



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIA Y
LOS RECURSOS NATURALES NO
RENOVABLES.**

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO
AUTOMATIZADO DE DETECCIÓN Y CONTROL DE
FUGAS PARA LAS INSTALACIONES
CENTRALIZADAS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO”.**

TESIS PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN
ELECTROMECAÁNICA

AUTOR:

CRISTIAN VINICIO ORTEGA REYES

DIRECTOR:

Ing. JULIO CÉSAR CUENCA TINITANA.

**LOJA – ECUADOR
2009**

CERTIFICACIÓN.

Ing. Julio César Cuenca Tinitana

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA, DEL
ÁREA DE ENERGÍA, INDUSTRIA Y RECURSOS NATURALES NO
RENOVABLES, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CERTIFICA:

Que ha dirigido y revisado el presente Trabajo de Tesis, del autor Cristian Vinicio Ortega Reyes, previo a la obtención de Título de Ingeniero Electromecánico.

Que el mencionado trabajo cumple, en todas sus partes, con los requisitos establecidos en el reglamento de graduación de la Universidad Nacional de Loja, por lo que autorizo su presentación para los fines pertinentes.

Ing. Julio César Cuenca Tinitana.

DIRECTOR

AUTORÍA

Los conceptos y comentarios vertidos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de la autor. Por lo tanto, la utilización parcial o total de los mismos deberán contar con su debida autorización.

Cristian Vinicio Ortega Reyes

C. I. 110412594-1

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento al Jefe de las Instalaciones Centralizadas de Loja-gas Ingeniero Wagner Cueva, por haberme compartido la información necesaria y encaminarme en el tema; Igualmente mi reconocimiento al Ing. Julio Cuenca docente de la carrera de Ingeniería Electromecánica y director de tesis quién con su experiencia y dedicación supo orientarme para cumplir con mi propósito.

El Autor.

DEDICATORIA

Este trabajo fruto del esfuerzo, dedicación y perseverancia lo dedico a primero a Dios por ser mi amigo infaltable.

A mi esposa Gaby Armijos, compañera inseparable. Su cariño, comprensión y dedicación me ayudo a cumplir con uno de mis sueños, concluir mi Carrera Ingeniería Electromecánica.

A mi hija Cristina Gabriela por ser fuente de inspiración y razón de mi vida.

A mis padres por su apoyo moral y económico que me permitió culminar con uno de mis sueños, poder ser profesional y a todos los familiares que confiaron en mí y supieron dar el apoyo necesario y optimismo en cada instante.

Cristian Ortega R.

ÍNDICE.

	<i>Pag.</i>
RESUMEN	3
• Resumen en Ingles	4
INTRODUCCIÓN.	5
REVISIÓN DE LITERATURA.	7
<i>Sistema Categorial.</i>	7
<i>Declaración Teórica.</i>	10
MATERIALES Y MÉTODOS.	58
• Materiales.	58
• Métodos.	59
RESULTADOS.	60
• Resumen de estado actual de las instalaciones centralizadas.	60
• Necesidad del sistema.	62
• Selección de elementos necesarios para la automatización de detección y control de fugas de GLP.	63
• Selección del Sensor para la detectar la fuga de gas.	63
• Selección de la Electroválvula para controlar el flujo de GLP.	65
• Selección de un Programador lógico PLC.	68
• Dimensionamiento, Diseño y Esquemización del Sistema Automatizado de Detección y control de fugas para las instalaciones centralizadas de GLP.	71
• Cálculo de la instalación de GLP domiciliaria.	71
• Diseño de la instalación automatizada para la detección y control de fugas en la instalación domiciliaria.	81
• Cálculo de la instalación residencial de GLP.	85
• Cálculo de la instalación individual.	93
• Diseño de la instalación automatizada para la detección y control de fugas en la instalación residencial.	101
• Cálculo de la instalación de Uso Comercial.	106
• Diseño de la instalación automatizada para la detección y control de fugas en la instalación del restaurant.	116

• Elaboración del prototipo automatizado de detección y control de fugas para las instalaciones centralizadas de GLP.	120
• Esquema del prototipo automatizado para la detección y control de fugas de gas	122
• Costos del prototipo automatizado	127
DISCUSIÓN.	130
CONCLUSIONES.	132
RECOMENDACIONES.	133
BIBLIOGRAFÍA.	134
ANEXOS.	135

Glosario de términos utilizados

Anexo 1. Normas Une.

Anexo 2. Estructura, dimensiones y configuración del sensor MQ-5, el Circuito electrónico del sensor para dar una señal al logo! PLC y una Fotografía del circuito armado.

Anexo 3. Simbología utilizada para los Planos de las Instalaciones Centralizadas.

Anexo 4. Simbología utilizada para los Planos eléctricos.

Anexo 5. Abarca los esquemas del domicilio, presiones de trabajo, válvulas de corte, caja de mando, los equipos ubicados en la automatización, plano eléctrico, el programa en el software del Logo! y el costo de la automatización de detección y control de fugas para el domicilio.

Anexo 6. Abarca los esquemas de la instalación residencial, esquema por planta, presiones de trabajo, válvulas de corte, caja de mando, los equipos ubicados en la automatización, plano eléctrico, el programa en el software del Logo!, el costo de la automatización de detección y control de fugas para el edificio, el esquema del reservorio en la azotea y su caja de mando.

Anexo 7. Abarca los esquemas del restaurant, presiones de trabajo, válvulas de corte, caja de mando, los equipos ubicados en la automatización, plano eléctrico, el programa en el software del Logo! y el costo de la automatización de detección y control de fugas para el restaurant.

Anexo 8. Proyecto de Tesis.

I. RESUMEN.

La investigación se enmarcó en un estudio de tipo analítico, descriptivo y explicativo acerca de la falta de un sistema automatizado de detección y control de fugas para las instalaciones centralizadas de gas licuado de petróleo, para esto fue necesario establecer métodos adecuados para el mismo, que se encaminó a la búsqueda de información bibliográfica que permitió la identificación del problema y concomitantemente proporcionó información teórica necesaria para el diseño del sistema automatizado de detección y control de fugas en los diversos tipos de instalaciones centralizadas, y; dirigida a obtener información primaria directamente del campo investigativo utilizando técnicas como entrevistas a docentes y profesionales entendidos en el tema, observación directa de las instalaciones industrial, residencial y domiciliaria; que en conjunto contribuyeron para el procesamiento de datos y desarrollo de cálculos cuyos resultados demuestran en forma ordenada, lógica y técnica el dimensionamiento de los equipos para la automatización del sistema de detección y control en los diferentes tipos de instalaciones centralizadas de GLP.

Finalmente y considerando los parámetros anteriores se construyó un prototipo de detección y control de fugas, lo que permitió demostrar la eficiencia del sistema automatizado al tener una respuesta rápida por sus mecanismos de detección y control de fugas como son: cortar el suministro de gas, realizar avisos auditivos y cortar la energía eléctrica en caso de producirse una fuga de gas, generando un alto grado de seguridad en las instalaciones centralizadas y por consiguiente aumentando la confiabilidad de los usuarios al reducir el riesgo en caso de eventualidades; salvaguardando su integridad.

SUMMARY.

The investigation was framed in a study of type analytic, descriptive and explanatory about the lack of an automated system of detection and control of flights for the installations centralized of gas liquefied of petroleum, for this it was necessary to establish methods appropriate for the same one that headed to the search of information bibliographical that allowed the identification of the problem and concomitantly it provided theoretical necessary information for the design of the automated system of detection and control of flights in the diverse types of installations centralized, and; directed to obtain directly information primary of the investigative field using technical as interviews to educational and professionals experts in the topic, observation direct of the installations industrial, residential and domiciliary; that on the whole contributed for the processing data and development of calculations whose results demonstrate in form ordinate, logic and technique the dimensionamiento of the teams for the automation the system of detection and control in the different types of centralized facilities of GLP.

Finally and considering the previous parameters was built a prototype of detection and control of flights, what allowed to demonstrate the efficiency of the system automated when having a quick answer for their mechanisms detection and control of flights as are: to cut the supply of gas, to carry out warnings auditory and to cut the energy electric in the event of taking place a flight of gas, generating a high grade of security in the installations centralized and consequently increasing the dependability from the users reducing the risk in the event of eventualities; safeguarding their integrity.

II. INTRODUCCIÓN.

Las empresas de venta y distribución de gas licuado de petróleo (GLP) han venido implantando nuevos sistemas que garanticen el suministro de este servicio. Dentro de estos nuevos sistemas destaca la denominada instalación centralizada de gas, la cual consiste en dotar de una reserva considerable del combustible a varios usuarios, de esta manera desechar los tanques pequeños individuales usados comúnmente.

En nuestro medio la empresa de mayor relevancia en distribución del GLP, es Loja-Gas, la cual viene brindando el servicio de distribución de gas licuado de petróleo en la provincia de Loja y Zamora Chinchipe; Viene implementando desde hace 5 años el sistema centralizado de distribución de GLP mismo que a pesar de la disposición de equipos sofisticados de control de fugas, no va más allá de ser un sistema de detección y control de fugas rudimentario (de accionamiento manual y respuesta lenta)”.

Considerando la situación actual de nuestra comunidad, resalta la importancia de este tema investigativo que radica en la necesidad de generar sistemas automáticos que permitan el control de fugas de gas licuado de petróleo, para de esta manera desvincular la participación de los usuarios, que es sobre quienes a reposado durante este tiempo la responsabilidad de desarrollar las acciones de respuesta necesarias frente a una eventual fuga de GLP, situación que refleja las características precarias de los sistemas centralizados que actualmente se encuentran funcionando en nuestro medio y de esta forma salvaguardar el bien más preciado que es la vida humana, por esta razón y en el afán de poder dar cumplimiento a esta estructura se ha planteado objetivos que encaminan este tema investigativo a dar cumplimiento a su propósito como es: diseñar un adecuado sistema automatizado de detección y control de fugas para instalaciones centralizadas del gas licuado de petróleo (GLP), construir un prototipo referente al diseño del sistema automatizado de detección y control de fugas de GLP en instalaciones centralizadas como alternativa de seguridad en estas instalaciones y finalmente socializar los datos obtenidos mediante medios de comunicación y técnicas de exposición que permitan dar a

conocer a la colectividad los mecanismos que permitirán tener mayor confiabilidad y seguridad en cuanto al uso de GLP.

La presente investigación sobre la automatización de un sistema de detección y control de fugas para instalaciones centralizadas de GLP, consiste en un medio de aplicación multifacético que en nuestro medio puede ser aplicado en sectores tanto industrial, comercial o doméstico, en los que a pesar del gran desarrollo tecnológico que existe en la actualidad aún están funcionando con sistemas centralizados rudimentarios. La necesidad de mejorar la calidad de vida, el creciente poblacional, la creciente tendencia en la ciudad de Loja a la construcción de urbanizaciones cerradas, bloques multifamiliares, los requerimientos tecnológicos actuales, la necesidad imperiosa de proteger el ambiente impulsan aún más esta gran idea de contar con un servicio que tenga distribución centralizada de GLP y un control automático frente a fugas que puedan poner en riesgo la vida de los usuarios.

La razón por la que se pretende realizar este trabajo de investigación, surgió observando la necesidad de elevar el grado de confiabilidad y seguridad en el control de fugas en los sistemas centralizados de GLP, ya que es un fluido altamente inflamable y explosivo, que pudiera ocasionar pérdidas humanas y/o materiales, debido a la incorrecta utilización del combustible por parte del usuario o fallas en el sistema que pudieran acarrear fugas de GLP y finalmente para poder dar cumplimiento a uno de los requisitos que se ha impuesto en la Universidad Nacional de Loja para la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

a) SISTEMA CATEGORIAL

- 1. Generalidades del gas licuado de petróleo (GLP) y sus aplicaciones.**
 - 1.1. Origen y características físico químicas del GLP.
 - 1.2. Usos y aplicaciones del GLP.
 - 1.3. Instalaciones centralizadas domiciliarias de GLP.

- 2. Normativa legal existente referente a las instalaciones centralizadas y de cilindros de GLP.**
 - 2.1. Requisitos Oficiales.
 - 2.2. Normas INEN.
 - 2.3. Normas Internacionales de Referencia.
 - 2.3.1. Normas NFPA.
 - 2.3.2. Códigos ASME.
 - 2.3.3. Normas UNE.
 - 2.3.4. Normas NOM.

- 3. Sistemas centralizados de GLP.**
 - 3.1. Clasificación de las instalaciones centralizadas.
 - 3.2. Condiciones del Diseño
 - 3.3. Accesorios de instalaciones
 - 3.3.1. Limitador de presión.
 - 3.3.2. Limitador de caudal o válvula de exceso de flujo.
 - 3.3.3. Inversores.
 - 3.3.3.1. Inversor manual
 - 3.3.3.2. Inversor automático.
 - 3.3.4. Válvulas de Corte
 - 3.3.5. Válvulas de Retención
 - 3.3.6. Racores de botellas
 - 3.3.7. Liras
 - 3.3.8. Filtros
 - 3.4. Sistemas de Regulación.

- 3.4.1. Clasificación de los reguladores
- 3.4.2. Tipos de reguladores
 - 3.4.2.1. Reguladores de acción directa
 - 3.4.2.2. Reguladores de acción indirecta o pilotada
- 3.4.3. Ubicación e instalación de reguladores
- 3.4.4. Instalaciones alimentadas con GLP
- 3.5. Contadores volumétricos de GLP.
 - 3.5.1. Instalación de contadores, Recintos
 - 3.5.2. Recintos destinados a la instalación centralizada de contadores
- 3.6. Sistema de Almacenamiento
 - 3.6.1. Botellas de GLP
 - 3.6.2. Depósitos de GLP
 - 3.6.2.1. Criterios de selección de los depósitos
 - 3.6.2.2. Clasificación de los centros de almacenamiento
 - 3.6.2.3. Cerramiento
 - 3.6.2.4. Depósitos de GLP en Azotea
 - 3.6.2.5. Accesorios del tanque
- 3.7. Red de Distribución.
 - 3.7.1. Distancia mínima de separación de tubería vista a otra.
- 3.8. Cálculo de las instalaciones centralizadas de GLP.
 - 3.8.1. Vaporización de una bombona de propano comercial.
 - 3.8.2. Características del gas
 - 3.8.3. Consumo de cada aparato.
 - 3.8.4. Caudal de simultaneidad.
 - 3.8.5. Grado de gasificación de las viviendas
 - 3.8.6. La potencia simultánea individual.
 - 3.8.7. Potencia nominal de utilización simultánea en instalaciones comunes, factor de simultaneidad.
 - 3.8.8. Pérdida de carga admitida en las instalaciones centralizadas.
 - 3.8.9. Variaciones de la presión relativa en función de la altura: su influencia en el cálculo de los diámetros.
 - 3.8.10. Cálculo del diámetro de tubería
 - 3.8.11. Cálculo del número de bombonas a instalar.

3.8.11.1. Capacidad de Almacenamiento.

4. Dispositivos para la seguridad en la detección y control de fugas automatizada.

4.1. Sensores.

4.1.1. Tipos de sensores de gas.

4.1.2. Circuitos electrónicos.

4.2. Electroválvulas (actuadores).

4.2.1. Clases y funcionamiento.

4.3. Automatas programables.

4.3.1. Generalidades del PLC.

4.3.2. Componentes de los PLC.

4.3.3. Funciones del autómata programable.

b) DECLARACIÓN TEÓRICA.

1. GENERALIDADES DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP) Y SUS APLICACIONES.

1.1. Origen y características físico químicas del GLP

El Gas Licuado de Petróleo, al que llamaremos simplemente por sus siglas como GLP, tiene su origen en el tratamiento que se le da al petróleo crudo y/o al gas natural en sus fases de refinamiento.

Los hidrocarburos cuyos componentes son hidrógeno y carbono, se presentan bajo tierra tanto en estado líquido como estado gaseoso. Se formaron en el transcurso de millones de años, cuando grandes masas de materiales orgánicos quedaron atrapados bajo la tierra, estas bajo la acción de altas presiones y temperaturas se fueron transformando en petróleo crudo (hidrocarburo líquido) y en gas natural (hidrocarburo gaseoso).

El gas natural se lo puede hallar disuelto en el petróleo crudo como gas asociado, en pozos donde el producto dominante es el petróleo. También lo podemos encontrar como gas libre no asociado donde el producto dominante es el gas o en mezclas de hidrocarburos, tanto gaseosos como líquidos en los llamados pozos de condensados.

El GLP es la mezcla de gases de petróleo producidos ya sea por pozos petrolíferos o gasíferos. Estos gases se procesan en una planta de refinación, obteniéndose como resultado el GLP.

Los Gases Licuados del Petróleo son hidrocarburos compuestos principalmente de propano y butano, que en mayor o menor proporción acompañan al petróleo crudo y al gas natural; además de isobutano y etano en pequeñas cantidades.

En nuestro medio al que llamamos por GLP, estrictamente debería conocerse como Propano Comercial, ya que es este el compuesto predominante con

aproximadamente el 70% en la mezcla, y el butano representa el resto con el 30% de volumen. Otra relación que se comercializa en nuestro medio (propano/butano) es de 60%-40%. Si el butano es el predominante, se llamará Butano Comercial, no usado en nuestro medio por lo que al Propano Comercial lo seguiremos identificando simplemente como GLP.

Los orígenes del GLP en el mercado nacional se pueden atribuir a la producción de gas en los campos de Ancón (Provincia del Guayas), por la explotación de crudo de la compañía inglesa ANGLO. Las instalaciones de refinación de gas en ese entonces, no permitían obtener una separación de fracciones de gas que hubiera facilitado el consumo a nivel nacional del gas propanado. Estas razones, acompañadas a las especificaciones que debían tener las gasolinas utilizadas en los vehículos de la época, influyeron en que las instalaciones de refinación de gas y petróleo instaladas en el país, no permitan la producción de propano en forma separada del butano.

En nuestro país se desarrolló la tecnología de producción, el almacenamiento, la distribución, el consumo y las normas de control para una mezcla de propano butano (GLP), limitando un consumo de **gas combustible de excelente poder calorífico** que podrían tener mezclas de metano, etano y propano y que tendrían, un precio mucho menor por su fácil disponibilidad y por un requerimiento tecnológico menor para su elaboración en los campos del Oriente.

Los sitios de obtención de GLP en el país son dos: en la Refinería de Esmeraldas mediante los procesos de destilación atmosférica, de cracking catalítico de gasóleos y de la reformación de naftas del crudo extraído en los campos de EL Libertador y de Shushufindi en el oriente; y finalmente en la Refinería La Libertad con procesos de separación y lavado cáustico del gas extraído en los campos de Ancón en la costa. **La producción total de estos sitios es de alrededor de 650 toneladas/día.**

Las propiedades más importantes del GLP y de sus dos componentes fundamentales se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 1: Propiedades Físicas del Propano y Butano¹.

NOMBRE	PROPANO	BUTANO	MEZCLA A 70-30
Fórmula Química	C3 H8	C4 H10	-
Gravedad Específica (Líquido)	0.508	0.584	0.531
Gravedad Específica (vapor)	1.522	2.006	1.667
Temperatura de Ebullición	- 42.1 °C	- 0.5 °C	- 162.2 °C
Temperatura Máxima de la Llama	1925 °C	1895 °C	1916°C
Limites de Superior. Inflamabilidad Inferior. (% en aire gas)	9.5 2.2	8.5 1.9	9.2 2.2
Poder Calorífico			
BTU/Kg (líquido)	47,659	46,768	47,392
BTU/litro (líquido)	24,238	27,432	25,196
Kcal/litro (líquido)	6,105	6,910	6,347
BTU/m ³ (vapor)	91,000	119,000	99,000
Kcal/ m ³ (vapor)	23,000	30,000	25,000
Metros Cúbicos de Vapor por Galón del Líquido	1.032	0.900	0.99
Litros de Vapor por Litro de Líquido	272.72	237.93	262

1.2. Usos y aplicaciones del GLP

Dentro de las principales ventajas que tiene el uso del GLP sobre otros combustibles, se deben mencionar: limpieza, economía, alto poder calorífico, fácil manejo y transporte, seguridad en su uso, razones por las cuales el uso del GLP es cada vez mayor en el ámbito industrial, comercial y doméstico.

• ¹ CEPSA ELF GAS, SA. Manual de Instalaciones de GLP. Pag 19.

En el sector industrial, se destaca el uso del GLP en: metal-mecánica, cerámica, industria alimenticia, textil, cría de aves, galvanizado, laboratorio, agricultura, etc. Las aplicaciones más importantes en este sector se dan en:

- Hornos estacionarios y continuos.
- Calderas
- Equipos de corte y soldadura de metales.
- Quemadores industriales.
- En sopletes y mecheros.
- Secadoras.
- Incubadoras.
- Incineradores y crematorios.
- Montacargas y vehículos.

En el sector comercial, se destaca el uso del GLP en: Panaderías, locales de expendio de alimentos, lavanderías, etc. Las aplicaciones más importantes en este sector se dan en:

- Hornos.
- Secadoras de ropa.
- Cocinas industriales.
- Calentadores de agua.

En el sector doméstico, se destaca el uso del GLP en: viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares, edificios, piscinas, saunas, etc. Las aplicaciones más importantes en este sector se dan en:

- Cocinas.
- Secadoras de ropa.
- Calentadores de agua.
- Calefactores.
- Calderos.
- Lámparas.

1.3. Instalaciones centralizadas domiciliarias de GLP

Se entiende por instalación domiciliaria al conjunto de aparatos, dispositivos y accesorios encargados de recibir, almacenar, distribuir y controlar el GLP en edificaciones de uso residencial.

El sistema que la gran mayoría de consumidores en el país usan para el abastecimiento de GLP, es por medio de cilindros metálicos que contienen 15 Kg de GLP en estado líquido, los mismos que se conectan directamente al equipo doméstico. La norma NTE INEN 2260:99, en su alcance, excluye a este tipo de instalación, y no la considera como instalación para GLP en edificaciones de uso residencial.

Las ventajas de usar una instalación domiciliaria para el consumo de GLP son:

- El diseño de la instalación domiciliaria se hace considerando el consumo probable de los aparatos, la capacidad de vaporización, y el tiempo de cambio o llenado del o de los tanques, sean estos fijos o estacionarios, con lo que se espera que el consumo del GLP en el tanque sea lo más eficiente, y el residuo en el mismo sea inferior a otros métodos de abastecimiento.
- Si se añade el uso de contadores (medidores de consumo), el consumo que debe cancelar el cliente es cien por ciento real y no cancelará residuos de GLP en los tanques.
- La comodidad al no tener que transportar cilindros a cada aparato de consumo.
- El ahorro del espacio, ya que generalmente la ubicación del o de los tanques se lo realiza en un lugar externo.
- Se mejora la estética del lugar donde están los aparatos de consumo, se elimina la presencia de cilindros sucios y oxidados como son generalmente en nuestro medio.
- La despreocupación por parte del usuario del abastecimiento de GLP en tanques, del mismo que se encarga la empresa proveedora.

- La entrega de GLP es directa, entre la empresa Comercializadora y el cliente, eliminando los intermediarios.
- Contar con una reserva adicional de GLP, en caso de problemas en el despacho de GLP (paros, derrumbes, situaciones políticas).

Estas ventajas y más, han hecho que exista un creciente interés por las instalaciones domiciliarias en Ecuador.

El mayor número de instalaciones domiciliarias en Ecuador, se encuentran en las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca, ejecutadas en su mayoría por las principales empresas comercializadoras de GLP, como son: Duragas, Agip, y Congas. Las que atienden a un mercado de clase media alta, debido al costo inicial elevado de la inversión en proyectos de urbanizaciones, edificios o viviendas.

En la ciudad de Loja, la empresa comercializadora Loja-gas es la única que actualmente atiende instalaciones domiciliarias con tanques móviles. Esta empresa ocupa el 70% de las ventas en la ciudad de Loja con aproximadamente 1300 Toneladas mensuales de GLP, de las cuales solo el 1% se destina en las instalaciones domiciliarias, con una proyección en este año de alcanzar el 2%.

La creciente tendencia en la ciudad de Loja a la construcción de urbanizaciones cerradas, bloques multifamiliares, y al interés del gobierno seccional en este tipo de proyectos, obliga a las empresas involucradas en el área de GLP a preparar proyectos que garanticen eficiencia y seguridad a los clientes.

2. NORMATIVA LEGAL EXISTENTE REFERENTE A LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS.

Una norma es una especificación técnica o de gestión, es un documento preciso y autorizado con los criterios necesarios para asegurar que un material, producto o procedimiento cumple de conformidad con el propósito con el que fue concebido, se basa en los resultados de la experiencia y el desarrollo tecnológico.

2.1. Requisitos Oficiales

Las instalaciones domésticas son las que van del artefacto de quema conectado directamente al cilindro con su respectivo conjunto técnico (regulador, manguera) a no más de 1.50 metros de longitud en la manguera. Las instalaciones no domésticas, son las que podrán operar mediante tanques fijos o con cilindros de 45 Kg, utilizarán el conjunto técnico industrial autorizado por el INEN. Los tanques fijos cumplirán con los requisitos técnicos establecidos en el presente Reglamento para los tanques de las plantas de almacenamiento y envasado.

El Acuerdo Ministerial N° 209 sobre las “Disposiciones para la comercialización de gas licuado de petróleo a través de instalaciones centralizadas” .Hace referencia a los pasos y obligaciones que deben seguir las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, para calificar como comercializadoras del gas licuado de petróleo dedicadas al abastecimiento de GLP a través de instalaciones centralizadas y poder realizar proyectos de este tipo, también informa sobre cuál debe ser el procedimiento para la aprobación y ejecución de los proyectos de instalaciones centralizadas. Indica que mientras el INEN elabora la respectiva norma, “se aplicarán las normas técnicas nacionales INEN, que fueren procedentes e internacionales aplicables”.

2.2. Normas INEN

“El Instituto Ecuatoriano de Normalización por sus siglas INEN, es el organismo oficial de la República del Ecuador para la normalización, certificación y metrología a nivel nacional e internacional”.

El INEN ha elaborado la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2260:99 sobre “Instalaciones para gas combustible en edificaciones de uso residencial, comercial o industrial. Requisitos.

Adicional a la norma NTE INEN 2260:99, existen otras normas INEN de importancia que se deben tomar en consideración para el correcto desarrollo de las instalaciones centralizadas.

- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 111:98. Cilindros de acero para gas licuado de petróleo “GLP”. Requisitos e inspección”.
- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 117:75. Roscas ASA para tuberías y accesorios. Especificaciones”.
- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 440:84. Colores de identificación de tuberías”.
- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 885:00. Artefactos domésticos a gas licuado de petróleo (GLP). Mangueras flexibles de conexión. Requisitos”.
- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0886:85. Artefactos domésticos a gas (GLP). Boquillas de acople para mangueras. Requisitos dimensionales”.
- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1536:98. Prevención de incendios. Requisitos de seguridad de plantas de almacenamiento y envasado de gas licuado de petróleo (GLP)”.
- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1682:98. Reguladores de baja presión para gas licuado de petróleo (GLP). Requisitos e inspección”.
- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2124:98. Uso e instalación de calentadores de agua a gas de paso continuo y acumulativo”.
- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2187:99. Calentadores de agua a gas para uso doméstico. Requisitos e inspección”.
- “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2259:00. Artefactos de uso doméstico para cocinar, que utilizan combustibles gaseosos. Requisitos e inspección”.

2.3. Normas Internacionales de Referencia

Al ser el campo de las instalaciones centralizadas relativamente nuevo en nuestro país, en lo referente a la normativa técnica que se requiere para este tipo de instalaciones tanto domiciliarias como industriales, la norma principal NTE INEN 2260:99 sobre instalaciones para gas combustible, no describe de una forma detallada los requerimientos técnicos para este tipo de instalaciones. El Acuerdo N° 209, en la tercera disposición transitoria, dispone que: “mientras el INEN elabora la respectiva normativa técnica, se aplicarán las

normas técnicas nacionales INEN, que fueren precedentes e internacionales aplicables”. Es así que, se hacen necesarias la aplicación de normas internacionales que permitan instalaciones con calidad y seguridad, sin olvidar el avance tecnológico.

Considerando el prestigio y experiencia en el tema, dentro de las normas internacionales más destacadas tenemos:

2.3.1. Normas NFPA

La NFPA es una organización norteamericana reconocida internacionalmente que desarrolla normas para proteger gente, su propiedad y el medio ambiente del fuego, Dentro de las normas NFPA la más importantes referente a las instalaciones con GLP son:

- ***Norma NFPA 13 (Instalación de Sistemas de Rociadores)***: Norma destinada al diseño y construcción de sistemas de rociadores, considerados como el método más efectivo de protección contra incendios.
- ***Norma NFPA 54 (Código Nacional del Gas Combustible)***: Brinda los criterios generales referente a la instalación y operación de las instalaciones de gas de combustible por tuberías y aparatos en aplicaciones residenciales, comerciales y industriales.
- ***Norma NFPA 58 (Norma para el Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados de Petróleo)***: Constituye la fuente más confiada para requisitos de seguridad a través de la industria. Se aplica en la transportación de GLP en las carreteras y al diseño, construcción, instalación y operación de todos los sistemas de GLP.

2.3.2. Códigos ASME

ASME Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos; es la mayor y más prestigiosa de las asociaciones de Ingenieros Mecánicos del mundo y tiene un sinnúmero de publicaciones y entre las relacionadas con gas tiene los siguientes códigos:

- ***Código ASME B31.8***: “Transmisión y distribución de gas por sistemas de tuberías”.

- **Código ASME Sección VIII, División 1:** Trata sobre el diseño, fabricación e inspección de recipientes sujetos a presión.

2.3.3. Normas UNE

Son las Normas Nacionales de España, aprobadas por AENOR. Referente a las instalaciones de gas, las normas se encuentran descritas en Anexo 1.

2.3.4. Normas NOM

En relación a las instalaciones para GLP, la Norma Oficial Mexicana más importante es la NOM 069-SCFI: “Instalaciones de aprovechamiento para GLP”. Establece las especificaciones técnicas y de seguridad mínimas que deben cumplir el diseño, y la construcción de las instalaciones para aprovechamiento del GLP, así como los métodos de prueba para las mismas, en sus clasificaciones.

3. SISTEMAS CENTRALIZADOS DE GLP.

3.1. Clasificación de las instalaciones centralizadas

Las instalaciones centralizadas de GLP se clasifican según su presión en:

- Baja presión (BP) 0 hasta 0.05bar (500mmcda - 0.725 psi). Sector residencial.
- Media presión A (MPA) entre 0.05bar hasta 0.4 bar (0.7psi-6psi). Sector comercial.
- Media presión B (MPB) entre 0.4bar hasta 4 bar (6psi-60psi). Sector comercial e industrial.
- Alta presión (AP) mayor a 4 bar (60 psi). Plantas industriales.

3.2. Condiciones del Diseño:

- El tipo de gas suministrado
- La demanda máxima de consumo prevista que garantice el funcionamiento simultaneo de todos los artefactos a instalarse.
- Caída de presión en la instalación, de manera que bajo las máximas condiciones de demanda garanticen el funcionamiento de todos los equipos instalados.

- Longitud del sistema de tuberías, el número y tipo de accesorios utilizados.
- Factor de simultaneidad asociado al cálculo de demanda máxima de consumo.
- Previsiones técnicas para atender demandas de consumo futuras.
- Sistema de almacenamiento (Tanques)
- Sistema de regulación
- Contadores (Medidores)
- Dispositivos de corte
- Red de distribución
- Accesorios

3.3. Accesorios de instalaciones

3.3.1. Limitador de presión

El limitador de presión o válvula de seguridad por máxima es un aparato destinado a impedir que la presión sobrepase un valor determinado para el cual está graduado y que puede variar según los tipos.

La diferencia fundamental entre los limitadores y los reguladores consiste en que estos últimos regulan la presión del gas, con independencia de la presión de entrada, a una presión de salida constante; sin embargo el limitador permite la salida del gas, sin controlar la presión de salida, siempre que ésta no sobrepase un valor prefijado, alcanzado el cual se cierra cortando el paso de gas.

Normalmente el limitador no entrará en operación, por lo que puede considerarse como una válvula de seguridad, que empezará a funcionar cuando los reguladores anteriores a él, por cualquier anomalía, no controlen la presión y ésta supere el valor prefijado.

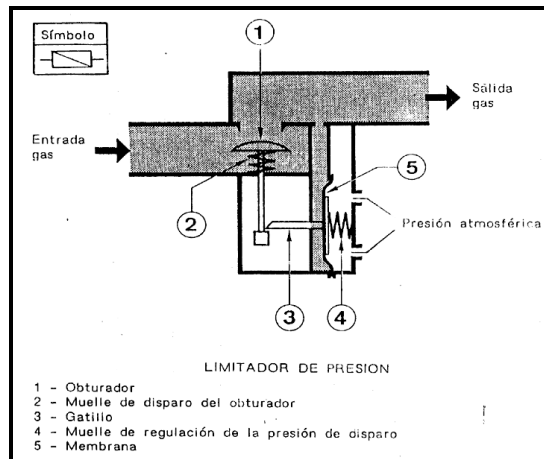


Fig 1. Limitador de Presión.

3.3.2. Limitador de caudal o válvula de exceso de flujo

El limitador de caudal o limitador de exceso de flujo es un dispositivo que se instala en la conducción del gas para evitar que el caudal sobrepase un valor determinado. Se monta a la salida de la válvula de paso del gas y delante del regulador de presión.

En el caso de una avería del regulador de presión u otra causa que provoque una salida brusca y anormal de gas, produce la interrupción automática del paso del gas.

El limitador de caudal permite el paso del gas en las dos direcciones, pero el control del flujo se efectúa en una sola dirección, por ello, para su instalación, deberá tenerse en cuenta dicha dirección que se encuentra indicada con una flecha en su cuerpo. Cada limitador del caudal se cierra automáticamente a un caudal determinado.

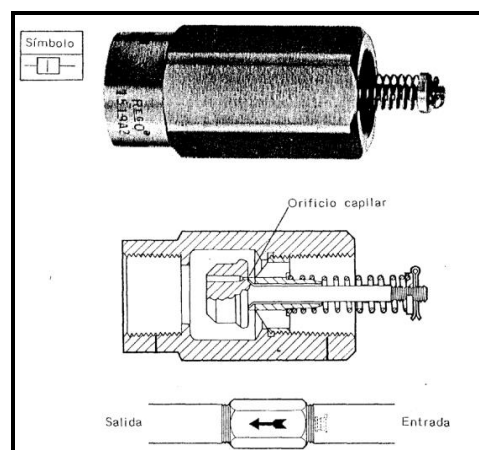


Fig 2. Limitador de Caudal

3.3.3. Inversores.

En las instalaciones alimentadas por baterías de botellas de GLP. Es conveniente disponer de dos baterías de bombonas, una en servicio y otra de reserva. Ambas baterías estarán conectadas a la instalación a través de un dispositivo llamado inversor con el que se abre el paso del gas desde la batería de botellas en servicio y se abre el paso desde la de reserva, realizando estas operaciones sin interrumpir el suministro.

Los inversores pueden ser de accionamiento manual si es el propio usuario quien se encarga de cerrar la batería de botellas vacías y de abrir la de botellas llenas, o automático si es la propia presión del gas, al reducirse por el agotamiento del contenido de las botellas en uso, la que realiza la conmutación descrita.

3.3.3.1. Inversor manual

Al comprobar el usuario que se han agotado las botellas en servicio, ha de cerrar la llave de dicha batería y a continuación abrir la de la otra batería que estaba en reserva y en posición cerrada.

Una mejora de este sistema radica en unificar los mandos de ambas llaves de corte, utilizando una palanca de fácil mando que al accionarla abre el paso de una batería a la vez que cierra la otra.

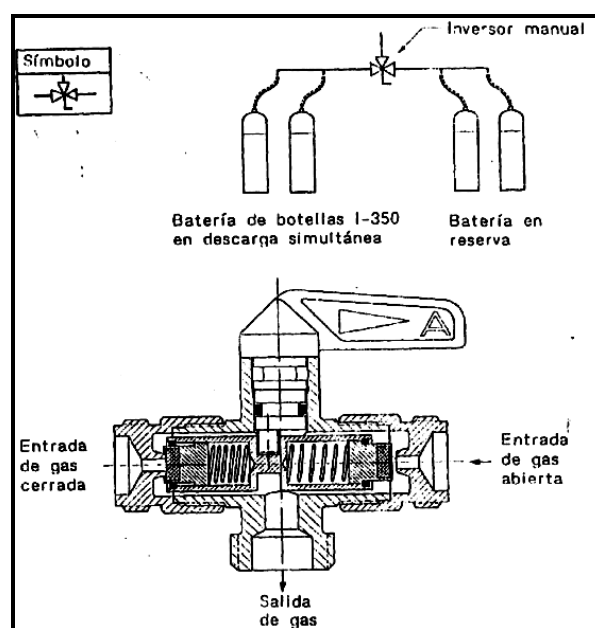


Fig 3. Inversor Manual.

3.3.3.2. Inversor automático

El inversor automático aprovecha la propia presión del gas para realizar la Inversión.

El inversor automático enlaza las dos baterías de botellas asegurando la alimentación continua de los aparatos de consumo ya que, al cesar el suministro del gas de la que está en servicio, abre automáticamente el paso al gas de la batería de reserva.

Un inversor automático consta, de dos reguladores formando un solo bloque, uno para la batería de botellas en servicio y otro para la que queda en reserva. El primero reduce la presión del gas contenido en la botellas (unos 7 kg/cm²) a una presión del orden de 1,7 kg/cm² y el segundo a una presión más baja, unos 0,8 kg/cm². Del cuerpo del inversor sale una única conducción, la de distribución, hacia los aparatos de consumo.

Para el correcto funcionamiento se requiere una presión mínima de entrada que, para una presión nominal de 1,7/0,8 kg/cm², es de aproximadamente **2 kg/cm²**.

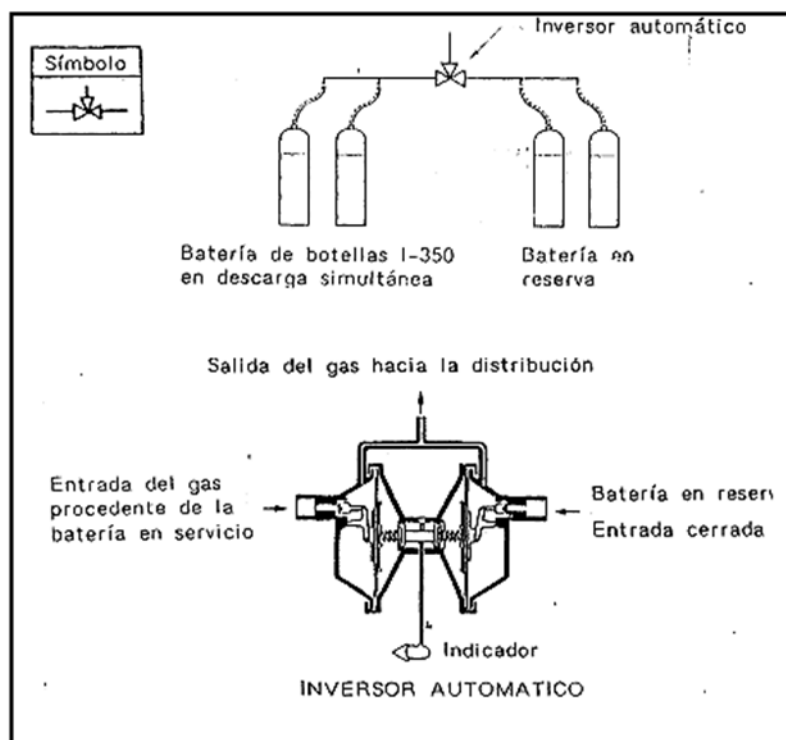


Fig 4. Inversor Automático.

3.3.4. Válvulas de Corte

Permiten cerrar el paso del gas. A las instalaciones se requiere dotarlas con válvulas de corte de accionamiento manual ubicadas como mínimo en los siguientes puntos:

- En la acometida.
- A la entrada de cada contador.
- A la entrada del centro de medición.
- En cada punto de salida de la instalación destinado a la conexión de los artefactos.

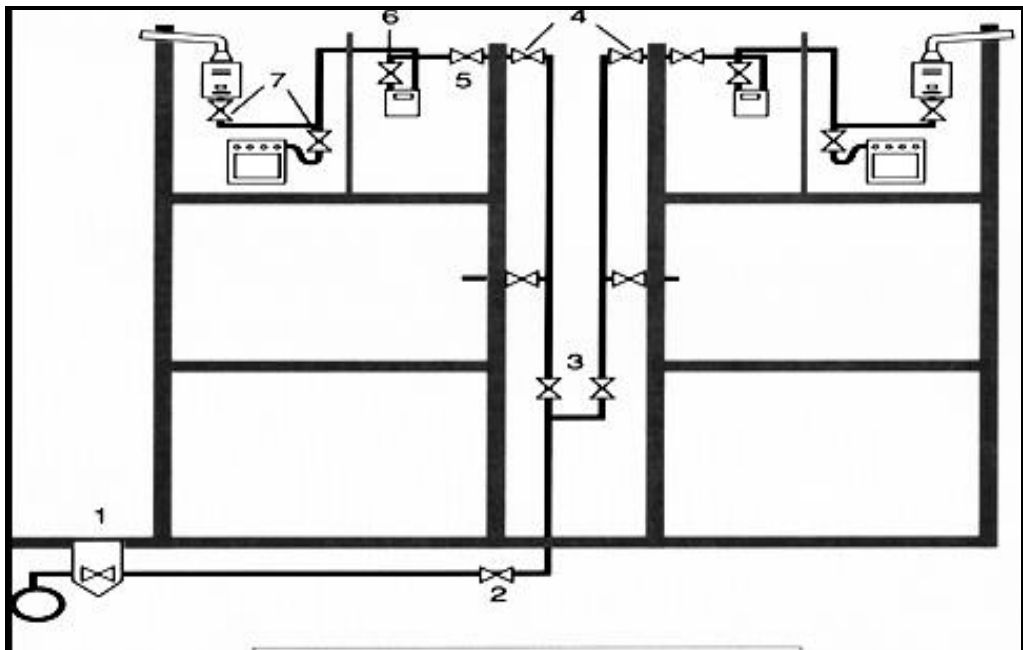


Fig 5. Válvulas instaladas en un edificio.

Denominación de los elementos:

1. Llave de acometida.
2. Llave de edificio.
3. Llave de montante colectivo.
4. Llave de abonado.
5. Llave de vivienda o local Privado.
6. Llave de contador.
7. Llave de conexión de aparato.

3.3.5. Válvulas de Retención.

Las válvulas de retención Impiden que un fluido circule en sentido inverso. En las instalaciones de baterías de botellas se instalan entre la lira y la instalación. De esta forma, en caso de rotura de la lira, no se vacían el resto de las botellas acopladas, en la misma parte de la batería. Para su instalación deberá tenerse en cuenta la dirección del flujo la cual se indica en su cuerpo con una flecha.

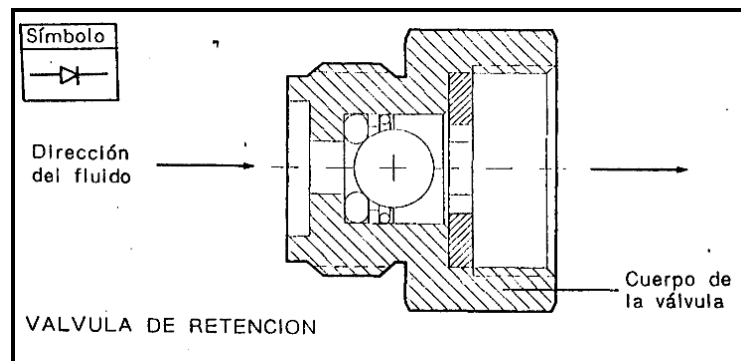


Fig 6. Válvula de Retención.

3.3.6. Racores de botellas

El rácor es un elemento roscado que a través de la lira une la válvula de la botella con la instalación.

3.3.7. Liras

Las liras son tubos flexibles reforzados que se utilizan para conectar entre si las partes fijas y móviles de la instalación, siendo el caso más típico la conexión de botellas con la instalación. Para lo cual van equipados con ráculos en sus dos extremos.

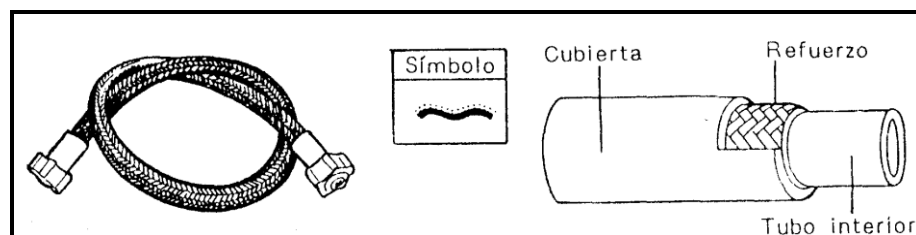


Fig 7. Partes de una Lira

3.3.8. Filtros

La misión de los filtros es impedir a través de un elemento filtrante el paso de las partículas sólidas arrastradas por el gas en su recorrido ya que pueden perturbar el funcionamiento de los equipos en ella instalados (reguladores, quemadores, etc.).

Aunque normalmente los gases combustibles están libres de partículas sólidas en su recorrido pueden arrastrar elementos extraños, tales como óxidos de las paredes internas de las conducciones, perlas de soldadura, tierra, etc.

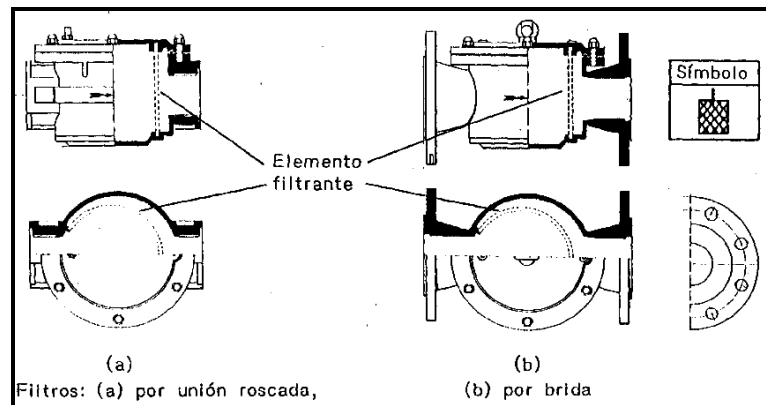


Fig 8. a) Por unión roscada, b) Por brida.

La capacidad de retención del filtro es función de tamaño de las partículas que deseamos retener. En aquellos casos en que se pretenda proteger reguladores, quemadores, contadores y en general todos aquellos equipos en los cuales la presencia de partículas de tamaño reducido puedan provocar un mal funcionamiento del mismo, se utilizarán filtros de adecuada capacidad de retención.

Con el tiempo, las partículas retenidas, dificultan cada vez más el paso del gas pudiendo llegar a la total obstrucción del elemento filtrante. Por ello es necesaria una limpieza periódica que evite la acumulación de elementos extraños.

Los filtros permiten el paso del gas en las dos direcciones pero para su correcto funcionamiento y mantenimiento deberá tenerse en cuenta la dirección del flujo de gas la cual se encuentra indicada con una flecha en su

cuerpo; Los elementos filtrantes pueden ser de tela metálica, porcelana porosa, fieltro, etc.

3.4. Sistemas de Regulación

El regulador es verdaderamente el corazón de la instalación de Gas. Este debe compensar la variación en la presión del tanque desde presiones muy altas hasta muy bajas (de 60 PSI hasta 0.725 PSI) y aún así suministrar un flujo constante de GLP a los aparatos de consumo.

La diferencia entre la presión de distribución y la presión de servicio o de utilización lleva consigo la necesidad de colocar un aparato capaz de reducir la presión a los valores necesarios para el correcto uso del gas. Este aparato es el regulador y tiene como misiones específicas:

- Reducir la presión del gas.
- Mantener la presión entre unos límites convenientes para una gama de caudales definida.

Por la importancia de su función, los reguladores deben reunir una serie de cualidades, tales como precisión, capacidad de respuesta, estabilidad, estanquidad al cierre, etc., las cuales nos indican la calidad del regulador.

3.4.1. Clasificación de los reguladores de presión:

Por su presión se clasifican en:

- Baja Presión (BP) 0 - 0.05 Bar
- Media Presión (MP) 0 - 0.5 Bar
- Alta Presión (AP) 0 - 4 Bar



Fig 9. Regulador de alta presión.



Fig 10. Regulador de baja presión.

3.4.2. Tipos de Reguladores

- Reguladores de acción directa.
- Reguladores de acción indirecta o pilotada.

3.4.2.1. Reguladores de acción directa

Los reguladores de acción directa son aquellos en que la presión del gas de salida actúa sobre la membrana principal opuesta al muelle de mando y mueve el obturador hasta que se alcanza el equilibrio entre ambos elementos. Se construyen para una presión fija de utilización o bien para una presión regulable. En estos últimos la presión de utilización puede ser modificada a voluntad entre unos límites propios de cada regulador.

Los reguladores de acción directa se fabrican para alta, media o baja presión.

La precisión de estos reguladores, dentro de la gama de caudales para la cual han sido diseñados, es del orden de $\pm 5\%$ de la presión establecidas; Sus ventajas más interesantes son la rapidez de respuesta, la sencillez de su mecanismo y su fácil reparación.

3.4.2.2. Reguladores de acción indirecta o pilotada

En estos reguladores la regulación también se efectúa gracias a un obturador que es accionado por una membrana, pero la presión que la desplaza no es la de salida. En estos la energía motora proviene de la

presión de entrada administrada de forma conveniente. El elemento encargado de administrar la presión de entrada es un regulador piloto.

3.4.3. Ubicación e instalación de reguladores.

3.4.3.1. Instalaciones alimentadas con GLP

Instalaciones alimentadas desde depósitos, bombonas o batería de bombonas de GLP.

La reducción de presión hasta la utilización en BP se puede realizar en la instalación de dos maneras:

- a) Dentro de la vivienda o del local desde MPB hasta BP. Con un regulador único o con un regulador a la entrada de cada aparato a gas.
- b) En el exterior de las viviendas o de locales, hasta la presión de utilización o hasta otro valor MPB, inferior al del origen o comprendido en MPA, existiendo en este caso una nueva reducción hasta BP en la instalación individual o a cada aparato a gas.

En estos casos los reguladores de MPB de primera etapa se ubicaran preferentemente en los recintos destinados a la ubicación de contadores y se dispondrá a la salida de aquellos de una toma de presión de pequeño calibre.

Cuando exista más de un usuario que se alimente desde el mismo depósito o batería de bombonas se deberán disponer una válvula de seguridad (V.S.) por mínima presión en cada instalación individual.

3.5. Contadores volumétricos de GLP

Los contadores son los aparatos que registran el consumo de gas en fase gaseosa aquí se registra lo consumido por los usuarios.



Fig 11. Contador volumétrico.

3.5.1. Instalación de contadores.

Los recintos destinados a la ubicación de contadores variarán según se trate de un edificio con uno o varios usuarios.

En el caso de un usuario el recinto que aloje el contador (armario o nicho) tendrá accesibilidad de grado 2 desde el exterior.

En el caso de que el edificio tenga varios usuarios los recintos destinados a alojar los contadores de gas deberán estar situados en zonas comunitarias con accesibilidad de grado 2. Podrán estar constituidos por locales, armarios o conductos.

Cuando la vivienda o local no sea de nueva planta y no sea posible cumplimentar lo citado en los párrafos anteriores, los contadores podrán ubicarse en el interior de la vivienda o local del usuario, debiéndose no obstante situar las llaves de abonado en zona comunitaria con accesibilidad grado 2. En el supuesto que esto tampoco fuera posible será entonces necesario recabar autorización expresa de la empresa suministradora.

Los recintos destinados a la ubicación de los contadores deberán estar adecuadamente ventilados, tendrán las dimensiones necesarias para permitir su correcto mantenimiento y estarán construidos de forma que queden garantizadas su protección frente a agentes exteriores como pueden ser la humedad y los golpes así como el grado de aislamiento respecto a otros locales que sea exigido en las normas que le sean de aplicación.

Cuando sea inevitable que una conducción ajena a la instalación de gas atraviese el recinto, no deberá tener accesorios o juntas desmontables, y los puntos de penetración y salida deberán ser estancos. Si se trata de tubos de

plomo o de material plástico deberán estar además envainados o alojados en el interior de un conducto. *Si se trata de cables eléctricos deberán ir en vaina de acero o material equivalente.* Además no deberán obstaculizar la ventilación ni el control y mantenimiento de las instalaciones de gas (llaves, reguladores, contadores, etc.).

Junto a cada llave de contador deberá fijarse una placa que lleve grabada en forma indeleble la indicación del piso y puerta de la vivienda a la cual suministra. Dicha placa deberá ser metálica o de plástico rígido.

3.5.2. Recintos destinados a la instalación centralizada de contadores

Cuando los contadores de un edificio de varios usuarios se centralicen, deberán hacerlo en uno o varios locales o armarios.

Ubicación; estos recintos estarán situados en zonas comunitarias y tendrán accesibilidad de grado 2. Su ubicación se realizará preferentemente en la planta o terraza, con alguna pared continua al exterior. *Caso de que esto no sea posible también podrá ubicarse en un semisótano o primer sótano, aunque se aplicarán las siguientes medidas complementarias de seguridad:*

- a) *Para gases menos densos que el aire como el GLP, las condiciones mínimas complementarias de seguridad consistirán en que la puerta de acceso del recinto deberá tener seguro, las ventilaciones deberán incrementarse en un 10 por 100 de las que les correspondería de estar el local situado al nivel del suelo y tanto la entrada como la salida de aire deberán comunicar directamente al exterior.*
- b) Para gases más densos que el aire y cuando la ubicación de los cuartos de contadores no puedan materialmente ajustarse a las prescripciones generales, los servicios competente en materia de industria de la Comunidad Autónoma, previa petición del interesado, a la que se acompañará la correspondiente documentación técnica en la que constará y se justificará esa imposibilidad, formulándose una solución técnica alternativa, podrán autorizar que la referida instalación se adecue a la solución propuesta, que en ningún caso

podrá suponer reducción de la seguridad resultante de su instalación en un nivel superior al del sótano.

3.6. Sistema de Almacenamiento

3.6.1. Botellas de GLP

Las Botellas de GLP son recipientes recargables considerados de fácil manejo es decir portátiles, destinados a contener GLP, se componen de envase y de válvula o llave para su llenado o vaciado.

La capacidad de almacenamiento de una botella es de 85% del volumen de almacenamiento, denominada carga de gas, expresada en masa líquida, y el 15% es vapor.

3.6.1.1. Tipos de Botella

La normativa distingue dos tipos de botellas en función de su capacidad de almacenamiento.

- Botellas domesticas: de contenido de 15 Kg.
- Botellas industriales: de contenido superior de 45 kg.

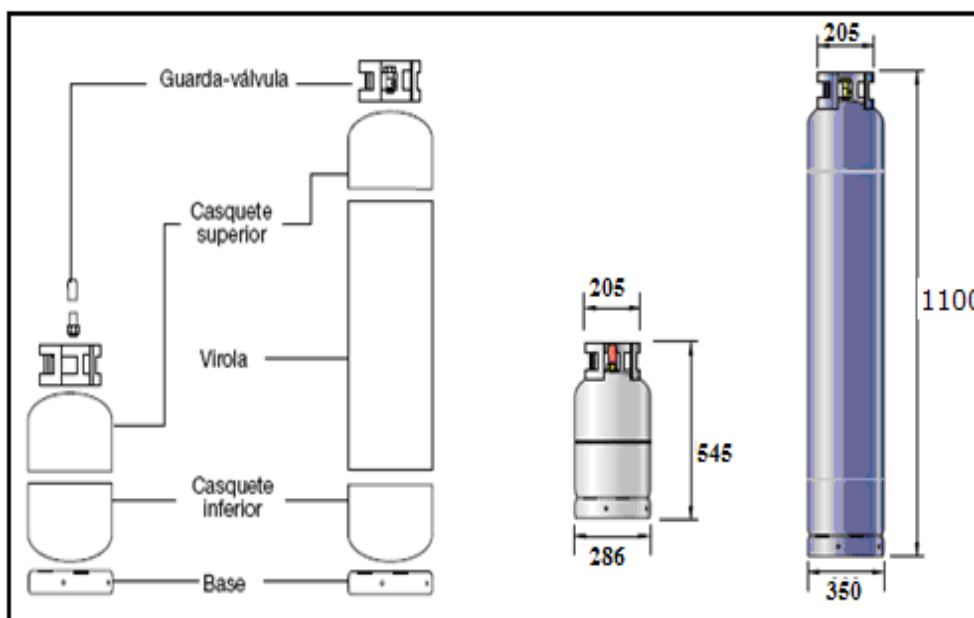


Fig 12. Figura y dimensiones de los dos tipos de botella².

² CEPSA ELF GAS, SA. Manual de Instalaciones de GLP. Pag 35.

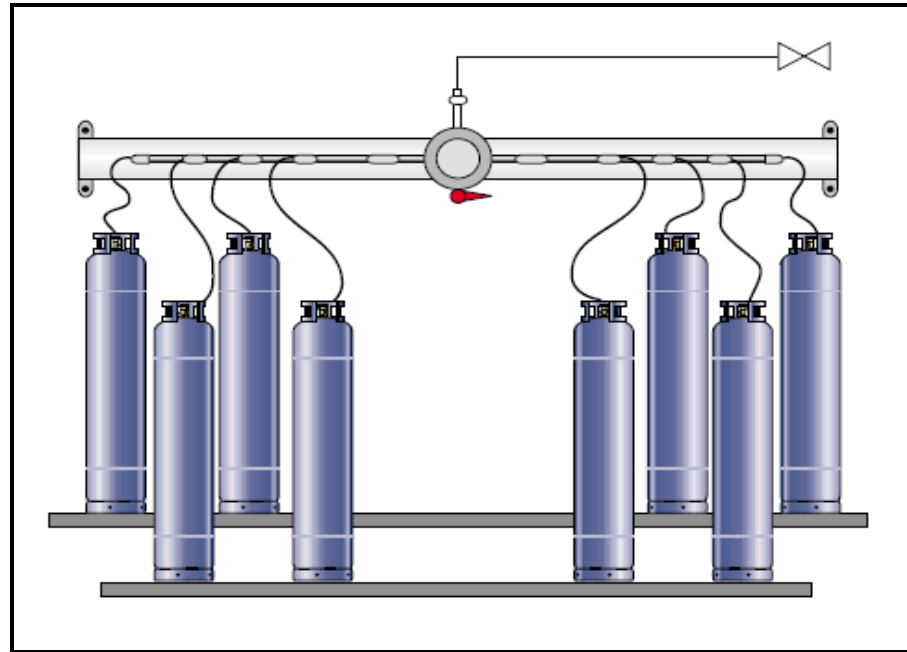


Fig 13. Almacenamiento de GLP mediante botellas de 45 Kg.

3.6.2. Depósitos de GLP

Los depósitos son recipientes destinados a contener los GLP en estado (fase líquido), bajo presión, para su almacenamiento y consumo; Estos depósitos se llenan mediante camión cisterna. La toma de gas para utilización se realiza a través de conducción fija.

Los depósitos pueden ubicarse aéreos, enterrados o semienterrados (Fig.14)

- Depósitos de superficie o aéreos son situados al aire libre y cuya generatriz inferior queda a nivel superior del terreno.
- Depósitos enterrados son los situados por debajo Del terreno circundante. Su distancia superior debe distar entre 30 y 50 cm del terreno, una profundidad mayor dificultaría los trabajos de mantenimiento.
- Depósitos semienterrado es el depósito no situado enteramente por debajo del terreno circundante pero que, cumpliendo una serie de requisitos, es considerado como si estuviera enterrado.

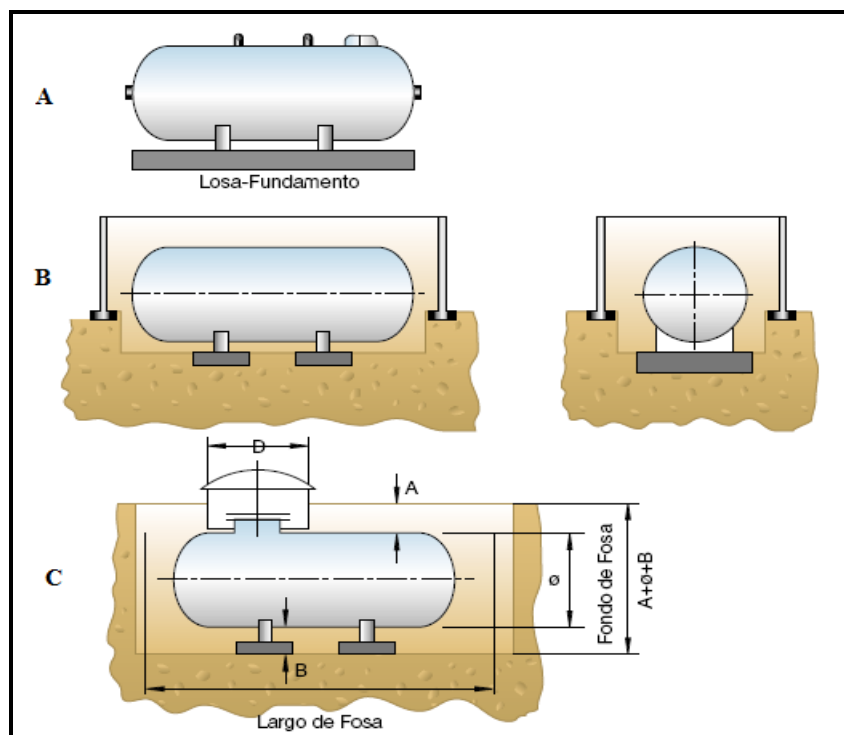


Fig.14 Depósitos aéreos(A), semi-enterrados (B) y enterrados (C)³.

Se considera depósitos pequeños a los de volumen hasta los 20 m³ y grandes a los mayores; Las superficies externas de los depósitos se han de proteger contra la corrosión mediante revestimiento adecuado. Los depósitos de superficies se entregan con pintura protectora en blanco y los destinados a ser enterrados, con recubrimiento protector contra la corrosión.

Una vez en funcionamiento los depósitos han de quedar protegidos contra los agentes y acciones externas según sea la ubicación del depósito.

- Los aéreos hasta el 20 m³, cubiertos con una capota.
- Los enterrados, en arqueta con tapa.

Cuando puedan existir grandes diferencias de temperatura en un mismo día, en verano o en invierno, se recomienda no pasar del 85 % el grado de llenado, **(pensar que en el propano, por cada grado que aumente su temperatura, el volumen aumenta un 0,324 %).**

3.6.2.1. Criterios de selección de los depósitos

³ CEPSA ELF GAS, SA. Manual de Instalaciones de GLP. Pag 159.

Los depósitos aéreos presentan, respecto a los enterrados, una mayor facilidad de inspección, limpieza y mantenimiento, mientras que los enterrados resultan más estéticos y con mejor protección mecánica contra agentes externos y requieren menor espacio utilizado ya que las distancias de seguridad a mantener son menores.

Los depósitos enterrados requieren una obra civil más costosa que los aéreos (se ha de pensar en las pruebas de presión reglamentarias). Por otro lado, su vaporización se ve disminuida en zonas normales.

Los depósitos semienterrados se elegirán cuando exista impedimento justificado como terreno rocoso, terreno con pendiente pronunciada o la capa freática sea alta.

3.6.2.2. Clasificación de los centros de almacenamiento

De acuerdo con la suma de volúmenes geométricos de todos los depósitos existentes en el centro de almacenamiento y de su ubicación, éstos se clasifican en los siguientes grupos:

Tabla 2. Clasificación de los depósitos por volumen y ubicación.⁴

AÉREOS	
Denominación	Volumen del centro de Almacenamiento
A- 0	Hasta 5 m ³
A- 1	Mayor de 5 m ³ , hasta 10 m ³
A- 2	Mayor de 10 m ³ , hasta 20 m ³
A- 3	Mayor de 20 m ³ , hasta 100 m ³
A- 4	Mayor de 100 m ³ , hasta 500 m ³
A- 5	Mayor de 500 m ³ , hasta 2000 m ³
ENTERRADOS O SEMIENTERRADOS	
Denominación	Volumen del centro de Almacenamiento
E-0	Hasta 5 m ³
E-1	Mayor de 5 m ³ , hasta 10 m ³
E-2	Mayor de 10 m ³ , hasta 100 m ³
E-3	Mayor de 100 m ³ , hasta 500 m ³

Las dimensiones de los depósitos no se han normalizado oficialmente. En los centros de almacenamiento, se autorizan los aéreos hasta un volumen total máximo de 2000 m³ y los enterrados o semienterrados, hasta 500 m³ (volumen unitario máximo de 60 m³).

⁴ CEPSA ELF GAS, SA. Manual de Instalaciones de GLP. Pag 160.

3.6.2.3. Depósitos de GLP en Azotea.

Solamente se admitirán en azoteas, instalaciones de GLP con sólo depósitos de 5 m³ (A-O) hasta los 10 m³ (A-1), siempre y cuando, además de las prescripciones señaladas para los depósitos aéreos, cumplan las siguientes:

- Las distancias a partir de los orificios a chimenea, desagües, aberturas a patios o a huecos o accesos a niveles inferiores no serán inferiores a 6 m, orificios a las aberturas de las mismas deberán ser de 6 m como mínimo.
- Si la azotea es practicable para otros usos, la estación de GLP (el centro) deberá estar provista de cerramiento.
- Dentro del mismo no se podrá encontrar objetos ajenos al servicio.
- No se autorizarán muros o pantallas a efectos de reducción de distancias de seguridad.
- Todas las tuberías serán aéreas.
- En la estación de GLP deberá existir una toma de agua.
- El depósito no podrá estar conectado a la tierra del edificio. Deberá estar protegido por pararrayos o cubierto por una malla metálica conectada a tierra independiente.
- La canalización de carga se situará en fachada exterior. La boca de carga se situará en arqueta o armario protegidos por cerradura
- La azotea tendrá fácil acceso para el personal de mantenimiento, suministro y socorro.
- En una misma azotea, se admiten almacenamientos independientes entre sí y que cumplan la norma.
- Junto a la boca de carga deberá instalarse un dispositivo apropiado visible desde la cisterna de trasvase, u otro igualmente eficaz para evitar que pueda superarse el nivel máximo de llenado del depósito.

- Las distancias referidas a huecos o accesos situados en la propia azotea que comuniquen por niveles inferiores al suelo de la misma con el interior del edificio, así como a orificios de ventilación, desagües y aberturas a patios, será como mínimo, el doble de la señalada con la referencia A del "Cuadro de distancias".

3.6.2.4. Accesorios del tanque

Son partes conectadas a las aberturas del recipiente, que conforman una unidad hermética. Generalmente se incluyen, dispositivos de alivio de presión, válvulas de cierre, válvulas de exceso de flujo, dispositivos medidores de nivel de líquido, dispositivos de alivio de presión y cubierta de protección. Estas partes metálicas deberán elaborarse con acero, fundición dúctil, fundición maleable o latón, no deberán ser nunca de fundición de hierro.

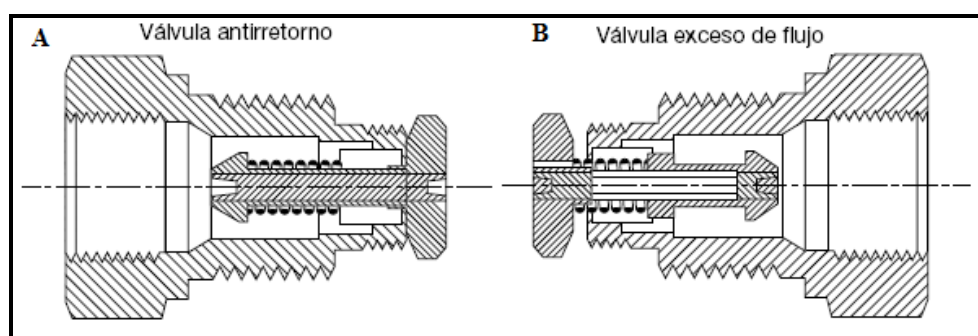


Fig15. A) Válvula anti retorno B) Válvula exceso de flujo

Los accesorios deberán ser construidos con materiales apropiados para el servicio de GLP y resistir la acción del mismo bajo condiciones de uso. Los accesorios que resistan presión y que no actúan como fusibles, deberán poseer un punto de fusión mínimo de 816 °C. Los accesorios de los recipientes deberán poseer una presión de trabajo asignada no menor que 1.7 MPa.

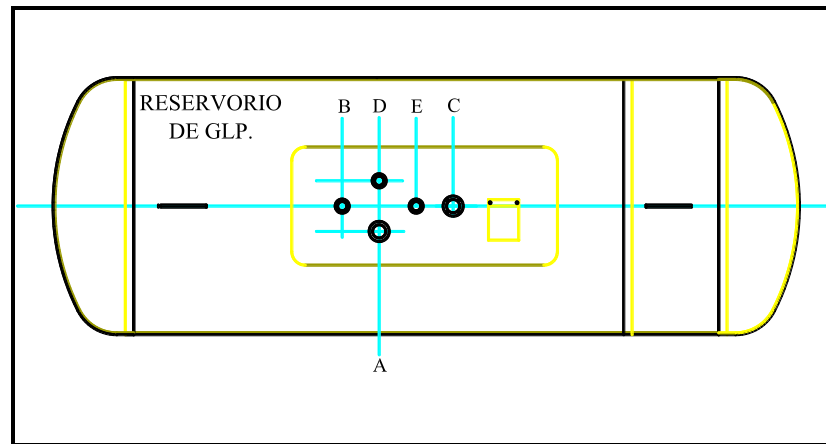


Fig 16. Tanque con sus Accesorios.

Accesorios:

- (A) Válvula de llenado
- (B) Válvula de seguridad
- (C) Medidor Magnético de nivel de líquidos
- (D) Salida de líquido
- (E) Válvula de servicio

3.7. Red de distribución.

Estas deben resistir la acción del gas combustible y del medio exterior. Los espesores de las paredes deben cumplir como mínimo con las condiciones de ensayo de presión impuestas a estas instalaciones y deben tener una buena resistencia mecánica

Tipos:

- Metálicas (acero al carbono, acero inoxidable, cobre).
- Plásticas (polietileno).

Las especificaciones exigidas por la norma INEN 2- 260 para las tuberías metálicas y plásticas de uso con GLP son:

- Para tubería rígida de acero al carbono o de acero forjado, mínimo deben ser tipo cédula 40. El diámetro interior mínimo debe ser de 12,7mm.
- Para tubería de cobre rígida o flexible sin costura, de tipo K o L. (L mientras no supere 20Psig)

Para tubería plástica, deben ser de polietileno (PE) y se deben utilizar exclusivamente en instalaciones enterradas.

Métodos de acoplamiento de tuberías:

- Uniones metal-metal.
- Conexiones roscadas.

3.7.1. Distancia mínima de separación de tubería vista a otra.

Lo distancia desde la tubería que conduce GLP hasta un cajetín eléctrico debe ser de mínimo 20cm.

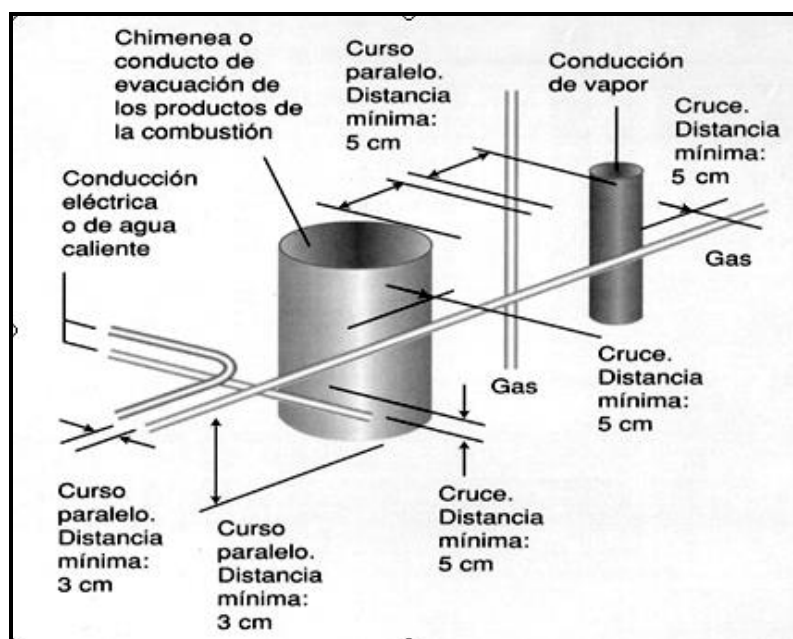


Fig 17. Distancias mínimas de una tubería vista a otra⁵.

3.8. Cálculo de las instalaciones centralizadas de GLP.

3.8.1. Vaporización de una bombona de propano comercial.

La capacidad de vaporizar de una bombona de GLP, es decir, el caudal máximo de gas que puede suministrar, está influenciado por la temperatura ambiente, ya que cuando más baja sea ésta menor será su capacidad de vaporización y, como consecuencia, el caudal de gas que suministra. Ello es debido a que en su vaporización el GLP absorbe calor que toma del medio ambiente que rodea a la bombona, razón por la cual ésta se enfría por debajo de a temperatura ambiente, tanto más cuanto más prolongada sea su

⁵NTE INEN 2260, Instalaciones de gases combustibles. Pag 19.

utilización. Es por ello que en la vaporización tiene mucha influencia el tiempo de utilización y su frecuencia.

Durante una utilización prolongada sobre el exterior de la bombona se puede producir la condensación de vapor de agua contenido en la atmósfera, el cual incluso puede llegar a congelarse formándose hielo. El hielo formado actúa como aislante térmico, dificultando la transmisión de calor desde el exterior al GLP.

La experiencia aconseja considerar para instalaciones domésticas y de hostelería unos valores comprendidos entre 1 y 1,5 kg/h, que serán los que se utilicen en los cálculos. En instalaciones singulares de consumo continuado se recurrirá al diagrama de vaporización correspondiente a estos envases.⁶

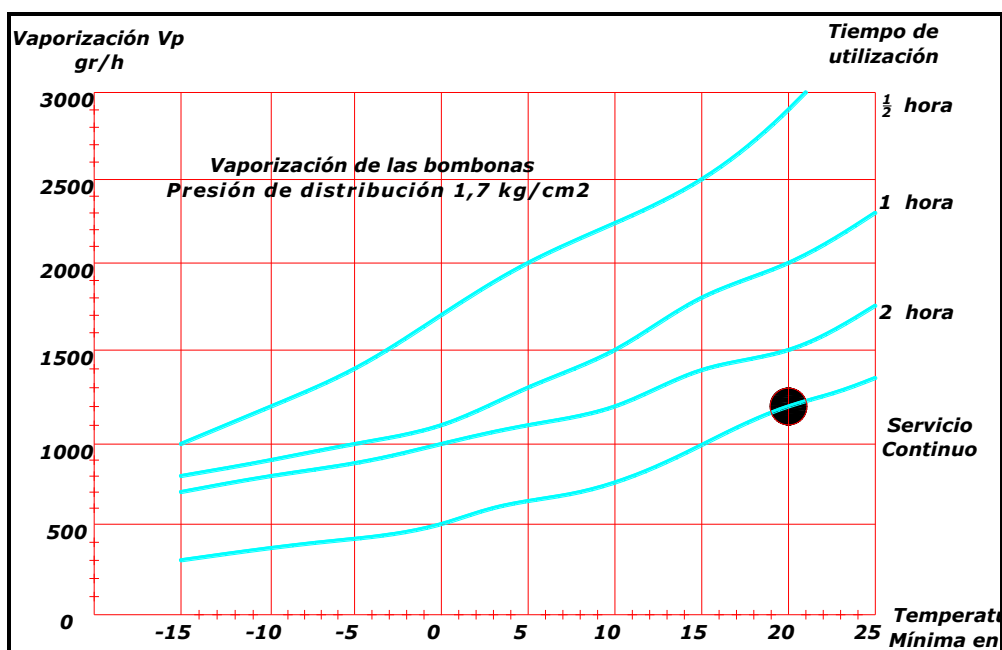


Fig 18. Diagrama de vaporización a 20°C de Temperatura.

⁶ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 79.

Para la realización de los cálculos se tomara en cuenta el punto de referencia del diagrama de vaporización, que indica a 20 °C se obtiene una vaporización de 1250 gr/h.

3.8.2. Características del gas.

- Denominación: Propano.
- Familia: Tercera
- Poder Calorífico Superior PCS: 11900 Kcal/Kg
- Densidad Relativa: d=1.6

3.8.3. Consumo de cada aparato.

El consumo o caudal de gas de un aparato, depende de su potencia útil, de su rendimiento y del P.C.S. del gas distribuido.

El consumo (Q) expresado en kg/h para los gases de la tercera

$$\text{familia, será: } Q = \frac{\text{Potencia consumida (Kcal / h)}}{\text{P.C.S. (Kcal / kg)}} \quad (\text{Ecuación 3.1})^7$$

Tabla # 3. Potencia consumida por los equipos de GLP. ⁷

<i>Tabla de Potencia Consumida por los aparatos de consumo de GLP.</i>		<i>Potencia Consumida</i>		<i>Consumo nominal de GLP</i>
APARATO	TIPO	Kcal/h KW		Kg/h
COCINA	Independiente o Completa	12.000	14	1.008
	Sólo encimera	8.600	10	0.722
	Sólo horno gratinador	3.400	4	0.286
CALENTADOR INSTANTÁNEO DE AGUA	Caudal: 5 litros /minuto	10.000		
	Caudal: 10 litros /minuto	11.6		
	Caudal: 13 litros /minuto	20.000		0.840
	Caudal: 15 litros /minuto	23.3		1.680
		26.000		2.184
		30.2		2.521
CALENTADOR ACUMULADOR DE AGUA	Por cada 50 litros de capacidad. NORMAL RÁPIDO ULTRA.RÁPIDO	1.600		0.134
		1.9		0.336
		4.000		0.756

⁷ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 80

		4.7 9.000 10.5		
CHIMENEA- HOGAR		11.100	13	0.932
SECADORA		5.200	6	0.437

3.8.4. Caudal de simultaneidad.

En instalaciones centralizadas de GLP se calcula el caudal de simultaneidad con la siguiente ecuación:

$$Q_{si} = A + B + \frac{C + D + \dots + N}{2} \quad (\text{Ecuación 3. 2})^8$$

Donde: Q_{si} = Caudal de Simultaneidad (kg/h).

A,B = Caudales de los aparatos de mayor consumo (kg/h).

C,D... N = Caudales del resto de los aparatos a instalar (kg/h).

La potencia consumida en la utilización simultánea, en instalaciones de uso comercial o industrial, al igual que en aquellas cuyo grado de gasificación sea 3, se deberá determinar en cada caso concreto en función de los aparatos instalados y de la previsión de uso de los mismos, recomendándose que en caso de duda de la posible simultaneidad se tienda a la suma de las potencias de los aparatos instalados.

En caso de no contener en la placa del equipo, el tiempo aproximado de funcionamiento en horas se utiliza la siguiente tabla:

Tabla # 4. Tiempo de utilización de los equipos en horas.⁹

TIEMPO DE UTILIZACIÓN EN HORAS						
	<i>Cocinas</i>	<i>Aparatos de cocción</i>	<i>Agua caliente acumulación</i>	<i>Calefacción</i>	<i>Secadora de ropa</i>	<i>Aparatos de lavandería</i>
<i>Viviendas</i>	1	---	2,5	6	---	---
<i>Hostería</i>	3,5	2,5	4	8	4	---
<i>Colegios o similares</i>	2,1	1,5	2,4	4,8	---	---

⁸ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 80

⁹ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 81

Lavandería	---	---	---	---	---	5
Industria	2,1	1,5	4,8	4,8	---	---

En la Industria: Para los restantes aparatos deberán considerarse los turnos de trabajo de cada uno de estos o el proceso de fabricación para determinar exactamente el tiempo que se hallan en funcionamiento.

3.8.5. Grado de gasificación de las viviendas.

El caudal de gas o potencia a suministrar a una vivienda depende de grado de gasificación con que se desea dotar a la misma. Al efecto de prever el caudal o potencia por vivienda, se establecen los grados de gasificación que nos muestra el siguiente.

Tabla # 5. Grado de Gasificación.¹⁰

GRADO DE GASIFICACIÓN N	POTENCIA SIMULTÁNEA INDIVIDUAL (PSI)
1	Psi= 30 KW (25,8 termias/h)
2	30 KW(25,8 te/h) < Psi ≤ 70 KW
3	(60,2 te/h) Psi > 70 KW (60,2 te/h)

3.8.6. La potencia simultánea individual.

La potencia simultánea individual (Psi) es igual a:

$$Psi = Q_{si} \times P.C.S. \quad (\text{Ecuación 3.3})^{10}$$

Donde:

Q_{si} es el caudal máximo probable o de simultaneidad

P.C.S. es el Poder Calorífico Superior.

3.8.7. Potencia nominal de utilización simultánea en instalaciones comunes, factor de simultaneidad.

La determinación de los caudales máximos probables o de simultaneidad (Q_{sc}) en las instalaciones comunes se efectuará aplicando la siguiente fórmula.

$$Q_{sc} = \left(\sum Q_{si} \right) \times S \quad (\text{Ecuación 3.4})^{11}$$

¹⁰ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 87

¹¹ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 89

Donde:

- $\sum Q_{si}$ es la suma de los caudales máximos probables o de simultaneidad de las instalaciones individuales alimentadas por la instalación común, expresada en m³/h.
- **S** es el factor de simultaneidad, que es función del número de instalaciones individuales alimentadas por la instalación común y de que estén instaladas o no calderas de calefacción.
- Se aplicará el factor de simultaneidad S1 si no hay instaladas calderas de calefacción y el factor de simultaneidad S2 si las hay.

Tabla # 6 Factor de simultaneidad.¹²

NÚMERO VIVIENDAS	FACTORES DE SIMULTANEIDAD	
	S1	S2
1	1	1
2	0,50	0,7
3	0,40	0,6
4	0,40	0,55
5	0,40	0,50
6	0,30	0,50
7	0,30	0,45
8	0,30	0,45
9	0,25	0,45
10	0,25	0,40
15	0,20	0,40
25	0,20	0,40
40	0,15	0,40
50	0,15	0,35

3.8.8. Pérdida de carga admitida en las instalaciones centralizadas.

Gas Ciudad: Usualmente 15 mm c.d.a. en instalaciones de B.P.

Gas Natural: Usualmente 25 mm c.d.a. en instalaciones de B.P.

Propano y Butano: Usualmente el 25 % de la presión en los tramos de la instalación alimentadas a Media Presión (M.P.) y el 5 % de la presión en los tramos alimentados a Baja Presión (B.P).

¹² SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 89

3.8.9. Variaciones de la presión relativa en función de la altura: su influencia en el cálculo de los diámetros.

La presión relativa de un gas varía proporcionalmente a la altura y en función de su densidad. Cuando el gas es más ligero que el aire su presión relativa aumenta cuando el tramo de la instalación por el que fluye es ascendente y disminuye cuando es descendente.

En el caso de que el gas sea más pesado que el aire su presión relativa disminuye cuando el tramo de la instalación por el que fluye es ascendente y aumenta cuando es descendente.

Las variaciones de la presión relativa vienen expresadas por:

$$h = 1.293 \times L_R \times |1 - d| \quad (\text{Ecuación 3.5})^{13}$$

Donde:

h es a variación de la presión (mm c.d.a.)

L_R es la longitud real del tramo ascendente o descendente expresada en m.

d es la densidad relativa del gas.

Estos incrementos se suman o restan a la pérdida de carga que se puede tener en el tramo correspondiente en función de que sea ascendente o descendente y de la densidad relativa del gas.

Nota: La variación de la presión relativa debida a la densidad del gas y a la diferencia altura entre dos puntos de una instalación sólo se tendrá en cuenta en los tramos de baja presión ya que en los de alta o media su influencia es despreciable, utilizando la longitud equivalente para los respectivos cálculos.

3.8.9.1. Cálculo de la pérdida lineal.

¹³ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 88

Para el cálculo de la pérdida de carga lineal (por metro de conducción de cálculo) se aplica el sistema de la $J = \frac{P_{ca}}{L_c}$ (Ecuación 3.5.1)¹⁴

Donde

- **Pca** = pérdida de carga admitida.
- **LC**= longitud equivalente del tramo más alejado.

3.8.10. Cálculo del diámetro de tubería.

En caso de que no dispongamos de las tablas adecuadas para el dimensionado de la instalación, deberemos aplicar la fórmula de Renouard.

La fórmula de Renouard tiene las siguientes expresiones según la presión de servicio:

- **Para Baja Presión (p < 500 mm c.d.a.) se aplica la siguiente fórmula:**

$$P_1 - P_2 = 25076 \times ds \times L_E \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Despejando:

$$D = \left[\frac{25076 \times ds \times L_E \times Q^{1.82}}{P_1 - P_2} \right]^{0.2075} \quad (\text{Ecuación 3.6})^{15}$$

Donde:

P₁ - P₂ es la diferencia de presión en mm c.d.a.

ds es la densidad corregida del gas

L_E es la longitud equivalente en m⁷

Q es el caudal en m³/1

D es diámetro interior de la tubería a instalar en mm.

- **Para Media y Alta Presión se aplica la siguiente fórmula.**

$$P_1^2 - P_2^2 = 51.1 \times ds \times L_E \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Despejando:

$$D = \left[\frac{51.1 \times ds \times L_E \times Q^{1.82}}{P_1^2 - P_2^2} \right]^{0.2075} \quad (\text{Ecuación 3.7})^{16}$$

¹⁴ CEP SA ELF GAS, SA. Manual de Instalaciones de GLP. Pag 145.

¹⁵ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 91.

Donde:

P₁ y P₂ son presiones absolutas en kg/cm²

Ambas fórmulas son válidas siempre que se cumpla: la fórmula.

$$\frac{Q}{D} \leq 150 \quad (\text{Ecuación 3.8})$$

Además a velocidad de circulación del gas dentro de la tubería debemos limitarla a 20 m/s, esto debido a que una velocidad elevada produce ruidos en las instalaciones. La velocidad del gas dentro del tubo nos viene dada por la siguiente fórmula:

$$V = 360 \frac{Q}{P \cdot D^2} \quad (\text{Ecuación 3.9})^{17}$$

Donde:

V es la velocidad en m/s.

Q es el caudal en m³/h.

P es la presión en bar

D es el diámetro interior de la tubería a instalar en mm.

3.8.11. Cálculo del número de bombonas a instalar

Para determinar el número de bombonas a instalar en el centro de almacenamiento, vamos a emplear dos criterios de selección:

- Cálculo de bombonas según consumo.
- Cálculo de bombonas según autonomía (15 días) y tomaremos el mayor de los dos.

Cálculo según consumo

Emplearemos la fórmula:

$$N_c = \frac{Q_{si}}{V_p} \quad (\text{Ecuación 3.10})^{18}$$

Donde:

Q_{si} = Caudal de simultaneidad (kg/h).

V_p = Vaporización de una bombona (kg/h).

¹⁶ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 91.

¹⁷ PRIMAGAZ. SA. Instalación de gas propano. Pag. 6

¹⁸ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 81.

N_c = Es el número de bombonas que tienen que estar en descarga simultánea para suministrar el caudal de simultaneidad a la instalación. Cuando salgan decimales, se redondeará al número entero inmediatamente superior.

Cálculo según autonomía.

Cálculo de la cantidad de propano para garantizar la autonomía de servicio. Los consumos de una instalación varían mucho si consideramos el carácter de la utilización (cocina, calefacción, agua caliente u otros aparatos). Se suele utilizar como de la cantidad de gas consumida en una instalación el tiempo que normalmente estar en funcionamiento los aparatos. Por lo tanto, distinguiremos si se utilizan en vivienda o bien en un establecimiento comercial o industrial.

Las cocinas son aparatos que tienen varios quemadores, pero casi nunca se enciende todos al mismo tiempo. Sin embargo, las calderas de calefacción y el calentador instantáneos, sí, aunque en éstos el tiempo que permanecen encendidos es intermitente. Estas consideraciones, y otras causas que no se citan, nos indican que es aleatorio señalar el tiempo de utilización de los aparatos, por lo que se suele utilizar datos extraídos de experiencia y del estudio de instalaciones existentes.

El número de bombonas para garantizar la autonomía del servicio,

El número de bombonas para garantizar la autonomía del servicio, N_a , se calcula dividiendo la cantidad de gas, C_a , calculado por autonomía, por los 15 kg de gas que tiene cada bombona, redondeando el número obtenido por exceso:

Expresada en la siguiente fórmula.

$$N_a = \frac{C_a}{15} \quad (\text{Ecuación 3.11})^{19}$$

El número de bombonas a instalar por batería será aquél que nos proporcione la cantidad de gas necesaria para garantizar tanto el

¹⁹ SEDIGAS. SA. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. Pag. 82.

consumo como la autonomía de servicio. Por ello escogeremos el mayor entre N_c y N_a .

3.8.11.1. Capacidad de Almacenamiento.

La capacidad de llenado de los depósitos y recipientes se la realiza a 85% del volumen total del depósito y el 15 % se encuentra en vapor.

La capacidad correspondiente de los depósitos se los calcula con la siguiente fórmula.

$$Va(m^3) = \frac{Ca(m^3)}{0.85} \text{ (Ecuación 3.12)}^{20}$$

Donde: $Va(m^3)$ = volumen total del depósito.
 $Ca(m^3)$ = volumen necesario en líquido.
 0.85 = porcentaje de llenado.

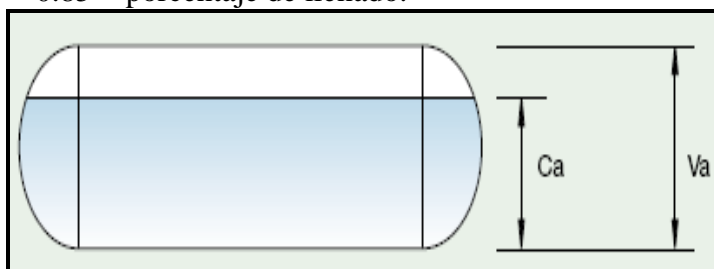


Fig 19. Representación de la capacidad de almacenamiento.

4. DISPOSITIVOS PARA LA SEGURIDAD EN LA DETECCIÓN Y CONTROL DE FUGAS AUTOMATIZADA.

4.1. Sensores.

Los sensores son la parte esencial en cualquier circuito de control. Un sensor es un dispositivo que detecta manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos o químicos, como la energía, la temperatura, la radiación electromagnética, la velocidad, la aceleración, el tamaño, la cantidad, el pH, los gases, etc.

Puede ser también un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

²⁰ CEPSA ELF GAS, SA. Manual de Instalaciones de GLP. Pag 79.

Muchos de los sensores son eléctricos o electrónicos, aunque existen otros tipos. Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador, y un display) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

Junto con los sensores electrónicos, uno de los más importantes debido a sus campos de aplicación están los sensores químicos. Estos se han utilizado con éxito en medio ambiente, medicina y procesos industriales.

4.1.1. Tipos de Sensores de Gases

Resistivos: El sensor lo forma una resistencia NPC (Negative Pollution Coefficient), con coeficiente de polución negativo, que según sea más alta la concentración de gas en el aire más disminuye dicha resistencia. Los hay de diferentes tipos, sensibles al monóxido de carbono, amoníaco, alcohol y gasolina o al propano y metano.

Semiconductores: La absorción de Oxígeno en la superficie del substrato varía el flujo de electrones CO y CH₄.

Los sensores de Gases tienen su rango de detección en ppm (partes por millón en masa), lo cual es de mucha importancia para la elección de un sensor de GLP.

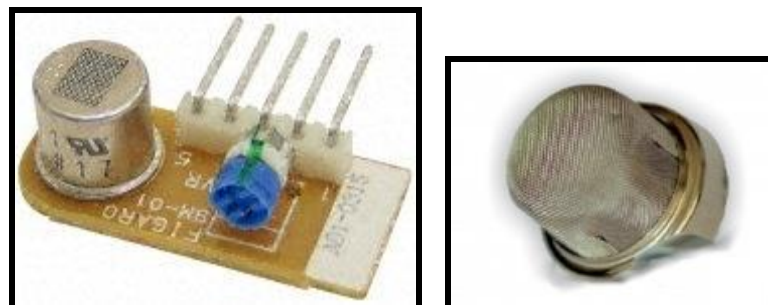


Fig20. Sensores de GLP.

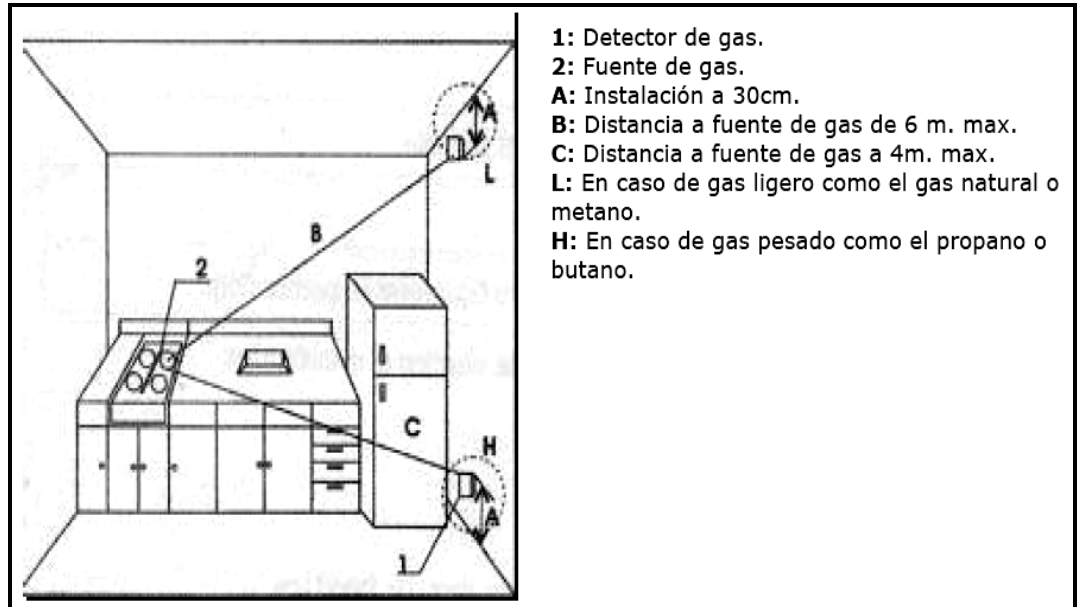


Fig 21. Ubicación de los sensores de Gas.

4.1.2. Circuitos Electrónicos.

Sea como fuere, tanto en electricidad como en electrónica, el movimiento de los electrones es el motivo fundamental del funcionamiento de sus circuitos; la única diferencia es que la segunda utiliza componentes tales como las válvulas, los semiconductores y los circuitos integrados, a los que genéricamente se denomina elementos activos en oposición a los usados en electricidad (resistencias, condensadores, bobinas etc.), llamados elementos pasivos.

Gracias a tales elementos activos, la electrónica se constituye en una ciencia cuyo objetivo primordial es ser una perfecta herramienta para obtener, manejar y utilizar información.

Como ya hemos dicho, los componentes son elementos básicos con los que se construyen circuitos, y desempeñan, por lo tanto, las funciones elementales de la electrónica.

Cada circuito, ya sea eléctrico o electrónico ha de contener, por lo menos, un componente pasivo que actúe como conductor y que provoque la circulación de una corriente eléctrica por dicho circuito.

4.2. Electroválvulas (actuadores).

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido o gas a través de un conducto como puede ser una tubería.

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.

Las electroválvulas abren o cierran el paso al gas o fluido en función de una señal eléctrica; Su funcionamiento se basa en una bobina que al recibir la señal eléctrica atrae un núcleo metálico.

Las válvulas solenoide o electroválvulas se dividen en:

Válvulas de mando directo.- en las que el núcleo mueve solidariamente un obturador que controla el paso del gas. Este tipo de válvula se utiliza cuando el diámetro de la conducción es pequeño, ya que para grandes diámetros serían necesarios electroimanes excesivamente grandes.

Válvulas de mando indirecto.- en las que el núcleo al desplazarse acciona un segundo mecanismo de cierre o apertura del paso del gas.

4.2.1. Clases y funcionamiento.

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas.

En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo potencia mientras la válvula deba estar abierta (Normalmente cerradas).

También existen electroválvulas bistables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un impulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser *cerradas en reposo* o *normalmente cerradas* lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo *abiertas en reposo* o *normalmente abiertas* que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

En otro tipo de electroválvula el solenoide no controla la válvula directamente sino que el solenoide controla una válvula piloto secundaria y la energía para la actuación de la válvula principal.

Para la válvula del gas es una válvula piloto controlada por un diminuto solenoide al que suministra energía; las electroválvulas son utilizadas en la industria para la automatización, las electroválvulas para gas cumplen con las exigencias de la normativa vigente en términos de seguridad.



Fig 22. Electroválvulas de GLP.

4.3. Autómatas Programables o PLC.

4.3.1. Generalidades del PLC.

El término PLC significa en inglés, Controlador Lógico Programable. Para definir el PLC o autómatas programables tenemos que acordarnos del ordenador personal, ya que la base funcional es similar aunque menos compleja. La computadora en sus comienzos, introdujo una serie de operaciones que habitualmente se desarrollaban manualmente, la velocidad con la que realizaban estas operaciones era otra de las cualidades que hacía que los PC se incorporaran a la sociedad de forma ascendente e imparable; era capaz de realizar múltiples operaciones en un segundo, y este concepto era fundamental para una sociedad industrial que crecía a una velocidad

también vertiginosa. Una computadora manejaba datos, los trataba y ofrecía unos resultados posibles, y todo ello utilizando funciones de memoria.

Poco antes de la década de los 70 una división industrial, comenzó el desarrollo de los autómatas programables; su utilidad estaba bien clara: en cualquier aplicación industrial se necesitan coordinar una cantidad de acciones para que la producción sea eficiente. Dentro de estas acciones laborales encontrábamos trabajos repetitivos e incómodos que el hombre tenía que realizar, a veces a costa de su salud. El autómata programable o PLC es una máquina capaz de realizar operaciones lógicas, aritméticas, operaciones de tiempo, de contaje, manejo de datos, etc.

Se define a un PLC como: “Sistema Industrial de Control Automático que trabaja bajo una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas.” La definición establece que es un sistema porque contiene todo lo necesario para operar, y por tener todos los requisitos necesarios para operar en los ambientes hostiles encontrados en la industria.

Esta familia de aparatos se distingue de otros controladores automáticos en que puede ser programado para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros muchos que, solamente pueden controlar un tipo específico de aparato.

Además de poder ser programados, se insiste en el término "Control Automático", que corresponde solamente a los aparatos que comparan ciertas señales provenientes de la máquina controlada, de acuerdo con algunas reglas programadas con anterioridad, para emitir señales de control que permiten mantener la operación estable de dicha máquina.

Las instrucciones almacenadas en memoria permiten realizar modificaciones así como su monitoreo externo.

4.3.2. Componentes de los PLC

Todos los autómatas programables, poseen una de las siguientes estructuras:

Estructura Externa:

Puede ser:

- Compacta: en un solo bloque están todos los elementos.

- Modular:
- Estructura americana: a separa las entradas y salidas (E/S) del resto del autómata.
- Estructura europea: cada módulo es una función (fuente de alimentación, CPU, E/S, etc).

Estructura Interna:

Constituida por las siguientes partes:

- **CPU o Unidad de Procesamiento Central:** La CPU es el corazón del autómata programable. La CPU contiene dentro de su tarjeta de control, un circuito integrado denominado Microprocesador o Microcontrolador.
- **Memoria:** Es el lugar de residencia tanto del programa como de los datos que se van obteniendo durante la ejecución del programa. Existen dos tipos de memoria según su ubicación: la residente, que está junto o en la CPU y, la memoria exterior, que puede ser retirada por el usuario para su modificación o copia.
- **Entradas y Salidas:** Para llevar a cabo la comparación necesaria en un control automático, es preciso que el PLC tenga comunicación al exterior. Esto se logra mediante una interfase llamada de entradas y salidas, de acuerdo a la dirección de los datos vistos desde el PLC.

El número de entradas y salidas va desde 6 en los PLC “compactos”, a varios miles en PLC modulares. El tipo preciso de entradas y salidas depende de la señal eléctrica a utilizar:

- Corriente Alterna (ac) 24, 48, 120, 220 V. Salidas: Triac, Relevador.
- Corriente Directa (dc Digital) 24, 120 V. Entradas: Sink, Source. Salidas: Transistor PNP, Transistor NPN, Relevador.
- Corriente directa (dc Analógica) 0 - 5, 0 - 10 V, 0 - 20, 4 - 20 mA. Entradas y Salidas Analógicas.
- **Procesador de Comunicaciones:** Las comunicaciones de la CPU son llevadas a cabo por un circuito especializado con protocolos de

los tipos RS-232C, TTY ó HPIB (IEEE-485) según el fabricante y la sofisticación del PLC.

- **Tarjetas Modulares Inteligentes:** existen para los PLC modulares, tarjetas con funciones específicas que relevan al microprocesador de las tareas que requieren de gran velocidad o de gran exactitud.

Estas tarjetas se denominan inteligentes por contener un microprocesador dentro de ellas para su funcionamiento propio. El enlace al PLC se efectúa mediante el cable (bus) o tarjeta de respaldo y a la velocidad del CPU principal.

Puerto de Comunicación

- **BUS:** Los sistemas modulares requieren una conexión entre los distintos elementos del sistema lo que se logra mediante un bastidor que a la vez es soporte mecánico de los mismos. Este bastidor contiene la conexión a la fuente de voltaje, así como el "bus" de direcciones y de datos con el que se comunican las tarjetas y la CPU.
- **Fuente de Poder:** se requiere de una fuente de voltaje para la operación de todos los componentes mencionados anteriormente. Y ésta, puede ser externa en los sistemas de PLC modulares o, interna en los PLC compactos.
- **Programador:** El autómeta debe disponer de alguna forma de programación, la cual se suele realizar empleando alguno de los siguientes elementos:

Unidad de programación: suele ser en forma de calculadora. Es la forma más simple de programar el autómeta, y se suele reservar para pequeñas modificaciones del programa o la lectura de datos en el lugar de colocación del autómeta.

Consola de programación: es un terminal a modo de ordenador que proporciona una forma más cómoda de realizar el programa de usuario y observar parámetros internos del autómeta. Desfasado actualmente.

PC: es el modo más potente y empleado en la actualidad. Permite programar desde un ordenador personal estándar, con todo lo que ello supone: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento en soporte magnético, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software, etc.

Para cada caso el fabricante proporciona lo necesario, bien el equipo o el software/cables adecuados. Cada equipo, dependiendo del modelo y fabricante, puede poseer una conexión a uno o varios de los elementos anteriores. En el caso de los micro-plc se escoge la programación por PC o por unidad de programación integrada en la propia CPU.

- **Dispositivos periféricos:** el autómatas programable, en la mayoría de los casos, puede ser ampliable. Las ampliaciones abarcan un gran abanico de posibilidades, que van desde las redes internas (LAN, etc.), módulos auxiliares de E/S, memoria adicional hasta la conexión con otros autómatas del mismo modelo.

4.3.3 Funciones del PLC.

Las más comunes que realizan son:

- Operaciones lógicas (AND, OR, NOT, NOR, NAND, XOR...).
- Operaciones con entradas, salidas y marcas.
- Funciones aritméticas. (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, raíces cuadradas).
- Manejo de datos.
- Conversión de datos de diferentes sistemas, (BCD, binario)
- Funciones de tiempo (temporizadores y relojes).
- Funciones de conteo, (contadores y contadores rápidos)
- Comparación de datos. (igual que, mayor o igual que, menor que, menor o igual que).
- Permiten comunicaciones con órganos de origen inferior o superior mediante los buses de comunicación industrial. (esto es que los autómatas se pueden comunicar entre sí, pudiendo actuar de forma “maestro-esclavo” donde el “maestro” será “más inteligente” y mandará sobre “el esclavo”. La línea de comunicación entre ellos debe cumplir

cierto protocolo, y en general se designan como comunicaciones industriales).

- Realizan auto-chequeos y diagnósticos constantes de funcionamiento, referenciando y localizando los errores.
- Si la programación es grande, permite dividirla en subrutinas.
- Funciones de interrupción de programa.
- Al permitir grabar las programaciones, dan confianza plena de funcionamiento.
- Reduce el cableado de las instalaciones.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

MATERIALES:

Los materiales para la recopilación de información son:

- Internet.
- Impresora.
- Bibliografía exclusiva.

Los materiales para el procesamiento de la información y el diseño del sistema mismos son:

- Software Microsoft Word
- Software Mathcad.
- Software Autocad.

Los materiales para la construcción del prototipo automatizado son:

- Sensores de GLP.
- Electroválvulas de GLP.
- PLC logo!
- Modulo de PLC.
- Regulador de alta presión.
- Regulador de baja presión.
- Medidor de GLP.

- Tubería de 1/2 pulgada de cobre.
- Caja de mando.
- Focos señalizadores.
- Recipiente de 45 Kg de GLP.
- Sirena.
- Contactor.

MÉTODOS.

Los métodos utilizados en el presente trabajo investigativo son de tipo Científico - Teórico y Técnico; el primero permitió la recopilación de información necesaria para delinear los referentes teóricos del tema y problema de tesis, en tanto que con el método técnico apoyado en la fundamentación teórica; contribuyó para el diseño del sistema automatizado y la elaboración del prototipo.

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados en el proyecto de tesis, se utilizaron técnicas que se aplicaron según el momento del desarrollo del trabajo investigativo, estas incluyeron; inicialmente la recopilación de información necesaria sobre las instalaciones centralizadas de GLP a través de entrevistas, investigación bibliográfica (libros, internet) y observación directa mediante visitas a instalaciones centralizadas de gas domiciliarias, residenciales e industriales que existen en nuestro medio, lo que permitió conocer que en la actualidad estas instalaciones tienen un sistema de control manual en caso de fugas de gas. Luego se realizaron los cálculos matemáticos que orientaron para el diseño de las instalaciones centralizadas en sus diferentes tipos; concomitantemente esto facilitó la selección de los dispositivos, considerando los materiales existentes en nuestro medio que serían necesarios para el diseño del sistema automatizado de detección y control de fugas en las instalaciones centralizadas, finalmente con el conocimiento de las necesidades existentes, los cálculos establecidos y los diseños de detección y control de fugas para las instalaciones centralizadas de GLP, se procedió a la construcción del prototipo automatizado de detección y control de fugas demostrando el funcionamiento y la eficiencia del sistema.

V. RESULTADOS.

RESUMEN DE ESTADO ACTUAL DE CONTROL DE FUGAS EN LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE GLP.

En la actualidad en las instalaciones centralizadas de GLP, por tener un control manual en caso de fugas de gas, no brinda seguridad y confiabilidad ya que implican un alto riesgo para el usuario; porque las acciones de respuesta a ejercer frente a esta eventualidad deberán ser realizadas en primera instancia por el mismo y luego informar a la empresa suministradora de gas y de socorro, debido a que la información sobre las medidas de precaución a seguir frente a este evento, son proporcionadas por parte de la empresa proveedora del servicio a los usuarios para que se lo maneje de esta manera.

Las acciones que deben tomar los propietarios de las viviendas en caso de producirse una fuga de gas en las instalaciones centralizadas son:

- *No encender interruptores, llamas, linternas o algún equipo que genere llama o chispas,*
- *Cerrar la válvula de corte rápida ubicada en el tanque, y todas las válvulas de la línea de GLP que se encuentren en lugares donde se pueda ingresar sin riesgo.*
- *Cortar el sistema de energía eléctrica.*
- *Evacue a todos los ocupantes del edificio hasta un lugar seguro.*
- Desde un teléfono apartado, llamar a la empresa proveedora del servicio de gas y a los bomberos.
- Ventilar en lo posible el sitio de concentración de GLP, abriendo ventanas y puertas.
- *Investigar si existen otros puntos contaminados de GLP.*
- *En el caso de lugares con detectores de GLP, si el mismo empieza a sonar, y el usuario inmediatamente lo escucha, deberá ingresar al sitio donde se ubica el detector y cerrar la llave de servicio del equipo, si ésta no funciona deberá cortar el suministro de GLP por medio de la válvula de cierre rápido ubicada antes de la manguera flexible.*

En caso de que el escape de GLP produzca fuego o una explosión, los ocupantes de los edificios deberán:

- *Procurar cerrar el suministro de GLP.*
- *Cortar el sistema de energía eléctrica.*
- Evacuar todos los ocupantes del edificio.
- Desde un lugar seguro llamar inmediatamente a los bomberos

En caso de que el escape de GLP se produzca en el tanque o en la línea de media presión, se deberá entrenar al o los administradores del edificio para que pueda actuar hasta que hagan presencia los bomberos. Para situaciones de fuga de GLP en la azotea tanto el personal entrenado como los que conforman el cuerpo de bomberos deben considerar:

- Evacuar la zona de personas no involucradas en las acciones.
- Llamar a los bomberos, y solicitar a la empresa abastecedora de energía eléctrica que suspenda la misma en el sector.
- **De ser posible cortar el suministro de GLP**
- Nunca acercarse a la nube de vapor, ya que puede arder en cualquier momento.
- Usando la manguera del hidrante, aplicar agua en forma de neblina para dispersar los vapores.
- *Si no se puede cerrar la válvula del tanque, evacuar el área.*
- *Si existe fuego tratar de cerrar la válvula protegiéndose las manos con guantes.*
- *En caso de que el tanque se vire, se debe procurar volverlo a su posición normal ya que se debe evitar que la válvula de alivio esté en contacto con el GLP en estado líquido.*
- *El fuego solo se tratará de apagar, si se está seguro que al hacerlo no seguirá escapando GLP en estado de vapor, caso contrario es mejor dejar que el GLP se consuma totalmente.*
- Considerando lo anterior, si existe fuego, ubicándose con la espalda en dirección del viento utilizar el extintor de 5 Kg de polvo químico seco, y tratar de apagar el fuego.

- Si el fuego continúa, ubicándose a una distancia prudente utilizar la manguera del hidrante.
- Cuando un tanque está ardiendo, nunca se debe ubicar o acercarse por los extremos, ya que en caso de una detonación violenta que eleve la presión del tanque, estos salen desprendidos.
- En necesario lanzar agua en forma de neblina sobre el tanque, de esta forma reducir la presión interior del mismo.
- Nunca se debe extinguir la llama que sale de la válvula de seguridad, esta se acabará cuando la presión del tanque regrese a la normalidad.
- En el caso del tanque, si luego de todas las acciones indicadas empieza a aumentar el ruido y la llama que sale de la válvula de seguridad por aumento de la presión interna. En ese momento hay que evacuar el área inmediatamente.
- Una vez solucionado el problema, revisar que todas las áreas del edificio se encuentren libres de GLP tanto en estado gaseoso como en líquido.

NECESIDAD DEL SISTEMA.

El prototipo automatizado de detección y control de fugas de GLP, se basa en la seguridad y confiabilidad de los usuarios, reduciendo las acciones que deben realizar en caso de fuga en estas instalaciones centralizadas.

El prototipo automatizado ofrece las siguientes ventajas:

- *No exponer a los usuarios a la solución manual del inconveniente.*
- *Corte del suministro eléctrico.*
- *Evita presencia de chispas producidas por energía eléctrica*
- *Cierre automático de las electroválvulas de corte rápida ubicada en el área donde se encuentre la fuga.*
- *Corte del abastecimiento de GLP equipo por zonas de detección.*
- *Corte del abastecimiento de GLP desde la línea principal.*
- *Alarma de aviso de fuga de gas al habitante para que tome precauciones en este caso.*
- *Identifica el lugar de la fuga en la instalación centralizada de GLP y cortar el suministro de gas.*

Por lo mencionado anteriormente se puede concluir que el sistema centralizado de GLP, necesita de un sistema automático apropiado para la detección y control de fugas, por lo que considero muy importante la propuesta del diseño y construcción de un prototipo automatizado de detección y control de fugas para las instalaciones centralizadas de GLP.

SELECCIÓN DE ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE DETECCIÓN Y CONTROL DE FUGAS DE GLP.

Primero se seleccionara el dispositivo de detección que es el sensor, luego los elementos para el corte de suministro de GLP que son las electroválvulas y por último el controlador del sistema que es el PLC.

Los elementos planteados a continuación para la automatización de detección y control de fugas en las instalaciones centralizadas son diseñados exclusivamente para el funcionamiento con el gas (GLP), los cuales se puede conseguir en el mercado de nuestro medio.

SELECCIÓN DEL SENSOR PARA LA DETECTAR LA FUGA DE GAS.

Para la selección se tomo en cuenta las siguientes características como:

- Que tengan un alto rango de sensibilidad para detectar el GLP.
- Que sean alimentados con corriente de 120Vca.
- De fácil adquisición.
- Garantía de fabricación.

Para el sistema de detección de GLP se eligió un sensor MQ-5 GAS DETECTOR.

Características de funcionamiento:

La alarma Gas Detector es construido asumiendo las técnicas electrónicas avanzadas, es de alta sensibilidad y buena selectividad para gases, también tiene una vida de uso prolongada con una confiable estabilidad y es aplicable a detectar la fuga del gas licuado de petróleo (GLP) y el gas natural. El sensor reacciona con los gases difundidos en el aire directamente y genera un voltaje lineal. Con el cual

se activa una alarma acústica-óptico para recordarles a los usuarios que tomar las medidas preventivas a tiempo.

Especificaciones técnicas:

- **Voltaje:** 120 V/50-60 Hz
- **Poder de Disipación:** < 3W
- **Temperatura :** -10 °C hasta + 50 °C
- **Humedad:** < 95 %
- **Nivel de Alarma:** gas ≤ 25% LEL
- **Decibel Alarma:** 85db(desniveles) en 10 pies (3m)
- **El tamaño:** 130 mm Alto x 73mm Ancho y 41 mm de fondo.
- **Peso:** ½ libra.
- **Rango de Detección** 200-10000 ppm de GLP.
- **Cableado:** hasta 1.40 m de la alimentación de corriente.
- **Garantía:** 2 años

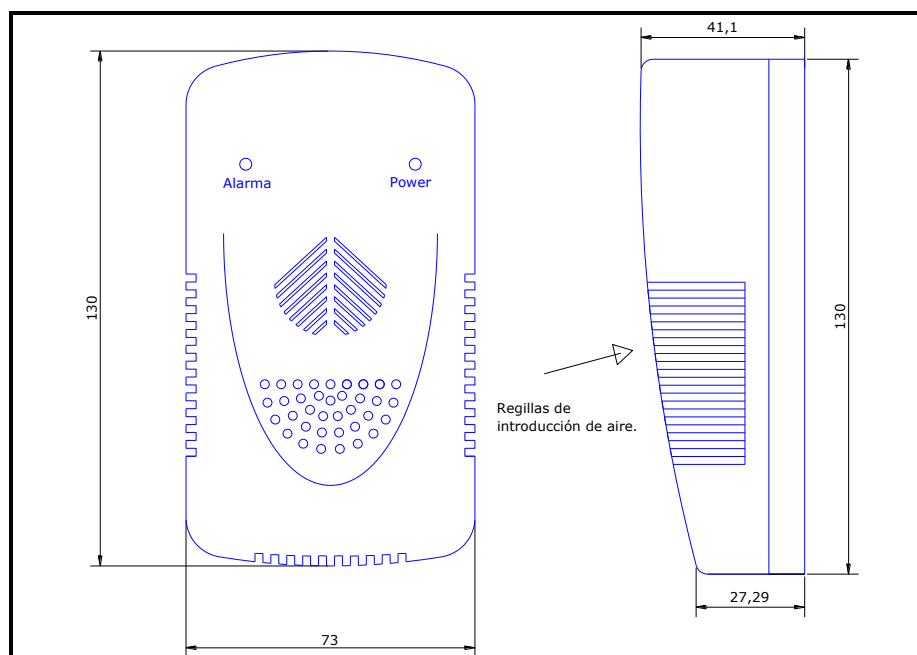


Fig 23. Dimensiones del Sensor.

Instalación:

- La instalación del sensor **MQ-5** se lo debe ubicar en caso del propano a 30 cm del suelo del equipo a detectar.
- Asegúrese de colocar el detector a una distancia máxima aproximada de 3 metros de la fuente del gas.

Circuito Electrónico para obtener la señal al PLC.

Se elaboro un circuito electrónico que permita introducir la señal del sensor de GLP al PLC en el momento de detecta la fuga gas el cual se lo puede observar en el Anexo 2; el cual contiene la Estructura, dimensiones y configuración del sensor MQ-5, el Circuito Electrónico del sensor para dar una señal al logo! PLC.

Funcionamiento del Circuito:

- El sensor detecta la fuga de GLP activando un relé impreso que cierra un contacto NO (normalmente abierto) el cual permite el paso de la señal de que ingresa al PLC.
- El circuito electrónico es seguro para el funcionamiento con GLP ya que el contacto realizado se produce en la parte interna del relé impreso, el cual es aislado del ambiente por lo que no existe ningún riesgo en su funcionamiento.

SELECCIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA PARA CONTROLAR EL FLUJO DE GLP.

Para la selección de la electroválvula se tomo en cuenta las siguientes características como son:

- Que sean diseñados para el uso de gas propano.
- Que tenga una gran disponibilidad en sus medidas desde 3/8 hasta 2 pulg.
- Que funcionen a 120Vca.
- Que tengan una fácil adquisición en el mercado.

Para el sistema de Control de flujo de GLP en las instalaciones centralizadas se eligió Electroválvulas de GLP de tipo TTL 2S-160-15-120VAC de Marca THUNDER.

Especificaciones Técnicas:

- Modelo de válvula : TTL 2S-160-15
- Tipo de válvula: : VAL SOLE NC 2-2 ZCT
- Acción: : Diafragma de elevador de Directo

- Presión operativa : Min 0 Kg/cm² – Max 7 Kg/cm²
- Temperatura operativa : Min -5°C – Max 80°C
- El tamaño de puerto (NPT) : 3/8 1/2 3/4 1 1 ¼ 1 ½
2pulg.
- Materiales de cuerpo : 2S: acero inoxidable
- Conexiones eléctricas : 120 VAC
- Servicio : GAS familias 1-2-3
- Peso : 1.8 Libras

Las electroválvulas de gas existen de 2 tipos de materiales las de acero inoxidable (2S) y de latón 2W (cobre con zinc); Las características de funcionamiento y las medidas son iguales lo único que cambia el tipo de material de fabricación.

Voltajes: padrón: 120 VAC- 60 Hz, las tolerancias de voltaje: -15 % 10 % para la CA.

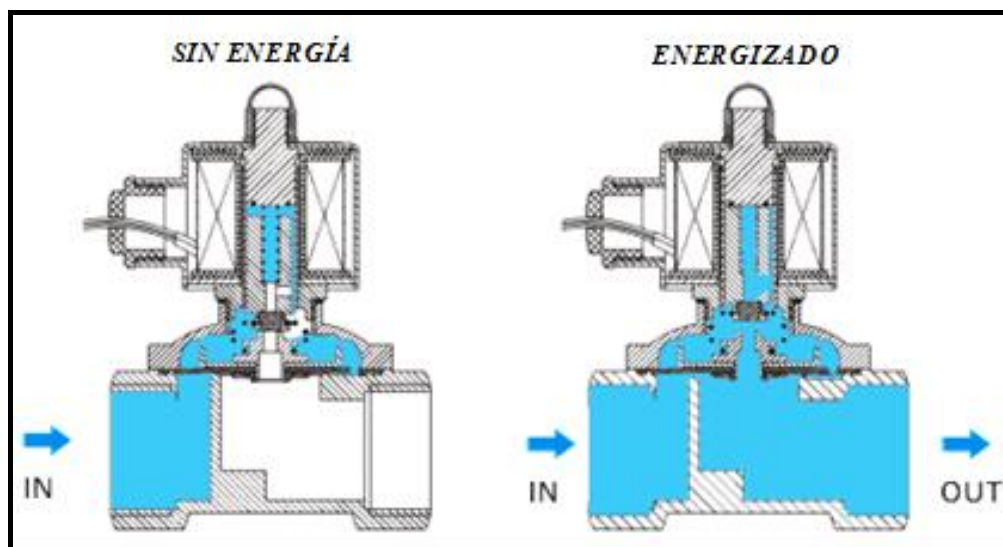


Fig 24. Electroválvula abierta y cerrada.

Característica de funcionamiento:

La electroválvula es Normalmente Cerrada (NC) es decir, se abre cuando recibe una señal eléctrica, en la cual el electro imán atrae el diafragma que cubre el orificio principal, permitiendo el paso del gas.

La electroválvula se cierra cuando no está energizada, él electroimán desprende el diafragma que se deja caer y cubre el orificio principal, el cual cierra el paso del flujo de gas, obteniendo una presión de salida del sistema de 0 PSI.

Tabla # 7. Modelos y dimensiones de las electroválvulas.

MODEL: 2S160-500 & 2W160-500 Series SOLENOID VALVE										
DIMENSIONS (MM)										
<i>(Zinc y cobre)</i>	<i>Acero Inoxidable</i>	<i>Port (NPT)</i>	<i>Cv</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>W (lb)</i>
2W160-10	2S160-10	3/8"	4.8	101.5	57	117	69	36	56	1.6
2W160-15	2S160-15	1/2"	4.8	101.5	57	117	69	36	56	1.8
2W200-20	2S200-20	3/4"	7.6	107.0	57	124	73	36	56	1.8
2W250-25	2S250-25	1"	12	111.5	74	135	99	36	56	3.2
2W350-35	2S350-35	1 1/4"	24	142.0	95	172	123	63.5	66.5	5.7
2W400-40	2S400-40	1 1/2"	29	142.0	95	172	123	63.5	66.5	5.7
2W500-50	2S500-50	2"	48	172.0	123	209	168	63.5	66.5	9.9

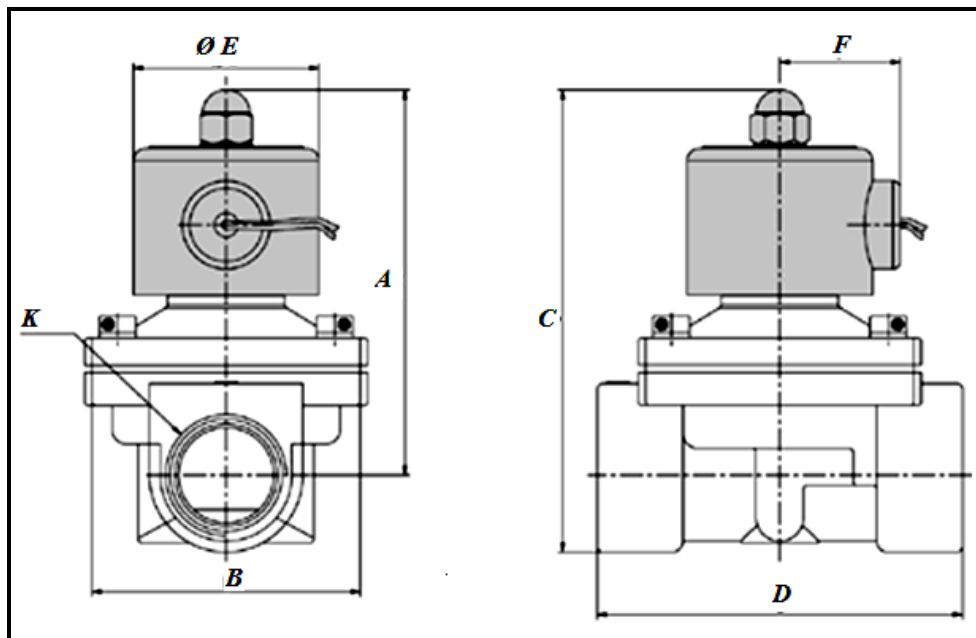


Fig 25. Dimensiones dadas en la tabla 8.

SELECCIÓN DE UN PROGRAMADOR LÓGICO PLC.

Para el Mando del sistema automático de detección y control de fugas en las instalaciones centralizadas de GLP, se eligió un mini PLC logo! De Marca SIEMENS.

Elección de un PLC.

Todos los autómatas programables no son iguales, ni siquiera los de una misma firma comercial, la diferencia entre unos y otros está sin duda, en las funciones que pueda realizar. Estas funciones pueden llegar a ser complejas, aunque el grado de complejidad lo determinará el número de operaciones consecutivas que realice y la gestión de los datos de entradas y salidas. Cuantas más entradas y salidas tenga un PLC más operaciones tendrá que realizar, pero no necesariamente las más complejas. Para ello, los diferentes fabricantes de autómatas programables desarrollan PLCs con características muy adaptables.

Anteriormente se ha comentado, que cuantas más entradas y salidas tenga un autómata, más grande se considera pues más datos tiene que manejar. Siguiendo este concepto y como un punto de referencia -y no el único-, los podemos conocer como:

- Autómatas grandes, capaces de gestionar más de 1024 entradas y salidas.
- Autómatas medianos, capaces de gestionar hasta 1024 entradas y salidas.
- Autómatas pequeños, capaces de gestionar hasta 256 entradas y salidas.
- **Micro autómatas; capaces de gestionar hasta 32 entradas y 20 salidas.**

Micro autómata.

Se consideran microcontroladores cuando son capaces de gobernar hasta 32 E/S. Esta característica supone que la máquina no es tan compleja como las superiores en lo referido a varios conceptos: programación, funcionalidad, conexión, y alguna característica funcional más.

Utilizando las capacidades de un micro controlador, encontramos en el mercado una serie de mini-micro controladores de reciente aparición con un número reducido de entradas y salidas, pero con una capacidad operativa elevada, es decir,

que podemos realizar múltiples operaciones con ellos. Algunos los llaman “relés lógicos”, otros los llaman “cajas de relés”, pero en definitiva son autómatas programables perfectamente operativos. Estos aparatos se han introducido de forma imparable en las instalaciones eléctricas de todo tipo por varias razones:

- Tienen un coste reducido.
- No necesitan unidad de programación, pues incluyen un mini teclado y pantalla para ello.
- Se pueden programar en un PC (Guardar el programa) y transferirlo al aparato mediante un cable especial.
- Tiene un tamaño estándar fácilmente instalable en cuadros convencionales.
- Permite realizar multitud de programaciones.
- Suelen tener desde 4 E/S hasta 32/20, con funciones analógicas.
- Tiene salidas a relé fácilmente adaptables tanto a instalaciones industriales como a convencionales.
- Operan con diferentes valores de tensión, 24 V cc, 24 V ca, 115-230 ca, etc, lo cual hace que se adapten a cualquier situación.

El autómata programable que se va a utilizar es el MINI PLC LOGO! de la marca Siemens; el cual opera leyendo y procesando las señales de entrada provenientes de elementos localizados (detectores) en el proceso y abasteciendo las señales de salida para los dispositivos (controladores).

Características de LOGO! .

- Unidad de mando y visualización con retro iluminación.
- Fuente de alimentación de LOGO! Basic es para dos clases de tensión:
 - Categoría 1 _ 24 es decir, 12 V DC, 24 V DC, 24 V AC
 - Categoría 2 > 24 V, es decir 115...240 V AC/DC
- Interfaz para módulos de ampliación hasta 4 módulos.
- Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC
- Funciones básicas habituales preprogramadas, conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente, e interruptor de software, etc.
- Temporizador
- Marcas digitales y analógicas
- Entradas y salidas en función del modelo.



Fig 26 . Mini PLC LOGO!

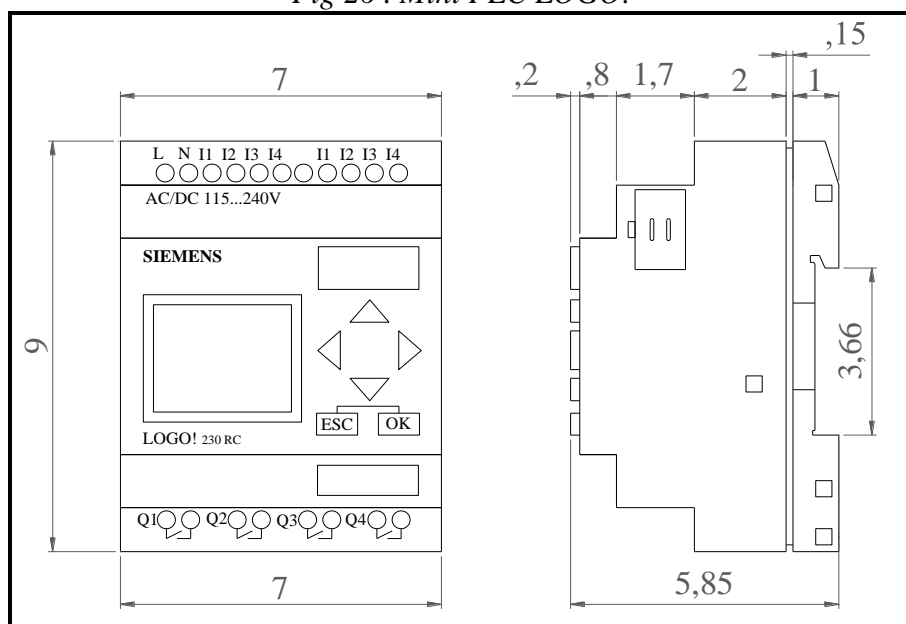


Fig 27 .Dimensiones del Mini PLC LOGO! en mm.

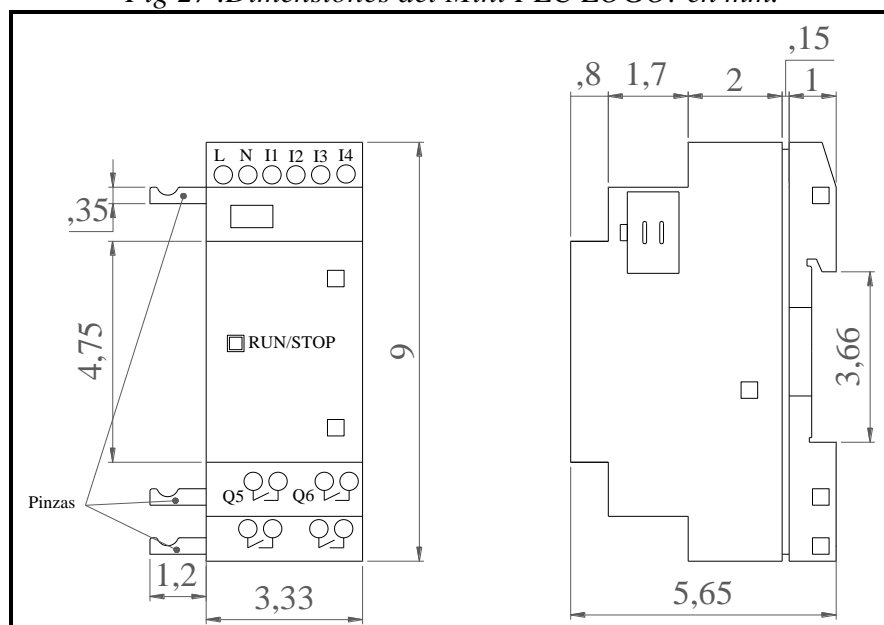


Fig 28 .Dimensiones del Modulo de Expansión del PLC LOGO! en mm.
**DIMENSIONAMIENTO, DISEÑO Y ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA
 AUTOMATIZADO DE DETECCIÓN Y CONTROL DE FUGAS PARA LAS
 INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE GLP.**

La parte anterior señala los elementos necesarios para la automatización de las instalaciones centralizadas de GLP en caso de fuga, como son: Sensor, Electroválvulas y mini PLC logo!, basados en la disponibilidad que existe en el mercado nacional, siendo necesario un diseño exclusivo para cada tipo de las instalaciones centralizadas (domiciliaria, residencial y comercial) , por lo que se realizó un estudio y se diseñó una automatización de detección y control de fugas para cada tipo de instalación, los cuales me sirvieron para la construcción del prototipo automatizado de control y detección de fugas de GLP.

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE GLP DOMICILIARIA.

El plano del domicilio común se representa en el anexo 5.1 y el esquema de la instalación centralizada de GLP alimentando a una cocina, calefón de 15 lt/min y una secadora se representa en la figura 29.

DATOS DE LA INSTALACIÓN.

La instalación está compuesta por un sistema de dos etapas es decir existen dos reguladores uno Regulador de Media Presión y un Regulador de Baja Presión.

Presión en la salida del Regulador de Media Presión MP = 10 Psi

Presión de la salida del Regulador de Baja Presión BP

- Instalación Individual BP = 0.5 Psi

CARACTERISTICAS DEL GAS

Denominación: Propano.

Familia: Tercera

Poder Calorífico Superior PCS: 11900 Kcal/Kg

Densidad Relativa: d=1.6

REPRESENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN CENTRALIZADA.

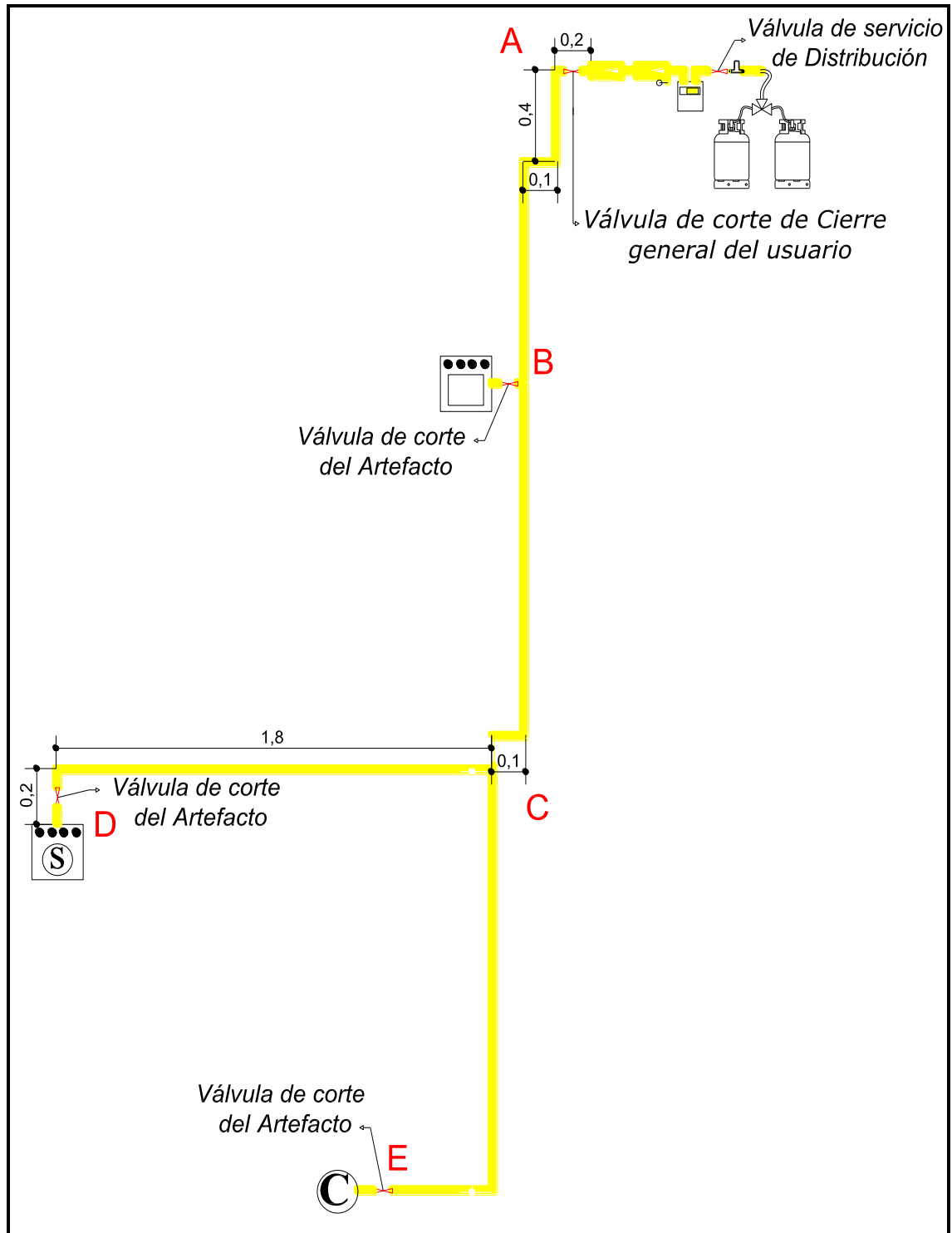


Fig 29. Esquema de la instalación centralizada.

CONSUMO DE CADA EQUIPO COLOCADO (tabla # 3)

GCS=Potencia Consumida (kcal/h)

PCS=Poder Calorifico Superior (kcal/KG)

EL Consumo es expresado por $Q=GCS/ PCS(\text{kg/h})$.

Cocina- Horno con potencia consumida de 14 kw

Q_{ct} Consumo de la Cocina en (kg/h)

$$GCS_c := 12000 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \quad PCS := 11900 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \quad Q_c := \frac{GCS_c}{PCS}$$

$$Q_c = 2.801 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \boxed{Q_{ct} := 1.0084 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}}$$

Calentador de 15 Lt/min con potencia consumida de 34.9 kw

Q_{ca} Consumo del Calentador en (kg/h)

$$GCS_{ca} := 30000 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \quad PCS := 11900 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \quad Q_{ca} := \frac{GCS_{ca}}{PCS}$$

$$Q_{ca} = 7.003 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \boxed{Q_{ca} := 2.52 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}}$$

Secadora con potencia consumida de 6 kw

Q_{st} Consumo de la Secadora en (kg/h)

$$GCS_s := 5200 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \quad PCS := 11900 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \quad Q_s := \frac{GCS_s}{PCS}$$

$$Q_s = 1.214 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \boxed{Q_{st} := 0.44 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}}$$

CONSUMO DE CADA EQUIPO

$$\text{Cocina } Coc := 1.0084 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$\text{Calefon de 15 lt/h } Cal := 2.52 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$\text{Secadora Sec} := 0.437 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE DE SIMULTANEDAD

Q_{si} = Caudal de Simultanidad en (Kg/h)

A,B = Caudales de los aparatos de mayor consumo (Kg/h)

C,D,...N = Caudales del resto de aparatos a instalar (Kg/h)

$$Q_{si} := A + B + \frac{(C + D + \dots N)}{2}$$

$$QSI := Q_{coc} + Q_{cal} + \frac{Q_{sec}}{2}$$

$$QSI = 1.041 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad Q_{SIT} := 3.75 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

El cálculo desarrollado está referido a una vivienda común de una sola planta

CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO DE SIMULTANIEDAD Y LONGITUDES EQUIVALENTES POR TRAMOS..

Los Caudales estarán dados en kg/hr
Longitud equivalente en m

$$Q_{coc} := 1.0084 \text{ Kg / hr}$$

$$Q_{cal} := 2.52 \text{ Kg / hr}$$

Donde:

Caudal Cocina = Q_{coc}

$$Q_{sec} := 0.44 \text{ Kg / hr}$$

Caudal Calefón = Q_{cal}

Caudal Secadora = Q_{sec}

$$K := 1.2$$

LE = Longitud equivalente (m)

K = Constante = 1.2

Caudal del Tramo (QS)

= Suma de los caudales de los equipos que se alimentan en cada tramo.

Tramo AB

$$Q_{Sab} := Q_{coc} + Q_{cal} + Q_{sec}$$

$$Q_{Sab} = 3.968 \text{ Kg / hr}$$

$$LE_{ab} := 1.58m \cdot K$$

$$LE_{ab} = 1.896m$$

Tramo BC

$$Q_{Sbc} := Q_{cal} + Q_{sec}$$

$$Q_{Sbc} = 2.96 \text{ Kg / hr}$$

$$LE_{bc} := 1.66m \cdot K$$

$$LE_{bc} = 1.992m$$

Tramo CE

$$Q_{Sce} := Q_{cal}$$

$$Q_{Sce} = 2.52 \text{ Kg / hr}$$

$$LE_{ce} := 2.18m \cdot K$$

$$LE_{ce} = 2.616m$$

Tramo CD

$$Q_{Scd} := Q_{sec}$$

$$Q_{Scd} = 0.44 \text{ Kg / hr}$$

$$LE_{cd} := 2.02m \cdot K$$

$$LE_{cd} = 2.424m$$

Tramo más alejado - Total AE

$$Q_{Sae} := Q_{coc} + Q_{sec}$$

$$Q_{Sae} = 1.448 \text{ Kg / hr}$$

$$LE_{ae} := 5.42m \cdot K$$

$$LE_{ae} = 6.504m$$

Tabla 8. Resumen de la instalación por tramos.

TRAMO	AB	BC	CE	CD	AE
Caudal (kg/hr)	3.968	2.96	2.52	0.44	1.448
Longitud real (m)	1.58	1.66	2.18	2.02	5.42
Longitud equivalente (m)	1.896	1.992	2.616	2.424	6.504

Cálculo de la presión por puntos:

A la salida de regulador de baja, para cada vivienda tenemos una presión de 370 mm c d a; como en BP la pérdida de carga admitida es del 0.05%, esta es de 18.5 mm.c.d.a; lo mínimo de presión que llega a los equipos es (370 - 18.5 = 351.5 mm.c.d.a).

Para el cálculo de la pérdida de carga lineal se aplica la fórmula 3.5.1

$$Pca := 18.5 \text{ mm.c.d.a} \quad LC := 6.504$$

$$J := \frac{Pca}{LC} \quad J = 2.844 \frac{\text{mm cda}}{m}$$

Al tramo AB le corresponde $1.896J = 5.393 \text{ mm cda}$

Al tramo BC le corresponde: $1.992J = 5.666 \text{ mm cda}$

Al tramo CE le corresponde: $2.616J = 7.441 \text{ mm cda}$

Al tramo CD le corresponde: $2.424J = 6.895 \text{ mm cda}$

PRESIONES POR PUNTOS :

La presión en el punto B será:

$$370 - 5.393 = 364.607 \text{ mm cda}$$

La presión en el punto C será:

$$364.607 - 5.666 = 358.941 \text{ mm cda}$$

La presión en el punto E será:

$$358.941 - 7.441 = 351.5 \text{ mm cda}$$

La presión en el punto D será:

$$358.941 - 6.895 = 352.046 \text{ mm cda}$$

Tabla 9. PRESIONES POR PUNTOS .

PUNTOS	Presión Relativa (mm.c.d.a)	
A	370	PA := 370
B	364.607	PB := 364.607
C	358.941	PC := 358.941
D	352.046	PD := 352.041
E	351.5	PE := 351.5

Para obtener el diametro de tubería se aplica la formula de Renouard, en la cual deben darse los caudales en m³/hr, para ello dividire los caudales obtenidos por la masa volumetrica del propano comercial, que es de 1.986 kg/m³.

Obteniendo tabla 10. Caudales por tramos:

	AB	BC	CE	CD	AE
Caudal (kg/hr)	3.968	2.96	2.52	0.44	1.448
Caudal (m ³ /hr)	2	1.5	1.27	0.22	0.73
Longitud real (m)	1.58	1.66	2.18	2.02	5.42
Longitud equivalente (m)	1.896	1.992	2.616	2.424	6.504

Para el cálculo de los diámetros de la instalación domiciliaria, utilizaremos la fórmula de Renouard para baja presión. Su expresión es:

$$P1 - P2 := 25076 ds \cdot Le \cdot Q^{1.82} \cdot D^{-4.82}$$

Despejando:

$$dT := \left(\frac{25076 ds \cdot Le \cdot Q^{1.82}}{P1 - P2} \right)^{0.2075}$$

Donde

P1 y P2 son presiones relativas en mm.c.d.a.
 ds = 1.16 es la densidad corregida del gas
 Le es la longitud equivalente en m
 Q es el caudal en m³/h
 D es el diametro interior del tubo en mm.

DIÁMETRO EN EL TRAMO AB

$$D_{ab} := \left(\frac{25076 \cdot 1.16 \cdot 1.8962^{1.82}}{PA - PB} \right)^{0.2075}$$

$$D_{ab} = 8.825 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula Cab < 150

$$Q_{ab} := 2 \quad C_{ab} := \frac{Q_{ab}}{D_{ab}} \quad C_{ab} = 0.227 \quad C_{ab} < 150$$

Velocidad de Circulación

$$P_{ab} := (PB \cdot 0.000) + 1.013 \text{ bar}$$

$$V_{ab} < 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{ab} := 354 \frac{Q_{ab}}{P_{ab} \cdot 12.7^2} \quad V_{ab} = 4.183 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO BC

$$D_{bc} := \left(\frac{250761.161.9921.5^{1.82}}{PB - PC} \right)^{0.2075} \quad D_{bc} = 7.916 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{bc} < 150$

$$Q_{bc} := 1.5 \quad C_{bc} := \frac{Q_{bc}}{D_{bc}} \quad C_{bc} = 0.189$$

Velocidad de Circulación

$$P_{bc} := (PC \cdot 0.000) + 1.013 \text{ bar}$$

$$V_{bc} < 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{bc} := 354 \frac{Q_{bc}}{P_{bc} \cdot 12.7^2} \quad V_{bc} = 3.139 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO CE

$$D_{ce} := \left(\frac{250761.162.6161.27^{1.82}}{PC - PE} \right)^{0.2075} \quad D_{ce} = 7.434 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{ce} < 150$

$$Q_{ce} := 1.27 \quad C_{ce} := \frac{Q_{ce}}{D_{ce}} \quad C_{ce} = 0.171$$

Velocidad de Circulación

$$P_{ce} := (PE \cdot 0.000) + 1.013 \text{ bar}$$

$$V_{ce} < 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{ce} := 354 \frac{Q_{ce}}{P_{ce} \cdot 12.7^2} \quad V_{ce} = 2.659 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO CD

$$D_{cd} := \left(\frac{250761.162.4240.22^{1.82}}{PC - PD} \right)^{0.2075} \quad D_{cd} = 3.834 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{cd} < 150$

$$Q_{cd} := 0.22 \quad C_{cd} := \frac{Q_{cd}}{D_{cd}} \quad C_{cd} = 0.057$$

Velocidad de Circulación

$$P_{cd} := (PD \cdot 0.0001) + 1.013 \text{ bar}$$

$$V_{cd} < 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{cd} := 354 \frac{Q_{cd}}{P_{cd} \cdot 12.7^2} \quad V_{cd} = 0.461 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO TOTAL AE

$$D_{ae} := \left(\frac{250761.166 \cdot 5040.73^{1.82}}{PA - PE} \right)^{0.2075} \quad D_{ae} = 6.031 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{ae} < 150$

$$Q_{ae} := 0.73 \quad C_{ae} := \frac{Q_{ae}}{D_{ae}} \quad C_{ae} = 0.121$$

Velocidad de Circulación

$$P_{ae} := (PE \cdot 0.0001) + 1.013 \text{ bar}$$

$$V_{ae} < 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{ae} := 354 \frac{Q_{ae}}{P_{ae} \cdot 12.7^2} \quad V_{ae} = 1.529 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DÍAMETRO TOTAL EN LA INSTALACIÓN DOMICILIARIA.

En la práctica el diámetro de la instalación individual, se selecciona el Diámetro del Tramo Total (AE) donde está ubicado el equipo más lejano en la vivienda, el diámetro que se utilizara es ½” en tubería de Cobre rígida tipo k con un espesor mínimo de 0,89 mm, según la norma INEN 2260 en su artículo 7.3.11; tomando en cuenta que este diámetro se colocara en toda la red de baja presión.

Tabla 11. Resumen de la instalación común.

TRAMO	Longitud real (m)	Longitud equivalente (m)	Caudal (m ³ /h)	Diámetro Obtenido (mm)	Diámetro Comercial (pulg)	Velocidad (m ³ /h)
AB	1.58	1.896	2	8.825	½	4.183
BC	1.66	1.992	1.5	7.916	½	3.139
CE	2.18	2.616	1.27	7.434	½	2.659
CD	2.02	2.424	0.22	3.844	1/2	0.461
AG	5.42	6.504	0.73	6.031	1/2	1.529

CÁLCULO DEL NÚMERO DE BOMBONAS 45 kg A INSTALAR.

- Cálculo de bombonas según consumo.

- Cálculo de bombonas según autonomía.

Cálculo de bombonas de 45 Kg según consumo.

Emplearemos la fórmula (3.10):

$$N_c := \frac{Q_{si}}{V_p}$$

Donde :

Qsi: Caudal de simultaneidad (kg/h)

Vp: Vaporización de una bombona 45kg (kg/h)

Nc: Es el número de bombonas que estarán en descarga simultáneamente.

Tomando la vaporización de una bombona 1,25 Kg/h

Caudal de simultaneidad

Vaporización de bombona 45 kg

$$Q_{si} := 3.75 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$V_p := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Los cálculos se realizarán considerando que garanticen los 15 días de suministro, para lo cual se ha de determinar el consumo diario de todos los elementos, tomados de la tabla # 4.

Donde aplicaremos fórmula (3.11) $Ca := 15 \cdot \sum (T1 \cdot Q1)$

El número de bombonas :

$$Na := \frac{Ca}{45}$$

COCINA

$$T := 1 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 1.008 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 1.167 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ1 := 1.008 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

CALEFÓN

$$T := 2.5 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 2.52 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 7.292 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ2 := 6.3 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

SECADORA

$$T := 1 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 0.437 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 5.058 \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ3 := 0.437 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

Sustituyendo la fórmula:

$$Ca := 15 \cdot \text{day} \cdot (TQ1 + TQ2 + TQ3)$$

$$Ca = 116.173 \text{kg}$$

Número de Bombonas

$$Nau := \frac{Ca}{45 \text{kg}} \quad Nau = 2.582$$

Dimensionamiento de las bombonas a instalar.

El número de bombonas a instalar será aquel que proporcione la cantidad de gas necesaria para garantizar tanto el consumo como la autonomía de servicio; por ello se escogerá el de mayor entre N_c y N_a .

En este caso como $N_c = 3$ y $Nau = 2.582$; Se dimensiono un centro de almacenamiento de 3+3 bombonas, estando 3 en descarga simultánea y las otras tres en espera, hasta el agotamiento de las anteriores.

Los cálculos realizados anteriormente sirvieron para conocer la instalación centralizada de GLP, la presión de trabajo, la ubicación de los equipos de consumo, las válvulas de corte y el diámetro necesario de la tubería de gas representados en el anexo 5.2

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN AUTOMATIZADA PARA LA DETECCIÓN Y CONTROL DE FUGAS EN LA INSTALACION DOMICILIARIA.

Conociendo todas las características de la instalación centralizada domiciliaria procedí a dimensionar y diseñar la automatización de detección y control de fugas para la instalación domiciliaria.

Para realizar la automatización detección y control de fugas para esta instalación se realizo, primero seleccione los materiales utilizados para la automatización, luego realice la ubicación de los elementos en la instalación, se especificara el funcionamiento del sistema automatizado controlado por el PLC Logo! y por último se realizo un costo aproximado de la instalación automatizada.

MATERIALES UTILIZADOS EN LA AUTOMATIZACIÓN.

Para realizar la automatización en la instalación centralizada utilizaremos los siguientes elementos:

- 4 Sensores de GLP.
- Conociendo el diámetro de tubería de la instalación se utilizara 5 Electroválvulas de 1/2 pulg de tipo TTL 2S-160-15.
- También se selecciona un PLC Logo! con dos módulos de expansión, obteniendo 12 entradas y 8 salidas.
- Un contactor con bonina de 110Vca de 50 Amp.
- 20 borneras de conexión.
- Un porta fusible con fusible de 2Amp.
- Un Selector de 2 posiciones.
- Un pulsador.
- Una sirena de 120 Vca.
- Caja de mando con dimensiones de Alto 40cm de Ancho 30cm y de fondo 30 cm.

La simbología utilizada para los planos del diseño para la automatización centralizada para controlar y detectar las fugas de gas, se representan en el anexo 3 y para los planos eléctricos se representa en el anexo 4.

UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.

1. Para la ubicación de los sensores será 30 cm desde el piso, tomando en cuenta donde se pueden producir la fuga, dentro de estos los puntos más vulnerables son las uniones por junta y las conexiones a los equipos; por lo que están ubicados por zonas de detección, dependiendo del área que se encuentran los equipos; los sensores por eficiencia del sistema de detección se ubicaran a 1.5 m² como máximo del equipo a detectar.
2. Las electroválvulas van ubicadas en la posición de las válvulas de corte manual.
3. El PLC logo! está ubicado en una caja de mando con seguridad mediante una llave en la que contiene:
 - Un esquema de la instalación centralizada de la vivienda, con identificación con focos pilotos rojos ubicados en cada zona que pudiera producirse la fuga.
 - Un selector de on/off del sistema.
 - Un pulsador de Reset del sistema.
 - Un sirena o bocina de 120 v.
 - Borneras de conexión a los elementos de la automatización.
 - Un fusible de 2 Amp para protección del Logo!.
 - Contactor de 120v
 - Riel dim.

En la caja de mando se puede identificar con facilidad la fuga de gas representado en el anexo 5.3; en el momento de monitoreo por la empresa suministradora de gas (Loja-gas).

Características de Funcionamiento de la automatización de detección y control de fugas en la instalación centralizada domiciliaria de GLP.

- El sistema de control PLC logo! está protegido por una caja de mando con seguridad para que solo tenga acceso personas autorizadas.
- Consta con un Selector de ON y OFF de todo el sistema.
- Contiene un pulsador de RESET de todo el sistema.

El programa realizado en el software de Logo confort_V5 del PLC logo! Anexo 5.6, realiza un funcionamiento de la siguiente manera:

En la Zona 1.

- El Sensor S1 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivará la electroválvula (E1) que es la que da suministro de gas a la secadora, al mismo tiempo activa un foco F1 ubicado en esta área, el cual se puede identificar en el esquema de la instalación.
- También activará una sirena de aviso que están ubicados en la caja de mando; como advertencia a las personas que se encuentren en la vivienda.
- Además si la señal del sensor continua por 90 segundos activará la electroválvula (S4) que es la electroválvula principal de la vivienda, se encenderá el foco F4 ubicado en el esquema de la instalación y se desactivará la energía eléctrica de la vivienda.

En la Zona 2.

- El Sensor S2 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivará la electroválvula (E2) que es la que da suministro de gas a la secadora, al mismo tiempo activa un foco F2 ubicado en esta área, el cual se puede identificar en el esquema de la instalación.
- También activará una sirena de aviso que están ubicados en la caja de mando; como advertencia a las personas que se encuentren en la vivienda.
- Además si la señal del sensor continua por 90 segundos activará la electroválvula (S4) que es la electroválvula principal de la vivienda, se encenderá el foco F4 ubicado en el esquema de la instalación y se desactivará la energía eléctrica de la vivienda.

En la Zona 3.

- El Sensor S3 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivará la electroválvula (E3) que es la que da suministro de gas a la cocina, al mismo tiempo activa un

foco F3 ubicado en esta área, el cual se puede identificar en el esquema de la instalación.

- También activará una sirena de aviso que están ubicados en la caja de mando; como advertencia a las personas que se encuentren en la vivienda.
- Además si la señal del sensor continua por 90 segundos activará la electroválvula (S4) que es la electroválvula principal de la vivienda, se encenderá el foco F4 ubicado en el esquema de la instalación y se desactivará la energía eléctrica de la vivienda.

En la Zona 4 o de almacenamiento de GLP.

- Si el sensor S4 detecta gas se desactivará la electroválvula E5 que es la principal del Servicio; al mismo tiempo activa el foco F5 ubicado en el esquema de la instalación ubicado en la caja de mando.
- También activará una sirena de aviso que se encuentra ubicada en la caja de mando como advertencia a las personas y se desactivará la energía eléctrica de la vivienda.

En el anexo 5.4 se representa la ubicación de los elementos para la automatización de detección y control de fugas en la instalación centralizada domiciliaria, también en el anexo 5.5 se realizó el plano eléctrico de la instalación y en el anexo 5.7 se detalla el costo aproximado de la instalación automatizada de detección y control de fugas.

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN RESIDENCIAL DE GLP.

El esquema del Anexo 6.1 representa la instalación centralizada de GLP a cada planta de un edificio de cinco plantas con cuatro viviendas por planta. Cada una de las instalaciones individuales alimenta a una cocina, calefón de 15 lt/min y una secadora, los cálculos se los realizara a una de las viviendas del primer piso válido para el resto de viviendas de todo el edificio.

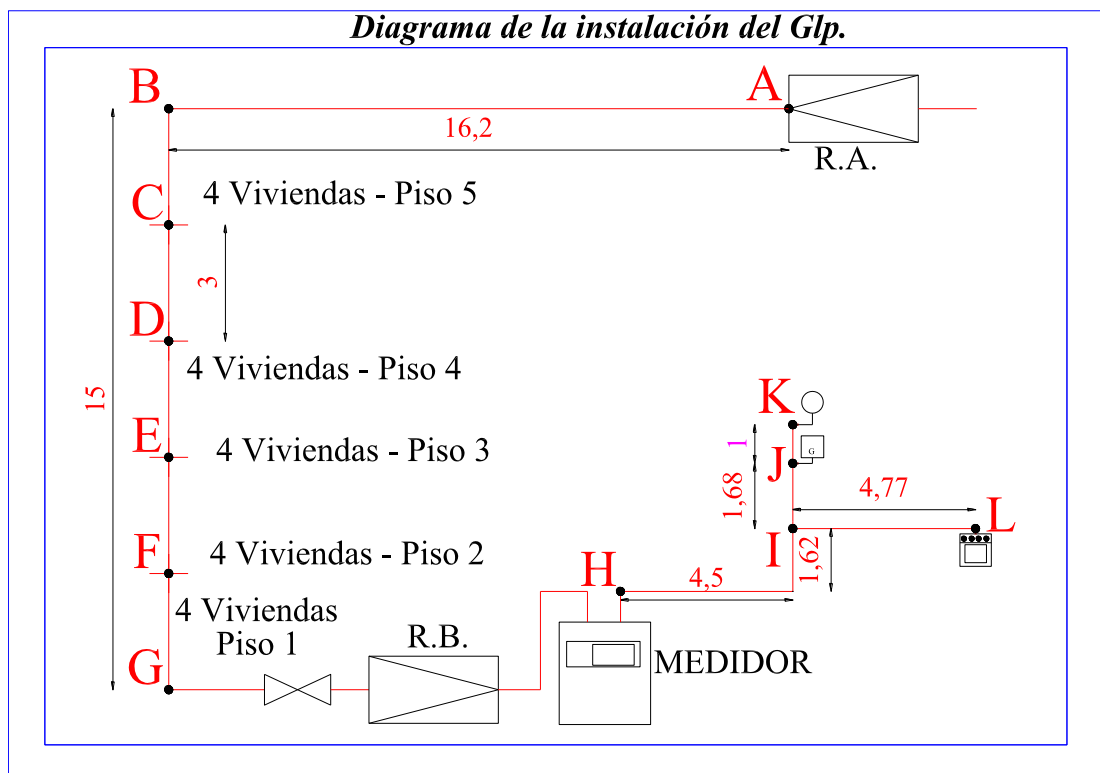


Fig 30. Diagrama de la instalación centralizada a una vivienda del primer piso.

DATOS DE LA INSTALACIÓN.

La instalación está compuesta por un sistema de dos etapas es decir existen dos reguladores uno Regulador de Media Presión y un Regulador de Baja Presión.

Presión en la salida del Regulador de Media Presión MP

- Instalación Común MP = 10 Psi

Presión de la salida del Regulador de Baja Presión BP

- Instalación Individual BP = 0.5 Psi

CARACTERISTICAS DEL GAS:

- Denominación: Propano.
- Familia: Tercera
- Poder Calorífico Superior PCS: 11900 Kcal/Kg.
- Densidad Relativa: $d = 1,6$

CONSUMO DE CADA EQUIPO COLOCADO***Cocina- Horno con potencia consumida de 14 kw***

Qct Consumo de la Cocina en (kg)h

$$GCS_c := 12000 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \quad PCS := 11900 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \quad Q_c := \frac{GCS_c}{PCS}$$

$$Q_c = 2.801 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \boxed{Q_{ct} := 1.0084 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}}$$

Calentador de 15 Lt/min con potencia consumida de 34.9 kw

Qca Consumo del Calentador en (kg)h

$$GCS_{ca} := 30000 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \quad PCS := 11900 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \quad Q_{ca} := \frac{GCS_{ca}}{PCS}$$

$$Q_{ca} = 7.003 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \boxed{Q_{ca} := 2.52 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}}$$

Secadora con potencia consumida de 6 kw

Qst Consumo de la Secadora en (kg/h)

$$GCS_s := 5200 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \quad PCS := 11900 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \quad Q_s := \frac{GCS_s}{PCS}$$

$$Q_s = 1.214 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \boxed{Q_{st} := 0.44 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}}$$

CONSUMO DE CADA EQUIPO (En tabla....4..)

$$\text{Cocina Coc} := 1.0084 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$\text{Calefon de 15 lt/h Cal} := 2.52 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$\text{Secadora Sec} := 0.437 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE DE SIMULTANEIDAD

Qsi = Caudal de Simultanidad en (Kg/h)

A,B = Caudales de los aparatos de mayor consumo (Kg/h)

C,D,...N = Caudales del resto de aparatos a instalar (Kg/h)

$$\boxed{Q_{sit} := A + B + \frac{(C + D + \dots N)}{2}}$$

$$QSI := \text{Coc} + \text{Cal} + \frac{\text{Sec}}{2}$$

$$QSI = 1.041 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad Q_{SIT} := 3.75 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \quad Q_{SIT} = \text{Caudal de Simultaneidad Total}$$

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN COMÚN.**Grado de Gasificación:**

- $P_{sc} = Q_{si} \times P.C.S.$
- $P_{sc} = 3.75 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 11900 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$
- $P_{sc} = 44625 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$, como 1000 kcal / hr = 1 termia / hr.
- $P_{sc} = 44,625 \text{ termia} / \text{hr}$;

Lo cual corresponde según la tabla 6 al grado de gasificación 2.

PÉRDIDA DE CARGA EN LA INSTALACIÓN COMÚN.

Si la presión a la salida del regulador es de 10 Psi (0.70307 Kg/cm²) por tratarse de MP, la pérdida de carga admitida será el 25 % de la misma.

$$p.c (AG) = 0.70307 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.25 = 0.1757675 \text{ Kg/cm}^2$$

Este dato no se utilizara en el cálculo de las tuberías, ya que en las tablas se emplea la longitud equivalente

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DEBIDO A LA ALTURA.

En este caso no habrá pérdida sino ganancia, por encontrarse el reservorio en la terraza del edificio y ser el gas propano más pesado que el aire.

$$h = 1.293 \times L_R \times |1 + d|$$

$$h = 1.293 \times 15 \text{ m} \times |1 + 1,6| \quad h = 21,995 \text{ mm c.d.a.}$$

La ganancia resulta tan pequeña comparada con la presión que se dispone a la salida del regulador y la pérdida de carga se desprecia se efecto.

CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO PROBABLE Y LONGITUDES EQUIVALENTES.

Para el cálculo de caudal máximo simultáneos de cada tramo de la instalación común se deberá tener el factor de simultaneidad S2 encontrado en la tabla 8, siendo 0.55, ya que en las viviendas se dispone de calefón.

Caudal máximo Probable $QSC = n^{\circ} \text{ de viviendas} \times Q_{si} \times S2$

Longitud Equivalente: $Le = Lr \times K$

Donde: $S2 := 0.55$ $Q_{si} := 3.75 \text{ Kg/hr}$
 $Lr = \text{Longitud real}$

$K := 1.2$

Tramo AC $QSCac := 4 \cdot Q_{si} \cdot S2$ $QSCac = 8.25 \text{ Kg/hr}$

$LEac := 19.2 \text{ m} \cdot K$ $LEac = 23.04 \text{ m}$

Tramo CD $QSCcd := 8 \cdot Q_{si} \cdot S2$ $QSCcd = 16.5 \text{ Kg/hr}$

$LEcd := 3 \text{ m} \cdot K$ $LEcd = 3.6 \text{ m}$

Tramo DE $QSCde := 12 \cdot Q_{si} \cdot S2$ $QSCde = 24.75 \text{ Kg/hr}$

$LEde := 3 \text{ m} \cdot K$ $LEde = 3.6 \text{ m}$

Tramo EF $QSCef := 16 \cdot Q_{si} \cdot S2$ $QSCef = 33 \text{ Kg/hr}$

$LEef := 3 \text{ m} \cdot K$ $LEef = 3.6 \text{ m}$

Tramo FG $QSCfg := 20 \cdot Q_{si} \cdot S2$ $QSCfg = 41.25 \text{ Kg/hr}$

$LEfg := 3 \text{ m} \cdot K$ $LEfg = 3.6 \text{ m}$

Tramo Total $QSCag := 20 \cdot Q_{si} \cdot S2$ $QSCag = 41.25 \text{ Kg/hr}$

AG $LEfg := 31.2 \text{ m} \cdot K$ $LEfg = 37.44 \text{ m}$

Tabla 12. Resumen de la instalación por tramos.

	<i>AC</i>	<i>CD</i>	<i>DE</i>	<i>EF</i>	<i>FG</i>	<i>AG Total</i>
<i>Caudal (kg/hr)</i>	8.25	16.5	24.75	33	41.25	41.25
<i>Longitud real (m)</i>	19.2	3	3	3	3	31.2
<i>Longitud equivalente (m)</i>	23.04	3.6	3.6	3.6	3.6	37.44

CÁLCULO DE DIAMETROS.

A la salida de regulador de Media Presión en el punto A, tenemos una presión de 10 Psi (0.703 kg/cm²), como en MP la pérdida de carga admitida es del 25%, esta es de 2.5Psi (0.1757 Kg/cm²), es decir entre el punto A y la entrada del regulador de baja en el punto G se puede ganar como mínimo 0.1757 kg/cm²; en este caso se ganaría la pérdida de carga y la repartiré en los tramos equitativamente, teniendo en cuenta que la presión relativa mínima antes del regulador de baja presión será como mínimo 12.5 Psi o 0.87875 kg/cm² (0.7031 + 0.1757=0.8788 kg/cm²).

Tabla 13. Cuadro de Presiones por Puntos.

PUNTOS	Presión Relativa (kg/cm²)	Presión Absoluta. Pab=Patm+Prelativa (kg/cm²)
A	0.7031	1.7031
C	0.8112	1.8112
D	0.8281	1.8281
E	0.8449	1.8449
F	0.8618	1.8618
G	0.8788	1.8788

Para obtener el diámetro de tubería se aplica la fórmula de Renouard (3.7), en la cual deben darse los caudales en m³/hr, para ello dividiré los caudales obtenidos por la masa volumétrica del propano comercial, que es de 1.986 kg/m³.

Tabla 14. Cuadro de Caudal en m³/hr.

	<i>AC</i>	<i>CD</i>	<i>DE</i>	<i>EF</i>	<i>FG</i>	<i>AG Total</i>
<i>Caudal (kg/hr)</i>	8.25	16.5	24.75	33	41.25	41.25
<i>Caudal (m³/hr)</i>	4.15	8.3	12.46	16.61	20.77	20.77
<i>Longitud real (m)</i>	19.2	3	3	3	3	31.2
<i>Longitud equivalente (m)</i>	23.04	3.6	3.6	3.6	3.6	37.44

Con los siguientes datos se utilizara la formula de Renouard (3.7), para media presión y se encontrar el diámetro de tubería por tramos.

DIÁMETRO EN EL TRAMO AC

$$D_{ac} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.16 \cdot 23.04 \cdot 4.15^{1.82}}{1.811^2 - 1.703^2} \right)^{0.2075} \quad D_{ac} = 9.359 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{ac} < 150$

$$Q_{ac} := 4.15 \quad C_{ac} := \frac{Q_{ac}}{D_{ac}} \quad C_{ac} = 0.443$$

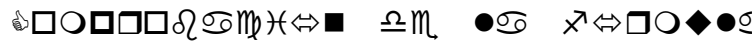
Velocidad de Circulación

$$P_{ac} := 1.703 + 0.981 \text{ bar}$$

$$V_{ac} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{ac} := 354 \cdot \frac{Q_{ac}}{P_{ac} \cdot 18.375^2} \quad V_{ac} = 2.604 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO CD

$$D_{cd} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.163 \cdot 68.3^{1.82}}{1.828^2 - 1.811^2} \right)^{0.2075} \quad D_{cd} = 12.07 \text{ mm}$$



$$Q_{cd} := 8.3 \quad C_{cd} := \frac{Q_{cd}}{D_{cd}} \quad C_{cd} = 0.688$$

Velocidad de Circulación

$$P_{cd} := 1.81120.981 \text{ bar}$$

$$V_{cd} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{cd} := 354 \frac{Q_{cd}}{P_{cd} \cdot 18.375^2} \quad V_{cd} = 4.898 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO DE

$$D_{de} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.163 \cdot 612.4^{1.82}}{1.844^2 - 1.828^2} \right)^{0.2075} \quad D_{de} = 14.036 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{de} < 150$

$$Q_{de} := 12.4 \quad C_{de} := \frac{Q_{de}}{D_{de}} \quad C_{de} = 0.883$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO EF

$$D_{ef} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.163 \cdot 616.61^{1.82}}{1.861^2 - 1.844^2} \right)^{0.2075} \quad D_{ef} = 15.625 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{ef} < 150$

$$Q_{ef} := 16.61 \quad C_{ef} := \frac{Q_{ef}}{D_{ef}} \quad C_{ef} = 1.063$$

Velocidad de Circulación

$$P_{ef} := 1.84490.981 \text{ bar}$$

$$V_{ef} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{ef} := 354 \frac{Q_{ef}}{P_{ef} \cdot 18.375^2} \quad V_{ef} = 9.622 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO FG

$$D_{fg} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.16 \cdot 3.6 \cdot 20.77^{1.82}}{1.8788^2 - 1.8618^2} \right)^{0.2075} \quad D_{fg} = 16.949 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{fg} < 150$

$$Q_{fg} := 20.77 \quad C_{fg} := \frac{Q_{fg}}{D_{fg}} \quad C_{fg} = 1.225$$

Velocidad de Circulación

$$P_{fg} := 1.86180.98 \text{ bar}$$

$$V_{fg} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{fg} := 354 \frac{Q_{fg}}{P_{fg} \cdot 18.375^2} \quad V_{fg} = 11.923 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO TOTAL AG

$$D_{ag} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.16 \cdot 37.44 \cdot 20.77^{1.82}}{1.8788^2 - 1.7031^2} \right)^{0.2075} \quad D_{ag} = 17.124 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{cd} < 50$

$$Q_{ag} := 20.77 \quad C_{ag} := \frac{Q_{ag}}{D_{ag}} \quad C_{ag} = 1.213$$

Velocidad de Circulación

$$P_{ag} := 1.70310.98 \text{ bar}$$

$$V_{ag} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{ag} := 354 \frac{Q_{ag}}{P_{ag} \cdot 18.375^2} \quad V_{ag} = 13.034 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tabla 15. Resumen de diámetros por tramos.

TRAMO	AC	CD	DE	EF	FG	AG Total
<i>Diámetro Calculado en mm</i>	9.359	12.07	14.036	15.625	16.949	17.124
<i>Tubería de Cobre en Pulg a instalar</i>	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4

Diámetro total en la instalación común.

En la práctica el diámetro de la instalación común; se seleccionara para su instalación el Diámetro del Tramo Total AG que es 3/4 de pulg en tubería de Cobre rígida tipo k con un espesor mínimo de 0,89 mm, según la norma INEN 2260 en su artículo 7.3.11, tomando en cuenta que este diámetro se colocara en toda la red de Media presión.

Tabla 16. Cuadro de resumen de la Instalación Común.

TRAMO	Longitud real (m)	Longitud equivalente (m)	Caudal (m ³ /h)	Diámetro Obtenido (mm)	Diámetro Comercial (pulg)	Velocidad (m ³ /h)
-------	-------------------	--------------------------	----------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------------

AC	19.2	23.04	4.15	9.359	1/2	2.604
CD	3	3.6	8.3	12.07	1/2	4.898
DE	3	3.6	12.4	14.036	3/4	7.249
EF	3	3.6	16.61	15.625	3/4	9.622
FG	3	3.6	20.77	16.949	3/4	11.923
AG	31.2	37.44	20.77	17.124	3/4	13.034

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN INDIVIDUAL.

El cálculo desarrollado está referido a una vivienda de la primera planta pero igualmente el cálculo es válido para el resto de viviendas en cualquier planta.

PÉRDIDA DE CARGA EN LA INSTALACIÓN COMÚN.

Si la presión a la salida del regulador BP es de 370 mm.c.d.a. (0.536 Psi) ; y por tratarse de Baja presión la pérdida de carga admitida será el 5% de la misma.

$$PC = 370 \text{ mm.c.d.a} \times 0,05 = 18.5 \text{ mm.c.d.a} (0.0268 \text{ Psi});$$

Donde $370 - 18.5 = 351.5 \text{ mm.c.d.a.}(0.5 \text{ Psi})$ es la presión mínima.

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DEBIDO A LA ALTURA.

En este caso no habrá pérdida sino ganancia, por encontrarse la tubería por la parte superior de las viviendas y ser el gas propano más pesado que el aire.

$$h = 1.293 \times L_R \times |1 + d|$$

$$h = 1.293 \times 1.8 \text{ m} \times |1 + 1.6| \quad h = 4.93 \text{ mm c.d.a.}$$

La ganancia en este caso se suma a la pérdida de carga admisible que es:

$$18.5 + 4.93 = 23.43 \text{ mm c.d.a.}$$

CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO PROBABLE Y LONGITUDES EQUIVALENTES.

Longitud equivalente en m

Donde:

$$\text{Caudal Cocina} = Q_{coc} \quad Q_{coc} := 1.0084 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{Caudal Calefon} = Q_{cal} \quad Q_{cal} := 2.52 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{Caudal Secadora} = Q_{sec} \quad Q_{sec} := 0.437 \text{ Kg/hr}$$

$$LE = \text{Longitud equivalente (m)} \quad K = \text{Constante} = 1.2$$

$$K = \text{Constante} = 1.2$$

Entonces

$$QSI := Q_{coc} + Q_{cal} + \frac{Q_{sec}}{2}$$

$$QSI = 1.041 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad QSIT := 3.75 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \quad \begin{array}{l} QSIT = \text{Caudal máximo} \\ \text{de Simultaniedad Total} \end{array}$$

CÁLCULO DEL CAUDAL Y LONGITUD EQUIVALENTE POR TRAMOS

Tramo HI

$$QShi := Q_{coc} + Q_{cal} + \frac{Q_{sec}}{2} \quad QShi = 3.74 \text{ Kg/hr}$$

$$LEhi := 6.12 \text{ m} \cdot K \quad LEhi = 7.344 \text{ m}$$

Tramo IL

$$QSil := Q_{coc} \quad QSil = 1.008 \text{ Kg/hr}$$

$$LEil := 4.77 \text{ m} \cdot K \quad LEil = 5.724 \text{ m}$$

Tramo IJ

$$QSij := Q_{cal} + Q_{sec} \quad QSij = 2.957 \text{ Kg/hr}$$

$$LEij := 1.68 \text{ m} \cdot K \quad LEij = 2.016 \text{ m}$$

Tramo JK

$$QSjk := Q_{cal} \quad QSjk = 2.52 \text{ Kg/hr}$$

$$LEjk := 1 \text{ m} \cdot K \quad LEjk = 1.2 \text{ m}$$

Tramo más largo - Total HL

$$QShl := Q_{coc} + Q_{cal} + \frac{Q_{sec}}{2} \quad QShl = 3.74 \text{ Kg/hr}$$

$$LEhl := 10.89 \text{ m} \cdot K \quad LEhl = 13.068 \text{ m}$$

Tabla 17. Resumen de la instalación por tramos.

TRAMO	HI	IL	IJ	JK	HL
Caudal (kg/hr)	3.747	1.008	2.957	2.52	3.747
Longitud real (m)	6.12	4.77	1.68	1	10.89
Longitud equivalente (m)	7.334	5.724	2.016	1.2	13.068

CÁLCULO DE LA PRESIÓN POR PUNTOS

A la salida de regulador de baja, para cada vivienda tenemos una presión de 370 mm c d a; como en BP la pérdida de carga admitida 23.43 mm.c.d.a; lo mínimo de presión que llega a los equipos es $(370 - 23.43 = 346.57 \text{ mm.c.d.a})$

Cálculo de la pérdida de carga lineal se aplica la formula (3.5.1) $J = Pca/Lc$.

$$Pca := 23.43 \text{ mm.c.d.a}$$

$$LC := 13.068$$

$$J := \frac{Pca}{LC} \quad J = 1.793 \frac{\text{mmcda}}{\text{m}}$$

Al tramo HI le corresponde: $7.344J = 13.167 \text{ mmcda}$

Al tramo U le corresponde: $2.016J = 3.615 \text{ mmcda}$

Al tramo JK le corresponde: $1.2 \cdot J = 2.152 \text{ mmcda}$

Al tramo IL le corresponde: $5.724J = 10.263 \text{ mmcda}$

PRESIONES POR PUNTOS:

La presión en el punto I será:

$$370 - 13.167 = 356.833 \text{ mmcda}$$

La presión en el punto J será:

$$359.603 - 3.615 = 355.988 \text{ mmcda}$$

La presión en el punto K será:

$$356.749 - 2.152 = 354.597 \text{ mmcda}$$

La presión en el punto L será:

$$359.603 - 10.263 = 349.34 \text{ mmcda}$$

Tabla # 18. Presiones por Puntos

<i>Puntos</i>	<i>Presiones (mm. c.d.a.)</i>
H	370
I	356,833
J	355,988
K	354,597
L	349,34

Para obtener el diámetro de tubería se aplica la formula de Renouard (3.6), en la cual deben darse los caudales en m^3/hr , para ello dividiré los caudales

obtenidos por la masa volumétrica del propano comercial, que es de 1.986

	<i>HI</i>	<i>IL</i>	<i>IJ</i>	<i>JK</i>	<i>Total HL</i>
<i>Caudal (kg/hr)</i>	3.747	1.008	2.957	2.52	3.747
<i>Caudal (m³/hr)</i>	1.886	0.507	1.489	1.268	1.886
<i>Longitud real (m)</i>	6.12	4.77	1.68	1	10.89
<i>Longitud equivalente (m)</i>	7.334	5.724	2.016	1.2	13.068

kg/m

3.

Tabl
a #
19.
Caud

al en m³/hr

CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS POR TRAMOS.

Para el cálculo de los diámetros de la instalación individual, utilizaremos la formula de Renouard (3.6), para baja presión. Su expresión es:

Despejando:

$$P1 - P2 = 25076 \cdot ds \cdot Le \cdot Q^{1.82} \cdot D^{-4.82}$$

$$dT = \left(\frac{25076 \cdot 1.6 \cdot ds \cdot Le \cdot Q^{1.82}}{P1 - P2} \right)^{0.2075}$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO HI

$$d_{hi} := \left(\frac{250761.6 \cdot 7.3 \cdot 1.887^{1.82}}{370 - 356.833} \right)^{0.2075}$$

$$d_{hi} = 10.144 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $Chi < 150$

$$Q_{hi} := 1.887 \quad Chi := \frac{Q_{hi}}{d_{hi}} \quad Chi = 0.186$$

Velocidad de Circulación

$$V_{hi} < 10 \frac{m}{s} \quad V_{hi} := 360 \frac{Q_{hi}}{12.7^2} \quad V_{hi} = 4.212 \frac{m}{s}$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO IJ

$$d_{ij} := \left(\frac{250761.6 \cdot 2.016 \cdot 1.489^{1.82}}{356.833 - 355.988} \right)^{0.2075}$$

$$d_{ij} = 12.556 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $Cij < 150$

$$Q_{ij} := 1.489 \quad C_{ij} := \frac{Q_{ij}}{d_{ij}} \quad C_{ij} = 0.119$$

Velocidad de Circulación

$$V_{ij} < 10 \frac{m}{s} \quad V_{ij} := 360 \frac{Q_{ij}}{12.7^2} \quad V_{ij} = 3.323 \frac{m}{s}$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO JK

$$d_{jk} := \left(\frac{250761.6 \cdot 1.2 \cdot 1.269^{1.82}}{355.988 - 354.597} \right)^{0.2075}$$

$$d_{jk} = 9.571 \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $Cjk < 150$

$$Q_{jk} := 1.269 \quad C_{jk} := \frac{Q_{jk}}{d_{jk}} \quad C_{jk} = 0.133$$

Velocidad de Circulación

$$V_{jk} < 10 \frac{m}{s} \quad V_{jk} := 360 \frac{Q_{jk}}{12.7^2} \quad V_{jk} = 2.832 \frac{m}{s}$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO IL

$$d_{il} := \left(\frac{250761.6 \cdot 5.724 \cdot 0.507^{1.82}}{356.833 - 349.34} \right)^{0.2075} \quad d_{il} = 6.6 \quad \text{mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{il} < 150$

$$Q_{il} := 0.507 \quad C_{il} := \frac{Q_{il}}{d_{il}} \quad C_{il} = 0.077$$

Velocidad de Circulación

$$V_{il} < 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{il} := 360 \frac{Q_{il}}{12.7^2} \quad V_{il} = 1.132 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIÁMETRO EN EL TRAMO TOTAL HL

$$d_{hl} := \left(\frac{250761.6 \cdot 13.0681.887^{1.82}}{370 - 349.34} \right)^{0.2075} \quad d_{hl} = 10.425 \quad \text{mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{hl} < 150$

$$Q_{hl} := 1.887 \quad C_{hl} := \frac{Q_{hl}}{d_{hl}} \quad C_{hl} = 0.181$$

Velocidad de Circulación

$$V_{hl} < 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{hl} := 360 \frac{Q_{hl}}{12.7^2} \quad V_{hl} = 4.212 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tabla 20. Resumen de los diámetros obtenidos en la instalación individual.

TRAMO	HI	IJ	JK	IL	AG Total
Diámetro Calculado en mm	10.144	12.541	9.571	6.6	10.425
Tubería de Cobre en Pulg	½	1/2	1/2	½	1/2

DIÁMETRO TOTAL EN LA INSTALACIÓN INDIVIDUAL.

En la práctica se instala un solo diámetro en toda la red de baja presión; se seleccionara el Diámetro del tramo total en este caso es 10.425 mm, por lo que se elige el diámetro comercial inmediato superior: 12.7mm = ½ pulg; en tubería de cobre rígida tipo k con un espesor mínimo de 0,89 mm, según la norma INEN 2260 en su artículo 7.3.11

Tabla 21. Resumen en la instalación individual.

TRAMO	Longitud real (m)	Longitud equivalente (m)	Caudal (m ³ /h)	Diámetro Obtenido (mm)	Diámetro Comercial (pulg)	Velocidad (m ³ /h)
HI	6.12	7.344	1.887	10.144	½	4.212
IJ	1.68	2.016	1.489	12.556	½	3.323
JK	1	1.2	1.269	9.571	½	2.832
IL	4.77	5.724	0.507	6.6	½	1.132
HL	10.89	13.068	1.887	10.425	½	4.212

CÁLCULO DEL NÚMERO DE BOMBONAS 45 KG.

- *Cálculo de bombonas según consumo.*

Emplearemos la fórmula (3.10):

$$N_c = \frac{Q_{si}}{V_p}$$

Donde :

Q_{si}: Caudal de simultaneidad (kg/h)

V_p: Vaporización de una bombona 45kg (kg/h)

N_c: Es el número de bombonas que estarán en descarga simultáneamente.

Tomando la vaporización de una bombona 1,25 Kg/h

Caudal de simultaneidad

Vaporización de bombona 45 kg

$$Q_{si} = 3.75 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$V_p = 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$N_c = \frac{Q_{si}}{V_p} \quad N_c = 3$$

El número de bombonas para el suministro de GLP según el consumo será 3 bombonas de 45 kg.

CÁLCULO DE BOMBONAS SEGÚN AUTONOMÍA .

Los cálculos se realizarán considerando que garanticen los 15 días de suministro, para cual se ha de determinar el consumo diario de todos los elementos, tomados de la tabla:

Donde aplicaremos fórmula (3.11): $Ca := 15 \cdot \sum (T1 \cdot Q1)$

El número de bombonas :

$$Na := \frac{Ca}{45}$$

COCINA

$$T := 1 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 1.008 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 1.167 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ1 := 1.008 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

CALEFÓN

$$T := 2.5 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 2.52 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 7.292 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ2 := 6.3 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

SECADORA

$$T := 1 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 0.437 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 5.058 \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ3 := 0.437 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

Sustituyendo la fórmula:

$$Ca := 15 \cdot \text{day} \cdot (TQ1 + TQ2 + TQ3)$$

$$Ca = 116.173 \text{kg}$$

Número de Bombonas

$$Nau := \frac{Ca}{45 \text{kg}} \quad Nau = 2.582$$

Dimensionamiento del reservorio necesario para la instalación centralizada residencial.

El número de bombonas a instalar será aquel que proporcione la cantidad de gas necesaria para garantizar tanto el consumo como la autonomía de servicio; por ello se escogerá el de mayor entre Nc y Na .

En este caso como $N_c = 3$ y $N_{au} = 2.582$ Se tomara un centro de almacenamiento de 3+3 bombonas, estando 3 en descarga simultanea y las otras tres en espera, hasta el agotamiento de las anteriores.

Resolviendo que 3 cilindros de 45 kg son para cada vivienda, y conociendo que en cada piso existen 4 viviendas y el edificio posee 5 plantas se puede deducir que por cada piso se necesitaría: **$3 \times 4 = 12$ cilindros de 45 Kg se necesita por cada piso.**

Y para todo el edificio se necesita: **12×5 Pisos = 60 cilindros de 45 Kg.**

Cantidad equivalente en m^3 : **60 cilindros \times 45 kg = 2700 kg.**

Conociendo que 1.986 es la masa volumétrica del propano en fase de gas y 506 es la masa volumétrica en fase liquida, dividiremos para 506 que es la masa en volumen Líquida, obteniendo el resultado en m^3 .

$$\frac{2700 \text{ Kg}}{506} = 5.3359m^3$$

Obteniendo como resultado un volumen necesario en líquido de $5.5 m^3$

La capacidad correspondiente del depósito a utilizar, se calcula con la siguiente fórmula (3.12):

$$Va(m^3) = \frac{Ca(m^3)}{0.85\%}$$

$$Va(m^3) = \frac{5,5m^3}{0.85\%}$$

$$Va = 6,47m^3$$

Obteniendo Como resultado un deposito de $6.5m^3$ para el consumo de las 20 viviendas, el mismo que ira ubicado en la otra mitad del edificio.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN AUTOMATIZADA PARA LA DETECCIÓN Y CONTROL DE FUGAS EN LA INSTALACION RESIDENCIAL.

Tomando en cuenta que el cálculo se lo realizo para una vivienda de la primera planta, es válido para la el resto de viviendas de la misma planta y para las viviendas de las 4 plantas superiores, por lo que cada vivienda se encuentra con un regulador de Baja presión, el que nos dará la misma presión al ingreso de cada vivienda.

Por lo tanto las presiones serán iguales en los puntos:

- $I = I_2 = I_3 = I_4$.
- $J = J_2 = J_3 = J_4$.
- $K = K_2 = K_3 = K_4$.
- $L = L_2 = L_3 = L_4$.

Conociendo la presión de trabajo, la ubicación de los equipos, el diámetro de la tubería y la ubicación de las válvulas de corte de cada vivienda representado en el Anexo 6.2 dimensionaré y diseñaré el sistema automatizado de detección y control de fugas para la instalación residencial el cual se lo realizara para cada planta y será igual para el resto de plantas por tener el mismo número de vivienda y la misma ubicación.

Primero seleccione los materiales utilizados para la automatización, luego realice la ubicación de los elementos en la instalación, se especificara el funcionamiento del sistema automatizado controlado por el PLC Logo! y por último se realizo un costo aproximado de la instalación automatizada.

MATERIALES A UTILIZAR EN LA AUTOMATIZACIÓN RESIDENCIAL.

Para realizar la automatización en la instalación centralizada utilizaremos los siguientes elementos por cada vivienda:

- 2 Sensores de GLP.
- Conociendo el diámetro de tubería de la instalación se utilizara 4 Electroválvulas de 1/2 pulg de tipo TTL 2S-160-15.
- Un contactor con bonina de 120Vca de 50 Amp.

Y para el control se compartirá entre las cuatro viviendas los siguientes elementos:

- Se selecciona un PLC Logo! Con cuatro módulos de expansión, obteniendo entradas y 8 salidas.
- 40 borneras de conexión.
- Un porta fusible con fusible de 2Amp.
- Un Selector de 2 posiciones.
- Un pulsador.
- Una sirena de 110 Vca.
- Una electroválvula de $\frac{3}{4}$ pulg de tipo TTL 2S-160-15.
- Un sensor para la caja de medidores.
- Caja de mando con dimensiones de Alto 60 cm de Ancho 50cm y de fondo 40 cm.

UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.

1. Para la ubicación de los sensores será 30 cm desde el piso, tomando en cuenta donde se pueden producir la fuga, dentro de estos los puntos más vulnerables son las uniones por junta y las conexiones a los equipos; por lo que están ubicados por zonas de detección, dependiendo del área que se encuentran los equipos; los sensores por eficiencia del sistema de detección se ubicaran a 1.5 m^2 como máximo del equipo a detectar.
2. Las electroválvulas van ubicadas en la posición de las válvulas de corte manual.
3. El PLC logo! Ira ubicado en una caja de mando con seguridad mediante una llave en la cual contiene:
 - Un esquema de la instalación centralizada de las cuatro viviendas, con identificación con focos pilotos rojos ubicados en cada zona que pudiera producirse la fuga dentro de cualquier vivienda y en la caja de medidores.
 - Un selector de on/off del sistema.
 - Un pulsador de Reset del sistema.
 - Un sirena o bocina.
 - Borneras de conexión a los elementos de la automatización.

- Un fusible de 2 Amp para protección del PLC.
- 4 Contactores de 110v para el ingreso de corriente, uno para cada vivienda
- Riel dim para la ubicación de los elementos.

En la caja de mando se puede identificar con facilidad la fuga de gas representado en el Anexo 6.3; en el momento de monitoreo por la empresa suministradora de gas (Loja-gas).

Características de Funcionamiento de la automatización de detección y control de fugas en la instalación centralizada domiciliar de GLP.

- El sistema de control PLC logo! está protegido por una caja de mando con seguridad para que solo tenga acceso personas autorizadas.
- Consta con un Selector de ON y OFF de todo el sistema.
- Contiene un pulsador de RESET de todo el sistema.

El programa realizado en el software de Logo confort_V5 del PLC logo! para la instalación residencial se lo representa en el Anexo 6.6 y 6.6.1; El cual realiza un funcionamiento de la siguiente manera:

En la Zona 1.

- El Sensor S1 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivará la electroválvula E1 y E2 que son las que dan el suministro al calefón y a la secadora, al mismo tiempo activa un foco F1 ubicado en esta área el cual se puede identificar en el esquema de la instalación,
- También activará una sirena de aviso que están ubicados en la caja de mando; como advertencia a las personas que se encuentren en la vivienda.
- Además si la señal del sensor continua por 90 segundos activará la electroválvula (S4) que es la electroválvula principal de la vivienda, se encenderá el foco F4 ubicado en el esquema de la instalación y se desactivará la energía eléctrica de la vivienda.

En la Zona 2

- El Sensor S2 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivará la electroválvula E3 que es la que da suministro de gas a la cocina, al mismo tiempo activa un foco F2 ubicado en esta área el cual se puede identificar en el esquema de la instalación-
- También activará una sirena de aviso que están ubicados en la caja de mando; como advertencia a las personas que se encuentren en la vivienda.
- Además si la señal del sensor continua por 90 segundos activará la electroválvula (S4) que es la electroválvula principal de la vivienda, se encenderá el foco F4 ubicado en el esquema de la instalación y se desactivará la energía eléctrica de la vivienda.

En la Zona 3;

- Si el sensor S3 detecta gas se desactivará la electroválvula EP que es la principal del Servicio, cortando el suministro de gas a todas las viviendas por encontrarse la fuga en la caja de los medidores de GLP, al mismo tiempo activa el foco F3,
- También activará una sirena de aviso, ubicada en la caja de mando como advertencia a las personas que se encuentren en la vivienda y se desactivará la energía eléctrica a todas de la planta.

Nota: El funcionamiento de detección y control de fugas será igual para el resto de viviendas ubicada en esta planta y también será igual para el resto de plantas, por contener los mismos equipos y las mismas dimensiones, el plano se lo representa en el Anexo 6.4.

También se realizo el plano eléctrico de la instalación presentada en el Anexo 6.5 y 6.5.1 y en Anexos 6.7 está el costo aproximado de la instalación centralizada detallando sus elementos utilizados.

Para la detección y control de fugas en el lugar del reservorio de GLP de 7m³, va ubicado:

- Una electroválvula de GLP de corte principal de $\frac{3}{4}$,
- Un sensor de GLP
- Una sirena.
- Un PLC Logo!

Ubicación de los elementos de la automatización.

Para la ubicación de los elementos para la automatización de detección y control de fugas, se tomara en cuenta las normas; La electroválvula de GLP va ubicada en la red principal de suministro, el sensor va ubicado a 1,5 m² del reservorio, la sirena, la tarjeta electrónica de llamada y el PLC van ubicadas en una caja de mando de 20 x 20 cm y de 16 cm de fondo.

Funcionamiento de la automatización de detección y control de fugas de GLP.

- Si el sensor detecta gas se desactivará la electro-válvula principal del Servicio, cortando el suministro de gas a todas los pisos del edificio y por ende a todas las viviendas.
- También activará una sirena de aviso, ubicada en la caja de mando como advertencia a las personas que se encuentren en el edificio.

La ubicación del reservorio se lo representar en Anexo 6.8 y la caja de mando se la presenta en Anexo 6.9

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE USO COMERCIAL.

La representación del Anexo 7.1 se refiere al plano de un restaurant ubicado en un hotel con la instalación centralizada de GLP; la cual alimenta los siguientes aparatos; una cocina, una freidora, un acumulador de 50 lt y una secadora.

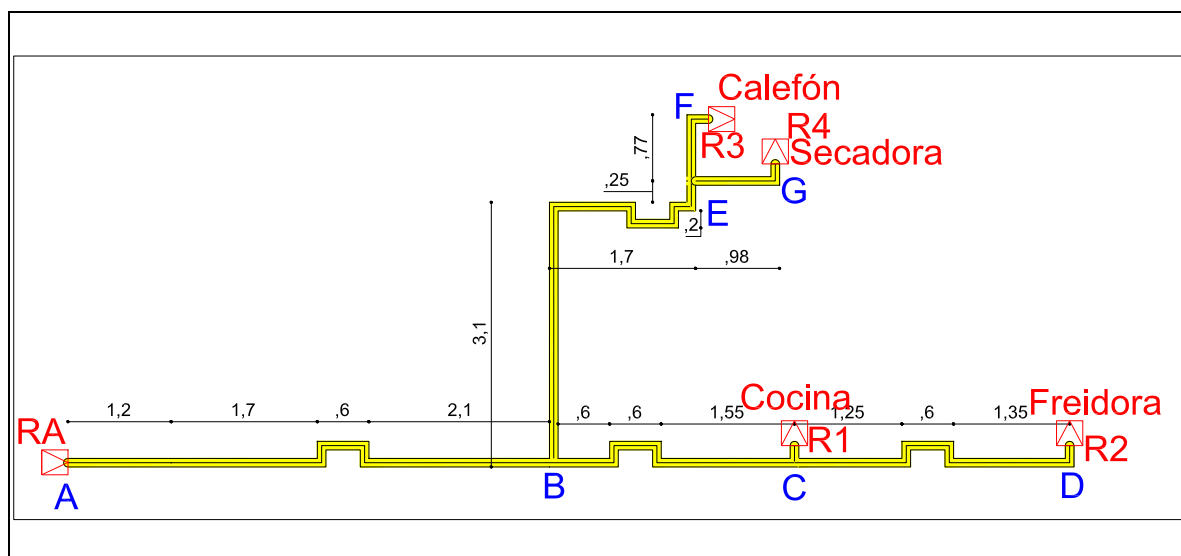


Fig 31. Diagrama de la instalación centralizada.

DATOS DE LA INSTALACIÓN.

La instalación está compuesta por un sistema de dos etapas es decir existen dos reguladores uno Regulador de Alta Presión RA y un Regulador de Baja Presión RB para cada uno de los aparatos utilizados en este caso son: R1, R2, R3, R4.

CARACTERÍSTICAS DEL GAS

Denominación: Propano.

Familia: Tercera

Poder Calórico Superior PCS: 11900 Kcal/Kg

Densidad Relativa: $d=1.6$

CARACTERÍSTICAS DE LOS REGULADORES

El regulador RB reduce la presión, del orden de 7 kg/cm^2 (99.56 psi), hasta una presión de 1.6 Kg/cm^2 (22.75 psi), el cual debe ser capaz de asegurar el consumo de los aparatos conectados; el resto de reguladores proporcionaran a cada uno de los aparatos la presión adecuada, así como deberán asegurar el consumo de cada uno de ellos, (*Datos tomados de la tabla # 4*).

Tabla 22. Potencia nominal y presión consumida por los equipos.

APARATO	POTENCIA CONSUMIDA NOMINAL (Kcal/h).	PRESIÓN (g/cm ²)
<i>Cocina</i>	10.000	37
<i>Freidora</i>	8.500	37
<i>Secadora</i>	5.000	50
<i>Acumulador</i>	9.000	37

CONSUMO DE CADA EQUIPO COLOCADO (tabla 4)**Cocina**

Qco Consumo de la Cocina en (kg/h) $Q_{co} := 1.008 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$

Freidora.

Qfr Consumo del Calentador en (kg/h) $Q_{fr} := 0.714 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$

Secadora de ropa

Qsc Consumo de la Secadora en (kg/h) $Q_{sc} := 0.437 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$

Acumulador de agua 50 lt

Qac Consumo del Acumulador en (kg/h) $Q_{ac} := 0.756 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE DE SIMULTANEDAD

Qsit = Caudal de Simultanidad total en (Kg/h)

A,B,C, D,...N = Caudales de los aparatos instalados (Kg/h)

$$Q_{sit} := A + B + C + D + \dots N$$

QSI := Qco + Qfr + Qsc + Qac

$$QSI = 8.1 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{c}} \quad Q_{sit} := 2.915 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Tabla 23. Resumen del consumo y presión en g/cm²

Regulador	Consumo kg/h	Presión Relativa g/cm ²	Presión Absoluta g/cm ²
<i>RA Salida bat.</i>	2.915	1.600	2600
<i>R1 Cocina</i>	1.008	37	1037
<i>R2 Freidora</i>	0.714	37	1037
<i>R3 Secadora</i>	0.437	50	1050
<i>R4 Acumulador</i>	0.756	37	1037

Grado de Gasificación:

$$P_{sc} = Q_{si} \times P.C.S.$$

$$P_{sc} = 2.92 \frac{Kg}{hr} \times 11900 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$P_{sc} = 34748 \frac{Kcal}{hr}, \text{ como } 1000 \text{ kcal / hr} = 1 \text{ termia / hr.}$$

$$P_{sc} = 34.748 \text{ termia / hr.}$$

Lo cual corresponde según la tabla 6, al grado de gasificación 2.

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE TUBERÍA POR TRAMOS

PERDIDA DE CARGA DE LA INSTALACIÓN COMÚN

La variación de presión relativa debida a la densidad del gas y a la diferencia de altura entre dos puntos de una instalación solo se tendrá en cuenta en los tramos de baja presión, ya que en alta y media presión su influencia es despreciable por resultar tan pequeña, comparada con la presión que se dispone a la salida del regulador por lo que trabajara con longitudes equivalentes. En este caso no hay altura entre ningún tramo de la tubería, toda la tubería esta a un misma altura.

CÁLCULO DE LA PRESIÓN POR PUNTOS

Teniendo en cuenta que a la salida del regulador RA, en el punto A, tenemos una presión de 1.6 kg/cm², como en media presión MP, la pérdida máxima de carga admitida es del 25%, ésta es de 0,4 kg/cm², es decir entre el punto A y la entrada de los reguladores de cada equipo instalado, se pueden perder como máximo 0.4 Kg/cm², Esta pérdida se calculara conociendo que la presión relativa mínima antes de los reguladores de cada equipo instalado debe ser superior a 1.2 kg/ cm² (1,6 – 0,4 = 1.2 kg/cm²).

Para el cálculo del diámetro de tubería se necesita presiones en cada punto de la instalación, lo cual se realizara mediante el **Cálculo de la pérdida de carga lineal**

(por metro de conducción), aplicando el sistema de la $J = \frac{P_{cal}}{Lc}$. **Fórmula (3.5.1)**

$$P_{ca} := 0.4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$LC := 14.864\text{m}$$

$$J := \frac{P_{ca}}{LC}$$

$$J := 0.023$$

$$\text{Al tramo AB le corresponde: } 7.2J = 0.166 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Al tramo BC le corresponde: } 4.02J = 0.092 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Al tramo CD le corresponde: } 4.56J = 0.105 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Al tramo BE le corresponde: } 6.24J = 0.144 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Al tramo EG le corresponde: } 1.416J = 0.033 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Al tramo EF le corresponde: } 1.164J = 0.027 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

PRESIONES POR PUNTOS:

$$\text{La presión en el punto B será: } 1.6 - 0.1656 = 1.43 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{La presión en el punto C será: } 1.43 - 0.095 = 1.34 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{La presión en el punto D será: } 1.34 - 0.1049 = 1.24 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{La presión en el punto E será: } 1.43 - 0.14 = 1.29 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{La presión en el punto F será: } 1.29 - 0.03257 = 1.26 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{La presión en el punto G será: } 1.26 - 0.02577 = 1.23 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Tabla 24. Presiones relativa y absoluta por puntos.

PUNTOS	Presión Relativa (kg/cm²)	Presión Absoluta. Pab=Patm+Prelativa (kg/cm²)
A	1.6	2.6
B	1.43	2.43
C	1.34	2.34
D	1.24	2.24
E	1.29	2.29
F	1.26	2.26
G	1.23	2.23

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE.

El cálculo del caudal máximo probable de cada tramo será la suma de los caudales necesarios para alimentar a cada uno de los equipos:

$$\begin{aligned} Q_{si} (AB) &= Q \text{ cocina} + Q \text{ freidora} + Q \text{ secadora} + Q \text{ acumulador} \\ &= 1.008 + 0.714 + 0.437 + 0.756 = 2.915 \text{ kg/hr.} \end{aligned}$$

$$Q_{si} (BC) = Q \text{ cocina} + Q \text{ freidora} = 1.008 + 0.714 = 1.722 \text{ kg/hr.}$$

$$Q_{si} (CD) = Q \text{ freidora} = 0.714 \text{ kg/hr.}$$

$$Q_{si} (BE) = Q \text{ secadora} + Q \text{ acumulador} = 0.437 + 0.756 = 1.193 \text{ kg/hr.}$$

$$Q_{si} (EF) = Q \text{ acumulador.} = 0.756 \text{ kg/hr.}$$

$$Q_{si} (EG) = Q \text{ secadora} = 0.437 \text{ kg/hr.}$$

Para obtener el diámetro de tubería se aplica la formula de Renouard (3.7), en la cual deben darse los caudales en m³/hr, para ello dividiré los caudales obtenidos por la masa volumétrica del propano comercial, que es de 1.986 kg/m³.

Aplicando la formula en cada tramo tenemos:

DIAMETRO EN EL TRAMO AB

$$D_{ab} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.167 \cdot 2.1467^{1.82}}{2.6^2 - 2.4^2} \right)^{0.2075}$$

$$D_{ab} = 4.195$$

mm

Comprobación de la fórmula $C_{ab} < 150$

$$Q_{ab} := 1.467 \quad C_{ab} := \frac{Q_{ab}}{D_{ab}} \quad C_{ab} = 0.35$$

Velocidad de Circulación

$$P_{ab} := 2.5 \cdot 0.981 \text{ bar}$$

$$V_{ab} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{ab} := 354 \frac{Q_{ab}}{P_{ab} \cdot 12.7^2} \quad V_{ab} = 1.313 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO BC

$$D_{bc} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.164 \cdot 0.20867^{1.82}}{2.4^2 - 2.34^2} \right)^{0.2075}$$

$$D_{bc} = 3.516$$

mm

Comprobación de la fórmula $C_{bc} < 150$

$$Q_{bc} := 0.867 \quad C_{bc} := \frac{Q_{bc}}{D_{bc}} \quad C_{bc} = 0.247$$

Velocidad de Circulación

$$P_{bc} := 2.4 \cdot 0.981 \text{ bar}$$

$$V_{bc} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{bc} := 354 \frac{Q_{bc}}{P_{bc} \cdot 12.7^2} \quad V_{bc} = 0.808 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO CD

$$D_{cd} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.164 \cdot 560.56^{1.82}}{2.34^2 - 2.24^2} \right)^{0.2075}$$

$$D_{cd} = 3.019$$

mm

Comprobación de la fórmula $C_{cd} < 150$

$$Q_{cd} := 0.56 \quad C_{cd} := \frac{Q_{cd}}{D_{cd}} \quad \boxed{C_{cd} = 0.185}$$

Velocidad de Circulación

$$P_{cd} := 2.3 \cdot 0.981 \quad \text{bar}$$

$$V_{cd} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{cd} := 354 \frac{Q_{cd}}{P_{cd} \cdot 12.7^2} \quad V_{cd} = 0.545 \quad \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO BE

$$D_{be} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.166 \cdot 240.6^{1.82}}{2.43^2 - 2.29^2} \right)^{0.2075} \quad \boxed{D_{be} = 3.065} \quad \text{mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{be} < 150$

$$Q_{be} := 0.6 \quad C_{be} := \frac{Q_{be}}{D_{be}} \quad \boxed{C_{be} = 0.196}$$

Velocidad de Circulación

$$P_{be} := 2.3 \cdot 0.981 \quad \text{bar}$$

$$V_{be} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{be} := 354 \frac{Q_{be}}{P_{be} \cdot 12.7^2} \quad V_{be} = 0.584 \quad \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO EF

$$D_{ef} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.161 \cdot 1640.38^{1.82}}{2.29^2 - 2.26^2} \right)^{0.2075} \quad \boxed{D_{ef} = 2.525} \quad \text{mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{ef} < 150$

$$Q_{ef} := 0.38 \quad C_{ef} := \frac{Q_{ef}}{D_{ef}} \quad \boxed{C_{ef} = 0.15}$$

Velocidad de Circulación

$$P_{ef} := 2.25 \cdot 0.981 \quad \text{bar}$$

$$V_{ef} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{ef} := 354 \frac{Q_{ef}}{P_{ef} \cdot 12.7^2} \quad V_{ef} = 0.378 \quad \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO EG

$$D_{eg} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.161 \cdot 4160.22^{1.82}}{2.26^2 - 2.23^2} \right)^{0.2075} \quad \boxed{D_{eg} = 2.146} \quad \text{mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{eg} < 150$

$$Q_{eg} := 0.22 \quad C_{eg} := \frac{Q_{eg}}{D_{eg}} \quad \boxed{C_{eg} = 0.103}$$

Velocidad de Circulación

$$P_{eg} := 2.250.981 \text{ bar}$$

$$V_{eg} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{eg} := 354 \frac{Q_{eg}}{P_{eg} \cdot 12.7^2} \quad V_{eg} = 0.219 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DIAMETRO EN EL TRAMO TOTAL AG

$$D_{ag} := \left(\frac{51.1 \cdot 1.16 \cdot 13.656 \cdot 1.467^{1.82}}{2.6^2 - 2.23^2} \right)^{0.2075} \quad \boxed{D_{ag} = 4.111} \text{ mm}$$

Comprobación de la fórmula $C_{ag} < 150$

$$Q_{ag} := 1.467 \quad C_{ag} := \frac{Q_{ag}}{D_{ag}} \quad \boxed{C_{ag} = 0.357}$$

Velocidad de Circulación

$$P_{ag} := 2.250.981 \text{ bar}$$

$$V_{ag} < 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_{ag} := 354 \frac{Q_{ag}}{P_{ag} \cdot (12.7)^2} \quad V_{ag} = 1.459 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tabla 25. Cuadro de resumen de la instalación.

TRAMO	Longitud real (m)	Longitud equivalente (m)	Caudal (m ³ /h)	Diámetro Obtenido (mm)	Diámetro Comercial (pulg)	Velocidad (m ³ /h)
AB	6	7.2	1.467	4.19	1/2	1.313
BC	3.35	4.02	0.867	3.516	1/2	0.0808
CD	3.8	4.56	0.359	3.019	1/2	0.545
BE	5.2	6.24	0.564	3.065	1/2	0.584
EF	0.97	1.164	0.380	2.525	1/2	0.378
EG	1.18	1.416	0.22	2.146	1/2	0.219
AG	11.38	13.656	1.467	4.111	1/2	1.459

DIÁMETRO TOTAL EN LA INSTALACIÓN COMERCIAL.

En la práctica se seleccionara para su instalación el Diámetro de 1/2 pulg con exterior de 5/8 en tubería de Cobre rígida tipo k con un espesor mínimo de 0,89 mm, según la norma INEN 2260 en su artículo 7.3.11; tomando en cuenta que este diámetro es el mínimo para la ubicación en las instalaciones centralizadas de GLP.

En el Anexo 7.2 se representa los caudales, presiones y el sistema centralizado de GLP.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE BOMBONAS.

▪ **Cálculo de Bombonas Según Consumo.**

Emplearemos la fórmula (3.10):

$$N_c := \frac{Q_{si}}{V_p}$$

Donde :

Qsi: Caudal de simultaneidad (kg/h)

Vp: Vaporización de una bombona 45kg (kg/h)

Nc: Es el número de bombonas que estarán en descarga simultáneamente.

Tomando la vaporización de una bombona 1,25 Kg/h

Caudal de simultaneidad

Vaporización de bombona 45 kg

$$Q_{si} := 2.915 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$V_p := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$N_c := \frac{Q_{si}}{V_p} \quad N_c = 2.332$$

El número de bombonas para el suministro de GLP según el consumo será 3 bombonas de 45 kg.

CÁLCULO DE BOMBONAS SEGÚN AUTONOMÍA

Donde aplicaremos la fórmula (3.1:1)

$$C_a := 30 \sum (T_i \cdot Q_i)$$

El número de bombonas

$$N_a := \frac{C_a}{45}$$

Tomando los datos de los caudales de cada equipo en la tabla #6, se aplica la siguiente fórmula.

COCINA

$$T := 2.5 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 1.008 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 2.917 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ1 := 2.52 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

CALENTADOR

$$T := 4 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 0.714 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 3.306 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ2 := 3.024 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

SECADORA

$$T := 4 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 0.437 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 2.023 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ3 := 1.748 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

FREIDORA

$$T := 6 \frac{\text{hr}}{\text{day}} \quad Q := 0.714 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$TQ := T \cdot Q \quad TQ = 4.958 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad TQ4 := 4.284 \frac{\text{kg}}{\text{day}}$$

Sustituyendo la fórmula:

$$Ca := 15 \text{day} \cdot (TQ1 + TQ2 + TQ3 + TQ4)$$

$$Ca = 1.736 \times 10^2 \text{ kg}$$

Número de Bombonas

$$Nau := \frac{Ca}{45 \text{kg}} \quad Nau = 3.859$$

DIMENSIONAMIENTO DEL RESERVORIO.

El número de bombonas a instalar será aquel que proporcione la cantidad de gas necesaria para garantizar tanto el consumo como la autonomía de servicio; por ello se escogerá el de mayor entre Nc y Nau.

En este caso como Nc = 3 son iguales Nau = 3.859 Se tomara un centro de almacenamiento de 4 + 4 bombonas, estando 4 en descarga simultanea y las otras 4 en espera, hasta el agotamiento de las anteriores.

Resolviendo que 4 cilindros de 45 kg son para el restaurant.

Cantidad equivalente en m³: **4 cilindros x 45 kg = 180 kg.**

Conociendo que 1.986 es la masa volumétrica del propano en fase de gas y 506 es la masa volumétrica en fase líquida, dividiremos para 506 que es la masa en volumen Líquida, obteniendo el resultado en m³.

$$\frac{180 \text{ Kg}}{506} = 0.35 \text{ m}^3$$

Obteniendo como resultado un recipiente de 0.5 m³ el cual abastecerá de gas al restaurant. *La capacidad correspondiente del depósito a utilizar para el restaurant, se calcula con la siguiente fórmula (3.12):*

$$Va(m^3) = \frac{Ca(m^3)}{0.85\%}$$

$$Va(m^3) = \frac{0,35 m^3}{0.85\%}$$

$$Va = 0,411 m^3$$

Obteniendo Como resultado un deposito de 0,5m³ para el abastecimiento del restaurant.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN AUTOMATIZADA PARA LA DETECCIÓN Y CONTROL DE FUGAS EN LA INSTALACION CENTRALIZADA DEL RESTAURANT.

Mediante los cálculos realizados anteriormente se conoció la presión de trabajo por cada punto, el diámetro de la tubería y la ubicación de las válvulas de corte del restaurant; se procederá a dimensionar y diseñaré el sistema automatizado de detección y control de fugas para la instalación comercial, se tomara en cuenta los elementos necesarios para la automatización.

MATERIALES A UTILIZAR EN LA AUTOMATIZACIÓN.

Para realizar la automatización en la instalación centralizada utilizaremos los siguientes elementos:

- 4 Sensores de GLP.
- Conociendo el diámetro de tubería de la instalación se utilizara 5 Electroválvulas de 1/2 pulg de tipo TTL 2S-160-15.
- También se selecciona un PLC Logo! Con dos módulos de expansión, obteniendo 12 entradas y 8 salidas.

- Un contactor con bonina de 110Vca de 50 Amp.
- 20 borneras de conexión.
- Un porta fusible con fusible de 2Amp.
- Un Selector de 2 posiciones.
- Un pulsador.
- Una sirena de 110 Vca.
- Caja de mando con dimensiones de Alto 40cm de Ancho 30cm y de fondo 30 cm.

UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.

1. Para la ubicación de los sensores será 30 cm desde el piso, tomando en cuenta donde se pueden producir la fuga, dentro de estos los puntos más vulnerables son las uniones por junta y las conexiones a los equipos; por lo que están ubicados por zonas de detección, dependiendo del área que se encuentran los equipos; los sensores por eficiencia del sistema de detección se ubicaran a 1.5 m² como máximo del equipo a detectar.
2. Las electroválvulas van ubicadas en la posición de las válvulas de corte manual.
3. El PLC logo! Ira ubicado en una caja de mando con seguridad mediante una llave en la cual contiene:
 - Un esquema de la instalación centralizada de la vivienda, con identificación con focos pilotos rojos ubicados en cada zona que pudiera producirse la fuga.
 - Un selector de on/off del sistema.
 - Un pulsador de Reset del sistema.
 - Un sirena o bocina de 110 v.
 - Borneras de conexión a los elementos de la automatización.
 - Un fusible de 2 Amp para protección del PLC.
 - Contactor de 110v para el ingreso de corriente a la vivienda.
 - Riel dim.

En la caja de mando se puede identificar con facilidad la fuga de gas representado en Anexos 7.3; en el momento de monitoreo por la empresa suministradora de gas (Loja-gas).

Características de Funcionamiento de la automatización de detección y control de fugas, ubicado en el prototipo.

- El sistema de control está protegido por una caja de mando con seguridad para que solo tenga acceso personas autorizadas.
- Consta con un Selector de ON y OFF de todo el sistema
- Contiene un selector de RESET de todo el sistema.
- Las electroválvulas van controladas por el programa de mando del mini PLC logo! De la siguiente manera:

El programa realizado en el software de Logo confort_V5 del PLC logo! para la instalación comercial se lo representa en el Anexo 7.3, el cual realiza un funcionamiento de la siguiente manera:

En la Zona 1.

- El Sensor S1 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivara automáticamente la electroválvula E1 que es la electroválvula principal de la red de gas, y al mismo tiempo activa un el foco F1 ubicado en esta área el cual se puede identificar en el esquema de la instalación,
- También activara una sirena de aviso, que están ubicados en la caja de mando, como advertencia a las personas que se encuentren en restaurant y desactivara la energía eléctrica del restaurant.

En la Zona 2.

- El Sensor S2 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivara automáticamente las electroválvulas E2 y E3 que son las electroválvulas de calentador de agua y de la secadora respectivamente y al mismo tiempo activa un el foco F2 ubicados en esta área, el cual se puede identificar en el esquema de la instalación.

- También activara una sirena de aviso ubicados en la caja de mando, como advertencia a las personas que se encuentren en el lugar.
- Además si la señal del sensor continua por 90 segundos activará la electroválvula (S1) que es la electroválvula principal del restaurant, se encenderá el foco F1 ubicado en el esquema de la instalación y se desactivará la energía eléctrica del restaurant.

En la Zona 3.

- El Sensor S3 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivara automáticamente la electroválvula E4 que es la electroválvula de la cocina y al mismo tiempo activa un el foco F3 ubicado en esta área, el cual se puede identificar en el esquema de la instalación.
- También activara una sirena de aviso ubicados en la caja de mando, como advertencia a las personas que se encuentren en el lugar.
- Además si la señal del sensor continua por 90 segundos activará la electroválvula (S1) que es la electroválvula principal del restaurant, se encenderá el foco F1 ubicado en el esquema de la instalación y se desactivará la energía eléctrica del restaurant.

En la Zona 4.

- El Sensor S4 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivara automáticamente la electroválvula E5 que es la electroválvula del freidor y al mismo tiempo activa un el foco F3 ubicado en esta área, el cual se puede identificar en el esquema de la instalación.
- También activara una sirena de aviso ubicados en la caja de mando, como advertencia a las personas que se encuentren en el lugar.
- Además si la señal del sensor continua por 90 segundos activará la electroválvula (S1) que es la electroválvula principal del restaurant, se encenderá el foco F1 ubicado en el esquema de la instalación y se desactivará la energía eléctrica del restaurant.

El circuito automatizado se lo representa en el Anexo 7.4, también se realizo el esquema eléctrico de la instalación esquematizado en Anexo 7.5 y en Anexos 7.7, se detalla el costo de la automatización.

ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO AUTOMATIZADO DE DETECCIÓN Y CONTROL DE FUGAS PARA LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE GLP.

Después del diseño de las automatizaciones de detección y control de fugas realizadas para cada tipo de las instalaciones centralizadas, como son domiciliaria, residencial y comercial, se realizó un Prototipo que demuestra el funcionamiento de la automatización de detección y control de fugas de gas para las instalaciones centralizadas de GLP, el cual tiene el mismo principio de funcionamiento de las automatizaciones diseñadas para las instalaciones centralizadas de GLP.

Los elementos para la construcción se los dividió primero en los elementos de las instalaciones centralizadas, segundo los elementos para la automatización de detección y control de fugas.

a. El prototipo será construido con los elementos principales de las instalaciones centralizadas de GLP, los cuales son:

- Cilindro de 45 Kg.
- Lira
- Regulador de MP (90 psi- 10 psi)
- Regulador de BP (10psi- 0,5psi)
- Medidor en vapor de GLP.
- Tubería de cobre de ½ pulg.
- Válvulas de corte manual ½ pulg.
- Manómetro de 0 -1 Psi.

b. Para su automatización contiene los siguientes elementos:

- 3 Sensores de GLP.
- 4 Electroválvulas de 1/2 pulg de tipo TTL 2S-160-15.
- PLC Logo! Siemens.
- Modulo de expansión del Logo!
- Un contactor con bonina de 110Vca de 17 Amp.

- Un porta fusible con fusible de 2Amp.
- Una luz piloto verde
- Un Selector de 2 posiciones.
- Un pulsador.
- Una sirena de 110 Vca.
- Caja de mando con dimensiones de Alto 20cm de Ancho 20cm y de fondo 16 cm.
- Lets para identificación de la zona que se produce la fuga.

UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.

- Los sensores están ubicados por zonas que son:
 - Las zonas 1 en la cual se contiene los equipos de consumo de GLP.
 - La zona 2 que representa la zona de medición y regulación de presión
 - La zona 3 que representa la zona de almacenamiento de GLP.
- Las electroválvulas van ubicadas:
 - Dos electroválvulas están ubicadas antes de cada equipo una antes del calefón y otra antes de la cocina.
 - Se ubico otra electroválvula antes de los equipos de medición y regulación del gas en la zona 2.
 - Y por último se ubico la electroválvula que va a la salida del depósito de GLP en la zona 3.
- El PLC logo! Ira ubicado en una caja de mando la que contiene:
 - Un selector de on/off del sistema.
 - Un pulsador de Reset del sistema.
 - Una luz piloto de señalización on / off del sistema.
 - Una sirena o bocina de 110 v.
 - Borneras de conexión a los elementos de la automatización.
 - Un fusible de 2 Amp para protección del PLC.
 - Contactor de 110v para el ingreso de corriente a la vivienda.
 - Riel dim para la ubicación del plc logo! y el contactor.
 - Y un circuito electrónico conectado a la línea telefónica de la vivienda.

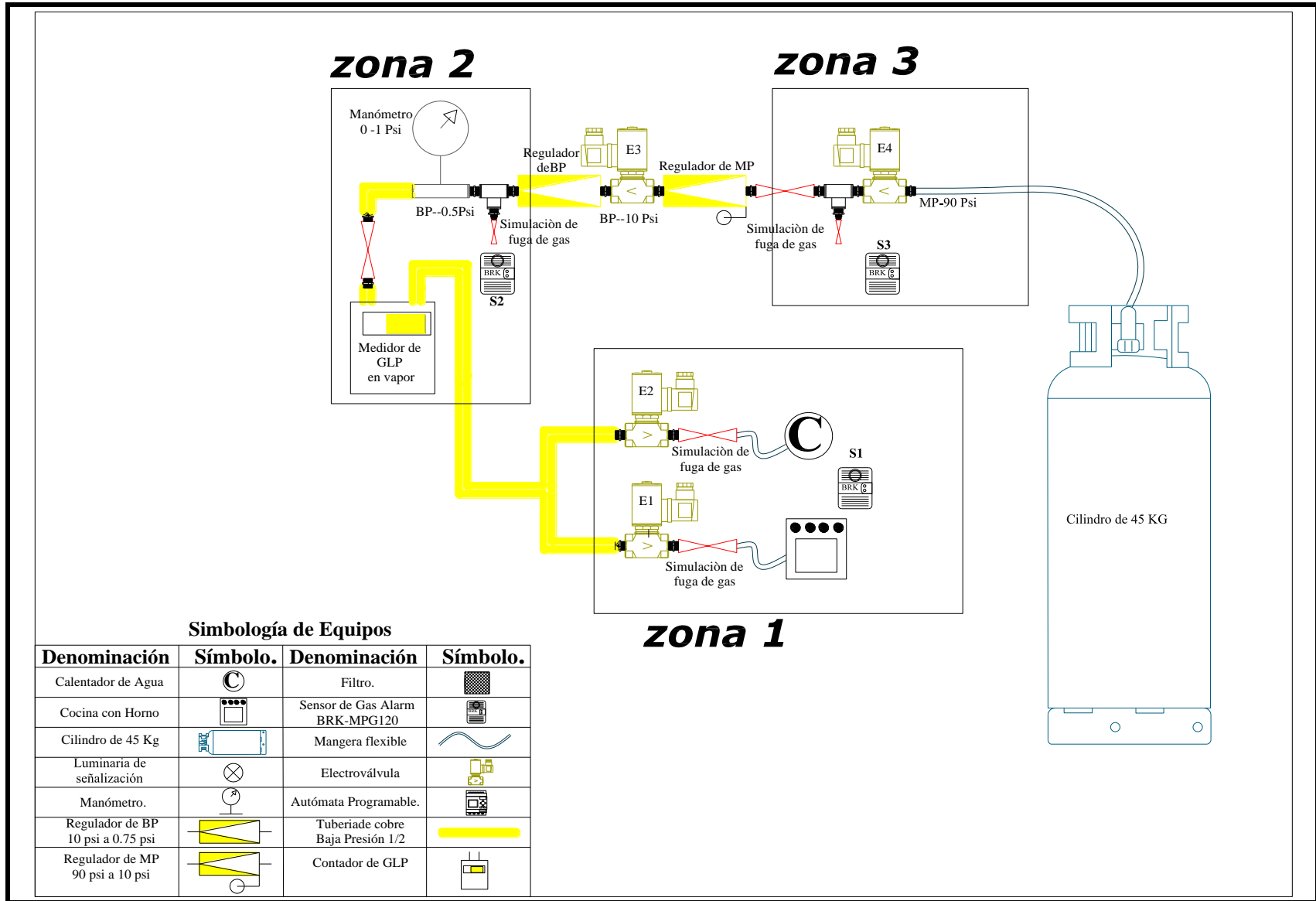


Fig 32. Esquema de prototipo Automatizado.

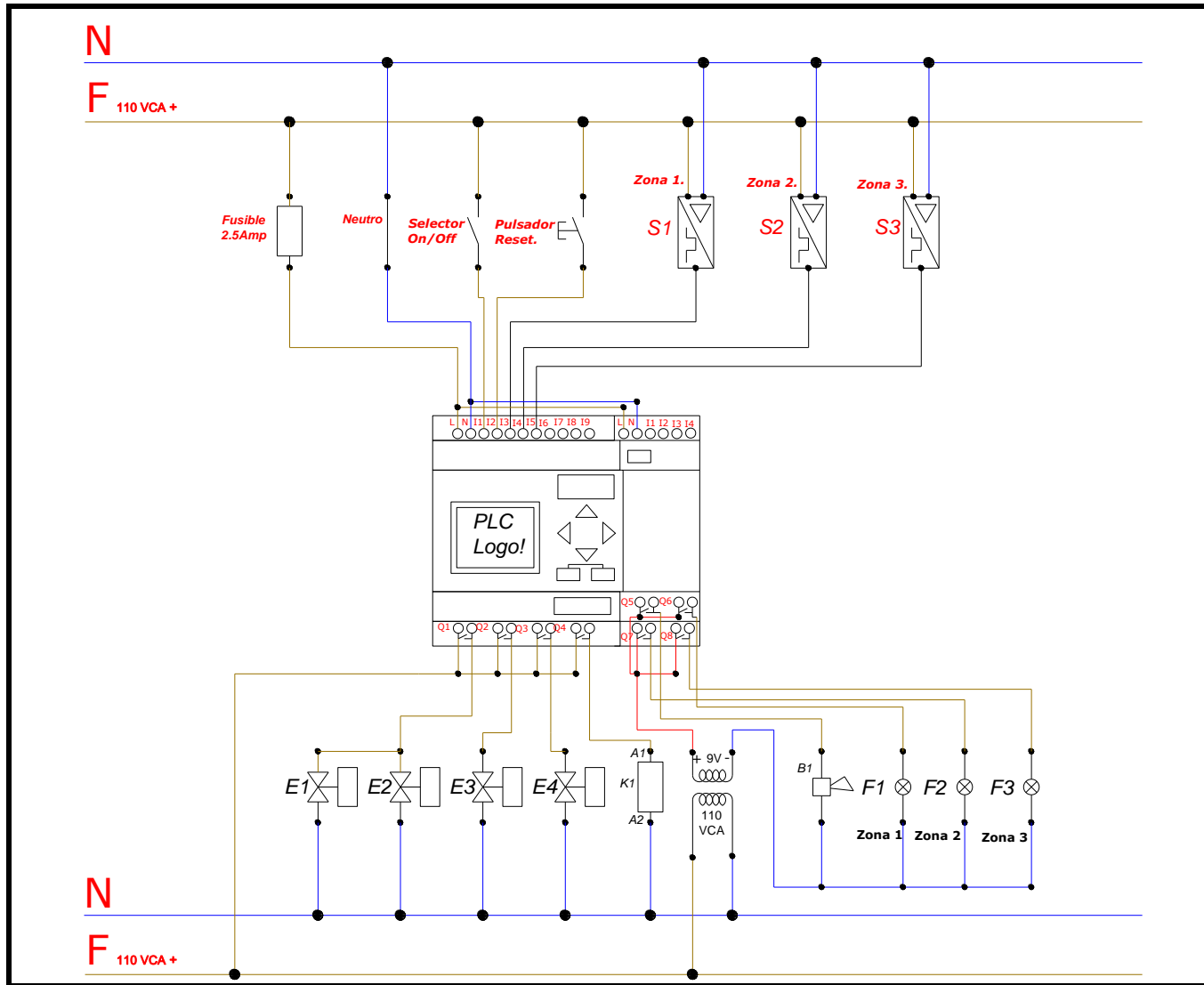


Fig 33. Esquema eléctrico del Prototipo Automatizado.

Características de Funcionamiento de la automatización del prototipo de detección y control de fugas para las instalaciones centralizadas de GLP.

En la Zona 1 equipos de consumo de GLP:

- El Sensor S1 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivara automáticamente la electroválvula E1 y E2, al mismo tiempo activa un el foco F1 ubicado en esta área, el cual se puede identificar en el esquema de la instalación,
- También activara una sirena de aviso ubicada en la caja de mando, como advertencia.
- Y si la señal del sensor (S1) duraría más de 90 segundos se desactivaría la electroválvula E4 que corresponde a la electroválvula principal del sistema centralizado y cortará la energía eléctrica de la vivienda.

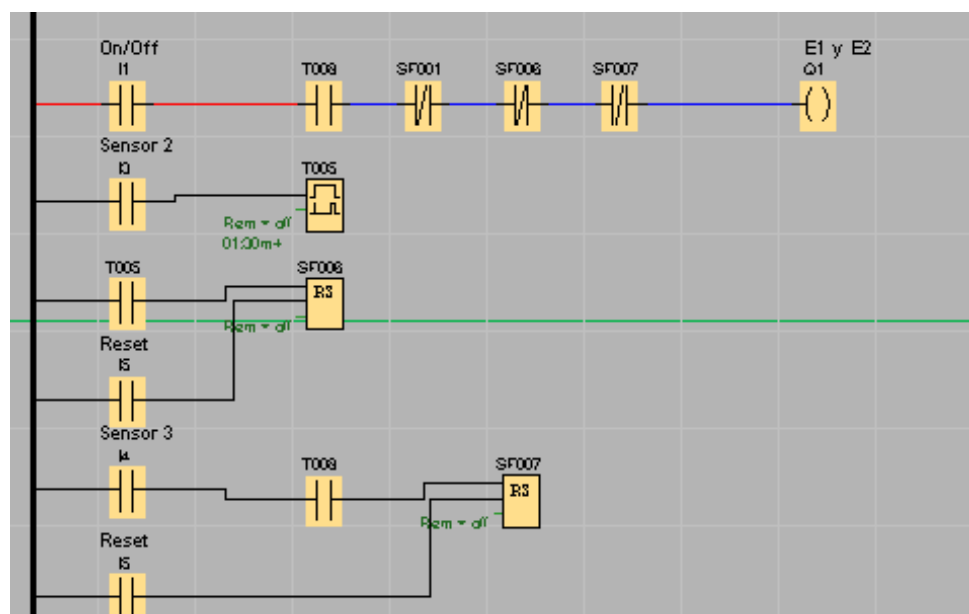
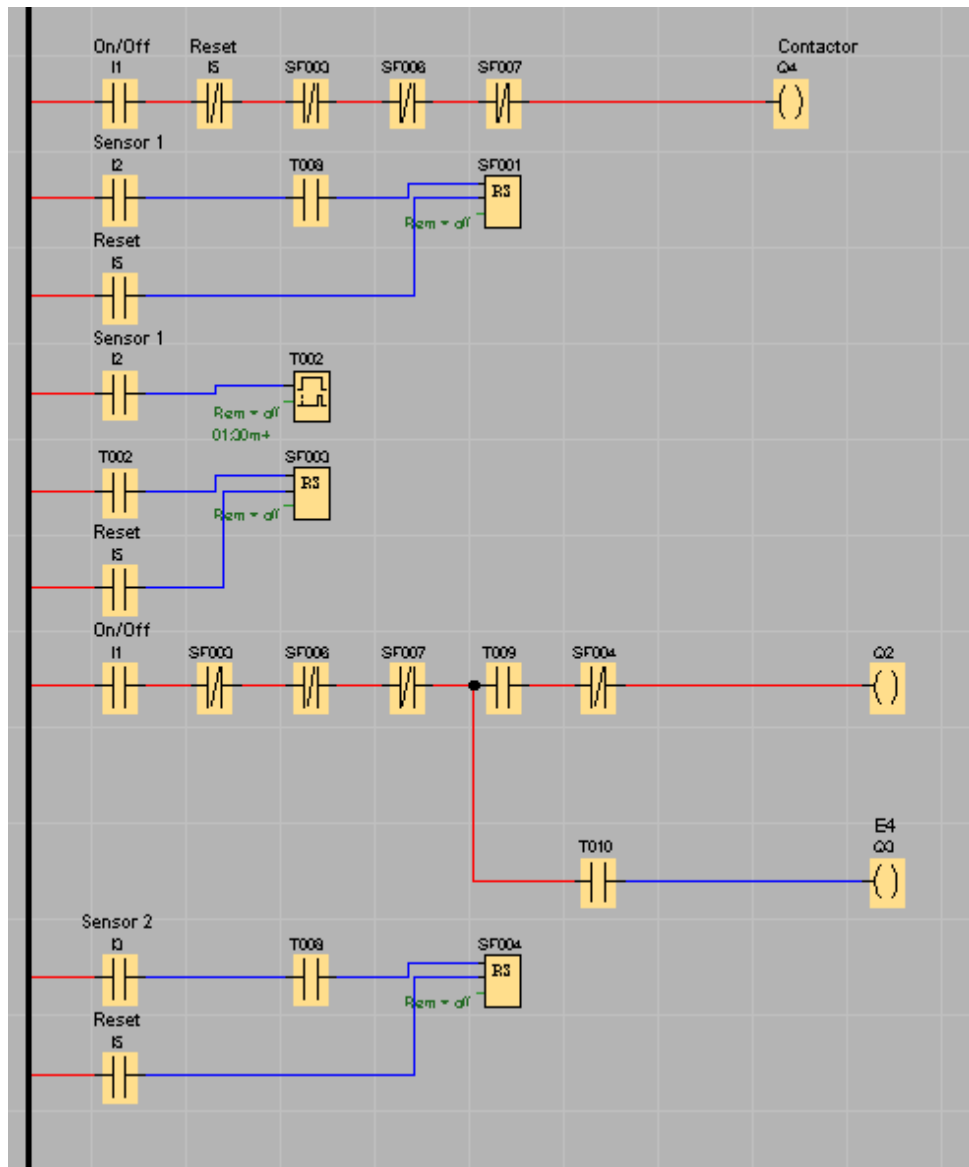
En la Zona 2 medición y regulación de presión:

- El Sensor S2 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivara automáticamente la electroválvula E3 que representa la electroválvula principal de la vivienda y activa un el foco F3 ubicado en esta área, el cual se puede identificar en el esquema de la instalación.
- También activara una sirena de aviso ubicada en la caja de mando, como advertencia.
- Y si la señal del sensor (S2) duraría más de 90 segundos se desactivaría la electroválvula E4 que corresponde a la electroválvula principal del sistema centralizado y cortará la energía eléctrica de la vivienda.

En la Zona 3 almacenamiento de GLP:

- El Sensor S4 en caso de detectar una fuga de gas da una señal al Logo! PLC el cual mediante el programa desactivara automáticamente la electroválvula E4 la cual va ubicada a la salida del reservorio de GLP y al mismo tiempo activa un el foco F4 ubicado en esta área, el cual se puede identificar en el esquema de la instalación.
- También activara una sirena de aviso ubicada en la caja de mando, como advertencia y cortará la energía eléctrica de la vivienda.

Representación del programa en el software Logo! Confort V5



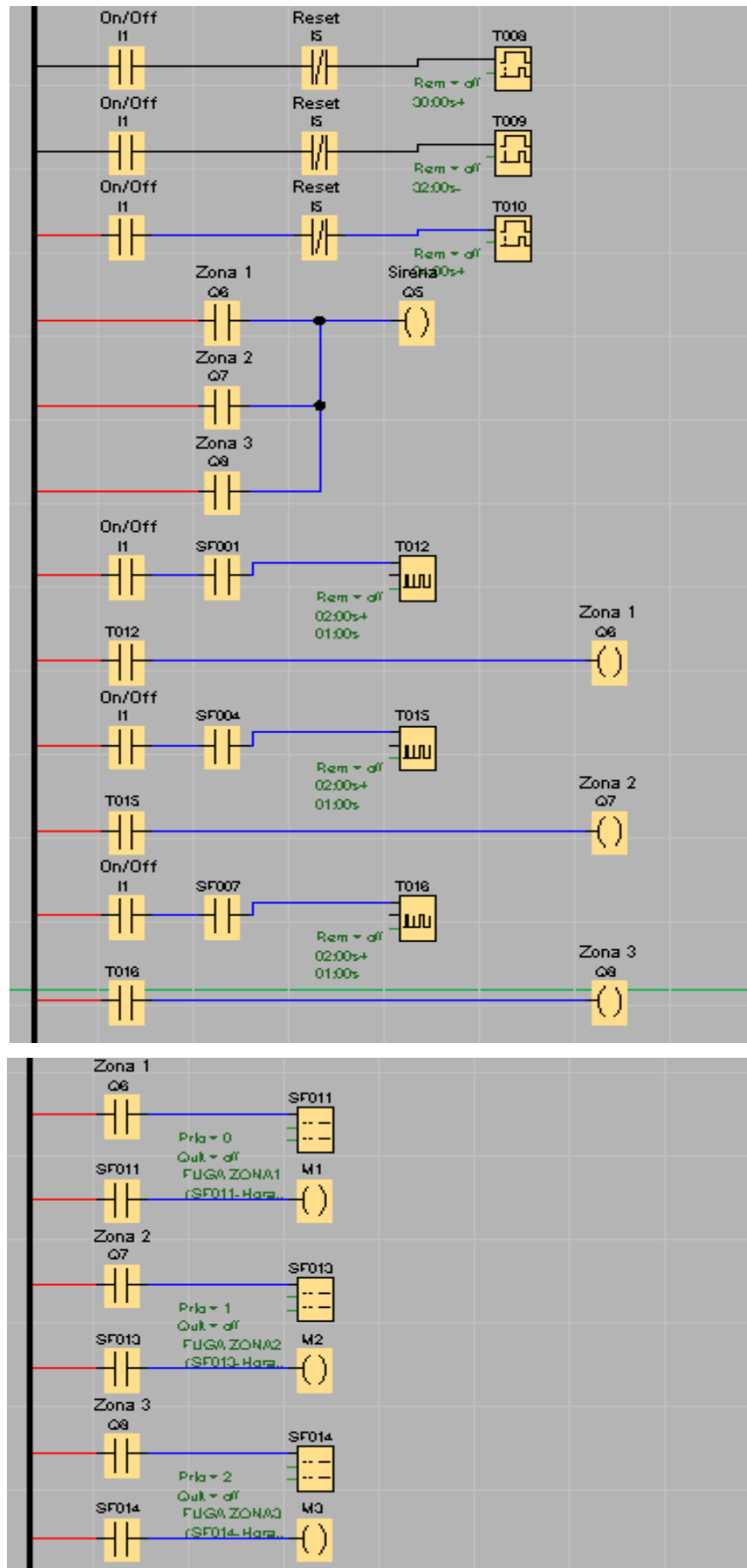


Fig 33. Representación del programa del Logo! PLC

Costos del prototipo automatizado.

El prototipo automatizado de detección y control de fugas diseñado para instalaciones centralizadas de GLP, demuestra un alto grado de seguridad en las instalaciones centralizadas, aumentando así la confiabilidad de parte de los usuarios por la reducción de riesgo en caso de eventualidades, salvaguardando su integridad.

Para el diseño del prototipo automatizado de detección y control de fugas se tomo como referencias las instalaciones centralizadas de GLP en sus diferentes clases; domiciliaria, residencial y comercial, finalmente se seleccionó dispositivos: sensores, electroválvulas diseñados para trabajar con GLP que sirven para la detección y control del gas; también se selecciono un PLC para el control del sistema automatizado.

Los materiales seleccionados son de alta calidad, con garantía de fabricación diseñados para trabajar con GLP asegurándose así un funcionamiento óptimo en las instalaciones centralizadas de gas, por lo consiguiente el costo de la automatización para detección y control de fugas en las instalaciones centralizadas de GLP, depende del tipo de instalación como se muestra a continuación:

- Instalación domiciliaria. 808,5 dólares
- Instalación residencial. 2038,10 dólares.(por planta del edificio)
- Instalación comercial. 876,80 dólares.

Finalmente en la tabla # 26, se presenta el costo de los materiales y del prototipo automatizado de detección y control de fugas para las instalaciones centralizadas de GLP; detallados a continuación:

Tabla 26. Costos de construcción del prototipo automatizado de detección y control de fugas.

Detalle	Cant	V/unit	V/total dólares
<i>Compra de materiales para la construcción de la mesa para el prototipo.</i>			
Condorlac blanco LT.	1	4.5	4,50
Fondolac blanco LT.	1	4.9	4,90
Plywood 122 x 244 x 18 ind	0.5	31.7	15,85
Retazo de tablero	1	4	4,00
Laca Gl	2	4	8,00
Sellador	1	3.4	3,40
Lija	0.25	2.2	0.55
Mano de obra de la construcción de la mesa	1	30.00	30,00
<i>Adquisición de materiales para la instalación centralizada de GLP.</i>			
Cilindro de 15 Kg.	1	45.00	45,00
Lira	1	10.00	10,00
Regulador de MP (90 psi- 10 psi)	1	60.00	60,00
Regulador de BP (10psi- 0,75psi)	1	50.00	50,00
Medidor en vapor de GLP.	1	30.00	30,00
Tubería de cobre de ½ pulg.	1,20	5.00	6,00
Válvulas de corte ½ pulg.	5	6.00	30,00
Válvulas de corte de ¼ pulg.	2	3.00	6,00
Manómetro de 0 a 1 psi	1	64.00	64,00
Uniones de ½ pulg.	8	1.50	12,00
T de ½ pulg.	3	2.00	6,00
Reducciones de ½ a ¼ pulg	7	1.50	10,50
<i>Adquisición de materiales para la automatización contiene los siguientes elementos:</i>			

Sensores de GLP.	3	40.00	120,00
Electroválvulas de 1/2 pulg de tipo TTL 2S-160-15.	4	71.30	285,20
PLC Logo! Siemens	1	144.00	144,00
Modulo de Expansión	1	70.00	70,00
Un contactor con bonina de 110Vca de 17 Amp.	1	35.00	35,00
Un porta fusible con fusible de 2Amp.	1	3.00	3,00
Un Selector de 2 posiciones.	1	9.00	9,00
Un pulsador.	1	9.00	9,00
Una sirena de 110 Vca.	1	13.00	13,00
Caja de mando con dimensiones de Alto 20cm de Ancho 20cm y de fondo 16 cm.	1	23.00	23,00
Leds de identificación	3	0.20	0,60
Bocina	1	1,50	1,50
Elaboración del Programa para el control del sistema.	1	100.00	100,00
TOTAL:			1214,00

VI. DISCUSIÓN.

Las fugas de sustancias peligrosas constituyen uno de los accidentes más frecuentes en las instalaciones centralizadas y son responsables de daños graves a los equipos y personas expuestas. Estas fugas suelen generarse por mala manipulación del usuario o en las conducciones; dentro de estas las más vulnerables son las uniones entre tramos y conexiones a los equipos. Partiendo de este principio se manifiesta la validez del presente estudio; en el cual se demuestra en forma clara la eficiencia del sistema automatizado en sus dos parámetros, la detección y control de fugas de GLP en las instalaciones centralizadas. El primero a través de la identificación de las zonas de mayor vulnerabilidad; teniendo una área de 3 metros de protección en caso de fugas de gas y la determinación del límite de inflamabilidad es del 25% (gas en el ambiente). El segundo parámetro puesto en manifiesto tras la detección es la capacidad del sistema para realizar un control inmediato de la fuga con el cierre de la válvula es el sitio que es detectada en este punto es donde se pone de manifiesto la calidad del presente trabajo investigativo ya que si la fuga se prolongo por más de 30 minutos la respuesta del sistema es el cierre de la válvula principal y corte de energía eléctrica con lo que se garantiza fundamentalmente la integridad del usuario, y finalmente con el mismo rango de importancia y como última respuesta de seguridad del sistema tenemos la identificación de la zona en donde se produjo la fuga en el esquema de la instalación automatizada el cual explica en forma específica a través de señales luminosas, para que el personal encargado de reparación y mantenimiento de la empresa suministradora identifique con facilidad la zona de la fuga.

Es importante destacar que el presente trabajo muy aparte de la validez que por sí solo demuestra en sus resultado, también es destacado por estudios y proyectos aplicados en otros lugares del mundo como por ejemplo tenemos el trabajo realizado por el Ministerio de Trabajo y asuntos sociales España en conjunto con el Instituto Nacionales de Seguridad e Higiene en el Trabajo; titulado Prevención de fugas en las instalaciones centralizadas, en el cual igual que mi trabajo se destaca el uso de detectores de funcionamiento continuos ubicados tan cerca como sea posibles de las potenciales fuentes de fugas de gas, la sensibilidad de los detectores se señala que debe

superar el 20 % de Limite inferior de inflamabilidad pero que a diferencia del sistema automatizado de detección y control de fugas para las instalaciones centralizadas diseñado y construido como razón del presente trabajo de tesis en el que el control de la fuga se hace en forma automática sin participación de usuario en el proyecto español se lo requiere la participación directa del usuario, ya que es quien mediante control remoto cierra las válvulas para que corten el suministro de gas y de esta manera controla la fuga.

Es por esto que confío en que este trabajo tiene gran validez, importancia y utilidad en nuestro medio, y lo confirmo con la seguridad demostrada, al realizar estudios comparativos con trabajos elaborados con el mismo propósito, que es de salvaguardar la integridad humana.

VII. CONCLUSIONES.

Luego del desarrollo del presente proyecto, basados en los objetivos iniciales se puede concluir lo siguiente:

- Se determinó una metodología de diseño del sistema automatizado de detección y control de fugas, para los tipos de instalaciones centralizadas: como son domiciliaria, residencial y comercial; con similares características ya que tienen el mismo funcionamiento; todos basados en zonas de detección y comandados por un PLC logo!.
- La construcción y funcionamiento del prototipo demuestra la eficiencia del sistema automatizado; al tener una respuesta rápida por sus mecanismos para la detección y control de fugas de GLP en las instalaciones centralizadas; realizando avisos auditivos, cortando el suministro de gas y identificando la zona en la que produce la fuga con señales luminosas, ubicados en el esquema de la instalación; reduciendo la exposición del usuario a riesgos eventuales provocados por el control manual, brindando un alto nivel de seguridad para los sistemas centralizados de GLP.
- Se realizó el documento técnico, artículo científico y las ponencias a través de las cuales se dará a conocer a los docentes, estudiantes de la carrera de Electromecánica, y a la empresa Loja-gas, mediante técnicas de exposición, los beneficios que representa la automatización del proceso de control de fugas, sobre todo en lo referente a la seguridad del usuario.

VIII. RECOMENDACIONES.

- Para la implementación del sistema de detección y control de fugas en los diferentes tipos de instalaciones centralizadas se recomienda ubicar el sensor máximo a 1,5 m de distancia del equipo a detectar la fuga, para las electroválvulas se debe ubicar de acuerdo al diámetro de la tubería instalada; para la ubicación de los elementos de control o mando del sistema automatizado deberá ubicarse el tablero de acuerdo con las distancias mínimas aplicadas en la Norma INEN 2260 artículo 7.5 instalación de tuberías; y para la comercialización del sistema de detección y control de fugas de GLP se recomienda que por parte de la empresa suministradora realizar los trámites necesarios para la normalización a través del INEN; estando sujeto a las modificaciones necesarias.
- Al ser el gas un producto altamente inflamable se recomienda que en el momento del funcionamiento del prototipo para impartir el conocimiento a los estudiantes se lo realice en una área ventilada y con las precauciones necesarias como: no fumar, no utilizar fósforos, ni fosforeras, ni celular, con el fin de que no existan materiales que puedan producir alguna eventualidad.
- Para futuros estudios, implementar un circuito de llamadas a teléfonos convencionales de emergencia, como repuesta en caso de detectar una fuga.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

Libros:

- ALEAGA, Francisco. 2005. Introducción al Autómata Programable PLC. Ecuador, 40 p.
- NTE INEN 2260. Instalaciones de gas combustibles para uso residencial, comercial e industrial, Ecuador, 23 de Julio del 2008.
- SEDIGAS. 1999. Curso para Instaladores Autorizados de Gas. España, Grupo de Trabajo de formación de SEDIGAS de Gas y Electricidad, S.A. (GESA). 118 p.

Sitios WEB:

- CALORAMA. 2007. Electroválvulas de gas. [en línea]. España. [[http:// www.http://www.baeza-sa.com/db](http://www.http://www.baeza-sa.com/db)], [Consulta: 18 mayo del 2008].
- CEPSA ELF GAS, SA . 2001. Manual de Instalaciones de GLP. [en línea]. Española. [[http:// www.cepsa.com](http://www.cepsa.com)], [Consulta: 15 abril del 2008].
- PÉREZ GUERRERO Adolfo. 2002. Prevención de fugas en instalaciones [en línea].España.[http://www.FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_363.pdf] [Consulta: 18 de mayo del 2009].
- HANWEI ELECTRONICS. CO. LTD. 2007. Technical Data MQ-5 Gas Sensor. [en línea]. Japonesa. [[http:// www.hwsensor.com](http://www.hwsensor.com)], [Consulta: 10 mayo del 2008].
- BUENO, Antonio. 1999. Unidad didáctica Simbología Eléctrica. [en línea]. Europa. [[http:// www.portaleso.homelinux.com/simbolos_electricos](http://www.portaleso.homelinux.com/simbolos_electricos)], [Consulta: 20 de agosto del 2008].
- PRIMAGAZ. SA .2002. Instalación de gas propano. [en línea]. España. [[http:// www.primagaz.com/](http://www.primagaz.com/)], [Consulta: 15 de marzo del 2008].

X. ANEXOS.

GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS.

- **Accesibilidad grado 1.** Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado 1 cuando su manipulación puede realizarse sin abrir cerraduras, y el acceso o manipulación. sin disponer de escaleras o medios mecánicos especiales.,.
- **Accesibilidad grado 2.** Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado 2 cuando está protegido por armario, registro practicable o puerta, provistos de cerradura con llave normalizada. Su manipulación debe poder realizarse sin disponer de escaleras o medios mecánicos especiales.
- **Accesibilidad grado 3.** Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado 3 cuando para la manipulación se precisan escaleras o medios mecánicos especiales o bien que para acceder a él hay que pasar por zona privada o que aún siendo común sea de uso puyado.
- **Armario.** Es aquel recinto con puertas cuyo espacio se limita a contener las válvulas, contadores y/o reguladores de gas y su instalación, no pudiendo entrar personas en él. Tendrá las dimensiones suficientes para poder instalar, mantener y sustituir los elementos.
- **Conjunto de regulación.** Son los accesorios que se instalan conjuntamente con el regulador, incluido éste, tales como válvulas de corte, filtro, tomas de presión, tubería de conexión, etc. Cuando este conjunto va alojado en el interior de un armario se le denomina armario de regulación.
- **Corte automático de gas.** Es un sistema que permite el corte del suministro de gas a la recepción de una determinada señal procedente de un detector de fugas de gas, de una central de alarmas o de cualquier otro dispositivo previsto como elemento de seguridad en la instalación. La reapertura del suministro sólo será posible mediante un rearme manual.
- **Detector de fugas de gas.** Es un aparato que detecta la presencia de gas en el aire y que a una determinada concentración emite una señal el cual pone en funcionamiento un sistema automático de corte de gas.
- **Límites de inflamabilidad (LEL).** Se denominan “límites de inflamabilidad” a las composiciones en tanto por ciento de gas en la mezcla gas-aire, a presión y temperatura ambiente, para las que la mezcla es inflamable. Con porcentajes por debajo del “Límite inferior de inflamabilidad” o superiores al “Límite superior de inflamabilidad” no es posible mantener la combustión, definiéndose en consecuencia el llamado “dominio de inflamabilidad” a aquellas composiciones comprendidas entre ambos límites.

- **Medidor.-** Controla el flujo de GLP en vapor.

Normas de Reconocido Prestigio Internacional.

- **NORMAS NFPA (National Fire Protection Association);** Norma de protección contra el fuego.
- **Códigos ASME** Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos; Trata sobre el diseño, fabricación e inspección de recipientes sujetos a presión, también en la Transmisión y distribución de gas por sistemas de tuberías.
- **Normas UNE.** Normas Nacionales de España, aprobadas por AENOR.
- **Normas NOM.-** Normas Oficiales Mexicanas.
- **Gas de ciudad** Es una mezcla de Hidrógeno, Nitrógeno e hidrocarburos.
- **Gas natural.** Es una mezcla de hidrocarburos gaseosos (principalmente metano), proveniente de depósitos del subsuelo y cuya producción puede venir asociada con la del petróleo crudo.
- **Gas licuado de petróleo, GLP.** Está constituido por mezclas de hidrocarburos extraídos del procesamiento del gas natural o del petróleo que se licúa fácilmente por enfriamiento o por compresión, constituidos fundamentalmente por propano y butano.
- **PCS.** Poder Calorífico Superior
- **Regulador de presión.** Dispositivo que permite abatir y controlar la presión del fluido de gas en un sistema de tuberías.
- **Regulador AP.** Regulador de presión que permite reducir la presión desde una AP a una presión inferior.
- **Regulador MP.** Regulador de presión que permite reducir la presión desde una MP a una presión inferior
- **Regulador BP.** Regulador de presión que permite reducir la presión desde una BP a una presión inferior.
- **Tanque fijo o estacionario.** Recipiente que por su capacidad volumétrica total, su tamaño y peso, debe permanecer fijo en el sitio de emplazamiento. Su diseño y construcción debe cumplir con las especificaciones de la NTE INEN 2 261 y tener la certificación de conformidad con norma.

ANEXO 1. NORMAS UNE.

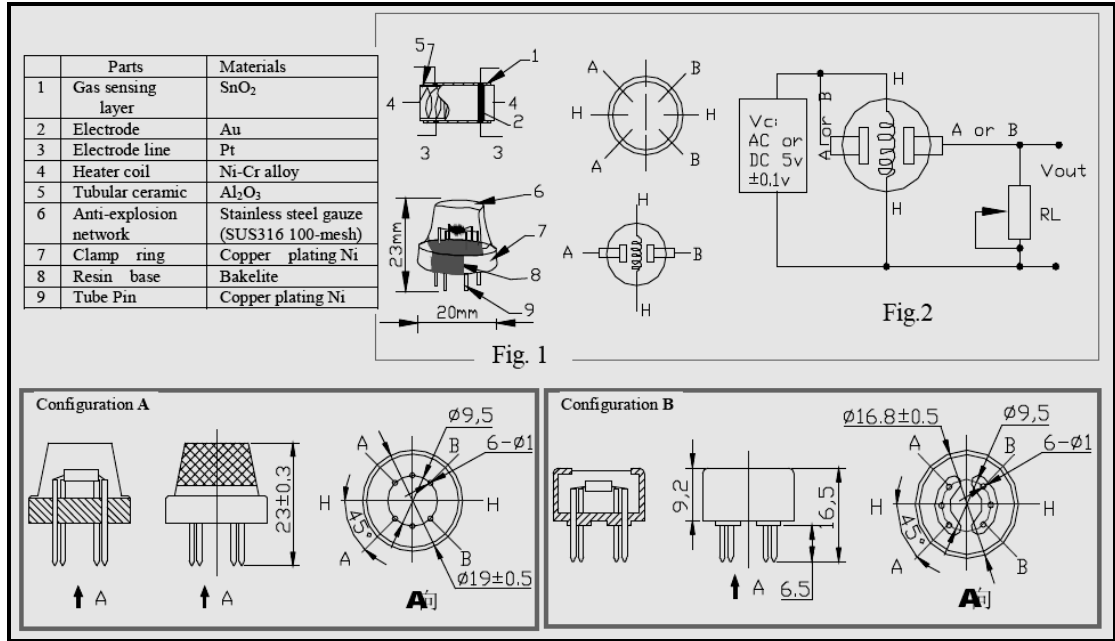
Referente a las instalaciones de gas, dentro de estas Normas tenemos:

- *UNE 19-009/1: “Roscas para tubos en uniones con estanqueidad en las juntas. Medidas y tolerancias”.*
- *UNE 19-040: “Tubos roscables de acero de uso general. Medidas y masas. Serie Normal”.*
- *UNE 19-046: “Tubos sin soldadura roscables. Características”,*
- *UNE 19-049: “Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente”.*
- *UNE 19-152: “Bridas. Medidas de acoplamiento para presiones nominales 1 a 6”.*
- *UNE 19-153: “Bridas. Medidas de acoplamiento para presiones nominales 10 a 16”.*
- *UNE 19-282: “Bridas sueltas con anillo. Para presión nominal 6”.*
- *UNE 19-283: “Bridas sueltas con anillo. Para presión nominal 10”.*
- *UNE 19-679: “Condiciones generales que deben cumplir las llaves para combustibles gaseosos maniobradas manualmente, a presiones de servicio de hasta 5 Kg/cm², en instalaciones interiores”.*
- *UNE 19-680: “Llaves metálicas de macho cónico para combustibles gaseosos a presión de servicio de hasta 0,2 Kg/cm², accionadas manualmente para instalaciones interiores”.*
- *UNE 19-727: “Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción”.*
- *UNE 37-141: “Cobre C-1130. Tubos redondos de precisión, estirados en frío, sin soldadura, para su empleo con manguitos soldados por capilaridad. Medidas, tolerancias, características mecánicas y condiciones técnicas de suministro”.*
- *UNE 37-202: “Tubos de plomo”.*
- *UNE 53-333: “Plásticos. Tubos de polietileno de media y alta densidad para canalizaciones enterradas de distribución de combustibles gaseosos. Características y métodos de ensayo”.*

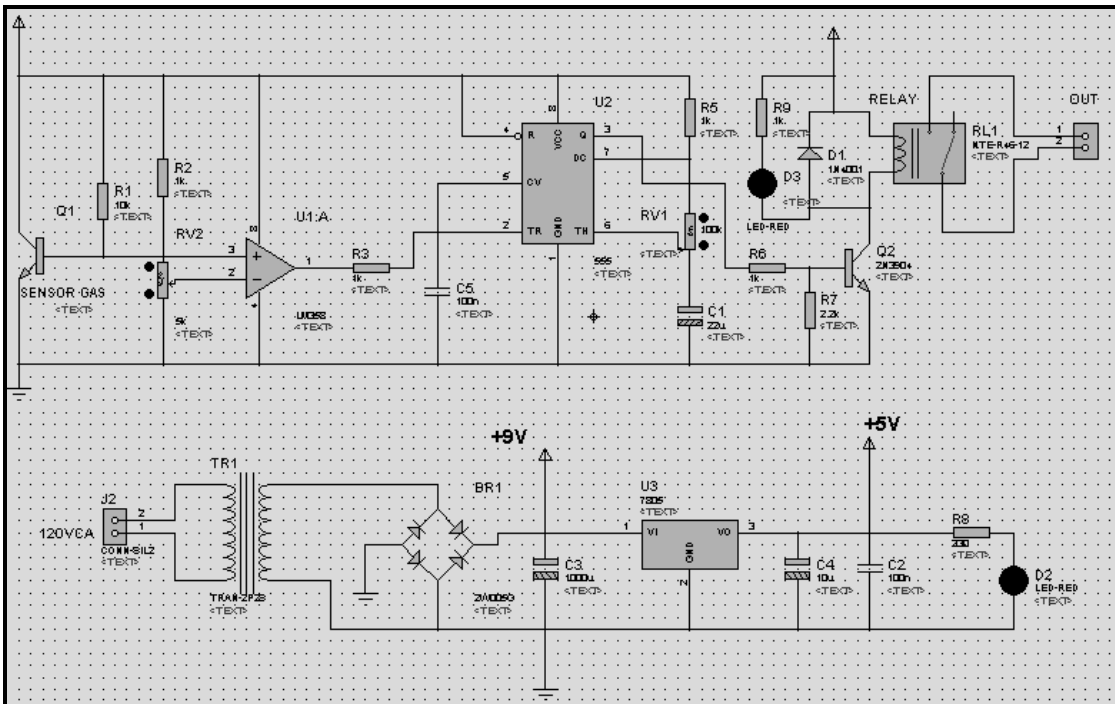
- *UNE 53-539: “Elastómeros. Tubos flexibles no metálicos para conexiones a instalaciones y aparatos que utilicen combustibles gaseosos de la 1a, 2ª y 3ª familia. Características y métodos de ensayo”.*
- *UNE 53-591: “Elastómeros. Materiales para juntas anulares de goma usadas en tuberías y accesorios para suministro de combustibles gaseosos de la primera y segunda familia. Características y métodos de ensayo”.*
- *UNE 60-002: “Clasificación de los combustibles gaseosos en familias UNE 60-490 Centralización de contadores tipo G hasta 10 m³/h de capacidad máxima mediante módulos prefabricados para gases de primera y segunda familia a baja presión”.*
- *UNE 60-601: “Instalaciones de calderas a gas para calefacción y/o agua caliente de potencia útil superior a 70 kW (60200 Kcal/h)”.*
- *UNE 60-670/1: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Generalidades y terminología”.*
- *UNE 60-670/2: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Materiales de los elementos constitutivos de la instalación receptora”.*
- *UNE 60-670/3: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Reguladores de presión, ubicación e instalación”.*
- *UNE 60-670/4: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Recintos destinados a la instalación de contadores”.*
- *UNE 60-670/5: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Recintos destinados a contener aparatos a gas. Condiciones de ventilación y configuración”.*
- *UNE 60-670/6: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Diseño y construcción”.*
- *UNE 60-670/7: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Instalaciones receptoras en locales destinados a usos colectivos o comerciales, requisitos complementarios”.*
- *UNE 60-670/8: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Disposiciones especiales para instalaciones receptoras en edificios ya construidos”.*

- *UNE 60-670/9: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Pruebas para la entrega de la instalación receptora”.*
- *UNE 60-670/10: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Puesta en disposición de servicio”*
- *UNE 60-670/11: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Instalación, conexión y puesta en marcha de aparatos a gas”.*
- *UNE 60-670/12: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Operaciones en instalaciones que estén en servicio”.*
- *UNE 60-670/13: “Instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Criterios técnicos para la revisión de las instalaciones receptoras de gas en baja presión (BP), media presión A (MPA), media presión B (MPB), la conexión y los locales de ubicación de los aparatos a gas”.*
- *UNE 60-708: “Llaves metálicas de obturador esférico accionadas manualmente para instalaciones receptoras que utilizan combustibles gaseosos a presiones de servicio hasta 0,5 MPa (5 bar)”.*
- *UNE 60-712: “Tubos flexibles no metálicos, con armadura y conexión mecánica para unión a instalaciones receptoras y/o aparatos que utilizan combustibles gaseosos”.*
- *UNE 60-713: “Tubos flexibles de acero inoxidable con conexiones para conducción de combustibles gaseosos a media presión A (0,4 bar) de longitud máxima 2 m”.*
- *UNE 60-714: “Boquillas torneadas para la conexión de tubos flexibles destinados a conducir combustibles gaseosos a baja presión de la primera, segunda y tercera familia”.*
- *UNE 60-722: “Productos de estanqueidad no endurecibles para uniones roscadas en instalaciones domésticas de combustibles gaseosos”.*

ANEXO 2.














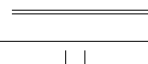






2.1 Estructura, dimensiones y configuración del sensor MQ-5



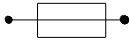
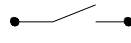

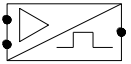
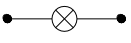
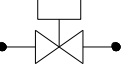
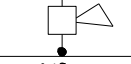
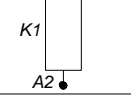
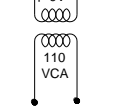

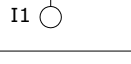
2.2 Circuito Electrónico del sensor para dar una señal al logo! PLC.

ANEXO 3.**Simbología utilizada para los Planos de las Instalaciones Centralizadas²¹.****Simbología de Equipos de GLP**

Denominación	Símbolo.
Calentador de Agua	
Cocina con Horno	
Secadora	
Cilindro	
Manómetro.	
Regulador de BP 10 psi a 0.75 psi	
Regulador de MP 90 psi a 10 psi	
Filtro.	
Sensor de Gas Alarm BRK-MPG120	
Manguera flexible	
Electroválvula	
Autómata Programable.	
Modulo de Expansión.	
Tuberiade cobre Baja Presión 1/2	
Contador de GLP	
Válvula de corte manual 1/2 pulg	
Válvula de corte manual 1/4 pulg	
Inversor Automático	

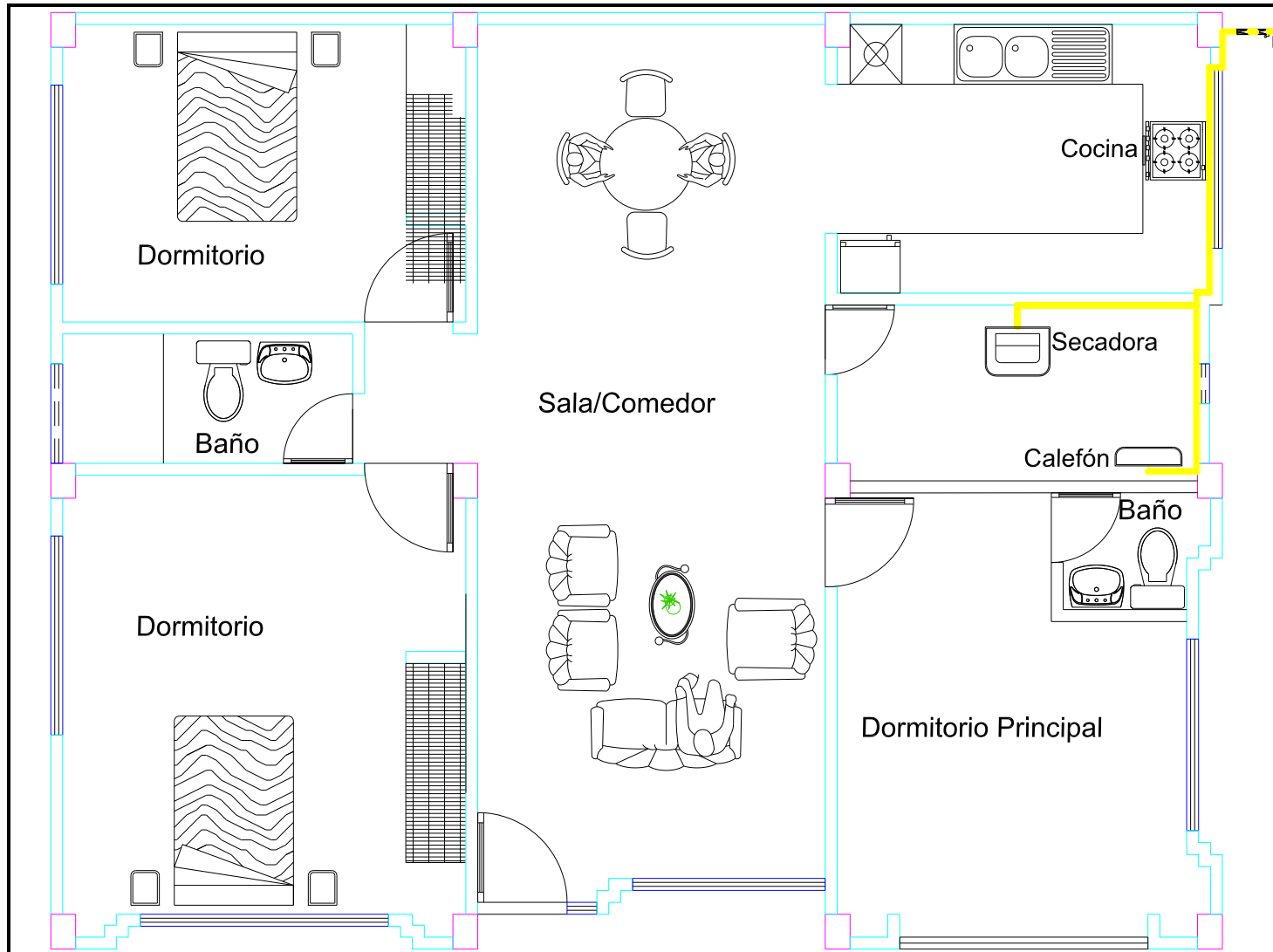
²¹ SEDIGAS. 1999. Curso para Instaladores Autorizados de Gas.

ANEXO 4.**Simbología utilizada para los Planos eléctricos.²²****Simbología Eléctrica.**

Denominación	Símbolo.
Fusible	
Selector 2 posiciones	
Pulsador normalmente Abierto NO	
Sensor de GLP	
Luminaria de señalización	
Electroválvula de GLP	
Sirena o Bocina (B)	
Contactor (K)	
Transformador de 110V a 9 V	
Salida del Logo! PLC	
Entrada del Logo! PLC	

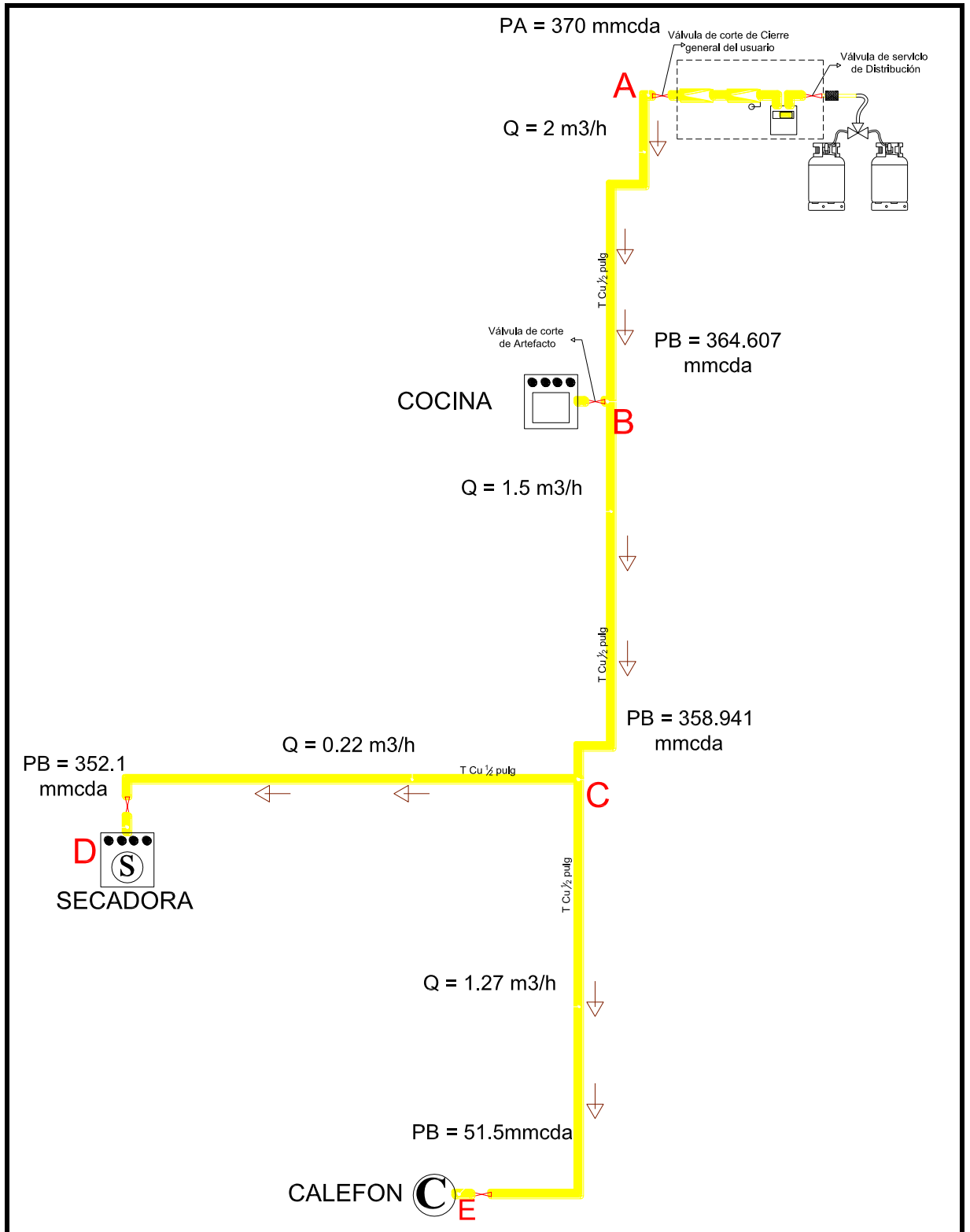
²² Unidad didáctica Simbología Eléctrica. [en línea].

ANEXO 5.

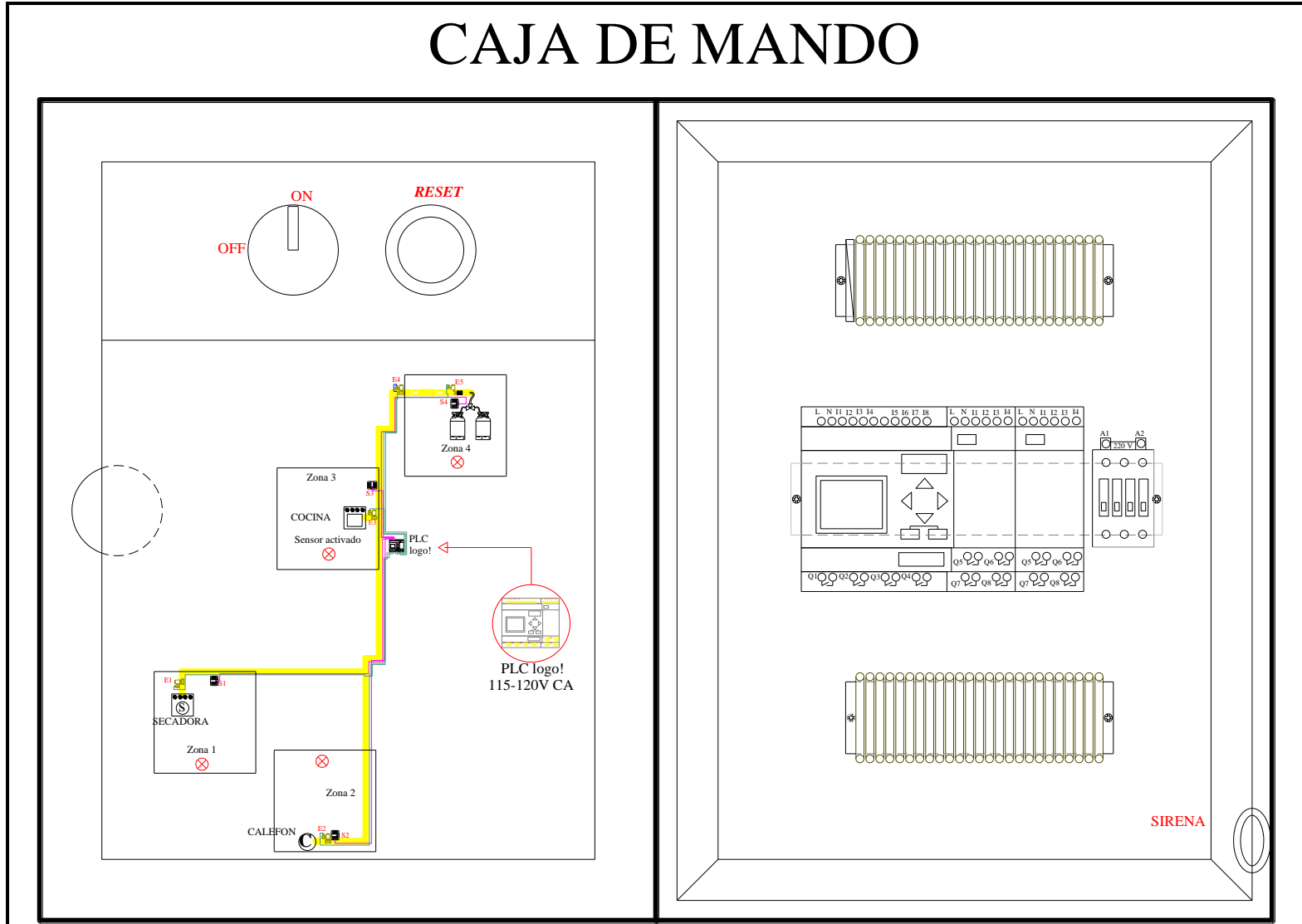


5.1 Plano del Domicilio Común.

REPRESENTACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO.



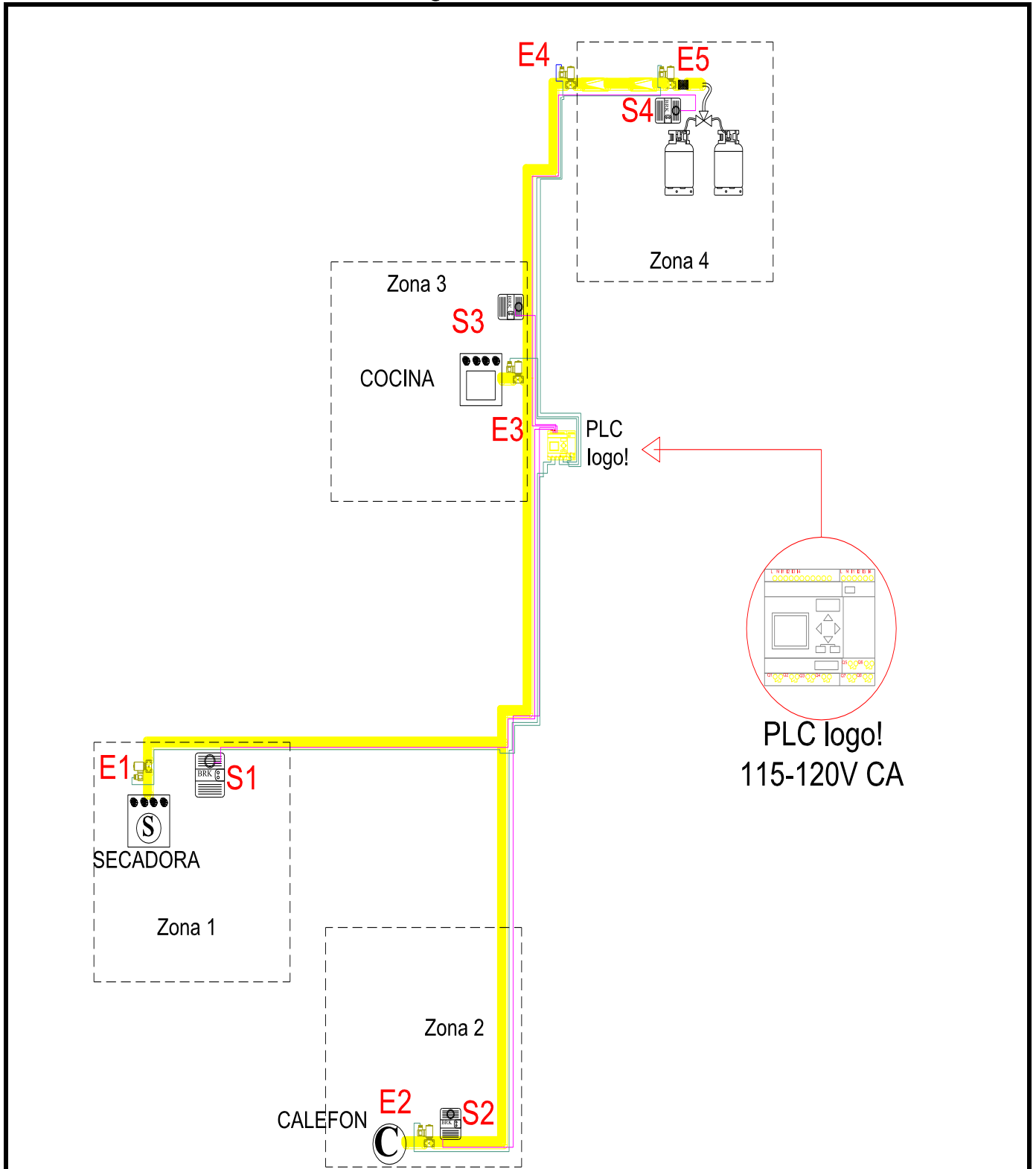
5.2 Presiones de trabajos y válvulas de corte.



5.3

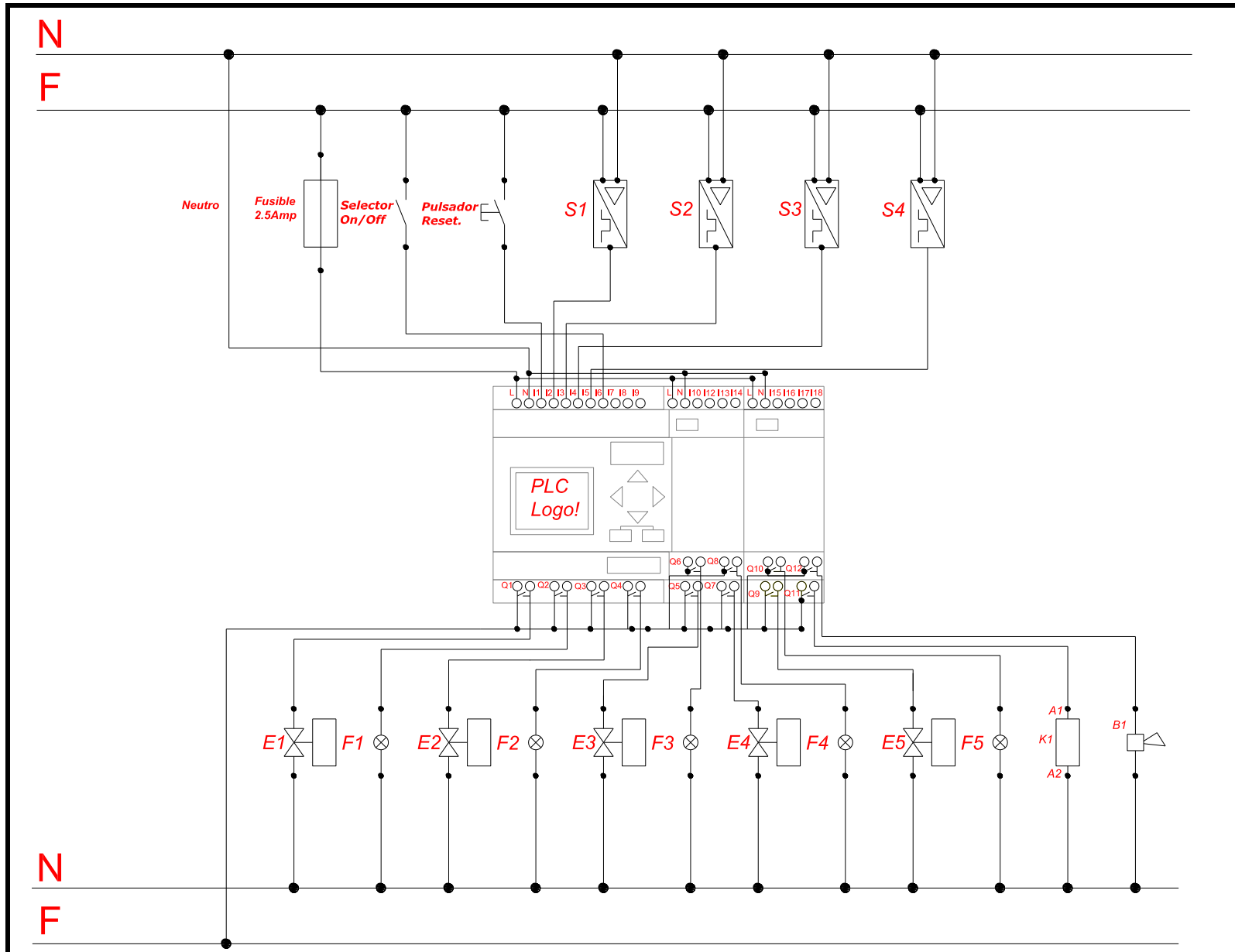
Caja de mando abierta de la instalación automatizada.

REPRESENTACIÓN DEL ESQUEMA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.



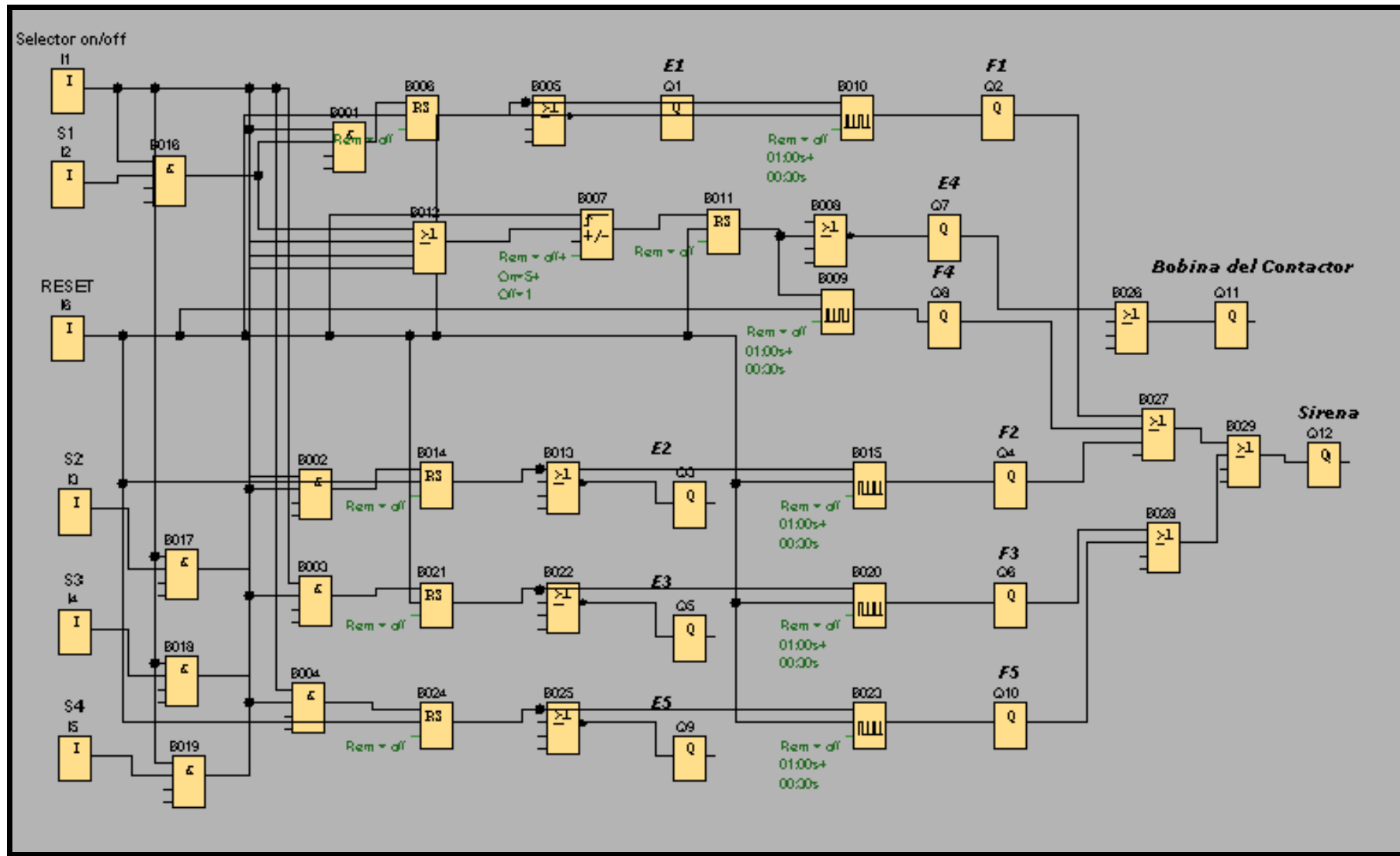
5.4 Ubicación y conexión de sensores, electroválvulas y PLC logo!

REPRESENTACIÓN DEL ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.



5.5 Plano Eléctrico de Mando.

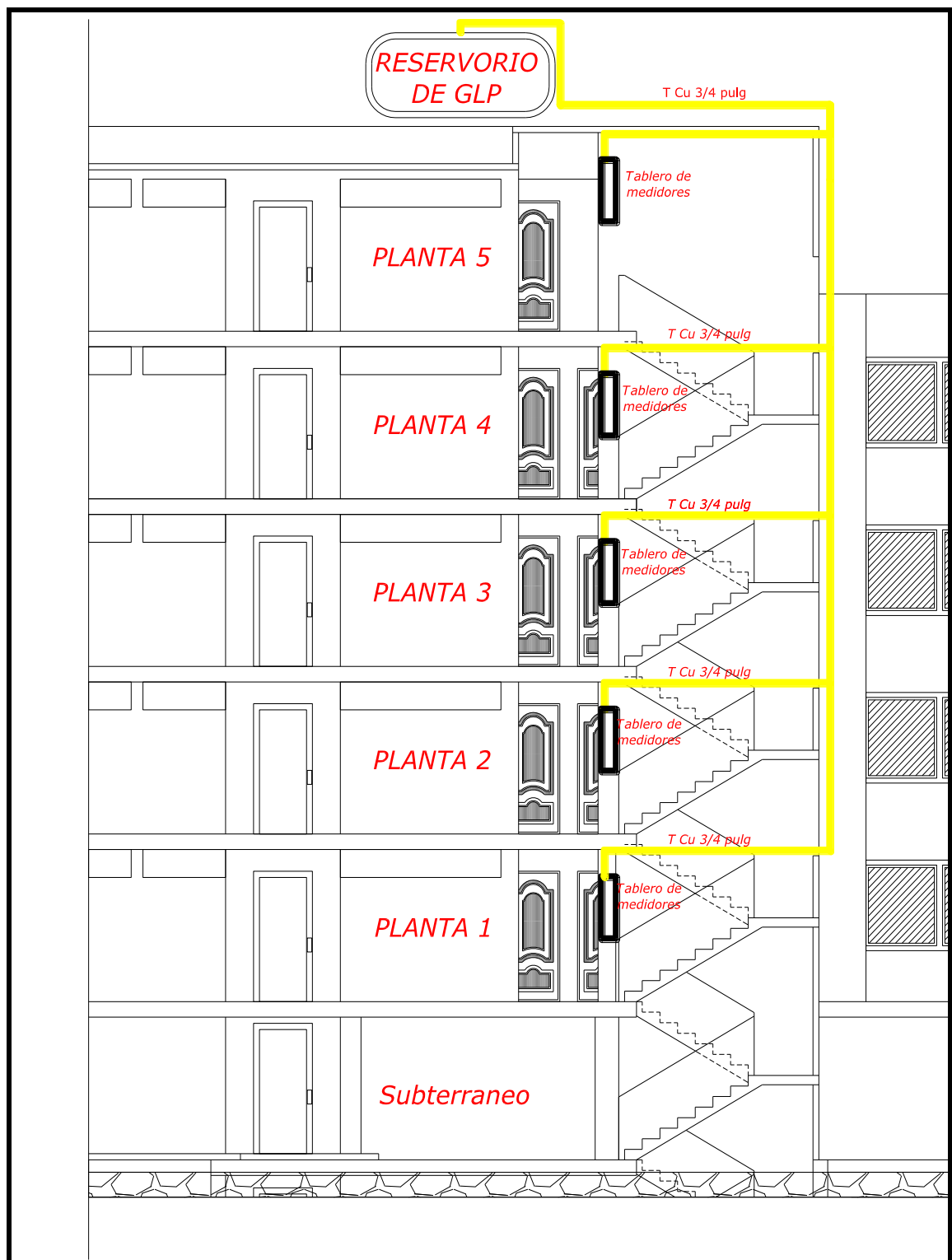
ESQUEMA DEL PROGRAMA EN EL SOFTWARE DEL Logo! PLC.



5.6 Programa en el software del Logo!

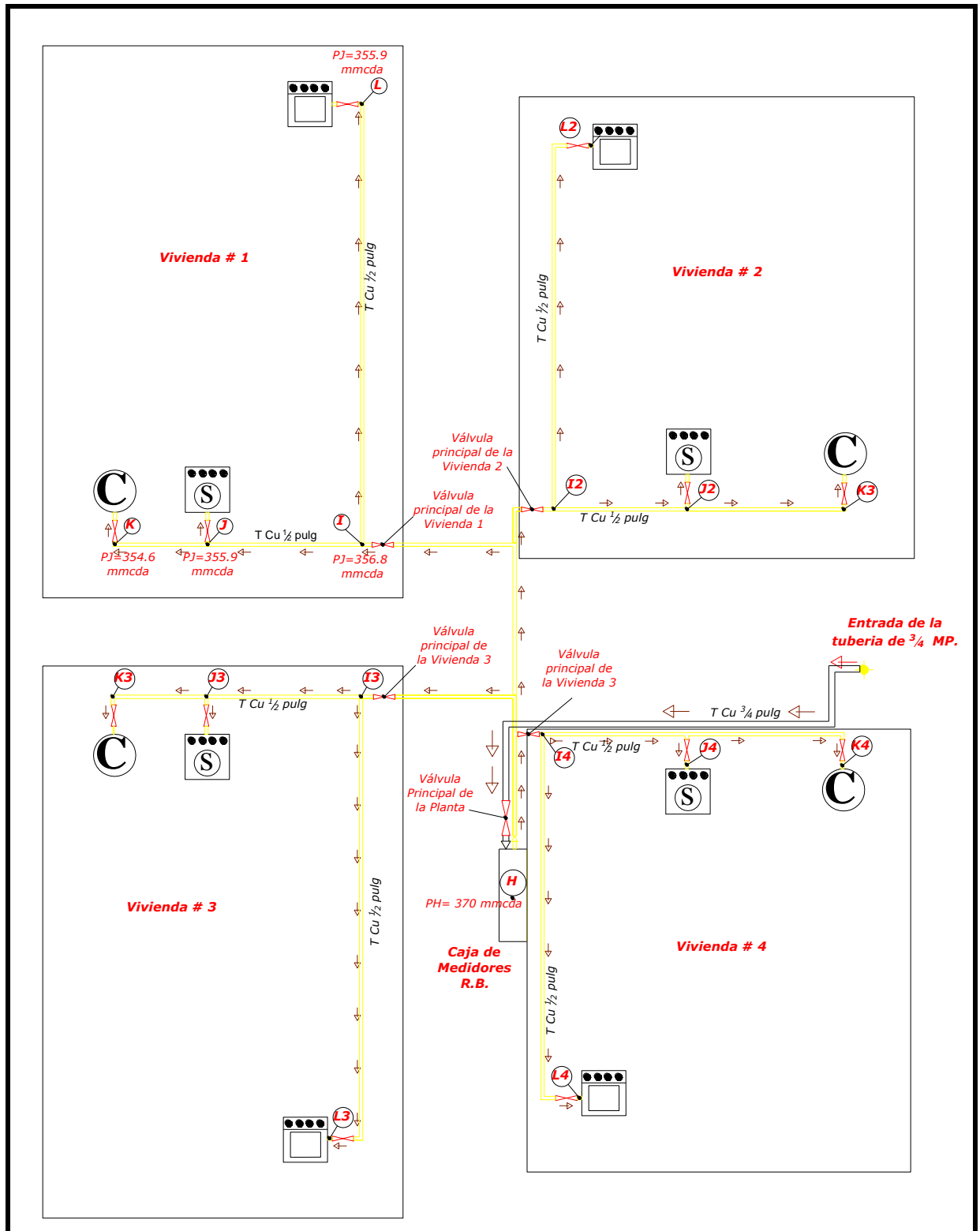
5.7 COSTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN DOMICILIARIA.

Detalle	Cant	V/unit	V/total
▪ Sensores de GLP.	4	40.00	160,00
▪ Electroválvulas de 1/2 pulg de tipo TTL 2S-160-15.	5	51.30	256,50
▪ PLC Logo!	1	144.00	144,00
▪ Modulo de expansión.	1	72.8.0	72,80
▪ Un contactor con bonina de 110Vca de 30 Amp.	1	30.00	30,00
▪ borneras de conexión.	20	0,50	10,00
▪ Un porta fusible con fusible de 2Amp.	1	3.50	3,50
▪ Selector de 2 posiciones	1	9.00	9,00
▪ Pulsador	1	9.00	9,00
▪ Caja de mando con dimensiones de Alto 40cm de Ancho 30cm y de fondo 30 cm.	1	35.00	35,00
▪ Lets señalizadores	5	0.20	1,00
▪ Cable gemelo # 18.	64.8m	0.15	23,40
▪ Riel dim	28cm	0.10	2.80
▪ Bocina	1	1.50	1,50
▪ Programación en el PLC y conexión.	1	50.00	50.00
TOTAL:			808.5

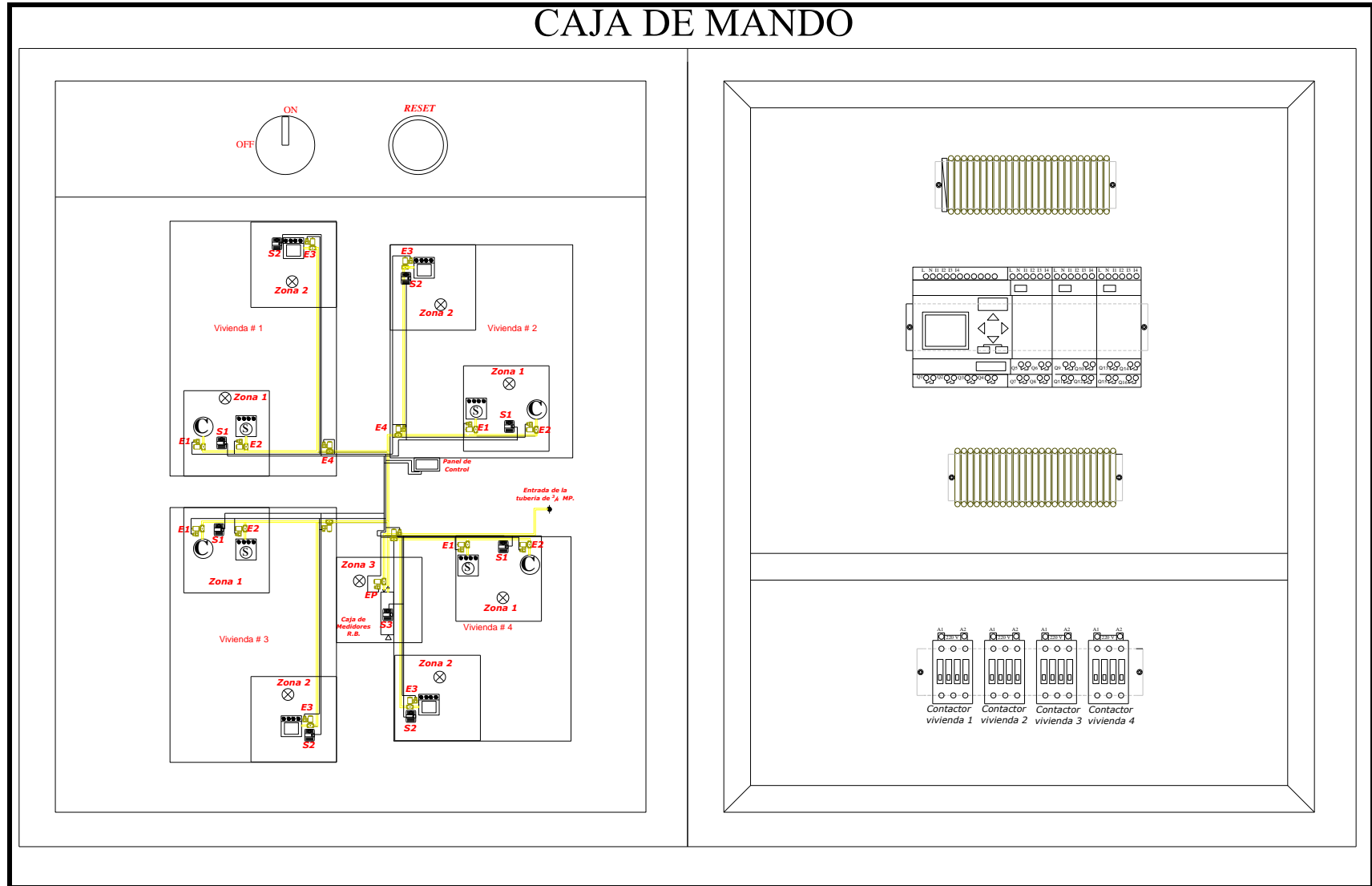
ANEXO 6.

6.1 Diagrama de distribución del GLP a cada Planta.

ESQUEMA POR PLANTA.

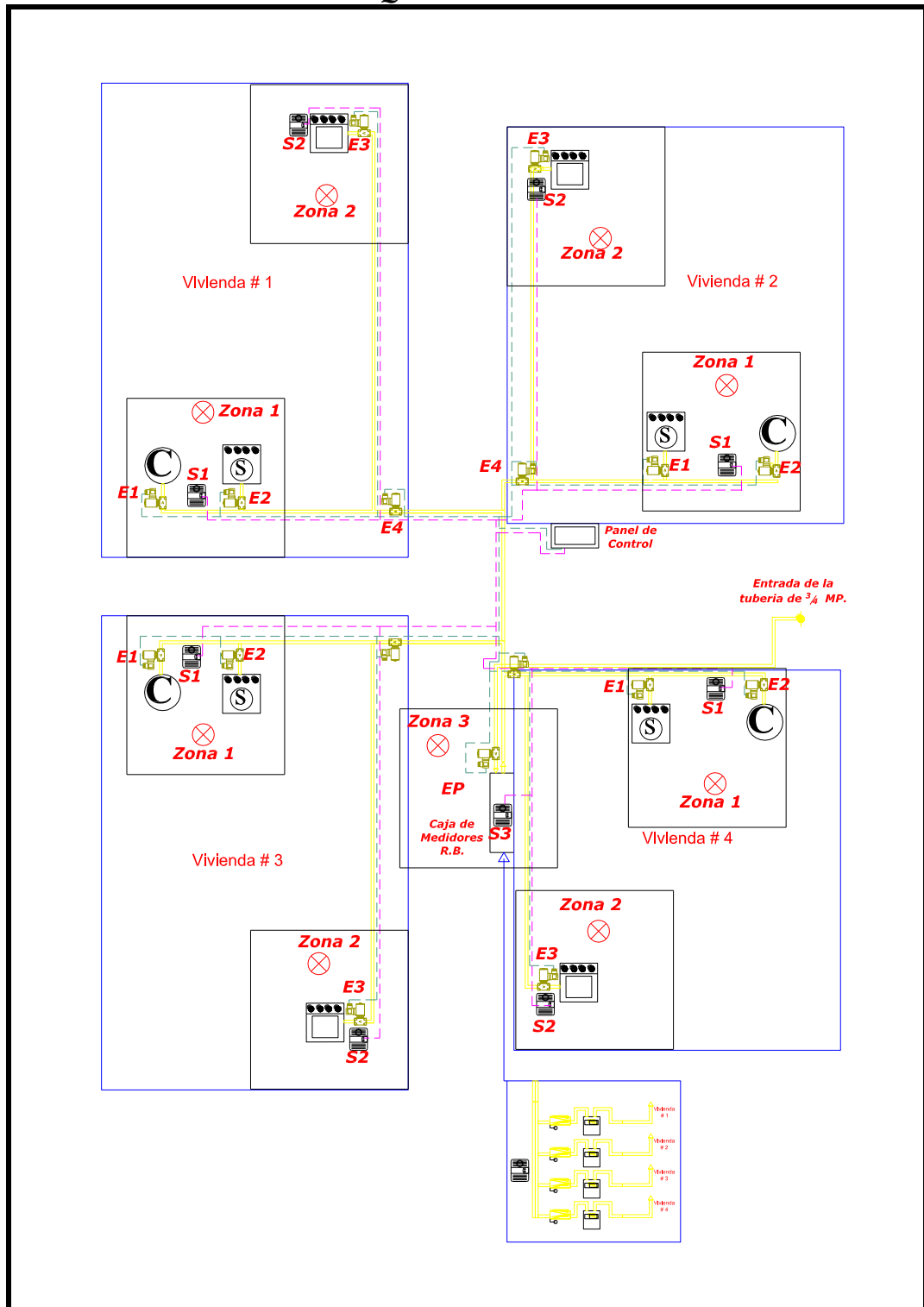


6.2 Diagrama de cada piso, válvulas de corte y presiones por puntos.



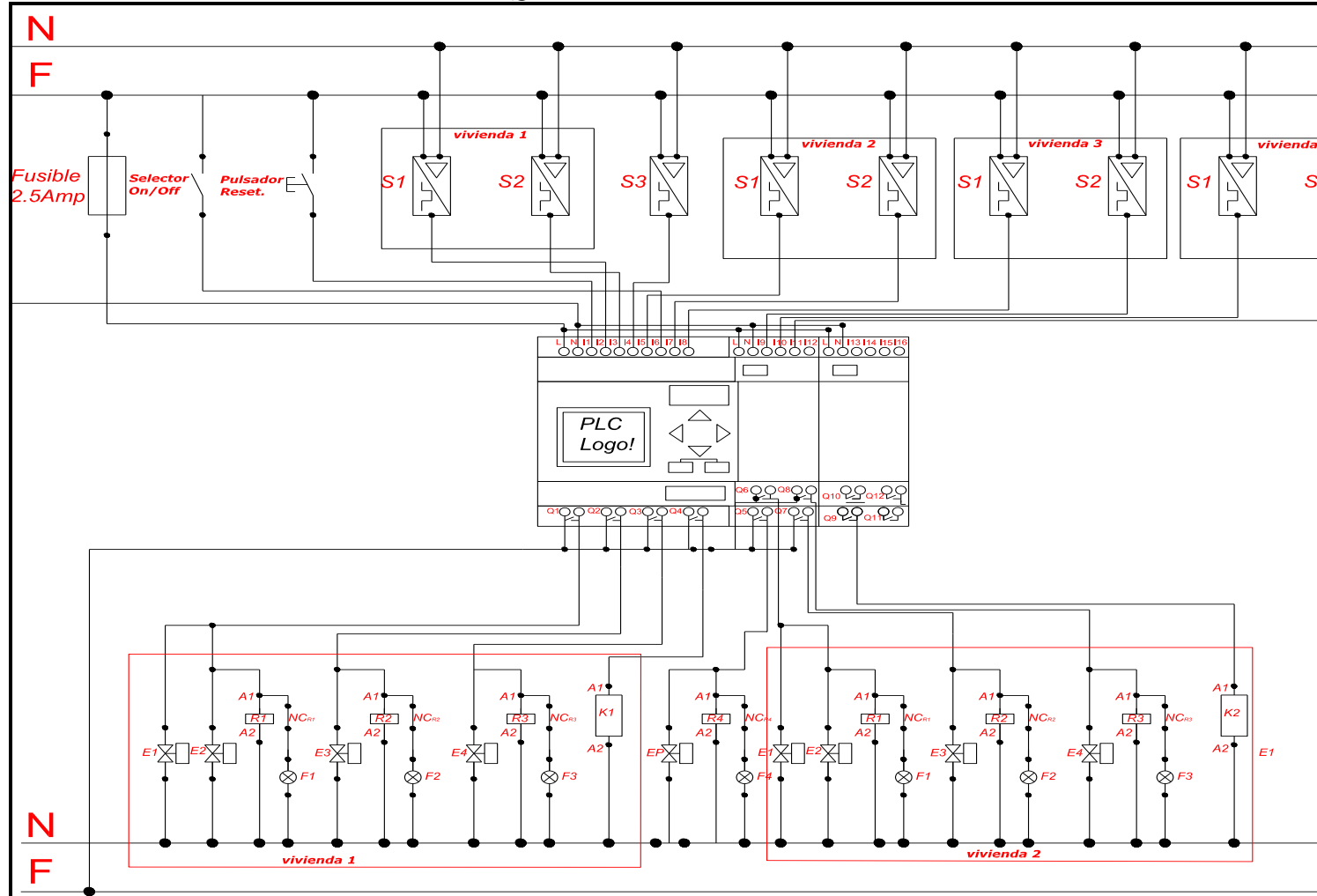
6.3 Caja de mando de la instalación automatizada para las 4 viviendas

REPRESENTACIÓN DEL ESQUEMA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.



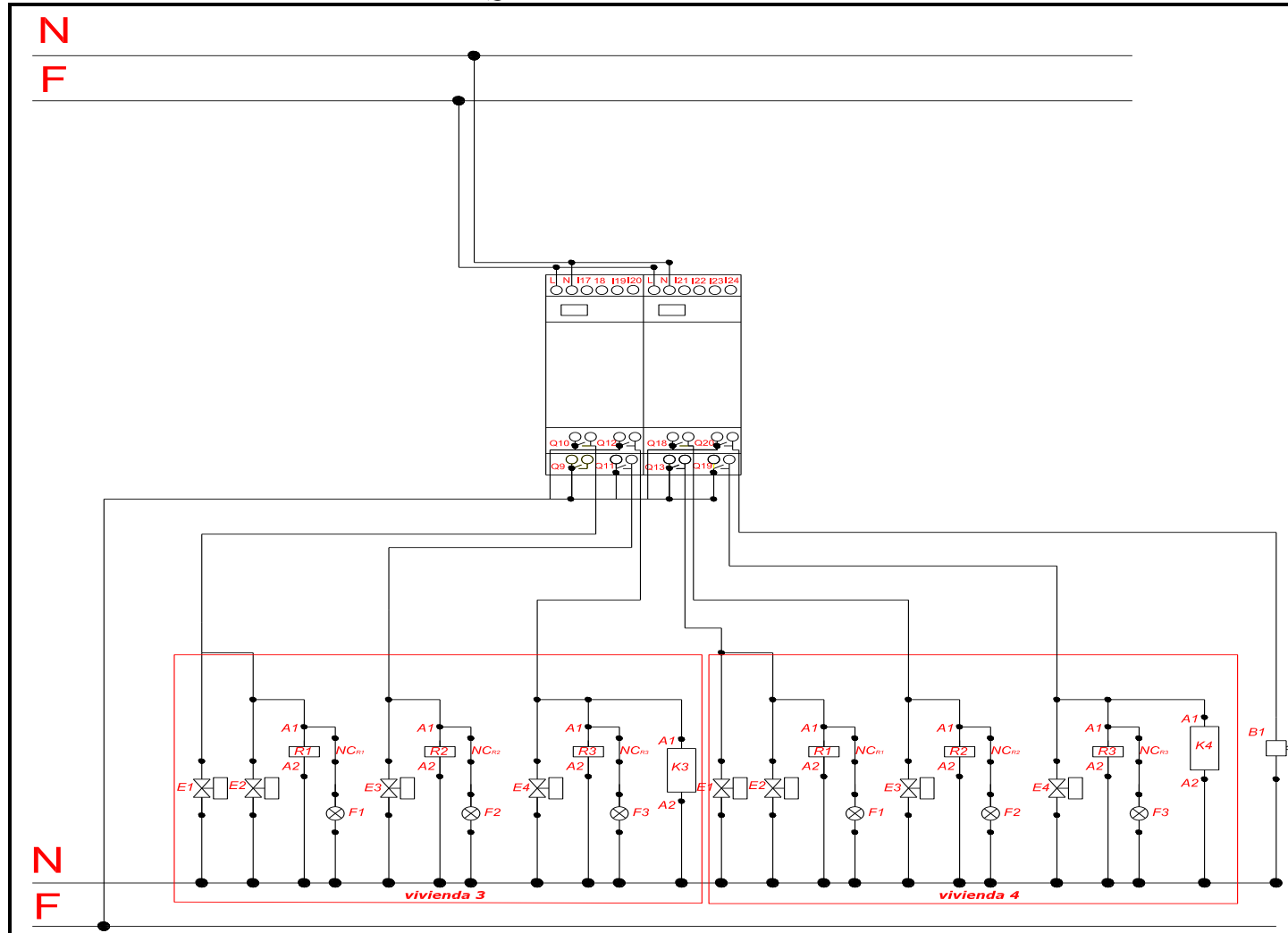
6.4. Ubicación y conexión de sensores, electroválvulas y PLC logic!.

REPRESETACIÓN DEL ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO

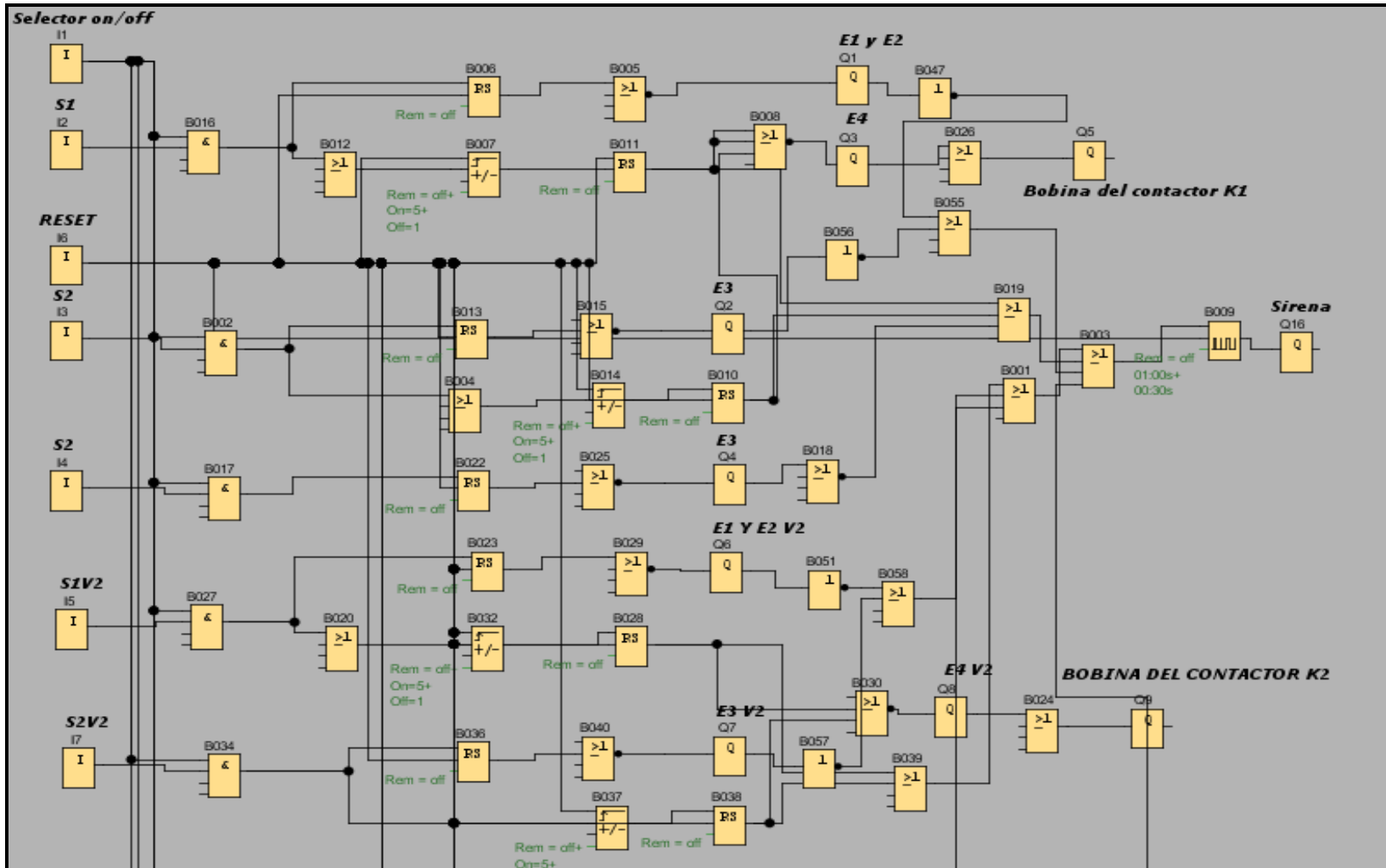


6.5 Plano Eléctrico de Mando.

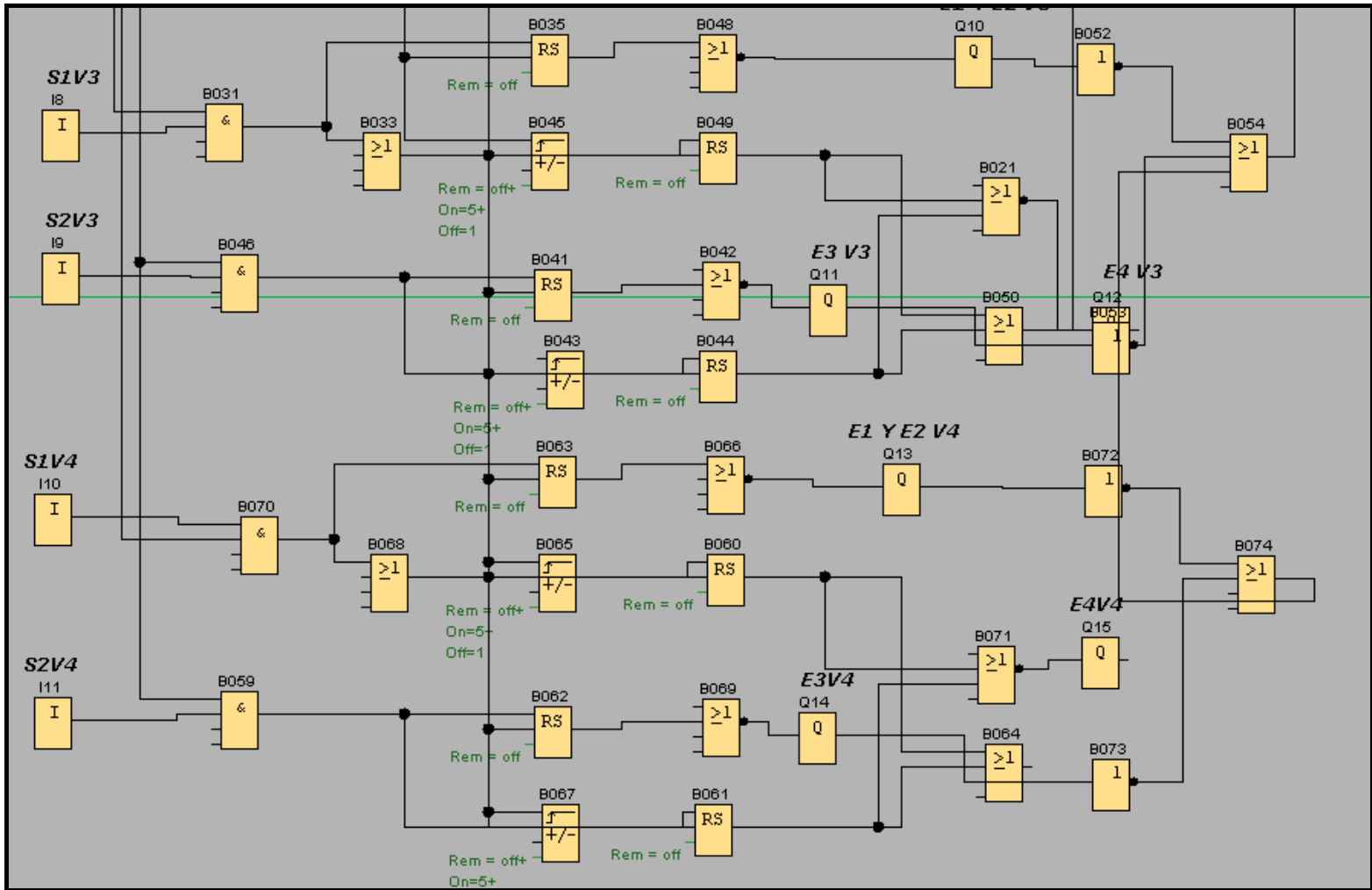
REPRESETACIÓN DEL ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.



*6.5.1 Plano Eléctrico de mando del modulo 2 y 3.
ESQUEMA DEL PROGRAMA EN EL SOFTWARE DEL Logo! PLC.*



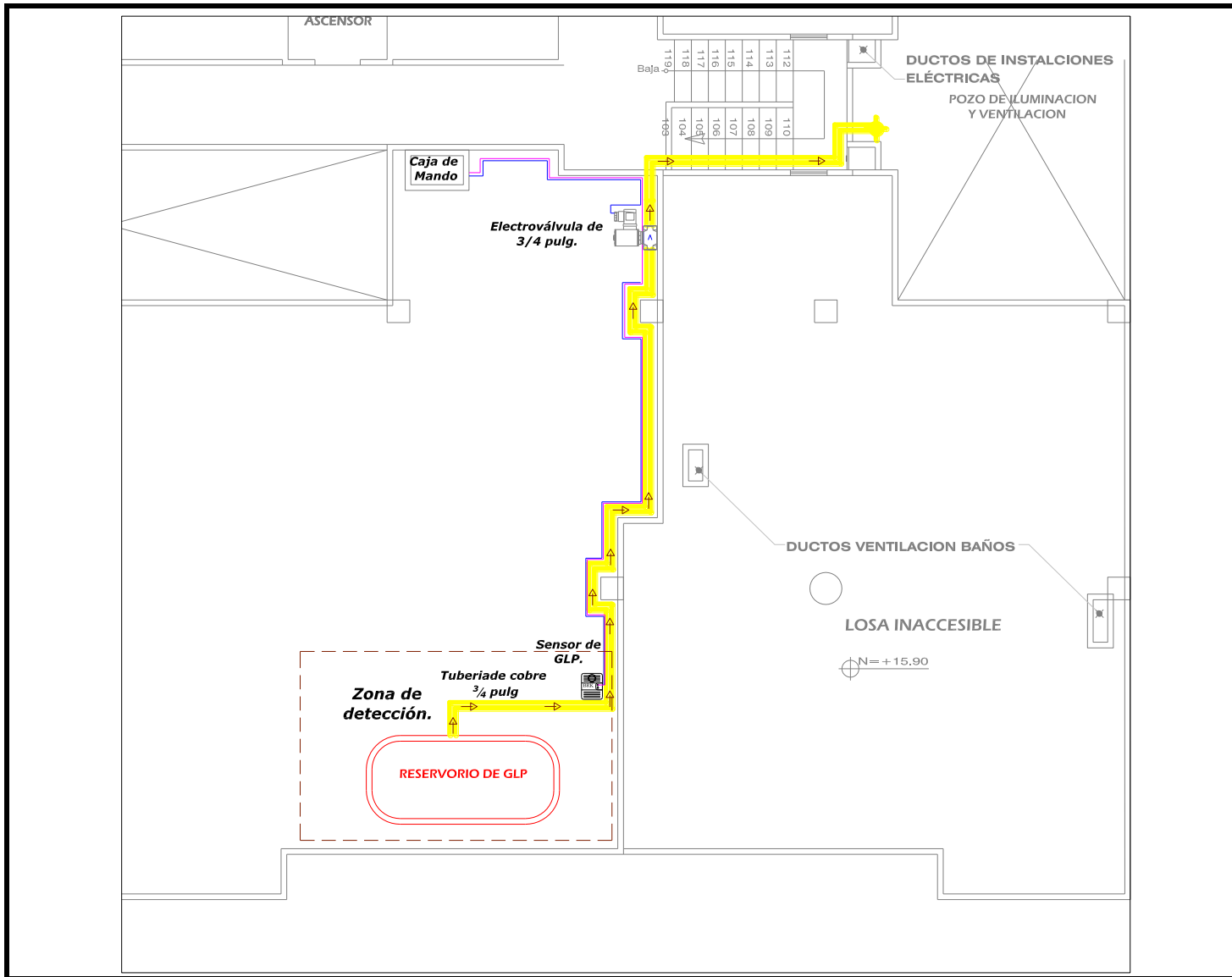
6.6 Programa en el software del Logo!



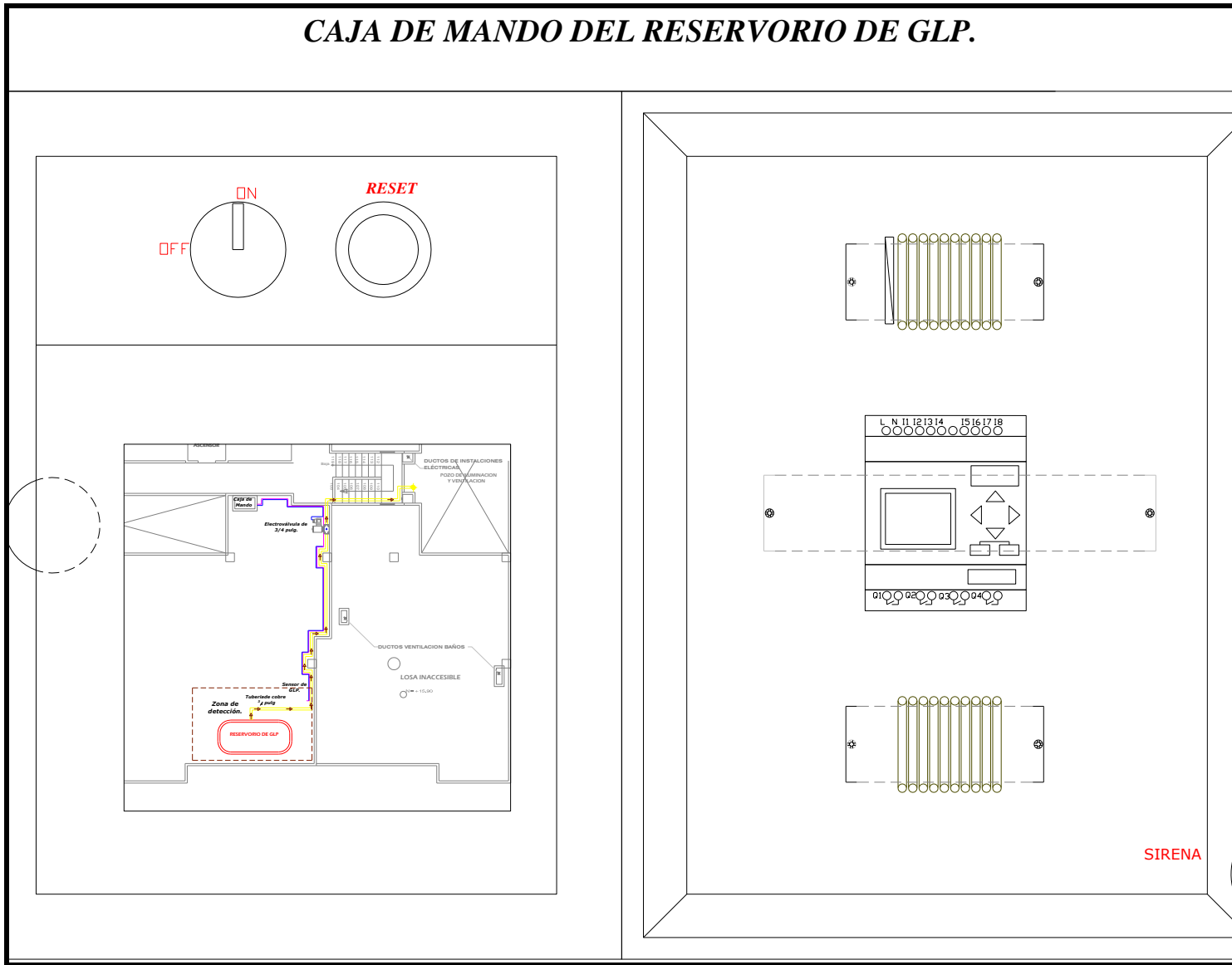
6.6.1 Programa en el software del Logo!

6.7 COSTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA.

• Sensores de GLP.	9	40.00	360,00
▪ Electroválvulas de 1/2 pulg de tipo TTL 2S-160-15.	16	51.30	820,60
▪ Electroválvula de 3/4 pulg de tipo TTL 2S-160-15.	1	75.00	75,00
▪ PLC Logo!	1	144.00	144,00
▪ Modulo de expansión,	3	70.00	210,00
▪ Un contactor con bonina de 110Vca de 30 Amp.	4	30.00	120,00
▪ borneras de conexión.	60	0,50	30,00
▪ Un porta fusible con fusible de 2Amp.	1	3.50	3,50
▪ Selector de 2 posiciones	1	9.00	9,00
▪ Pulsador	1	9.00	9,00
▪ Caja de mando con dimensiones de Alto 60 cm de Ancho 50cm y de fondo 40 cm.	1	75.00	75,00
▪ Lets señalizadores	9	0.20	1,80
▪ Cable gemelo # 18.	200m	0.36	72,00
▪ Bocina	4	1.50	6,00
▪ Riel dim	2m	0.10	2.80
▪ Programación en el PLC y conexión.	1	100.00	100,00
TOTAL:			2038,55

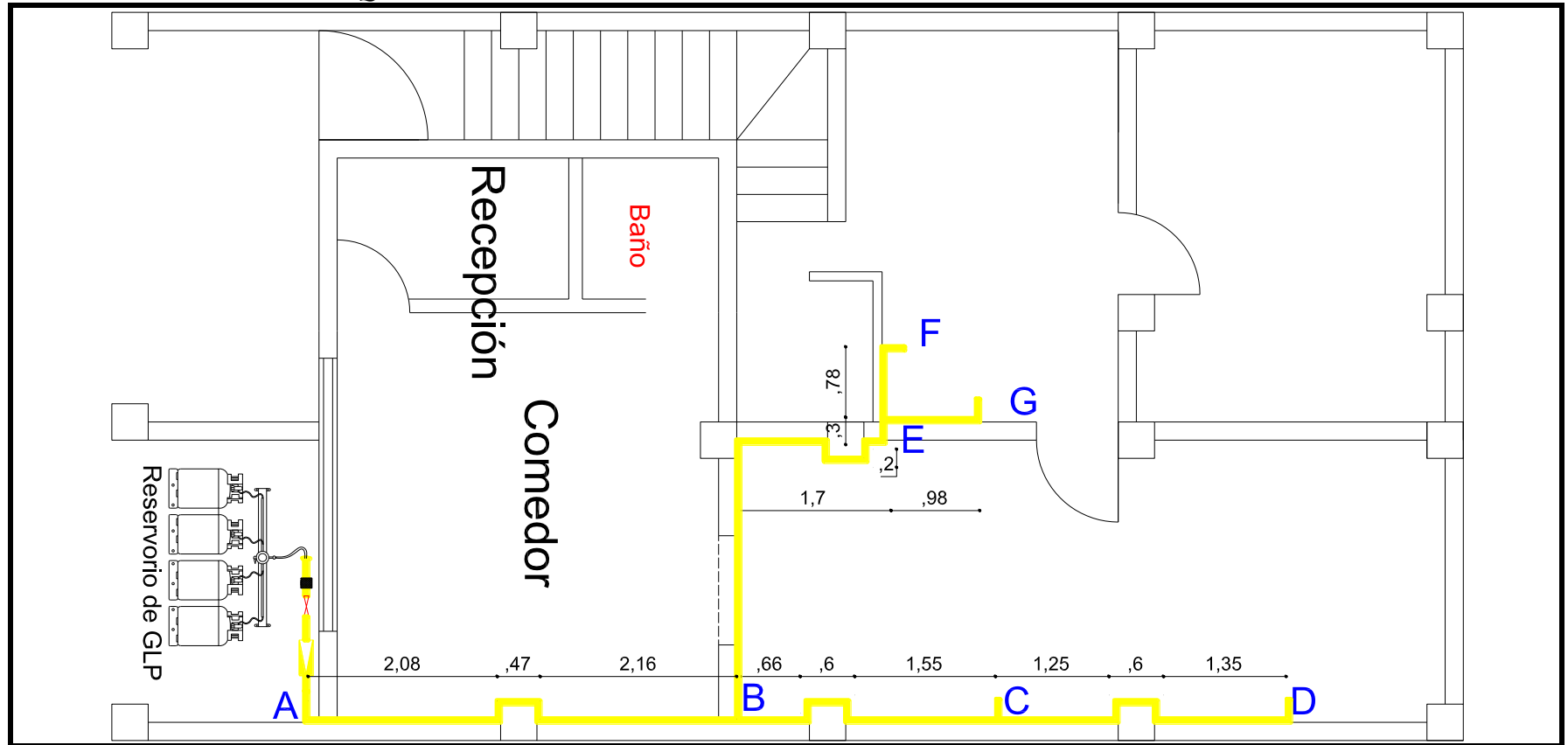


6.8. Ubicación del reservorio y los elementos de detección y control del gas.

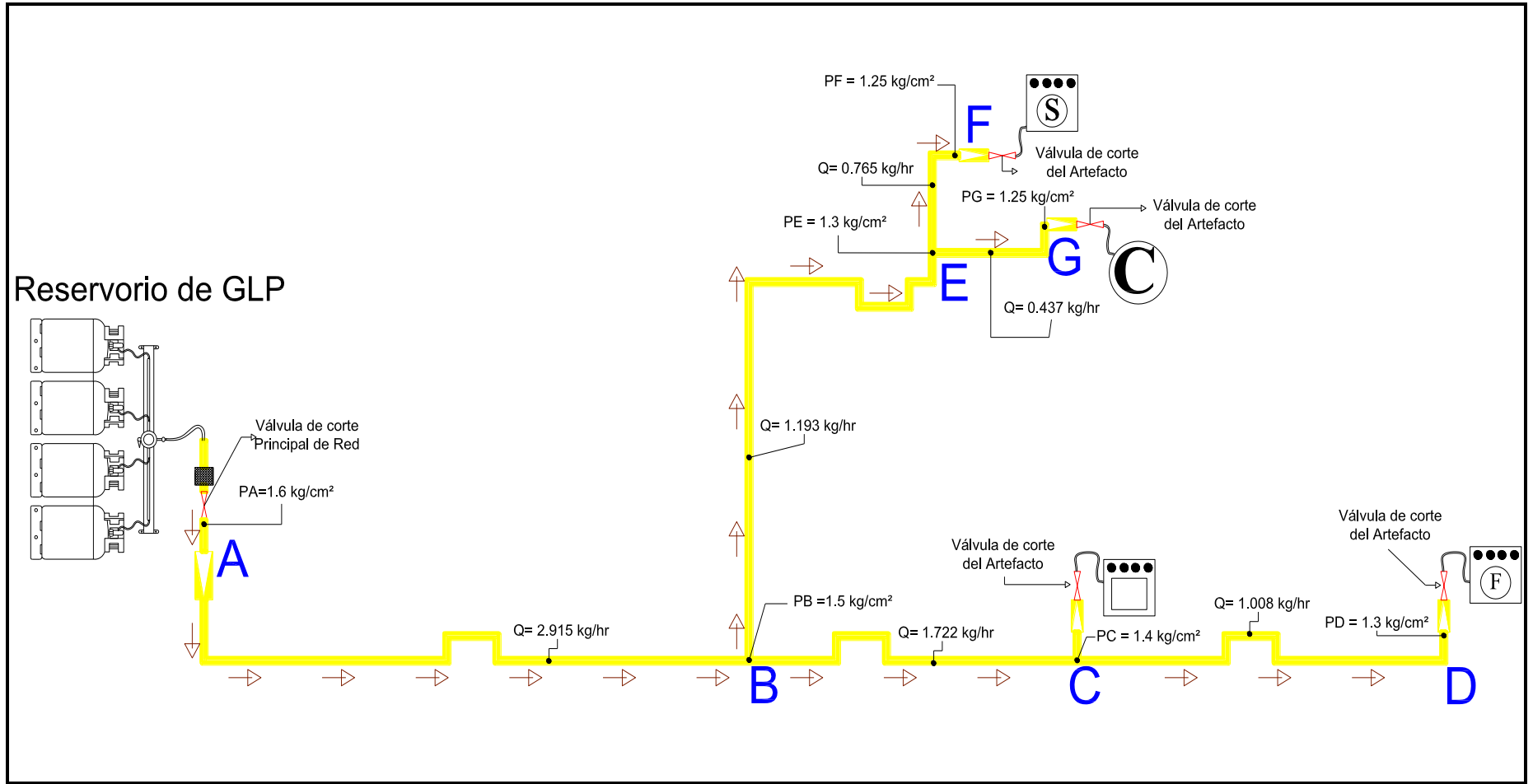


6.9. Caja de mando para la automatización de control de fugas en el depósito.

ANEXO 7.
ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN CENTRALIZADA DE UN RESTAURANT.

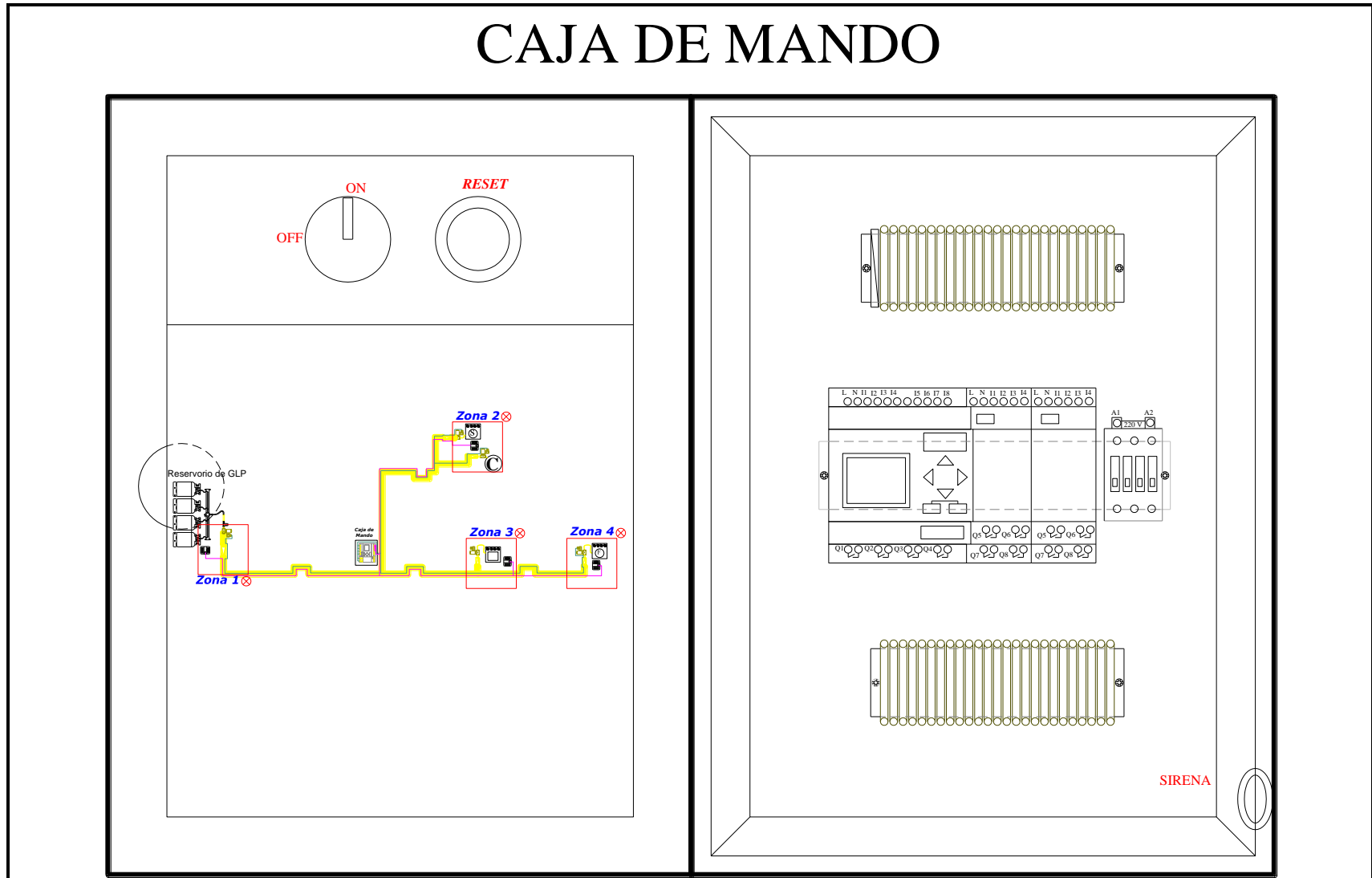


7.1. Ubicación del reservorio y los elementos de detección de gas.
Esquema de la instalación centralizada, con características de funcionamiento.

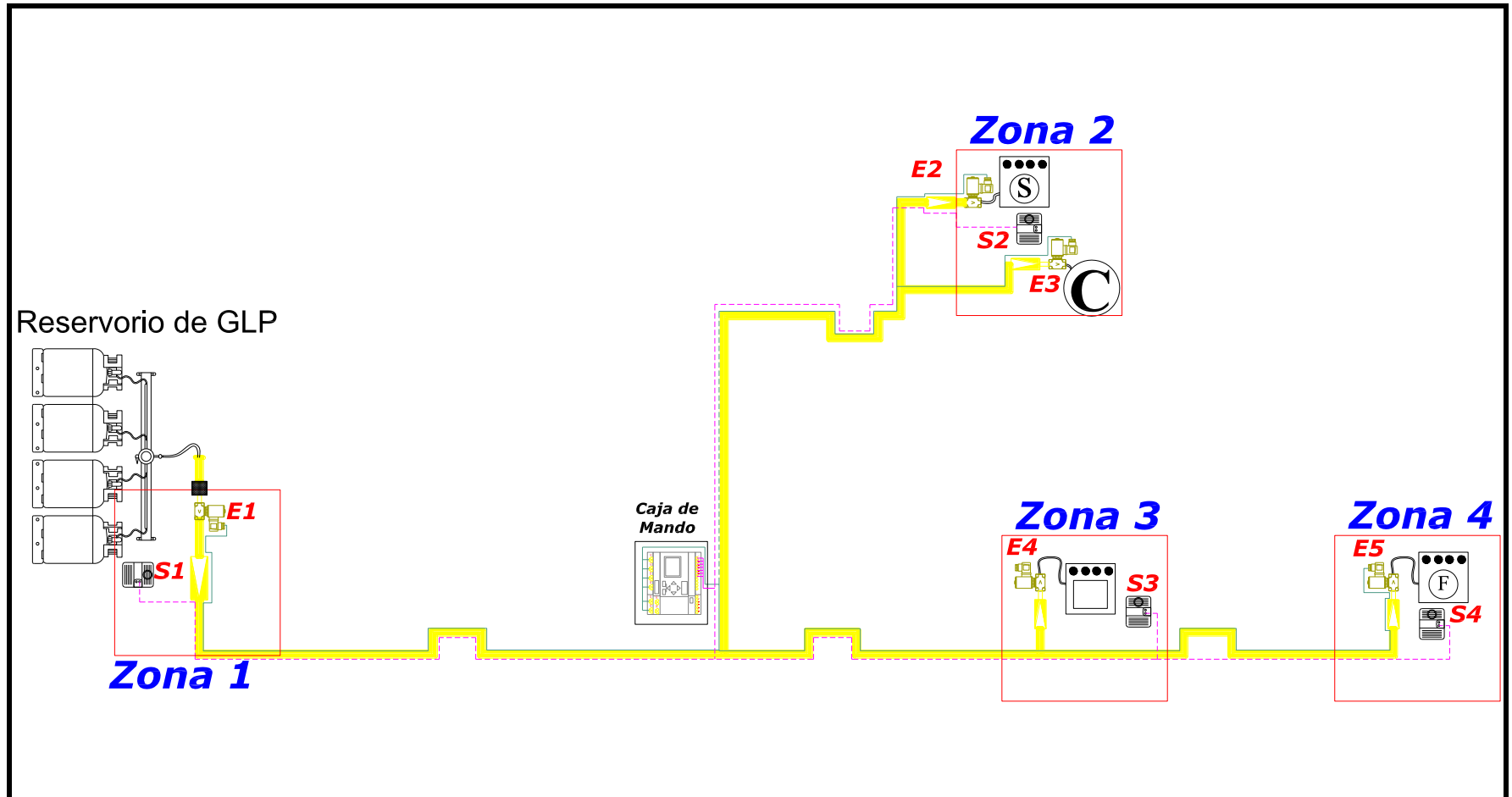


7.2. Diagrama de presiones, caudales y válvulas de corte.

CAJA DE MANDO

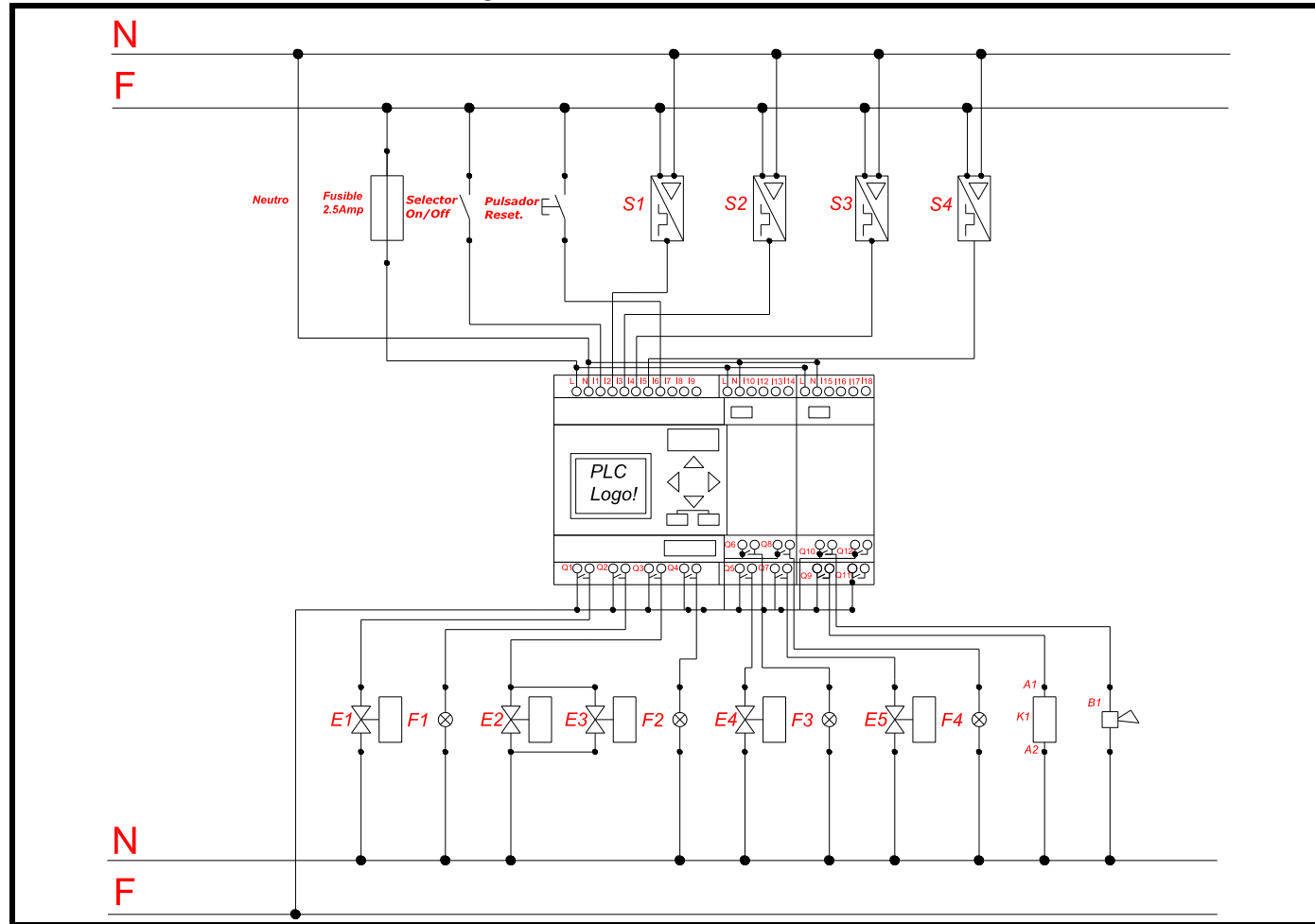


**7.3 Caja de mando abierta de la instalación automatizada.
REPRESENTACIÓN DEL ESQUEMA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.**



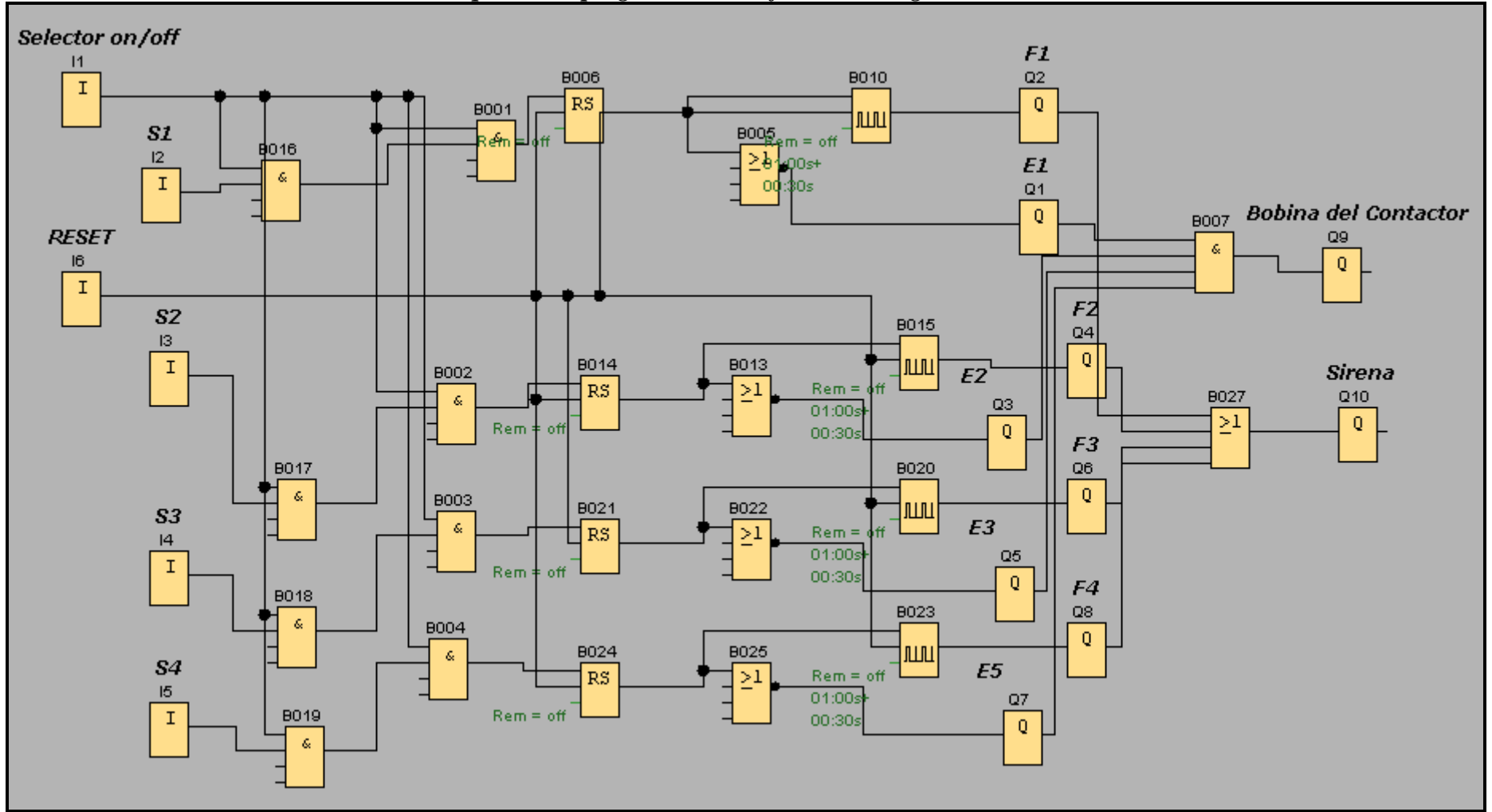
7.4 Caja de mando abierta de la instalación automatizada.

REPRESETACIÓN DEL ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.



7.5 Plano Eléctrico de Mando.

Esquema del programa en el software del Logo PLC.



7.6 Programa en el software del Logo!

7.7 COSTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.

Detalle	Cant	V/unit	V/total
Sensores de GLP.	4	40.00	160,00
Electroválvulas de 1/2 pulg de tipo TTL 2S-160-15.	5	51.30	256,50
PLC Logo!	1	144.00	144,00
Modulo de expansión.	2	70.00	140,00
Un contactor con bonina de 110Vca de 30 Amp.	1	30.00	30,00
Borneras de conexión.	20	0,50	10,00
Un porta fusible con fusible de 2Amp.	1	3.50	3,50
Selector de 2 posiciones	1	9.00	9,00
Pulsador	1	9.00	9,00
Caja de mando con dimensiones de Alto 40cm de Ancho 30cm y de fondo 30 cm.	1	35.00	35,00
	5	0.20	1,00
Lets rojos señalizadores	70 m	0.35	24,50
Cable gemelo # 18.	1	1.50	1,50
Bocina	28cm	0.10	2.80
Riel dim	1	50.00	50.00
Programación en el PLC y conexión.			
TOTAL:			876.80