



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO PARA
GAS NATURAL**

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

P R E S E N T A:

ARTURO MEJÍA ARREOLA



**DIRECTOR:
ING. RAÚL GILBERTO VALDEZ NAVARRO**

OCTUBRE 2013

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	I
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA "INGENIERÍA Y DESARROLLO DE INSTALACIONES FÍSICAS"	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Historia de la empresa.....	2
1.3 Objetivo, Misión y Visión.....	2
1.4 Organigrama.....	3
1.5 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).....	4
1.6 Servicios Realizados en el periodo Julio 2012 – Julio 2013.....	5
CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DESEMPEÑADO EN LA EMPRESA	
2.1 Actividades realizadas del ingeniero de evaluación y ejecución de proyectos dentro de la empresa	6
CAPÍTULO 3 PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS	
3.1 Portal Polanco.....	10
3.2 Bayoneta No. 17.....	12
3.3 Municipio Libre No. 171.....	14
3.4 Comonfort No. 79.....	16
3.5 Instituto Técnico Industrial No. 68.....	17
CAPÍTULO 4 PROYECTO "CONJUNTO HABITACIONAL TREBOL AZCAPOTZALCO"	
4.1 Estudio de los planos arquitectónicos.....	19
4.2 Diseño de la IRC, evaluación, aprobación y cálculo de caída de presión.....	20
4.2.1 Memoria Técnico Descriptiva "Portal Azcapotzalco".....	20
4.3 Análisis de costos de la instalación integral de gas natural.....	25
4.4 Ejecución de la construcción de la instalación integral de gas natural, apegada a la norma oficial mexicana NOM-002-SECRE-2010.....	26
RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	30
APÉNDICE DE PLANOS	

INTRODUCCIÓN

Ingeniería y Desarrollo de Instalaciones Físicas, inicia sus operaciones en 2008, con un capital limitado, pero con el conocimiento y la experiencia en instalaciones de aprovechamiento de gas natural, como giro principal, de sus fundadores.

La principal actividad, como se mencionó, han sido las instalaciones de aprovechamiento de gas natural, pero también tenemos la experiencia y el conocimiento de cómo trabajar la canalización de la red secundaria en vía pública con tubería de polietileno de alta densidad.

Las instalaciones de aprovechamiento de gas natural, es el medio de conducción de dicho combustible para su consumo doméstico, que parte de la acometida que deriva de la red secundaria de polietileno de alta densidad hacia un “elevador” de acero, donde se encuentra una válvula de esfera de $\frac{1}{4}$ de vuelta.

Para el desarrollo de éste tipo de instalaciones, se explica en éste reporte, cuál es el procedimiento que se lleva a cabo, siempre apegados a la norma oficial e interna de Gas Natural Fenosa. Cabe mencionar que la importancia de éste reporte, destaca en cómo aplica, en mi caso, como pasante de ingeniero mecánico, los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería, para tener los criterios y saber resolver cualquier tipo de eventualidad relacionado con el tema, y que en su mayor parte es mecánica de fluidos.

Durante el periodo de junio de 2005 a julio de 2013, he participado en más de 1400 servicios, entre los que se destacan la conversión del servicio de gas LP a gas natural, el “Centro Urbano Presidente Alemán”, ubicado entre Eje 7 Sur, Parroquia, Adolfo Prieto y Av. Coyoacán en la colonia Del Valle, proyectos de nueva edificación que se exponen más adelante, y casas habitación en diferentes delegaciones de la ciudad.

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA “INGENIERÍA Y DESARROLLO DE INSTALACIONES FÍSICAS”.

1.1 ANTECEDENTES.

El descubrimiento del gas natural se remonta a épocas milenarias y se ubica en el Medio Oriente, donde se pudo comprobar la existencia de fugas de éste gas cuando al contacto con fuego o cualquier chispa, daban lugar a las llamadas “fuentes ardientes”.

En Persia, Grecia y la India, se levantaron templos alrededor de éstas “llamas eternas”, pero ellos no reconocieron inmediatamente la importancia de éste descubrimiento.

Fue en China, alrededor del año 900 antes de nuestra era, donde se comprendió la importancia de éste producto. Los chinos perforaron el primer pozo de gas natural que se conoce en el año 211 antes de nuestra era. En ese entonces, las primeras obras de canalización de gas natural se realizaba con “tubería” de los troncos del árbol de bambú.

En Europa no se conoció el gas natural hasta que fue descubierto por Gran Bretaña en 1659, aunque no se empezó a comercializar hasta 1790. En 1821, los habitantes de Fredonia (E.U.A.) observaron burbujas de gas que remontaban hasta la superficie en un arroyo. William Hart, considerado como “el padre del gas natural”, excavó el primer pozo norteamericano de gas natural.

Durante el siglo XIX el gas natural fue utilizado casi exclusivamente como fuente de energía para generar electricidad. Su consumo permaneció de manera muy local por la falta de infraestructura para canalizar el gas a grandes distancias. En 1890 se produjo un importante cambio con la invención de las juntas a prueba de fugas en los gasoductos.

No obstante, las técnicas existentes no permitieron transportar el gas natural a más de 160 kilómetros de distancia por lo que el producto se quemaba o se dejaba en el mismo lugar. El transporte del gas natural a grandes distancias se generalizó en el transcurso de los años veinte, gracias a las mejoras tecnológicas aportadas a los gasoductos. Después de la segunda guerra mundial, el uso del gas natural creció rápidamente como consecuencia del desarrollo de las redes de gasoductos y de los sistemas de almacenamiento.

En los primeros tiempos de la exploración del petróleo, el gas natural era frecuentemente considerado como un subproducto sin interés que impedía el trabajo de los obreros forzados a parar de trabajar para dejar escapar el gas natural descubierto en el momento de la perforación. Hoy en día, en particular a partir de las crisis petroleras de los años 70, el gas natural se ha convertido en una importante fuente de energía en el mundo.

1.2 HISTORIA DE LA EMPRESA.

Ingeniería y Desarrollo de Instalaciones Físicas, es una empresa que surge en 2008, con la iniciativa del Arq. Arturo Mejía Chávez, y de quien escribe éste reporte, a raíz de la necesidad de independizarse y querer superarse personal y profesionalmente, teniendo como objetivo trascender como empresa líder en instalaciones, y poder expandir nuestras operaciones prácticamente a cualquier tipo de sistema físico que se pueda implementar en cualquier ámbito, con el conocimiento, experiencia y capacidad que poseemos.

A través del curso de años anteriores, conocimos y adquirimos los procedimientos tanto administrativos como técnicos para la realización de construcción de tuberías para la conducción de gas natural en distintas índoles, canalización subterránea de la línea de gas, construcción de acometidas, y las instalaciones de aprovechamiento. Es así como decidimos registrarnos como Empresa Colaboradora (EC) de Gas Natural México S.A. de C.V., Comercializadora Metrogas S.A. de C.V. y/o Gas Natural Servicios S.A. de C.V., para poder efectuar actividades de comercialización, proyecto y construcción de instalaciones de conformidad con los contratos firmados por la EC con las empresas mencionadas.

Todo procedimiento se apega a la norma oficial mexicana vigente NOM-002-SECRE-2010 [1], donde se especifica el criterio que se debe seguir para la realización de éstas instalaciones.

Como todo comienzo, no fue fácil iniciarse como empresa, ya que aunque nos conocen dentro de Gas Natural Fenosa estando empleados por otra empresa colaboradora, el hecho de hacerse de una cartera de clientes, comprar herramienta, material, certificar mano de obra, así como instrumentación ocupada para las diferentes etapas que conlleva un proyecto de éste tipo de instalaciones, implican varios meses e inversión tanto tiempo, como capital económico, y poder organizar y conformar un equipo de trabajo, tanto con recursos humanos, como con recursos activos y pasivos.

Finalmente, a lo largo de éstos más de cuatro años de intensa labor por los que se han tenido que sortear y superar diferentes adversidades, se ha podido consolidar como una empresa seria, estable, responsable y de toda la confianza de nuestros diversos clientes, tanto constructoras como para mismo Gas Natural Fenosa. Se cuenta con una plantilla laboral de 11 personas, entre administrativos, vendedores y personal técnico.

1.3 OBJETIVO, MISION Y VISION.

Objetivo

Brindar a todos y cada uno de nuestros distintos clientes, un servicio confiable, eficiente, apegado a las normas oficiales vigentes que nos rigen, para satisfacer sus necesidades en cuanto a instalaciones de gas natural se refiere.

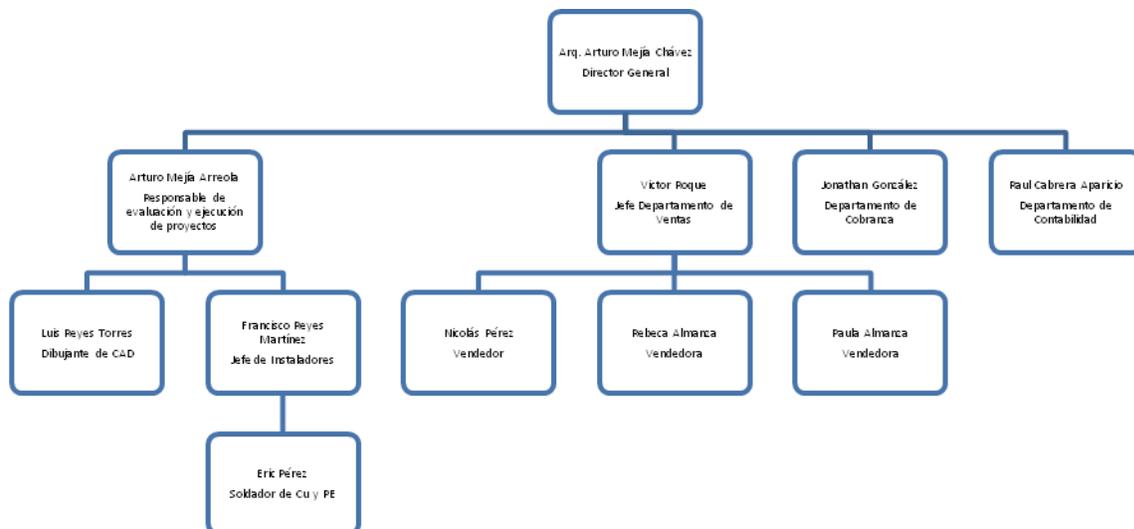
Misión

Cumplir, dar propuestas y soluciones, así como estudiar hasta el **más** mínimo detalle de cualquier proyecto que esté en nuestras manos para no dejar nada a la improvisación; que todos nuestros recursos humanos estén capacitados y tengan lo mínimo necesario para que trabajen, garantizando su seguridad y su porvenir, y así, realicen todos su labor con gusto y entusiasmo, situación que se verá reflejada en la completa satisfacción del cliente.

Visión

Mantener elevados los estándares de calidad de nuestros servicios, incrementando nuestra fuerza de trabajo y ofrecer al cliente nuevas tecnologías disponibles. Que todos y cada uno de nuestros colaboradores sientan compromiso con la empresa, porque la empresa tiene compromiso con ellos, con lo que se pretende crecer integralmente y expandirse dentro de la Ciudad de México, así como en los estados del interior de la República.

1.4ORGANIGRAMA.

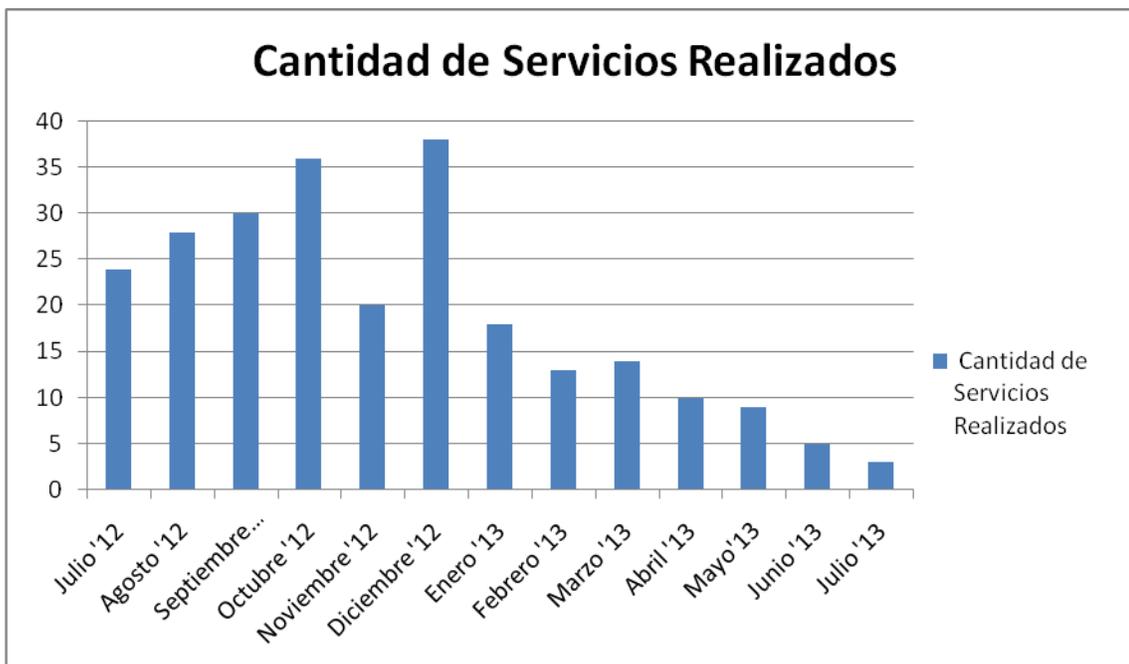


1.5 ANÁLISIS DE FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS (FODA)

- Fortalezas: amplia experiencia y conocimiento técnico en el campo de instalaciones de gas natural, dominio de las normas aplicables vigentes, tanto oficiales como internas de Gas Natural Fenosa a nivel internacional, que nos permite tener una aplicación y un criterio suficiente para poder desarrollar nuestro trabajo con profesionalismo, compromiso, calidad y responsabilidad, sin dejar nada a la improvisación y siempre teniendo un fundamento en todos los trabajos ejecutados.
- Oportunidades: tenemos dentro del grupo de Gas Natural Fenosa, la posibilidad de ampliar nuestras operaciones y subir de categoría como empresa colaboradora, debido a la calidad en la ejecución de nuestros trabajos, a distintas ciudades, como Toluca, Guanajuato o Monterrey. Por otra parte, también podemos crecer involucrándonos y apostando aún mas en otro tipo de instalaciones, como la eléctrica, pues si hablamos de un sistema físico, podemos homologar sistemas, considerando únicamente qué tipo de fluido y conductor estamos tratando, así como tener que conocer y aplicar las normas correspondientes, pero siempre con el mismo principio de cualquier sistema. Esto generaría más empleos, mayor desarrollo y mayores ingresos.
- Debilidades: como toda empresa, siempre y en todo momento, se trata de un proyecto perfectible y nunca acabado, y encontrar nuestras deficiencias y la manera de superarlas, es lo que promueve el crecimiento y obtener una mayor eficiencia en sus operaciones. Se ha dejado de buscar clientes como sería lo ideal, por atender y cumplir con los compromisos que actualmente se tienen. En este caso, debemos reclutar personal capaz de buscar, atender, negociar y darle seguimiento como se debe y merece un cliente nuevo, para así, sumar y ampliar nuestra cartera de clientes. Esto conlleva obviamente a una inversión de capital a un tiempo determinado, con el que desafortunadamente no se cuenta para solventar el tiempo que se requiere para que reditúe. Una alternativa para cubrir éste tema es la búsqueda de un crédito que nos dé margen de maniobra suficiente para alcanzar éste objetivo. Una vez ampliado nuestro campo de acción, requeriremos también de mayor personal técnico capacitado y certificado para poder realizar dichos trabajos.
- Amenazas: el rubro en el que nos manejamos es el de la construcción, pues como se sabe, es un detonante muy importante para que la economía de un país se vea afectada de manera positiva o negativa, y nosotros estamos en primer plano cuando éste rubro se ve afectado de cualquiera de las dos maneras mencionadas. Dependemos de la actividad que desempeñen nuestros clientes, aunado a los tiempos y lineamientos que las autoridades gubernamentales dictan para la obtención de una licencia de construcción, que en ocasiones no es con la

celeridad que nosotros deseásemos, lo que nos lleva a periodos intermitentes de no percibir ingresos por no poder trabajar, pero obligados a pagar la nómina, lo que genera una desestabilización económica. Cuando ésta situación se da, son momentos críticos con una secuencia en cadena, pues si nuestros clientes no pueden ejecutar obra, nosotros no podemos trabajar, generar ingresos y por ende, se tiene que descansar trabajadores, se interrumpe la continuidad y la inercia que la empresa lleva a lo largo de un periodo.

1.6 SERVICIOS REALIZADOS EN EL PERIODO JULIO 2012 – JULIO 2013 (248 EN TOTAL).



CAPTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DESEMPEÑADO EN LA EMPRESA.

2.1 ACTIVIDADES REALIZADAS DEL INGENIERO DE EVALUACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DENTRO DE LA EMPRESA.

El ingeniero de evaluación y ejecución de proyectos debe tener conocimientos sólidos en diversas áreas, tales como: diseño, mecánica y dinámica de fluidos, materiales, corrosión, manejo de software de Diseño Asistido por Computadora (CAD), capacidad de organizar y liderar personal bajo su mando, análisis de costos, interpretar planos arquitectónicos y tener conocimiento de las normas que rigen un tipo de instalación, que son la NOM-002-SECRE-2010 [1] y la norma técnica interna de Gas Natural Fenosa [3].

A continuación se enlistan los pasos a seguir como ingeniero de evaluación y ejecución de proyectos en la realización y ejecución de cualquier trabajo para la instalación integral de gas natural en un edificio habitacional:

1. Informar al edificador, sobre las bondades y ventajas de una instalación de gas natural, y las diferencias respecto al gas L.P., en caso de que éste no conozca el servicio.
2. Solicitar al edificador los planos arquitectónicos para evaluar el proyecto, ubicando los aparatos de consumo, y determinar también que su proyecto esté apegado a la norma [4]. Se debe tomar en cuenta las ventilaciones correspondientes en el área donde se encuentran los gasodomésticos, tanto para que exista una combustión adecuada en los aparatos, como para la evacuación de los gases producto de la combustión.
3. Se diseña la trayectoria de la instalación receptora común "IRC", para posteriormente, calcular la caída de presión, con la fórmula de Renouard cuadrática, cuya expresión se utiliza para presiones mayores de 100 mbar y es la siguiente[1,2,3,7]:

$$P_1^2 - P_2^2 = 48.6 \times d_r \times L_E \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} \quad \text{Ec. 1}$$

donde:

P1 y **P2** son las presiones absolutas (la efectiva o relativa más la atmosférica) al inicio y al final de un tramo de instalación en bares

d_r es la densidad relativa del gas, que equivale a 0.6

L_E es la longitud equivalente del tramo en metros

D es el diámetro interior de la conducción en [mm]

Q es el caudal máximo de simultaneidad en [m³/h] y se calcula de la siguiente manera [7]:

$$Q = A + B + \frac{C+D+\dots+N}{2} \quad \text{Ec. 2}$$

donde :

A y B= Caudales de los dos aparatos de mayor consumo en [m³/h]

C, D, ..., N = Caudales del resto de aparatos en [m³/h]

Se ha de tener en cuenta además que ésta fórmula es válida siempre que:

La velocidad del gas dentro de la conducción no supere los 20 [m/s], para evitar turbulencia dentro de la tubería, lo cual generaría desgaste interno prematuro y mayor pérdida de presión, así como para evitar que la velocidad del fluido se interponga en la formación de óxido de cobre, capa que protege al material del fenómeno de corrosión [6].

La velocidad del gas en [m/s] es calculada con la siguiente expresión[1,2,3,5,7]:

$$V = 354 \times Q \times P^{-1} \times D^{-2} \quad \text{Ec. 3}$$

donde:

Q es el caudal máximo de simultaneidad en [m³/h]

P es la presión absoluta al final del tramo en [bar]

D es el diámetro interior de la conducción en [mm]

Todos estos cálculos los realizo en una hoja de cálculo, misma que presento en el siguiente capítulo, por cuestiones de costos y abatir tiempos.

4. Una vez que se tiene en CAD la trayectoria de la instalación, así como el cálculo de caída de presión correspondiente, lo llevo a revisión con un técnico en comercialización e instalaciones a las oficinas corporativas de Gas Natural Fenosa, para que sea autorizada y se pueda dar inicio a un convenio que se tiene que firmar entre la empresa constructora, Gas Natural Fenosa e Ingeniería y Desarrollo de Instalaciones Físicas.
5. Se realiza la construcción de la instalación integral para el uso y consumo de gas natural en la edificación, la cual conlleva la siguiente secuencia:
 - 5.1 Se supervisa la instalación; la tubería debe estar señalizada con pintura color amarillo cromo o amarillo Toledo, debe estar sujeta a una determinada distancia entre sujeciones, que esté debidamente aislada en las sujeciones para evitar corrosión por par galvánico, utilizar tubería de cobre tipo "L", o multicapa de polietileno-aluminio-polietileno, o CPVC-aluminio-CPVC (policloruro de vinilo clorado), instalar válvulas adecuadas, realizar pruebas de hermeticidad a la tubería, que el instalador esté certificado ante la Asociación Mexicana de Gas Natural, al igual que el ingeniero de evaluación y ejecución de proyectos para poder realizar cualquier tipo de instalaciones de éste tipo[1,2,3,5,7].



Fig. 1. Tubo multicapa CPVC - AI – CPVC [8].

- 5.2 Terminada la construcción de la instalación, se procede a realizar una prueba de hermeticidad (PH) con un manómetro, si la instalación receptora común (IRC) no excede una longitud de 100 metros, por un periodo de 2 horas, y cuya presión no debe variar en lo absoluto. Para los casos en que la longitud de la IRC sea mayor de 100 metros, se lleva a cabo la prueba de hermeticidad con manómetro y manógrafo o termomanógrafo; éste último es un instrumento que mide la presión interna de la tubería, así como la temperatura ambiente, y hace un registro en una gráfica de ambos parámetros en un periodo de 24 horas, de las cuales, la presión debe ser la misma al principio como al final de la prueba. Para cualquier caso, la instalación se somete a una presión de 6.5 kg/cm². La instalación se somete a más de tres veces su presión de trabajo normal, que es de 1.5 kg/cm² a 2 kg/cm² [3].



Fig. 2. Manómetro.



Fig. 3. Manógrafo

- 5.3 Al tiempo en que se ejecutan los trabajos, se lleva la realización de un “libro de obra”, el cual se compone de los avances que se van realizando por día, así como las incidencias, material ocupado para su construcción, certificado de control de calidad de material, certificado de acreditación del instalador, el cual tiene una validez de dos años, y certificados de calibración la instrumentación empleada para la prueba de hermeticidad, cuya vigencia es de 6 meses.
- 5.4 Toda labor que se realice con todos los colaboradores, debe estar avalada por una unidad verificadora de control de calidad [3], que en éste caso se trata de *Bureau Veritas*, y cuando éste ente aprueba tanto por inspección visual como por hermeticidad que la línea conductora de gas natural está en condiciones de hacerlo, se abre la válvula de la acometida para que entre en funciones la instalación.
6. Para el diseño y cálculo de caída de presión de las instalaciones receptoras individuales (IRI), o lo que se conoce como la instalación de conducción de gas natural para cada departamento, se sigue el mismo criterio que se explica del punto 1 al 6, teniendo las siguientes variaciones:
- 6.1 La relación matemática para el cálculo de caída de presión cambia por la siguiente aproximación de Renouard lineal para presiones menores a 100mbar [2,3,7]:

$$\Delta P = 23200 \times d_r \times L_E \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} \quad \text{Ec. 4}$$

donde:

d_r es la densidad relativa del gas

L_E es la longitud equivalente del tramo en [m]

Q es el caudal en [m³/h]

D es el diámetro interior de la conducción en [mm]

El cálculo en este caso se basa en que la pérdida de presión no sea mayor al 5%, o que al final de la trayectoria llegue a 18 [mbar], para garantizar un buen funcionamiento en los aparatos de consumo.

La prueba de hermeticidad se puede hacer con manómetro de columna de agua, o un manómetro certificado, y se somete durante 10 minutos a una presión de 150 [mbar].

CAPITULO 3. PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS.

3.1. PORTAL POLANCO.



Fig. 4. Desarrollo "Portal Polanco"

Proyecto de edificio plurifamiliar de 121 departamentos en donde se realizó la instalación integral de gas natural. Como se describe en el capítulo anterior, se siguieron los pasos indicados, sin embargo, siempre resultan variantes, como en este caso, que el edificador no proporcionó los planos arquitectónicos, por lo que se hizo un recorrido físico a la obra para conocer el proyecto, y así, poder determinar el diseño de la trayectoria a seguir. Hecho lo cual, se dibujó en CAD la trayectoria (plano A1), para después, realizar el cálculo de caída de presión. La longitud de ésta instalación es de 239.9 [m].

Tabla 1. Cálculo de diámetros de IRC Portal Polanco.

Cálculo de Diámetros Instalación Común IRC													
Dirección: LAGO MASK No. 205				Sector: Noroeste				Cantidad de llaves: 121					
Delegación: BENITO JUAREZ				Empresa: ARTURO MEJIA CHAVEZ				Longitud de instalación: 239,90					
Colonia: ANAHUAC													
Tramo	L m	Loq m	Qs m3/h	Dc mm	Dn mm	Dnr pulg.	Material	PI (bar)	ΔP (mbar)	Pf (mbar)	V m/s	flujos suministrados en este tramo	Factor de sim para este tramo
A-B	3,25	3,9	76,26	27,64	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	1	0,004142979	0,995857	13,1097	121	0,35
B-C	11,40	13,68	3,15	5,62	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,995857	0,000438805	0,995418	1,4060	5	0,35
C-D	0,60	0,72	3,15	5,62	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,995418	2,30977E-05	0,995395	1,4060	5	0,35
B-E	9,00	10,8	73,10	27,15	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	0,995395	0,010666685	0,994728	12,6384	116	0,35
E-F	8,50	10,2	9,00	9,53	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,984728	0,002224363	0,982504	4,0432	10	0,5
F-G	0,60	0,72	4,50	6,74	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,982504	4,44951E-05	0,982460	2,0216	5	0,5
F-H	9,00	10,8	4,50	6,74	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,982460	0,000667546	0,981792	2,0223	5	0,5
H-I	0,60	0,72	4,50	6,74	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,981792	4,4511E-05	0,981748	2,0224	5	0,5
E-J	6,20	7,44	95,43	31,15	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	0,981748	0,012022115	0,969725	16,6241	106	0,5
J-K	0,60	0,72	95,43	31,16	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	0,969725	0,001167327	0,968558	16,6339	106	0,5
K-L	0,60	0,72	4,50	6,77	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,968558	4,48103E-05	0,968513	2,0360	5	0,5
K-M	1,40	1,68	63,65	25,46	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	0,968513	0,001304183	0,967209	11,1021	101	0,35
M-N	0,60	0,72	5,40	7,42	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,967209	6,24867E-05	0,967147	2,4449	6	0,5
M-O	0,50	0,6	59,87	24,70	26,04	1	Cobre rígido L	0,967147	0,001146371	0,966000	15,8981	95	0,35
O-P	3,97	4,764	59,87	24,76	26,04	1	Cobre rígido L	0,966000	0,009126024	0,956874	15,9722	95	0,35
P-Q	8,00	9,6	55,46	23,95	26,04	1	Cobre rígido L	0,956874	0,016102176	0,940772	14,9181	77	0,4
Q-R	0,60	0,72	5,40	7,47	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,940772	6,33379E-05	0,940709	2,4782	6	0,5
Q-S	3,41	4,092	4,05	6,47	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,940709	0,00021326	0,940495	1,8588	5	0,45
S-T	0,60	0,72	4,50	6,82	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,940495	4,54583E-05	0,940450	2,0654	5	0,5
Q-U	6,00	7,2	59,42	24,89	26,04	1	Cobre rígido L	0,940450	0,013800537	0,926649	16,1008	66	0,5
U-V	0,60	0,72	3,78	6,28	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,926649	3,33358E-05	0,926616	1,7474	6	0,35
U-W	1,50	1,8	54,02	23,75	26,04	1	Cobre rígido L	0,926616	0,002913332	0,923703	14,6595	60	0,5
W-X	3,30	3,96	43,21	21,27	26,04	1	Cobre rígido L	0,923703	0,004278074	0,919425	11,7538	60	0,4
X-Y	0,60	0,72	4,32	6,73	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,919425	4,26666E-05	0,919382	2,0046	6	0,4
X-Z	2,00	2,4	48,62	22,58	26,04	1	Cobre rígido L	0,919382	0,00321899	0,916163	13,2455	54	0,5
ZA1	6,80	8,16	48,62	22,32	26,04	1	Cobre rígido L	0,967147	0,01069896	0,956448	12,9727	54	0,5
A1-B1	2,50	3	38,89	19,98	26,04	1	Cobre rígido L	0,956448	0,002629506	0,953818	10,3922	54	0,4
B1-C1	0,60	0,72	4,32	6,63	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,968558	4,16017E-05	0,968516	1,9545	6	0,4
B1-D1	1,00	1,2	43,21	20,89	26,04	1	Cobre rígido L	0,982460	0,001256963	0,981203	11,3872	48	0,5
D1-E1	0,60	0,72	4,32	6,61	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,981792	4,13239E-05	0,981751	1,9415	6	0,4
D1-F1	20,40	24,48	37,81	19,65	26,04	1	Cobre rígido L	0,981748	0,020213718	0,961534	10,0638	42	0,5
F1-N1	8,30	9,96	17,29	13,29	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,969725	0,007183195	0,962542	7,8419	24	0,4
N1-S1	0,60	0,72	4,32	6,63	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,968558	4,16017E-05	0,968516	1,9545	6	0,4
N1-U1	5,54	6,648	4,32	6,63	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,968513	0,000384164	0,968129	1,9549	6	0,4
N1-O1	6,00	7,2	10,80	10,50	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,967209	0,00220749	0,965002	4,8950	12	0,5
O1-P1	0,60	0,72	5,40	7,42	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,967147	6,24886E-05	0,967084	2,4449	6	0,5
O1-Q1	4,94	5,928	5,40	7,42	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,966000	0,000514849	0,965485	2,4469	6	0,5
Q1-R1	0,60	0,72	5,40	7,44	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,956874	6,28167E-05	0,956811	2,4578	6	0,5
F1-G1	2,50	3	12,96	11,58	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,940772	0,001298898	0,939473	5,9514	18	0,4
G1-H1	0,60	0,72	5,40	7,47	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,940709	6,33399E-05	0,940645	2,4782	6	0,5
G1-I1	1,00	1,2	9,72	10,03	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,940495	0,00030775	0,940188	4,4619	12	0,45
I1-J1	0,60	0,72	5,40	7,47	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,940450	6,33484E-05	0,940387	2,4786	6	0,5
I1-M1	19,38	23,256	5,40	7,51	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,926649	0,002061879	0,924588	2,4989	6	0,5
P-V1	16,03	19,236	12,96	11,66	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,926616	0,008405254	0,918211	6,0173	18	0,4
V1-W1	0,60	0,72	5,40	7,51	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,923703	6,38999E-05	0,923639	2,5001	6	0,5
V1-X1	1,00	1,2	9,72	10,09	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,919425	0,000311128	0,919114	4,5109	12	0,45
X1-Y1	0,60	0,72	5,40	7,52	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,919382	6,40437E-05	0,919318	2,5058	6	0,5
X1-A2	19,38	23,256	5,40	7,53	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,916163	0,002073175	0,914090	2,5126	6	0,5

Posteriormente, se hizo una prueba de hermeticidad con manómetro certificado y termomanógrafo.

3.2 BAYONETA NO. 17.



Fig. 5. Plurifamiliar Bayoneta 17.

Proyecto edificio habitacional plurifamiliar, donde se llevó a cabo la instalación integral de gas natural de 66 viviendas en la delegación Benito Juárez. Al edificador proporcionar los planos arquitectónicos, se procedió a realizar el diseño de la trayectoria, al igual que el cálculo de caída de presión. Como se puede observar en los planos A2 y A3, se integran los isométricos tanto de la instalación receptora común (IRC) con una longitud de 146.3 [m], así como el de la instalación receptora individual (IRI).

Tabla 2. Cálculo de diámetros de IRC Bayoneta 17.

Cálculo de Diámetros Instalación Común IRC													
Dirección: BAYONETA No. 17				Sector: Noroeste				Cantidad de llaves: 66					
Delegación: BENITO JUAREZ				Empresa: ARTURO MEJIA CHAVEZ				Longitud de instalación: 146,31					
Colonia: SAN PEDRO DE LOS PINOS													
Tramo	L m	Leq m	Qs m3/h	Dc mm	Dn mm	Dnr pulg.	Material	PI (bar)	ΔP (mbar)	Pf (mbar)	V m/s	llaves suministradas en este tramo	Factor de sim para este tramo
A-B	17,75	21,3	41,59	20,51	26,04	1	Cobre rígido L	1	0,020730199	0,979270	10,9709	66	0,35
B-C	10,15	12,18	41,59	20,58	26,04	1	Cobre rígido L	0,979270	0,011952337	0,967317	11,0376	66	0,35
C-D	1,40	1,68	41,59	20,59	26,04	1	Cobre rígido L	0,967317	0,001654302	0,965663	11,0469	66	0,35
D-E	4,65	5,58	41,59	20,62	26,04	1	Cobre rígido L	0,965663	0,005504665	0,960158	11,0779	66	0,35
E-F	1,50	1,8	4,50	6,78	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,960158	0,000112508	0,960046	2,0448	5	0,5
F-G	1,74	2,088	4,50	6,78	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,960046	0,000130517	0,959915	2,0449	5	0,5
G-H	1,24	1,488	4,50	6,78	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,959915	9,30175E-05	0,959822	2,0450	5	0,5
H-I	4,67	5,604	4,50	6,79	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,959822	0,000350355	0,959472	2,0454	5	0,5
I-J	1,24	1,488	4,50	6,79	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,959472	9,30385E-05	0,959379	2,0455	5	0,5
J-K	3,14	3,768	4,50	6,79	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,959379	0,000235617	0,959143	2,0457	5	0,5
K-L	0,50	0,6	4,50	6,79	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,959143	3,75213E-05	0,959106	2,0457	5	0,5
E-M	1,40	1,68	38,44	19,86	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,959106	0,005215208	0,953891	17,5172	61	0,35
M-N	0,50	0,6	4,50	6,80	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,953891	3,76222E-05	0,953853	2,0512	5	0,5
N-S	23,80	28,56	35,29	19,47	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,953853	0,077519695	0,876333	16,7461	56	0,35
S-T	1,40	1,68	35,29	19,50	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,876333	0,004659965	0,871673	16,7878	56	0,35
T-U	2,65	3,18	10,80	10,79	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,871673	0,001024446	0,870649	5,1419	15	0,4
U-V	0,50	0,6	4,50	6,97	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,870649	3,92963E-05	0,870610	2,1425	5	0,5
V-W	3,33	3,996	8,10	9,35	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,870610	0,000762984	0,869847	3,8581	10	0,45
W-X	0,50	0,6	4,50	6,97	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,869847	3,93132E-05	0,869807	2,1434	5	0,5
X-Y	4,50	5,4	4,50	6,97	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,869807	0,000353856	0,869454	2,1438	5	0,5
T-Z	5,40	6,48	25,84	16,75	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,869454	0,010243775	0,859210	12,3735	41	0,35
Z-Z	0,50	0,6	4,50	6,99	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,859210	3,95381E-05	0,859170	2,1557	5	0,5
Z-AC	11,49	13,788	25,93	16,89	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,859170	0,022127469	0,837043	12,5664	36	0,4
AC-AE	7,47	8,964	8,64	9,76	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,837043	0,0019607	0,835082	4,1933	12	0,4
AE-AF	0,50	0,6	5,40	7,72	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,835082	5,58214E-05	0,835026	2,6209	6	0,5
AF-AG	4,50	5,4	5,40	7,45	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,835082	0,000471903	0,833381	2,4621	6	0,5
AC-AH	3,14	3,768	17,29	13,33	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,833381	0,002737157	0,830644	7,8897	24	0,4
AH-AI	0,50	0,6	17,29	13,30	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,833381	0,000434315	0,828709	7,8572	24	0,4
AI-AJ	0,50	0,6	5,40	7,43	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,828709	5,22659E-05	0,828663	2,4539	6	0,5
AH-AJ	4,50	5,4	12,96	11,52	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,828663	0,002315883	0,827507	5,8965	18	0,4
AJ-AJ	0,50	0,6	5,40	7,43	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,827507	5,22777E-05	0,827420	2,4545	6	0,5
AJ-AN	11,28	13,536	8,64	9,41	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,827420	0,002776364	0,826603	3,9328	12	0,4
AN-AP	4,64	5,568	8,64	9,41	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,826603	0,001141711	0,826002	3,9300	12	0,4
AP-AQ	0,50	0,6	8,64	9,40	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,826002	0,000123	0,825883	3,9281	12	0,4
AQ-AQ	0,50	0,6	5,40	7,45	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,825883	5,2427E-05	0,825838	2,4615	6	0,5
AQ-AR	3,83	4,596	5,40	7,45	19,94	3/4	Cobre rígido L	0,825838	0,000401635	0,825451	2,4620	6	0,5

La prueba de hermeticidad correspondiente, se realizó con manómetro a una presión de 7 [kg/cm²].

3.3 MUNICIPIO LIBRE NO. 171.



Fig. 6. Municipio libre No. 171

Proyecto unidad habitacional de 58 departamentos construido por el Instituto de Vivienda del Distrito Federal (INVI), cuyo caso fue muy particular, porque se tuvo que hacer labor para dar a conocer el sistema a las personas directamente involucradas. Éste trabajo se hizo en conjunto con Gas Natural Fenosa.

Al no poder tener acceso a los planos arquitectónicos, me presenté personalmente a la construcción para desarrollar la trayectoria correspondiente a la instalación de gas natural. Se anexa plano A4 de IRC, cuya longitud es de 118.08 [m], así como el cálculo de caída de presión correspondiente.

Tabla 3. Cálculo de diámetros de IRC Municipio libre No. 171.

PROYECTO:		IRC					No. EDIFICIOS		1		TI : ING. LESLIE YAMILLI PEÑA CARMONA						
CALLE		AV. MUNICIPIO LIBRE					DEPTOS/EDIFICIO		29		JEFE DE OBRA : ARQ. ARTURO MEJIA CHAVEZ						
No.		171					TOTAL DEPTOS		58								
COLONIA		PORTALES NORTE															
TRAMO	LR	m	Leq	Qs	Dc	DR	DNR	MATERIAL	JPR	mbar	PIR	mbar	PIR	mbar	VR	m/s	No. DEPTOS
A-B	16,56		19,87	49,74	20,98	25,40	1	CU TIPO L	-		MPB	1000,0		13,64	58		
B-C	7,15		8,58	49,74	20,98	25,40	1	CU TIPO L	24,760		1000,0		975,2	13,64	58		
C-D	1,00		1,20	11,03	9,88	12,70	1/2	CU TIPO L	6,304		975,2		968,9	12,10	10		
D-E	1,15		1,38	6,13	7,36	12,70	1/2	CU TIPO L	2,487		968,9		966,4	6,72	5		
D-F	6,65		7,98	6,13	7,36	12,70	1/2	CU TIPO L	14,383		966,4		952,1	6,72	5		
C-G	5,80		6,96	41,16	19,09	19,94	3/4	CU TIPO L	45,700		952,1		906,4	18,32	48		
G-H	0,35		0,42	7,35	8,07	12,70	1/2	CU TIPO L	1,055		906,4		905,3	8,07	6		
G-I	6,00		7,20	11,76	10,20	12,70	1/2	CU TIPO L	42,538		905,3		862,8	12,91	12		
I-J	0,55		0,66	7,35	8,07	12,70	1/2	CU TIPO L	1,658		862,8		861,1	8,07	6		
I-K	10,55		12,66	7,35	8,07	12,70	1/2	CU TIPO L	31,797		861,1		829,3	8,07	6		
G-L	7,15		8,58	29,40	16,13	19,94	3/4	CU TIPO L	30,538		829,3		798,8	13,09	30		
L-M	0,50		0,60	7,35	8,07	12,70	1/2	CU TIPO L	1,507		798,8		797,3	8,07	6		
L-N	2,50		3,00	23,52	14,43	19,94	3/4	CU TIPO L	7,114		797,3		792,2	10,47	24		
N-O	6,00		7,20	11,76	10,20	12,70	1/2	CU TIPO L	42,538		792,2		747,6	12,91	12		
O-P	1,00		1,20	7,35	8,07	12,70	1/2	CU TIPO L	3,014		747,6		744,6	8,07	6		
O-Q	10,55		12,66	7,35	8,07	12,70	1/2	CU TIPO L	31,797		744,6		712,8	8,07	6		
N-R	7,00		8,40	11,76	10,20	12,70	1/2	CU TIPO L	49,628		712,8		663,2	12,91	12		
R-S	1,50		1,80	7,35	8,07	12,70	1/2	CU TIPO L	4,521		663,2		658,7	8,07	6		
R-T	6,45		7,74	7,35	8,07	12,70	1/2	CU TIPO L	19,440		658,7		639,2	8,07	6		
	98,41																
T-T'	-		-	-	-	-	-	1er Regulador			1000,0		150,0	-	-		
T'-T1	0,54		0,65	7,35	11,91	19,94	3/4	CU TIPO L	0,185		150,0		149,8	5,69	6		
T1-T2	0,30		0,36	6,13	9,08	19,94	3/4	CU TIPO L	0,074		149,8		149,7	4,74	5		
T2-T3	0,30		0,36	5,39	8,13	19,94	3/4	CU TIPO L	0,058		149,7		149,7	4,17	4		
T3-T4	0,30		0,36	4,41	7,17	19,94	3/4	CU TIPO L	0,041		149,7		149,6	3,42	3		
T4-T5	0,30		0,36	3,43	6,27	19,94	3/4	CU TIPO L	0,026		149,6		149,6	2,66	2		
T5-T6	0,30		0,36	2,45	2,91	19,94	3/4	CU TIPO L	0,014		149,6		149,6	1,90	1		
MEDIDOR	-		-	-	-	-	-	CU TIPO L	1,200		149,6		148,4	-	-		
G3-O3	22,00		26,40	2,45	7,75	12,70	1/2	CU TIPO L	8,978		148,4		139,4	4,72	-		
O3	-		-	-	-	-	-	2do Regulador			139,4		19,0	-	-		
O3-H	1,00		1,20	2,45	13,07	15,00	1/2	CU TIPO L	0,183		19,0		18,8	3,78	-		
H	1,00		1,20	2,00	11,16	15,00	1/2	CU TIPO L	0,126		18,8		18,7	3,09	-		
I-J	1,00		1,20	1,75	9,84	15,00	1/2	CU TIPO L	0,099		18,7		18,6	2,70	-		
J-K	1,00		1,20	1,25	8,16	15,00	1/2	CU TIPO L	0,054		18,6		18,5	1,93	-		
J-L	98,41		118,09	0,50	14,96	15,00	1/2	CU TIPO L	0,998		18,4		17,4	0,77	-		
H-M			0,00		0,00		1/2	CU TIPO L					0,0		-		
I-N			0,00		0,00		1/2	CU TIPO L					0,0		-		

Concluida la construcción de la instalación, como siempre, se practicó la prueba de hermeticidad. En éste caso, sólo fue necesario la utilización de un manómetro certificado y someter la instalación a una presión de 7 [kg/cm²], por un periodo de una hora, puesto que la norma actual vigente, aún no entraba en funciones en aquel entonces.

3.4 COMONFORT NO. 79.



Fig. 7. "Residencial Comonfort"

Proyecto realizado para una instalación integral de un edificio de 76 departamentos, ejecutado y concluido exitosamente, con la norma oficial vigente actual, cuya instalación tuvo una longitud de 126.47 [m]. Con los planos arquitectónicos, se llevó a cabo el desarrollo de la trayectoria de la instalación. Aprobada la propuesta, se realizó el cálculo correspondiente de caída de presión y la prueba de hermeticidad se realizó con termomanómetro durante 24h. Se anexa plano (A5) y cálculo.

Tabla 4. Cálculo de diámetros de IRC Residencial Comonfort.

Cálculo de Diámetros Instalación Común IRC													
Dirección:		Comonfort No.79			Sector:					Cantidad de llaves:		71	
Delegación:		Cauhtémoc			Empresa:		Arturo Mejía Chávez			Longitud de Instalación:		126,47	
Colonia:		Morelos											
L m	Leq m	Qs m3/h	Dn mm	Dnr pulg.	Material	Pi (mbar)	ΔP/L (mbar/mts)	ΔP (mbar)	Pf (mbar)	V m/s	llaves suministradas en este tramo	Factor de sim para este tramo	
3.95	4.74	55.92718676	32.12	1 1/4	Cobre rígido L	1000	8,05723E-07	3,81913E-06	999,999996	19,1900	71	0,35	
0.90	1.08	55.92718676	32.12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999992	8,05723E-07	8,70181E-07	999,999991	19,1900	71	0,35	
2.50	3	55.92718676	32.12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999991	8,05723E-07	2,41717E-06	999,999988	19,1900	71	0,35	
3.60	4.32	55.92718676	32.12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999986	8,05723E-07	3,48072E-06	999,999982	19,1900	71	0,35	
0.30	0.36	5.626477541	19.94	3/4	Cobre rígido L	999,999979	1,22723E-07	4,41803E-08	999,999979	5,0094	5	0,5	
0.50	0.6	51.98865248	32.12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999979	7,05449E-07	4,2327E-07	999,999978	17,8386	66	0,35	
0.30	0.36	5.626477541	19.94	3/4	Cobre rígido L	999,999978	1,22723E-07	4,41803E-08	999,999978	5,0094	5	0,5	
13,10	15,72	48,0501182	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999978	6,11218E-07	9,60834E-06	999,999968	16,4872	61	0,35	
0.30	0.36	5.626477541	19.94	3/4	Cobre rígido L	999,999959	1,22723E-07	4,41803E-08	999,999959	5,0094	5	0,5	
13,20	15,84	44,11158392	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999958	5,23116E-07	8,28615E-06	999,999950	15,1358	56	0,35	
0.30	0.36	5.626477541	19.94	3/4	Cobre rígido L	999,999942	1,22723E-07	4,41803E-08	999,999942	5,0094	5	0,50	
0.50	0.6	40,17304965	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999942	4,41238E-07	2,64743E-07	999,999942	13,7844	51	0,35	
4,00	4,8	40,17304965	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999941	4,41238E-07	2,11794E-06	999,999939	13,7844	51	0,35	
0.30	0.36	5.626477541	19.94	3/4	Cobre rígido L	999,999937	1,22723E-07	4,41803E-08	999,999937	5,0094	5	0,5	
26,20	31,44	41,4108747	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999937	4,66294E-07	1,46603E-05	999,999922	14,2091	46	0,4	
5,36	6,432	41,4108747	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	999,999908	4,66294E-07	2,99921E-06	999,999905	14,2091	46	0,4	
2,00	2,4	5.626477541	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999902	1,22723E-07	2,94535E-07	999,999901	5,0094	5	0,5	
0,30	0,36	5.626477541	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999901	1,22723E-07	4,41803E-08	999,999901	5,0094	5	0,5	
2,00	2,4	5.626477541	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999901	1,22723E-07	2,94535E-07	999,999901	5,0094	5	0,5	
2,50	3	5.626477541	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999900	1,22723E-07	3,68168E-07	999,999900	5,0094	5	0,5	
0,30	0,36	5.626477541	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999900	1,22723E-07	4,41803E-08	999,999900	5,0094	5	0,5	
6,38	7,656	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999900	1,71015E-07	1,30929E-06	999,999898	6,0113	6	0,5	
0,30	0,36	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999897	1,71015E-07	6,15655E-08	999,999897	6,0113	6	0,5	
3,88	4,656	27,0070922	26,04	1	Cobre rígido L	999,999897	5,88939E-07	2,7421E-06	999,999894	14,0994	30	0,4	
2,00	2,4	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999891	1,71015E-07	4,10437E-07	999,999891	6,0113	6	0,5	
0,30	0,36	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999891	1,71015E-07	6,15655E-08	999,999890	6,0113	6	0,5	
1,50	1,8	21,60567376	26,04	1	Cobre rígido L	999,999890	3,92368E-07	7,06263E-07	999,999890	11,2795	24	0,4	
15,00	18	21,60567376	26,04	1	Cobre rígido L	999,999889	3,92368E-07	7,06263E-06	999,999882	11,2795	24	0,4	
2,00	2,4	12,15319149	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999875	4,98461E-07	1,19631E-06	999,999874	10,8204	12	0,45	
1,50	1,8	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999875	1,71015E-07	3,07828E-07	999,999875	6,0113	6	0,5	
0,30	0,36	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999874	1,71015E-07	6,15655E-08	999,999874	6,0113	6	0,5	
2,00	2,4	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999874	1,71015E-07	4,10437E-07	999,999874	6,0113	6	0,5	
0,30	0,36	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999873	1,71015E-07	6,15655E-08	999,999873	6,0113	6	0,5	
4,50	5,4	12,15319149	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999873	4,98461E-07	2,69169E-06	999,999870	10,8204	12	0,45	
1,50	1,8	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999868	1,71015E-07	3,07828E-07	999,999867	6,0113	6	0,5	
0,30	0,36	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999867	1,71015E-07	6,15655E-08	999,999867	6,0113	6	0,5	
2,00	2,4	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999867	1,71015E-07	4,10437E-07	999,999867	6,0113	6	0,5	
0,30	0,36	6,75177305	19,94	3/4	Cobre rígido L	999,999866	1,71015E-07	6,15655E-08	999,999866	6,0113	6	0,5	

3.5 INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL NO. 68.



Fig. 8. Instituto técnico industrial No. 68

Proyecto edificio habitacional de 18 departamentos, utilizando materiales completamente alternos a una instalación convencional de cobre en un ramaleo interno. La ejecución de los trabajos para la instalación receptora común (IRC) se llevó a cabo con tubería de cobre tipo "L". Sin embargo, la instalación receptora individual (IRI), se realizó en tubo multicapa de CPVC [1], que garantiza las mismas condiciones de funcionalidad y seguridad que el cobre.

Resulta interesante éste proyecto, ya que rompe con el esquema una instalación tradicional de cobre a los interiores. Se anexan fotografías de la nueva instalación, así como el isométrico (plano A6) y el cálculo de caída de presión.

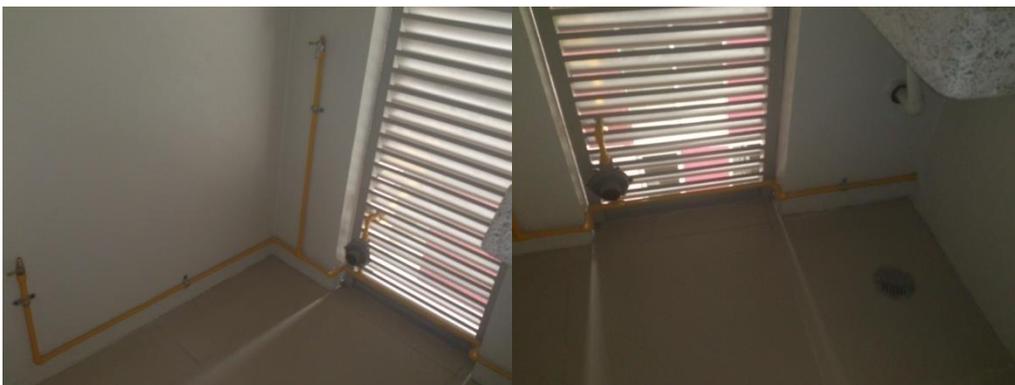


Fig. 9. Instalación Receptora Individual (IRI) con tubería CPVC – AI - CPCV

Tabla 5. Cálculo de diámetros de IRC Instituto técnico industrial No. 68.

Cálculo de Diámetros Instalación Común IRC													
Dirección:		INSTITUTO TECNICO INDUSTRIAL No. 68				Sector:		Norte		Cantidad de llaves:		18	
Delegación:		MIGUEL HIDALGO				Empresa:		Arturo Mejia Chavez		Longitud de Instalación:		46,68	
Colonia:		AGRICULTURA											
Tramo	L m	Leq m	Qs m3/h	Dc mm	Dn mm	Dnr pulg.	Material	Pi (mbar)	ΔP (mbar)	Pf (mbar)	V m/s	llaves suministradas en este tramo	Factor de sim para este tramo
A-B	2.50	3	18,07	13,45	19,94	3/4	Cobre rígido L	1000	2,60613192	997,393868	9,0980	18	0,4
B-C	10.87	13,044	18,07	13,49	19,94	3/4	Cobre rígido L	997,393868	11,37640459	986,017463	9,1569	18	0,4
C-D	1.30	1,56	18,07	13,50	19,94	3/4	Cobre rígido L	986,017463	1,365498893	984,651965	9,1641	18	0,4
D-E	2.75	3,3	18,07	13,51	19,94	3/4	Cobre rígido L	984,651965	2,892060697	981,759904	9,1792	18	0,4
E-F	5.80	6,96	18,07	13,53	19,94	3/4	Cobre rígido L	981,759904	6,115319191	975,644585	9,2113	18	0,4
F-F'	1.80	2,16	7,53	8,74	19,94	3/4	Cobre rígido L	975,644585	0,38644237	975,258140	3,8389	6	0,5
F-G	10.56	12,672	13,55	11,74	19,94	3/4	Cobre rígido L	975,258140	6,621347874	968,636793	6,9363	12	0,45
G-G'	1.80	2,16	7,53	8,75	19,94	3/4	Cobre rígido L	968,636793	0,3880013	968,248791	3,8544	6	0,5
G-H	7.50	9	7,53	8,76	19,94	3/4	Cobre rígido L	968,248791	1,617604645	966,631187	3,8580	6	0,5
H-H'	1.80	2,16	7,53	8,76	19,94	3/4	Cobre rígido L	966,631187	0,388449238	966,242737	3,8588	6	0,5

CAPITULO 4. PROYECTO “CONJUNTO HABITACIONAL TREBOL AZCAPOTZALCO” (158 VIVIENDAS).



Fig. 10. Portal Azcapotzalco

En éste último capítulo, voy a explicar con detenimiento, el proceso que se aplica para todos y cada uno de los proyectos que se manejan. En ésta ocasión, trataré sobre el proyecto más grande que he tenido a mi cargo desde el año 2008, pues se suministra el servicio de gas natural a un edificio plurifamiliar de 158 departamentos, ubicado en la Calz. Azcapotzalco la Villa No. 260, Col. Barrio San Marcos, en la delegación Azcapotzalco, estimado para una población aproximada de 632 personas, que tendrán la necesidad de utilizar el gas para cocinar, hornear, bañarse, en algunos casos secar su ropa con un centro de lavado y hasta poder conectar calefactores o parrillas para asar carne en los roofgarden.

4.1 Estudio de los planos arquitectónicos del proyecto para ubicar los aparatos de consumo de gas.

En primera instancia, se solicitaron los planos arquitectónicos al edificador, para conocer el proyecto y ubicar aparatos de consumo dentro de cada departamento. En el plano de la planta tipo es donde se obtiene ésta información, y se verifica que los aparatos de consumo estén cerca o junto a alguna ventilación natural, como lo exige la NOM-002-SECRE-2010. En caso de no existir, se le solicita al constructor que instale un extractor mecánico, con un ducto que vaya al exterior.

En el caso de éste proyecto, no existe problema alguno en la ubicación de los aparatos, ya que como se puede apreciar en el plano, todos se encuentran muy próximos a una ventana, que a su vez, tienen ventilación natural por estar en un “vacío”. Únicamente se solicitó al edificador, que dejara en la ventana un corte en la parte superior del vidrio de la ventana, de 10 [cm] por el ancho de la misma, para asegurar circulación del aire dentro de la cocina y patio de servicio y garantizar una combustión lo más estequiométrica posible. También éste corte permitirá que los gases producto de la combustión del centro de

lavado y de la estufa se puedan evacuar. Así también, se solicitó un marco de aluminio de 10 x 10 [cm], para ubicar un ducto de evacuación para los gases de la combustión que genera el calentador.

En el plano A7, referente al arquitectónico de planta tipo, se ilustra con color amarillo la ubicación de los aparatos de consumo, con verde la ventana, y con morado el vacío para una ventilación natural.

4.2 Propuesta de diseño de la trayectoria de la instalación receptora común, evaluación, aprobación y cálculo de caída de presión

Ya que se estudió e hicieron las observaciones pertinentes y se corroboró que no existe ningún problema con lo que respecta a la seguridad y cumplimiento de la norma vigente, se procede al diseño de la trayectoria de la instalación receptora común (IRC).

4.2.1 Memoria Técnico Descriptiva “Trébol Azcapotzalco”

4.2.1.1 Antecedentes.

El predio en estudio, se localiza en Av. Azcapotzalco La Villa No. 260, Col. Barrio San Marcos, Delegación Azcapotzalco, D.F. tiene una superficie de 2,698.57 [m²] y en él se pretende la construcción de un conjunto de departamentos. El conjunto cuenta con un sótano y semisótano de estacionamiento, planta baja y 4 plantas tipo de aproximadamente 57.00 [m²] por departamento en promedio, siendo el total 158 departamentos. El área total por construir es de 14,354.44 [m²].

4.2.1.2 Criterio general acometida e IRC.

Para la instalación de gas natural del edificio se construirán como un caso particular y porque el proyecto así lo demanda, dos acometidas o tomas de servicio (una acometida dará servicio a 99 departamentos y la otra acometida dará servicio 59 departamentos), que es la parte de la canalización de gas, comprendida entre la red de distribución en media presión la cual trabaja en un rango de operación normal de 0.5 a 4 [bar] y las llaves de acometida, incluida estas. En este punto queda el elemento llamado elevador que conecta la parte enterrada de la acometida, con la parte superficial de la Instalación Receptora Común (IRC). En el elemento llamado elevador queda integrada la llave de acometida que es el dispositivo o válvula de corte, más próximo o en el mismo límite de propiedad, accesible desde el exterior de la propiedad, que puede interrumpir el paso del gas de la acometida, a la IRC. Para efectos prácticos en la construcción de la IRC, se debe considerar la información contenida en los dos cálculos de caída de presión, uno contempla en su totalidad 118 departamentos y otro los restantes 40, que componen en su totalidad este conjunto habitacional.

4.2.1.3. Cálculo de caída de presión

Determinación del caudal

Tabla 6. Cálculo de caudal por vivienda.

Aparato	Consumo gas natural [m ³ /h]
Estufa doméstica (4Q,C y H)	1.25
Calentador de agua (110 litros)	0.7
Mueble futuro	0.5
	Total 2.45

Tabla 7. Datos de partida.

Poder calorífico del gas natural	35420 [kJ/m ³]
Densidad relativa	0.6
Velocidad máxima del gas en tubería	20 [m/s]

Tabla 8. Factor de simultaneidad.

NUMERO DE VIVIENDAS	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	NUMERO DE VIVIENDAS	FACTOR DE SIMULTANEIDAD
1	1.00	8	0.5
2	0.70	9	0.5
3	0.60	10	0.5
4	0.55	15	0.4
5	0.50	25	0.4
6	0.50	40	0.4
7	0.50	50	0.4

Distribución de la pérdida de carga en cada uno de los tramos de la instalación.

Tabla 9. Caída de presión admisible en la instalación del 1er salto de regulación.

Caída de presión máxima admisible	100 [mbar]
La Presión de salida del primer regulador	150 [mbar]

Considerando los datos anteriores, se aplicaron directamente al cálculo correspondiente de los primeros 118 departamentos, arrojando diámetros calculados comerciales desde 2 [in], 1 ¼ [in], 1 [in], ¾ [in] y ½ [in] en tubería de cobre tipo "L". Respetando el mismo criterio de cálculo para los restantes 40 departamentos, los diámetros calculados comerciales que se obtuvieron son de 1 [in], ¾ [in] y ½ [in].

La ejecución práctica de los trabajos de la IRC, contemplan la instalación de los grupos de medidores y reguladores, con sus válvulas de corte de ¾ [in] para cada uno de los grupos o concentraciones y una válvula de corte de ½ [in] para cada medidor, correspondiente a cada vivienda. Los elementos de sujeción de la tubería, serán abrazaderas tipo "omega" en los diámetros que cada tramo demande según su diámetro, con taquete tipo Thorsman de ¼ [in] y pija de 1 ¼ [in].

4.2.1.4 Pruebas de hermeticidad IRC.

Antes de ser puestas en servicio las IRC's, éstas deben ser objeto de una prueba de hermeticidad, dichas pruebas deben ser realizadas cargando las líneas de cobre con aire por medio de un compresor. Las tuberías en toda su trayectoria deben soportar una presión de más de 2 veces la presión de trabajo registrada por el manómetro y termomanómetro certificado (6.5 kg/cm^2) con precisión más 10% o menos 10% del valor de la presión de prueba.

4.2.1.5. Criterio general para Instalación de aprovechamiento individual.

Para el conjunto de tuberías, válvulas y accesorios apropiados, para conducir gas desde la salida del medidor hasta los equipos de consumo, se considera para las bajadas (exterior de cada instalación de aprovechamiento) tubería multicapa de un diámetro de $\frac{1}{2}$ [in] y para el ramaleo interno correspondiente tubería de cobre tipo "L" en un diámetro también de $\frac{1}{2}$ [in]. Se considera para cada aparato de consumo por vivienda una válvula de paso de 10×13 [mm], independiente de la válvula de corte general de cada servicio. Los elementos de soporte para la tubería multicapa que baja verticalmente, son canaletas lisas de 4×2 [in] y abrazaderas unicanal de $\frac{1}{2}$ [in], con tuerca y tornillo para cada una. La sujeción para el ramaleo interno en tubería de cobre tipo "L", será con abrazadera tipo "omega de $\frac{1}{2}$ [in], taquete tipo Thorsman y pija de $1 \frac{1}{4}$ [in].

4.2.1.6 Prueba de hermeticidad Instalación de aprovechamiento individual.

Se debe cargar la tubería multicapa y de cobre con aire, para solicitar la verificación de la prueba de hermeticidad. La tubería debe soportar una presión de 7.8 veces aproximadamente la presión de trabajo registrada por el manómetro certificado (0.15 kg/cm^2). La presión de salida regulada segundo salto es de $19 \text{ [mbar]} \pm 5\%$. La pérdida de presión admisible en la instalación, después del regulador de segundo salto (NL-19), será de $1.35 \text{ [mbar]} \pm 5\%$ para el diseño de nuevas instalaciones. El tiempo mínimo que debe durar la prueba es de 10 minutos y el máximo es de 2 horas.

Se tomó la decisión, que era conveniente dividir el suministro de gas natural en dos instalaciones receptoras comunes, con el fin de garantizar una presión adecuada para todos y cada uno de los departamentos.

Posterior a que se estudia de la manera mencionada el proyecto, la ubicación de los aparatos de consumo, proporcionan el criterio para saber en dónde alojar los núcleos de los medidores por torres de departamentos, y a partir de esto, hacer el diseño de la trayectoria, teniendo en cuenta siempre proponerla lo más corta posible, así como con el menor número de "quebres" o vueltas, para evitar pérdida de presión. En los planos A8 y A9, se describe el isométrico de ambas instalaciones.

Teniendo la trayectoria aprobada, se realizó el cálculo de caída de presión de cada instalación, con la fórmula de Renouard cuadrática para instalaciones que trabajan a una presión mayor de 100 [mbar] , misma que describo en el capítulo dos. Todas ecuaciones involucradas se transcribieron a una hoja de cálculo, y en donde aparecen todas y cada una de las variables y constantes que las componen, y se despeja la variable de diámetro de la tubería, es la que puedo proponer directamente dentro del cálculo, para saber qué velocidad me arroja, siempre que no supere los 20 [m/s] . Se tiene que seccionar en

tramos la instalación, y cada tramo se estipula cada que existe un “quiebre” o vuelta con un accesorio, ya sea codo, tee, reducción, válvula, etc.

En las dos tablas siguientes, se aprecia cómo se proponen los diámetros, y en ningún caso se excede la velocidad límite que se estipula.

Tabla 10. Cálculo de diámetros de IRC Portal Azcapotzalco.

Cálculo de Diámetros Instalación Común IRC													
Dirección:	CALZ. AZCAPOTZALCO LA VILLA No 260			Sector:	Norte		Cantidad de llaves:	99					
Delegación:	AZCAPOTZALCO			Empresa:	Arturo Mejia Chavez		Longitud de Instalación:	168,17					
Colonia:	BARRIO SAN MARCOS												
Tramo	L m	Leq m	Qs m3/h	Dc mm	Dn mm	Dnr pulg.	Material	Pi (mbar)	ΔP (mbar)	Pf (mbar)	V m/s	llaves suministradas en este tramo	Factor de sim para este tramo
A-T	17,11	20,532	86,96	29,75	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	1000	31,53571183	968,464288	17,1546	99	0,35
T-T3	4,35	5,22	6,27	7,99	19,94	3/4	Cobre rígido L	968,464288	0,673005667	967,791283	3,2128	5	0,5
T-V	3,5	4,2	82,57	29,04	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	967,791283	5,935896968	961,855386	16,3503	94	0,35
V-V2	1,55	1,86	5,52	7,51	19,94	3/4	Cobre rígido L	961,855386	0,190727229	961,664658	2,8373	4	0,55
V-W	2,4	2,88	79,06	28,45	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	961,664658	3,771569907	957,893088	15,6905	90	0,35
W-W2	1,55	1,86	6,27	8,02	19,94	3/4	Cobre rígido L	957,893088	0,241243055	957,651845	3,2317	5	0,5
W-Y	5,3	6,36	74,67	27,71	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	957,651845	7,531631237	950,120214	14,8857	85	0,35
Y-Y2	1,56	1,872	6,27	8,03	19,94	3/4	Cobre rígido L	950,120214	0,24389625	949,876318	3,2463	5	0,5
Y-L'	7,87	9,444	70,27	26,96	32,12	1 1/4	Cobre rígido L	949,876318	10,06821078	939,808107	14,0945	80	0,35
L'-L'1	0,5	0,6	11,29	10,81	19,94	3/4	Cobre rígido L	939,808107	0,229221166	939,578886	5,8785	10	0,45
L'1-L'3	1,55	1,86	6,27	8,06	19,94	3/4	Cobre rígido L	939,578886	0,243826274	939,335060	3,2663	5	0,5
L'1-L'6	3,05	3,66	6,27	8,06	19,94	3/4	Cobre rígido L	939,335060	0,479888708	938,855171	3,2672	5	0,5
L'1-S'	8,9	10,68	61,49	25,41	26,04	1	Cobre rígido L	938,855171	24,81830798	914,036863	19,0511	70	0,35
S'-T'	0,3	0,36	11,29	10,89	19,94	3/4	Cobre rígido L	914,036863	0,139632579	913,897230	5,9681	10	0,45
T'-T'2	1,5	1,8	6,27	8,12	19,94	3/4	Cobre rígido L	913,897230	0,239557447	913,657673	3,3161	5	0,5
T'-U'2	2,45	2,94	6,27	8,12	19,94	3/4	Cobre rígido L	913,657673	0,391350438	913,266322	3,3168	5	0,5
S'-J''	6,76	8,112	52,71	23,64	26,04	1	Cobre rígido L	913,266322	14,41229115	898,854031	16,4779	60	0,35
J''-L'2	5,04	6,048	6,27	8,16	19,94	3/4	Cobre rígido L	898,854031	0,81230407	898,041727	3,3471	5	0,5
J''-O''	4,1	4,92	48,31	22,69	26,04	1	Cobre rígido L	898,041727	7,51372192	890,528005	15,1805	55	0,35
O''-P''	1,8	2,16	6,27	8,18	19,94	3/4	Cobre rígido L	890,528005	0,291517008	890,236488	3,3628	5	0,5
O''-M'''	22,39	26,868	43,92	21,86	26,04	1	Cobre rígido L	890,236488	34,94944867	855,287040	14,0995	50	0,35
M'''-M'''2	1,7	2,04	6,27	8,18	19,94	3/4	Cobre rígido L	890,528005	0,275320276	890,252685	3,3628	5	0,5
M'''-N'''	2	2,4	45,18	21,96	26,04	1	Cobre rígido L	890,252685	3,254705972	886,997979	14,2250	45	0,4
N'''-O'''	9,95	11,94	6,27	8,19	19,94	3/4	Cobre rígido L	886,997979	1,615517537	885,382462	3,3727	5	0,5
N'''-U'''	6,15	7,38	40,16	20,77	26,04	1	Cobre rígido L	885,382462	8,112852856	877,269609	12,7190	40	0,4
U'''-V'''	0,15	0,18	11,29	11,01	19,94	3/4	Cobre rígido L	877,269609	0,07137224	877,198236	6,1009	10	0,45
V'''-V'''2	1,55	1,86	6,27	8,21	19,94	3/4	Cobre rígido L	877,198236	0,253055949	876,945181	3,3899	5	0,5
V'''-V'''5	2,85	3,42	6,27	8,21	19,94	3/4	Cobre rígido L	876,945181	0,465397864	876,479783	3,3909	5	0,5
U'''-A''''	8,15	9,78	30,12	18,12	19,94	3/4	Cobre rígido L	876,479783	23,28830904	853,191474	16,5097	30	0,4
A''''-B''''	0,15	0,18	11,29	11,09	19,94	3/4	Cobre rígido L	853,191474	0,072430358	853,119043	6,1914	10	0,45
B''''-B''''2	1,55	1,86	6,27	8,27	19,94	3/4	Cobre rígido L	853,119043	0,256808346	852,862235	3,4402	5	0,5
B''''-B''''5	2,65	3,18	6,27	8,27	19,94	3/4	Cobre rígido L	852,862235	0,439153531	852,423081	3,4411	5	0,5
A''''-I''''	5	6	20,08	14,83	19,94	3/4	Cobre rígido L	852,423081	6,897564941	845,525516	11,0586	20	0,4
I''''-I''''2	1,55	1,86	6,27	8,29	19,94	3/4	Cobre rígido L	845,525516	0,258014879	845,267502	3,4564	5	0,5
I''''-M''''	7,89	9,468	15,06	12,87	19,94	3/4	Cobre rígido L	845,267502	6,475600628	838,791901	8,3287	15	0,4
M''''-M''''2	1,55	1,86	6,27	8,31	19,94	3/4	Cobre rígido L	838,791901	0,259094306	838,532807	3,4708	5	0,5
M''''-N''''	2	2,4	11,29	11,15	19,94	3/4	Cobre rígido L	838,532807	0,974806943	837,558000	6,2513	10	0,45
N''''-N''''2	1,55	1,86	6,27	8,31	19,94	3/4	Cobre rígido L	837,558000	0,259293085	837,298707	3,4735	5	0,5
N''''-R''''2	8,25	9,9	6,27	8,31	19,94	3/4	Cobre rígido L	837,298707	1,380812362	835,917894	3,4765	5	0,5

Tabla 11. Cálculo de diámetros de IRC Portal Azcapotzalco.

Cálculo de Diámetros Instalación Común IRC													
Dirección:	CALZ. AZCAPOTZALCO LA VILLA No 260			Sector:	Norte		Cantidad de llaves:	59					
Delegación:	AZCAPOTZALCO			Empresa:	Arturo Mejia Chavez		Longitud de Instalación:	142,01					
Colonia:	BARRIO SAN MARCOS												
Tramo	L m	Leq m	Qs m ³ /h	Dc mm	Dn mm	Dnr pulg.	Material	Pi (mbar)	ΔP (mbar)	Pf (mbar)	V m/s	llaves suministradas en este tramo	Factor de sim para este tramo
A-T	21,55	25,86	51,83	23,04	26,04	1	Cobre rígido L	1000	42,71180463	957,288195	15,6555	59	0,35
T-T2	1,55	1,86	5,52	7,52	19,94	3/4	Cobre rígido L	957,288195	0,191231302	957,096964	2,8448	4	0,55
T-V	6,4	7,68	48,31	22,32	26,04	1	Cobre rígido L	957,096964	11,33963063	945,757333	14,6921	55	0,35
V-V2	1,55	1,86	6,27	8,04	19,94	3/4	Cobre rígido L	945,757333	0,242948642	945,514385	3,2545	5	0,5
V-S'	25,01	30,012	43,92	21,52	26,04	1	Cobre rígido L	945,514385	37,80070018	907,713685	13,6592	50	0,35
S'S'2	5,8	6,96	6,27	8,14	19,94	3/4	Cobre rígido L	907,713685	0,929892236	906,783792	3,3296	5	0,5
S'-U'	5,35	6,42	45,18	21,89	26,04	1	Cobre rígido L	906,783792	8,634328069	898,149464	14,1299	45	0,4
U'U'1	1,2	1,44	6,27	8,16	19,94	3/4	Cobre rígido L	898,149464	0,193451519	897,956013	3,3473	5	0,5
U'R''	30,2	36,24	40,16	20,89	26,04	1	Cobre rígido L	897,956013	39,91916578	858,036847	12,8692	40	0,4
R''-R''2	0,95	1,14	6,27	8,26	19,94	3/4	Cobre rígido L	858,036847	0,156918653	857,879928	3,4296	5	0,5
R''-S''	1,2	1,44	35,14	19,57	19,94	3/4	Cobre rígido L	857,879928	4,565247892	853,314680	19,2598	35	0,4
S''S''2	2,3	2,76	6,27	8,27	19,94	3/4	Cobre rígido L	853,314680	0,381039121	852,933641	3,4401	5	0,5
T''-X''	9,4	11,28	30,12	18,27	19,94	3/4	Cobre rígido L	852,933641	27,28623569	825,647406	16,7945	30	0,4
X''X''1	1,4	1,68	6,27	8,34	19,94	3/4	Cobre rígido L	825,647406	0,235945698	825,411460	3,4994	5	0,5
X''Z''	0,4	0,48	25,10	16,69	19,94	3/4	Cobre rígido L	825,411460	0,840697324	824,570763	14,0048	25	0,4
Z''Z''2	1,55	1,86	6,27	8,34	19,94	3/4	Cobre rígido L	824,570763	0,26140396	824,309359	3,5018	5	0,5
Z''Aa	6,3	7,56	20,08	14,97	19,94	3/4	Cobre rígido L	824,309359	8,849848478	815,459510	11,2682	20	0,4
Aa-Aa2	1,55	1,86	6,27	8,37	19,94	3/4	Cobre rígido L	815,459510	0,262905487	815,196605	3,5219	5	0,5
Aa-Ac	2,4	2,88	15,06	12,97	19,94	3/4	Cobre rígido L	815,196605	2,004352592	813,192252	8,4633	15	0,4
Ac-Ac3	1,75	2,1	6,27	8,37	19,94	3/4	Cobre rígido L	813,192252	0,297256848	812,894995	3,5270	5	0,5
Ac-An	10,6	12,72	11,29	11,25	19,94	3/4	Cobre rígido L	812,894995	5,257239304	807,637756	6,3698	10	0,45
An-An1	1,4	1,68	6,27	8,37	19,94	3/4	Cobre rígido L	813,192252	0,237801016	812,954451	3,5269	5	0,5
An-Ao1	2,2	2,64	6,27	8,37	19,94	3/4	Cobre rígido L	812,954451	0,373759459	812,580692	3,5277	5	0,5

4.3 Análisis de costos de la instalación integral de gas natural

Tabla 12. Cálculo de costos Portal Azcapotzalco.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P/U	IMPORTE
TUBO COBRE TIPO L DE 1 1/4"	TRAMO 6.1 m	6,12	\$1.064,80	\$6.516,58
TUBO COBRE TIPO L DE 1"	TRAMO 6.1 m	23,46	\$744,34	\$17.462,22
TUBO COBRE TIPO L DE 3/4"	TRAMO 6.1 m	23,46	\$507,88	\$11.914,86
TUBO COBRE TIPO L DE 1/2"	TRAMO 6.1 m	1,02	\$362,00	\$369,24
REDUCCION COBRE 1 1/4" - 1"	PIEZA	8	\$11,53	\$92,24
REDUCCION COBRE 1" - 3/4"	PIEZA	14	\$5,12	\$71,68
CODO COBRE 1 1/4" X 90	PIEZA	17	\$37,91	\$644,47
CODO COBRE 1" X 90	PIEZA	30	\$18,94	\$568,20
CODO COBRE 3/4" X 90	PIEZA	47	\$8,11	\$381,17
CODO COBRE 3/4" X 45	PIEZA	66	\$10,55	\$696,30
TEE COBRE 1 1/4"	PIEZA	8	\$72,59	\$580,72
TEE COBRE 1"	PIEZA	8	\$41,05	\$328,40
TEE COBRE 3/4"	PIEZA	14	\$16,69	\$233,66
CONECTOR R/E 3/4"	PIEZA	65	\$13,20	\$858,00
CARRETE DE SOLDADURA 95 - 5	CARRETE	5	\$225,97	\$1.129,85
MISCELANEOS*	LOTE	1	\$1.255,42	\$1.255,42
MANO DE OBRA	LLAVE O VALVULA	158	\$250,00	\$39.500,00
			COSTO DIRECTO	\$82.603,01
INDIRECTOS**	%	0,2	\$82.603,01	\$16.520,60
UTILIDAD	%	0,3	\$82.603,01	\$24.780,90
			SUBTOTAL	\$123.904,51
			IVA	\$19.824,72
			TOTAL	\$143.729,23

*MISCELANEOS: PINTURA, PIJAS, ABRAZADERAS, TAQUETES, CINTA TEFLON, PASTA, BROCHAS, LIJA
LOS MISCELANEOS EQUIVALEN AL 3% DEL COSTO DEL MATERIAL.

**INDIRECTOS: IMPUESTOS, IMSS, TELEFONO, DEPRECIACION DE EQUIPO Y HERRAMIENTA, RENTA DE OFICINA, ETC.

EN ESTE ANALISIS DE COSTOS, NO SE CONSIDERAN VALVULAS NI REGULADORES DE NINGUN TIPO YA QUE GAS NATURAL FENOSA PROPORCIONA ESTOS MATERIALES SIN COSTO ALGUNO PARA QUIEN DIRIGE Y EJECUTA ESTE TIPO DE OBRA, PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACION.

4.4 Ejecución de la construcción de la instalación integral de gas natural, apegada a la norma oficial mexicana NOM-002-SECRE-2010.

En la ejecución para la construcción de la instalación de gas natural, se deben tomar en cuenta todos los lineamientos de seguridad que correspondan a la NOM-002-SECRE-2010, y a la norma interna de Gas Natural Fenosa, respetando que siempre la tubería sea aparente con ventilación adecuada, señalizada con pintura, con sujeciones a la distancia indicada dependiendo del diámetro que se esté instalando, aislada en cada sujeción con neopreno, así como cuando entre en contacto con cualquier otro objeto o cuerpo extraño a la instalación. El aislamiento obedece a poder prolongar la vida útil de la instalación, puesto a que si existiera contacto directo entre la sujeción y el tubo, se genera un par galvánico, mismo que corroe desde adentro a la tubería, y puede provocar porosidades desde el interior, lo que generaría fugas.

El material utilizado siempre se apega a la norma, como lo es el cobre tipo “L”, que es de un espesor mayor al tipo “M” que se usa para instalaciones de agua; soldadura 95 -5 (95% estaño y 5% antimonio), pintura color “amarillo Toledo”; abrazaderas tipo “omega” o abrazaderas con canaleta para una mejor imagen y respetar la distancia entre tubos de un diámetro, en caso de ir paralelos varios tubos, como es el caso de los “peines” o bajadas.

Terminada la instalación, se hicieron dos pruebas de hermeticidad, una por cada IRC, con termomanómetro y manómetro certificados, por un periodo de 24 horas a una presión de 6.5 [kg/cm²]. La instalación tiene una presión de operación máxima de 2.5 [kg/cm²]. Se anexan las gráficas correspondientes por prueba.

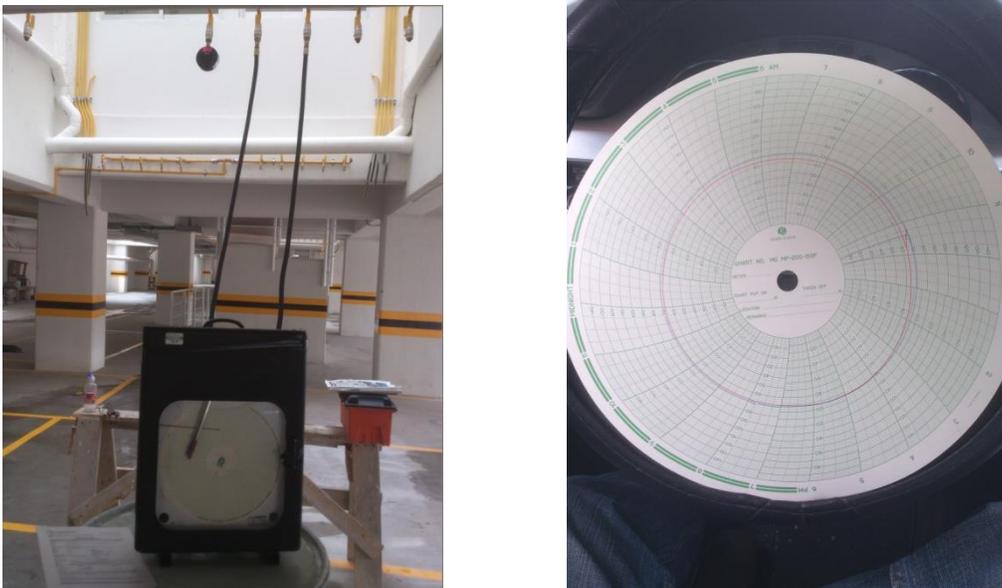


Fig. 11. Prueba de hermeticidad con termomanómetro.

En el momento en que se realiza la prueba de hermeticidad, se hace una inspección visual por parte de una Unidad Verificadora de Control de Calidad, que en este caso es Bureau Veritas, así como por un departamento interno de Gas Natural Fenosa de Calidad. Estos dos entes, nos piden en el mismo momento, certificado de calibración vigente de la instrumentación que se está utilizando, certificado de control de calidad expedida por el fabricante del material, donde también se especifique que el material cumple con las

normas nacionales e internacionales para su fabricación, certificación del instalador y responsable de obra ante Gas Natural y/o Asociación Mexicana de Gas Natural. Se anexan documentos de todo lo mencionado.

Cuando se verifica que no existe fuga ni quebrantamiento a las normas de calidad y seguridad, así como todo lo descrito en el párrafo anterior, se autoriza a “soltar gas”, y en ese momento, la instalación entra en funcionamiento.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Actualmente, éste último proyecto está funcionando sin complicación alguna, lo que denota que el trabajo desarrollado, desde gabinete (trabajo de escritorio), hasta en campo, está bien ejecutado.

Se puede manifestar que el trabajo se hizo satisfactoriamente, ya que como se describe en el último capítulo con detalle, se debe cumplir con todos y cada uno de los lineamientos, mismos que desde el inicio del estudio del proyecto, se tomaron en cuenta, lo que nos llevó a un excelente término en los trabajos, tanto técnico como estético, pues también se debe cuidar ese aspecto, porque finalmente, es una instalación que está visible.

La calidad de los trabajos de nuestra empresa, está reconocida a nivel nacional, ya que se toma como parámetro para poner como ejemplo a nuevas empresas colaboradoras que lleguen a integrarse a éste rubro.

Estamos invitados a expandir nuestras operaciones a la ciudad de Toluca, Estado de México, así como a Cuernavaca, Morelos. En ésta última, la licitación para la comercialización de gas natural está en curso, y en caso de que se adjudique a favor de Gas Natural Fenosa, estamos considerados dentro del equipo para el inicio de obras de canalización, comercialización e instalación.

Actualmente somos la tercer empresa colaboradora en Gas Natural Fenosa que más comercializa e instala en las delegaciones Azcapotzalco, Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc.

Dentro de los cuatro años que tenemos como empresa colaboradora de gas natural, nunca hemos tenido incidencia negativa alguna en nuestras instalaciones. Esto nos da prestigio, dando como resultado que nos den continuidad de trabajo en instalaciones, nos propongan expandirnos, así como el reconocimiento y recomendación de nuestros clientes a otros nuevos.

En la totalidad de los edificios mencionados en éste reporte, están ocupados en más de un 90% de su capacidad, sin tener registro alguno de incidentes por falta de suministro de gas, mal funcionamiento de aparatos de consumo debido a una mala presión o fugas en la instalación. Esto es un indicativo de que toda la planeación llevada a cabo, la mano de obra, así como los materiales e instrumentación ocupados, están cuidadosamente estudiados, elegidos y certificados, siguiendo un estricto apego a todas las normas aplicables vigentes, para garantizar el buen desempeño en las funciones de la instalación.

En el tema económico, se trata de abatir el costo directo, reduciendo al máximo la longitud de la instalación, así como evitar en mayor medida, el uso de conexiones, y que a la par, garantiza menor pérdida de presión, haciendo mas eficiente tanto el aspecto técnico como el económico.

Las gráficas que avalan la prueba de hermeticidad, dibujan dos circunferencias casi perfectas, una de temperatura y otra de presión, esto debido a que la instalación está completamente a nivel de semisótano, lo que hace que la temperatura sea constante tanto en el día como en la noche, y no genere variación a la presión.

Cuando una instalación se realiza a nivel de azotea, los cambios de temperatura originados por el paso de una nube en un día soleado, o por el simple hecho de que llegue la noche, describen una curva menos constante en la presión, y aún se detecta mayor variación en la curva de la temperatura.

La instalación se somete a una presión por lo menos 2.5 veces mayor a la de operación en una prueba de hermeticidad. La instalación, como se menciona anteriormente, trabaja máximo a una presión de 2.5 [kg/cm²], se somete a 6.5 [kg/cm²], y puede soportar hasta 12 [kg/cm²], lo que la hace muy confiable y segura.

Las instalaciones receptoras individuales, se realizan con los mismos lineamientos y materiales, haciéndose la prueba de hermeticidad en menos tiempo y menos presión, pero que igualmente, garantiza que pueda soportar una presión de hasta 12 [kg/cm²]. Trabaja a una presión máxima de 150[g/cm²]. Aquí se garantiza aún más la seguridad, ya que hablamos de que es una instalación dentro de una vivienda, y se tiene que evitar al máximo cualquier fuga, ya que tiene menos ventilación que la instalación exterior, y puede acumularse dentro del departamento. Para detectar una fuga, se le pone un odorizante al gas natural llamado mercaptano, el mismo que usa el gas L.P., y se garantiza aún más la seguridad del usuario.

Todas las normas para el uso de gas natural se enfocan primordialmente en la seguridad, ya que es un producto delicado y que puede causar daños graves a los usuarios, la seguridad no es negociable.

Desde luego, el aprendizaje obtenido en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, representa en todo momento, una gran base para tener criterios sustentados y poder tomar decisiones, así como poder defender o entender argumentos sobre cualquier discrepancia o controversia que pueda surgir con compañeros de trabajo en la ejecución de cualquier obra, ya sean supervisores, técnicos o ingenieros involucrados en el ramo.

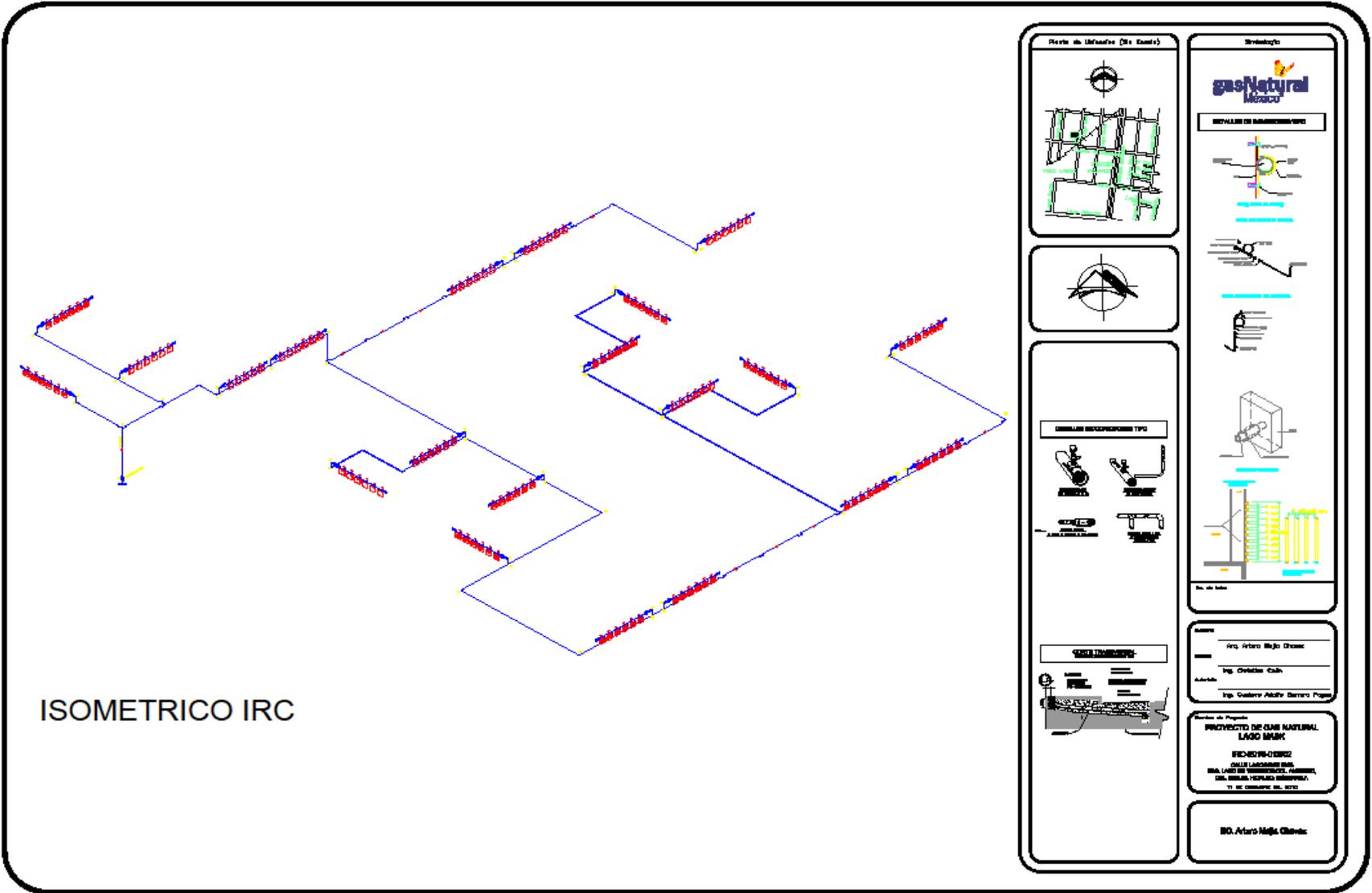
Considero que a lo largo de más de 8 años de estar involucrado en las instalaciones y canalización de gas natural, he adquirido amplio conocimiento y experiencia en el tema, y puedo tomar como referencia para ésta afirmación, que dentro de Gas Natural Fenosa, se nos considera como una empresa seria, que sabe efectuar trabajos y con la que no se tiene ningún problema como lo pueden representar otras empresas colaboradoras.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Norma Oficial Mexicana “NOM-002-SECRE-2010”.
- [2] Manual “Instalaciones de aprovechamiento de gas natural 2010” editado por Gas Natural de México.
- [3] Norma técnica NT-705-MEX “Inspección y puesta en servicio de instalaciones de gas destinados a usos domésticos, comunitarios o comerciales”.
- [4] Guía práctica GD-7051-MEX “Ventilaciones en recintos cerrados y ubicación de aparatos de consumos en viviendas de nuevos clientes”.
- [5] Manual “Instalaciones de aprovechamiento de gas natural” editado por la asociación mexicana de gas natural.
- [6] Manual técnico “Cobre”, editado por nacobre.
- [7] Manual “Manual del instalador de gas” editado por Gas Natural México
- [8] www.vyt.com.mx

APÉNDICE DE PLANOS

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

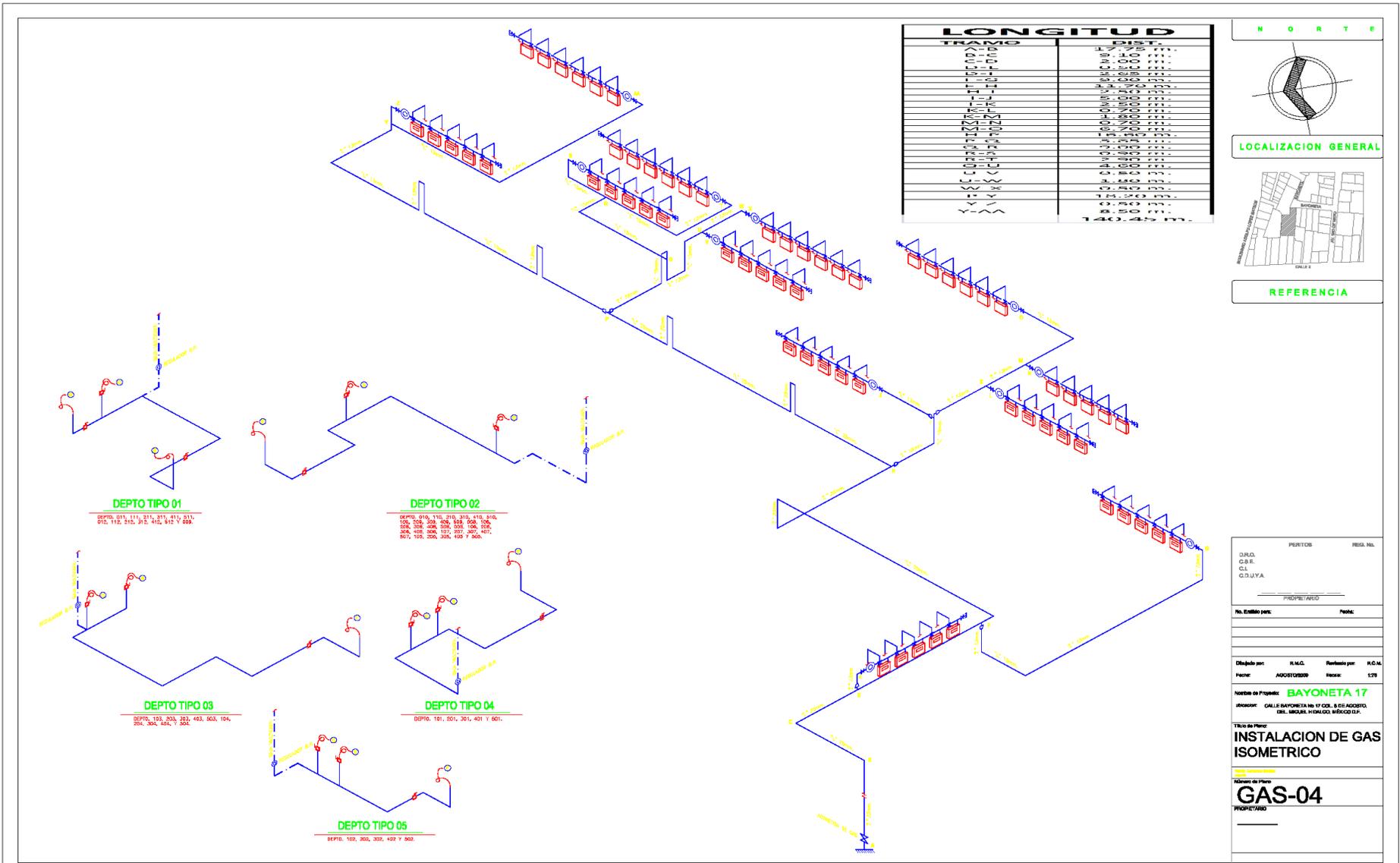


<p>Plano de Ubicación (2x Escala)</p>	<p>Brindado</p> <p>REVISIÓN DE ADMINISTRACIÓN</p>
<p>DETALLE RECONSTRUCCIÓN TYP</p>	
<p>OTROS MATERIALES</p>	<p>Rev. de obra</p>
<p>Nombre</p> <p>Mrs. Artero Muñoz Ornela</p> <p>Ing. Christian Cebal</p> <p>Ing. Gustavo Adolfo Barrera Pineda</p>	<p>Nombre de Proyecto</p> <p>PROYECTO DE CASA NATURAL LAGO MASK</p> <p>PROYECTO DE OBRA</p> <p>CALLE LA CAJONERA 205, COL. ANÁHUAC, MUNICIPIO DE MELILLA, ESTADO DE QUERÉTARO, C.P. 76100</p>
	<p>BO. Artero Muñoz Ornela</p>

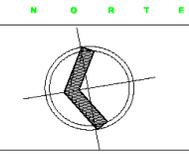
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



LONGITUD	
TRAMO	LONGITUD
1	1.00
2	1.00
3	1.00
4	1.00
5	1.00
6	1.00
7	1.00
8	1.00
9	1.00
10	1.00
11	1.00
12	1.00
13	1.00
14	1.00
15	1.00
16	1.00
17	1.00
18	1.00
19	1.00
20	1.00
21	1.00
22	1.00
23	1.00
24	1.00
25	1.00
26	1.00
27	1.00
28	1.00
29	1.00
30	1.00
31	1.00
32	1.00
33	1.00
34	1.00
35	1.00
36	1.00
37	1.00
38	1.00
39	1.00
40	1.00
41	1.00
42	1.00
43	1.00
44	1.00
45	1.00
46	1.00
47	1.00
48	1.00
49	1.00
50	1.00
51	1.00
52	1.00
53	1.00
54	1.00
55	1.00
56	1.00
57	1.00
58	1.00
59	1.00
60	1.00
61	1.00
62	1.00
63	1.00
64	1.00
65	1.00
66	1.00
67	1.00
68	1.00
69	1.00
70	1.00
71	1.00
72	1.00
73	1.00
74	1.00
75	1.00
76	1.00
77	1.00
78	1.00
79	1.00
80	1.00
81	1.00
82	1.00
83	1.00
84	1.00
85	1.00
86	1.00
87	1.00
88	1.00
89	1.00
90	1.00
91	1.00
92	1.00
93	1.00
94	1.00
95	1.00
96	1.00
97	1.00
98	1.00
99	1.00
100	1.00



LOCALIZACION GENERAL



REFERENCIA

D.R.O.	PROFESION	REG. NO.
C.B.E.		
C.I.		
C.D.U.V.A.		

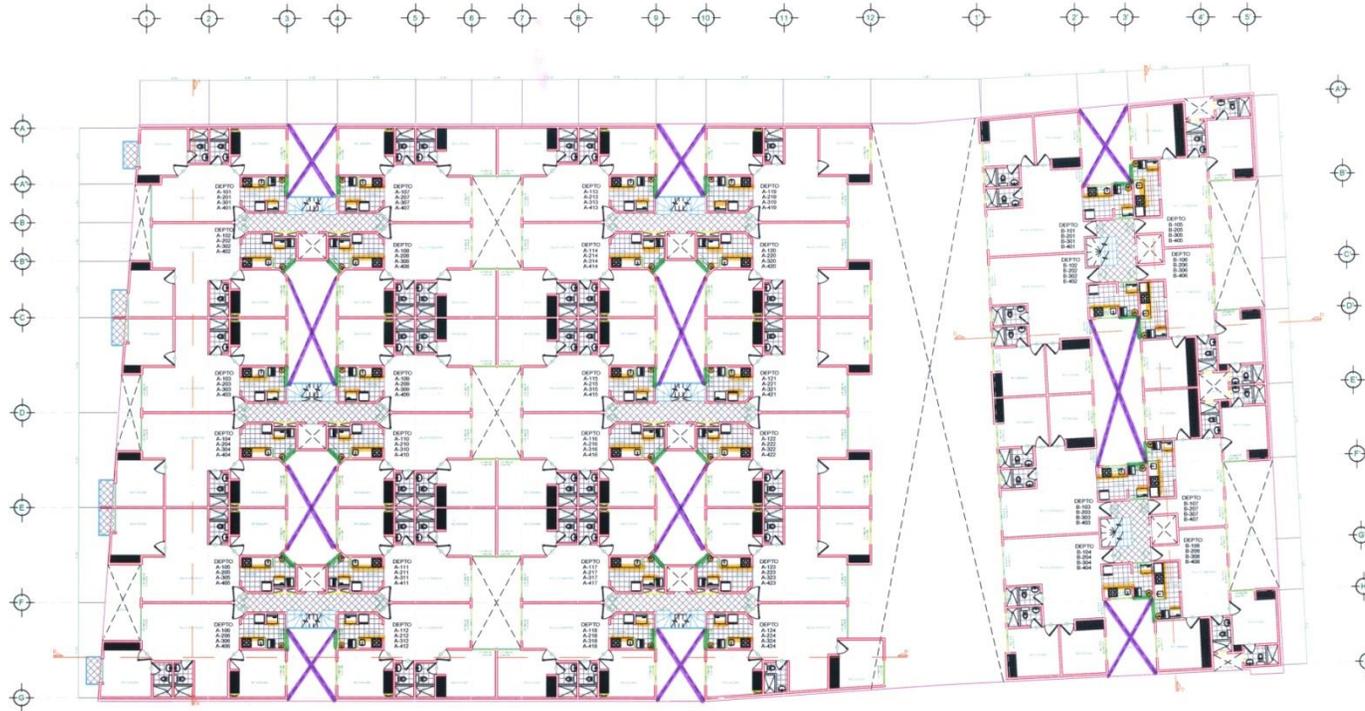
No. Exhimo para: _____ Fecha: _____

Disenado por: R.M.C. Revisado por: R.C.M.
 Fecha: AGOSTO 2009 Inscrito: 1278

Nombre de Proyecto: **BAYONETA 17**
 Ubicacion: CALLE BAYONETA No. 17 COL. S. DE AGOSTO, DEL. MIGUEL ALFONSO, MEXICO D.F.

Título de Plano:
INSTALACION DE GAS ISOMETRICO

Nombre de Plano:
GAS-04
 PROPIETARIO: _____



PLANTA TIPO

\uparrow N.P.T.+3.95
 \uparrow N.P.T.+6.45
 \uparrow N.P.T.+8.95
 \uparrow N.P.T.+11.45



PERITOS		REG. No.
D.R.O.	C.B.E.	C.I.
C.D.U.Y.A.	PROPIETARIO	
No. Escritura para	Fecha	
Diseñado por: R.M.C. Revisado por: R.C.M.		
Fecha: MARZO 2010	Escala: 1:125	
Nombre de Proyecto: PORTAL AZCAPOTZALCO		
Ubicación: CALZ. AZCAPOTZALCO LA VILLA 260 COL. BARRIO SAN MARCOS DEL AZCAPOTZALCO MEXICO D.F.		
Título de Plano:		
ARQUITECTÓNICO		
PLANTA TIPO		
Número de Plano:		
A-04		
PROPIETARIO:		
.....		

