}}{\pi \times 5.30} = 12.00 \text{ mt.}$$

Luego tenemos :

$$h = 5.30 \text{ mt}$$

$$d = 12.00 \text{ mt}$$

$$\text{Cota de fondo} = 620.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota nivel máx. agua} = 625.30 \text{ m.s.n.m.}$$

**PARA R-2**

$$V = 300 \text{ M}^3$$

$$h = 4.00 \text{ MT (asumido)}$$

Reemplazando estos valores en (7.2) Obtenemos :

$$D = \frac{(4 \times 300)^{1/2}}{\pi \times 4} \quad 9.78 \text{ m.}$$

Luego tenemos

$$h = 4.00 \text{ mt}$$

$$d = 9.78 \text{ mt}$$

$$\text{Cota de fondo} = 683.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota nivel máx.agua} = 687.00 \text{ m.s.n.m.}$$

## 7.5 CALCULO HIDRAULICO.

Está referido al cálculo de los diámetros de las tuberías y accesorios que conforman las instalaciones hidráulicas de los reservorios.

### 1.- TUBERIA DE INGRESO:

Su boca de descarga casi siempre se considera por la parte superior del reservorio con caída libre, dejando una altura mínima de 0.20 mt. entre el nivel máximo del agua en el reservorio y la tubería de ingreso.

El diámetro está definido por la línea de impulsión y esta provista de una válvula de compuerta del mismo diámetro para regular el flujo de entrada, además se prevé un bay-pass para atender situaciones de emergencia.

Entonces los diámetros de las tuberías de ingreso para los reservorios serán :



<b>RESERVORIO</b>	<b><math>\phi</math> Tub. INGRESO</b>
R-1	10"
R-2	6"

### 2.- TUBERÍA DE SALIDA:

*Es la que va a distribuir el agua hacia la red pública.*

*Se ubica en la parte baja y debe estar provista de una canastilla de succión y de una válvula de compuerta; el bay-pass de la tubería de ingreso se conecta a ésta tubería. El diámetro está definido por el diámetro de la tubería de aducción al sistema de distribución; para nuestros reservorios se considerará :*

<b>RESERVORIO</b>	<b><math>\phi</math> Tub. INGRESO</b>
R-1	8"
R-2	6"

### 3.- TUBERÍA DE LIMPIEZA

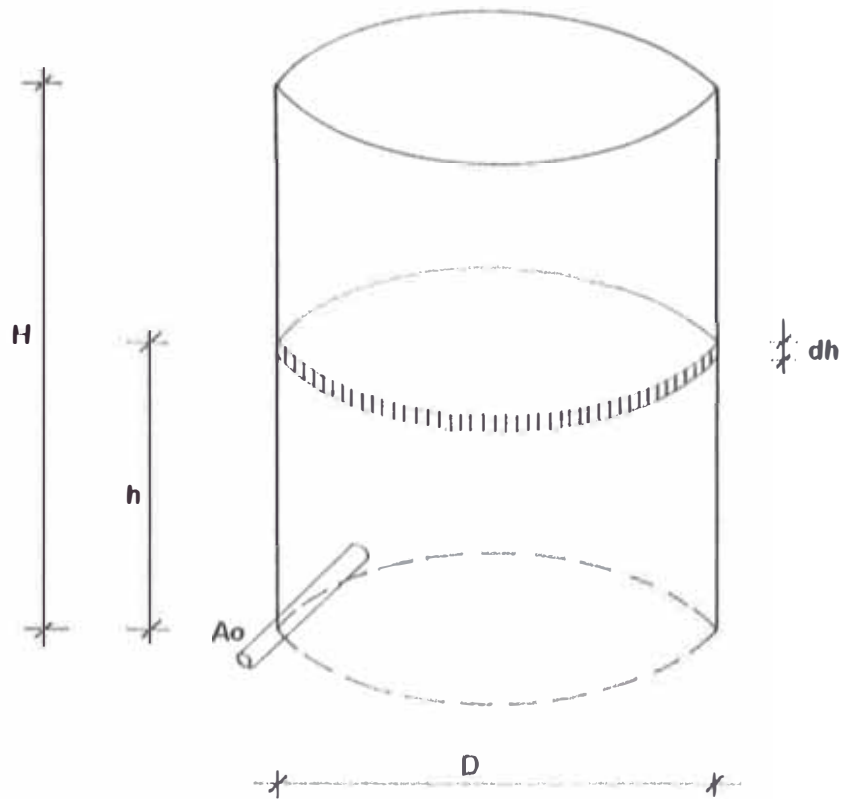
*Deberá ser un diámetro que facilite el vaciado del reservorio en un tiempo determinado. El fondo del reservorio está preparado para la operación de limpieza. Se considerará un período de 1 a 2 horas tal que facilite la descarga del reservorio.*

*Para el cálculo del diámetro de la tubería de limpieza se empleará las siguientes fórmulas :*

$$Q = \frac{d \text{ Vol}}{dt} = Cd \times V \times A \quad \dots(7.3)$$

*De la ecuación de Bernoulli*

$$V = (2gh)^{1/2} \quad \dots(7.4)$$



Según figura :

$$d \text{ Vol} = \frac{\pi D^2}{4} * dh \quad \dots (7.5)$$

Donde :

- $\text{Vol}$  = Volumen en  $m^3$
- $t$  = tiempo de vaciado en horas
- $Cd$  = coeficiente de descarga o gasto
- $A$  = área de tubería de limpieza en  $m^2$
- $H$  = tirante o altura de agua en mt.
- $D$  = diámetro del reservorio en mt.
- $Do$  = diámetro de tubería de limpieza en mt.

Reemplazando (7.4) y (7.5) en (7.3) :

$$\frac{\pi D^2}{4} * \frac{dh}{dt} = Cd (2gh)^{1/2} * Ao$$

$$dt = \frac{\pi D^2}{4 cd (2gh)^{1/2} Ao} * \frac{dh}{(h)^{1/2}}$$

Integrando :

$$\int_0^t dt = \frac{\pi D^2}{4 (2gh)^{1/2} Ao} \int_h^0 \frac{dh}{(h)^{1/2}}$$

Luego :

$$t = \frac{2 A (H)^{1/2}}{(2g)^{1/2} * AoCd}$$

$$t = \frac{\sqrt{2H} D^2}{g D_o Cd 3600 (0.00254)^2} \dots (7.6)$$

En esta última expresión reemplazaremos los datos para ambos reservorios :

**PARA R - I**

$$H = 5.30 \text{ mt}$$

$$D = 12.00 \text{ mt}$$

$$Cd = 0.62$$

*Reemplazando en (7.5)*

$$t = \frac{103.95}{Do^2}$$

*Como t pertenece a un período comprendido entre 1 a 2 horas.*

*Iterando :*

*Si Do = 6" entonces t = 2.88 horas*

*Si Do = 8" entonces t = 1.62 horas*

*Si Do = 10" entonces t = 1.04 horas.*

*Elegimos : Do = 8"*

**PARA R - 2**

$$H = 4.00 \text{ mt}$$

$$D = 9.78 \text{ mt}$$

$$Cd = 0.62$$

*Reemplazando en (7.5)*

$$t = \frac{59.98}{Do^2}$$

*Iterando :*

*Si Do = 4" entonces t = 3.75 horas*

*Si Do = 6" entonces t = 1.66 horas*

*Si Do = 8" entonces t = 0.93 horas.*

*Elegimos :*

$$Do = 6"$$

*Entonces :*

<b>RESERVORIO</b>	<b><math>\phi</math> Tubería de Limpieza</b>
R-1	8"
R-2	6"

#### 4.- TUBERIA DE REBOSE:

Esta se sirve a través de una artesa que sirve de vertedero al agua excedente que pudiese ingresar. El borde de dicha artesa se encuentra al mismo nivel del tirante de agua. El diámetro de la tubería de rebose deberá ser tal que permita un gasto igual al gasto de ingreso al reservorio y evitando presión sobre la tapa.

Generalmente la tubería de limpieza y la de rebose se conectan y son del mismo diámetro. Este diámetro calculamos mediante la siguiente fórmula :

$$Q_{md} = C_d A (2gH)^{1/2} \quad \dots (7.7)$$

Donde :  $Q$  = Caudal que ingrese al reservorio

$C_d$  = coeficiente de descarga (0.62)

$H$  = altura del tirante de agua,  $H=D/2$

Reemplazando datos para ambos reservorios en la ecuación. (7.7)

**PARA R - 1**

$$Q = 15.31 \text{ lps}$$

$$D = 6''$$

**PARA R - 2**

$$Q = 44.47 \text{ lps}$$

$$D = 10''$$

<b>RESERVORIO</b>	<b><math>\phi</math> Tubería de Rebose</b>
R-1	10"
R-2	6"

**5. - TUBERIA DE VENTILACION:**

*El reservorio debe tener un sistema de ventilación para impedir la penetración de insectos y de otros animales. Para ello es recomendable utilizar tubos en "U" invertida protegidos con rejillas o telas metálicas y separadas del techo del reservorio a no menos de 30 cm. la tubería será de  $\phi$  4"*

**7.6 CASETA DE VALVULAS.**

*Junto al reservorio se ha diseñado una caseta que debe tener los siguientes accesorios para una eficiente operación y mantenimiento del reservorio*

**Medidor:**

*Se instala en la tubería de salida y permitirá determinar los volúmenes de agua entregados en forma diaria, así como las variaciones del gasto; también se pueden determinar desperdicios del gasto y usos no controlados.*

**Accesorios:**

*Válvulas de compuerta, tees, codos, unión flexible, yees, etc.*

**Indicador de nivel:**

*Colocado para tener una lectura desde el exterior, del nivel del agua en el reservorio.*

**Otros accesorios:**

*Debe proveerse al reservorio control de niveles flotantes, bocas de inspección, válvula flotadora en la tubería de ingreso en algunos casos el diseño de éstas válvulas es de dar seguridad para que solo puedan ser accionadas por personal especializado.*

*El área debe ser tal que pueda alojar a todo el sistema de válvulas. El área considerada para el reservorio R-1 es de 6.35 m x 5.25 con 2.40 m de altura; para el R-2 se ha considerado una área de 4.95 x 3.75 con 2.40 m de altura. Las uniones entre tuberías y accesorios deben de ser brindados y de material resistente por ser de diámetro mayores de 4".*

## **CAPITULO VIII**

# **RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE**

- 8.1 INTRODUCCION**
- 8.2 ZONAS DE PRESION**
- 8.3 BASES DE DISEÑO**
- 8.4 AREAS SERVIDAS**
- 8.5 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED**
  - 8.5.1 LINEAS DE ADUCCION (ALIMENTACION)**
  - 8.5.2 TUBERIAS TRONCALES**
  - 8.5.3 TUBERIAS DE SERVICIO**
  - 8.5.4 PRESIONES ADMISIBLES**
  - 8.5.5 VELOCIDAD DE FLUJO**
  - 8.5.6 UBICACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS**
- 8.6 DISEÑO HIDRAULICO DE LA RED**
  - 8.6.1 DESARROLLO DE LA FORMULA DE HARDY CROSS**
  - 8.6.2 FORMULA DE HAZEN-WILLIAMS**
  - 8.6.3 CALCULO COMPUTARIZADO DE LA RED**
    - 8.6.3.1 INTRODUCCION**
    - 8.6.3.2 INGRESO AL PROGRAMA DE CALCULO**
- 8.7 DISEÑO DE LA RED EN LA HORA DE MAXIMO CONSUMO**
- 8.8 DISEÑO DE LA RED EN LA HORA DE MINIMO CONSUMO**
- 8.9 CALCULO DE LAS ALTURAS DE PRESION**
- 8.10 CAMARA REDUCTORA DE PRESION**
  - 8.10.1 CALCULO DEL DIAMETRO DE LAS VALVULAS REGULADORAS DE PRESION**
- 8.11 CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE**

## **CAPITULO VIII**

### **RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE**

#### **8.1 INTRODUCCION.**

*Se denomina red de distribución al conjunto de tuberías que conducen el agua a los puntos de consumo para ser entregados a los usuarios.*

*Para el diseño de la red es imprescindible haber definido la fuente de abastecimiento y la ubicación tentativa del depósito de almacenamiento. Por lo tanto, cumplidos estos requisitos se procederá al diseño de la red de distribución. La importancia en esta determinación radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuados durante todo el período de diseño.*

*Las cantidades de agua estarán definidos por los consumos, estimados en base a las demandas de agua; sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables, lo cual hace pensar en la aplicación del factor K2 para las condiciones de consumo máximo horario y la estimación de la demanda de incendio, dependiendo de la ciudad y de la zonificación de la zona en estudio.*

#### **8.2 ZONAS DE PRESION.**

*Debido a la topografía accidentada que se presenta en el área donde se desarrollará el proyecto, se ha considerado que el sistema de abastecimiento proyectado, operará en cuatro zonas de presiones (I,II,III y IV), cada una de ellas con las características siguientes:*

*Zona de presión I, comprendida desde la cota 683.00 m.s.n.m. hasta la cota 635.00 m.s.n.m., que será abastecida desde el Reservoirio R-2.*

*Zona de presión II, cuya área de influencia abarca desde la cota 635.00m.s.n.m. hasta la cota 595.00m.s.n.m., esta zona de presión estará interconectada a la zona de*



*presión I por medio de una cámara reductora de presión CR-1 a ubicarse en la cota 635.00 m.s.n.m.*

*Zona de presión III, su área de influencia se encuentra comprendida desde la cota 620.00m.s.n.m. hasta la cota 570.00 m.s.n.m. y su fuente de abastecimiento será el reservorio proyectado R-1.*

*Zona de presión IV, su rango de servicio estará comprendida desde la cota 570.00m.s.n.m. hasta la cota 525.00m.s.n.m. y será abastecida por el Reservorio R-1, a través de la Zona de Presión III y de una cámara reductora de presión CR-2 a ubicarse en la cota 570.00 m.s.n.m.*

### **8.3 BASES DE DISEÑO.**

*Para el diseño de la red, se considera el dimensionamiento con el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ) y unificación para la suma del caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ) más caudal contra incendio ( $Q_{ci}$ ). Deberá verificarse el punto más alto para obtener la presión de servicio y el punto más alejado para capacidad de tubería.*

*Se efectúa una verificación para el caudal mínimo horario con el objeto de conocer los tramos que están siempre sujetos a presiones máximas y velocidades mínimas para tomar las medidas del caso en esos tramos con la regularidad que las circunstancias lo ameriten.*

*Para el diseño se debe tratar que la red principal se ubique en los alrededores de la futura habilitación para cada una de las zonas de servicio por avenidas y calles de acuerdo al plano de urbanización.*

*Según las normas en pequeños proyectos no se podrá exigir los cálculos de la red cuando las habilitaciones sean menores o igual a 20 hectáreas. Para el caso del proyecto, superamos las 20 hectáreas, presentaremos las hojas de cálculo de los balances hidráulicos y presiones para las condiciones extremas máximas y mínimas de funcionamiento de la red de distribución.*

#### 8.4 AREAS SERVIDAS.

*Para el dimensionamiento de una red mallada (tuberías principales) tratamos de encontrar los gastos de circulación para cada tramo, basándonos en algunas hipótesis de cálculo tendientes a determinar los gastos para cada nudo.*

*Para determinar el área de influencia para cada una de las troncales de la red, vamos a considerar la distribución de los caudales según el método de los lotes unitarios (figuras 8.1 y 8.2) que consiste en subdividir las áreas a servir en función a la distribución de las redes y al número de lotes.*

*Teniendo en cuenta que cada uno de los tramos de nuestra red, representa una tubería troncal del sistema de distribución, ésta a su vez se hallará conectada en conjunto de tuberías de servicio local, estimaremos dicho caudal de servicio al modo siguiente:*

- i) Para cada tramo de la red se especificará una área de influencia (función del número de lotes) a la cual se abastecerá.*
- ii) De acuerdo a las condiciones de la zona asignada, se considerará un valor de densidad poblacional (Hab/Ha), ver cuadro 3.2*
- iii) Se calculo el valor de la población de saturación como el producto de los dos anteriores.*
- iv) En base a la población estimada, se asumirá el valor de la dotación asignada en el capítulo III.*
- v) El caudal promedio será calculado como el producto de los valores anteriores.*  
*Caudal promedio = Población Saturación x Dotación*
- vi) De acuerdo al reglamento, la red de distribución se diseñara para el mayor de los siguientes valores:*
  - Caudal máximo diario + caudal contra incendio*
  - Caudal máximo horario.*

**Cálculo del caudal de diseño por zona de Presión I-II**

$$Q_p = 8.84 \text{ lps}$$

$$Q_{md} = 11.49 \text{ lps}$$

$$Q_{mh} = 22.08 \text{ lps}$$

$$Q_{ci} = 15 \text{ lps}$$

$$i) Q_{md} + Q_{ci} = 26.49 \text{ lps}$$

$$ii) Q_{md} = 22.08 \text{ lps}$$

$$Q_{md} + Q_{ci} > Q_{mh}$$

$$\text{Entonces: } Q_{\text{diseño}} = Q_{md} + Q_{ci} = 26.49 \text{ lps}$$

$$Q_{\text{diseño}} = \frac{Q_{md} + Q_{ci}}{Q_p} * Q_p = \frac{26.49}{8.84} * Q_p \approx 3.00 * Q_p$$

O sea:

$$Q_{md} + Q_{ci} = 3.00 \times \text{Caudal promedio}$$

**Cálculo del caudal de diseño para la zona de presión III-IV**

$$Q_p = 16.81 \text{ lps}$$

$$Q_{md} = 21.86 \text{ lps}$$

$$Q_{mh} = 43.70 \text{ lps}$$

$$Q_{ci} = 15 \text{ lps}$$

$$i) Q_{md} + Q_{ci} = 36.86 \text{ lps}$$

$$ii) Q_{mh} = 43.70 \text{ lps}$$

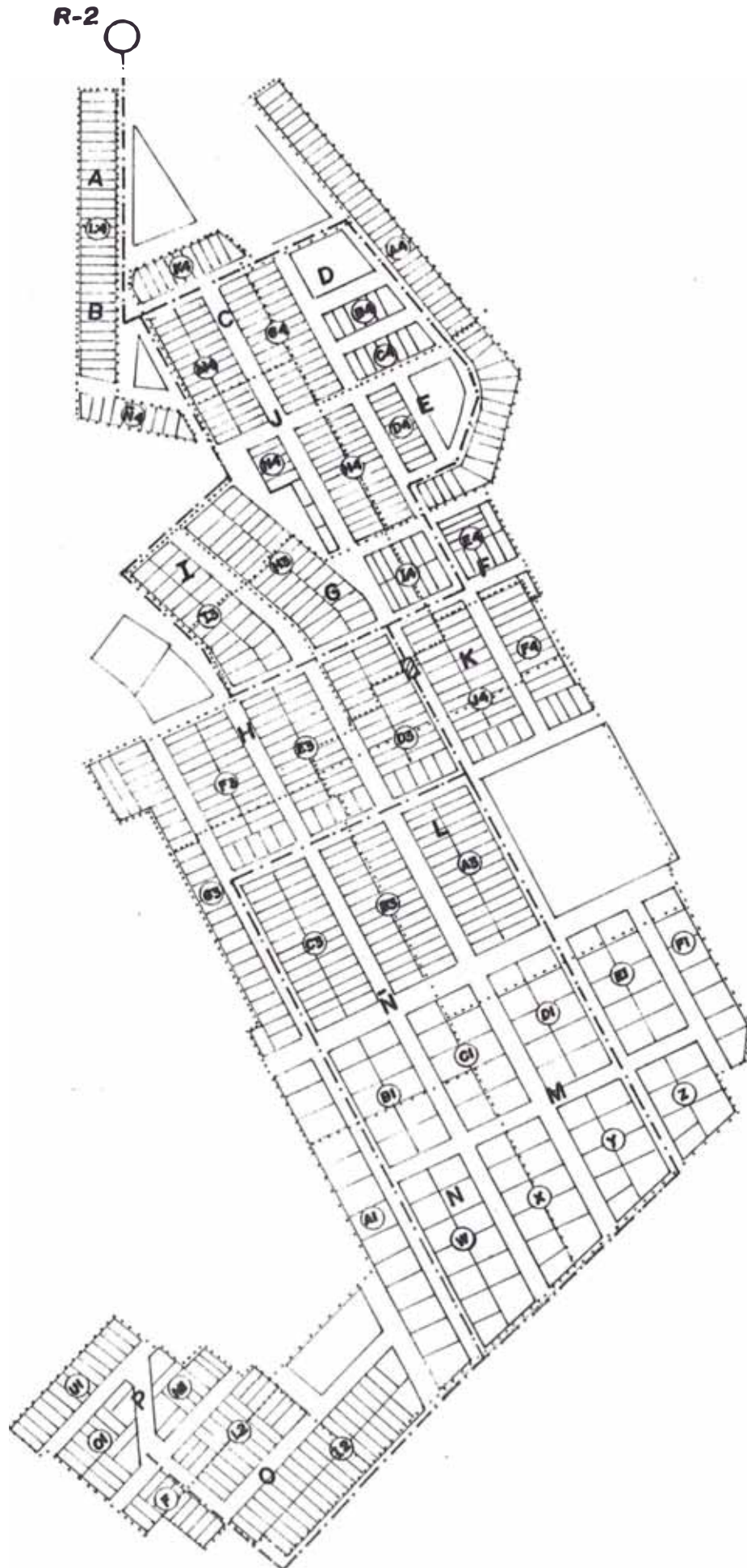
$$Q_{mh} > Q_{md} + Q_{ci}$$

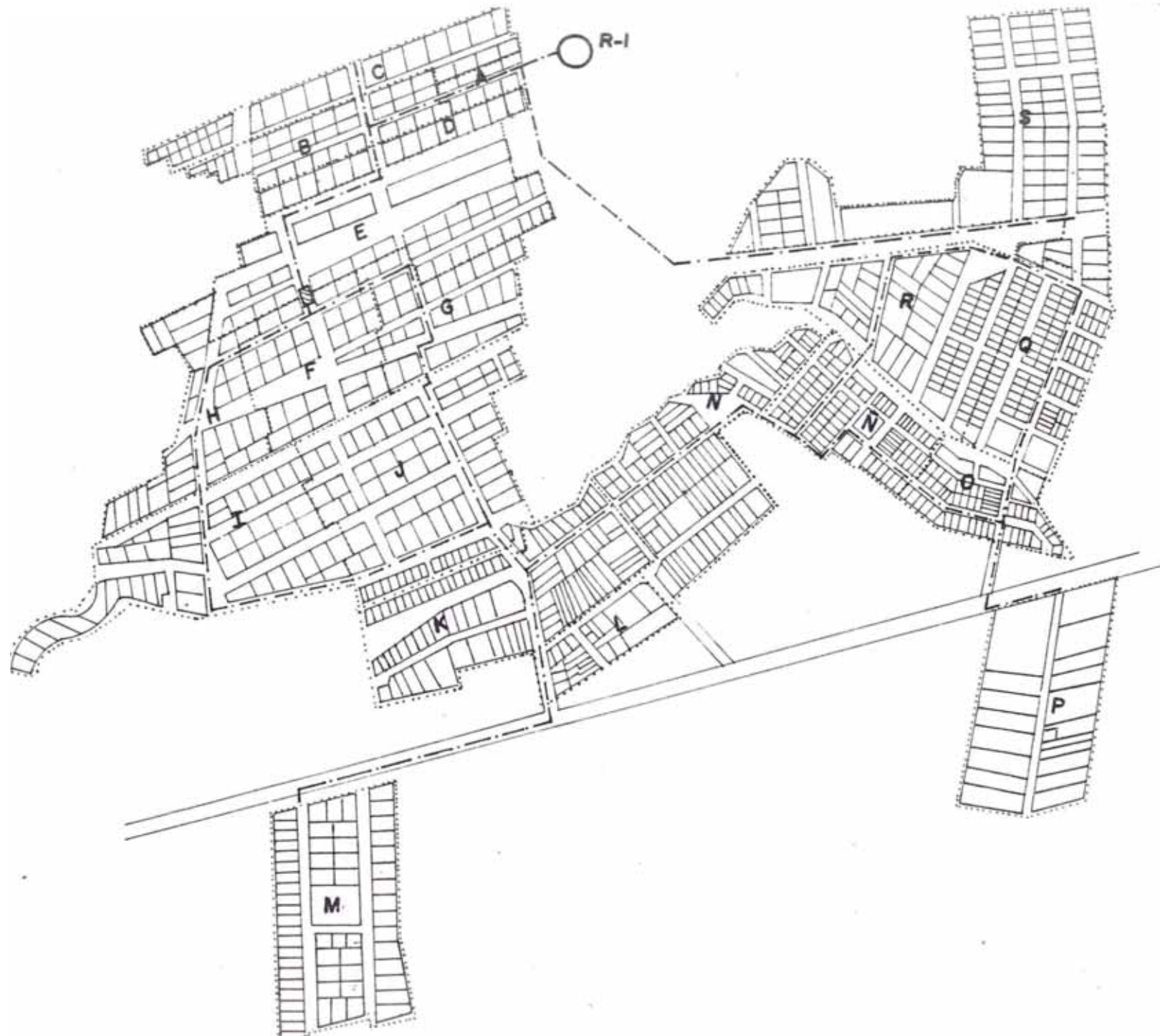
$$\text{Entonces: } Q_{\text{diseño}} = Q_{mh} = 43.70 \text{ lps}$$

$$Q_{mh} = 2.6 \times \text{Caudal promedio}$$

A continuación en los cuadros 8.1 y 8.2 se muestran los cálculos de los caudales de diseño para la zona de presiones I-II y zona de presiones III-IV respectivamente.

**FIG. 8.1 DISTRIBUCION DE CAUDALES - METODO DE LOS LOTES UNITARIOS**  
**ZONA DE PRESION I-II**





## CUADRO No. 8.1 RESUMEN DE AREAS Y CAUDALES

### ZONA DE PRESION I y II

SECCION	NUDO	AREA A SERVIR (Ha)	Nº DE LOTES	DENSIDAD (Hab/Ha)	POBLACION (Hab)	DOTACION Lt/Hab/día	QP (lps)	Qmd+Qci (lps)	Qmin (lps)
I	1	0.3078	14	270,02	83	150	0,14	0,42	0.063
R	2	0.5568	27	270,02	150	150	0,26	0,78	0.117
I	3	0.6822	38	270,02	184	150	0,32	0,96	0.144
II	4	1.0783	62	270,02	291	150	0,50	1,50	0.225
I	5	0.6984	43	270,02	189	150	0,33	0,99	0.149
I	6	0.4092	19	270,02	111	150	0,19	0,57	0.085
G	7	0.8492	38	270,02	229	150	0,40	1,19	0.178
II	8	1.3938	62	270,02	376	150	0,65	1,94	0.291
I	9	0.2900	12	270,02	78	150	0,13	0,39	0.058
I	10	1.0247	54	270,02	277	150	0,48	1,43	0.214
R	12	0.6586	32	270,02	178	150	0,31	0,93	0.139
I	13	1.9353	85	270,02	523	150	0,91	2,73	0.410
II	14	2.3728	47	270,02	641	150	1,11	3,33	0.500
II	15	2.2825	49	270,02	616	150	1,07	3,21	0.481
II	16	2.2327	88	270,02	603	150	1,05	3,15	0.473
II	17	0.8687	39	270,02	235	150	0,41	1,23	0.185
II	18	1.2381	53	270,02	334	150	0,54	1,74	0.261
TOTAL		18.8791	762		5098		8,84	26,49	3.973

## CUADRO No. 8.2 RESUMEN DE AREAS Y CAUDALES

### ZONA DE PRESION III y IV

SECCIO	NUDO	AREA A SERVI (Ha)	Nº DE LOTES	DENSIDAD (Hab/Ha)	POBLACIO (Hab)	DOTACION Lt/Hab/día	QP (lps)	Qmh (lps)	Qmin (lps)
A	1	0.4075	8	270,02	110	150	0,19	0,49	0,073
B	2	1.4857	31	270,02	401	150	0,70	1,82	0,273
C	3	1.5923	41	270,02	430	150	0,75	1,95	0,292
D	4	0.5795	11	270,02	157	150	0,27	0,70	0,105
E	5	2.2208	41	270,02	600	150	1,04	2,70	0,405
F	8	1.3462	26	270,02	364	150	0,63	1,64	0,246
G	9	1.3573	25	270,02	367	150	0,64	1,66	0,249
H	10	1.3279	25	270,02	359	150	0,62	1,61	0,241
I	11	2.2944	55	270,02	620	150	1,08	2,81	0,422
J	12	2.4272	49	270,02	655	150	1,33	3,46	0,519
		0.2883	20	385,59	111	150			
K	13	0.7986	26	385,59	308	150	1,07	2,79	0,419
		1.2450	56	250,56	311	150			
L	14	0.5456	21	385,59	210	150	0,37	0,96	0,144
M	15	2.1056	58	240,28	506	150	0,88	2,29	0,343
N	16	1.5562	34	385,59	600	150	1,31	3,41	0,511
		0.2145	44	715,76	154	150			
Ñ	17	0.5272	45	715,76	377	150	1,12	2,91	0,437
		0.4223	31	624,56	264	150			
O	18	0.7566	52	324,56	473	150	0,82	2,13	0,320
P	20	2.5196	20	66,02	166	150	0,29	0,75	0,113
Q	21	1.0677	83	715,76	764	150	1,37	3,56	0,534
		0.1149	4	218,22	25	150			
R	22	0.6372	51	715,76	456	150	1,26	3,28	0,492
		1.2423	30	218,22	271	150			
S	23	2.8183	72	218,22	615	150	1,07	2,78	0,417
<b>TOTAL</b>		<b>31.8947</b>	<b>959</b>		<b>9674</b>		<b>16,81</b>	<b>43,70</b>	<b>6,555</b>

## **8.5 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.**

*Acorde con la dimensión de las habilitaciones urbanas a ser abastecidas y su desarrollo urbano, deberá diagramarse la conformación de redes de distribución, tratando de cubrir todas las zonas pobladas.*

*La conformación de las redes matrices ha sido distribuido formando circuitos cerrados y circuitos abiertos (por la topografía del terreno), y su número ha sido determinado con el criterio de facilitar el diseño de las redes internas.*

### **8.5.1 LINEAS DE ADUCCION (ALIMENTACION)**

*Esta formada por dos tramos de tuberías, una que sale del Reservorio R-1 con un caudal de 43.70 lps mediante una tubería de 8" de diámetro a las redes matrices, dimensionados para conducir el caudal máximo horario y abastecer a toda el área que conforman las zonas de presiones III y IV; y la otra que sale del Reservorio R-2 para abastecer a las zonas de presiones I y II de 26.49 lps a las redes matrices dimensionadas para conducir la demanda del caudal máximo diario más incendio.*

### **8.5.2 TUBERIAS TRONCALES.**

*Son las que conforman la red principal en circuitos cerrados.*

*Se proyecta las siguientes recomendaciones*

- Tubería de 100m.m (4"), formando malla de 100.00 m de lado aproximadamente.*
- Tubería de 150 m.m (6"), formando malla de 400.00 m de lado aproximadamente.*
- Tubería de 200 mm (8"), formando malla de 1200 m de lado aproximadamente.*
- Tuberías mayores de 200 mm.(8"), siguiendo las disposiciones de SEDAPAL de acuerdo a lo establecido en el capítulo 1 de su reglamento.*



### 8.5.3 TUBERIAS DE SERVICIO.

*Las tuberías de servicio, son aquellas de menor diámetro y están conectadas a las tuberías troncales, conformando la malla del sistema de distribución. De acuerdo a la importancia de la zona, los diámetros de éstas tuberías serán escogidas.*

*Las tuberías de servicio tienen los siguientes diámetros :*

*75 mm. (3") como mínimo para las habilitaciones citadas en el Art. 3.21 del reglamento de SEDAPAL.*

*50 mm. (2") en casos excepcionales debidamente fundamentados, con una longitud máxima de 100 metros si es alimentada por un solo extremo; o de 200 metros si está alimentada por los dos extremos; siempre y cuando que la tubería alimentadora sea de mayor diámetro. En este caso, hemos considerado tubería de diámetro 2" como mínimo.*

### 8.5.4 PRESIONES ADMISIBLES.

*El sistema de agua potable debe disponer de presiones tales que evite fallas originadas por presiones muy bajas o demasiado altas.*

*Es deseable especificar una presión máxima la cual este limitada por razones de utilización en las viviendas sin provocar incomodidades por excesiva presión y daños en las instalaciones domiciliarias.*

*Las presiones mínimas, que corresponden a las horas de máximo consumo, están supeditadas a la importancia y desarrollo de la habilitación o ciudad.*

*Según el reglamento de SEDAPAL, establece que las presiones en la red no será menor de 15 metros ni mayor de 50 mts. Para el caso de viviendas populares donde el tipo de construcción es generalmente de uno o de dos pisos, puede admitirse una presión mínima de 10 metros.*

Las presiones adoptadas para nuestro diseño son las siguientes :

*Presión máxima : 50 metros*

*Presión mínima : 10 metros*

#### **8.5.5 VELOCIDAD DE FLUJO.**

*Las velocidades de flujo de agua en las tuberías pueden variar de 0.60 m/seg. a 5.00 m/seg. Se recomienda que la velocidad del flujo no sea muy alta, porque puede producir deterioro en las válvulas y accesorios al cerrarlas bruscamente.*

*Para la aplicación de la fórmula de Hazen y Williams para distintos diámetros de tubería se recomiendan las siguientes velocidades :*

<b>DIAMETRO</b>	<b>VELOCIDAD</b>
4"	1.00 m/seg.
6"	1.20 m/seg.
8"	1.40 m/seg.
10"	1.50 m/seg.
12"	1.60 m/seg.

*Otra consideración que se debe tener en cuenta son las velocidades límites que son 0.60 y 3 m/seg. (mínimo y máximo respectivamente), siendo 1.5 m/seg. una velocidad promedio de diseño recomendable.*

#### **8.5.6 UBICACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS.**

*Para la ubicación correcta de las tuberías se debe tener presente lo siguiente :*

*En calles menores o igual a 20 m. de ancho se proyectará una línea de agua potable solo a un lado de la calzada, de ser posible en la zona jardín del lado de mayor cota según el plano a curvas de nivel.*

*En calles y avenidas mayores a 20 m. de ancho, se proyectará una línea de agua potable, salvo el caso de que exista un reducido número de conexiones, justifique la proyección de una sola línea.*

*Si el ancho de la vereda lo permite y no hay interferencias con otros servicios públicos; la línea de agua podrá ubicarse como mínimo a 1.50 mt. de distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo.*

*Es preferible que las tuberías de agua pase por encima de las tuberías de desagüe a una distancia mínima de 0.25 mt. medida entre los planos horizontales tangentes respectivos.*

*Si por razón de niveles no es posible cruzar las tubería de agua potable por encima de la tubería desagüe, siendo imprescindible proyectarla por debajo, será preciso diseñar un recubrimiento con concreto en el colector sobre una longitud de 1.50 mt. concentrada en relación al punto de cruce.*

*Para tuberías secundarias de agua potable deberán proyectarse con recubrimiento mínimo de 1.00 mt. sobre la clave de tubo, en relación con el nivel de la calzada.*

*Para tuberías mayores los factores determinantes serán la protección contra el tránsito a la profundidad necesaria para no interferir con otros servicios públicos existentes o previstos.*

*No se deberá proyectar ninguna tubería de agua que pase a través o entre un contacto con ninguna cámara de inspección del sistema de alcantarillado ni con canales para agua de regadío.*

*En los cambio de dirección deberán proyectarse los accesorios adecuados tales como codos, tees, cruces, etc. Las líneas curvas pueden amoldarse al trazo de las calles, siempre que el ángulo de deflexión entre dos tuberías consecutivas no exceda a los valores dados por el fabricante.*

*Las válvulas de interrupción se proyectarán en las redes de distribución a fin de poder aislar sectores de redes no mayores de 500 mts. de longitud y en todos los empalmes a tuberías mayores o iguales a 8". Los diámetros de las válvulas correspondientes a cada diámetro de tubería se indica en la tabla 8.1*

*Los registros de válvulas estarán ubicadas en las esquinas, entre el pavimento y la vereda y en el alineamiento del límite de propiedad de los lotes.*

**TABLA N° 8.1**  
**DIAMETRO DE LA VALVULA DE ACUERDO**  
**AL DIAMETRO DE LA TUBERIA**

$\phi$ TUBERIA (Pulg.)	$\phi$ VALVULA (Pulg.)
3	3
4	4
6	6
8	8
10	10
12	12
14	12
16	12
18	16
20	16
24	20
30	24

*La parte superior de las válvulas accionadas directamente con cruzetas, estarán a una profundidad mínima de 0.60 mts. y máxima de 1.20 mts. con respecto al nivel del terreno o pavimento. En el caso que las válvulas se instalen a mayor profundidad, deberá adicionarse un suplex en su vástago.*

*Con respecto a los grifos contra incendio o hidrantes deberán ser de tipo poste y se proyectarán en forma tal que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 metros. En zonas comerciales esta distancia será menor, de acuerdo al tipo de comercio, etc.*

*Se ubicarán en las esquinas sobre las veredas dejando una distancia libre de 0.20 mt. al borde del sardinel, debiendo estar la boca de descarga a 0.30 mt., sobre la vereda.*

*Los grifos contra incendio se proyectarán en derivación de las tuberías de mayor diámetro.*

*El diámetro de la tubería a empalmarse, será por lo menos de 100mm. (4") y llevará una válvula de compuerta en la línea con el objeto de permitir efectuar reparaciones en el grifo sin afectar el abastecimiento normal.*

---

*En todos los puntos muertos de la red de distribución se proyectarán grifo contra incendio que servirán para purgar las tuberías.*

### **8.6 DISEÑO HIDRAULICO DE LA RED.**

*Los criterios considerados para el diseño de las redes troncales o matrices, son las que resultan de la aplicación del Método de Hardy-Cross que consiste en determinar las correcciones de flujo basándose en el concepto de mantenimiento de continuidad del flujo en cada nudo, siendo la suma de las pérdidas de carga hidráulica en cada circuito cerrado igual a cero. Asumiéndose un coeficiente de rugosidad ( $C=140$ ) y utilizando la fórmula de Hazen y Williams.*

*En función a los tramos se determinan las áreas a servir, esto multiplicando por la densidad poblacional, nos da la población que va a ser servida por cada tramo, luego se determina el caudal promedio en base a la población servida en cada tramo. El cálculo de la red, se hará utilizando el criterio de gasto coincidente, es decir con la cifra que resulte mayor, al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más incendio.*

*Como precaución también se calculará el caudal mínimo, el cual se considerará el 15% del caudal adoptado.*

*A continuación se muestra los esquemas de las redes propuestas en las figuras 8.3 y 8.4.*

**FIG. 83 ESQUEMA DE MALLADO PARA LA RED DE DISTRIBUCION  
ZONA DE PRESION I-II**

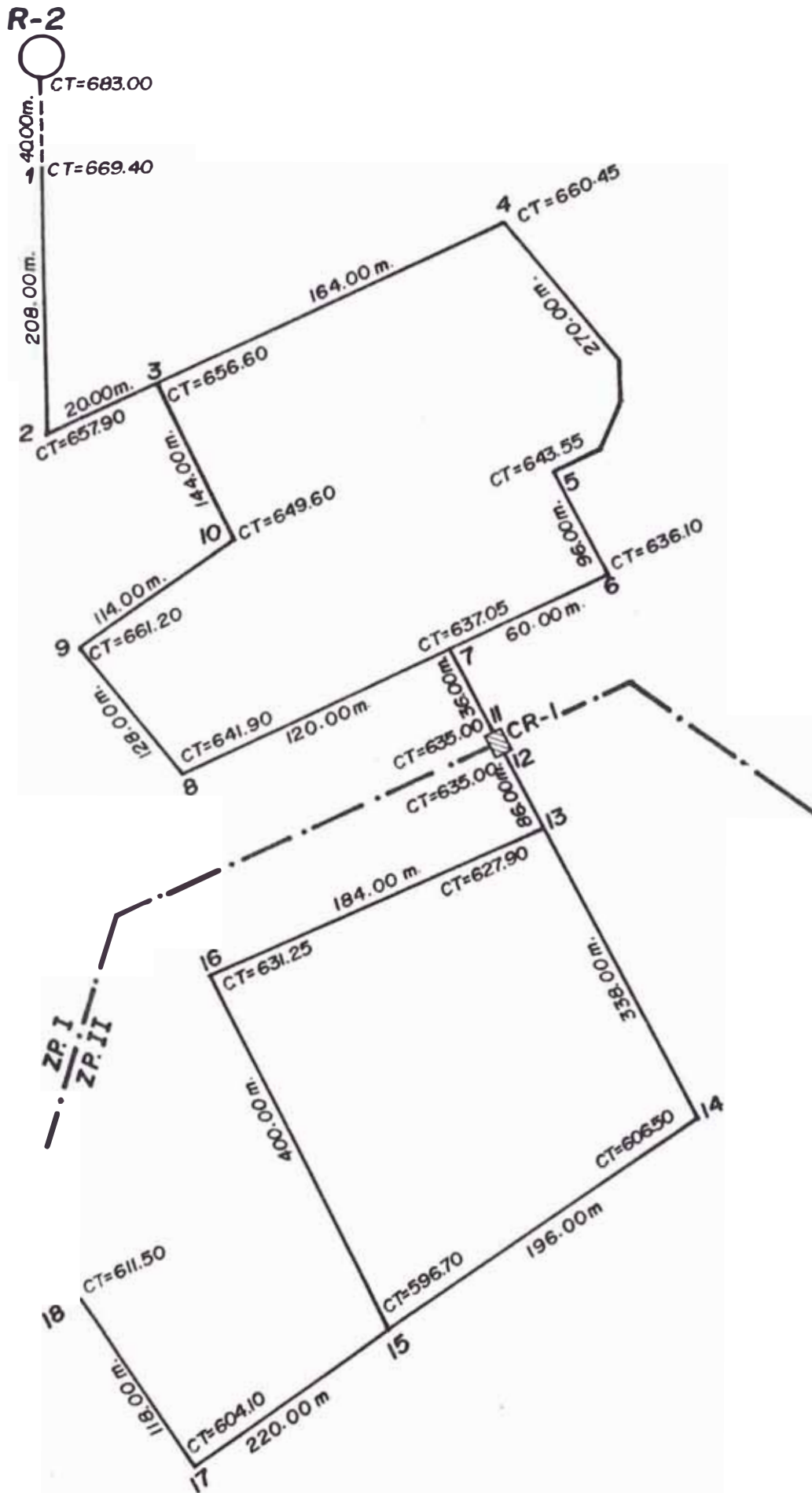
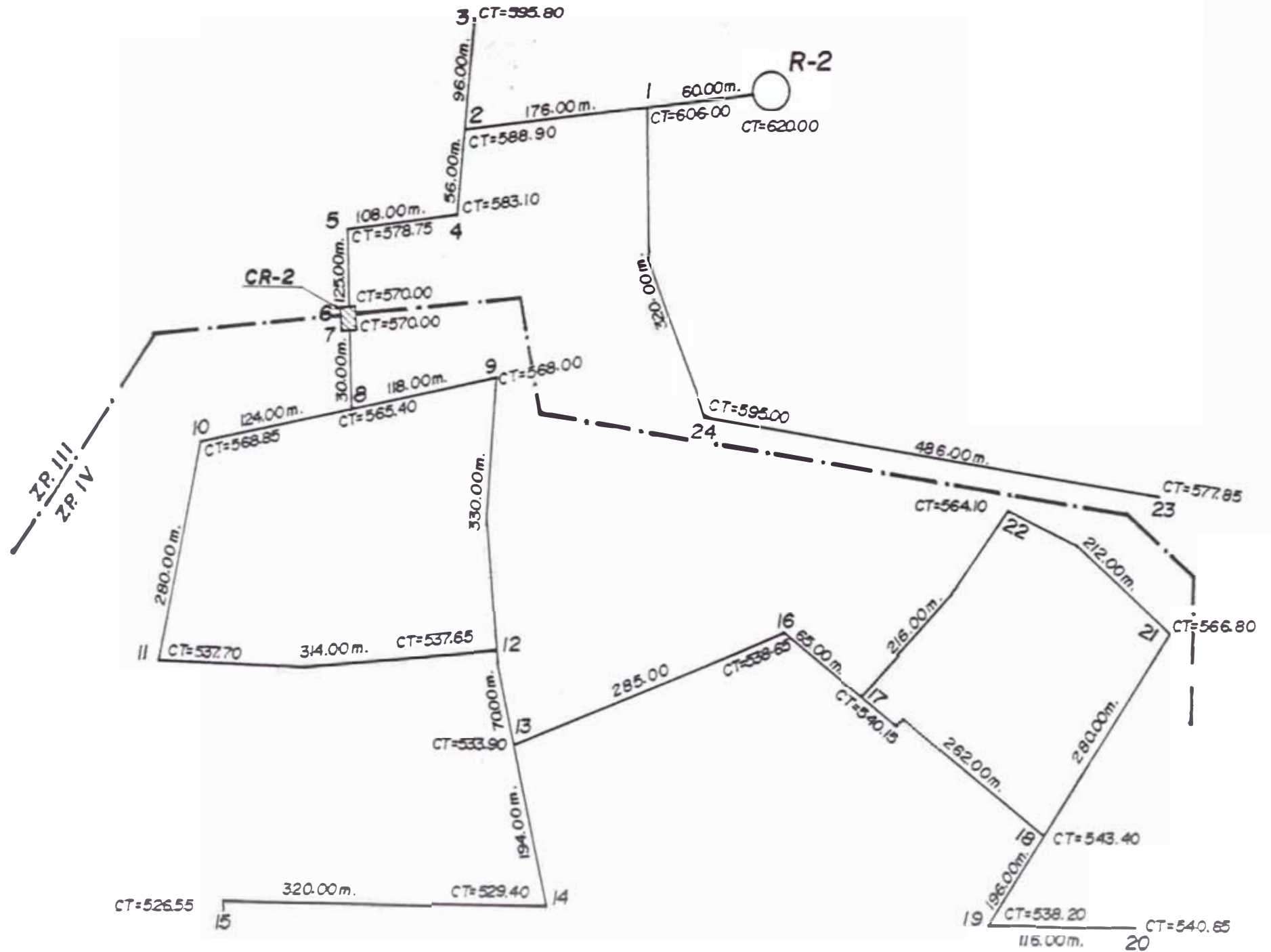


FIG. 8.4 ESQUEMA DE MALLADO PARA LA RED DE DISTRIBUCION ZONA DE PRESION III IV



### 8.6.1 DESARROLLO DE LA FORMULA DE HARDY-CROSS.

Las pérdidas de carga por fricción ( $hf$ ) están definidas por diversas fórmulas, como la de Hazen & Williams y la de Darcy, pero en general se puede expresar de la siguiente manera :

$$hf = KQ^n \quad \dots(I)$$

Donde :

$Q$  = Caudal

$K, n$  = Coeficientes

$hf$  = Pérdida de carga

Si para un ramal en particular supone que el caudal es :

$$Q = Q_0 + \Delta Q$$

Entonces la pérdida de carga será, aplicando (I)

$$hf = \frac{KQ_0^n (1 + \Delta Q)^n}{Q_0} \quad \dots(II)$$

Desarrollando (II) utilizando el teorema del binomio :

$$(1 + X)^n = 1 + nX + X^2 \frac{n(n-1)}{2!}$$

y despreciando los demás términos del desarrollo de la serie :

$$hf = \frac{kQ_0^n (1 + n \frac{\Delta Q}{Q_0})}{Q_0}$$



$$hf = kQo^n + \frac{nkQo^n \Delta Q}{Qo}$$

Pero de (I) :  $kQo^n = hfo$  ; entonces

$$hf = hfo + \frac{nkQo^n \Delta Q}{Qo}$$

En una malla cualquiera se cumple que :  $\Sigma hf = 0$

$$hf = hfo + \frac{nhfo \Delta Q}{Qo}$$

$$0 = \Sigma hfo + \frac{\Delta Q n \Sigma hfo}{Qo}$$

$$\frac{\Delta Q n \Sigma hfo}{Qo} = -\Sigma hfo$$

$$\Delta Q = \frac{-\Sigma hfo}{n \Sigma \frac{hfo}{Qo}}$$

Expresión general para cualquier valor de "n"

Si utilizamos Hazen & Williams (n=1.85)

$$\Delta Q = \frac{-\Sigma hfo}{1.85 \Sigma \frac{hfo}{Qo}}$$

### 8.6.2 FORMULA DE HAZEN-WILLIAMS.

*Fórmula empírica para el cálculo de la pérdida de carga en conductos, expresada en función de un coeficiente de C variable según el diámetro del conducto y el estado de la superficie interior del mismo.*

*Es la fórmula más aplicada para los cálculos de redes de distribución, definida por la siguiente expresión*

$$V = 0.355c * D^{0.63} * S^{0.54} \quad \dots(I)$$

*Siendo*

*V = Velocidad, m/seg.*

*D = Diámetro, mt.*

*C = Coeficiente de rugosidad.*

*S = Pérdida de carga unitaria.*

*De la expresión (I) podemos deducir las siguientes fórmulas :*

$$hf = 1.782 * 10^6 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.85} * \frac{L}{D^{4.87}} \quad \dots(II)$$

$$Q = 4.262 * 10^{-4} * C * D^{2.63} * \left(\frac{hf}{L}\right)^{0.54} \quad \dots(III)$$

*Donde*

*Q = Caudal, lps*

*C = Coeficiente de rugosidad*

*hf= Pérdida de carga, metro*

*L = Longitud, metro.*

Se recomienda la fórmula de Hazen y Williams para tuberías con diámetro superiores a 50 mm. (2"). Esta fórmula puede ser aplicada tanto a las tuberías que trabajan a presión como a los conductos libres. Actualmente es la expresión de empleo más común.

En la tabla siguiente, se muestra los valores del coeficiente C, según los datos analizados por Hazen y Williams en forma experimental para los diferentes diámetros y antigüedad de la tubería.

**TABLA N° 8.2**  
**VALORES COMUNES DE "C"**

<b>TUBERIA</b>	<b>VALOR DE "C"</b>
- Asbeto cemento	140
- Policloruro de Vinilo (PVC)	140
- Polietileno	140
- Acero sin costura	120
- Acero soldado en espiral	100
- Fierro fundido	100
- Fierro galvanizado	100
- Concreto	110

### 8.6.3 CALCULO COMPUTARIZADO DE LA RED.

#### 8.6.3.1 INTRODUCCION.

El programa LOOP, simula las características hidráulicas de un circuito cerrado de redes de distribución de agua. La red se caracteriza por tramos de tubería y nudos (Son los puntos de salida de demanda y unión de tramos de tuberías). Los datos requeridos para ejecutar el LOOP incluyen la descripción de los elementos de la red tales como longitud de tuberías, diámetro, coeficientes de fricción, demandas y elevación del terreno en los nudos y descripción de la geometría de la red.

*El programa incluye la salida de flujos y velocidades en los tramos de tuberías y presiones en los nudos. El LOOP permite simular la red hasta con el ingreso de 15 nudos de entradas, conociéndose ya sea la elevación de terreno o el flujo de entrada del nudo a la red (generalmente reservorios). El LOOP utiliza el algoritmo de Hardy-Cross para determinar las correcciones de flujo, que son asumidas inicialmente en los tramos de las tuberías.*

*La corrección del flujo se basa en el concepto de mantenimiento de continuidad del flujo en cada nudo, siendo la suma de las pérdidas de carga hidráulica en cada circuito cerrado igual a cero.*

*Una vez que los flujos son determinados, las elevaciones o cotas de nivel de agua en cada nudo son calculados. La ecuación de Hazen-Williams es usada en este programa para calcular las pérdidas de cargas.*

#### **8.6.3.2      *INGRESO AL PROGRAMA DE CALCULO.***

*Una vez superadas las etapas de planeamiento del sistema y predimensionamiento deberá ordenarse los datos para iniciar la simulación de funcionamiento de la red, el balance de caudales y la determinación de presiones para las diferentes etapas de diseño y condiciones de servicio al área en proyecto.*

*Se requiere tres ingresos específicos discriminados de la siguiente forma :*

**\* Tuberías.**- *Los datos necesarios son*

- *Número del tramo.*
- *Nudo entre los caudales que se encuentra.*
- *Longitud del tramo en metros.*
- *Diámetro de la tubería en milímetros.*
- *Coefficiente de Hazen-Williams asignado.*

**\* Nudos.**- *Se ingresará la siguiente información :*

- *Número del nudo*
- *Caudal de salida en el nudo*

- Elevación del terreno en el nudo (cota)

\* **Nudos Fijos.**- Se refiere a aquellos nudos donde la cota piezo-métrica es conocida (reservorios o pozos), y el caudal es desconocido aparentemente; el propio programa se encargará de distribuir los caudales de salida de acuerdo a la conformación de la red. La información requerida es :

- Número del nudo
- Cota piezométrica

Con la información así resumida, se inicia el programa de cómputo.

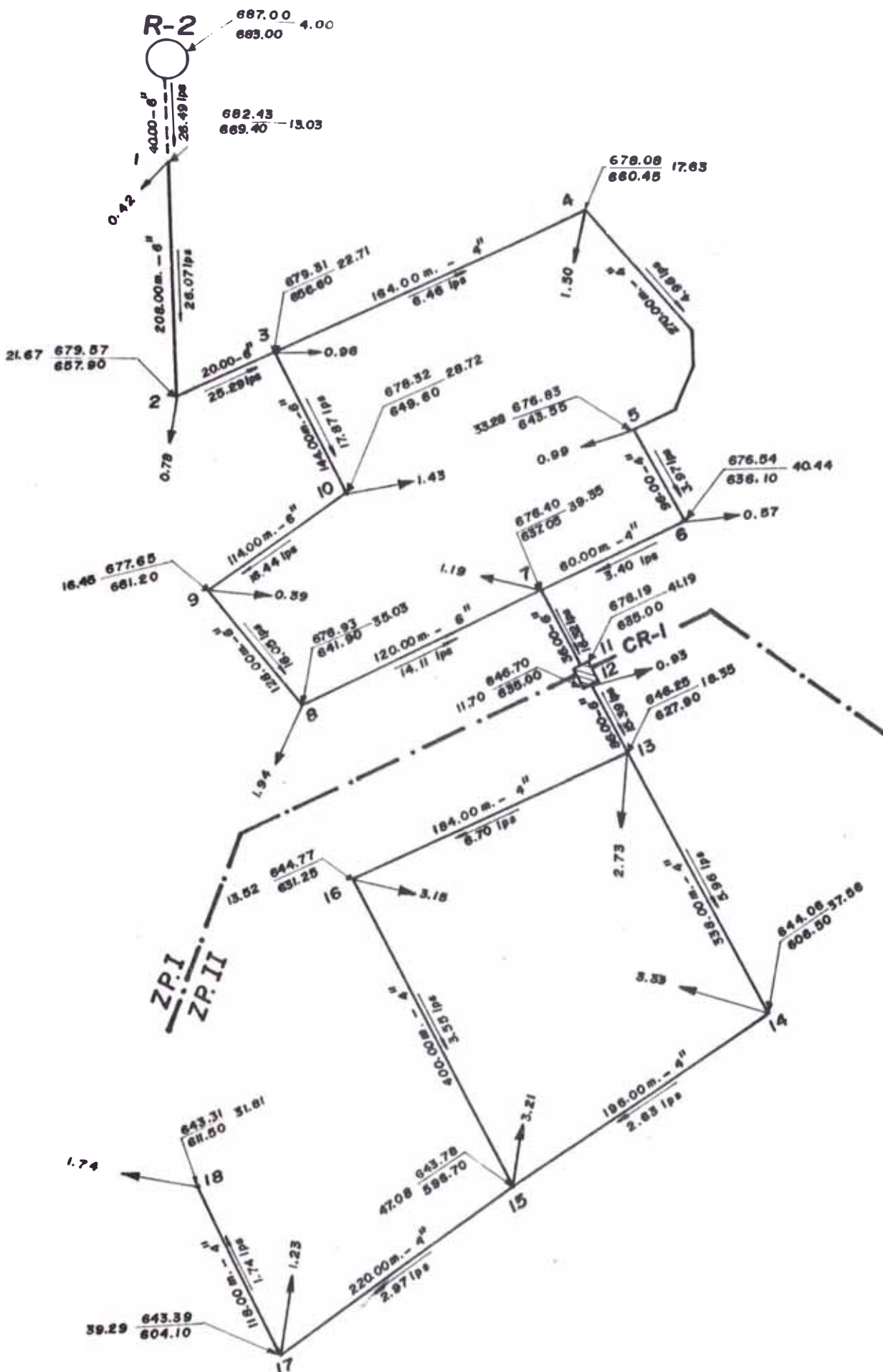
### **8.7 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA HORA DE MAXIMO CONSUMO.**

Definidos los circuitos y las áreas a servir procedemos a distribuir los caudales que sale de cada nudo. Una vez conocido el caudal que debe conducir cada tubería, se procede a calcular el diámetro de cada tramo. Este dimensionamiento es preliminar, ya que el diámetro definitivo será establecido de acuerdo a los resultados obtenidos en el balance de la red de acuerdo a la conformación topográfica del área y a la distribución de salidas y entradas a sistema.

Por lo tanto, los diámetros de las redes de distribución se determinan en función del gasto que discurrirá en cada uno de los tramos, los caudales serán corregidos mediante la aplicación del método Hardy-Cross, refiriéndose las condiciones de velocidad y presión.

Cuando se diseña con el máximo consumo, las presiones en las tuberías son mínimas debido a que las pérdidas de carga son mayores, Por lo que es necesario verificar la presión cuando el consumo es mínimo, en los cuales aumentará la presión en la red debido al descenso de las pérdidas de carga. En las páginas siguientes se muestran la distribución de los caudales y diámetros asumidos para cada zona de presión figuras 8.5 y 8.6; así como los resultados del método de programación aplicado.

**FIG. 8.5 DISTRIBUCION DE CAUDALES MAXIMOS**  
**ZONA DE PRESION I-II**



**DATOS DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA**

**HORA DE MAXIMO CONSUMO - ZONA DE PRESION I y II**

**Habilitación Urbana :** Sector Oeste Ñaña-La Era.-Distrito Chosica-Lurigancho  
**N° OF PIPES :** 20  
**N° OF NODES :** 19  
**PEAK FACTOR :** 1  
**MAX. HL/KM :** 10  
**MAX. UNBAL (lps) :** 0.01

PIPE N°	NODE		LENGHT (m)	DIA (mm)	H W C
	FROM	TO			
1	100	1	40,00	150	140
2	1	2	208,00	150	140
3	2	3	20,00	150	140
4	3	4	164,00	100	140
5	4	5	270,00	100	140
6	5	6	96,00	100	140
7	6	7	60,00	100	140
8	8	7	120,00	150	140
9	9	8	128,00	150	140
10	10	9	114,00	150	140
11	3	10	144,00	150	140
12	7	11	36,00	150	140
13	11	12	24,18	50	140
14	12	13	86,00	150	140
15	13	14	338,00	100	140
16	14	15	196,00	100	140
17	16	15	400,00	100	140
18	13	16	184,00	100	140
19	15	17	220,00	100	140
20	17	18	118,00	100	140

<b>NODE N°</b>	<b>FIX</b>	<b>FLOW (Lps)</b>	<b>ELEVATION (m)</b>
1	0,00	-0.42	669,40
2	0,00	-0.78	657,90
3	0,00	-0.96	656,60
4	0,00	-1.50	660,45
5	0,00	-0.99	643,55
6	0,00	-0.57	636,10
7	0,00	-1.19	637,05
8	0,00	-1.94	641,90
9	0,00	-0.39	661,20
10	0,00	-1.43	649,60
11	0,00	0.00	635,00
12	0,00	-0.93	635,00
13	0,00	-2.73	627,90
14	0,00	-3.33	606,50
15	0,00	-3.21	596,70
16	0,00	-3.15	631,25
17	0,00	-1.23	604,10
18	0,00	-1.74	611,50
100	1,00	0.00	683,00

<b>REFERENCE NODE</b>	<b>GRADE LINE</b>
100	683,00



## CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA HORA

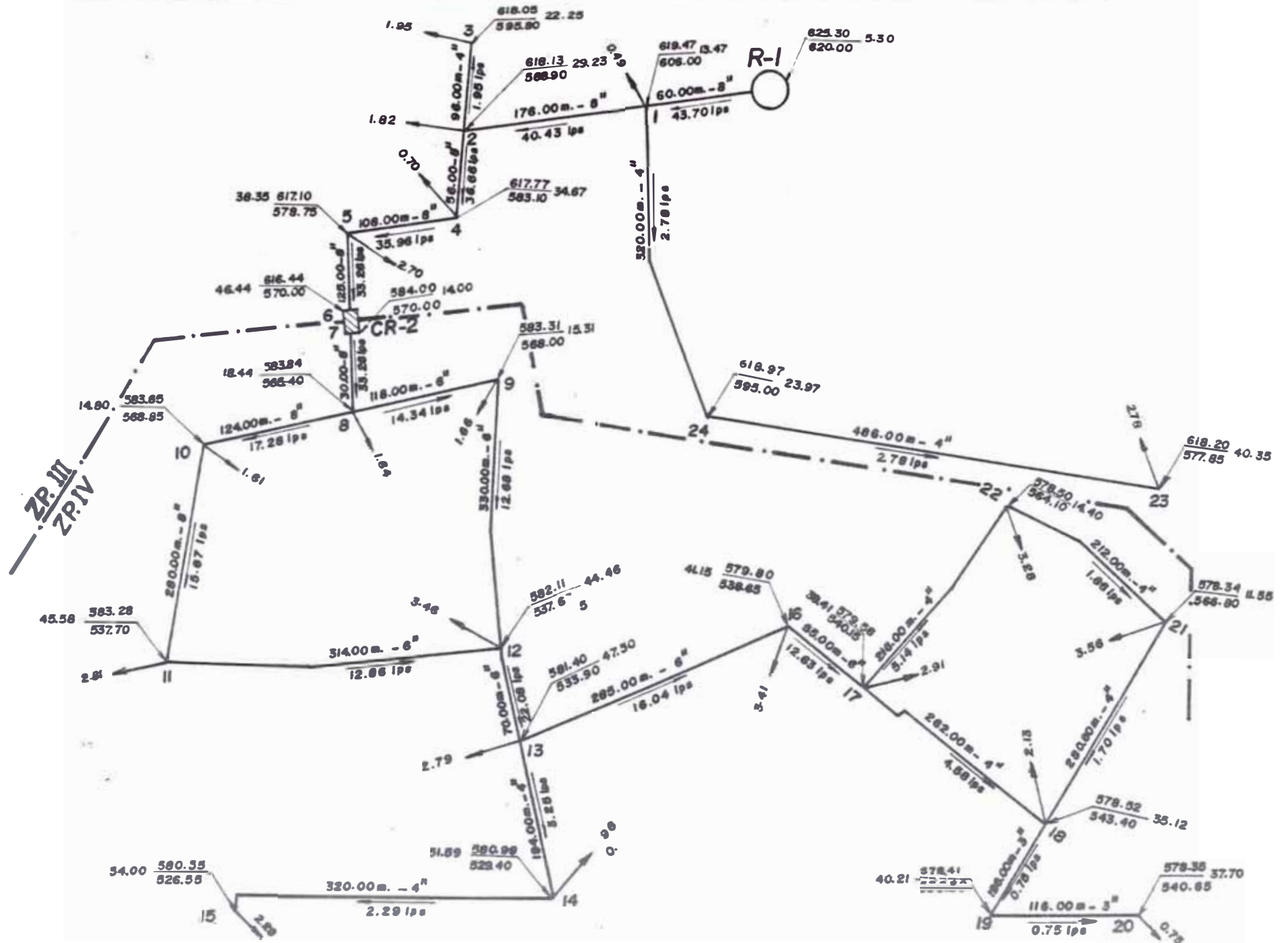
### DE MAXIMO CONSUMO - ZONA DE PRESION I y II

Habitación Urbana : Sector Oeste Ñaña-La Era.-Distrito de Chosica-Lurigancho  
 N° OF PIPES : 20  
 N° OF NODES : 19  
 PEAK FACTOR : 1  
 MAX. HL/KM : 10  
 MAX. UNBAL (lps) : 0.008

PIPE N°	FROM NODE	TO NODE	LENGIT (m)	DIA (mm)	H W C	FLOW (lps)	VELOCITY (mps)	HEADLOSS	
								(m/km)	(m)
1	100	1	40,00	150	140	26,49	1,50	14,19	0,57
2	1	2	208,00	150	140	26,07	1,48	13,77	2,87
3	2	3	20,00	150	140	25,29	1,43	13,02	0,26
4	3	4	164,00	100	140	6,46	0,82	7,51	1,23
5	4	5	270,00	100	140	4,96	0,63	4,61	1,24
6	5	6	96,00	100	140	3,97	0,51	3,05	0,29
7	6	7	60,00	100	140	3,40	0,43	2,29	0,14
8	8	7	120,00	150	140	14,11	0,80	4,42	0,53
9	9	8	128,00	150	140	16,05	0,91	5,62	0,72
10	10	9	114,00	150	140	16,44	0,93	5,87	0,67
11	3	10	144,00	150	140	17,87	1,01	6,85	0,99
12	7	11	36,00	150	140	16,32	0,92	5,79	0,21
13	11	12	24,18	50	140	16,32	8,31	999,99	29,50
14	12	13	86,00	150	140	15,39	0,87	5,20	0,45
15	13	14	338,00	100	140	5,96	0,76	6,48	2,19
16	14	15	196,00	100	140	2,63	0,34	1,43	0,28
17	16	15	400,00	100	140	3,55	0,45	2,48	0,99
18	13	16	184,00	100	140	6,70	0,85	8,03	1,48
19	15	17	220,00	100	140	2,97	0,38	1,78	0,39
20	17	18	118,00	100	140	1,74	0,22	0,66	0,08

<b>NODE</b>	<b>FLOW (lps)</b>	<b>ELEVATION (m)</b>	<b>H G L (m)</b>	<b>PRESSURE (m)</b>
1	- 0.42	669,40	682,43	13,03
2	- 0.78	657,90	679,57	21,67
3	- 0.96	656,60	679,31	22,71
4	- 1.50	660,45	678,08	17,63
5	- 0.99	643,55	676,83	33,28
6	- 0.57	636,10	676,54	40,44
7	- 1.19	637,05	676,40	39,35
8	- 1.94	641,90	676,93	35,03
9	- 0.39	661,20	677,65	16,45
10	- 1.43	649,60	678,32	28,72
11	0.00	635,00	676,19	41,19
12	- 0.93	635,00	646,70	11,70
13	- 2.73	627,90	646,25	18,35
14	- 3.33	606,50	644,06	37,56
15	- 3.21	596,70	643,78	47,08
16	- 3.15	631,25	644,77	13,52
17	- 1.23	604,10	643,39	39,29
18	- 1.74	611,50	643,31	31,81
100	26,49	683,00	683,00	0,00

FIG. 8.6 DISTRIBUCION DE CAUDALES MAXIMOS - ZONA DE PRESION III - IV



**DATOS DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA**

**HORA DE MAXIMO CONSUMO - ZONA DE PRESION III y IV**

**Habilitación Urbana :** Sector Oeste Ñaña-La Era.-Distrito Chosica-Lurigancho  
**N° OF PIPES** 26  
**N° OF NODES** 25  
**PEAK FACTOR**  
**MAX. III/KM** 10  
**MAX. UNBAL (lps)** 0.01

PIPE N°	NODE		LENGHT (m)	DIA (mm)	H W C
	FROM	TO			
1	200	1	60,00	200	140
2	1	2	176,00	200	140
3	2	3	96,00	100	140
4	2	4	56,00	200	140
5	4	5	108,00	200	140
6	5	6	125,00	200	140
7	6	7	7,12	50	140
8	7	8	30,00	200	140
9	8	9	118,00	150	140
10	8	10	124,00	200	140
11	10	11	280,00	200	140
12	11	12	314,00	150	140
13	9	12	330,00	150	140
14	12	13	70,00	150	140
15	13	14	194,00	100	140
16	14	15	320,00	100	140
17	13	16	285,00	150	140
18	16	17	65,00	150	140
19	17	18	262,00	100	140
20	18	19	196,00	75	140
21	19	20	116,00	75	140
22	21	18	280,00	100	140
23	17	22	216,00	100	140
24	22	21	212,00	100	140
25	24	23	486,00	100	140
26	1	24	320,00	100	140

<b>NODE N°</b>	<b>FIX</b>	<b>FLOW (Lps)</b>	<b>ELEVATION (m)</b>
1	0,00	-0.49	606,00
2	0,00	-1.82	588,90
3	0,00	-1.95	595,80
4	0,00	-0.70	583,10
5	0,00	-2.70	578,75
6	0,00	0.00	570,00
7	0,00	0.00	570,00
8	0,00	-1.64	565,40
9	0,00	-1.66	568,00
10	0,00	-1.61	568,85
11	0,00	-2.81	537,70
12	0,00	-3.46	537,65
13	0,00	-2.79	533,90
14	0,00	-0.96	529,40
15	0,00	-2.29	526,55
16	0,00	-3.41	538,65
17	0,00	-2.91	540,15
18	0,00	-2.13	543,40
19	0,00	0.00	538,20
20	0,00	-0.75	540,65
21	0,00	-3.56	566,80
22	0,00	-3.28	564,10
23	0,00	-2.78	577,85
24	0,00	0.00	595,00
200	1,00	0.00	620,00

<b>REFERENCE NODE</b>	<b>GRADE LINE</b>
200	620,00

## CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA HORA

### DE MAXIMO CONSUMO - ZONA DE PRESION III y IV

Habilitación Urbana :           Sector Oeste Ñafia-La Era.-Distrito de Chosica-Lurigancho  
 N° OF PIPES                           26  
 N° OF NODES                        25  
 PEAK FACTOR                         1  
 MAX. HL/KM                         10  
 MAX. UNBAL (lps)                 0.08

PIPE N°	FROM NODE	TO NODE	LENGHT (m)	DIA (mm)	H W C	FLOW (lps)	VELOCITY (mps)	HEADLOSS	
								(m/km)	(m)
1	200	1	60,00	200	140	43,70	1,39	8.82	0,53
2	1	2	176,00	200	140	40,43	1,29	7.64	1,34
3	2	3	96,00	100	140	1,95	0,25	0.82	0,08
4	2	4	56,00	200	140	36,66	1,17	6.38	0,36
5	4	5	108,00	200	140	35,96	1,14	6.15	0,66
6	5	6	125,00	200	140	33,26	1,06	5.33	0,67
7	6	7	7,12	50	140	33,26	16,94	999,99	32,44
8	7	8	30,00	200	140	33,26	1,06	5.33	0,16
9	8	9	118,00	150	140	14,34	0,81	4.56	0,54
10	8	10	124,00	200	140	17,28	0,55	1.59	0,20
11	10	11	280,00	200	140	15,67	0,50	1.32	0,37
12	11	12	314,00	150	140	12,86	0,73	3.73	1,17
13	9	12	330,00	150	140	12,68	0,72	3.63	1,20
14	12	13	70,00	150	140	22,08	1,25	10.13	0,71
15	13	14	194,00	100	140	3,25	0,41	2.11	0,41
16	14	15	320,00	100	140	2,29	0,29	4.48	0,44
17	13	16	285,00	150	140	16,04	0,29	5.61	1,60
18	16	17	65,00	150	140	12,63	0,71	3.60	0,23
19	17	18	262,00	100	140	4,58	0,58	3.98	1,04
20	18	19	196,00	75	140	0,75	0,17	0.57	0,11
21	19	20	116,00	75	140	0,75	0,17	0.57	0,07
22	21	18	280,00	100	140	1,70	0,22	0.64	0,18
23	17	22	216,00	100	140	5,14	0,65	4.92	1,06
24	22	21	212,00	100	140	1,86	0,24	0.75	0,16
25	24	23	486,00	100	140	2,78	0,35	1.58	0,77
26	1	24	320,00	100	140	2,78	0,35	1.58	0,51

<b>NODE</b>	<b>FLOW (lps)</b>	<b>ELEVATION (m)</b>	<b>H G L (m)</b>	<b>PRESSURE (m)</b>
1	-0.49	606,00	619,47	13,47
2	-1.82	588,90	618,13	29,23
3	-1.95	595,80	618,05	22,25
4	-0.70	583,10	617,77	34,67
5	-2.70	578,75	617,10	38,35
6	0.00	570,00	616,44	46,44
7	0.00	570,00	584,00	14,00
8	-1.64	565,40	583,84	18,44
9	-1.66	568,00	583,31	15,31
10	-1.61	568,85	583,65	14,80
11	-2.81	537,70	583,28	45,58
12	-3.46	537,65	582,11	44,46
13	-2.79	533,90	581,40	47,50
14	-0.96	529,40	580,99	51,59
15	-2.29	526,55	580,55	54,00
16	-3.41	538,65	579,80	41,15
17	-2.91	540,15	579,56	39,41
18	-2.13	543,40	578,52	35,12
19	0.00	538,20	578,41	40,21
20	-0.75	540,65	578,35	37,70
21	-3.56	566,80	578,34	11,55
22	-3.28	564,10	578,50	14,40
23	-2.78	577,85	618,20	40,35
24	0.00	595,00	618,97	23,97
200	0.00	620,00	620,00	0,00

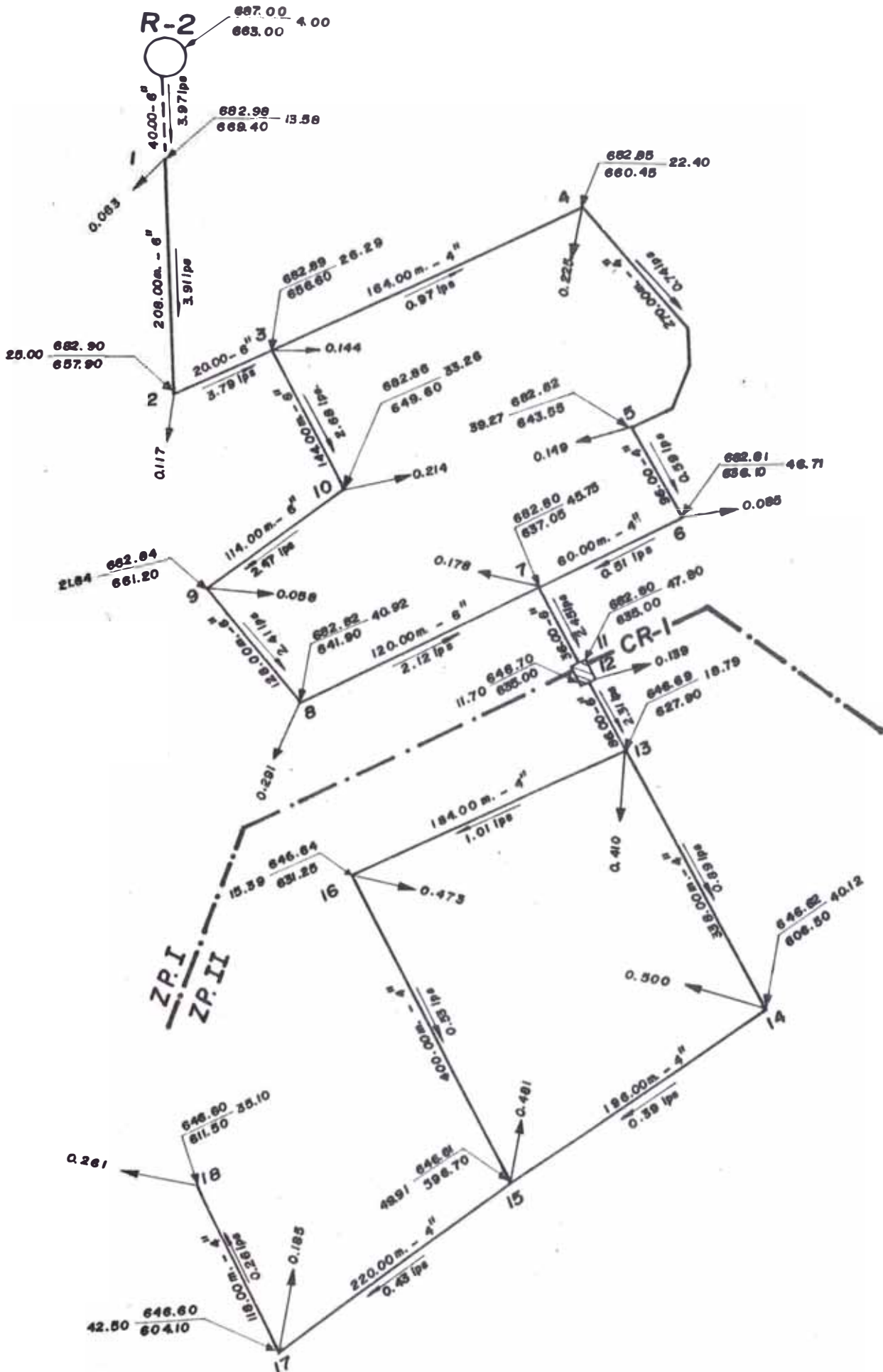
### **8.8 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA HORA DE MINIMO CONSUMO.**

*Este consiste en comprobar si con el caudal mínimo las presiones no superan los 50 metros. El caudal mínimo se determina con un 15% del caudal de diseño. Como se sabe al disminuir el caudal al mínimo, disminuye también la pérdida de carga, originando un aumento de presión máxima en la red.*

*La nueva distribución de caudales es la que se muestra ver esquema de caudales mínimo figuras 8.7 y 8.8; así como los resultados del método de programación aplicado.*



**FIG. 8.7 DISTRIBUCION DE CAUDALES MINIMOS  
ZONA DE PRESION I-II**



**DATOS DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA**

**HORA DE MINIMO CONSUMO - ZONA DE PRESION I y II**

Habilitación Urbana :                      Sector Oeste Ñaña-La Era.-Distrito Chosica-Lurigancho  
 N° OF PIPES    20  
 N° OF NODES    19  
 PEAK FACTOR    1  
 MAX. ILL/KM    10  
 MAX. UNBAL. (lps) :                                0.01

PIPE N°	NODE		LENGHT (m)	DIA (mm)	HWC
	FROM	TO			
1	100	1	40,00	150	140
2	1	2	208,00	150	140
3	2	3	20,00	150	140
4	3	4	164,00	100	140
5	4	5	270,00	100	140
6	5	6	96,00	100	140
7	6	7	60,00	100	140
8	8	7	120,00	150	140
9	9	8	128,00	150	140
10	10	9	114,00	150	140
11	3	10	144,00	150	140
12	7	11	36,00	150	140
13	11	12	988,65	50	140
14	12	13	86,00	150	140
15	13	14	338,00	100	140
16	14	15	196,00	100	140
17	16	15	400,00	100	140
18	13	16	184,00	100	140
19	15	17	220,00	100	140
20	17	18	118,00	100	140

<b>NODE N°</b>	<b>FIX</b>	<b>FLOW (Lps)</b>	<b>ELEVATION (m)</b>
1	0,00	-0.063	669,40
2	0,00	-0.117	657,90
3	0,00	-0.144	656,60
4	0,00	-0.225	660,45
5	0,00	-0.149	643,55
6	0,00	-0.085	636,10
7	0,00	-0.178	637,05
8	0,00	-0.291	641,90
9	0,00	-0.058	661,20
10	0,00	-0.214	649,60
11	0,00	-0.00	635,00
12	0,00	-0.139	635,00
13	0,00	-0.410	627,90
14	0,00	-0.500	606,50
15	0,00	-0.481	596,70
16	0,00	-0.473	631,25
17	0,00	-0.185	604,10
18	0,00	-0.261	611,50
100	1,00	0.00	683,00

<b>REFERENCE NODE</b>	<b>GRADE LINE</b>
100	683,00

## CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA HORA

### DE MINIMO CONSUMO - ZONA DE PRESION I y II

Habilitación Urbana : Sector Oeste Ñaña-La Era.-Distrito de Chosica-Lurigancho

N° OF PIPES : 20

N° OF NODES : 19

PEAK FACTOR : 1

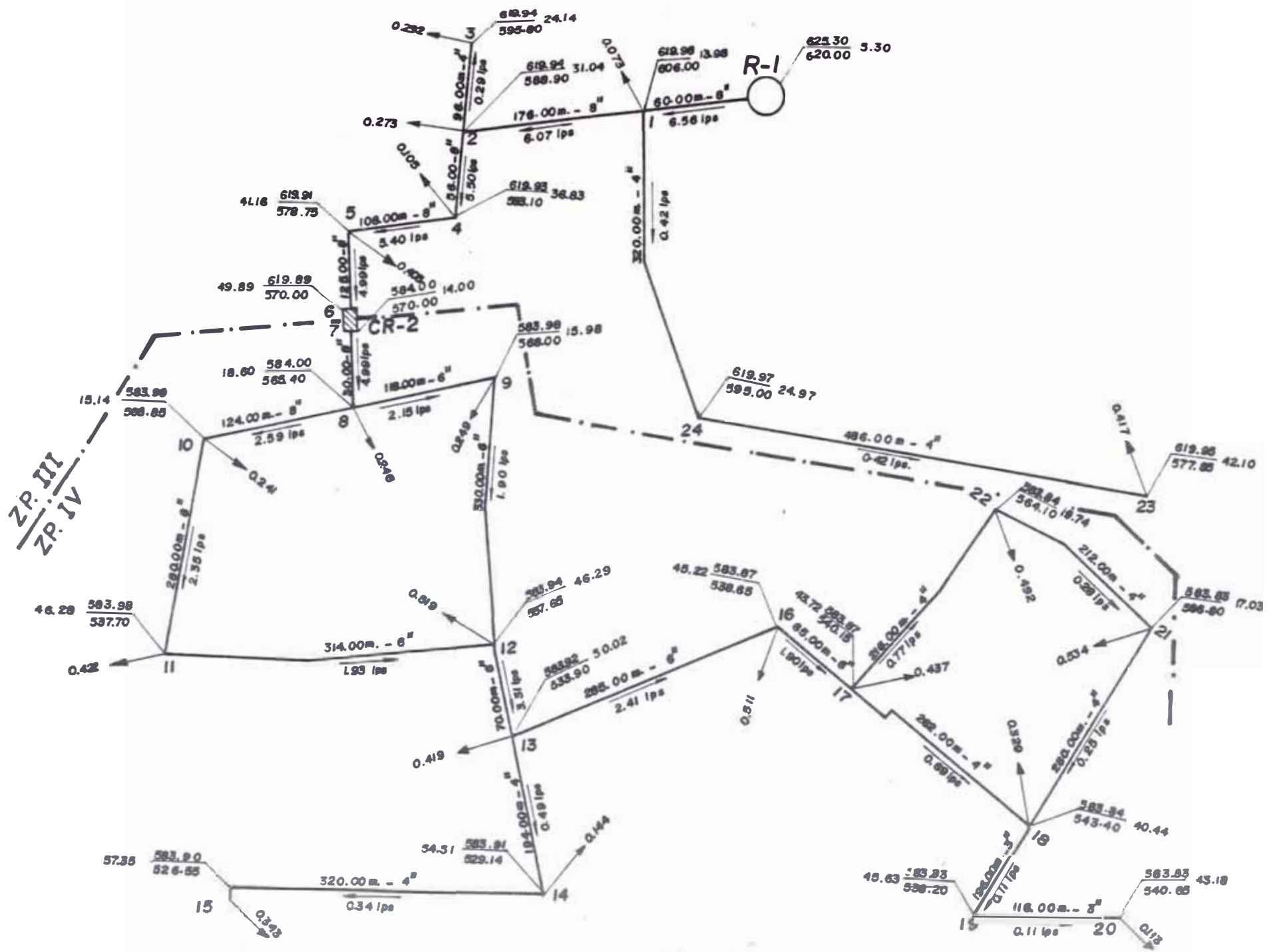
MAX. HL/KM : 10

MAX. UNBAL (lps) : 0,08

PIPE N°	FROM NODE	TO NODE	LENGHT (m)	DIA (mm)	H W C	FLOW (lps)	VELOCITY (mps)	HEADLOSS	
								(m/km)	(m)
1	100	1	40,00	150	140	3,97	0,22	0,42	0,02
2	1	2	208,00	150	140	3,91	0,22	0,41	0,09
3	2	3	20,00	150	140	3,79	0,21	0,39	0,01
4	3	4	164,00	100	140	0,97	0,12	0,22	0,04
5	4	5	270,00	100	140	0,74	0,09	0,14	0,04
6	5	6	96,00	100	140	0,59	0,08	0,09	0,01
7	6	7	60,00	100	140	0,51	0,06	0,07	0,00
8	8	7	120,00	150	140	2,12	0,12	0,13	0,02
9	9	8	128,00	150	140	2,41	0,14	0,17	0,02
10	10	9	114,00	150	140	2,47	0,14	0,18	0,02
11	3	10	144,00	150	140	2,68	0,15	0,20	0,03
12	7	11	36,00	150	140	2,45	0,14	0,17	0,01
13	11	12	988,65	50	140	2,45	1,25	36,51	36,10
14	12	13	86,00	150	140	2,31	0,13	0,16	0,01
15	13	14	338,00	100	140	0,89	0,11	0,19	0,07
16	14	15	196,00	100	140	0,39	0,05	0,04	0,01
17	16	15	400,00	100	140	0,53	0,07	0,07	0,03
18	13	16	184,00	100	140	1,01	0,13	0,24	0,04
19	15	17	220,00	100	140	0,43	0,06	0,05	0,01
20	17	18	118,00	100	140	0,26	0,03	0,02	0,00

<b>NODE</b>	<b>FLOW (lps)</b>	<b>ELEVATION (m)</b>	<b>H G L (m)</b>	<b>PRESSURE (m)</b>
1	-0.063	669,40	682,98	13,58
2	-0.117	657,90	682,90	25,00
3	-0.144	656,60	682,89	26,29
4	-0.225	660,45	682,85	22,40
5	-0.149	643,55	682,82	39,27
6	-0.085	636,10	682,81	46,71
7	-0.178	637,05	682,80	45,75
8	-0.291	641,90	682,82	40,92
9	-0.058	661,20	682,84	21,64
10	-0.214	649,60	682,86	33,26
11	0.00	635,00	682,80	47,80
12	-0.139	635,00	646,70	11,70
13	-0.410	627,90	646,69	18,79
14	-0.500	606,50	646,62	40,12
15	-0.481	596,70	646,61	49,91
16	-0.473	631,25	646,64	15,39
17	-0.185	604,10	646,60	42,50
18	-0.261	611,50	646,60	35,10
100	3,973	683,00	683,00	0,00

**FIG. 8.8 DISTRIBUCION DE CAUDALES MINIMOS - ZONA DE PRESION III - IV**



## DATOS DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA

### HORA DE MINIMO CONSUMO - ZONA DE PRESION III y IV

**Habilitación Urbana :** Sector Oeste Ñaña-La Era.-Distrito Chosica-Lurigancho

<b>N° OF PIPES</b>	:	<b>26</b>
<b>N° OF NODES</b>	:	<b>25</b>
<b>PEAK FACTOR</b>	:	<b>1</b>
<b>MAX. H/L/KM</b>	:	<b>10</b>
<b>MAX. UNBAL (lps)</b>	:	<b>0.01</b>

PIPE N°	NODE		LENGHT (m)	DIA (mm)	HWC
	FROM	TO			
1	200	1	60,00	200	140
2	1	2	176,00	200	140
3	2	3	96,00	100	140
4	2	4	56,00	200	140
5	4	5	108,00	200	140
6	5	6	125,00	200	140
7	6	7	263,47	50	140
8	7	8	30,00	200	140
9	8	9	118,00	150	140
10	8	10	124,00	200	140
11	10	11	280,00	200	140
12	11	12	314,00	150	140
13	9	12	330,00	150	140
14	12	13	70,00	150	140
15	13	14	194,00	100	140
16	14	15	320,00	75	140
17	13	16	285,00	150	140
18	16	17	65,00	150	140
19	17	18	262,00	100	140
20	18	19	196,00	100	140
21	19	20	116,00	100	140
22	21	18	280,00	100	140
23	17	22	216,00	150	140
24	22	21	212,00	100	140
25	24	23	486,00	100	140
26	1	24	320,00	100	140

<b>NODE N°</b>	<b>FIX</b>	<b>FLOW (Lps)</b>	<b>ELEVATION (m)</b>
1	0,00	-0.073	606,00
2	0,00	-0.273	588,90
3	0,00	-0.292	595,80
4	0,00	-0.105	583,10
5	0,00	-0.405	578,75
6	0,00	0.00	570,00
7	0,00	0.00	570,00
8	0,00	-0.246	565,40
9	0,00	-0.249	568,00
10	0,00	-0.241	568,85
11	0,00	-0.422	537,70
12	0,00	-0.519	537,65
13	0,00	-0.419	533,90
14	0,00	-0.144	529,40
15	0,00	-0.343	526,55
16	0,00	-0.511	538,65
17	0,00	-0.437	540,15
18	0,00	-0.320	543,40
19	0,00	0.00	538,20
20	0,00	-0.113	540,65
21	0,00	-0.534	566,80
22	0,00	-0.492	564,10
23	0,00	-0.417	577,85
24	0,00	0.00	595,00
200	1,00	0.00	620,00

<b>REFERENCE NODE</b>	<b>GRADE LINE</b>
200	620,00



**CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION EN LA HORA**

**DE MINIMO CONSUMO - ZONA DE PRESION III y IV**

Habilitación Urbana :           Sector Oeste Naña-La Era.-Distrito de Choslea-Lurigancho  
**N° OF PIPES**               :           **26**  
**N° OF NODES**             :           **25**  
**PEAK FACTOR**            :           **1**  
**MAX. HL/KM**             :           **10**  
**MAX. UNBAL (lps)**       :           **0.08**

PIPE N°	FROM NODE	TO NODE	LENGHT (m)	DIA (mm)	H W C	FLOW (lps)	VELOCITY (mps)	HEADLOSS	
								(m/km)	(m)
1	200	1	60,00	200	140	6,56	0,21	0,26	0,02
2	1	2	176,00	200	140	6,07	0,19	0,23	0,04
3	2	3	96,00	100	140	0,29	0,04	0,02	0,00
4	2	4	56,00	200	140	5,50	0,18	0,19	0,01
5	4	5	108,00	200	140	5,40	0,17	0,18	0,02
6	5	6	125,00	200	140	4,99	0,16	0,16	0,02
7	6	7	263,47	50	140	4,99	2,54	136,23	35,89
8	7	8	30,00	200	140	4,99	0,16	0,16	0,00
9	8	9	118,00	150	140	2,15	0,12	0,14	0,02
10	8	10	124,00	200	140	2,59	0,08	0,05	0,01
11	10	11	280,00	200	140	2,35	0,07	0,04	0,01
12	11	12	314,00	150	140	1,93	0,11	0,11	0,03
13	9	12	330,00	150	140	1,90	0,11	0,11	0,04
14	12	13	70,00	150	140	3,31	0,19	0,30	0,02
15	13	14	194,00	100	140	0,49	0,06	0,06	0,01
16	14	15	320,00	100	140	0,34	0,04	0,13	0,01
17	13	16	285,00	150	140	2,41	0,14	0,17	0,05
18	16	17	65,00	150	140	1,90	0,11	0,11	0,01
19	17	18	262,00	100	140	0,69	0,09	0,12	0,03
20	18	19	196,00	75	140	0,11	0,03	0,02	0,00
21	19	20	116,00	75	140	0,11	0,03	0,02	0,00
22	21	18	280,00	100	140	0,25	0,03	0,02	0,01
23	17	22	216,00	100	140	0,77	0,10	0,15	0,03
24	22	21	212,00	100	140	0,28	0,04	0,02	0,00
25	24	23	486,00	100	140	0,42	0,05	0,05	0,02
26	1	24	320,00	100	140	0,42	0,05	0,05	0,02

<b>NODE</b>	<b>FLOW (lps)</b>	<b>ELEVATION (m)</b>	<b>H G L (m)</b>	<b>PRESSURE (m)</b>
1	-0.073	606,00	619,98	13,98
2	-0.273	588,90	619,94	31,04
3	-0.292	595,80	619,94	24,14
4	-0.105	583,10	619,93	36,83
5	-0.405	578,75	619,91	41,16
6	0.00	570,00	619,89	49,89
7	0.00	570,00	584,00	14,00
8	-0.246	565,40	584,00	18,60
9	-0.249	568,00	583,98	15,98
10	-0.241	568,85	583,99	15,14
11	-0.422	537,70	583,98	46,28
12	-0.519	537,65	583,94	46,29
13	-0.419	533,90	583,92	50,02
14	-0.144	529,40	583,91	54,51
15	-0.343	526,55	583,90	57,35
16	-0.511	538,65	583,87	45,22
17	-0.437	540,15	583,87	43,72
18	-0.320	543,40	583,84	40,44
19	0,00	538,20	583,83	45,65
20	-0.113	540,65	583,83	43,18
21	-0.534	566,80	583,83	17,03
22	-0.492	564,10	583,84	19,74
23	-0.417	577,85	619,95	42,10
24	0,00	595,00	619,97	24,97
200	0,00	620,00	620,00	0,00

### 8.9 CALCULO DE LAS ALTURAS DE PRESION.

*En el diseño de las redes para las horas de máximo consumo y horas de mínimo consumo hemos obtenido las presiones mínimas y máximas respectivamente que se presentaron en las redes de distribución.*

*Del cálculo hidráulico realizado para las cuatro zonas de presiones se puede observar que las presiones en las zonas de presiones I,II y III tanto para las horas de máximo y mínimo consumo se encuentran por encima de los 10 m. y por debajo de los 50m. de columna de agua, complicando de este forma las presiones preestablecidas por acuerdo al reglamento de SEDAPAL; sin embargo, en la zona de presión IV se puede apreciar que las presiones mínimas son mayores a los 10m.de columna de agua, pero las presiones máximas alcanzan valores de 54.00m. y 57.35m. de altura de agua en las horas de máximo y mínimo consumo respectivamente, se ha creído convenientemente dar por aceptado dichas presiones, porque corregirlas demandaría colocar otra cámara reductora de presión que resultaría antieconómica para servir a una pequeña área de influencia.*

*Las presiones máximas y mínimas obtenidas para las zonas de presiones I-II y zona de presiones III-IV están representadas en los cuadros 8.3 y 8.4 respectivamente.*

**CUADRO N° 8.3****PRESIONES MAXIMAS Y MINIMAS****ZONA DE PRESION I - II**

<b>NUDO</b>	<b>CPPm</b>	<b>CPPM</b>	<b>C.T</b>	<b>HPm</b>	<b>HPM</b>
1	682,43	682,98	669,40	13,03	13,58
2	679,57	682,90	657,90	21,67	25,00
3	679,31	682,89	656,60	22,71	26,29
4	678,08	682,85	660,45	17,63	22,40
5	676,83	682,82	643,55	33,28	39,27
6	676,54	682,81	636,10	40,44	46,71
7	676,40	682,80	637,05	39,35	45,75
8	676,93	682,82	641,90	35,03	40,92
9	677,65	682,84	661,20	16,45	21,64
10	678,32	682,86	649,60	28,72	33,26
11	676,19	682,80	635,00	41,19	47,80
12	646,70	646,70	635,00	11,70	11,70
13	646,25	646,69	627,90	18,35	18,79
14	644,06	646,62	606,50	37,56	40,12
15	643,78	646,61	596,70	47,08	49,91
16	644,77	646,64	631,25	13,52	15,39
17	643,39	646,60	604,10	39,29	42,50
18	643,31	646,60	611,50	31,81	35,10

Donde:

CPPM: cota de presión piezométrica máxima (m.s.n.m)

CPPm: cota de presión piezométrica mínima (m.s.n.m)

CT : cota de terreno (m.s.n.m)

HPM : altura de presión máxima (m)

HPm : altura de presión mínima (m)

**CUADRO N° 8.4****PRESIONES MAXIMAS Y MINIMAS****ZONA DE PRESION III - IV**

<b>NUDO</b>	<b>CPPM</b>	<b>CPPm</b>	<b>C.T</b>	<b>HPM</b>	<b>HPm</b>
1	619,98	619,47	606,00	13,98	13,47
2	619,94	618,13	588,90	31,04	29,23
3	619,94	618,05	595,80	24,14	22,25
4	619,93	617,77	583,10	36,83	34,67
5	619,91	617,10	578,75	41,16	38,35
6	619,89	616,44	570,00	49,89	46,44
7	584,00	584,00	570,00	14,00	14,00
8	584,00	583,84	565,40	18,60	18,44
9	583,98	583,31	568,00	15,98	15,31
10	583,99	583,65	568,85	15,14	14,80
11	583,98	583,28	537,70	46,28	45,58
12	583,94	582,11	537,65	46,29	44,46
13	583,92	581,40	533,90	50,02	47,50
14	583,91	580,99	529,40	54,51	51,59
15	583,90	580,55	526,55	57,35	54,00
16	583,87	579,80	538,65	45,22	41,15
17	583,87	579,56	540,15	43,72	39,41
18	583,84	578,52	543,40	40,44	35,12
19	583,83	578,41	538,20	45,63	40,21
20	583,83	578,35	540,65	43,18	37,70
21	583,83	578,34	566,80	17,03	11,55
22	583,84	578,50	564,10	19,74	14,40
23	619,95	618,20	577,85	42,10	40,35
24	619,97	618,97	595,00	24,97	23,97

Donde:

CPPM: cota de presión piezométrica máxima (m.s.n.m)

CPPm: cota de presión piezométrica mínima (m.s.n.m)

C.T : cota de terreno (m.s.n.m)

HPM : altura de presión máxima (m)

HPm : altura de presión mínima (m)

### 8.10 CAMARA REDUCTORA DE PRESION.

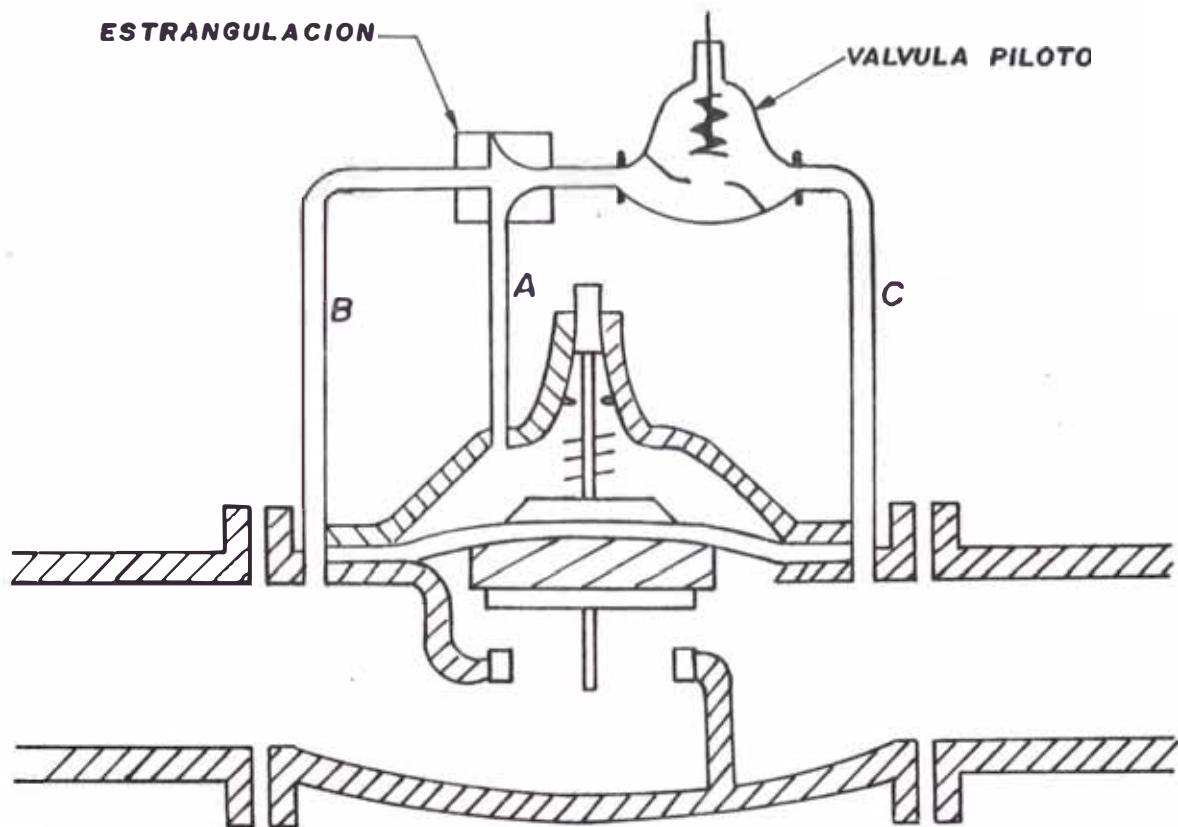
*Compuesta por una serie de accesorios, entre ellos tenemos la válvula reguladora de presión que se usa para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión.*

*En general el funcionamiento de una válvula reguladora de presión, de acuerdo a la fig. 8.9 es como sigue:*

*En el tubo B existe una presión  $P_e$  de entrada; en el tubo C, la  $P_s$  de salida; y en el tubo A, la presión  $P_d$ , que se ejerce sobre el diagrama. Si la válvula piloto esta cerrada, tendremos  $P_e = P_d$ , por lo cual el disco, por su propio peso y la fuerza del resorte auxiliar, permanecerá cerrado. Si la válvula piloto esta abierta, se establece una corriente de agua entre B y C, y debido a la estrangulación se producirá en A un  $P_d$  menor que  $P_e$ , por lo cual la válvula permanecerá abierta. El hecho de que la válvula piloto esté abierta, cerrada o estrangulada, depende de la diferencia de presión entre  $P_e$  y  $P_s$ , por lo cual deberá cumplir una función reguladora sobre el flujo entre B y C, y consecuentemente, por medio de la estrangulación sobre la presión de la cara del diafragma.*

*Válvulas reguladoras de presión son más útiles en redes de distribución que en líneas de aducción.*

FIG. 8.9 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA VALVULA REGULADORA DE PRESION



### 8.10.1 **CALCULO DEL DIAMETRO DE LAS VALVULAS REGULADORAS DE PRESION**

Para el cálculo del diámetro de una válvula reguladora de presión se emplearán las siguientes expresiones:

$$Q_{mh} = Q_{max.I}$$

$$Q_{md} = Q_{max.N}$$

$$Q_{min} = 50\% Q_{md}$$

Donde:

$$Q_{max.I} = \text{Caudal máximo intermitente}$$

$$Q_{max.N} = \text{Caudal máximo normal}$$

$$Q_{min} = \text{Caudal mínimo}$$

A continuación hallaremos los valores de estos caudales correspondientes a las dos válvulas reguladoras de presión:

#### **PARA CR-1**

$$Q_{mh} = 14.12 \text{ Lps}$$

$$Q_{md} = 7.06 \text{ Lps}$$

Entonces:

$$Q_{max.I} = 14.12 \text{ Lps} = 223.80 \text{ G.P.M}$$

$$Q_{max.N} = 7.06 \text{ Lps} = 11.90 \text{ G.P.M}$$

$$Q_{min.} = 0.5 \times 7.06 = 3.53 \text{ Lps} = 55.95 \text{ G.P.M}$$

#### **PARA CR-2**

$$Q_{mh} = 33.27 \text{ Lps}$$

$$Q_{md} = 16.65 \text{ Lps}$$

Entonces:

$$Q_{max.I} = 33.27 \text{ Lps} = 527.33 \text{ G.P.M}$$

$$Q_{max.N} = 16.65 \text{ Lps} = 263.90 \text{ G.P.M}$$

$$Q_{min} = 0.5 \times 16.65 \text{ Lps} = 8.325 \text{ Lps} = 131.95 \text{ G.P.M}$$

Para determinar los diámetros de las válvulas reguladoras de presión haremos uso de la tabla N° 8.3



TABLA N° 8.3 SELECCION DE VALVULA REGULADORA DE PRESION

DIAMETRO VALVULA (pulg)	CAUDAL MINIMO (G.P.M)	CAUDAL MAXIMO NORMAL (G.P.M)	CAUDAL MAXIMO INTERMITENTE (G.P.M)
1 1/4	15	93	115
1 1/2	15	125	160
2	15	208	260
2 1/2	20	300	370
3	30	460	580
4	50	800	1000
6	115	1800	2500
8	200	3100	3900

Por lo tanto los diámetros de las válvulas reguladoras de presión serán:

**Valv. Reg. Presión CR-1 = 2"**

**Valv. Reg. Presión CR-2 = 3"**

### 8.11 CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE.

Las conexiones domiciliarias de agua son las que realmente representan a la población servida y pueden ser simples o dobles, es decir, para servir a uno o dos lotes a la vez.

Para nuestro caso se contará con una conexión domiciliaria por lote servido. Los componentes de una conexión domiciliaria de agua potable se dividen en :

- a) Elementos de toma.
- b) Tubería de conducción.
- c) Tubería de forro de protección.
- d) Elementos de control.

*e) Caja de medidor.*

*f) Elementos de unión con la instalación interior.*

***a) Elementos de Toma.-***

*Los elementos de toma son aquellos que se utilizan en el empalme a la tubería matriz.*

*La perforación de la tubería se hará mediante taladro con broca, no permitiéndose el uso de herramientas de percusión.*

*Los elementos de toma están constituidos por lo siguiente :*

*Abrazadera de derivación con montura y brida de fierro y empaquetadura de caucho, con dimensiones de acuerdo al diámetro de la tubería en la que se instalará (matriz).*

*Llave de toma (Corporation) puede ser de bronce o resina termoplástica y su dimensión será de acuerdo al diámetro de tubería a instalarse.*

*Elemento de unión de la llave de toma con la tubería de conducción, compuesta de 2 piezas de PVC o resina termoplástica.*

*La primera conocida como transición, consta de un niple aproximadamente 2" de longitud, que termina uno de sus extremos en una pestaña, la cual se aloja en el asiento de la tuerca, siendo esta el elemento de unión con la llave de toma.*

*La segunda conocida como cachimba, constituida por un niple curvo de 90° o 45°, de acuerdo a la necesidad y sirve para unir la transición a la tubería de conducción.*

***b) Tubería de Conducción.-***

*Está constituida por tubería de PVC clase 10 y su diámetro será de acuerdo a la instalación en ejecución. Para el ingreso a la caja del medidor, se utilizará un niple de 0.30 mts. como mínimo con una inclinación de 45° para lo cual se emplearán 2 codos de PVC.*

**c) Forro de Protección.-**

La tubería de protección estará en la zona de ingreso a la caja del medidor, compuesto por tubería de concreto simple o PVC de 100 mm (4") con lo que se permite un movimiento o "juego mínimo" que posibilita la libre colocación o extracción del medidor de consumo.

**d) Elementos de Control.-**

Para la colocación del medidor de consumo y el control de servicio, se necesita de los siguientes elementos

Dos llaves de paso de bronce o resina termoplástica.

Dos niples standard de bronce o resina termoplástica de acoplamiento de las llaves de paso al medidor de consumo.

Dos uniones presión rosca de PVC.

Medidor propiamente dicho o su niple de reemplazo.

**e) Caja del Medidor.-**

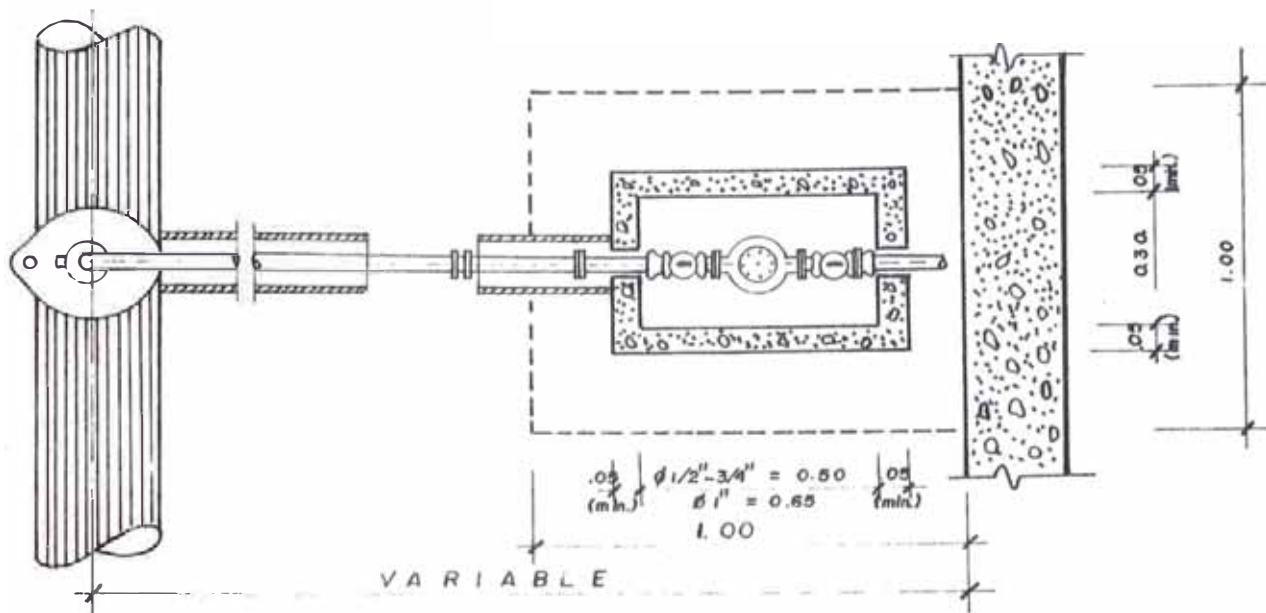
La caja del medidor es una caja de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  prefabricado de dimensiones definidas indicadas en las figuras 8.10 y 8.11, la misma que va apoyada sobre un solado de fondo también de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .

La caja será ubicada en una losa de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  de  $1.00 \times 1.00 \times 0.05$  mts. sobre una base debidamente compactada. La tapa de la caja de la vereda y será de acero galvanizado.

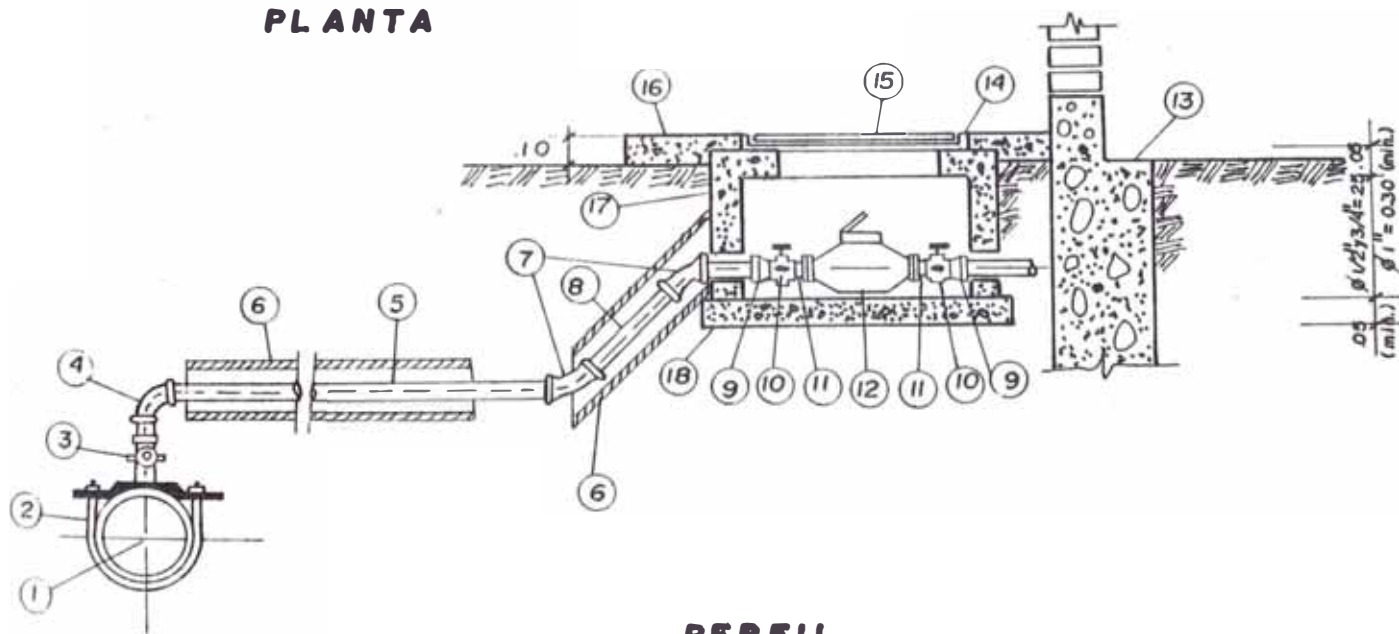
**f) Elementos de Unión con la Instalación Interior.-**

Para facilitar la unión con la instalación interior, se instalará a partir de la cara exterior de la caja un niple de PVC de 0.30 m.

**FIG.8.10 CONEXION DE AGUA POTABLE LARGA**



**PLANTA**

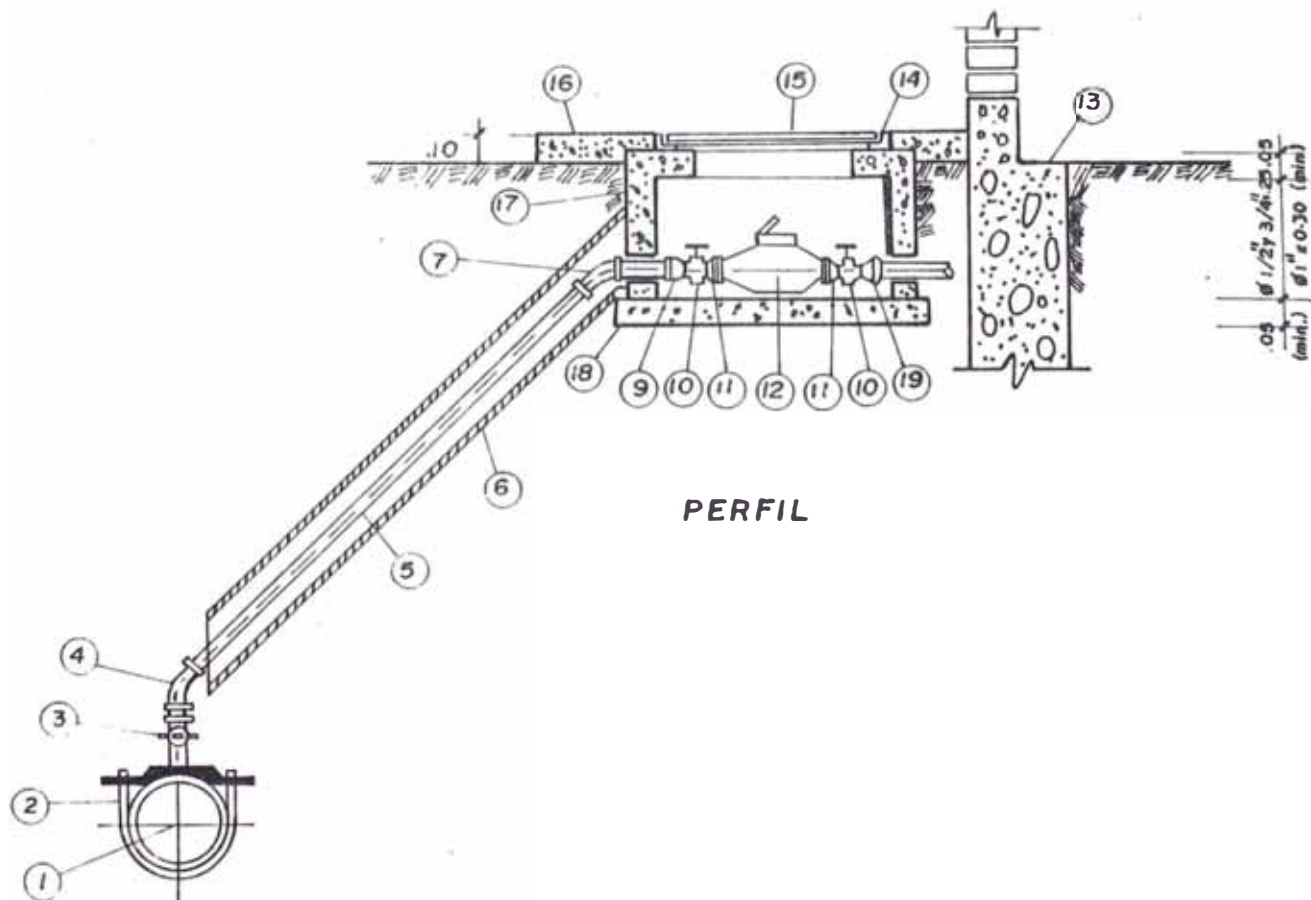
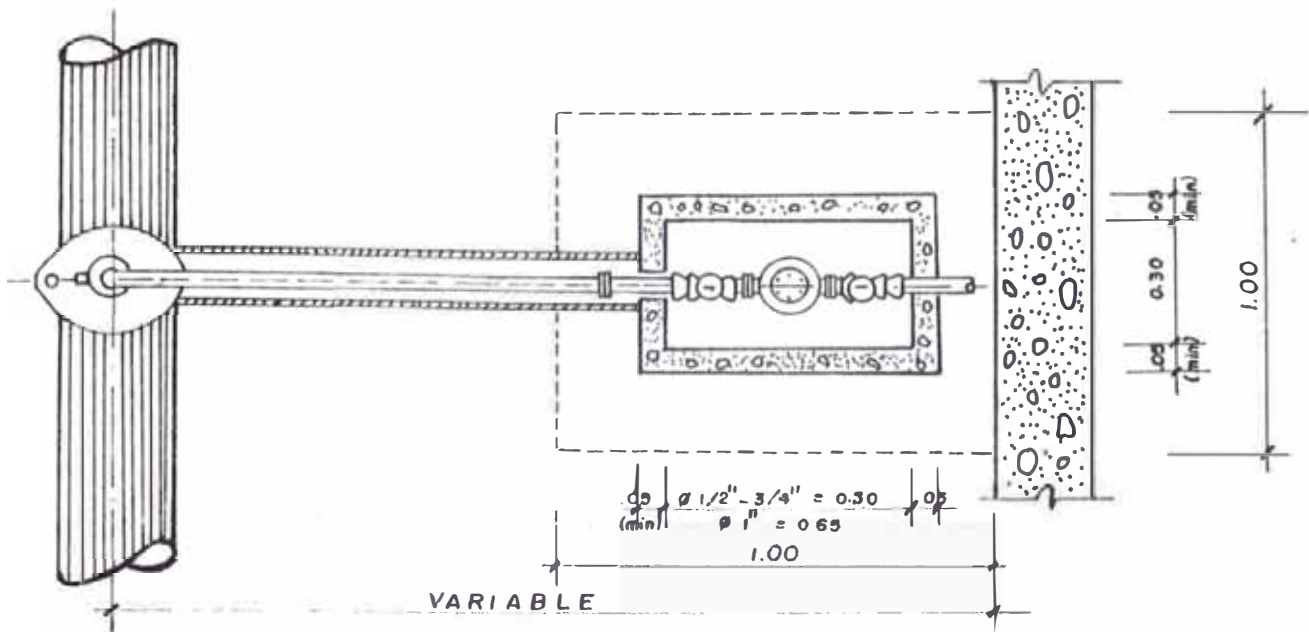


**PERFIL**

**CONEXION DOMICILIARIA LARGA****(LEYENDA)**

- 1.- *Matriz de diámetro variable.*
- 2.- *Abrazadera de diámetro variable perforada.*
- 3.- *Llave de toma (corporation) tuerca y niple con pestaña de 0.05 m.*
- 4.- *Cachimba o curva de 90° de doble unión - presión.*
- 5.- *Tubería de conducción.*
- 6.- *Forro tubería 100 mm (4").*
- 7.- *Codo de 45°.*
- 8.- *Niple longitud mínima = 0.30 m.*
- 9.- *Unión presión - rosca.*
- 10.- *Llave de paso.*
- 11.- *Niple standard con tuerca.*
- 12.- *Medidor o niple.*
- 13.- *Cimiento del límite de propiedad.*
- 14.- *Marco.*
- 15.- *Tapa.*
- 16.- *Losa de concreto  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .*
- 17.- *Caja de medidor.*
- 18.- *Solado de concreto  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .*

**FIG. 8.11 CONEXION DE AGUA POTABLE CORTA**



**CONEXION DOMICILIARIA CORTA  
(LEYENDA)**

- 1.- *Matriz de diámetro variable.*
- 2.- *Abrazadera de diámetro variable perforada.*
- 3.- *Llave de toma (corporation) tuerca y niple con pestaña de 0.05 m.*
- 4.- *Cachimba o curva de 45° de doble unión - presión.*
- 5.- *Tubería de conducción.*
- 6.- *Forro tubería 100 mm (4").*
- 7.- *Codo de 45°.*
- 8.- *Niple longitud mínima = 0.30 m.*
- 9.- *Unión presión - rosca.*
- 10.- *Llave de paso.*
- 11.- *Niple standard con tuerca.*
- 12.- *Medidor o niple.*
- 13.- *Cimiento del límite de propiedad.*
- 14.- *Marco.*
- 15.- *Tapa.*
- 16.- *Losa de concreto  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .*
- 17.- *Caja de medidor.*
- 18.- *Solado de concreto  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .*

## **CAPITULO IX**

# **EXPEDIENTE TECNICO**

- 9.1 MEMORIA DESCRIPTIVA**
- 9.2 METRADO Y PRESUPUESTO**
- 9.3 FORMULA POLINOMICA**
- 9.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- 9.5 RELACION DE PLANOS (Tomo II)**



**MEMORIA**

**DESCRIPTIVA**

**9.1****MEMORIA DESCRIPTIVA****PROYECTO INTEGRAL DE REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.- DISTRITO DE CHOSICA-LURIGANCHO.****1.0 OBJETIVO DEL PROYECTO**

*El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un proyecto integral que permita solucionar la problemática del abastecimiento del agua potable a los siguientes pueblos, que conforman el sector Oeste Ñaña-La Era: Centro poblado Virgen del Carmen. Asociación de Vivienda Villa La Era, Asociación de Vivienda Unión Incaica, Asociación de Vivienda San Francisco, A.H. San Francisco, A.H. El Inti, A.H. Las Colinas y el A.H. Los Pinos.*

**2.0 ANTECEDENTES.**

*Los Asentamientos Humanos del sector Oeste Ñaña-La Era por iniciativa del Equipo de Delegados y Representantes de obras suscrito mediante un concurso de méritos, delegó a la Compañía Merconsa S.A, la ejecución del proyecto integral de redes de agua potable.*

*La factibilidad y condiciones para la elaboración de éste proyecto ha sido determinado por SEDAPAL según Carta N°114-95-PRES-SEDAPAL-63020, en la cual se señala como fuente de abastecimiento el agua subterránea, mediante la perforación de un pozo profundo, previo estudio hidrogeológico para determinar su ubicación más favorable.*

**3.0 DATOS GENERALES.****3.1 Ubicación:**

*Los Asentamientos Humanos y las Asociaciones de viviendas que forman parte del proyecto se ubican en el distrito de Chosica-Lurigancho, provincia y departamento de*

Lima, a la altura del Km.19.5 de la carretera central, en la margen derecha del río Rímac, entre las coordenadas UTM.

8'673,900 a 8'675,700 Coordenadas Norte.

299,700 a 300,850 Coordenadas Este.

### 3.2 Area del Proyecto.

De acuerdo a los términos de referencia, el área total del proyecto comprende una extensión de 107.35 Ha., donde se desarrollan 8 Asociaciones de Viviendas y Asentamientos Humanos con 1,721 lotes de viviendas unifamiliares y 18 lotes destinados a locales públicos y otros usos. En el cuadro siguiente se muestra las áreas de las habilitaciones urbanas que integran el proyecto.

**CUADRO N° 1 AREA DEL PROYECTO**

HABILITACION URBANA	AREA BRUTA (m <sup>2</sup> )	AREA DE VIVIENDA (m <sup>2</sup> )	N° IOTES	
			VIVIENDA	O.U
CENTRO POBLADO VIRGEN DEL CARMEN	802,320.84	339,181.00	1067	4
A. H. EL INTI	46,093.64	35,383.00	159	1
ASOC. VIV. LA ERA	10,950.00	8,915.54	26	-
ASOC. VIV. UNION INCAICA	32,286.00	21,055.68	59	1
A.H. LOS PINOS	28,225.10	25,914.85	20	-
A.H. SAN FRANCISCO	47,665.46	24,106.38	201	5
ASOC. VIV. SAN FRANCISCO	20,726.06	11,428.89	83	2
A.H. LAS COLINAS	85,250.31	41,753.01	106	5
<b>TOTAL</b>	<b>1'073,517.41</b>	<b>507,737.79</b>	<b>1721</b>	<b>18</b>

### 4.0 DATOS BASICOS DE DISEÑO

#### 4.1 POBLACION :

##### - Densidad Poblacional

La densidad poblacional de cada habilitación urbana. Se ha determinado dividiendo la población de diseño de cada habilitación entre su respectiva área útil.

**- Población de Diseño**

Estará definida por la cantidad de habitantes que alcanzarían los AA.HH. durante el período de diseño, cuyo valor calculado fue de 14,772 habitantes.

**4.2 DOTACION :**

La dotación de agua será de 150 Lt/hab/día por tratarse de AA.HH de escasos recursos económicos.

**4.3 VARIACIONES DE CONSUMO :**

Máximo diario = 1.3 caudal promedio diario.

Máximo horario = 2.6 caudal promedio diario.

Caudal de bombeo = 24/18 caudal máx. diario.

**4.4 CAUDALES DE DISEÑO :**

Con los valores establecidos para la población, dotación y variaciones de consumo, se cálculo los caudales de diseño para cada zona de presión, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

**CUADRO N° 2 CAUDALES DE DISEÑO**

ZONA DE PRESION	AREA ÚTIL (m <sup>2</sup> )	POBLACION (Hab)	DOTACION H/Hab/día	CAUDALES DE DISEÑO (lps)			
				Qp	Qmd	Qmh	Qb
I	72918.00	1969	150	3.41	4.43	8.87	5.90
II	115872.90	3129	150	5.43	7.06	14.12	9.41
III	91039.61	2312	150	4.01	5.21	10.43	6.95
IV	227907.28	7312	150	12.80	16.65	33.37	22.21
TOTAL.	507737.79	14772	150	25.65	33.35	66.69	44.47

**4.5 VOLUMENES DE ALMACENAMIENTO.**

Se considera que el volumen de almacenamiento requerido para regulación y reserva es igual al 25% del consumo máximo diario, de los caudales el 18% será para regulación y el 7% para reserva. Además se considera un volumen adicional contra incendio igual a 100 m<sup>3</sup>.

**5.0 PROYECTO DE AGUA POTABLE.****5.1 FUENTE DE AGUA.**

*Se ha considerado la explotación del agua subterránea del río Rímac. Para el proyecto se presenta la perforación de un pozo tubular con capacidad no menor de la requerida. La explotación será según el modelo tipo SEDAPAL y comprende :*

*- Una caseta tipo Sedapal.*

*- Un equipo de Bombeo.*

*Electrobomba tipo turbina*

*Caudal = 45 lps.*

*- Equipo de cloración.*

*- **Ubicación del pozo***

*De acuerdo al estudio hidrogeológico realizado en el área de estudio se ha determinado la ubicación del pozo proyectado en el parque de la manzana "H" del AA.HH. El Inti con cota topografica de 533.00m.s.n.m; en donde se ha determinado condiciones favorables del acuífero para la captación de recurso hídrico subterráneo.*

**5.2 CONDUCCION.**

*En el proyecto se ha considerado dos líneas de impulsión una de ellas que conducirá el agua necesaria para abastecer a la I, II, III y IV zona de presión a través de una tubería de 10" de diámetro en una longitud de 1045 ml. y para una presión de servicio variable desde 100 hasta 200 Kg/cm<sup>2</sup> según el plano de perfil hidráulico; mientras que la segunda línea de impulsión impulsará el agua para abastecer a las zonas de presión I y II por medio de una tubería de 6" de diámetro en una longitud de 1,150 ml. y para una presión de servicio variable desde 100 hasta 150 Kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo al perfil hidráulico.*

### 5.3 ALMACENAMIENTO.

Se ha proyectado la construcción de dos reservorios del tipo apoyado, de concreto armado de forma circular y techo cúpula. Las características de cada reservorio se indica en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 3 CARACTERISTICAS DE LOS RESERVORIOS**

DESCRIPCION	RESERVORIO R-1	RESERVORIO R-2
CAPACIDAD	600 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>
COTA DE FONDO	620.00 m.s.n.m	683.00 m.s.n.m
COTA NIVEL. MAX DE AGUA	625.30 m.s.n.m	687.00 m.s.n.m
TIRANTE DE AGUA	5.30 m.	4.00 m.
DIAMETRO	12.00 m.	9.78 m.

### 5.4 ADUCCION Y DISTRIBUCION.

#### 5.4.1 ADUCCION.

Se ha proyectado dos líneas de aducción correspondientes a cada uno de los reservorios. La línea de aducción del reservorio R-1 será de 8" de diámetro clase A-7.5 con una longitud de 60 ml.en hasta empalmar la red en la cota 606.00 m.s.n.m.; la línea de aducción del reservorio R-2 comprende el tendido de 40 ml. de tubería de 6" clase A-7.5 para empalmar a la red de distribución en la cota 669.40 m.s.n.m.

#### 5.4.2 DISTRIBUCION.

Comprende redes matrices y conexiones domiciliarias.

##### - Redes de Distribución

Esta constituido por tuberías matrices de 8",6" y 4" clase A-7.5 (Kg/cm<sup>2</sup>) y tuberías secundarias de 3" y 2" clase A-7.5 (Kg/cm<sup>2</sup>). Las redes en el área del proyecto se han diseñado para operar bajo cuatro zonas de presiones I,II,III y IV comprendidas entre los niveles (m.s.n.m):683.00-635.00,635.00-595.00, 620.00-570.00 y 570.00-525.00 respectivamente.

*Las presiones de servicio serán de 10 a 50 mt en todas las zonas de presiones.*

*- **Conexiones Domiciliarias***

*Se instalarán 1721 conexiones domiciliarias (lotes de vivienda unifamiliar) y 18 conexiones para locales públicos y otros usos. Las conexiones domiciliarias serán de 0 1/2" con tubería PVC clase A-10.*

**METRADO Y  
PRESUPUESTO  
BASE**



## ***PRESUPUESTO BASE - RESUMEN***

OBRA            PROYECTO INTEGRAL DE REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA

UBICACION :    DISTRITO DE CHOSICA-LURIGANCHO

FECHA DE PRESUPUESTO: 31-03-95

### **HOJA DE RESUMEN**

<b>OBRA/CAP</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PARCIAL S/.</b>
00001.00	<b>LINEAS DE AGUA POTABLE</b>	
00001.01	Línea de impulsión del Pozo al Reservoirio R-1	161.905,04
00001.02	Línea de impulsión del Reservoirio R-1 al Reservoirio R-2	117.612,04
00001.03	Red de Distribución	534.282,52
00001.04	Conexiones Domiciliarias	411.527,53
00001.05	Cámara Reductora de Presión CR-1	14.756,51
00001.06	Cámara Reductora de Presión CR-2	16.087,03
00002.00	<b>EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES HIDRAULICAS</b>	
00002.01	Equipamiento e instalaciones hidráulicas del pozo	97.330,85
00002.02	Instalaciones Hidráulicas del Reservoirio R-1	117.427,38
00002.03	Instalaciones Hidráulicas del Reservoirio R-2	19.297,89
00003.00	<b>OBRAS CIVILES</b>	
00003.01	Perforación de pozo	133.354,58
00003.02	Construcción del Reservoirio R-1 (600 m3)	137.954,61
00003.03	Construcción del Reservoirio R-2 (600 m3)	140.134,32
00003.04	Caseta de Válvulas Reservoirio R-1	20.767,41
00003.05	Caseta de Válvulas Reservoirio R-2	8.706,64
00003.06	Caseta de pozo	33.821,70
00003.07	Sistema de Automatización : pozo, R-1 y R-2	61.347,50
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (1)</b>	<b>1.990.313,55</b>
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (25%)</b>	<b>497.578,39</b>
	<b>PRESUPUESTO (2)</b>	<b>2.487.891,94</b>
	<b>I.G.V. 18%</b>	<b>447.820,54</b>
	<b>MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>	<b>2.935.712,48</b>

PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO

TIPO OBRA: 00001.00

CAPITULO : 00001.01

LINEA DE IMPULSION DEL POZO AL RESERVORIO R-1

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

ParL.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
1.00	Excavación C/I (s/explo) rocoso p/tub 8" - 10" hasta 1.50 m. prof.	ml	60,00	102,59	6155,40	
2.00	Excavación C/I (maq.) semi roca p/tub 8" - 10" hasta 1.50 m. prof.	ml	755,00	9,65	7285,75	
3.00	Excavación C/I (maq.) normal "C" p/tub 8" - 10" hasta 1.50 m. prof.	ml	230,00	4,27	982,10	
4.00	Refine y nivel de zanja, terreno rocoso para tubería 8" - 10"	ml	60,00	3,98	238,80	
5.00	Refine y nivel de zanja, terreno semi roca para tubería 8" - 10"	ml	755,00	1,99	1502,45	
6.00	Refine y nivel de zanja, terreno normal "C" para tubería 8" - 10"	ml	230,00	1,33	305,90	
7.00	Relleno comp. zanja terreno rocoso p/tubería 8" - 10" hasta 1.50 m	ml	60,00	30,70	1842,00	
8.00	Relleno comp.zanja terreno semi roca p/tubería 8" - 10" hasta 1.50m	ml	755,00	27,55	20800,25	
9.00	Relleno comp. zanja t. normal "C" p/tubería 8" - 10" hasta 1.50 m	ml	230,00	17,51	4027,30	
10.00	Elim. desmonte c/c.f. t. rocoso tubería 8" -10" hasta 1.50 m. prof.	ml	60,00	7,05	423,00	
11.00	Elim. desmonte c/c.f. semi roca tubería 8" - 10" para toda prof.	ml	755,00	4,43	3344,65	
12.00	Elim. desmonte c/c.f. normal "C" tubería 8" - 10" para toda prof.	ml	230,00	1,21	278,30	
13.00	Tubería asb-cemento A-15 10"(250mm) incl. elem. unión + 2% desp.	ml	1045,00	87,72	91667,40	
14.00	Instalación tubería A.C 10" (250 mm) incl. prueba hidráulica	ml	1045,00	5,71	5966,95	
15.00	Prueba hidráulica + desinfección de tub de 10" (250 mm) a zanja tapada	ml	1045,00	2,29	2393,05	
16.00	Codo de Fo.Fdo mazza de 10" (250 mm)	Und	9,00	212,15	1909,35	
17.00	Instalación accesorios de Fo.Fdo. de 8" - 10" (200-250 mm)	Und	9,00	40,81	367,29	
18.00	Concreto F'c 149 kg/cm2 + encof. p/ancilaje de accesorio 8" - 10"	Und	9,00	52,41	471,69	
19.00	Válvula aire aut. BB de 2"	Und	1,00	653,38	653,38	
20.00	Válvula de purga de 3" (cpta. Fo. Fdo. BB)	Und	1,00	177,05	177,05	
21.00	Suministro instalación hidráulica p/val. aire 2" s/línea 10"	Und	1,00	532,11	532,11	
22.00	Suministro instalación hidráulica p/válvula purga 4" (en línea 10")	Und	1,00	1480,65	1480,65	
23.00	Montaje de válvula aire de 2" e instalación hidráulica	Glb	1,00	62,30	62,30	
24.00	Montaje de válvula purga para sedimentos 3" e instalación hidrául.	Glb	1,00	368,25	362,25	
25.00	Cámara p/valv. aire t. semi roca E.D. carg + vol. p/matriz 4" - 24"	Und	1,00	3479,89	3479,89	
26.00	Cámara p/valv. purga t.normal "C" E.D. carg + vol p/matriz 4" - 16"	Und	1,00	5195,78	5195,78	161905,04

PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCIO

TIPO OBRA: 00001.00

CAPITULO : 00001.02

LÍNEA DE IMPULSION DEL RESERVORIO R-1 AL RESERVORIO R-2

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
1.00	Excavación C/I(s/explo) rocoso p/tub. 4" - 6" hasta 1.50 m. prof.	ml	175.00	84,78	14836,50	
2.00	Excavación C/I (maq) semi roca p/tb. 4" - 6" hasta 1.50 m. prof.	ml	975.00	8,27	8063,25	
3.00	Refine y nivel de zanja, terreno rocoso para tubería 4" - 6"	ml	175.00	3,00	525,00	
4.00	Refine y nivel de zanja, terreno semi roca para tubería 4" - 6"	ml	975.00	1,49	1452,75	
5.00	Relleno comp. zanja terr. rocoso p/tubería 4" - 6" hasta 1.50 m.	ml	175.00	25,81	4516,75	
6.00	Relleno comp. zanja terr. semi roca p/tubería 4" - 6" hasta 1.50 m.	ml	975.00	23,18	22600,50	
7.00	Elim. desmonte c/c.f. terreno rocoso tubería 4" - 6" hasta 1.50 m. prof.	ml	175.00	5,45	953,75	
8.00	Elim. desmonte c/c.f. semi roca tubería 4" - 6" para toda prof.	ml	975.00	2,96	2886,00	
9.00	Tubería Asb-cemento A-15 6" (150 mm) incl. elem unión + 2% desp.		890,00	43,51	38723,90	
10.00	Tubería Asb-cemento A-10 6" (150 mm) incl. elem unión 2% desp.	ml	260,00	23,30	6058,00	
11.00	Instalación tubería A.C. 6" (150 mm) incl. prueba hidráulica	ml	1150,00	2,54	2921,00	
12.00	Prueba hidráulica + desinf. de tub. de 6" (150 mm) a zanja tapada	ml	1150,00	1,39	1598,50	
13.00	Codo de Fo.Fdo. mazza de 6" (150mm)	Und	4,00	76,04	304,16	
14.00	Instalación accesorios de Fo.Fdo. de 4" - 6" (100-150 mm)	Und	4,00	24,69	98,76	
15.00	Concreto f" C 140 kg/cm2 + encof. p/anclaje de accesorio 4" - 6"	Und	4,00	27,17	108,68	
16.00	Válvula de aire aut. BB de 2"	Und	1,00	653,38	653,38	
17.00	Válvula de purga de 4" (cpta. Fo. Fdo. BB)	Und	1,00	250,72	250,72	
18.00	Suministro instalación hidráulica p/valv. aire 2" s/linea 6"	Und	1,00	367,21	367,21	
19.00	Suministro instal.hidráulica p/valv. purga 3" (en línea 6")	Und	1,00	1093,28	1093,28	
20.00	Montaje de válvula aire de 2" e instalación hidráulica	Glb	1,00	62,30	62,30	
21.00	Montaje p/valv.purga para sedimentos 3" e instal. hidráulica	Glb	1,00	230,31	230,31	
22.00	Cámara p/valv. aire t-semi roca F.D. carg + vol. p/matriz 4" - 24"	Und	1,00	3479,89	3479,89	
23.00	Cámara p/valv. purga t-semi roca F.D. carg + vol p/matriz 4" - 16"	Und	1,00	5827,45	5827,45	117612,04

PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE SAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO

TIPO OBRA: 00001.00

CAPITULO : 00001.03

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
1,00	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
1,01	Caseta y oficina	m2	50,00	20,00	1000,00	
1,02	Depósito de materiales	m2	300,00	6,81	2043,00	
1,03	Cartel para la obra	Und	2,00	320,00	640,00	
1,04	Trazo y replanteo	ml	19513,00	0,18	3512,34	7195,34
2,00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
2,01	Excavación de zanja a máquina 0.60 x 1.20 en terreno rocoso	ml	100,00	50,87	5087,00	
2,02	Excavación de zanja a máquina 0.60 x 1.20 en terreno semi-rocoso	ml	15549,00	7,14	111019,86	
2,03	Excavación de zanja a máquina 0.60 x 1.20 en terreno normal	ml	3864,00	2,10	8114,40	
2,04	Refine de zanja terreno rocoso	ml	100,00	3,00	300,00	9864,24
2,05	Refine de zanja terreno semi-rocoso	ml	15549,00	1,13	17570,37	
2,06	Refine de zanja terreno normal	ml	3864,00	0,98	3786,72	
2,07	Relleno y compactación zanja terreno rocoso	ml	100,00	17,44	1744,00	
2,08	Relleno y compactación zanja terreno semi-rocoso	ml	15549,00	15,58	24133,42	
2,09	Relleno y compactación zanja terreno normal	ml	3864,00	9,23	35664,72	
2,10	Eliminación mat. excedente terreno rocoso	ml	100,00	4,07	407,00	
2,11	Eliminación mat. excedente terreno semi-rocoso	ml	15549,00	2,96	46025,04	
2,12	Eliminación mat. excedente terreno normal	ml	3864,00	0,68	2027,52	255880,05
3,00	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB (INCLUYE PRUEBA HIDRAULICA Y DE</b>					
3,01	Tubería P.V.C a-7.5 2"	ml	1272,00	3,83	4871,76	
3,02	Tubería P.V.C a-7.5 3"	ml	10777,00	5,51	59381,27	
3,03	Tubería P.V.C a-7.5 4"	ml	4432,00	11,72	51943,04	
3,04	Tubería P.V.C a-7.5 6"	ml	2073,00	24,66	51120,18	
3,05	Tubería P.V.C a-7.5 8"	ml	959,00	41,08	39395,72	206711,97
4,00	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS</b>					
4,01	Clase a-7.5					
4,02	Tee P.V.C 8" x 8"	Und	1,00	179,32	179,32	
4,03	Tee P.V.C 8" x 6"	Und	18,00	179,32	3227,76	
4,04	Tee P.V.C 8" x 4"	Und	3,00	179,32	537,96	
4,05	Tee P.V.C 8" x 3"	Und	6,00	179,32	1075,92	
4,06	Tee P.V.C 6" x 6"	Und	8,00	65,18	521,44	
4,07	Tee P.V.C 6" x 4"	Und	6,00	65,18	391,08	
4,08	Tee P.V.C 6" x 3"	Und	5,00	65,18	325,90	
4,09	Tee P.V.C 6" x 2"	Und	1,00	65,18	65,18	
4,10	Tee P.V.C 4" x 4"	Und	21,00	28,44	597,24	
	Van...					





**PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO**

**TIPO OBRA: 00001.00**

**CAPITULO : 00001.05**

**CAMARA REDUCTORA DE PRESION CR-1**

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
01.00	Tubería de acero 5 HC-40 p/equipo 2" (50 mm) incluye 1% desp.	ml	1,50	19,94	29,91	
02.00	Brida de acero para soldar y empernar de 2" (50mm)	Und	8,00	17,87	142,96	
03.00	Brida de acero para soldar y empernar de 6" (150mm)	Und	2,00	71,47	142,94	
04.00	Brida de acero para soldar rompe agua de 2" (50 mm)	Und	2,00	9,97	19,94	
05.00	Empaquetadura de jebes enlonada de 2" (50 mm)	Und	10,00	1,93	19,30	
06.00	Empaquetadura de jebes enlonada de 6" (150 mm)	Und	2,00	6,70	13,40	
07.00	Reducción de fo. fdo. bridada de 6" a 2"	Und	2,00	85,25	170,50	
08.00	Transición de fo.fdo. campana brida de 6" (150 mm)	Und	2,00	73,47	146,94	
09.00	Perno de acero incl. tuerca p/unir bridas de 2" (50 mm)	Und	80,00	2,50	200,00	
10.00	Perno de acero incl. tuerca p/unir bridas de 6" (150 mm)	Und	16,00	3,90	62,40	
11.00	Unión flexible DRESSER de 2" (50mm)	Und	1,00	96,06	96,06	
12.00	Concreto f'c 140Kg/Cm2 para anclajes y/o dados	m3	0,18	185,29	33,35	
13.00	Encofrado para anclajes y/o dados de accesorios-líneas	m2	1,80	14,50	26,10	
14.00	Acero estructural trabajado para anclajes	Kg	11,25	1,92	21,60	
15.00	Concreto f'c 140Kg/Cm2 + encofrado anclaje accesorio 4"-6" (CV)	Und	2,00	28,96	57,92	
16.00	Válvula compuerta de bronce roscada de 1/2"	Und	1,00	13,64	13,64	
17.00	Válvula macho BB. de 2"	Und	2,00	1585,19	3170,38	
18.00	Válvula reductora de presión con piloto de 2"	Und	1,00	1865,31	1865,31	
19.00	Montaje válvula reductora de presión 2" e instal. hidráulica	Glb	1,00	740,58	740,58	
20.00	Cámara p/válv. reductora T.semi-roscoso E.D. carg + vol.(cemento-PV)	Und	1,00	7783,28	7783,28	14756,51

**PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO**

**TIPO OBRA: 00001.00**

**CAPITULO : 00001.06**

**CAMARA REDUCTORA DE PRESION CR-2**

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
01.00	Tubería de acero 5 HC-40 p/equipo 3" (75 mm) incluye 1% desp.	ml	1,50	36,17	54,26	
02.00	Brida de acero para soldar y empernar de 3" (75mm)	Und	8,00	17,90	143,20	
03.00	Brida de acero para soldar y empernar de 8" (200 mm)	Und	2,00	89,40	178,80	
04.00	Brida de acero para soldar rompe agua de 3" (75 mm)	Und	2,00	18,09	36,18	
05.00	Empaquetadura de jebe enlonada de 3" (75 mm)	Und	10,00	2,45	24,50	
06.00	Empaquetadura de jebe enlonada de 8" (200 mm)	Und	2,00	9,65	19,30	
07.00	Reducción de fo. fdo. bridada de 8" a 3"	Und	2,00	102,96	205,92	
08.00	Transición de fo.fdo. campana brida de 8" (200 mm)	Und	2,00	124,51	249,02	
09.00	Perno de acero incl. tuerca p/unir bridas de 2" (50 mm)	Und	80,00	2,50	200,00	
10.00	Perno de acero incl. tuerca p/unir bridas de 8" (150 mm)	Und	16,00	4,24	67,84	
11.00	Unión flexible DRESSER de 3" (150mm)	Und	1,00	155,09	155,09	
12.00	Concreto f'c 140Kg/Cm2 para anclajes y/o dados	m3	0,21	185,29	38,91	
13.00	Encofrado para anclajes y/o dados de accesorios-líneas	m2	2,00	14,50	29,00	
14.00	Acero estructural trabajado para anclajes	Kg	12,15	1,92	23,33	
15.00	Concreto f'c 140Kg/Cm2 + encofrado anclaje accesorio 4"-6" (C'V)	Und	2,00	28,96	57,92	
16.00	Válvula compuerta de bronce roscada de 1/2"	Und	1,00	13,64	13,64	
17.00	Válvula macho BB. de 2"	Und	2,00	1865,31	3730,62	
18.00	Válvula reductora de presión con piloto de 2"	Und	1,00	2238,92	2238,92	
19.00	Montaje válvula reductora de presión 2" e instal. hidráulica	Glb	1,00	838,02	838,02	
20.00	Cámara p/válv. reductora T.semi-rocoso E.D. carg+vol.(cemento-PV)	Und	1,00	7783,28	7783,28	16087,03



**PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO**

**TIPO OBRA: 00002.00**

**CAPITULO : 00002.02**

**INSTALACIONES HIDRAULICAS DEL RESERVORIO R-1**

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
01.00	Cabezal porta electrodos incluido electrodos (promedio)	Und	1,00	217,78	217,78	
02.00	Tubería de acero p/equipamiento 4" (100 mm) incluido 1% desp.	ml	8,00	54,28	434,24	
03.00	Tubería de acero p/equipamiento 6" (150 mm) incluido 1% desp.	ml	15,80	83,74	1323,09	
04.00	Tubería de acero p/equipamiento 8" (200 mm) incluido 1% desp.	ml	28,50	133,65	3809,03	
05.00	Tubería de acero p/equipamiento 10" (250 mm) incluido 1% desp.	ml	16,00	181,23	2899,68	
06.00	Brida de acero para soldar y empernar de 4" (100 mm)	Und	14,00	22,13	309,82	
07.00	Brida de acero para soldar y empernar de 6" (150 mm)	Und	26,00	71,47	1858,22	
08.00	Brida de acero para soldar y empernar de 8" (200 mm)	Und	13,00	44,30	575,90	
09.00	Brida de acero para soldar y empernar de 10" (250 mm)	Und	8,00	116,79	934,32	
10.00	Canastilla de bronce bridada de 8"	Und	2,00	248,22	496,44	
11.00	Empaquetadura de jebe enlonado de 4" (100 mm)	Und	14,00	3,98	55,72	
12.00	Empaquetadura de jebe enlonado de 6" (150 mm)	Und	26,00	6,70	174,20	
13.00	Empaquetadura de jebe enlonado de 8" (200 mm)	Und	13,00	9,65	125,45	
14.00	Empaquetadura de jebe enlonado de 10" (250 mm)	Und	8,00	16,10	128,80	
15.00	Codo de Fo.Fdo. bridado 4" (100 mm)	Und	8,00	83,17	665,36	
16.00	Codo de Fo.Fdo. bridado 6" (150 mm)	Und	4,00	161,50	646,00	
17.00	Codo de Fo.Fdo. bridado 8" (200 mm)	Und	8,00	276,85	2214,80	
18.00	Codo de Fo.Fdo. bridado 10" (250 mm)	Und	4,00	446,54	1786,16	
19.00	Reducción de Fo.Fdo.bridada de 6"a4"	Und	2,00	102,81	205,62	
20.00	Reducción de Fo.Fdo.bridada de 8"a4"	Und	1,00	133,05	133,05	
21.00	Tee de Fo.Fdo. bridada de 4" x 4"	Und	1,00	125,19	125,19	
22.00	Tee de Fo.Fdo. bridada de 6" x 4"	Und	2,00	179,89	359,78	
23.00	Tee de Fo.Fdo. bridada de 8" x 8"	Und	1,00	336,78	336,78	
24.00	Tee de Fo.Fdo. bridada de 8" x 6"	Und	1,00	318,20	318,20	
25.00	Tee de Fo.Fdo. bridada de 10" x 6" Van...	Und	1,00	363,52	363,52	

**PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO**

**TIPO OBRA: 00002.00**

**CAPITULO : 00002.02**

**INSTALACIONES HIDRAULICAS DEL RESERVORIO R-1**

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
	Vienen...					
26.00	Transición de Fo.Fdo. campana brida de 6" (150 mm)	Und	1,00	73,47	73,47	
27.00	Transición de Fo.Fdo. campana brida de 8" (200 mm)	Und	1,00	124,51	124,51	
28.00	Transición de Fo.Fdo. campana brida de 10" (250 mm)	Und	1,00	199,57	199,57	
29.00	Yee de Fo.Fdo. bridada de 6" x 6"	Und	1,00	505,04	505,04	
30.00	Perno de acero incluido tuerca p/unir bridas de 4" (100 mm)	Und	112,00	2,50	280,00	
31.00	Perno de acero incluido tuerca p/unir bridas de 6" (150 mm)	Und	208,00	3,90	811,20	
32.00	Perno de acero incluido tuerca p/unir bridas de 8" (200 mm)	Und	104,00	4,24	440,96	
33.00	Perno de acero incluido tuerca p/unir bridas de 10" (200 mm)	Und	64,00	6,60	422,40	
34.00	Unión flexible tipo dresser de 6" (150 mm)	Und	2,00	314,30	628,60	
35.00	Unión flexible tipo dresser de 8" (200 mm)	Und	3,00	442,39	1327,17	
36.00	Unión flexible tipo dresser de 10" (250 mm)	Und	1,00	628,45	628,45	
37.00	Concreto f'c 140Kg/Cm2 + encofrado p/anelaje de accesorio 4"-6"	Und	4,00	27,17	108,68	
38.00	Concreto f'c 140Kg/Cm2 + encofrado p/anelaje de accesorio 8"-10"	Und	18,00	52,41	943,38	
39.00	Manometro doble lectura c/rango 0-3000 lbs/pulg2 incl. accesorio	Und	3,00	147,00	441,00	
40.00	Medidor de caudal 6" (150 mm)	Und	2,00	3174,24	6348,48	
41.00	Medidor de caudal 8" (200 mm)	Und	1,00	3399,99	3399,99	
42.00	Válvula de alivio con piloto BB de 6"	Und	1,00	3695,78	3695,78	
43.00	Válvula compuesta de F.Fdo BB de 4"	Und	1,00	250,72	250,72	
44.00	Válvula compuesta de F.Fdo BB de 6"	Und	3,00	457,95	1373,85	
45.00	Válvula compuesta de F.Fdo BB de 8"	Und	3,00	773,08	2319,24	
46.00	Válvula compuesta de F.Fdo BB de 10"	Und	1,00	942,80	942,80	
47.00	Válvula check con piloto BB de 6"	Und	2,00	4467,32	8934,64	
48.00	Motor + eje vertical tipo turbina P=23 HP Q= 15.32 lps y ?D1 = 73.00 mt	Und	2,00	20415,00	40830,30	
49.00	Toldero general arranque-parada y control para motor	Und	1,00	15000,00	15000,00	
50.00	Montaje: equipo e instalación hidráulica del R-1 y caseta	Glb	1,00	6900,00	6900,00	117427,38

**PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO**

**TIPO OBRA: 00002.00**

**CAPITULO : 00002.03**

**INSTALACIONES HIDRAULICAS DEL RESERVORIO R-2**

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
1,00	Cabezal porta electrodos incluido electrodos (promedio)	Und	1,00	217,78	217,78	
2,00	Tubería de acero P/eq 6" (150 mm) incluido 1% desperdicio	ml	27,50	83,74	2302,85	
3,00	Brida de acero para soldar y empernar de 6" (150 mm)	U	30,00	71,47	2144,10	
4,00	Birda de acero rompeagua para soldar de 6" (150 mm)	U	3,00	65,70	197,10	
5,00	Empaquetadura de jebe enlonado de 4" (150 mm)	U	33,00	6,70	221,10	
6,00	Codo de Fo.Fdo.bridado de 6" x 90 (150 mm)	U	5,00	161,50	807,50	
7,00	Codo de Fo.Fdo. bridado de 6" x 45 (150 mm)	U	6,00	161,50	969,00	
8,00	Tee de F. Fdo bridada de 6" x 6"	U	4,00	230,98	923,92	
9,00	Transición de F.Fdo. campana bridada de 6" (150 mm)	U	2,00	73,47	146,94	
10,00	Perno de acero incluido tuerca P/unir bridas de 6" (150 mm)	U	264,00	3,90	1029,60	
11,00	Unión flexible tipo Dresser de 6" (150 mm)	U	3,00	314,30	942,90	
12,00	Concreto f'c= 140 Kg/Cm2 + Enef P/anclaje de accesorios 4" - 6"	U	16,00	27,17	489,06	
13,00	Medidor de caudal de 6" (150 mm)	U	1,00	3174,24	3174,24	
14,00	Válvula de compuerta F.Fdo. BB de 6"	U	4,00	457,95	1831,80	
15,00	Montaje: Equipos e instalación hidráulica del R-2 y caseta	Glb	1,00	3900,00	3900,00	19297,89

**PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DIST.CHIOSICA-LURIGANCIO**  
**TIPO OBRA: 00003.00**  
**CAPITULO : 00003.02 CONSTRUCCION DEL RESERVORIO R-1**

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
01.00	Excavaciones-cortes en terreno rocoso sin empleo de explosivo	m3	489,00	82,25	40220,25	
02.00	Eliminación de desmonte, prov. del mov. en terreno rocoso	m3	489,00	6,13	2997,57	
03.00	Concreto f'c 175Kg/Cm2 + 25% P para falsas zapatas	m3	9,60	122,69	1177,82	
04.00	Encofrado y Desencofrado para falsas zapatas	m2	61,35	30,96	1899,40	
05.00	Concreto f'c 100Kg/Cm2 para lados y/o sub-bases	m3	9,37	143,82	1347,59	
06.00	Concreto f'c 210Kg/Cm2 para zapatas	m3	9,20	148,00	1361,60	
07.00	Encofrado y Desencofrado para zapatas circulares	m2	14,70	30,96	455,11	
08.00	Acero estructural trabajado para zapatas	Kg	1087,00	1,93	2097,91	
09.00	Concreto f'c 210Kg/Cm2 para losas de fondo-piso	m3	18,53	160,61	2976,10	
10.00	Acero estructural trabajado para losas de fondo-piso	Kg	1111,90	1,93	2145,97	
11.00	Concreto f'c 210Kg/Cm2 para muros reforzados	m3	36,50	199,21	7271,17	
12.00	Encofrado y Desencofrado para muros cilindrico de cuba	m2	339,35	51,11	17344,18	
13.00	Acero estructural trabajado para muros	Kg	4524,00	1,98	8957,52	
14.00	Concreto f'c 210Kg/Cm2 para vigas circular	m3	2,20	171,40	377,08	
15.00	Encofrado y Desencofrado para vigas circulares	m2	22,10	46,63	1030,52	
16.00	Acero estructural trabajado para vigas	Kg	806,00	1,98	1595,88	
17.00	Concreto f'c 210Kg/Cm2 para cupula esferica	m3	13,24	177,53	2350,50	
18.00	Encofrado y Desencofrado para cupula esferica	m2	149,50	46,73	6986,14	
19.00	Acero estructural trabajado para cupula esferica	Kg	2639,00	1,98	5225,22	
20.00	Tarrajeo con impermeabilizante de	m2	132,60	12,87	1706,56	
21.00	Tarrajeo con impermeabilizante de muros en reservorio apoyado	m2	176,80	18,67	3300,86	
22.00	Escalera tub. fo. gdo. c/parantes de 2" x peldaños de 3/4	ml	18,10	124,50	2253,45	
	van...					

**PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO**  
**TIPO OBRA: 00003.00**  
**CAPITULO : 00003.02 CONSTRUCCION DEL RESERVORIO R-1**

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
	Vienen...					
23.00	Marco y tapa plancha LAC 1/4" c/mecanismo de segurid. s/diseño	Und	2,00	124,02	248,04	
24.00	Ventilación c/tubería de acero s/diseño de 4"	Und	2,00	65,10	130,20	
25.00	Soporte metalico t/abrazadera p/tuberías de diámetro 8-10"	Und	2,00	20,21	40,42	
26.00	Pintado Ext. Reservoirio	m2	353,60	6,44	2277,18	
27.00	Provisión y colocado de tecnoport de 1"	m2	26,00	9,84	255,84	
28.00	Provisión y colocado de junta wate stop de neopreno 6"	ml	85,80	15,86	1360,79	
29.00	Provisión y colocado de sello/gas negro	Gal	15,60	44,45	693,42	
30.00	Regla graduada-indicador de niveles para reservoirio	Und	1,00	558,28	558,28	
31.00	Prueba hidráulica con empleo de cisterna + eq. p/llenado	m3	600,00	4,09	2454,00	
32.00	Evacuación del agua de prueba c/empleo de cisterna + eq. bombeo	m3	600,00	2,07	1242,00	
33.00	Limpieza y desinfección de Reservoirios Apoyados	m2	332,80	0,54	179,71	
34.00	Construcción de muro p/colocación de caja Medidor F.F.AA	Und	1,00	96,43	96,43	
35.00	Pozo-conex. a tierra en sistema c/eq. bombeo, alumb. y tomacorriente	Und	1,00	253,42	253,42	
36.00	Excavación C/I(s/exp) terreno-rocoso p/tub. 8"-10" hasta 1.50m. profund.	ml	60,00	83,15	4989,00	
37.00	Refine y nivel de zanja, terreno rocoso p/tubería 8"-10"	ml	60,00	1,99	119,40	
38.00	Relleno comp.zanja terreno rocoso p/tuberías 8" - 10" hasta 2.00m	ml	60,00	37,56	2253,60	
39.00	Eliminación desmonte c/c.f. terreno rocoso tub.8"-10" para toda profun.	ml	60,00	4,43	265,80	
40.00	Tubería C.S.N unión flexible de 8" (200 mm)	ml	60,00	14,82	889,20	
41.00	Instalación tubería concreo UF 8"	ml	60,00	6,94	416,40	
42.00	Prueba hidraul. + escorrentia de tubo 8" (200 mm) zanja tapada	ml	60,00	1,29	77,40	
43.00	Caja rebose-limpia t-roca s/exp. (cemento PI) F.D. c/carg + Volq.	Und	1,00	3750,18	3750,18	
44.00	Prueba de calidad del concreto (prueba a la compresión)	Und	15,00	21,70	325,50	137954,61

**PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCIO**  
**TIPO OBRA: 00003.00**  
**CAPITULO : 00003.03 CONSTRUCCION DEL RESERVORIO R-2**

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
01.00	Excavaciones-cortes en terreno rocoso sin empleo de explosivo	m3	389,00	82,25	31995,25	
02.00	Eliminación de desmonte, prov. del mov. en terreno rocoso	m3	389,00	6,13	2384,57	
03.00	Concreto f'c 175 Kg/C'm2 + 25% P para falsas zapatas	m3	7,65	122,69	938,58	
04.00	Encofrado y Desencofrado para falsas zapatas	m2	48,87	30,96	1513,02	
05.00	Concreto f'c 100 Kg/C'm2 para lados y/o sub-bases	m3	7,47	143,82	1074,34	
06.00	Concreto f'c 210 Kg/C'm2 para zapatas	m3	7,32	148,00	1083,36	
07.00	Encofrado y Desencofrado para zapatas circulares	m2	11,70	30,96	362,23	
08.00	Acero estructural trabajado para zapatas	Kg	865,80	1,93	1670,99	
09.00	Concreto f'c 210 Kg/C'm2 para losas de fondo-piso	m3	14,75	160,61	2369,00	
10.00	Acero estructural trabajado para losas de fondo-piso	Kg	885,60	1,93	1709,21	
11.00	Concreto f'c 210 Kg/C'm2 para muros reforzados	m3	25,32	199,21	5044,00	
12.00	Encofrado y Desencofrado para muros cilindrico de cuba	m2	234,94	51,11	12007,78	
13.00	Acero estructural trabajado para muros	Kg	3456,00	1,98	6842,88	
14.00	Concreto f'c 210 Kg/C'm2 para vigas circular	m3	1,55	171,40	265,67	
15.00	Encofrado y Desencofrado para vigas circulares	m2	15,40	46,63	718,10	
16.00	Acero estructural trabajado para vigas	Kg	558,00	1,98	1104,84	
17.00	Concreto f'c 210 Kg/C'm2 para cupula esferica	m3	9,14	177,63	1623,54	
18.00	Encofrado y Desencofrado para cupula esferica	m2	103,50	46,73	4836,56	
19.00	Acero estructural trabajado para cupula esferica	Kg	1827,00	1,98	3617,46	
20.00	Tarrajeo con impermeabilizante de	m2	91,80	12,67	1181,47	
21.00	Tarrajeo con impermeabilizante de muros en reservorio apoyado	m2	122,40	18,67	2285,21	
22.00	Escalera tub. fo. gdo. c/parantes de 2" x peldaños de 3/4	ml	18,80	124,50	2091,60	
	Van...					

**PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO**

**TIPO OBRA: 00003.00**

**CAPITULO : 00003.03**

**CONSTRUCCION DEL RESERVORIO R-2**

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
	Vienen...					
23.00	Marco y tapa plancha L.AC' 1/4" c/mecanismo de segurid. s/diseño	Und	2,00	124,02	248,04	
24.00	Ventilación c/tubería de acero s/diseño de 4"	Und	2,00	65,10	130,20	
25.00	Soporte metalico t/abrazadera p/tuberías de diámetro 8-10"	Und	2,00	18,45	36,90	
26.00	Pintado Ext. Reservoirio	m2	244,80	6,44	1576,51	
27.00	Provisión y colocado de tecnoport de 1"	m2	20,00	9,84	196,80	
28.00	Provisión y colocado de junta wate stop de neopreno 6"	ml	59,45	15,86	942,88	
29.00	Provisión y colocado de sello/gas negro	Gal	12,00	44,45	533,40	
30.00	Regla graduada-indicador de niveles para reservorio	Und	1,00	558,28	558,28	
31.00	Prueba hidráulica con empleo de cisterna + eq. p/llenado	m3	300,00	4,09	1227,00	
32.00	Evacuación del agua de prueba c/empleo de cisterna + eq. bombeo	m3	300,00	2,07	621,00	
33.00	Limpieza y desinfección de Reservoirios Apoyados	m2	230,40	0,54	124,42	
34.00	Construcción de muro p/colocación de caja Medidor F.E.A.A	Und	1,00	96,43	96,43	
35.00	Pozo-conex. a tierra en sistema c/ eq. bombeo, alumb. y tomacorriente	Und	1,00	253,42	253,42	
36.00	Excavación c/i(s/exp)terreno-rocoso p/tub. 8"-10" hasta 1.50m. profund.	ml	40,00	101,94	4077,60	
37.00	Refine y nivel de zanja. terreno rocoso p/tubería 8"-10"	ml	40,00	1,99	79,60	
38.00	Relleno comp.zanja terreno rocoso p/tuberías 8" - 10" hasta 2.00m	ml	40,00	37,56	1502,40	
39.00	Eliminación desmonte c/e.f. terreno rocoso tub.8"-10" para toda profun.	ml	40,00	4,43	177,20	
40.00	Tubería C.S.N unión flexible de 8" (200 mm)	ml	40,00	14,82	592,80	
41.00	Instalación tubería concreto UF 8"	ml	40,00	6,94	277,60	
42.00	Prueba hidraul. + escorrentia de tub 8" (200 mm) zanja tapada	ml	40,00	1,29	51,60	
43.00	Caja rebose-limpia t-roca s/exp. (cemento P1) E.D. c/carg + Volq.	Und	1,00	3750,18	3750,18	
44.00	Prueba de calidad del concreto (prueba a la compresión)	Und	12,00	21,70	260,40	104134,32

PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO

TIPO OBRA: 00003.00

CAPITULO : 00003.04

CASETA DE VALVULAS DEL RESERVORIO R-1

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
1.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1.01	Trazo y replanteo iniciales	Glb	1,00	503,13	503,13	
1.02	Excavación de Zanja a pulso	m3	10,40	13,68	142,27	
1.03	Relleno con material propio	m3	7,80	7,31	57,02	
1.04	Eliminación de material excedente	m3	2,60	5,11	13,29	715,71
2.00	OBRAS DE CONCRETO CICLOPEO					
2.01	Cimiento M=1:10 + 30% P.G	m1	8,00	113,99	911,92	
2.02	Sobrecimiento M= 1:8 + 25% P.M.	m1	2,72	156,66	426,12	
2.03	Encofrado y Desencofrado	m1	19,60	23,04	451,58	1789,62
3.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
3.01	COLUMNAS					
3.01.1	Concreto F'c= 175 Kg/Cm2	m3	1,60	194,67	311,47	
3.01.2	Encofrado y desencofrado	m2	8,90	30,41	270,65	
3.01.3	Acero Estructural	Kg	372,50	1,98	1032,57	
3.02	ALIGERADO					
3.02.1	Concreto F'c= 175 Kg/Cm2	m3	2,90	161,87	489,42	
3.02.2	Encofrado y desencofrado	m2	39,30	23,03	905,08	
3.02.3	Acero Estructural	Kg	325,00	1,98	643,50	
3.02.4	Ladrillo p/techo h= 0.10 m	Und	350,00	1,00	350,00	6119,20
4.00	MUROS Y TAB/O. DE ALBAÑERIA					
4.01	Muros K.K. de cabeza	m2	34,00	35,17	1195,78	
4.02	Muros K.K. de soga	m2	19,50	22,24	433,66	1629,46
5.00	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS					
5.01	Tarrajeo en muros interiores	m2	82,90	8,46	702,99	
5.02	Tarrajeo en muros exteriores	m2	50,00	12,72	636,00	
5.03	Tarrajeo de derrames	m1	15,50	5,17	80,14	
5.04	Cielo Raso	m2	42,00	16,93	711,08	2130,19
6.00	COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO C/BARRO	m2	47,60	15,34	730,18	730,18
7.00	PISOS Y PAVIMENTOS					
7.01	Falso piso e=2"	m2	40,50	6,95	281,48	
7.02	Piso de cemento reforzado					
7.02.1	Concreto F'c= 140 Kg/m2 e=4"	m3	2,80	113,99	319,17	
7.02.2	Encofrado	m2	2,10	23,04	48,38	
7.02.3	Acero estructural	Kg	410,00	1,98	811,80	
7.03	Piso de cemento e=4"	m2	10,00	20,08	200,80	1661,63
8.00	CARPINTERIA DE MADERA					
8.01	Puerta contraplacada 35 mm.	m2	1,90	154,56	293,66	293,66
9.00	CARPINTERIA METALICA					
9.01	Puerta con plancha Fo de e=1/1 y perfiles angulares 1/4" x 2	m2	4,20	420,22	1764,92	
9.02	Ventana de perfiles angulares 1/8" x 1" y barras cuadradas 3/8 e/malla de alambre N° 12 Van...	m2	3,50	116,69	408,42	2173,34



PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO

TIPO OBRA: 00003.00

CAPITULO : 00003.04

CASETA DE VALVULAS DEL RESERVORIO R-1

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Und.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
	Vienen...					
10.00	<b>CERRADURAS Y CERRAJERIA</b>					
10.01	Bisagras de Fo	Und	9,00	5,08	45,72	
10.02	Cerradura t/Yale p/bano c/segur. interior.	Und	1,00	15,25	15,25	
10.03	Chapas de seguridad 2 golpes	Und	2,00	25,42	50,84	111,81
11.00	<b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>					
11.01	Semidobles	p2	3,00	2,71	8,13	8,13
12.00	<b>PINTURA</b>					
12.01	Cielo raso imprimación y pintura supermate c/blanco	m2	40,50	9,58	387,99	
12.02	Muros interiores Imp. y pintura supermate c/verde nilo	m2	84,50	7,80	659,10	
12.03	Muros exteriores	m2	43,50	7,88	342,78	
12.04	Barniz para puertas de madera	m2	3,80	4,05	15,39	
12.05	Anticorrosiva y Esmalte p/puertas metálicas	m2	4,20	5,95	24,99	
12.06	Anticorrosiva y Esmalte c/mallas de alambre	m2	3,50	7,36	25,76	1456,01
13.00	<b>APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS</b>					
13.01	Inodoro tanque bajo	Und	1,00	142,11	142,11	
13.02	Lavatorio de pared	Und	1,00	76,66	76,66	
13.03	Llave cromada p/ducha 1/2"	Und	1,00	25,48	25,48	
13.04	Brazo p/ducha cromada 1/2"	Und	1,00	25,48	25,48	
13.05	Jabonera de losa c/blanco	Und	1,00	10,50	10,50	
13.06	Caño cromado 1/2"	Und	1,00	10,00	10,00	
13.07	Colocación de aparatos sanitarios	Und	2,00	45,90	91,80	382,03
14.00	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>					
14.01	Salida de desagüe 4"	pto	1,00	57,19	57,19	
14.02	Salida de desagüe 2"	pto	4,00	43,51	174,04	
14.03	Tubería PVC 2"	ml	8,50	8,51	72,34	
14.04	Tubería PVC 4"	ml	3,50	14,83	51,91	
14.05	Registro.tapa.pestaña.cuerpo.base	glb	1,00	64,70	64,70	
14.06	Salida de agua Fo Gido.	pto	3,00	70,51	211,53	
14.07	Tubería Fo Gido.1/2" t/pesada C-40	ml	19,00	16,58	315,02	
14.08	Llave compuerta bronce 1/2"	Und	1,00	13,64	13,64	
14.09	Registro bronce 2"	Und	1,00	32,65	32,65	
14.10	Rejilla cromada 2"	Und	1,00	38,00	38,00	
14.11	Sombbrero de ventilación 2"	Und	1,00	2,37	2,37	
14.12	Trampa "p" PVC-SAL. p/desagüe 2"	Und	2,00	2,97	5,94	1039,32
15.00	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
15.01	Salida de techo	pto	6,00	42,15	252,90	
15.02	Salida p/tomacorriente	pto	3,00	41,90	125,70	
15.03	Tomacorriente bipolar doble t/ticino	Und	3,00	39,22	117,66	
15.04	Interruptor universal 1 golpe	Und	3,00	4,50	13,50	
15.05	Llave interruptor t/cuchillo 2x20A	Und	1,00	17,36	17,36	527,12

PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO

TIPO OBRA: 00003.00

CAPITULO : 00003.05

CASETA DE VALVULAS DEL RESERVORIO R-2

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
1.00	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.01	Trazo y replanteo	Glb	1,00	503,13	503,13	503,13
2.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
2.01	Excavación de terreno	m3	17,60	2,53	44,53	
2.02	Relleno con material propio	m3	2,20	7,31	16,08	
2.03	Eliminación de material excedente	m3	15,40	5,11	78,69	139,30
3.00	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					
3.01	Cimiento M:1/10 + 30% P.G.	m3	3,10	113,99	353,37	
3.02	Sobrecimiento M:1/8 + 25% P.M.	m3	1,00	156,66	156,66	
3.03	Encofrado y desencofrado	m2	8,50	23,00	195,50	705,53
4.00	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>					
4.01	<b>COLUMNAS</b>					
4.1.1	Concreto f'c= 175 Kg/cm2	m3	0,80	194,67	155,74	
4.1.2	Encofrado	m2	7,20	30,41	218,95	
4.1.3	Acero Estructural	Kg	115,00	1,98	227,70	602,39
4.02	<b>VIGAS</b>					
4.2.1	Concreto f'c= 175 Kg/cm2	m3	0,75	166,66	125,15	
4.2.2	Encofrado	m2	4,20	43,74	183,71	
4.2.3	Acero Estructural	Kg	66,00	1,98	134,64	443,70
4.03	<b>ALIGERADO</b>					
4.3.1	Concreto f'c= 175 Kg/cm2	m3	1,40	161,87	226,62	
4.3.2	Encofrado	m2	18,60	2,03	428,38	
4.3.3	Acero Estructural	Kg	102,50	1,98	202,95	
4.3.4	Ladrillo de techo h= 15 m.	Und	160,00	1,00	160,00	1015,93
5.00	<b>COBERTURAS</b>					
5.01	Cobertura de ladrillo pastelero con barro	m2	22,50	15,34	345,15	345,15
6.00	<b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>					
6.01	Muros de ladrillo K-K cabeza	m2	25,10	35,17	882,77	882,77
7.00	<b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>					
7.01	Tarrajeo en interiores	m2	40,00	8,48	339,20	
7.02	Tarrajeo en exteriores	m2	32,50	12,72	413,40	
7.03	Tarrajeo de derrames	ml	16,40	5,17	84,79	
7.04	Cielo raso	m2	18,60	16,93	314,90	1152,29
8.00	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>					
8.01	Piso de cemento e=4"	m2	23,50	22,26	523,11	523,11
9.00	<b>CONTRAZOCALO</b>					
9.01	Contrazocalo de cemento pulido h=20 m	ml	25,50	4,42	112,71	112,71
	Van...					

PROYECTO : REDES DE AGUA POTABLE SECTOR OESTE ÑAÑA-LA ERA.-DISTRITO CHOSICA-LURIGANCHO

TIPO OBRA: 00003.00

CAPITULO : 00003.05

CASETA DE VALVULAS DEL RESERVORIO R-2

FECHA DE PRESUPUESTO: 31/03/95

Part.	ESPECIFICACION	METRADO		COSTOS		
		Unid.	Cantidad	Unitario	Parcial	Total
	Vienen...					
10,00	CARPINTERIA METALICA					
10,01	Puerta de Fº c/plancha c= 1/16"	m2	2,10	420,22	882,46	
10,02	Ventana de F. c/malla alambre Nº 1	m2	3,20	116,69	373,41	1255,87
11,00	CERRADURAS					
11,01	Chapa t/forte, 2 golpes	Und	1,00	25,42	25,42	25,42
12,00	PINTURA					
12,01	Pintura cielo raso, imprimación y supermate	m2	18,60	9,56	178,19	
12,02	Paredes interiores, imprimación y supermate	m2	28,00	7,80	218,40	
12,03	Paredes exteriores, imprimación y supermate	m2	28,00	7,86	220,64	617,23
13,00	OTROS					
13,01	Escalera F.Gdo.1" peldaños 3/4"	ml	2,70	88,35	238,55	238,55
14,00	INSTALACIONES ELECTRICAS					
14,01	Pto. de luz	Pto	2,00	42,15	64,30	
14,02	Pto. de tomacorriente	Pto	1,00	41,90	41,90	
14,03	Llave cuchilla 2 x 20	Und	1,00	17,36	17,36	143,56
						8706,64



**FORMULAS**

**POLINOMICAS**

## REPRESENTACION DE LA FORMULA POLINOMICA

**PROYECTO :    PROYECTO INTEGRAL DE REDES DE AGUA POTABLE  
SECTOR OESTE NANA - LA ERA  DIST. CHOSICA-LURIGANCHO**

**N.FOR.POL:    01 LINEAS DE AGUA POTABLE**

$$\begin{array}{cccccc}
 \text{MOr} & & \text{MEr} & & \text{TUBr} & & \text{TCr} & & \text{AG r} \\
 k = .39 & \text{---} & + .100 & \text{---} & + .131 & \text{---} & + 0.50 & \text{---} & + 0.80 & \text{---} \\
 \text{MOo} & & \text{MEo} & & \text{TUBo} & & \text{TC o} & & \text{AG o} \\
 \\ 
 & & \text{MFAr} & & \text{GUr} & & & & & \\
 & & .068 & \text{---} & + .180 & \text{---} & & & & \\
 & & \text{MFAo} & & \text{GGUo} & & & & & 
 \end{array}$$

**NOMENCLATURA.- K: CONSTANTE DE REAJUSTE**

**r :    SUB-INDICE A LA FECHA DE REAJUSTE**

**o:    SUB-INDICE A LA FECHA DE PRESUPUESTO BASE 31.03.95**

<b>MONOMIOS</b>				
MON.	SIM.	PARTIC.	DESCRIPCION	I.U.
01	MO	100%	Mano de Obra (Incluye Leyes Sociales)	47-0
02	ME	36%	Maquinaria y Equipo Nacional	48-0
02		64%	Maquinaria y Equipo Importado	49-0
03	TUB	65%	Tuberia P.V.C.	72-0
03		32%	Tuberia A.C	66-0
04	TC	65%	Tuberia C.S. (Forro)	65-0
04		35%	Cemento Portland Tipo I	21-0
05	AG	100%	Agregado fino (incluyendo grueso)	04-0
06	MFA	35%	Marco y Tapa de Fo. Gvdo.	65-0
06		24%	Flete terrestre	32-0
06		41%	Accesorios de Fo. Fdo.	39-0
07	GCU	100%	Gastos generales y utilidad (IPC)	39-0

**OBSERVACIONES :    FORMULA APLICADA AL TIPO DE OBRA 00001.00**

## REPRESENTACION DE LA FORMULA POLINOMICA

**PROYECTO :**     **PROYECTO INTEGRAL DE REDES DE AGUA POTABLE**  
**SECTOR OESTE NANA - LA ERA DIST. CHOSICA-LURIGANCHO**

**N.FOR.POL:**     **02 EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES HIDRAULICAS**

MOT <sub>r</sub>	END <sub>r</sub>	CET <sub>r</sub>	TVB <sub>r</sub>	CGU <sub>r</sub>
k=.067-----	+ .498 -----	+ .175 -----	+ .080 -----	+ .180 -----
MOT <sub>o</sub>	END <sub>o</sub>	CET <sub>o</sub>	TVB <sub>o</sub>	CGU <sub>o</sub>

**NOMENCLATURA.- K :** CONSTANTE DE REAJUSTE

**r :** SUB-INDICE A LA FECHA DE REAJUSTE

**o :** SUB-INDICE A LA FECHA DE PRESUPUESTO BASE 31.03.95

<b>MONOMIOS</b>				
MON.	SIM.	PARTIC.	DESCRIPCION	I.U.
01	NOT	52%	Mano de Obra (Incluye Leyes Sociales)	47-0
01		48%	Tuberia de Fo. Fdo. (Accesorios)	71-0
02	END	64%	Maquinaria y Equipo Nacional	48-0
02		36%	Dolar (Valvulas Importadas)	30-0
03	CET	63%	Cable Electrico NYY	19-0
03		37%	Tablero Electrico	12-0
04	TVB	34%	Tuberia de Acero	65-0
04		43%	Valvulas de Fro. Fdo. Nacional	78-0
04		23%	Bridas	56-0
05	CGU	100%	Gastos Generales y Utilidad	39-0

**OBSERVACIONE**    **FORMULA APLICADA AL TIPO DE OBRA 00002.00**

## REPRESENTACION DE LA FORMULA POLINOMICA

**PROYECTO :    PROYECTO INTEGRAL DE REDES DE AGUA POTABLE  
SECTOR OESTE NANA - LA ERA   DIST. CHOSICA-LURIGANCHO**

**N.FOR.POL:    03 OBRAS CIVILES**

$$\begin{array}{cccccc}
 \text{MO}_r & & \text{ME}_r & & \text{AAFr} & & \text{MTTr} & & \text{ACAr} \\
 k = .380 \text{---} & + & .153 \text{---} & + & .094 \text{---} & + & .082 \text{---} & + & .111 \text{---} \\
 \text{MO}_o & & \text{ME}_o & & \text{AAFo} & & \text{NTTo} & & \text{ACA}_o \\
 \\
 & & \text{CGUr} & & & & & & \\
 .180 \text{---} & & & & & & & & \\
 & & \text{CGU}_o & & & & & & 
 \end{array}$$

**NOMENCLATURA.- K : CONSTANTE DE REAJUSTE**

**r :    SUB-INDICE A LA FECHA DE REAJUSTE**

**o :    SUB-INDICE A LA FECHA DE PRESUPUESTO BASE 31.03.95**

<b>MONOMIOS</b>				
MON.	SIM.	PARTIC.	DESCRIPCION	I.U.
01	MO	100%	Mano de Obra (Incluye Leyes Sociales)	47-0
02	ME	25%	Maquinaria y Equipo Nacional	48-0
02		75%	Maquinaria y Equipo Importado	49-0
03	AAF	21%	Acero de Construccion Liso	02-0
03		63%	Acero de Construccion corrugado	03-0
03		16%	Flete Terrestre Nacional	32-0
04	MTT	35%	Madera Nacional p/ Encofrado	43-0
04		31%	Triplay	45-0
04		34%	Tuberia de Fro. Gvdo.	65-0
05	ACA	24%	Agregado Grueso	05-0
05		67%	Cemento Portland tipo I	21-0
05		9%	Aditamentos	30-0
06	GG	100%	Gastos generales y Utilidades (IPC)	39-0

**OBSERVACIONES :    FORMULA APLICADA AL TIPO DE OBRA 000032.00**



**ESPECIFICACIONES**

**TECNICAS**

**9.4****ESPECIFICACIONES TECNICAS**

*Las especificaciones que se mencionan, en el presente resumen son las aprobadas por la Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, SEDAPAL, mediante Resolución General N° 14'-86 del 16 de Mayo de 1986.*

*Se mencionan las principales especificaciones referidas a las obras de instalación de líneas de agua potable y estaciones de bombeo, que son exigidas por SEDAPAL, en las diferentes obras ejecutadas en el ámbito de su jurisdicción.*

**I. DEFINICIONES**

1. **Características Técnicas.** - *Es la particularidad o peculiaridad que distingue un equipo maquinaria o material de otros semejantes.*
2. **Cama de Apoyo.** - *Es el material que tiene por finalidad brindar soporte en forma uniforme, el área sobre la que descansa toda estructura.*
3. **Constructor.** - *Es el Contratista o Compañía Constructora, que ejecuta las obras de un determinado proyecto.*
4. **Empresa.** - *Es el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), representado por sus inspectores y/o funcionarios.*
5. **Especificaciones Técnicas.** - *Son los requisitos técnicos definidos.*
6. **Entibado.** - *Es un tablestacado discontinuo, que se requiere para contener deslizamiento de terrenos de relatividad y/o que estén afectados a vibraciones, que puedan originar deslizamientos.*
7. **Itintec.** - *Es el Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas encargado de realizar, evaluar y aprobar las Normas Técnicas Nacionales.*
8. **Líneas de Agua Potable.** - *Comprende a las líneas de impulsión, conducción, redes secundarias, conexiones domiciliarias; con todos sus elementos que la constituyen, tales como: tuberías, válvulas, grifos contra incendio, accesorios, cámaras especiales, cajas de registro de medidor, etc.*

9. **Líneas de Desagüe.** - Comprende a los emisores, colectores primarios, redes secundarias, conexiones domiciliarias; con todos sus elementos que la constituyen, tales como: tuberías, buzones, cámaras especiales, cajas de registro, etc.
10. **Lote de Material.** - Es la parte de una partida de una material específico.
11. **Material Selecto.** - Es el material utilizado en el recubrimiento total de las estructuras.
12. **Material Seleccionado.** - Es el material utilizado en el relleno de las capas superiores que no tenga contacto con las estructuras.
13. **Material de Préstamo.** - Es una pieza especial que se utiliza para reunir tubos de material y diámetros interiores o exteriores diferentes; la transición es un tipo de manguito.
14. **Moha.** - Tipo especial de niple, de diámetro especial reducido a la del extremo rebajado de un tubo generalmente de 1.00 a 2.000 mts. de longitud, que permite empalmar y desempalmar cualquier válvula o accesorio de una línea de agua.
15. **Niple.** - Es un tubo que no cuenta con su longitud completa de fabricación.
16. **Normas Técnicas.** - Es el documento técnico y científico, que establece normas o reglas, a fin de mantener un ordenamiento de un campo determinado y que ha sido aprobado por Organismos Nacionales competentes.
17. **Partida de Material.** - Es el número total de piezas de una material específico que interviene en la obra, generalmente dado en unidad desde longitud, volumen, peso o piezas.
18. **Presión de Prueba.** - Es la máxima presión interior a la que se somete una línea de agua en una prueba hidráulica, y que está determinada en las especificaciones técnicas.
19. **Presión Normal.** - Es la presión interna de identificación de tubo.
20. **Sello de Unión.** - Son los elementos usados como empaques, para hacer estancos los puntos o uniones (anillos de jebe, empaquetaduras, pegamentos, etc.).
21. **Tablestacado.** - Es el apuntalamiento ordenado y continuo, que se requiere para contener los deslizamientos de materiales que pudieran producirse como

*consecuencia de su inestabilidad, debido a su falta de cohesión y/o presencia de agua en su interior.*

22. **Unión o Junta.** - *Pieza de sección circular o diseño típico que sirve para unir tubos del mismo diámetro, tipo o clase de material, para formar una línea continua de construcción hermética.*

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **II. DISPOSICIONES GENERALES**

#### **1. CONSIDERACIONES**

*Estas "Disposiciones Generales", han sido redactadas por la Empresa para su cumplimiento en todas sus obras.*

*Las obras por ejecutar y los equipos por adquirir e instalar, son los se encuentran indicados en los planos y/o croquis, con las adiciones y/o modificaciones que puedan introducirse posteriormente.*

*Previamente al inicio de cada obra, se efectuará el Replanteo del Proyecto, cuyas indicaciones en cuanto a trazo,alineamientos y gradientes serán respetados en todo el proceso de la obra. Si, durante el avance de la obra se ve la necesidad de ejecutar algún cambio menor, éste sería únicamente efectuado mediante autorización de la Empresa.*

#### **2. CALIDAD DE MATERIALES Y EQUIPOS**

*Todo material y equipo utilizado en la obra, deberá cumplir con las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC. Sólo se aceptarán materiales y equipos que se ajusten a las Normas Internacionales, cuando estas garanticen una calidad igual o superior a las Nacionales.*

*Para garantizar la calidad del material y equipo instalado en obra, el Constructor presentará los presentes certificados.*

***a. Antes de Iniciarse la Obra.**- Certificado del ITINTEC, sobre el resultado de las verificaciones efectuadas en cada uno de los equipos que integran la obra, para el cumplimiento de los requisitos establecidos en las Normas.*

*Dichos certificados, deben llevar necesariamente la identificación de la obra a ejecutarse.*

*b. Durante la Ejecución de la Obra.- Certificados de diferentes pruebas, para determinar el comportamiento de la obra y sus instalaciones.*

### **3. ESTRUCTURAS Y SERVICIOS EXISTENTES**

*En los planos y croquis, se muestran varias estructuras y servicios existentes tales como: redes y conexiones domiciliarias de agua potable, desagüe, luz, teléfono, canales de riego, etc. cuyas ubicaciones y dimensiones han sido proporcionadas por las entidades correspondientes, deberán considerarse como referenciales, con rangos de aproximación establecidos por las mismas entidades.*

### **4. PROTECCION DE LA OBRA Y PROPIEDAD AJENA**

*Durante la ejecución de la obra, el Constructor tomará todas las precauciones necesarias para proteger la obra y la propiedad ajena, que pueda ser afectada de alguna forma por la construcción.*

### **5. SEGURIDAD Y LIMPIEZA DE LA OBRA**

*El Constructor cumplirá estrictamente con las disposiciones de seguridad, atención y servicios del personal, de acuerdo a las normas vigentes.*

*De acuerdo al tipo de obra y riesgo de la labor que realizan los trabajadores, el Constructor les proporcionará los implementos de protección como: cascos, guantes, lentes, máscaras, mandiles, botas, etc.*

### **6. METODOS DE CONSTRUCCION**

*Los métodos y procedimientos de construcción, son los mencionados en el Nuevo Reglamento de Construcciones.*

*Sin embargo, el Constructor puede escoger otros, pero sujeto a la aprobación de la Empresa.*

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **III. EXCAVACIONES**

#### **1. GENERALIDADES**

*La excavación en corte abierto será hecho a mano o con equipo mecánico, a trazos, anchos y profundidades necesarias para la construcción, de acuerdo a los planos replanteados en obra y/o presentes especificaciones.*

#### **2. DESPEJE**

*Como condición preliminar, todo el sitio de excavación en corte abierto, será primero despejado de todas las obstrucciones existentes.*

#### **3. SOBRE-EXCAVACIONES**

*Las sobreexcavaciones se pueden producir en dos casos:*

- a. **Autorizada.**- Cuando los materiales encontrados, excavados a profundidades determinadas, no son las apropiadas, tales como: terrenos sin compactar o terreno con material orgánico objetable, basura u otros materiales fangosos.*
- b. **No Autorizada.**- Cuando el Constructor por negligencia, ha excavado más allá y más abajo de las líneas y gradientes determinadas.*

*En ambos casos, el Constructor está obligado a llenar todo el espacio de la sobreexcavación con concreto  $F'c = 140 \text{ Kg./cm}^2$  u otro material debidamente acomodado y/o compactado, tal como sea ordenado por la Empresa.*

#### **4. ESPACIAMIENTO DE LA ESTRUCTURA A LA PARED DE EXCAVACION**

*En el fondo de las excavaciones, los espaciamiento entre la pared exterior de la estructura a construir o instalar, con respecto a la pared excavada son las siguientes: En construcción de estructuras (cisternas, reservorios, tanques, cámaras de válvulas enterradas, etc.) será de 0.60 mts. mínimo y 1.00 mt. máximo.*

*En instalación de estructuras (tuberías, ductos, etc.) será de 0.15 mts. mínimo y 0.30 mts. máximo con respecto a las uniones.*

#### **5. DISPOSICION DEL MATERIAL**

*El material sobrante excavado, si es apropiado para el relleno de las estructuras, podrá ser amontonado y usado como material selecto y/o calificado de relleno, tal como sea determinado por la Empresa.*

*El material excavado sobrante y el no apropiado para relleno de las estructuras, será eliminado por el Constructor, efectuando el transporte y depósito en lugares donde cuente con el permiso respectivo.*

#### **6. TABLESCADO Y/O ESTIBADO**

*Es obligación y responsabilidad del Constructor tablestacar y/o estibar en todas las zonas donde requiera su uso, con el fin de prevenir los deslizamientos de material que afecten la seguridad del personal.*

#### **7. REMOCIÓN DE AGUA**

*En todo momento, durante el período de excavación hasta su terminación e inspección final y aceptación, se proveerá de medios y equipos apropiados mediante el cual se pueda extraer prontamente, todo el agua que entre en cualquier excavación u otras partes de la obra.*

#### **8. CLASIFICACIÓN DE TERRENO**

*Para los efectos de la ejecución de obras de saneamiento de la Empresa, los terrenos a excavar, se han clasificado en tres tipos:*

- a. **Terreno Normal.** - Conformado por materiales sueltos tales como: arena, limo, arena limosa, gavillas, etc. y terrenos consolidados tales como: hormigón compacto, afirmado o mezcla de ellos, etc. los cuales pueden ser excavados sin dificultad a pulso y/o con equipo mecánico.*



- b. **Terreno Semirocoso.**- Es constituido por terreno normal, mezclado con bolonería de diámetros de 8" hasta (\*) y/o con roca fragmentada de volúmenes 4 dm<sup>3</sup> hasta (\*\*) dm<sup>3</sup> y, que para su extracción no se requiere el empleo de equipos de rotura y/o explosivo.
- c. **Terreno Rocoso.**- Conformado por roca descompuesta, y/o roca fija y/o bolonería mayores (\*) de diámetro, en que necesariamente se requiere para su extracción la utilización de rotura y/o explosivos.

(\*) 20" = Cuando la extracción se realiza con mano de obra, a pulso.

(\*\*) 30" = Cuando la extracción se realiza con cargador frontal o equipo similar.

230 dm<sup>3</sup> = Cuando la extracción se realiza con cargador frontal o equipo similar.

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **IV. RELLENO Y COMPACTACION**

#### **1. GENERALIDADES**

*Se tomarán las provisiones necesarias para la consolidación del relleno que protegerá las estructuras enterradas.*

*Para efectuar un relleno compactado, previamente el Constructor deberá contar con la autorización de la Empresa. El relleno podrá realizarse con el material de la excavación, siempre que cumpla con las características establecidas en las definiciones del "Material de Préstamo", previamente aprobado por la Empresa, con relación a características y procedencia.*

#### **2. COMPACTACIÓN DEL PRIMER Y SEGUNDO RELLENO**

*El primer relleno compactado que comprende a partir de la cama de apoyo de la estructura (tubería, hasta 0.30 mts. por encima de la clave del tubo, será de material selecto. Este relleno se colocará en capas de 0.15 mts. de espesor terminado, desde la cama de apoyo compactándolo íntegramente con pisones manuales de peso comprobado, teniendo cuidado de no dañar la estructura.*

*El segundo relleno compactado entre el primer relleno y la subbase, se harán por capas no mayores de 0.15 mts. de espesor, compactándolo con vibroapisonadoras, planchas y/o rodillos vibratorios. No se permitirá el uso de pisones u otra herramienta manual.*

*El porcentaje de compactación para el primer y segundo relleno, no será menor del 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado ASTM D698 ó AASHTO T-180. De no alcanzar el porcentaje establecido, el Constructor deberá hacer las correcciones del caso, debiendo efectuar nuevos ensayos hasta conseguir la compactación deseada. En el caso de zona de trabajo donde existan pavimentos y/o veredas, el segundo relleno estará comprendido entre el primer relleno hasta el nivel superior del terreno.*

### **3. COMPACTACION DE BASES Y SUB-BASES**

*Las normas para la compactación de la base y subbase, se encuentran contempladas en el acápite 7.4.4 de la Norma Técnica ITINTEC N°. 339-16 que dice:*

*"El material seleccionado para la base y subbase se colocará en capas de 0.10 mts. procediéndose a la compactación, utilizando planchas vibratorias, rodillos vibratorios o algún equipo que permita alcanzar la densidad específica. No se permitirá el uso de pisones u otra herramienta manual".*

*El porcentaje de compactación no será menor al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado (AASHTO-T-180), para las bases y subbases.*

*En todos los casos la humedad del material seleccionado y compactado, estará comprendido en el rango  $\pm$  de la humedad óptima del Proctor modificado.*

*El material seleccionado para la base y subbase necesariamente será de afirmado apropiado.*

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### V. INSTALACION DE LINEAS DE AGUA POTABLE

#### V.A. GENERALIDADES

*Las líneas de agua potable, serán instaladas con los diámetros indicados en los planos, cualquier cambio deberá ser aprobado específicamente por la Empresa.*

#### 1. TRANSPORTE Y DESCARGA

*Durante el transporte y el acarreo de la tubería, válvula y grifo contra incendio, desde la fábrica hasta la puesta en pie de obra, deberá tenerse el mayor cuidado evitándose los golpes y trepidaciones, siguiendo las instrucciones recomendadas de los fabricantes. Para la descarga de la tubería en obra, en diámetros menores en poco peso, deberá usarse cuerdas y tabloncillos, cuidando de no golpear los tubos al rodarlos y deslizarlos durante la bajada. Para diámetros mayores, es recomendable el empleo de equipo mecánico de izamiento.*

#### 2. REFINE Y NIVELACIÓN

*Para proceder a instalar las líneas de agua previamente las zanjas excavadas deberán estar refinadas y niveladas.*

*El refine consiste en el perfilamiento tanto de las paredes como del fondo, teniendo especial cuidado con el cuerpo del tubo.*

*La nivelación se efectuará en el fondo de la zanja, con el tipo de cama de apoyo aprobada por la Empresa.*

#### 3. CAMA DE APOYO

*De acuerdo al tipo de clase de tubería a instalarse, los materiales de la cama de apoyo que deberá colocarse en el fondo de la zanja serán:*

- a. En terrenos normales y semirocosos. - Será específicamente de arena gruesa o gavilla, que cumpla con las características exigidas con material selecto a excepción de su granulometría.*

*Tendrá un espesor no menor de 0.10 mts., debidamente compactada o*

acomodada (en caso de gavilla), medida desde la parte baja del cuerpo del tubo; siempre y cuando cumpla también con la condición de espaciamiento de 0.05 mts.

- b. **En terreno rocoso.**- Será del mismo material y condición del inciso a), pero con un espesor no menor de 0.15 mts.
- c. **En terreno inestable (arcilla expansivas, limos, etc.)**  
La cama se ejecutará de acuerdo a las recomendaciones del proyectista.

#### **4. BAJADA A ZANJA**

La bajada podrá efectuarse a mano sin cuerdas, a mano con cuerdas o con equipo de izamientos, de acuerdo al diámetro, longitud y peso de cada elemento y, a la recomendación de los fabricantes con el fin de evitar que sufran daños, que comprometen el buen funcionamiento de la línea.

#### **5. CRUCES POR SERVICIOS EXISTENTES**

En los puntos de cruces de cualquier servicio existente, la separación mínima con la tubería de agua y desagüe, será de 0.20 mts., medidos entre los planos horizontales tangentes respectivos.

Sólo por razones de niveles, se permitirá que el tubo de agua cruce por debajo del colector, debiendo cumplirse los 0.20 mts. de separación mínima y la coincidencia en el punto de cruce con el centro del tubo de agua.

#### **6. LIMPIEZA DE LAS LÍNEAS DE AGUA**

Antes de proceder a su instalación, deberá verificarse su buen estado, conjuntamente con sus correspondientes uniones, anillos de jebe y/o empaquetaduras, los cuales deberán estar convenientemente lubricado.

Durante el proceso de instalación, todas las líneas, serán sellados temporalmente con tapones, con el fin de evitar el ingreso de elementos extraños a ella.

### **7. INSTALACIÓN DE LINEAS DE AGUA EN TERRENO AGRESIVOS**

*En terrenos agresivos, que tengan altos contenidos de sulfato, cloruro o donde exista presencia de corrientes eléctricas vagabundas, se permitirá instalar las líneas de agua, cuando mediante un estudio de suelo se determine el tipo de tubería, con su correspondiente protección si así lo requiere.*

### **8. PLANOS DE REPLANTEO**

*Al término de la obra, el Constructor deberá presentar a la Empresa 1 (un) segundo original y 8 (ocho) copias de los Planos de Replanteo, tarjetas esquineras (detallando en los Planos y esquineros los empalmes ejecutados o por ejecutar).*

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **V.B. COLOCACION DE LINEAS DE AGUA POTABLE CON UNIONES FLEXIBLES**

*Las válvulas, grifos contra incendio, accesorios, etc., necesariamente serán de la misma clase de la tubería a instalarse.*

#### **1. CURVATURA DE LA LÍNEA DE AGUA**

*En los casos necesarios que se requiera darle curvatura a la línea de agua, la máxima desviación permitida en ella, estará de acuerdo a las tablas de deflexión recomendadas por los fabricantes.*

#### **2. LUBRICANTES**

*El lubricante a utilizarse en la instalación de las líneas de agua, deberá ser previamente aprobado por la empresa, no permitiéndose emplear jabón, grasas de animales, etc. que puedan contener bacterias que dañen la calidad del anillo.*

#### **3. NIPLERIA**

*Los nipples de tubería sólo se permitirán en casos especiales, tales como empalmes a líneas existentes, a grifos contra incendio, a accesorios y a válvulas. También en los cruces con servicios existentes.*

#### **4. PROFUNDIDAD DE LA LINEA DE AGUA**

*La parte superior de las válvulas accionadas directamente con cruzetas, estarán a una profundidad mínima de 0.60 y máxima de 1.20 con respecto al nivel del terreno o pavimento.*

*El recubrimiento mínimo del relleno sobre la clave del tubo, en relación el pavimento será de 1.00 mts. debiendo cumplir además la condición de que la parte superior de sus válvulas accionadas directamente con cruzeta, no quede a menos de 0.60 m por debajo del nivel del pavimento.*

*Sólo en caso de pasajes peatonales y calles angostas hasta 3 mts. de ancho, en donde no existe circulación de tránsito vehicular, se permitirá un recubrimiento mínimo de 0.60 mts. sobre la clave del tubo.*

#### **5. UBICACION DE VALVULAS Y GRIFOS CONTRA INCENDIO**

*Los registros de válvulas estarán ubicados en las esquinas entre el pavimento y la vereda y en el alineamiento en el límite de propiedad de los lotes. En el caso de que la válvula fuera ubicada en una herma o en terreno sin pavimento, su tapa de registro irá empotrada en una losa de concreto  $f'c = 140 \text{ Kg./cm}^2$  de 0.40 x 0.10 mts.*

*Los grifos contra incendio se ubicarán también en las esquinas, a 0.20 mts. interior del filo de la vereda, debiendo estar su boca de descarga a 0.30 mts. sobre el nivel de la misma y en dirección al pavimento.*

*Cada grifo se instalará en su correspondiente válvula de interrupción. El enclaje y apoyo del grifo y válvula respectivamente, se ejecutarán por separado, no debiendo efectuarse en un solo bloque.*

#### **6. ANCLAJES Y APOYO**

*Los accesorios y grifos contra incendio, requieren necesariamente ser anclados, no así las válvulas que sólo deben tener un apoyo para permitir su cambio.*

*Los anclajes, que serán de concreto y/o armado de  $f'c = 140 \text{ Kg./cm}^2$  con 30% de piedras hasta 8", se usarán en todo cambio de dirección tales como: tees, codos, cruces, reducciones en los tapones de los terminales de línea y en curvas verticales hacia arriba, cuando el relleno no es suficiente, debiendo tenerse cuidado de que los extremos del accesorio queden descubiertos.*

#### **7. EMPALMES A LÍNEAS DE AGUA EN SERVICIO**

*Los empalmes a líneas de agua en servicio sólo podrán ser ejecutados por la Empresa por su personal, correspondiendo al Constructor obligatoriamente dejará su tubería que ha instalado a 1 (un) metro de distancia de la línea de agua existente a empalmar, en el mismo alineamiento y cota de la tubería en servicio.*



**ESPECIFICACIONES TECNICAS****V. C. CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE****1. GENERALIDADES**

*Toda conexión de agua, consta de trabajos externos a la respectiva propiedad, comprendidos entre la tubería matriz de agua y zona posterior al lado de salida de la caja del medidor.*

*Su instalación se hará perpendicularmente a la matriz de agua, sólo se instalará conexión domiciliar para agua potable en red secundaria hasta  $\phi$  250 mm (10") de diámetro.*

*No se permitirá instalar conexiones domiciliarias en líneas de impulsión, conducción, salvo casos excepcionales con aprobación previa de la Empresa.*

**2. CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE**

*Las conexiones domiciliarias de agua, serán del tipo simple y estarán compuestos de:*

***a. Elementos de Toma***

- 1 abrasadora de derivación con su empaquetadura.*
- Llave de toma (corporation)*
- 1 transición de llave de toma a tubería de conducción.*
- 1 cachimba o curva de 90° o 45°.*

***b. Tubería de Conducción.******c. Tubería de forro de protección.******d. Elementos de control.***

- 2 llaves de paso*
- 2 niples standard*
- 1 medidor o niple de reemplazo*
- 2 uniones presión rosca.*

***e. Caja de medidor con su marco y tapa.******f. Elemento de unión de la instalación interior.***

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### VI. PRUEBA HIDRAULICAS Y DESINFECCION DE LINEAS DE AGUA POTABLE

#### 1. GENERALIDADES

*La finalidad de las pruebas hidráulicas y desinfección, es verificar que todas las partes de la línea de agua potable, hayan quedado correctamente instaladas, probadas contra fugas y desinfectadas, listas para prestar servicio.*

*Las pruebas de las líneas de agua se realizarán en 2 etapas*

**a) Prueba hidráulica a zanja abierta:**

- Para redes locales, por circuitos.
- Para conexiones domiciliarias, por circuitos.
- Para líneas de impulsión, conducción, aducción, por tramos de la misma clase de tubería.

**b) Prueba hidráulica a zanja con relleno compactado y desinfección:**

- Para redes con sus conexiones domiciliarias, que comprendan a todos los circuitos en conjunto o a un grupo de circuitos.
- Para líneas de impulsión, conducción y aducción, que abarque todos los tramos en conjunto.

#### 2. PERDIDA DE AGUA ADMISIBLE

*La probable pérdida de agua admisible en el circuito o tramo a probar, de ninguna manera deberá exceder a la cantidad especificada en la siguiente fórmula:*

$$F = \frac{N * D * (P)^{0.5}}{410 * 25}$$

*De donde:*

*F = Pérdida total máxima en litros por hora.*

*N = Número total de uniones (\*)*

$D$  = Diámetro de la tubería en milímetros

$P$  – Presión de pruebas en metros de agua

(\*) En los accesorios, válvulas y grifos contra incendio se considera a cada campana de empalme como unión.

En la tabla N° 1 se establece las pérdidas máximas permitidas en litros en una hora, de acuerdo al diámetro de tubería, en 100 uniones.

### **3. PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA ABIERTA**

La presión de prueba a zanja abierta, será de 1.5 de la presión nominal de la tubería de redes y líneas de impulsión, conducción y de aducción; y de 1.0 de esta presión nominal, para conexiones domiciliarias, medida en el punto más bajo del circuito o tramo que se esta probando.

En el caso de que el Constructor solicitará la prueba en una sola vez, tanto para las redes como para sus conexiones domiciliarias, la presión de prueba será 1.5 de la presión nominal.

### **4. PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA CON RELLENO COMPACTADO Y DESINFECCION**

La presión de prueba a zanja con relleno compactado será la misma de la presión nominal de la tubería, mediante en el punto más bajo del conjunto de circuitos o tramos que se está probando.

La línea permanecerá llena de agua por un período mínimo de 24 horas, para proceder a iniciar las pruebas a zanja con relleno compactado y desinfección.

El tiempo mínimo de duración de la prueba a zanja con relleno compactado será de una (1) hora, debiendo la línea de agua permanecer durante este tiempo bajo la presión de prueba.

El dosaje de cloro aplicado para la desinfección será de 50 ppm.

El tiempo mínimo del contacto del cloro con la tubería será de 24 horas, procediéndose

a efectuar la prueba de cloro residual debiendo obtener por lo menos 5 ppm. de cloro. En el período de clorinación, todas las válvulas, grifos y otros accesorios, serán operados repetidas veces para asegurar que todas sus partes entren en contacto con la solución de cloro.

Después de la prueba, el agua con cloro será totalmente eliminada de la tubería e inyectándose con agua de consumo hasta alcanzar 0.2 ppm. de cloro.

Se podrá utilizar cualquiera de los productos enumerados a continuación, en orden de preferencia.

- a) Cloro líquido
- b) Compuestos de cloro disuelto con agua

Para la desinfección con cloro líquido se aplicará una solución de éste, por medio de un aparato de solución, o cloro directamente de un cilindro con aparatos adecuados, para controlar la cantidad inyectada asegurar la difusión efectiva del cloro en toda la línea.

En la desinfección de la tubería por compuestos de cloro disuelto, se podrá usar compuestos de cloro tal como, hipoclorito del calcio o similares y cuyo contenido de cloro utilizable, sea conocido. Para la adicción de éstos productos, se usará una proporción de 5% de agua, determinándose las cantidades a utilizar mediante la siguiente fórmula:

$$g = \frac{C * L}{\% \text{ Clo.} * 10}$$

De donde:

- g = Gramos de hipoclorito
- C = p.p.m. o mgs. por litro deseado
- L = Litros de agua

### 5. REPARACION DE FUGAS

Cuando se presente, fugas en cualquier parte de la línea el agua, serán de inmediato reparadas por el Constructor debiendo necesariamente, realizar de nuevo la prueba hidráulica del circuito y la desinfección de la misma, hasta que se consiga resultado satisfactorio y sea recepcionado por la Empresa.

**TABLA N° 1**

**PERDIDA MAXIMA DE AGUA EN LITROS EN UNA HORA Y PARA CIEN UNIONES**

DIAMETRO DE TUBERIA		PRESION DE PRUEBA DE FUGAS			
		7.5 kg/cm <sup>2</sup> 105 lbs/ pulg <sup>2</sup>	10 kg/cm <sup>2</sup> 150 lbs/ pulg <sup>2</sup>	15.5 kg/cm <sup>2</sup> 225 lbs/ pulg <sup>2</sup>	21 kg 300 lbs
mm.	pulg				
75	3"	6.30	7.90	9.10	11.60
100	4"	8.39	10.05	12.10	14.20
150	6"	12.59	15.05	18.20	21.50
200	8"	16.78	20.05	24.25	28.40
250	10"	20.98	25.05	30.30	35.50
300	12"	25.17	30.05	36.35	46.60
350	14"	29.37	35.10	42.40	50.00
400	16"	33.56	40.10	48.50	57.00
450	18"	37.80	43.65	54.45	63.45
500	20"	42.00	48.50	60.50	70.50
600	24"	50.40	58.20	72.60	84.60

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **VII. OBRAS DE CONCRETO**

#### **I. GENERALIDADES**

*Las presentes especificaciones, se complementan con el nuevo Reglamento Nacional de Construcciones, ITINTEC.*

*El concreto para todas las partes de la obra, debe ser de la calidad especificada en los planos, capaz de ser colocado sin segregación excesiva y al endurecerse, debe desarrollar todas Las características requeridas en estas especificaciones.*

*El concreto deberá estar constituido de cemento Portland tipos: I, II, III, IV y V, agregado y agua, según los casos y usos; la armadura deberá ser colocada de tal manera, que el acero y el concreto endurecido trabajen conjuntamente. Para obtener un concreto uniforme los agregados finos y gruesos deberán ser uniformes en granulometría.*

*La relación aguacemento, debe establecerse en función de ellos.*

##### **1.1 Esfuerzo**

*- El esfuerzo de compresión, especificado del concreto  $f'c$  para cada porción de la estructura indicada en los planos, estará basado en la fuerza de compresión alcanzada a los 28 días, a menos que se indique otro tiempo diferente.*

##### **1.2 Mezclado**

*- El mezclado en obra será efectuado en máquinas mezcladoras, que deberán tener características especificadas por el fabricante, para lo cual deberá portar una placa en la que se indique su capacidad de operación y las revoluciones por minuto recomendadas.*

##### **1.3 Conducción y transporte**

*- El transporte del concreto debe ser rápido, de modo que no se seque o pierda su plasticidad.*

- El transporte debe ser uniforme y que no haya atrasos en su colocación.

#### **1.4 Pruebas**

- La Empresa supervisará las pruebas necesarias de los materiales y agregados, de los diseños propuestos de mezcla y del concreto resultante, para verificar el cumplimiento con los requisitos técnicos de las especificaciones de la obra.

- Estas pruebas incluirán lo siguiente:

- a. Pruebas de los materiales que se emplearán en la obra.
- b. Pruebas de resistencia del concreto.

- Las pruebas de campo serán de :

##### **a. Slump (Asentamiento)**

- Esta prueba debe efectuarse con frecuencia durante el proceso del llenado del concreto, una prueba cada hora es lo mínimo recomendable.

- El asentamiento bien expresado por el ensayo en el cono de Abrams, dando mezclas:

Secas	0 a 2"
Plásticas	3" a 4"
Húmedas	4"

##### **b. Testigos cilíndricos**

- Estos se elaborarán siempre en parejas.

- El número de parejas a obtenerse para cada calidad de concreto debe ser como mínimo:

- Una pareja por día de llenado

- Una pareja por cada 80 m<sup>3</sup> de concreto colocado

- Una pareja por cada 500 m<sup>3</sup> de concreto colocado

- En caso de estructuras hidráulicas se utilizarán como mínimo dos parejas.

- Probar tres (3) testigos a los siete (7) días, tres (3) a los catorce (14) y tres (3) a los veintiocho (28) días en condición húmeda, de acuerdo con las especificaciones ASTM C 39, métodos para probar cilindros moldeados de concreto para resistencia a la comprensión.

- El resultado de la prueba, será el promedio de la resistencia de los tres (3) testigos obtenidos en el mismo día.
- Se efectuará una prueba de resistencia a la compresión por cada 50 metros cúbicos o fracción, de cada diseño de mezcla de concreto vaciado en un solo día; en ningún caso deberá presentarse un diseño de mezcla con menos de cinco pruebas.

### **1.5 Encofrados**

- Los encofrados se usarán donde sea necesario para confinar el concreto, darle forma de acuerdo a las dimensiones requeridas o deberán de estar de acuerdo a las normas ACI 347-68.
- Los encofrados deberán tener buena resistencia para soportar con seguridad el peso, la presión lateral del concreto y las cargas de construcción.
- deberán tener buena rigidez, para asegurar que las secciones y alineamiento del concreto terminado se mantenga dentro de tolerancias admisibles.
- Las juntas deberán ser herméticas de manera que no ocurra la filtración del mortero.
- Deberán ser arrastradas contra deflexiones laterales.
- El diseño de ingeniería de encofrados, así como su construcción, es responsabilidad del Constructor.
- La deformación máxima entre elementos de soportes, debe ser menos  $1/240$  de la luz entre los miembros estructurales.
- Los tirantes de los encofrados deben ser hechos de tal manera que los terminales puedan ser removidos sin causar astilladuras en las capas de concreto después que las ligaduras hayan sido removidas.

### **1.6 Desencofrado**

- Inmediatamente después de quitar las formas, la superficie de concreto deberá ser examinada cuidadosamente y cualquier irregularidad deberá ser tratada como lo ordena la Empresa.
- Las formas deberán retirarse de manera que esté seguro y completa indeformabilidad de la estructura.
- En general las formas no deberán quitarse hasta que el concreto se haya endurecido



suficientemente como para soportar con seguridad su propio peso y los pesos superpuestos que puedan colocarse sobre él. Las formas no deberán quitarse sin el permiso de la Empresa, en cualquier caso éstas deberán dejarse desde la fecha del vaciado concreto, según como a continuación se especifica:

Muros y zapata	24 h
Columnas y costados de vigas	24 h
Fondo de viga	21 días
Aligerados, losas y escaleras	7 días

- Cuando se halla aumentado la resistencia del concreto por diseño de Mezcla o Aditivos los tiempos de desencofrado podrán ser menores, previa aprobación de la Empresa.

## **2. MATERIALES**

### **2.1 Cemento**

El cemento a usarse será Portland, que cumpla con las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC y de acuerdo a la calidad del terreno y obra.

### **2.2 Agregados**

Los agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en las normas ASTM C-33.

Estas pueden ser agregados finos (arena) y agregados gruesos (piedra partida, grava).

#### **a. Agregado fino**

Debe ser de arena natural, limpio, silicosa, lavado, de granos duros, fuertes, resistentes, lustrosos, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrenos, partículas suaves o escamosos, pizarras, álcalis y materiales orgánicos (con tamaño máximo de partículas de 3/16"), y cumplir las normas establecidas en las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC.

La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien graduado y al probarse por medio de mallas standard, deberá cumplir con los límites de gradación

recomendables, señalada en el RNC, y que es la siguiente:

<u>Malla</u>	<u>% que pasa</u>
3/8"	100
4	95 a 100
8	80 a 100
16	50 a 85
30	25 a 60
50	10 a 50
100	2 a 10

El módulo de fineza de la arena estará en los valores de 2.50 a 2.90.

#### **b. Agregado grueso**

El agregado grueso deberá ser grava o piedra chancada, estará limpia de polvo, materia orgánica, o barro y no debe contener piedra desintegrada, mica o calibre.

La gradación estará de acuerdo a las normas ASTM C-33 que aparece en la siguiente tabla:

Malla del Agreg.	Porcentajes que pasan la siguiente malla						
	2"	1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4 #8
2"	95-100	-	0-85"	-	10-30	-	0-5
1 1/2"	100	95-100	-	65-70	-	10-30	0-5
1"	-	100	95-100	-	25-60	-	0-5
3/4"	-	-	100	90-100	-	20-35	0-10
1/2"	-	-	-	100	90-100	70-90	0-15
3/8"	-	-	-	-	200	85-100	0-15

#### **2.3 Agua**

- El agua para la preparación del concreto será fresca, limpia, libre de materias orgánicas, álcalis, ácidos y sales.

- Las impurezas excesivas pueden interferir no solo en la fragua inicial del cemento afectando la resistencia del concreto, si no provocar manchas en su superficie y originar corrosión en la armadura.

#### **2.4 Acero**

El acero está especificado en los planos de la base a su carga de fluencia  $F_y = 4,200$  Kg/cm<sup>2</sup>; debiéndose satisfacer las condiciones referidas en las normas técnicas nacionales ITINTEC y en cuanto a la malla de acero soldada, las normas de ASTM - A-185.

#### **2.5 Aditivos**

- Sólo se podrá emplear aditivos aprobados por la Empresa. En cualquier caso queda expresamente prohibido el uso de aditivos que contengan cloruro o nitratos.

- Para aquellos aditivos que se suministra en forma de suspensiones o soluciones inestables, deben proveerse equipos de mezclado adecuados, para asegurar una distribución uniforme de los componentes. Los aditivos deben protegerse de temperaturas ex-tremas que puedan modificar sus características.

- En todo caso los aditivos a emplearse deberán estar comprendidos dentro de las especificaciones técnicas ASTM correspondientes.

### **3. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES**

- El cemento debe almacenarse y manipularse de manera que siempre esté protegido de la humedad o, sea posible su utilización según el orden de llegada de la obra. La inspección o identificación debe poder efectuarse fácilmente.

- No debe usarse cemento que esté aterronado, compactado o deteriorado de alguna forma.

- El almacenaje del material fino se efectuará de tal manera evitando su segregación y contaminación con otros materiales o con otro tamaño de agregados. La arena será considerada apta si cumple con las especificaciones.

- El agregado grueso se almacenará por separado en igual condición que el agregado fino.
- Las varillas de acero se almacenarán fuera del contacto con el suelo, en un lugar seco y preferentemente cubiertos, se mantendrán libres de tierra, suciedad, aceite o grasa. Antes de su colocación en la estructura, el esfuerzo metálico deberá limpiarse de escamas de laminado, óxido y cualquier capa que pueda reducir su adherencia.
- Cuando haya demora en el vaciado del concreto, el esfuerzo metálico se reinspeccionará y se volverá a limpiar cuando sea necesario.

#### **4. TIPOS DE CONCRETO**

##### **a. Concreto ciclópeo**

- Dicho concreto se usará en los cimientos corridos, sobrecimientos, muros y gradas. Se apoyarán directamente sobre el terreno.
- El concreto ciclópeo consta del cemento y agregados, dosificados en tal forma que se obtenga a los 28 días una resistencia mínima a la compresión de 100 Kgs/cm<sup>2</sup> (en probetas normales de 6" x 12").  
Se tomarán muestras de acuerdo a las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC. Se agregarán piedra en volumen que no exceda del 30% y con un tamaño máximo de 0.15 mts. de diámetro.
- El cemento a utilizarse será Portland I al V, usándose éste último en terrenos agresivos.
- El concreto podrá vaciarse directamente a la zanja sin encofrado, siempre que lo permite la estabilidad del talud.
- Se humedecerán las zanjas antes de llenar los cimientos y no se colocarán las piedras sin antes haber vaciado una capa de concreto de por lo menos 10 cm. de espesor. Todas las piedras deberán completamente rodeados por la mezcla.

##### **b. Concreto armado**

- Se usará dicho concreto en la construcción de reservorios de almacenamiento, cisternas y otras estructuras.
- El concreto armado consta de cemento, agregados y armadura de fierro, dosificados de tal forma que se obtenga a los 29 días una resistencia mínima a la compresión de

140-175-210-200 kg/cm<sup>2</sup> (en probetas normales de 6" x 12"). las muestras serán tomadas de acuerdo a las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC.

- El concreto se colocará en capas de 60 cm. de espesor como máximo, cada capa puede colocarse cuando la inferior está aún plástica permitiendo la penetración del vibrador para concreto masivo se emplean capas de 35 a 45 cm. de espesor.
- En caso de premezclado, el tiempo de transporte desde la fábrica a la obra será como máximo 2 horas.
- A fin de lograr un conjunto monolítico es importante que cada capa de concreto sea colocado mientras que la capa inferior está en un estado plástico y las dos capas sean vibradas en conjunto.
- En caso de que una sección no pueda ser llenada en una sola operación, se ubicarán juntas de construcción de acuerdo a lo indicado en los planos o de acuerdo a las presentes especificaciones siempre y cuando sean aprobadas por la Empresa.
- El concreto debe ser depositado tan pronto como sea posible la segregación debido al deslizamiento o al remanejo.
- El concreto no se depositará directamente en el terreno, debiéndose preparar soldados de concreto antes de la colocación de la armadura.
- Toda la consolidación del concreto se efectuará por vibración.
- El concreto debe ser trabajado a la máxima densidad posible, debiéndose evitar las formaciones de bolsas de aire (incluido de agregados gruesos y de grumos), contra la superficie de los encofrados y de los materiales empotrados en el concreto.
- La vibración deberá realizarse por medio de vibradores accionados eléctricamente o neumáticamente.
- El curado del concreto debe iniciarse tan pronto como sea posible, sin causar maltrato a la superficie del concreto, esto ocurrirá a una tres horas, después de la colocación en climas calurosos y secos, en 2 1/2 a 5 horas en climas templados y 4 1/2 a 7 horas en climas fríos.
- El tiempo de curado debe ser el máximo posible, como mínimo debe ser de 7 días, excepto cuando se emplee concreto hecho con concreto de alta resistencia inicial, en cuyo caso el curado será de tres días como mínimo.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### VIII. PRUEBAS HIDRAULICAS Y DE DESINFECCION DE ESTRUCTURAS PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

#### 1. GENERALIDADES

*Toda estructura que almacena agua potable, será sometida a la prueba hidráulica y desinfección, de acuerdo a lo señalado en la presente técnica.*

*Todos los elementos necesarios para realizar las pruebas serán proporcionados por el Constructor y aprobados por la Empresa.*

#### 2. PRUEBA HIDRÁULICA

*Antes de procederse el enlucido interior, la cuba será sometida a la prueba hidráulica para constatar la impermeabilidad, será llenada con agua hasta un nivel máximo por un lapso de 24 horas. En caso que no se presenten filtraciones se ordenará descargarlo y enlucirlo.*

*En caso que la prueba no sea satisfactoria, se repetirá después de haber efectuado los resanes tantas veces sea necesario para conseguir la impermeabilidad total de la cuba. Los resanes se realizarán picando la estructura sin descubrir el fierro, para que pueda adherirse al concreto preparado con el aditivo respectivo.*

#### 3. ENLUCIDO CARA INTERIOR DE LA CUBA

*Las caras interiores de las bóvedas de fondo, paredes circulares y chimeneas de la cuba, serán enlucidas empleando como impermeabilizante el producto "SIKA" o similar aprobado por la Empresa.*

*En el caso de preparación de morteros se utilizará solución "SIKA" o similar obtenida de disolver una parte de "SIKA" o similar en 10 partes de agua por volumen, lo cual se podrá usar en el término de 3 a 4 horas de preparado.*

*El enlucido consistirá en dos capas.*

*La primera de 1cm. de espesor, preparado con mortero de cemento, arena en proporción 1:3 y solución "SIKA" o similar.*

*En la preparación del mortero la mezcla seca del cemento y arena se le revuelve fuertemente con la solución "SIKA" o similar hasta obtener la consistencia deseada. La aplicación del mortero se hará siempre de abajo hacia arriba, prensándola fuertemente y en forma continua con plancha metálica.*

#### **4. DESINFECCION**

*Las estructuras antes de ser puestas en servicio serán completamente desinfectadas de acuerdo con el procedimiento que se aplica a la presente especificación y, en todo caso a los requerimientos que puedan señalar los Ministerios de Salud Pública y Vivienda.*

*A toda la superficie interior de las estructuras se les esparcirá con una solución de cloro al 0.1%, de tal manera que todas las partes sean íntegramente humedecidas.*

*Luego la estructura será llenada con una solución de cloro de 50 ppm. hasta una altura de 30cm. de profundidad, dejándola reposar por espacio de 24 horas; a continuación se llenará la cuba con agua limpia hasta el nivel máximo de operación, añadiéndose una solución de cloro de 25ppm. debiendo permanecer así por un lapso de 24 horas; finalmente se efectuará la prueba de cloro residual, cuyo resultado no debe ser menor de 5 ppm.*

*Se podrá usar cualquiera de los productos enumerados a continuación, en orden de preferencias:*

- Cloro líquido*
- Compuesto de cloro disuelto con agua.*

*Para la desinfección de cloro líquido, se aplicará por medio de una aparato clorinador de solución o, cloro aplicado directamente de un cilindro con aparatos adecuados para controlar la cantidad inyectada para así asegurar la difusión efectiva del cloro.*

*Cuando la desinfección sea con compuesto de cloro disuelto, se podrá usar hioclorito de calcio o similares cuyo contenido de cloro utilizable, sea conocido.*

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **IX. CARACTERISTICAS MECANICAS DE LA BOMBA TURBINA VERTICAL**

#### **GENERALIDADES**

La presente Especificación Técnica está referida a la Bomba Turbina Vertical, y está basada en las Normas A.W.W.A. (American Water Asociation) y las Normas Hydraulic Institute Standard.

#### **1. UTILIZACION DE LA BOMBA**

La Bomba Turbina Vertical es utilizada para la explotación de aguas subterráneas en pozos profundos y para el rebombeo de agua potable de Reservorios o Cisternas, ubicandose ya sea en cámaras secas o cámaras húmedas.

#### **2. TIPOS DE TURBINA**

La Bomba Turbina Vertical, es accionada por un motor eléctrico vertical eje hueco montado sobre la superficie, si el sistema dispone de su respectivo suministro de energía o de un motor Diesel estacionario montado convenientemente.

Existen dos (2) tipos de bomba :

- Lubricada por aceite
- Lubricada por agua, que puede ser : larga o corta

#### **3. INFORMACION TECNICA COMPLEMENTARIA**

El proveedor presentará suficiente material descriptivo del equipo, redactado en castellano, consignando lo siguiente:

- Especificaciones Técnicas y Características de diseño, Construcción y Material de todos los componentes del equipo.
- Curvas características certificadas, de la bomba a suministrar (Caudal vs. Presión, Eficiencia, Potencial al Freno y NPSH), los cuales serán aprobados por la Empresa.
- Entre las características debe considerarse:

Marca, modelo, tipo de potencia, velocidad, ciclaje, dimensiones, altura dinámica total etc.



#### **4. CONDICIONES PARA LA SELECCION**

*La selección del equipo dependerá de las siguientes condiciones:*

##### **a) Condiciones de Operación**

- *Altura Total de Bombeo (HDT)*
- *Caudal Requerido (Q)*
- *Definir si es lubricada por aceite o por agua, de acuerdo a criterios técnicos de diseño del pozo.*

##### **b) Condiciones Técnicas**

- *La eficiencia de la bomba no será menor a 75%*
- *Las pérdidas de la altura en la columna, no excederá el 5% de la longitud de la misma.*
- *La velocidad de flujo de agua en la columna no será menor de 4 pies/seg.*
- *Los componentes del equipo : linterna, tuberías, y cuerpo de impulsores, deberán protegerse exteriormente con pintura anticorrosiva epóxica utilizándose, de preferencia, el color gris claro.*
- *Para el pozo profundo, la longitud de columna de la bomba se considerará desde el borde superior del tubo de la columna más próxima a la linterna.*

#### **5. CONDICIONES PARA LA INSTALACION**

*Antes de la instalación de los equipos en obra el Constructor presentará a la Empresa, cinco (5) copias de los planos de replanteo de los equipos y accesorios a instalarse; de igual manera presentará un documento de conformidad por parte del fabricante, de que tanto las características técnicas como la de la instalación de los equipos está a corde con los planos del proyecto y que ellos funcionarán satisfactoriamente en la estructura diseñada para ese fin.*

*Los equipos deberán ser entregados e instalados en forma completa, listos para ser operados.*

**ESPECIFICACIONES TECNICAS****X. BOMBA VERTICAL LUBRICADA POR ACEITE CARACTERÍSTICAS MECANICAS****I. LINTERNA O CABEZAL DE DESCARGA**

- Sirve como base del motor, soporte de la columna sobre el nivel de descarga y tiene incorporado un codo de descarga.
- La superficie inferior debe ser maquinada y con acabado liso perfectamente paralelas. La base inferior lleva una empaquetadura y junta para una placa de asiento que pueda ser conectada y empernada a la base de concreto.
- Debe poseer bridas de empalme en la succión y en la descarga; además de bridas de empalme para ser enroscada con la columna de la bomba y la tubería del árbol de descarga. Todas las uniones bridadas llevarán empaquetaduras.
- Debe tener por lo menos dos bitones ú "orejas" dispuestos (funda) para permitir regular la tensión y el alineamiento del eje de la columna con todos sus elementos de regulación y ajuste.
- Incluirá una conexión de salida para una tubería y manómetro.
- Dispondrá de un sistema de lubricación a través de una vía de acceso del lubricante hacia la zona de contacto con el eje, el cual debe garantizar una lubricación adecuada y permanente. Construido por los siguientes elementos:
  - Una válvula solenoide automática (220 V) de 1/8".
  - Un gotero con mirilla transparente y llave reguladora.
  - Un tanque para aceite de 18 galones de capacidad.
  - Tuberías de lubricación de  $\phi$  1/4", conectadas entre el gotero y la bocina estopero.
- Material de Construcción:
  - Linterna y brida de empalme: F fundido gris, grano fino ASTM A 48 clase 30 o tipo Mechanite, libre de porosidades ú otro defecto, podrá aceptarse otro material de acero.
  - Bocina estopero y gotero; bronce SAE 660
  - Tanque para aceite; latón Galvanizado.
  - Empaquetadura; jebe enlonado
  - Tuberías de lubricación: cobre

## 2. COLUMNAS

### 2.1 Columna Exterior

- Constituida por tubos sin costura Schedule 40 de 10 de 8 hilos/pulg. y sus caras transversales paralelos para asegurar un alineamiento correcto cuando topen una columna con la otra.
- Los tubos se conectan por uniones hechas de tubo sin costura SCHEDULE - 80.
- Material de Construcción:

Los tubos y uniones: Acero ASTM - 53

### 2.2 Columna Interior (fundas)

- Constituida por tubos sin costura SCHEDULE-80 de 5 de longitud.
- Los tubos será roscados interiormente en ambos extremos y sus caras transversales paralelos para asegurar un alineamiento correcto cuando sea unidas unas con otras.
- Los tubos se unirán entre si por medio de las bocinas de columnas.
- Material de Construcción:

Las columnas interiores: Acero ASTM 53

### 2.3 Bocinas de Columnas

- Cumplirán la función de unión de las fundas y de cojines del eje de columna.
- La concentricidad de la perforación a la rosca será dentro de 0.005 pulg. (0.12 mm) según lectura del indicador.
- Tendrá una trampa para sedimentación de óxidos además, una helicoidal a lo largo para facilitar la lubricación.
- El acabado de su superficie interior será un rectificado con el reamel.
- Material de Construcción:  
Bronce SAE 660 u otro de mejor calidad y resistencia, sin defectos de fundición.

### 2.4 Ejes

- Serán de 10' de longitud exceptuando al eje cabezal que su longitud depende de diseños particulares de cada fabricante.

- Serán enroscados (con rosca izquierda) en los extremos.
- Se aceptará un deslineamiento axial no mayor de 0.02"15' de longitud.
- El acabado de su superficie será el de un rectificado y pulido y sus extremos estarán refrendados en el torno.
- Su diámetro será tal que su enlogación máxima durante el trabajo permitan un rango de regulación de los impulsores.
- Material de construcción: ASTM a 108 Gr. 1045.

### **2.5 Elementos Estabilizadores (Arañas)**

- Estarán ubicados entre las columnas exteriores o interiores.
- Debe tener por lo menos 3 puntos de contacto con la columna externa.
- Material de Construcción: Jebe reforzado

## **3. CUERPO DE IMPULSORES**

### **3.1 Tazones**

- Será de 3 tipos: de succión, los intermedios y el de descarga.
- El tazón de succión y el intermedio deberán permitir incluir un anillo de desgaste el cual puede ser restituido para recuperar la eficiencia.
- El tazón superior deberá tener un by-pass para reducir las filtraciones de agua a la funda con lumbreras de drenaje que permita el escape que gotea por el sello y/o empaque.
- Tendrá un acabado de superficie que no exceda el RMS 40' (DNS B 46.1).
- En los cubos de los tazones estarán alojados bocinas de bronce y/o jebe cuyas dimensiones serán no menos de 1.5 diámetro del eje.
- El tazón de succión en su parte inferior será roscado para poder acoplarse con el tubo de succión; así mismo, el tazón de descarga será roscado en su extremo superior para acoplarse con las columnas exteriores o interiores, siendo su cubo reforzado con almas.

- Material de Construcción:

Los tazones: F. fdo. gris A 48 CL - 308 u otro proceso similar o mejorado.

Las bocinas: bronce SAE 660 y/o Neopreme.

### **3.2 Impulsores**

- Serán cerrados o semiabiertos y balanceados estáticamente.
- Se fijaron al eje por medio de conos de sujeción.
- Su regulación axial se hará con una tuerca roscada en el eje, ubicado en la parte superior del motor.
- Los impulsores cerrados deberán permitir incluir un anillo de desgaste cambiable.
- Material de Construcción:

De los impulsores: Bronce SAE 43 ó de un material que ofrezca mayor resistencia al desgaste.

### **3.3 Eje**

- Tendrá un acabado superficial que no exceda RMS 40' (AMSI 846.1).
- Las tolerancias de alimento y maquinado serán las mismas indicadas para los ejes de línea.
- Material de Construcción: ASTM: A 276 tipo 410 ó 416.

## **4. TUBERIA DE SUCCION O CANASTILLA**

- De tubo SCHEDULE - 40 sin costura de por lo menos 10' de longitud, la cual dependerá de la ubicación de su extremo interior respecto a los filtros del pozo.
- Será roscado a los extremos para ser acoplado con el tazón de succión y la canastilla.
- La canastilla deberá ser tipo cónica o troncónica con un área igual de 4 veces el diámetro del tubo de succión, la abertura máxima será el 75% del área del pasaje de los impulsores y tazones.
- Material de Construcción: Acero ASTM - 53.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### XI. CARACTERISTICAS ELECTRICAS PARA EQUIPOS DE BOMBEO

#### 1. TIPO DE MOTORES

##### a) MOTOR ELECTRICO CONVENCIONAL

- El motor eléctrico debe ser vertical/horizontal de eje hueco/ eje sólido y jaula de ardilla del tipo inducción. Deberá tener el tamaño y capacidad adecuados para operar la bomba respectiva, en forma continua durante 24 horas para una capacidad mayor del máximo rango nominal estipulado para el mismo, factor que será del orden de 115% (ciento quince por ciento) de la máxima capacidad nominal del motor expresado en HP.
- El motor estará diseñado a construcción cerrada, ventilación exterior, aprueba de polvo y admitirá elevaciones de temperaturas, hasta de 40 grados centígrados con respecto a la del medio ambiente. Los voltajes standard para este tipo de motores, serán: 220, 440 + - 5 voltios, trifásico, 60 Hz.
- El motor debe estar dotado de rodamientos convenientemente diseñados para ser capaces de soportar el peso de todas las partes rotatorias de la bomba, más la fuerza derivada del empuje axial máximo que desarrolla la misma.
- Los rodamientos serán de dimensiones y diseño tal, que para condiciones normales del trabajo, tengan una vida útil promedio no menor de 25,000 horas ó 3 años de operación continua lubricados por aceite/grasa, con un máximo nivel de ruidos permisibles de 85 db. a 5 metros de distancia del motor.
- El motor vertical estará dotado de un dispositivo de trinquete de no retroceso (RATCHET).

##### b). MOTOR ELECTRICO SUMERGIBLE

- Para las bombas sumergibles, los motores serán del tipo rebobinables, completamente y con una carcasa exterior protectora; el agua de enfriamiento interno del moto, deberá contener un líquido antiincrustante para evitar la inscrustación de sales extra blindado.
- El cable eléctrico será del tipo sumergible y flexible, para una fácil manipulación del mismo. RPM nominal : 1,800 ó 3,600 rpm.

## 2. TABLERO DE ARRANQUE

### 2.1 Generalidades

- Por su forma puede ser: mural hasta 30 HP o autosoportado para más de 30 HP.
- Sus elementos estarán contruidos para las potencias requeridas, según normas IET o similar en categoría de utilización AC-3 y, de acuerdo al sistema de arranque del motor.
- Deberá tener mínimo + 5% de la potencia requerida por el equipo.
- Su construcción será:
  - a) De la plancha de acero LAF de 1/16", sujetos son tornillos autoroscantes con una distancia no mayor de 30 cm.
  - b) Sus estructuras serán de perfiles de acero LAF de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8", protegidas contra la corrosión.
- Tipos y dimensiones:

	Estrella Triángulo hasta 75 HP	Estr. Triáng. de 90 hasta 125 HP	Por autotransformador
Altura (mm)	1,200	1,300	1,800
Frente (mm)	600	600	1,200
Profundidad (mm)	450	450	450

- Deberá tener puertas frontales con cerraduras tipo manija, con llaves; tendrá una puerta para tablero tipo estrella triángulo y dos para el tipo autotransformador.
- Ventanas de ventilación a los costados con rejillas.
- Los tableros se protegerán con pinturas de la manera siguiente:
  - a) Desengrasado las superficies de las planchas se limpiará con escobilla de acero o equipo pulidor, pudiendo reemplazarse por el proceso de limpieza con arena a presión.
  - b) Una capa de acondicionador para metales "Vencelac" o su equivalente en calidad.
  - c) Dos manos de imprimante cromatizado para metales, o sea la pintura epóxica o anticorrosiva.
  - d) Dos manos de esmalte supersintético color gris horizonte, como pintura de acabado.

## 2.2 Sistema de arranque

- a) Hasta 12 HP : Directo
- b) De 15HP hasta 125 HP : Estrella triángulo
- c) De 150 HP a más : Por autotransformador
- d) Se usará el sistema Part Winding, cuando el sistema de bombeo contemple el uso de generadores.

## 2.3 Elementos constituyentes del tablero

Número de Elementos	Sistema de Arranque		
	Directo	Est. Trian.	Por Autraf.
Interruptor general	1	1	1
Contractores tripolares	1	3	3
Relé térmico	1	1	1
Contactador aux. Protección 3 fases	1	1	1
Relé temporizador (0.1-30 seg.)	-	1	1
Relé temporizador (0.1-300 seg.)			
Retardador de arranque	1	1	1
Fusible para circuito de fuerza NH	3	3	3
Fusible para circuito de mando DZ	3	3	3
Control de nivel/electrodos-respecto a cisterna	1	1	1
Control de nivel/electrodos-respecto a reservorio	1	1	1
Reloj programador 24 horas	1	1	1
Voltímetro	1	1	1
Selector voltímetro	1	1	1
Amperímetro	1	1	1
Selector amperimétrico	-	3	3
Reductores amperimétricos	1	1	1
Sector manual parada automático	1	1	1
Botonera de arranque y parada	1	1	1
Luz de señalización			
Autotransformador trifásico con las tomas intermedias correspondientes y de la potencia de paso adecuado para el par de arranque	-	-	1

## 2.4 Descripción de los Elementos

### a) Interruptor General

- Será un interruptor manual de tipo cierra y apertura brusca, para corte en carga, con manija y enclavamiento mecánico.



- Debe tener una capacidad mínima de sobrecarga sobre la corriente máxima del motor, de 50% para el sistema de arranque directo y 25% para los sistemas estrella triángulo por auto-transformador y Part Winding.
- Accesible desde frente del tablero.
- Tendrá dos posiciones estables, una apertura del circuito y otra de cierre.
- Para 600 V. y 60 Hz.
- Referencia: Norma IEC-408 o similar en AC-3

**b) Contactores**

- Serán de tipo electromagnéticos para 600 V., y 60 Hz.
- Con contactos de aleación de plata.
- Con bobina magnética para trabajo continuo, encapsulada y fácilmente desmontable.
- Referencia: Norma IEC-158-1/1A o similar en AC-3
- Capacidad (Ie): Debe tener una capacidad admisible de corriente igual o mayor a :

	Directo	Estrella Triángulo	Por autotransformador	Part Winding
Principal	$I_n \times 1.05$	$\frac{I_n}{(3)^{0.5}} \times 1.05$	$I_n \times 1.05$	$\frac{I_n}{2} \times 1.05$
Contacto estrella	---	$\frac{I_n}{3} \times 1.05$	---	---
Toma porcentual	---	---	$A \times I_n \times 1.05$	---
Alimentación del autotransformador	---	---	$A^2 \times I_n \times 1.05$	---
<i>I<sub>a</sub></i> = Corriente de <i>I<sub>n</sub></i> = Corriente nominal				

**c) Relé Térmico**

- Protección térmica contra sobrecarga simétricas.
- Protección diferencia contra sobrecargas asimétricas.
- Regulable, con rearmado manual y automático.
- Debe ser seleccionado de acuerdo a la siguiente fórmula.

Directo	Estrella Triángulo	Por autotransformador	Part Winding
$I_a = I_n$	$\frac{I_n}{\sqrt{3}}$	$I_n$	$\frac{I_n}{2}$

El valor obtenido en amperios, deberá estar próximo al punto medio dentro del rango del relé seleccionado.

**d) Relé Temporizador**

- Regulable de 0.1 a 30 seg.
- Tipo eléctrico o neumático

**e) Autotransformador**

- Un autotransformador trifásico con las tomas intermedias correspondientes (80%, 65% y 50%) y, de la potencia de paso adecuada para el arranque del motor.

**f) Contactor auxiliar**

- Un contactor auxiliar, para evitar el funcionamiento al faltar una fase R, S ó T. Capacidad de 10 amperios.

**g) Relé Temporizador para retardo de Arranque**

- Para protección contra sobretensiones y caída de tensión, originadas en el sistema Electrolima después de un corto intempestivo de suministro (apagón).
- Rango regulable de 0.1 a 180 seg. mínimo.
- Tipo electrónico o neumático.

**h) Interruptor horario**

- Provisto de un polo, que abrirá y cerrará a intervalos predeterminados, con programación de 24 horas.
- Para 220 V., 60 Hz
- Tipo para trabajo pesado
- Con reserva para 72 horas.

**i) Relé de Electrodo**

- Para control de nivel
- Para nivel freático, cisterna y reservorio.
- Los electrodos serán de acero inoxidable.

**j) Fusible Tipo Nil**

- Cortacircuitos fusibles calibrados, para la protección de la línea de alimentación del motor.
- Alta Capacidad de ruptura a 100 K amp.
- Para 500 - 600V., 60 Hz.

**k) Fusible Tipo DZ**

- Cortacircuitos fusible calibrado, para la protección del circuito de mando.
- Alta capacidad de ruptura de 50 amp.
- Para 500 y 600V., 60 Hz.

**l) Botonera de Arranque y Parada**

- Accesible desde el frente del tablero.
- Pulsador de arranque de color negro o verde.
- Pulsador de parada de color rojo.

**ll) Lámpara de Señalización**

- Lámpara incandescente de 220V., 2W, de color verde para indicar el funcionamiento normal del sistema.

**m) Conmutador Manual Parada Automático**

- De tipo rotativo
- Para seleccionar funcionamiento manual parada automático.

**n) Voltímetro**

- Electromagnético
- Escala:  
0-250/300 voltios, para alimentación en 220 V.  
0-500/600 voltios, para alimentación en 440 V.
- Dimensiones: 96 x 96 mm.
- Clase de precisión: 1.5

**o) Conmutador voltímetro**

- Del tipo rotativo
- Para lectura entre fases: VRS, VST, VTR.

**p) Amperímetro**

- Electromagnético

- Escala: De acuerdo a:  $I_e = I_n \times 1.50$

- Dimensiones: 96 x 96 mm.

-Clase de precisión: 1.5

**q) Conmutador Amperimétrico**

- Del tipo rotativo

- Para lectura de corriente de fase:  $I_n$ ,  $I_s$ ,  $I_t$ .

**r) Transformador de Corriente**

- Del tipo encapsulado

- Consumo: 1 VA

- Clase de precisión: 1.0

- Para lectura de corriente de fase:  $I_n$ ,  $I_s$ ,  $I_t$ .

## **2.5 Sistema de Clorinación**

### **a) Alimentación eléctrica**

Se efectuará desde un par de contactos auxiliares del contactor principal.

### **b) Potencia de control de la bomba Booster del Clorinador**

Mediante el empleo de un arrancador magnético, en caja a prueba de polvo y de salpicadura.

- Capacidad: Mínima, según normas 2.2 Kw. a 220V.

- especificaciones: Similares a la del contactor principal.

- Interruptor: 3 x 30 amp. los fusibles calibrados de acuerdo a las características de la bomba Booster.

## **2.6 Sistema de Lubricación**

Bomba lubricada por aceite compuesta por:

- Tanque de 18 gal.

- Caballete soporte de tanque

- Válvula solenoide 220V. y 60 Hz.

- Gotero de bronce

- Manguera de plástico transparente.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### XII. INSTALACIONES HIDRAULICAS

#### 1. GENERALIDADES

- Se denomina instalaciones hidráulicas a los elementos (tuberías, válvulas y accesorios) de ingreso y salida de las estructuras hidráulicas, tales como: reservorio, cisternas y tanques, etc.

- Las uniones entre los elementos necesariamente serán embridados con su correspondiente empaquetadura. No se permitirá que dos (2) o más accesorios, sean soldados entre sí para formar un solo elemento.

#### 2. TUBERIAS, BRIDAS Y ACCESORIOS METALICOS

- En las tuberías y accesorios de acero, diámetro igual o mayor de 200 mm (8"), los espesores mínimos deberán cumplir con lo establecido en la tabla N° 3.

- Las tuberías de acero fabricadas con costuras, tendrán no más de dos (2) costuras longitudinales y con costura de circunferencia con una separación no menor de 6.00 mts. o más de una costura longitudinal con costuras circunferenciales con una separación no menor de 2.40 mts.

- Antes de sus instalación las tuberías y accesorios de acero se protegerán con un recubrimiento extremo de pintura anticorrosiva de uso naval (2 manos), previo arenado y base de esmalte.

#### 3. VALVULAS

Se usarán los siguientes tipos de válvulas.

a) Las flotadoras de altitud y de alivio, serán automáticas, del tipo diafragma y accionamiento hidráulico.

b) Las retenciones de cierre rápido y silencioso, contra golpe de ariete, llevarán resorte de acero inoxidable y en su instalación, necesariamente irá acompañada de su válvula de alivio.

c) Las de aire, serán automáticas, tipo flotante y en su instalación llevará necesariamente su correspondiente válvula de interrupción.

d) Las de pie serán de bronce con canastilla.

- Todas las válvulas irán protegidas exteriormente, con pintura anticorrosiva, de uso naval (2 manos).

#### **4. MEDIDORES, MANOMETROS Y UNIONES FLEXIBLES**

- Los medidores de caudal serán de tipo tubular, de transmisión magnética, con lectura directa en litros/seg. y totalizador en m<sup>3</sup>.

- Los manómetros tendrán un rango de 0 a 250 libras/ pulg<sup>2</sup>.

- Las uniones flexibles serán de tipo dresser o similar.

#### **5. SOPORTES DE SEGURIDAD Y ESCALERAS MARINERA**

- En las instalaciones hidráulicas de los equipos de bombeo y rebombeo, en los casos que se requiera, se usarán, soportes metálicos de seguridad, previa aprobación de la Empresa.

- Las escaleras marineras para el ingreso y salida de reservorios, cisternas, etc. se fabricarán con tubería de fierro galvanizado y protegidas con pintura anticorrosiva.

#### **6. PRUEBAS**

Se efectuarán las siguientes:

- Pruebas hidráulicas.

- Pruebas radiológicas (para los elementos metálicos soldados).

#### **7. EMPALMES A LOS SISTEMAS**

Las instalaciones hidráulicas se empalmarán a los sistemas de agua y desagüe mediante transiciones de cajas de rebose limpia respectivamente.

Los empalmes serán ejecutados por el Constructor previa autorización de la Empresa.

TABLA N° 3

**TUBERIAS Y ACCESORIOS DE ACERO**  
**ESPEORES**

DIAMETRO mm.	Pulgadas	CLASE (Lb/pulg. 2)	MINIMO ESPESOR DE PARED (Pulgadas)
800 a 400	8 a 16	110	1/4
200 a 400	8 a 16	160	1/4
450	18	110	1/4
450	18	180	1/4
450	18	200	1/4
500	20	110	1/4
500	20	200	1/4
600	24	110	5/16
750	30	110	5/16
750	30	180	5/16
750	30	190	5/16
900	36	160	3/8
900	36	170	3/8
900	36	180	3/8
900	36	190	3/8
1,100	42	150	3/8
1,100	42	160	7/16
1,400	54	140	7/16
1,400	54	160	7/16
1,800	72	60	5/8
1,800	72	75	5/8
1,800	72	90	5/8
1,800	72	105	5/8
1,800	72	120	5/8

## ***CAPITULO X***

# ***RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES***



## **RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES**

*La dotación de diseño adoptada para el proyecto es de 150 lt/hab/día, valor que se ha considerado en base a las recomendaciones del Reglamento de SEDAPAL en zonas de desarrollo de tipo popular; además de las experiencias profesionales del medio y tomando en cuenta a la aguda escasez de agua que padece la ciudad de Lima.*

*Es importante que la empresa responsable de la administración de los sistemas de agua potable en Lima Metropolitana (SEDAPAL) actualice los parámetros de diseño establecidos en su reglamento como por ejemplo; la determinación de la población de servicio, las densidades para asignar a las unidades de vivienda, la dotación de cada una de ellas, las variaciones de consumo conforme a la información obtenida con datos reales para cada distrito o área de Lima, los períodos de bombeo conforme a los requerimientos específicos a la zona; porque éstos parámetros son los que determinan el dimensionamiento de las obras de infraestructura y reflejan la magnitud de los recursos económicos invertidos en cada proyecto.*

*Los resultados del estudio hidrogeológico realizados en el área del proyecto muestran que el agua subterránea reúne las condiciones aceptables de potabilidad, y cumple con los requerimientos físicoquímicos establecidos por SEDAPAL y el Ministerio de Salud.*

*Normalmente, se debe de contar con equipos de reserva en los sistemas de Bombeo, pero algunas veces por el elevado costo, se deja implementar convenientemente; en este sentido, se puede contemplar a mayor número de unidades, cuya suma sea igual o mayor a la potencia requerida, a fin de contar con motores de menor capacidad entonces el costo del equipo de reserva será menor.*

*En la línea de impulsión se debe contar con accesorios de comprobada calidad (válvulas check, reguladoras de presión de alivio, etc); así mismo el mantenimiento debe ser constante y el personal lo más idóneo posible.*

*Se debe tener especial cuidado en las uniones y empalmes de las tuberías, durante el proceso constructivo.*

*El dispositivo a emplear para soportar el golpe de ariete, debe tener un control de calidad riguroso; pues es quien va a "soportar" o disminuir ostensiblemente su efecto. Esta condición es necesaria, para no sobredimensionar las clases de tuberías.*

*Los volúmenes de almacenamiento de los reservorios en el proyecto, de 600 m<sup>3</sup> para el R-1 y 300 m<sup>3</sup> para el R-2; han sido determinados sin considerar el factor 24/N debido a que incrementaríamos la capacidad de los reservorios y por consiguiente se elevarían los costos de construcción.*

*El Reservorio proyectado R-2 abastecerá a las zonas de presión I y II, las mismas que estarán interconectadas por una cámara reductora de presión CR-1 ubicada en la cota 635.00 m.s.n.m., regulada para trabajar con una presión a la salida de 11.70 m. de altura de agua. Asimismo, el Reservorio proyectado R-1 abastecerá a la III y IV zona de presión, las cuales estarán unidas por una cámara reductora de presión CR-2 ubicada en la cota 570.00 m.s.n.m. y se graduará de tal forma que la presión a la salida sea de 14.00 m. de altura de agua.*

*Para los sistemas de abastecimiento con varias zonas de presión con la fuente de agua ubicada en la parte baja, como el presente caso, es recomendable que los reservorios funcionen de cabecera y a su vez sirvan de transición para el rebombeo, porque los sistemas de rebombeo en reservorios flotantes, son de menor eficiencia. Se justifica el mayor costo inicial comparado con el costo de*

*operación para evitar el alto consumo en las partes bajas y el déficit en las partes altas.*

*De los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico para las zonas de presiones; I, II y III respecto a las presiones, se aprecia que tanto para las horas de consumo máximos y mínimos son mayores a las 10m. y menores a los 50m.; mientras que la zona de presión IV existen presiones máximas de 54.00m. 57.35m. Para las horas de máximo y mínimo consumo respectivamente, esto es justificable porque colocar otra cámara resultaría antieconómico.*

*Al ejecutarse este proyecto de abastecimiento de agua se garantizará eficiencia en el servicio de salud para la población ya que en estos momentos vienen atravesando dificultades en la demanda de agua, por lo cual la población esta propensa a adquirir diversas enfermedades debido a la falta de higiene y al hacinamiento.*

*Los sistemas de abastecimiento de agua administrados, operados y mantenidos convenientemente constituyen una de las principales barreras que contribuyen a prevenir la transmisión de enfermedades en la población usuaria y por lo tanto al mejoramiento de las condiciones de salud.*

---

**BIBLIOGRAFIA**

1. **AROCHA RAVELO, S.**  
*Abastecimiento de Agua. Venezuela, Ediciones Vega S.P.L, 1980.*
2. **ACEVEDO - ACOSTA**  
*Manual de Hidráulica. México, Harla H & ROW Latinoamericana, 1976.*
3. **CAMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCION**  
*Reglamento Nacional de Construcción, 8va. Edición. Lima, CAPECO, 1992.*
4. **HIDROSTAL**  
*Manual de Bombas Centrífugas. Lima, 1992.*
5. **HISDROSTAL**  
*Principios Básicos de Hidráulica para Bombas Centrífugas e Instalaciones.*
6. **JHONSON EDWARD, E.**  
*El Agua Subterránea y los Pozos. London, Wiley, 1975.*
7. **SEDAPAL**  
*Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao. Lima, SEDAPAL, 1994.*
8. **OLIVARES VEGA, J.**  
*Volúmenes de Almacenamiento. EN: Seminario de Abastecimiento de Agua UNIFFIA. Lima, 1991.*