

**MEMORIAS DE DISEÑO
RED INTERNA
GAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS**

**CONTRATO N°
0047-2020**

**FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS DEL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE, DEPARTAMENTO DE
SUCRE - BPIN 20211301011396 - INSTITUCIÓN EDUCATIVA TEC AGRO
SAN ONOFRE DE TOROBÉ SEDE PRINCIPAL**

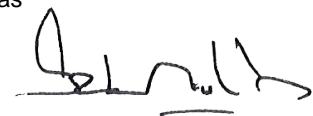
**“LA EJECUCIÓN DE LOS, ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FACTIBILIDAD Y DE
INGENIERIA DE DETALLE, LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA, FINANCIERA Y LEGAL
DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, IDENTIFICADOS DENTRO
DE LOS PLANES DE ACCIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN REGIONAL - PATR, DEL
PROGRAMA DE DESARROLLO CON ENFOQUE TERRITORIAL - PDET,
PRIORIZADAS POR LA AGENCIA DE RENOVACIÓN DEL TERRITORIO – ART”.**

BOGOTÁ DISTRITO TURÍSTICO Y CAPITAL

Según RESOLUCION 90902 de 24 de octubre de 2013 Reglamento Técnico de Instalaciones internas de gas combustible.

Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones para suministro de gas combustible deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad expedido por un organismo acreditado por la ONAC, o en caso de ser importados, el certificado será válido en Colombia cuando sea expedido por un organismo de certificación de producto extranjero acreditado y reconocido en el marco de los acuerdos multilaterales de reconocimiento. Ver resolución del Ministerio de Minas y Energía número 90902, capítulo 4, numeral 4.1.

Según NTC 3740. “las válvulas de corte deben estar construidas y marcadas de tal forma que permitan determinar visualmente y con facilidad a quienes la operan, la posición abierta o cerrada de la válvula” para esto es importante que el cuerpo de esta no quede embebido. Aplica Únicamente para Válvulas metálicas



**ING. CARLOS BELLO AVENA
ESPECIALISTA ING INGENIERÍA S.A.S**

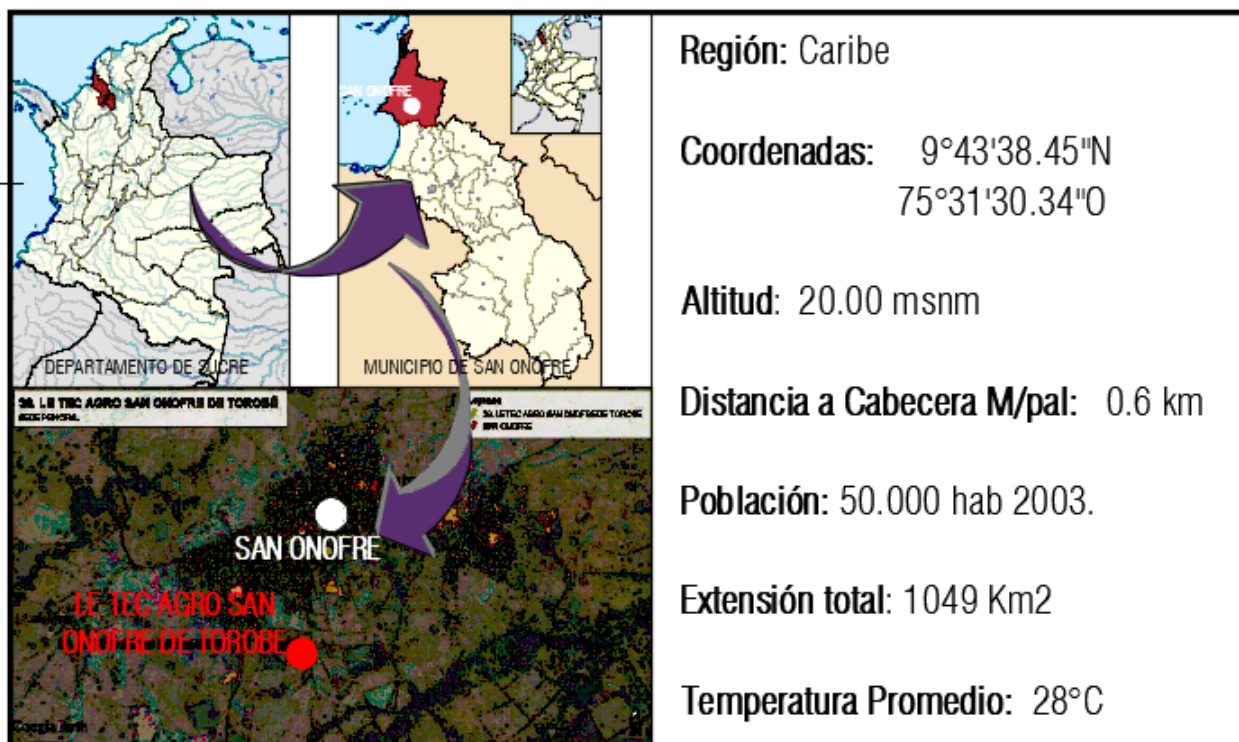
CONTENIDO

1. GENERALIDADES	3
1.1. Localización.....	3
1.2. Descripción del proyecto	3
1.3. Alcance.....	5
2. CRITERIOS DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	5
2.1. Criterios para la red de distribución	6
2.1.1. Generalidades.....	6
2.1.2. Determinación de las pérdidas.....	7
2.1.2.1. Media presión	7
2.1.2.2. Baja presión.....	10
2.1.3. Ventilación.....	13
2.1.3.1. Distancias y ubicación de rejillas	14
2.1.4. Tuberías y válvulas	15
2.1.5. Regulador.....	17
2.1.5.1. Regulador	17
2.1.6. Dimensionamiento de Tanques de GLP.....	18
2.1.7. Normas y legislación aplicable	20
3. CANTIDADES DE LA RED	21
4. REFERENCIAS	22

1. GENERALIDADES

1.1. Localización

Ilustración 1. Localización I.E. TÉCNICO AGROPECUARIA SAN ONOFRE DE TOROBE –SEDE PRINCIPAL.



Fuente: Elaboración del consultor, 2020.

1.2. Descripción del proyecto

la Institución Educativa I.E. TÉCNICO AGROPECUARIA SAN ONOFRE DE TOROBE – SEDE PRINCIPAL en cuanto al componente de redes de gas, requiere que se aborde una (1) zona principal a abastecer, siendo esta una cocina, para la atención de los requerimientos de preparación de alimentos a los estudiantes. Se resumen los aparatos contemplados para esta institución:

i). **Zona de cocina:** Esta zona albergará los aparatos necesarios para el funcionamiento del comedor escolar, en el cual se tendrán los siguientes aparatos.

1. Estufa de tres puestos, con una potencia nominal de 69266.48 BTU/h.
1. Estufa enana, con una potencia nominal de 40024.43 BTU/h.

Tabla 1. Resumen de aparatos y consumos en zona de cocina

Aparatos COCINA	Cantidad	Cons. unt (Qu) Kw	Qu (BTU/h)	Consumo Total m3/h
Estufa tres puestos	1	20.30	69266.48	1.78 m3/h
Estufa Enana	1	11,73	40.024,43	1,03 m3/h
TOTAL CONSUMO COCINA			2.81 m3/h	

Por experiencia del consultor en cuanto a las solicitudes de las empresas operadoras y prestadoras del servicio de gas en el territorio nacional, en el tramo inicial de la regulación, se diseñará la red tomando el consumo total del medidor (esto es en caso que se disponga de redes de distribución de gas natural en los proyectos) o de lo contrario, se tomará el consumo total de los aparatos (Casos de operación con GLP) de modo tal que se garantice la suficiencia de la red en estas condiciones de operación.

Además, como criterio para incluir las pérdidas del último tramo de la red hasta el regulador y/o medidor cuando aplique, se incluye una **distancia adicional de 0.80m** en los cálculos para el tramo inicial. Para el caso de esta institución educativa, no se disponibilidad de prestación de servicio mediante las acometidas de redes de gas natural, por tanto, **el proyecto se contempla con suministro de gas mediante cilindros de gas licuado de petróleo – GLP.**

1.3. Alcance

El presente informe incluye los parámetros y análisis de información que se tienen en cuenta para el desarrollo del sistema de gas del presente proyecto.

Es importante aclarar que, aunque la condición de operación del proyecto es con GLP, los cuadros de dimensionamientos se realizan para operación con Gas Natural, la cual, garantiza el funcionamiento de los aparatos sin inconveniente alguno y evita que se presenten futuros rediseños al momento de alcanzar la cobertura futura de redes de Gas Natural en las zonas de los proyectos.

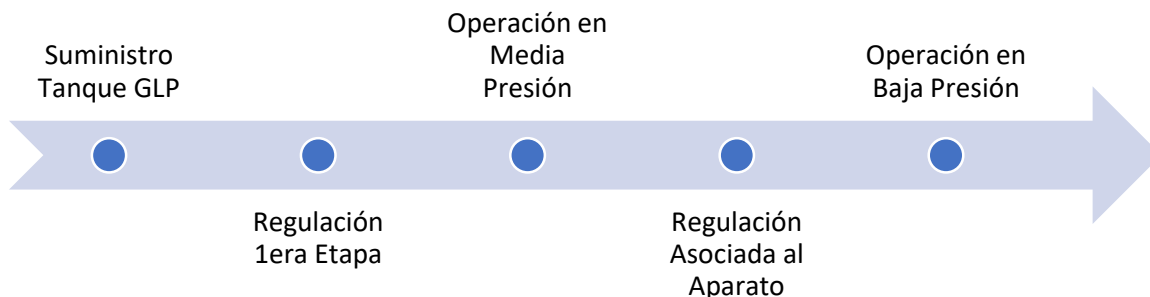
2. CRITERIOS DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

En este apartado se procederá a la definición de los criterios de diseño y configuración de operación adoptada para el desarrollo del proyecto, para este, la conexión se realizará a través de cilindros o tanques de GLP. Esta conexión se deberá realizar mediante la regulación y medición del fluido en la entrada a cada condición de operación de los aparatos.

Por la condición de operación mínima establecida en los manuales de operación de los aparatos propuestos, la cual dictamina que para operar los aparatos deben tener mínimo 28 mbar al inicio de su operación, será necesario que regulación y medición se realizará en dos (2) etapas.

Luego entonces, se iniciaría con una *regulación de primera etapa*, lo cual permitirá el suministro en condiciones de operación en *media presión*, la cual se mantendrá hasta antes de incluir una nueva regulación, la *regulación asociada sin venteo* que se aplicará a cada uno de los aparatos y permitirá que, una vez se haya regulado, los aparatos puedan operar en condiciones de *baja presión*.

Ilustración 2. Esquema de operación para la zona de cocina



Fuente: Elaboración propia, 2020.

2.1. Criterios para la red de distribución

2.1.1. Generalidades

El cálculo de las redes de distribución se realizará teniendo en cuenta la conexión de gas natural, a continuación, se relacionan algunos aspectos técnicos del fluido (Gutiérrez & Pulgarín, 2005).

Tipo de fluido: Gas natural

Gravedad específica: 0.67

Para condición de distribución en baja presión:

Presión de servicio: 28 mbar (Gas Natural)

Perdida admitida: 4 mbar

Mínima presión del sistema: 17 mbar

Tubería utilizada: Acero Galvanizado SCH 40

Para condición de distribución en media presión:

Presión de servicio:	344.5 mbar (Gas Natural). Se toman 343 en el diseño.
Perdida máxima por tramo:	10%
Máxima velocidad del sistema:	20 m/s
Tubería utilizada:	Acero Galvanizado SCH 40

2.1.2. Determinación de las pérdidas**2.1.2.1. Media presión**

Para las redes operando con regulación de primera etapa, que trabajan a media presión se utilizó la fórmula de Müller (Carmona, 2015).

$$Q = \frac{0.13}{G^{0.425}} * \left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{L} \right]^{0.575} * D^{2.725}$$

En dónde:

- Q=** Caudal del gas (m³/h)
- G=** Gravedad específica del gas
- D=** Diámetro de la tubería (mm)
- L=** Longitud de la red incluyendo longitud equivalente (m)
- P₁=** Presión absoluta al inicio del tramo
- P₂=** Presión absoluta al final del tramo

Para realizar la evaluación de condiciones de pérdidas de presión, sería necesario la utilización de la fórmula de Müller expresada en función de las presiones del tramo evaluado:

$$P_1^2 - P_2^2 = \left[\frac{Q \times G^{0.425}}{D^{2.725} \times 4.61 \times 10^{-5}} \right]^{1.7391} \times L$$

En la que se relacionan las pérdidas de presión, en función del caudal, diámetro y longitud del tramo. Para la condición de media presión en redes internas, la presión inicial será 5 PSI, los cuales corresponden 344.5 mbar, verificando que las pérdidas en cada uno de los tramos no sean superiores al 10% y que la velocidad no supere los 20 m/s (Sanchez, Gallego, & Álvarez, 2006).

Por motivos de seguridad, la presión manométrica que se permite manejar dentro de edificaciones, al trabajar en media presión en redes internas, inicia limitada a trescientos cincuenta (350) mbar o 5 psig (NTC 2505), *sin embargo, los reguladores asociados a los aparatos, comercialmente inician su regulación no en 5 psig, sino en 2 psig; este aspecto no modifica en lo absoluto los dimensionamientos de la red, manteniendo las condiciones de velocidad, pérdidas y presión.*

Así las cosas, una red de media presión dimensionada para trabajar en presión de 5 psig cumple condiciones de operación más críticas que una operando a 2 psig, por lo cual, consideramos pertinente solamente modificar en los planos y detalles de cada proyecto esta información y mantener, para efectos de criterios de diseño, las condiciones sobre las cuales se evaluó el comportamiento de la red de media presión, es decir 5 psig en la salida de la red. Por motivos de seguridad, en los diseños se trabajó con una presión de trescientos cuarenta y tres milibares (343 mbar). La cual es superior a la plasmada en regulación real, dando mayor seguridad al diseño de la red.

A continuación, se presentan los cálculos de media presión realizados para la institución educativa.

Tabla 2. Diseño de red en media presión para la zona de cocina

PROYECTO:		COLEGIOS ART - ING INGENIERÍA S.A.S.																																																																
IDENTIFICACION:		I.E. TÉCNICO AGROPECUARIA SAN ONOFRE DE TOROBE –SEDE PRINCIPAL.										RESUMEN APARATOS																																																						
PARÁMETROS DE DISEÑO												<table><tr><td>COCINA I.E</td><td>Cant</td><td>Cons unt (Qu) Kw</td><td>Qu (BTU/h)</td><td>Qu (m3/h)</td><td>Cons Total m3/h</td></tr><tr><td>Estufa 3 Puestos (Industrial)</td><td>1</td><td>20,3</td><td>69266,48</td><td>1,78</td><td>1,78</td></tr><tr><td>Estufa Enana</td><td>1</td><td>11,73</td><td>40024,43</td><td>1,03</td><td>1,03</td></tr><tr><td colspan="6"></td></tr><tr><td colspan="6"></td></tr><tr><td colspan="6"></td></tr><tr><td colspan="5">CONSUMO TOTAL</td><td>2,81</td><td>m3/hr</td></tr></table>										COCINA I.E	Cant	Cons unt (Qu) Kw	Qu (BTU/h)	Qu (m3/h)	Cons Total m3/h	Estufa 3 Puestos (Industrial)	1	20,3	69266,48	1,78	1,78	Estufa Enana	1	11,73	40024,43	1,03	1,03																			CONSUMO TOTAL					2,81	m3/hr		
COCINA I.E	Cant	Cons unt (Qu) Kw	Qu (BTU/h)	Qu (m3/h)	Cons Total m3/h																																																													
Estufa 3 Puestos (Industrial)	1	20,3	69266,48	1,78	1,78																																																													
Estufa Enana	1	11,73	40024,43	1,03	1,03																																																													
CONSUMO TOTAL					2,81	m3/hr																																																												
Densidad relativa del Gas (G)				0,67																																																														
Presión Atmosférica Utilizada (mbar)				899																																																														
Material de la Red de Gas				AG - SCH 40																																																														
Presión Máxima en la Salida: 5 PSI				344,74(mbar)																																																														
RED MATRIZ Pmín: 4140mbar(60PSI) P MAX: 7000 mbar																																																																		
Pérdida máxima por tramo				10%																																																														
Poder calorífico (Kwh/m3)				11,38																																																														
Máxima velocidad tramo				20 (m/s)																																																														
Calculo de la red de disribución a media presión (FORMULA DE MULLER)												$P_1^2 - P_2^2 = \left[\frac{Q \times G^{0.425}}{D^{2.725} \times 4.61 \times 10^{-5}} \right]^{1.7391} \times L$										Expresión para cálculo de velocidad en tramos																																												
																						Renouard Lineal																																												
																						$V = 354 * Q * P^{-1} * D^{-2}$																																												
Tramo	Caudal	Diametro Diseño		Longitud Real		Accesorios (cant)			Long. Equv	Long. Total	P1	P1 (Ab) Man*Atm	(P1 Abs)^2	P2 (Ab) Man*Atm	P2	P2	Pérdidas Absoluta en tramo	Pérdidas Manom. en tramo	Vetific.	Veloc. Tramo	Vetific.	Pérdidas en tramo	Presión disponib en tramo																																											
		Nomin	Inter	Horiz.	Verfic	Tee	Codo	Válv	(m)	(m)	(mbar)	P1+PA1m		Form. Muller	P2 (Ab)-PA1m	(PSI)	(%)	(%)		Renouard		Pt= P2-P1																																												
	(m3/h)	(in)	(mm)	(m)	(m)				(m)	(m)	(mbar)	(mbar)	(mbar)	(mbar)	(mbar)			(%)	(%)	m/s	(mbar)	(mbar)																																												
TK-S1	2,81	3/4	19,9	12,90	2,44	1	6	0	2,98	18,32	343,00	1242,00	1542564,0	1241,2	342,19	4,96	0,07	0,24	CUMPLE	2,02	CUMPLE	0,81	342,19																																											
S1-V2	2,81	3/4	19,9	0,15	0,42	1	0	1	1,09	1,66	342,19	1241,19	1540548,8	1241,1	342,12	4,96	0,01	0,02	CUMPLE	2,02	CUMPLE	0,07	342,12																																											
S1-V1	2,81	3/4	19,9	0,30	0,42	0	1	1	0,49	1,21	342,12	1241,12	1540367,2	1241,1	342,06	4,96	0,00	0,02	CUMPLE	2,02	CUMPLE	0,05	342,06																																											
V2-R2	1,78	3/4	19,9	5,05	0,52	0	5	0	1,70	7,27	342,06	1241,06	1540234,9	1240,9	341,92	4,96	0,01	0,04	CUMPLE	1,28	CUMPLE	0,15	341,92																																											
V1-R1	1,03	3/4	19,9	2,95	0,52	0	5	1	1,85	5,32	341,92	1240,92	1539874,0	1240,9	341,88	4,95	0,00	0,01	CUMPLE	0,74	CUMPLE	0,04	341,88																																											
* Se tiene entonces que en ningún tramo la caída de presión supera el 10% ni velocidad de 20 m/s.																																																																		
* Tampoco se tiene una variación de presión superior al 10% entre la presión inicial y la más baja del diseño de media presión.																																																																		
* El diseño de MEDIA PRESIÓN cumple con las condiciones de operación requeridas.																						PRESIÓN INICIAL EN TRAMO (Presión reg. 1era etapa en TK)				343,00																																								

Fuente: Elaboración propia, 2020.

2.1.2.2. Baja presión

Según lo especificado por la NTC 3838 que la máxima presión de operación admisible para este tipo de operación de redes es de 23 mbar (0.33 psig), adicionalmente se debe cumplir la condición que, para cada aparato, la presión debe satisfacer la mínima requerida para su funcionamiento, la cual puede ser consultada en las fichas técnicas de los aparatos adjuntas a esta memoria de cálculo.

Otro criterio que se debe comprobar es que la velocidad máxima del fluido en cada tramo de tubería no exceda los 20 m/s. Para realizar la verificación de las condiciones previas, se hará uso de la fórmula de Renouard, expresada de la siguiente manera:

$$\Delta P = 23200 * S * L_e * Q^{1.82} * D^{-4.82}$$

Dónde:

ΔP = Diferencia de presión entre el inicio y final de un tramo (mbar)

S = Densidad relativa del gas.

L_e = Longitud equivalente de tubería (m)

Q = Caudal en el tramo (m³/h)

D = Diámetro interno de la tubería (mm)

Para verificar velocidad, Renouard expresa la siguiente ecuación:

$$V = 354 * Q * P^{-1} * D^{-2}$$

Dónde:

V = Velocidad del gas (m/s)

Q = Caudal en el Tramo (m³/h)

P = Presión absoluta al final del tramo (bar)

D = Diámetro interior de la tubería (mm).

Resumiendo lo expresado previamente, para los cálculos se utilizarán los siguientes valores:

$$S = 0.67$$

$$L_e = \text{Longitud real afectada por un factor del 20\%}$$

$$P_{\text{Maxima Entrada Tramo}} = 28 \text{ mbar}$$

$$\Delta P_{\text{Máxima}} = 4 \text{ mbar}$$

$$P_{\text{mínima Tramo}} = 17 \text{ mbar o la mínima de operación del aparato.}$$

Luego se calcula la pérdida de carga real en la tubería utilizando el consumo de gas en cada tramo. A continuación, se presentan los tramos diseñados bajo la condición de baja presión.

Tabla 3. Diseño de red en baja presión para la zona de cocina

PROYECTO:		COLEGIOS ART - ING INGENIERÍA S.A.S.									
IDENTIFICACION:		I.E. TÉCNICO AGROPECUARIA SAN ONOFRE DE TOROBE –SEDE PRINCIPAL.									
1. PARÁMETROS DE DISEÑO											
Densidad relativa del Gas (S)		0,67									
Presión Atm. Utilizada (mbar)		1007									
Material de la Red interna de Gas		AG - SCH 40									
Poder calorífico (Kwh/m³)		11,38									
Presión Máxima en la Salida		28 (mbar)									
Presión Mín.Operación Aparatos		17 (mbar)									
Máxima velocidad tramo		20 (m/s)									
2. Resumen de aparatos en el diseño ZONA DE COCINA											
Aparatos CASINO	Cantidad	Consumo unt (Qu) Kw	Qu (BTU/h)	Qu (m3/h)	Consumo Total m3/h						
Estufa Ind. 3 puestos	1	20,30	69.266,48 BTU/h	≈1,78 m3/h	1,78 m3/h						
Estufa Enana	1	11,73	40.024,43 BTU/h	≈1,03 m3/h	1,03 m3/h						
			TOTAL CAUDAL COCINA		2,81 m3/h						
3. FORMULA DE RENOUARD LINEAL											
Cálculos			Velocidad								
$\Delta P = 23200 * S * L_E * Q^{1,82} * D^{-4,82}$			$V = 354 * Q * P^{-1} * D^{-2}$								
Calculo de Diámetros en RUTA CRÍTICA de la Red de Gas											
4. DISEÑO DEFINITIVO DE LA RED Calculo de la red de distribución (FORMULA DE RENOUARD LINEAL TRAMO A TRAMO, CON VERIFICACIÓN DE PRESIONES Y VELOCIDAD).											
Tramo	Longitud Real (m)		[Le= L+(L20%)] Equivalente	Caudal (m3/h)	Diametro Diseño		ΔP_{REAL} (mbar)	Presión Final tramo (mbar)	Presion Absoluta (bar)	Velocidad	
	Horiz.	Vert.			Nomin. (in)	Int. (mm)				(m/s)	Verific.
R1-1	0	0,3	0,36	1,03	1/2	15,80	0,01	27,99	1,03	1,41	CUMPLE
R2-2	0	0,3	0,36	1,78	3/4	20,96	0,01	27,99	1,03	1,39	CUMPLE
Se tiene entonces que para cada uno de los aparatos, se cumple con el suministro de la mínima presión de operación, según lo anotado en el manual de operación de cada equipo.											

Fuente: Elaboración propia, 2020.

2.1.3. Ventilación

De acuerdo con la Resolución No. 1509 del 5 de junio de 2009 que modificó la Resolución No. 14471 del 17 de mayo de 2002 de la Superintendencia de Industria y comercio, se tiene:

- Espacio confinado: Recinto cuyo interior es menor de 3.4 m^3 por cada Kw.
- Espacio no confinado: Recinto cuyo interior es mayor de 3.4 m^3 por cada Kw.

Revisando la norma NTC 3631 – Ventilación de Recintos Interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para uso doméstico, comercial e industrial – se tiene que:

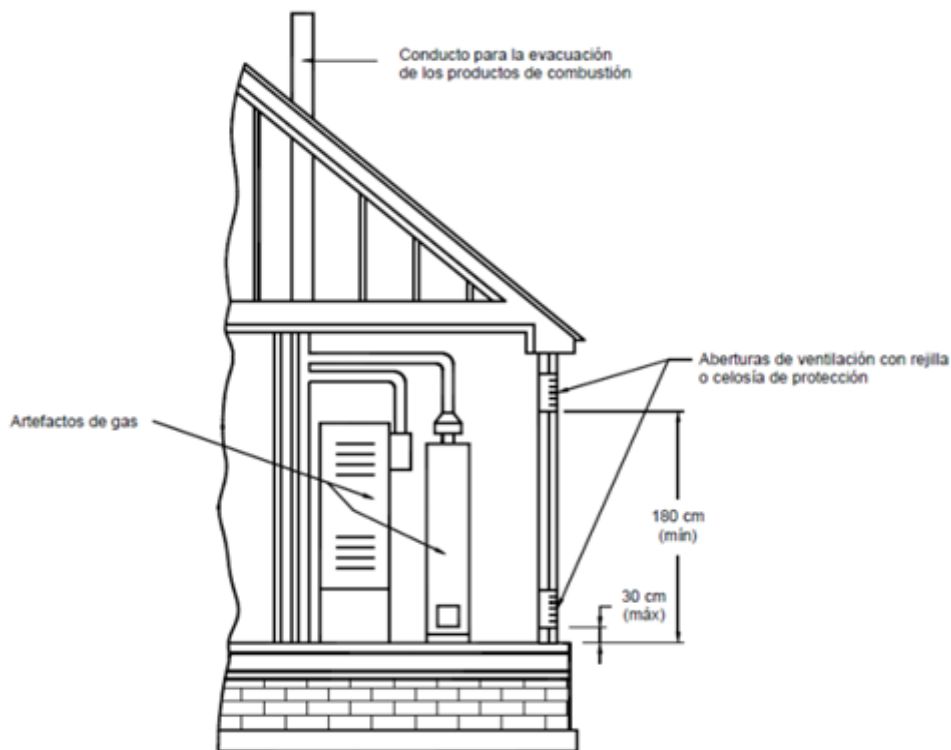
- La dimensión mínima de las aberturas de ventilación no debe ser menor de 8 cm.
- Cuando el espacio se comunica directamente con el exterior o cuando se comunica con el exterior mediante conductos verticales cada abertura (superior e inferior) debe tener un área libre mínima de 6 cm^2 por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el espacio inconfinado.
- De igual forma precisa que cuando el espacio se comunica con el exterior mediante conductos horizontales, cada abertura (superior e inferior) debe tener un área libre mínima de 11 cm^2 por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el espacio inconfinado.
- Si se desconoce el área interior libre de una rejilla o celosía utilizada para recubrir aberturas permanentes de ventilación de un espacio confinado, debe utilizarse solo el 60% del área total de cada abertura es espacio libre, en el caso que se utilicen celosías y rejillas metálicas; o el 20% del área total de cada abertura, para el caso en que se utilicen celosías y rejillas de madera.

2.1.3.1. Distancias y ubicación de rejillas

Para la ubicación de las rejillas de ventilación, se deberá tener en cuenta las siguientes disposiciones:

- La separación máxima entre las aberturas de ventilación y el techo (superior) o el piso (inferior) debe ser de 30 cm.
- Debe existir una separación de mínimo 40 cm entre cualquier abertura permanente y cualquier punto de salida de productos de la combustión.
- El lado mínimo para una abertura de ventilación es de 8 cm.

Ilustración 3. Ventilación de espacios confinados: aberturas permanentes que comunican en forma directa con la atmosfera exterior.



Fuente: Norma Técnica Colombiana – NTC 3631

Se presentan a continuación los cálculos correspondientes a los espacios en los que se ubican los artefactos.

Mediante la verificación en la herramienta de medición de áreas de AutoCad, se obtuvo que el área neta disponible para ventilación (quitando mobiliario), corresponde a **25.9 m²**.

Tabla 4. Verificación de ventilación para la zona de cocina

5. VERIFICACIÓN Y CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN								
5.1 Verificación de ventilación en COCINA								
Zona de CASINOS (Incluye área de cocina y área libre en zona de servicio caliente)								
Área Total Recinto (m2)	% Mobiliario	Área Total Diseño	Altura Recinto	Volumen Recinto	Kw Recinto	Vol. Req.	Verific. Confinado	
28,75	10	25,9	3	77,625	32,03	108,902	Confinado	
Mét. ventilación según NTC 3631: Método 1 (Ventilación superior e inferior) Como se trata de un ESPACIO CONFINADO, Se adoptará ventilación superior en ventanas en el recinto, se debe garantizar un área mínima de 193 cm2 libres para comunicación DIRECTA al exterior							¿Requiere ventilar?	Si requiere
								Tipo de comunicación al exterior
								Directa
								192,18 cm2 libres

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para el caso de la cocina, se coordinó la ventilación superior e inferior en puerta. La ventilación será directa al exterior con ventilación libre superior e inferior mínima de 247 cm² libres.

2.1.4. Tuberías y válvulas

Para el proyecto solo se utilizará tubería de acero galvanizado SCH 40, para las válvulas se deberá tener en cuenta que deben ser esféricas de cierre rápido mediante el giro del maneral en un cuarto de vuelta. Estas válvulas de corte operan con presiones inferiores a 6.9 kPa (1 psig), por lo cual deben cumplir con lo establecido en la norma NTC 3740.

A continuación, se anotan otros aspectos que deben tenerse en cuenta:

- Se ubicarán válvulas individuales antes del medidor y de cada aparato.

- Si un aparato queda desconectado se dejará la salida con válvula y tapón.
- La ubicación de las válvulas debe ser fácil colocación y operación, se alojará dentro de una caja con tapa cromada perfectamente visible.
- Las tuberías para gas deberán contar con protección mecánica cuando atraviesen techos, huecos de elementos de la construcción o cuando se deseen ocultar por motivos estéticos.
- Si existe la posibilidad de que las tuberías queden en contacto con agentes o medios corrosivos, se deberán revestir con materiales resistentes a la acción de estos agentes.
- Adicional a la protección que lleve la tubería e independiente de la forma de instalación, ésta se identificará mediante la aplicación de pinturas de color amarillo ocre que cumplan con las especificaciones de la NTC-3458, cuando sea aplicable.
- Si las tuberías van ocultas (enterradas, embebidas, por conductos, por camisas) el color de identificación irá en toda la longitud del tubo. Para tuberías a la vista el color de identificación puede aplicarse aplicando el tubo en toda su longitud o pintando una banda de 150 mm en los accesorios a ambos lados de cada válvula, en cada dispositivo y en otros puntos que se consideren necesarios en la longitud de la tubería.
- Para la tubería en acero galvanizado SCH 40, en tuberías embebidas es obligatorio el uso de pintura tipo epóxica, esta pintura puede servir como la pintura amarilla ocre necesaria para la identificación de la tubería. También, puede protegerse con pintura en polvo aplicada por procedimientos electrostáticos.
- En los sitios donde se presenta deterioro de la capa galvanizada durante el proceso de construcción, se requiere recuperar la protección de la zona afectada, por lo cual es necesaria la aplicación adicional de imprimantes anticorrosivos ricos en zinc, cuya selección se efectuará bajo las especificaciones de la NTC 2451.

2.1.5. Regulador

2.1.5.1. Regulador

El regulador es el elemento que mantiene una presión aproximadamente constante y preestablecida en una instalación. Para los reguladores de presión de etapa única, de segunda o tercera etapa, según el caso, se deberá verificar el cumplimiento de las condiciones críticas especificadas por la NTC 3838 (Icontec Internacional, 2017).

La ubicación del regulador quedará a continuación de la válvula principal del edificio y en el mismo gabinete, por lo que el sitio se ubicará en la parte exterior de la edificación teniendo en cuenta la inclusión de condiciones de ventilación y válvulas de seguridad del regulador.

La regulación del proyecto es en dos etapas, para la primera etapa se debe tener en cuenta que, para gas natural, se debe cumplir que:

Presión de entrada	Hasta 60 PSIG
Presión de salida	= 2 PSIG

Para la regulación de segunda etapa, se debe cumplir que:

Presión de entrada	=Hasta 2 PSIG
Presión de salida	= 28 mbar

Por motivos de seguridad, la presión manométrica que se permite manejar dentro de edificaciones, al trabajar en media presión en redes internas, inicia limitada a trescientos cincuenta (350) mbar o 5 psig (NTC 2505), *sin embargo, los reguladores asociados a los aparatos, comercialmente inician su regulación no en 5 psig, sino en 2 psig; este aspecto*

no modifica en lo absoluto los dimensionamientos de la red, manteniendo las condiciones de velocidad, pérdidas y presión.

Así las cosas, una red de media presión dimensionada para trabajar en presión de 5 psig cumple condiciones de operación más críticas que una operando a 2 psig, por lo cual, consideramos pertinente solamente modificar en los planos y detalles de cada proyecto esta información y mantener, para efectos de criterios de diseño, las condiciones sobre las cuales se evaluó el comportamiento de la red de media presión, es decir 5 psig en la salida de la red. Por motivos de seguridad, en los diseños se trabajó con una presión de trescientos cuarenta y tres milibares (343 mbar). La cual es superior a la plasmada en regulación real, dando mayor seguridad al diseño de la red.

Los centros de regulación se construirán consignados en el plano **No. G02** y se deben contar con ventilación. Dicha ventilación se determina de acuerdo con la NTC 2505, tercera actualización, numeral 5.5.1.

El área de entrada y salida de aire (S) del armario en cm² debe ser mayor o igual a diez veces la superficie en planta de dicho armario (A) en m², siendo el área mínima 20 cm².

$$S \text{ (cm}^2\text{)} \geq 10 A \text{ (m}^2\text{)}$$

$$S = 10 * (0.81\text{m} * 0.44\text{m})$$

$$S = 3.564$$

Luego entonces, se deberá cumplir que el valor de la ventilación mínima será de 20 cm².

2.1.6. Dimensionamiento de Tanques de GLP.

Se tiene que la capacidad de los cilindros a instalar, debe cumplir condiciones de operación normal durante, mínimo, un mes. Por lo cual, si se conoce la cantidad de

potencia instalada y la capacidad de suplir consumos de los cilindros, se puede establecer el número de cambios mensuales de cilindros, mediante el uso de la siguiente relación:

$$N_{Cambios} = \frac{F_{Simu} * C_{apar} * H_{oper} * D_{mes}}{C_{cilindro}}$$

Dónde:

$N_{Cambios}$ = Cantidad de cambios de cilindros mensuales

F_{Simu} = Factor de simultaneidad (se toma como 1)

C_{apar} = Consumo de aparatos (BTU/h)

H_{oper} = Horas de operación diarias de los aparatos (4)

D_{mes} = Días de clases durante el mes

$C_{cilindro}$ = Capacidad del cilindro (BTU)

Aplicando lo anteriormente anotado, se determina la cantidad de cilindros del diseño.

Tabla 5. Cálculo de cantidad de cilindros y días de cambio

CALCULO DE VAPORIZACION					
libras	D (diam)	vol (litros)	L (longitud)	H (vaporiz)	NT
40	0,304	42,9	0,59	65447,68	0,10
100	0,304	107,2	1,48	163542,92	0,04

H = D x L x C

NT = DMH / H

DMH: Demanda máxima hraria

NT: Numero mínimo de tanques

C: Factor de vaporizacion (ver Tabla 9,11 de Carmona)

Cálculos de cilindros, se toma un cilindro de 100 Lb (2.160.509 BTU) para el cálculo								
Factor de simultaneidad	Conjunto de aparatos instalados	Potencia en Kw	Potencia en BTU/h	Tiempo (h/día)	Días/mes	Capacidad Cilindro (Lb)	Capacidad Cilindro (BTU)	Cambios cilindros
1	1	32,03	109290,9083	2,5	20	100	2160509	2,53

Cantidad de cilindros a colocar: 2,00

Numero de días para cambio: 16 días hábiles
24 días calendario

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Luego entonces, deberán implementarse 2 cilindros en la institución educativa, con un recambio de los mismos aproximadamente a los 24 días calendario.

2.1.7. Normas y legislación aplicable

Las siguientes normas son de obligatorio cumplimiento en la ejecución de las instalaciones de gas combustible. Es responsabilidad del ejecutor y el interventor velar por el cumplimiento de estas.

- Resolución 14471 de la SIC.
- NTC 2505 Tercera Actualización. Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales y comerciales.
- NTC 3293 Aparatos Mecánicos. Reguladores Internos De Presión Para Equipos Que Funcionan Con Gas.
- NTC 3538 Aparatos mecánicos, Válvulas metálicas para gas accionadas manualmente para uso en sistemas en tuberías con presiones manométricas de servicio desde 6.8 Kpa (1 psi) hasta 861 Kpa (125 psi). Tamaños desde 6.35 mm (1/4 pulgadas) hasta 50.8 mm (2 pulgadas)
- NTC 3567 Conductos metálicos para la evacuación por tiro natural de los productos de la combustión del gas.
- NTC 3631. Ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para usos domésticos, comercial e industrial.
- NTC 3833 Dimensionamiento, construcción, montaje y evaluación de los productos de la combustión generados por los artefactos que funcionan con gas.
- NTC 3838 Gasoductos. Presiones de operación permisibles para transporte, distribución y suministro de gases combustibles.
- NTC 006 – COL Diseño de Instalaciones para Suministro de Gas de Uso Residencial Y Comercial.
- PE 057 CO-PO1 Criterios técnicos para la instalación de artefactos a gas de uso residencial y comercial. Instalaciones internas para suministro de gas en viviendas mono-espaciales.

3. CANTIDADES DE LA RED

A continuación, son presentadas las cantidades correspondientes al diseño de la red de gas de la institución educativa, en ella se incluyen redes y aparatos.

Tabla 6. Cantidades del diseño de redes de gas para la institución educativa.

CANTIDADES DEL DISEÑO INTERNO			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD
1	RED DE GAS INTERNA		
1.1	TUBERÍA DE POLIETILENO TRENZADA 1/2" L=1m	UN	1
1.2	TUBERÍA DE POLIETILENO TRENZADA 3/4" L=1m	UN	3
1.3	TUBERÍA DE POLIETILENO TRENZADA 1" L=1m	UN	N/A
1.4	TUBERÍA DE POLIETILENO TRENZADA 1 1/2"x3/4" L=1m	UN	N/A
1.5	VÁLVULA DE BOLA 1/2"	UN	N/A
1.6	VÁLVULA DE BOLA 3/4"	UN	2
1.7	VÁLVULA DE BOLA 1"	UN	N/A
1.8	VÁLVULA DE BOLA 1 1/4"	UN	N/A
1.9	REGULACIÓN DE PRIMERA ETAPA (MEDIA PRESIÓN)	UN	1
1.10	REGULACIÓN DE SEGUNDA ETAPA (BAJA PRESIÓN)	UN	N/A
1.11	REGULACIÓN ASOCIADO SIN VENDEO (BAJA PRESIÓN)	UN	2
1.12	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO SCH 40 DE 1/2"	m	0,32
1.13	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO SCH 40 DE 3/4"	m	25,99
1.14	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO SCH 40 DE 1"	m	N/A
1.15	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO SCH 40 DE 1 1/4"	m	N/A
1.16	TUBERÍA DE ACERO GALV. SCH 40 DE 1 1/2"	m	N/A
1.17	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO SCH 40 DE 2"	m	N/A
1.18	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO SCH 40 DE 3"	m	N/A
1.19	PUNTOS DE GAS ACERO GALVANIZADO 3/4"	UN	1
1.20	PUNTOS DE GAS ACERO GALVANIZADO 1/2"	UN	1
1.21	ESTUFA ENANA	UN	1
1.22	ESTUFA IND. 3 PUESTOS	UN	1
1.23	CILINDRO GLP 100 LB DE CAPACIDAD	UN	2
1.24	ESTUFA 4 PUESTOS DOMESTICA	UN	N/A
1.25	HORNO COMBIMASTER	UN	N/A
1.26	PLANCHA ASADORA	UN	N/A
1.27	MARMITA	UN	N/A
1.28	MECHEROS	UN	N/A
1.29	MOSTRADOR CALIENTE	UN	N/A
1.30	CALENTADOR DE PASO	UN	N/A

Fuente: Elaboración propia, 2020.

4. REFERENCIAS

- Carmona, R. (2015). *Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones*. (E. Ediciones, Ed.) Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- EPM. (2017). *Guía diseño de redes de gas*. Medellín: Empresas Públicas de Medellín.
- Gutierrez, E., & Pulgarín, E. (2005). *Desarrollo de software para el diseño de redes internas de gas natural y GLP, para edificaciones residenciales y comerciales*. (F. d.-D. combustibles, Ed.) Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana.
- Icontec Internacional. (2006). *Norma Técnica Colombiana - NTC 2505 Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales*. Bogotá.
- Icontec internacional. (2011). *Norma Técnico Colombiana-NTC 3631, Ventilación de recintos interiores donde se intalan artefactos que emplean gases combustibles para uso doméstico, comercial e industrial*. Bogotá, Colombia.
- Icontec Internacional. (2017). *Norma Técnico Colombiana - NTC 3838, Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles*. Bogotá.
- Sanchez, C., Gallego, O., & Álvarez, M. (2006). Diseño de la red de gas natural para el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid con énfasis en la acometida hacia la Planta de Etanol, área de servicios. *Revista Politécnica* N°3, 27-40.