

Unidad de Aprendizaje N°1:

Instalaciones de Gas en Media y Baja Presión.

Aprendizajes Esperados

1. Aplica técnicas de diseño de instalaciones de gas, de acuerdo a las especificaciones del proyecto y normativa vigente, justificando su decisión por medio de cálculos.

1. OBJETIVOS.

El objetivo de esta actividad es:

- Diseñar instalaciones de Gas en Baja Presión de acuerdo a especificaciones de proyecto.

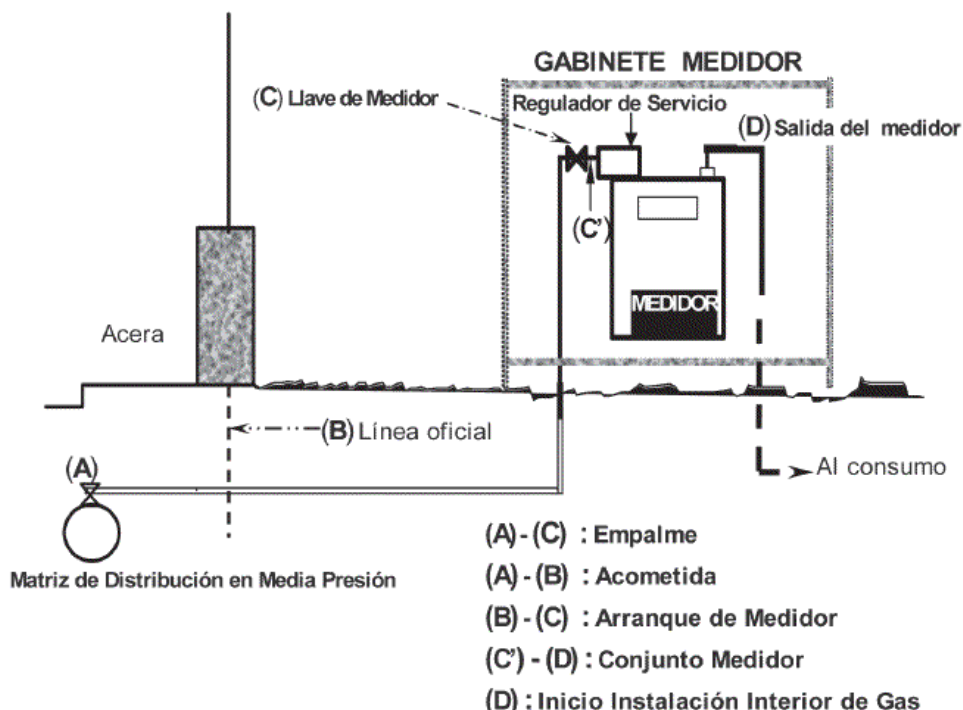
2. ANTECEDENTES GENERALES.

Instalación de Gas.

Los instrumentos, maquinarias, equipos, redes, aparatos, accesorios y obras complementarias destinadas al transporte y distribución de gas, incluyendo las instalaciones interiores de gas.

Instalación Interior de Gas.

Instalación de gas construida dentro de una propiedad particular y para uso exclusivo de sus ocupantes, ubicada tanto al interior como al exterior de los edificios o construcciones, destinada a conducir el gas hasta los artefactos y evacuar los gases producto de la combustión. La instalación interior comienza a la salida del medidor, cuando ella es abastecida desde una red de distribución; o a la salida del regulador de presión, cuando es abastecida mediante un equipo de GLP o una central de GLP sin medidores. Incluye la red interior de gas, los artefactos, los conductos de evacuación de gases producto de la combustión, elementos, accesorios y dispositivos necesarios para ello y obras complementarias.



Presión.

- **De operación.** Es la presión del gas a la cual está sometido el artefacto o equipo térmico durante las condiciones normales de operación.

- **De Servicio.** Presión de suministro a la Instalación Interior de Gas, para su normal operación, cuya magnitud estará dada por la característica de ésta. La presión de servicio (PS) se clasifica según su magnitud en:

Baja presión (BPS): $P < \text{UN} > 5 \text{ KPa}$

Media presión (MPS): $5 \text{ KPa} < P < \text{UN} > 600 \text{ KPa}$

Alta presión (APS): $P > 600 \text{ KPa}$.

- **Presión Máxima de servicio.** Presión máxima admisible, según diseño, a la cual puede operar un tramo o la totalidad de la Instalación Interior de Gas. Es la presión utilizada para determinar la regulación de los dispositivos de alivio o limitadores de presión instalados para proteger al sistema de sobre presiones accidentales.

Potencia (P).

Cantidad de calor transferido durante la unidad de tiempo. Se expresa en (kW) o (Mcal/hora).

- **Potencia Instalada Parcial (Pip).** Corresponde a la suma de las potencias nominales de los artefactos de una o varias instalaciones interiores.

- **Potencia Instalada Total (Pit).** Suma de las potencias nominales de los artefactos de una instalación de gas.

- **Potencia nominal (Pn).** Valor de la potencia expresada en kilowatt (kW), declarada por el fabricante de un artefacto a gas, en la placa de identificación del artefacto, según las disposiciones indicadas en las normas particulares.

Cantidad de calor producida por el artefacto a gas por unidad de tiempo, aprovechada para el uso destinado de dicho artefacto.

Poder Calorífico de un Gas.

Cantidad de calor liberado por la combustión completa de un gas con aire, obtenida a partir de las condiciones de ensayo, donde se considera que los productos de la combustión son enfriados a la misma temperatura inicial del ensayo. El valor que se obtiene a partir de las condiciones de ensayo se refiere, para efectos de comparación, a las condiciones normales o a las condiciones de referencia, según sea necesario.

- **Poder calorífico superior (PCS).** Aquel en que se considera que toda el agua formada durante la combustión se condensa.

- **Poder calorífico inferior (PCI).** Aquel en que se considera que toda el agua formada durante la combustión permanece en la fase gaseosa.

Instalaciones de Gas Natural en Baja Presión.

Los sistemas de tuberías de gas deberán estar instalados y ser de dimensiones que permitan proveer un abastecimiento de gas suficiente para alcanzar la máxima demanda, sin exceder las pérdidas máximas de presión establecidas entre el punto de abastecimiento y los artefactos que utilizan gas.

Previo a la conexión de equipo adicional al Sistema de Tuberías de Gas existente, se deberá verificar que dicho sistema tiene la adecuada capacidad para ello. Si ésta es inadecuada, se deberá aumentar la capacidad del sistema de acuerdo a los nuevos requerimientos o ser ampliado con la(s) tubería(s) de gas adicional(es).

Máxima Demanda de Gas.

- El volumen de gas a ser abastecido, en metros cúbicos estándar por hora (m³/h), se deberá determinar directamente a partir del consumo térmico nominal indicado por los fabricantes de los artefactos y equipos de gas a ser servidos.

Cuando no se indique la potencia de éstos y para estimar el volumen de gas requerido, se deberá contactar al proveedor de gas, al fabricante del equipo o a un laboratorio calificado, por la Autoridad Competente.

Una determinación aproximada se podrá obtener desde la Tabla V. Potencia Aproximada de los Artefactos Domésticos para Gas, de Uso Común.

Artefacto	Consumo Térmico Nominal	
	(Mcal/h)	(kW)
Cocina	8	9,3
Encimera	4	4,7
Horno	5	5,8
Calefón :		
- 5 (l/min)	11	13
- 10 (l/min)	20	23
- 13 (l/min)	26	30
- 16 (l/min)	30	35
Termo :		
- 130 (l)	9	10,5
- 200 (l)	9	10,5
- 260 (l)	12	14
- 330 (l)	12	14
Estufa :		
- Mural chica.	3	3,5
- Mural grande.	5	5,8
- Ambiental.	12	14
Secadora de ropa	17	20

Tabla V. Potencia Aproximada de los Artefactos Domésticos para Gas, de Uso Común.

Para tal efecto, los metros cúbicos estándar de gas (m^3) requeridos se obtienen dividiendo el consumo expresado en (Mcal/h) por el valor del poder calorífico en (Mcal/ m^3) del gas abastecido. El poder calorífico del gas se encuentra en la Tabla VI. Propiedades Físicas de los Gases y Condiciones de Referencia.

Tipo de Gas	Región	Propiedades Físicas Referenciales			Condiciones de Referencia
		Densidad relativa (d)	Poder Calorífico Superior, PCS	Viscosidad (cP)	288,16 K (15 °C)
Ciudad	Metropolitana	0,86	18,84 MJ/m ³ (4,5 Mcal/m ³)		95,6 kPa (717 mm Hg)
	VIIIª	0,93	21,78 MJ/m ³ (5,2 Mcal/m ³)		101,3 kPa (760 mm Hg)
Licuado Catalítico	Todas	1,6	95,04 MJ/m ³ (22,7 Mcal/m ³)	0,008	101,3 kPa (760 mm Hg)
Licuado	Todas	2,0	119,7 MJ/m ³ (28,6 Mcal/m ³)	0,008	101,3 kPa (760 mm Hg)
Natural	Vª y Metropolitana	0,59	37,54 (MJ/m ³) (9,0 Mcal/m ³)	0,012	101,3 kPa (760 mm Hg)
	VIIIª	0,59	40,56 (MJ/m ³) (9,7 Mcal/m ³)		
	XIIª	0,59	39,73 MJ/m ³ (9,5 Mcal/m ³)		

Tabla VI. Propiedades Físicas de los Gases y Condiciones de Referencia.

- Como base, para dimensionar la tubería de una instalación interior de gas, se deberá considerar que todos los artefactos o equipos están operando a su máxima capacidad en forma simultánea, es decir, factor de simultaneidad = 1,0.
- En las instalaciones industriales y comerciales, y previo estudio justificado ante la Superintendencia, se podrán adoptar valores del factor de simultaneidad inferior a uno (1).
- Para las matrices interiores que abastecen más de una vivienda, se podrán emplear los factores de simultaneidad indicados en la Tabla VII. Factores de Simultaneidad de acuerdo con la Cantidad de Instalaciones Interiores y Artefactos Conectados.

FACTORES DE SIMULTANEIDAD				
Abreviatura: C = Calefactor, Ca = Calefón y Co = Cocina				
Cantidad de instalaciones interiores	Co	Ca - Co	Ca - Co - C	Otros
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,50	0,82	0,84	0,93
3	0,73	0,63	0,57	0,76
4	0,64	0,54	0,59	0,66
5	0,58	0,43	0,54	0,61
6	0,54	0,43	0,49	0,57
7	0,50	0,40	0,46	0,54
8	0,43	0,38	0,45	0,51
9	0,46	0,36	0,43	0,49
10	0,44	0,34	0,41	0,48
11 - 15	0,40	0,31	0,38	0,44
16 - 20	0,35	0,27	0,35	0,40
21 - 30	0,32	0,24	0,32	0,38
31 - 44	0,28	0,21	0,29	0,35
45 - 53	0,26	0,19	0,28	0,32
59 - 72	0,24	0,18	0,27	0,31

Tabla VII. Factores de Simultaneidad. De acuerdo con la Cantidad de Instalaciones Interiores y Artefactos Conectados.

Dónde:

Co = Cocina.

Ca = Calefón.

E = Estufa.

Dimensiones.

Para dimensionar la tubería de una instalación interior de gas, se deberán considerar los siguientes factores:

- La caída de presión permisible desde el punto de abastecimiento hasta el equipo o al regulador de segunda etapa, se establece en la Tabla VIII. Pérdida Máxima de Presión Según el Tipo de Gas.
- Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
- Propiedades físicas del gas.
- Factor de simultaneidad

Caída de Presión Permitida.

- La pérdida de presión de diseño en cualquier sistema de tuberías, bajo las condiciones de máximo flujo probable, desde el punto de abastecimiento hasta la conexión de entrada del artefacto que utiliza gas, deberá ser tal que la presión de alimentación al artefacto sea mayor que la mínima presión requerida para su adecuada operación. En todo caso, la caída de presión no deberá exceder los límites indicados en la Tabla VIII.

Para las tuberías de gas que operen a presiones superiores a la de abastecimiento directo a los artefactos o equipos, cualquiera sea el tipo de gas, la velocidad de flujo deberá ser inferior a 40 (m/s).

Tipo de gas	Pérdida máxima de presión aceptable. Pa (1)	Descripción
Corriente	120	Entre la salida del medidor y cada uno de los artefactos.
Licuado	150	Entre el regulador de 2a. etapa y de simple etapa y cada uno de los artefactos.
Natural	120	Entre la salida del regulador de 2a. etapa y cada uno de los artefactos.
(1): Pa, Pascal, unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades, SI. 1 kPa = 0,010197 kgf/cm ² ; 0,145038 lbf/in ² .		

Tabla VIII. Pérdida Máxima de Presión Según el Tipo de Gas.

Cálculo de las Capacidades de los Tubos.

- Las capacidades de los tubos se pueden calcular utilizando las siguientes fórmulas.

Para presiones inferiores a 10 (kPa):

$$Q = 9,65 * 10^{-7,5} * K [D^5 * \Delta p / (d * L)]^{0,5}$$

$$P = 2,68 * 10^{-7,5} * K [D^5 * \Delta p / (d * L)]^{0,5} * PCS$$

Dónde:

Q = Caudal, en (m³).

P = Potencia de cálculo, en (kW).

K = Factor de fricción, según Tabla IX. Factor de Fricción K.

D = Diámetro interior del tubo, en (mm).

Δp = Pérdida de presión, en (Pa).

d = Densidad relativa del gas, según Tabla VI., ya citada.

L = Longitud de la tubería, en (m).

PCS = Poder Calorífico Superior del gas, en (MJ/m³), según Tabla VI.

VALOR DEL FACTOR DE FRICCIÓN K	
Designación convencional	K
3/8" a 1"	1.800
1 1/4" a 1 1/2"	1.980
2" a 2 1/2"	2.160
3"	2.340
4"	2.420

Tabla. Factor de Fricción K.

- Cuando los artefactos a gas estén ubicados a una altura superior a diez (10) metros respecto del punto de abastecimiento, se deberá considerar la variación de la presión con la altura en la tubería.

Para este efecto se aceptará la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\Delta p_h = 12 * (1 - d) * h ;$$

Donde:

Δp_h = Variación de la presión del gas con la altura, en (Pa).

d = Densidad relativa del gas, aire =1.

h = Altura, en (m).

Para el GLP se puede desestimar la pérdida de presión por altura (Δp_h), cuando ésta se compense aumentando la presión del regulador de gas; hasta un valor máximo de hasta 3,24 (kPa).

Procedimiento de Cálculo de Instalaciones de Gas en Baja Presión.

A los proyectos que consulten instalaciones interiores de gas en baja presión se le acompañará una memoria de cálculo, donde se indicará el procedimiento empleado para dimensionar la cañería.

Para el dimensionamiento de la cañería, SEC aceptará indistintamente las dos siguientes situaciones:

- a) El empleo de la fórmula siguiente:

$$P = 2,68 \cdot 10^{-5} \cdot K \cdot \left[\frac{D^5 \cdot \Delta P}{d \cdot L} \right]^{1/2} \cdot PCS$$

Donde:

P = Potencia de cálculo, en kW

K = Factor de fricción

D = Diámetro interior de la cañería, en cm

ΔP = Pérdida de presión en Pa

d = Densidad relativa del gas

PCS = Poder calorífico superior en MJ/m³

L = Longitud de la cañería en m

VALOR DEL FACTOR DE FRICCIÓN K

Designación convencional	K
3/8" a 1"	1.800
1 1/4" a 1 1/2"	1.980
2" a 2 1/2"	2.160
3"	2.340
4"	2.420

- b) Que el proyectista utilice otro método para dimensionar la cañería, siempre que en la memoria del cálculo respectivo, se justifique que el sistema utilizado corresponde a procedimientos de general aceptación en Ingeniería.

VARIACION DE LA PRESION CON LA ALTURA

Para ambas alternativas, cuando los edificios tengan una altura superior a los 10 m se debe considerar la variación de la presión con la altura.

Para estos efectos, se acepta aplicar la fórmula siguiente:

$$\Delta ph = 11,932 (1 - d) h$$

Donde,

Δph = Variación de la presión con la altura, en Pa

d = Densidad relativa del gas

h = Altura en m

Para el GL se podrá desestimar la pérdida de presión por altura, cuando ella se compense aumentando la presión de salida del regulador hasta un máximo de 3,24 kPa (330 mm. H₂O). Si eventualmente existieran discrepancias entre los resultados obtenidos a través del uso de la fórmula o utilizando otro método aceptado, estas situaciones se resolverán verificando el

dimensionamiento de la instalación interior de gas, mediante la aplicación de la fórmula racional y las correspondiente tablas de longitudes equivalentes de las piezas de cañería de COBRE y accesorios.

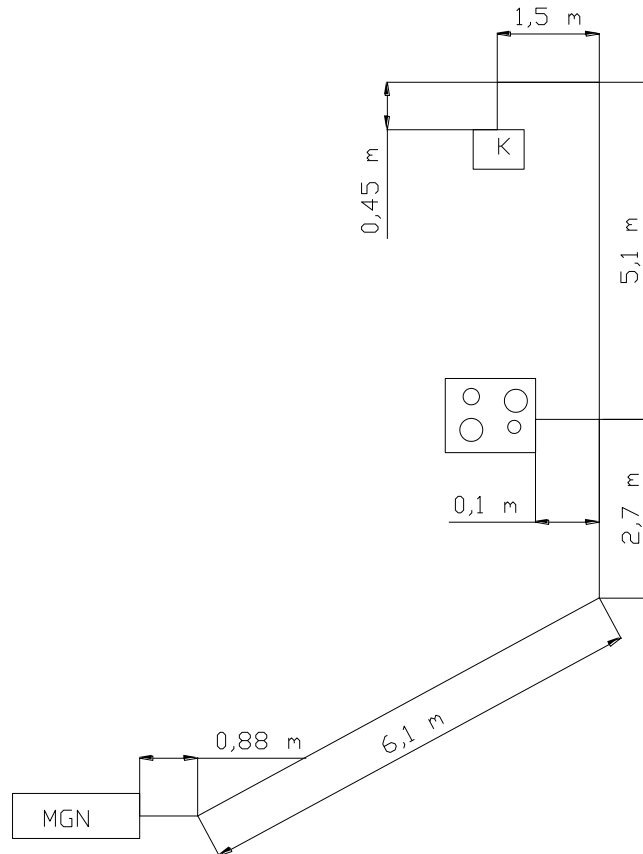
VARIACION DE LA PRESION CON LA ALTURA						
ALTURA		PRESION EN Pa				
m	N° Pisos	Incremento			Disminución	
		REGION METROPOLITANA	VIII Y V REGIONES	GN	Propano	Butano
5	2	18	22	25	27	56
10	4	36	44	50	55	113
15	6	54	66	75	82	169
20	8	72	89	100	110	226
25	10	89	111	125	137	282
30	12	107	133	149	164	338
35	14	125	155	174	192	395
40	16	143	177	199	219	451
45	18	161	199	224	247	508
50	20	179	221	249	274	564
55	22	197	244	274	301	620
60	24	215	266	299	329	677
65	26	233	288	324	356	733
70	28	250	310	349	383	790
75	30	268	332	374	411	846
80	32	286	354	398	438	902
85	34	304	376	423	466	959

Ejemplo de Diseño de Instalación de Gas en Baja Presión.

Diseñar la siguiente instalación de gas natural en baja presión.

Datos:

- Cocina 8 Mcal/h
- Calefón 20 Mcal/h



PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL DIAMETRO DE LAS CAÑERÍAS.

Para el diseño de las instalaciones, es necesario desarrollar una Tabla, para el procesamiento de los datos de diseño de la instalación de GAS LICUADO EN BAJA PRESION COBRE TIPO "L".

Para el diseño se comienza por el artefacto cuya cañería tenga una mayor potencia nominal (Pn) y/o mayor longitud. En este caso es el calefón.

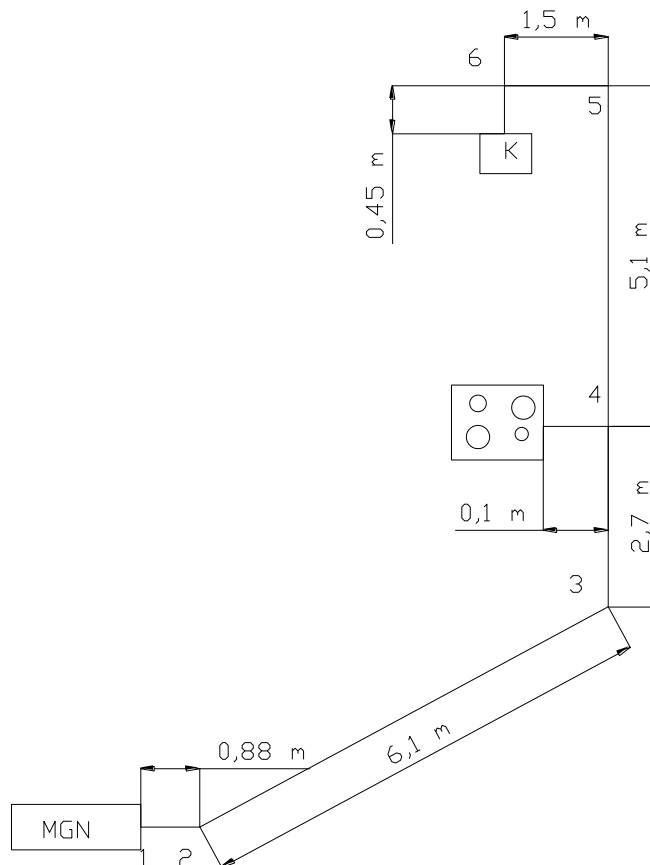
Cálculo para el Calefón

- Como las pérdidas máximas admisibles son 120 Pa para el total de las caídas parciales de los distintos tramos, se procederá a calcular, como en una primera tentativa, los proporcionales de los tramos de acuerdo con la ecuación:

$$\Delta P \text{ Proporcional} = \frac{\Delta P \text{ máximo}}{\text{Longitud Total}} \cdot \text{Longitud Tramo}$$

Una vez identificados los tramos y determinada la longitud de cada tramo y la longitud total, se vacían los datos en la tabla.

Tramos	L (m)	ΔP Proporcional	P real (Mcal/h)	Diámetro φ (cm)	ΔP	
					Proporcional	Tabla



Una vez determinadas las pérdidas proporcionales por tramo, determinamos los diámetros de las tuberías.

$$\phi = \sqrt[5]{\frac{L}{\Delta P} \cdot \left(\frac{PCT}{\text{Coeficiente} \cdot K} \right)^2}$$

En dependencia del diámetro calculado asumimos el diámetro real de las cañerías.

Tramos	Largo (m)	Ap Propor.	Pot Instal.	Diámetro.	Diám Real.	Ap Parcial.	Ap Total.
1 a 2	0.88	7	28	1.85	1.995	4.75	4.75
2 a 3	6.1	48	28	1.85	1.995	32.89	37.64
3 a 4	2.7	21	28	1.85	1.995	14.56	52.20
4 a 5	5.1	40	20	1.62	1.995	14.03	66.23
5 a 6	1.55	12	20	1.62	1.995	4.26	70.50
6 a 7	0.45	4	20	1.62	1.995	1.24	71.73

(D ^s) PARA CAÑERÍAS DE ACERO Y DE COBRE			
DESIGNACION COMERCIAL	Tubo de acero cm	Cañerías de Cobre cm Tipo "L"	Cañerías de Cobre cm Tipo "K"
3/8"	1,87	1,55	1,11
1/2"	6,25	5,08	4,3
3/4"	28,62	31,52	19
1"	100,8	114,73	103,25
1 1/4"	419,7	341,88	316,1
1 1/2"	945,8	817,69	753,52
2"	3383	3258	1125,05
2 1/2"	8721	9628,65	9058,36
3"	28735	23415,74	21951,21
4"	1118222	91318,22	90299,58

CAÑERÍAS DE COBRE TIPO "L" y "K"		
DESIGNACION COMERCIAL	Tipo "L" Diámetro interior cm	Tipo "K" Diámetro interior cm
3/8"	1,092	1,022
1/2"	1,384	1,34
3/4"	1,994	1,892
1"	2,604	2,528
1 1/4"	3,212	3,162
1 1/2"	3,824	3,762
2"	5,042	4,976
2 1/2"	6,262	6,186
3"	7,48	7,384
4"	9,92	8,598
5"	12,382	9,798
6"	14,846	12,206
8"	19,622	14,582

3. DESARROLLO

De acuerdo al plano de instalación de gas en baja presión adjunto, diseñar la instalación de acuerdo a las especificaciones del DS 66.

4. INSUMOS

Materiales.	Unidad.	Cantidad.	# Alumnos.
Set de planos	U	20	20
Escalímetro.	U	20	20
Lápiz grafito.	U	20	20
Goma borrar	U	20	20
Papel bond doble carta	resma	1	20

5. EQUIPAMIENTO

Equipos.	CANTIDAD	N° MAX ALUMNOS
Data Show.	1	20
Computador	1	20
Sala de computación.	1	20

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Instalaciones de Gas en Baja presión. www.procobre.cl, PROCOBRE
- Instalaciones de gas natural www.procobre.cl, PROCOBRE
- El ABC De Las Instalaciones De Gas, Hidráulicas Y Sanitarias Harper, Gilberto Enríquez
2010 Limusa S.a. De C.v.
- Alcantarillado, Gas y Electricidad. Matt Ruff. 2003 Salamanca
- Instalaciones de Gas. Quadri 1998 Alsina
- www.sec.cl, Decreto Supremo 66.