

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACION**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



## **TRABAJO DIRIGIDO**

**“DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL  
SECUNDARIA Y DOMICILIARIA PARA LA POBLACIÓN DE  
PALOS BLANCOS”**

**Postulante: OMAR MENDOZA VALDEZ.**

**Tutor: Ing. OSCAR RICALDI TORREZ.**

**TARIJA – BOLIVIA**

Gestión 2012

**VºBº**

---

Ing. Oscar Ricaldi Torrez.

**TUTOR**

---

Ing. Luis Alberto Yurquina F.

**DECANO “F.C.Y.T.”**

---

MSc. Lic. Marlene Hoyos M.

**DIRECTORA “P.ET.”**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

---

Ing. Moisés Perales Avilés.

**TRIBUNAL**

---

Ing. Jacinto Santos Budia.

**TRIBUNAL**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas únicamente responsabilidad del autor.



## **DEDICATORIA**

- A la memoria de mí recordado padre.
- Con todo cariño a mi querida madre y hermanos, a mi amada esposa e hijos por la comprensión y apoyo brindado.

## **AGRADECIMIENTO**

- A todos los que desinteresadamente contribuyeron para la realización de este trabajo.

## **ÍNDICE GENERAL**

### **CAPÍTULO I**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>Página</b>
<b>1.1</b> Antecedentes .....	2
<b>1.2</b> Justificación .....	3
<b>1.3</b> Objetivos del estudio .....	4
<b>1.3.1</b> Objetivo general .....	4
<b>1.3.2</b> Objetivos específicos.....	4
<b>1.4</b> Alcance del trabajo .....	5

### **CAPÍTULO II**

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO**

<b>2.1</b> DIAGNÓSTICO SOCIOECONOMICO DE LA POBLACIÓN DE PALOS BLANCOS ....	7
<b>2.1.1</b> Ubicación geográfica.....	7
<b>2.1.2</b> Característica de las viviendas .....	8
<b>2.1.3</b> Infraestructura vial .....	8
<b>2.1.4</b> Equipamiento de transporte.....	9
<b>1.1.5</b> Servicio aeroportuario .....	9
<b>2.1.6</b> Comunicaciones .....	10
<b>2.1.7</b> Educación .....	10
<b>2.1.8</b> Salud .....	11
<b>2.1.9</b> Saneamiento básico .....	11
<b>2.1.9.1</b> Agua potable.....	11
<b>2.1.9.2</b> Letrinas .....	12
<b>2.2</b> EL MEDIO BIOFÍSICO .....	12
<b>2.2.1</b> Vientos .....	12
<b>2.2.2</b> Clima .....	12
<b>2.2.3</b> Precipitación fluvial.....	13
<b>2.2.4</b> Recursos hídricos .....	13

---

	<b>Página</b>
<b>2.3 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA POBLACIÓN DE PALOS BLANCOS</b> .....	14
<b>2.3.1</b> Producción agrícola.....	14
<b>2.3.2</b> Producción pecuaria .....	14
<b>2.3.3</b> Recursos turísticos.....	15
<b>2.4 RESERVAS DE GAS EN LA PROVINCIA O` CONNOR</b> .....	15

### **CAPÍTULO III**

#### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

<b>3.1 TIPOS DE MATERIALES PARA EL TENDIDO DE REDES DE GAS</b> .....	18
<b>3.2 TUBERIAS DE POLIETILENO</b> .....	18
<b>3.2.1</b> Característica del material de PE .....	19
<b>3.2.2</b> Alta resistencia química .....	20
<b>3.2.3</b> Comportamiento en función del tiempo.....	20
<b>3.2.4</b> Dilatación y contracción térmica.....	21
<b>3.2.5</b> Radio de curvatura de los tubos .....	22
<b>3.2.6</b> Resistencia al aplastamiento.....	22
<b>3.3 NORMAS PARA LA UTILIZACIÓN DE LAS TUBERIAS DE POLIETILENO</b> .....	22
<b>3.3.1</b> Verificación de cumplimiento .....	23
<b>3.3.2</b> Resistencia a la intemperie del tubo plástico .....	23
<b>3.3.3</b> Diseño de tubos de polietileno .....	24
<b>3.3.4</b> Métodos de unión .....	25
<b>3.4 CRITERIOS EN EL DISEÑO DE REDES</b> .....	25
<b>3.4.1</b> Trazado.....	26
<b>3.4.2</b> Seccionamiento de la red.....	27
<b>3.4.3</b> Presiones de suministro .....	28
<b>3.4.4</b> Velocidades del gas dentro de la tubería.....	29
<b>3.5 ACCESORIOS PARA TUBERIAS</b> .....	29
<b>3.5.1</b> Materiales .....	29
<b>3.5.2</b> Accesorios normales para unión de tuberías .....	30

---

	<b>Página</b>
<b>3.5.2.1</b> Accesorios de polietileno .....	30
<b>3.5.2.2</b> Accesorios de transición PE-Acero .....	31
<b>3.5.2.3</b> Prohibición de roscas.....	31
<b>3.6</b> VÁLVULAS DE BLOQUEO .....	31
<b>3.6.1</b> Válvulas en líneas de distribución.....	32
<b>3.7</b> ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL A UTILIZAR .....	32
<b>3.8</b> FORMULAS PARA EL CÁLCULO DE REDES.....	37
<b>3.8.1</b> Ecuación General de los Gases Perfectos.....	37
<b>3.8.2</b> Formula General o Racional. (Calculo de redes de alta presión).....	38
<b>3.8.3</b> Formula de Weymouth. (Calculo de ramales de gasoductos).....	39
<b>3.8.4</b> Formula de Renouard simplificada. (Calculo de redes de media y alta presión).....	41
<b>3.8.5</b> Formula del Doctor Poole. (Calculo de redes de baja presión).....	44
<b>3.8.6</b> Formula de Renouard. (Calculo de redes de baja presión) .....	44
<b>3.9</b> DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO .....	45
<b>3.9.1</b> Generalidades sobre el consumo .....	45
<b>3.9.2</b> Factor de simultaneidad .....	45
<b>3.9.3</b> Caudal pico residencial, comercial, industrial .....	46
<b>3.9.3.1</b> Caudal pico residencial o domestico .....	46
<b>3.9.3.2</b> Caudal pico comercial .....	46
<b>3.9.3.3</b> Caudal industrial.....	47
<b>3.10</b> PUENTE DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.....	47
<b>3.10.1</b> Ubicación del punto de abastecimiento (PRM).....	47
<b>3.11</b> CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN .....	48
<b>3.11.1</b> Parámetros de las presiones de diseño del (PRM).....	49
<b>3.11.2</b> Descripción del puente de regulación y medición.....	49
<b>3.12</b> DESCRIPCIÓN TECNICA DE LOS EQUIPOS (PRM) .....	50
<b>3.12.1</b> Filtro separador de partículas solidas .....	50
<b>3.12.2</b> Válvulas reguladoras .....	51
<b>3.12.3</b> Deposito del odorante.....	54
<b>3.12.3.1</b> Bomba odorizadora modelo LUM.....	55

---



	<b>Página</b>
<b>3.12.3.2</b> Controlador FL 50 .....	55
<b>3.12.3.3</b> Modo de funcionamiento .....	55
<b>3.12.3.4</b> Electro válvula solenoide.....	56
<b>3.12.4</b> Válvulas tipo aguja .....	56
<b>3.12.5</b> Válvula tipo esférica.....	56
<b>3.12.6</b> Accesorios soldables.....	56
<b>3.12.7</b> Bulones y tuercas.....	57
<b>3.12.8</b> Característica del manómetro .....	58
<b>3.12.9</b> Empaquetadura aislante .....	58
<b>3.12.10</b> Tubería de acero .....	58
<b>3.12.11</b> Sistema anti-explosivo.....	59
<b>3.13</b> PRUEBAS Y ENSAYOS DEL PUENTE DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.....	60

## **CAPÍTULO IV**

### **MEMORIA DE CÁLCULO**

<b>4.1</b> CONSIDERACIONES IMPORTANTES.....	62
<b>4.1.1</b> Condiciones de llegada del gas, a los puntos de consumo .....	62
<b>4.1.2</b> Condiciones del suministro .....	63
<b>4.2</b> CAUDAL DE DISEÑO .....	65
<b>4.2.1</b> Caudal pico residencial o domestico.....	65
<b>4.2.2</b> Caudal pico comercial.....	66
<b>4.2.3</b> Caudal industrial .....	67
<b>4.3</b> PRESIONES DE SUMINISTRO.....	67
<b>4.4</b> DESARROLLO DEL PROYECTO DE PALOS BLANCOS DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS.....	67
<b>4.4.1</b> Calculo de la demanda de gas .....	67
<b>4.4.1.1</b> Características del área consolidada de la localidad.....	67
<b>4.4.1.2</b> Periodo de diseño .....	68
<b>4.4.1.3</b> Información estadística del INE .....	68

---

	<b>Página</b>
4.4.1.4 Proyección de las viviendas.....	69
4.4.2 Calculo del caudal de diseño.....	73
4.4.2.1 Características generales de Palos Blancos .....	73
4.4.2.2 Características del gas de distribución .....	73
4.4.2.3 Consideraciones preliminares.....	74
4.4.2.4 Requerimiento energético de los aparatos considerados por el estudio..	74
4.4.2.5 Factor de simultaneidad.....	74
4.4.2.6 Caudal pico residencial y comercial.....	75
4.4.2.7 Caudal de diseño.....	76
4.4.2.8 Distribución de cargas .....	77
4.5 INGENIERIA DEL PROYECTO.....	78
4.5.1 Puntos de abastecimiento (PRM).....	78
4.5.2 Diseño de la red de distribución.....	78
4.5.3 Requerimiento de material .....	78
4.5.4 Cálculo de la red de distribución.....	79
4.5.4.1 Metodología de calculo .....	80
4.5.4.2 Cálculo de las presiones .....	82
4.5.4.3 Evaluación.....	82
4.5.4.4 Unidades empleadas por el programa.....	83
4.5.4.5 Presentación de resultados del software .....	83

## **CAPÍTULO V**

### **DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL DOMICILIARIA**

5.1 INTRODUCCIÓN .....	85
5.2 GAS NATURAL.....	86
5.2.1 Ventajas al obtener el servicio de gas natural domiciliario.....	87
5.2.2 Inconvenientes del gas natural domiciliario.....	91
5.2.3 Principales usos del gas natural.....	91
5.3 DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL GN EN EL DPTO. DE TARIJA .....	92

---

	<b>Página</b>
5.3.1 Composición y propiedades del gas natural de distribución .....	92
5.3.2 Identificación de los consumidores .....	93
5.3.3 Cantidad de usuarios .....	94
5.3.4 Tarifa por categoría de consumidor .....	95
5.4 REGLAMENTO Y NORMAS .....	95
5.5 INSTALACIÓN DOMICILIARIA INTERNA .....	96
5.5.1 Prolongación domiciliaria o acometida.....	96
5.5.1.1 Características de las prolongaciones domiciliarias .....	97
5.5.1.2 Reguladores de gas .....	98
5.5.1.3 Medidores de gas.....	100
5.5.1.4 Nichos o gabinetes de gas .....	101
5.5.1.5 Especificaciones técnicas del material a utilizar para la acometida .....	102
5.5.2 Cañería interna .....	105
5.5.2.1 Diámetros convencionales de las cañerías .....	107
5.5.2.2 Soportes de cañerías .....	107
5.5.2.3 Válvula o llave de paso.....	108
5.5.2.4 Accesorios y materiales .....	108
5.5.2.5 Pruebas .....	109
5.6 PLANTEO GENERAL DEL CÁLCULO DE LAS CAÑERÍAS DE GAS .....	110
5.6.1 Caudal circulatorio .....	110
5.6.2 Caída de presión .....	111
5.6.3 Caída de presión total .....	113
5.7 FORMULA PARA EL CÁLCULO DE CAÑERÍAS DE GAS A BAJA PRESIÓN .....	113
5.8 CÁLCULO DE LOS DIAMETROS DE CAÑERÍAS EN INSTALACIONES DOMICILIARIAS .....	116
5.8.1 Cálculo de la cañería interna .....	116
5.8.1.1 Caudal máximo de gas a consumir.....	116
5.8.1.2 Longitud de la cañería y longitud equivalente por accesorios .....	118
5.8.1.3 Pérdida de carga admitida .....	119
5.8.1.4 Densidad del gas .....	119

---

	<b>Página</b>
<b>5.8.1.5</b> Factor de simultaneidad.....	119
<b>5.8.2</b> Cálculo de las prolongaciones domiciliarias .....	120
<b>5.9</b> INSTALACIÓN DE APARATOS A GAS.....	121
<b>5.9.1</b> Características del local de instalación de aparatos .....	121
<b>5.9.1.1</b> Reglas para el volumen mínimo .....	121
<b>5.9.1.2</b> Alimentación de aire.....	122
<b>5.9.1.2.1</b> Llegada de aire directa.....	123
<b>5.9.1.2.2</b> Llegada de aire directa por paso a través de paredes exteriores	124
<b>5.9.1.2.3</b> Secciones mínimas .....	124
<b>5.9.1.2.4</b> Altura a la cual debe estar ubicado un ingreso de aire .....	125
<b>5.9.1.3</b> Evacuación de productos de combustión .....	125
<b>5.9.1.3.1</b> Aparatos de circuito estanco.....	126
<b>5.9.1.3.2</b> Requisitos generales para aparatos de circuito estanco .....	126
<b>5.9.1.3.3</b> Aparatos de circuito no estanco conectados .....	127
<b>5.9.1.3.4</b> Requisitos generales para aparatos no estanco conectados .....	127
<b>5.9.1.3.5</b> Aparatos no estanco no conectados .....	128
<b>5.9.1.3.6</b> Requisitos generales para aparatos no estanco no conectados	128
<b>5.9.1.4</b> Aireación .....	130
<b>5.10</b> ARTEFACTOS DOMESTICOS QUE UTILIZAN GAS .....	130
<b>5.11</b> INGENIERIA DEL PROYECTO.....	133
<b>5.11.1</b> Diseño de la red de distribución domiciliaria.....	133
<b>5.11.2</b> Calculo de la red de distribución domiciliaria .....	134
<b>5.11.2.1</b> Artefactos a instalar y consumos .....	134
<b>5.11.2.2</b> Consumo de diseño.....	134
<b>5.11.2.3</b> Longitudes parciales y longitudes artefacto-gabinete .....	135
<b>5.11.2.4</b> Tramo principal .....	135
<b>5.11.2.5</b> Longitudes equivalentes parciales .....	136
<b>5.11.2.6</b> Longitud equivalente total para cada tramo .....	137
<b>5.11.2.7</b> Longitud total de diseño para cada tramo.....	138
<b>5.11.2.8</b> Diámetros definitivos .....	138

---

## **CAPÍTULO VI**

<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>	<b>Página</b>
<b>6.1 GENERALIDADES .....</b>	<b>140</b>
<b>6.2 PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO.....</b>	<b>140</b>

## **CAPÍTULO VII**

### **MEDIO AMBIENTE**

<b>7.1 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.....</b>	<b>197</b>
<b>7.2 FUNDAMENTO.....</b>	<b>198</b>
<b>7.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.....</b>	<b>198</b>
<b>7.4 ELABORACIÓN DE LA FICHA AMBIENTAL Y MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....</b>	<b>199</b>

## **CAPÍTULO VIII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>8.1 CONCLUSIONES .....</b>	<b>210</b>
<b>8.2 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>211</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>212</b>

---

## **ANEXOS**

### **ANEXO N°1**

#### **PLANOS ILUSTRATIVOS Y ESQUEMAS**

- Esquema N°1:** Para un tendido de red secundaria de GN
- Esquema N°2:** Sistema de distribución de GN
- Esquema N°3:** Línea de servicio
- Esquema N°4:** Para un tendido de red secundaria
- Esquema N°5:** Sistema enderezador de vena
- Esquema N°6:** Accesorios de PE para tendido de tubería de GN
- Esquema N°7:** Accesorios para instalaciones de GN “1”
- Esquema N°8:** Accesorios para instalaciones de GN “2”
- Esquema N°9:** Accesorios para instalaciones de GN “3”
- Esquema N°10:** Válvulas de regulación para GN
- Esquema N°11:** Sistema de odorización
- Esquema N°12:** Simbología convencional para instalación de gas natural
- Esquema N°13:** Simbología convencional para instalación de gas natural

### **ANEXO N°2**

#### **PLANOS GENERALES DE DISEÑO**

- Plano N°1:** Plano de ubicación y datos generales de la localidad de Palos Blancos
- Plano N°2:** Plano de diseño de la red
- Plano N°3:** Detalle de accesorios

### **ANEXO N°3**

#### **REPORTE DEL CÁLCULO HIDRAULICO (CYPECAD)**

- Reporte N°1:** Descripción de la red de gas
  - Reporte N°2:** Descripción de los materiales empleados
  - Reporte N°3:** Formulación
  - Reporte N°4:** Combinaciones
  - Reporte N°5:** Resultados
-

**Reporte N°5.1:** Listado de nudos

**Reporte N°5.2:** Listado de tramos

**Reporte N°6:** Medición

**ANEXO N°4**

**PLANOS DEL CÁLCULO HIDRAULICO (CYPECAD)**

**Plano N°1:** Plano de dimensionamiento de diámetros y longitudes

**ANEXO N°5**

**MANUAL CYPECAD INGENIEROS GAS**

**ANEXO N°6**

**PLANO PUENTE DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN**

**Plano N°1:** Plano del puente de regulación y medición Palos Blancos

**ANEXO N°7**

**PLANO DISEÑO RED DE GAS NATURAL DOMICILIARIA**

**Plano N°1:** Plano de la instalación de la red de gas natural domiciliaria