

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**DISEÑO DE UNA CENTRAL DE GASES PARA LOS PUESTOS DE
SOLDADURA OXIACETILÉNICA DEL CENTRO DE PERFECCIONAMIENTO
EN EL USO DE REFRIGERANTES DE LA ESCUELA POLITÉCNICA
NACIONAL**

**DISEÑO DE LA CENTRAL DE GASES PARA LOS PUESTOS DE
SOLDADURA OXIACETILÉNICA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN ELECTROMECAÁNICA**

RIVERA VALDIVIESO MAURICIO RAÚL

DIRECTOR: JONATHAN GABRIEL LOOR BAUTISTA

DMQ, agosto 2023

CERTIFICACIONES

Yo, Mauricio Rivera declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

RIVERA VALDIVIESO MAURICIO RAÚL

mauricio.rivera@epn.edu.ec

maurybsc11@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Mauricio Rivera, bajo mi supervisión.

Jonathan Gabriel Loor Bautista

DIRECTOR

jonathan.loor@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de esta declaración, afirmo que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante, son públicos y estarán a disposición de la comunidad mediante el repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; pero la titularidad de los derechos patrimoniales corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del trabajo; observando las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

RIVERA MAURICIO

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto con todo mi corazón a mis padres por haberme apoyado y forjado como la persona que soy, por la paciencia, valores y sacrificio que me han otorgado para no desistir en el camino y tener la energía y fuerza necesaria para llevar a cabo mi meta de salir adelante y terminar mi carrera con alegría y satisfacción.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, ya que me dio la oportunidad de vida para culminar un objetivo más en mi vida, pero a quien agradezco con todo mi corazón es a mis padres y hermanos que siempre estuvieron y están a mi lado animándome y otorgándome la confianza necesaria para no desistir de mis metas; además, agradezco a Cintia Guerrero por levantarme en momentos donde sentía desfallecer mi fuerza de voluntad, en momentos donde sentía impotencia para seguir adelante, y a todas las personas que de una u otra forma aportaron en mi crecimiento profesional y fortalecieron mi motivación para culminar un propósito más en mi vida profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3	ALCANCE.....	2
1.4	MARCO TEÓRICO	3
	SOLDADURA OXIACETILÉNICA	3
	NORMAS PARA EL DISEÑO DE UNA CENTRAL DE GASES.....	3
	EQUIPOS DE PARA GASES INDUSTRIALES.....	6
	CONTENEDORES DE OXÍGENO Y ACETILENO	7
	REGULADOR DE PRESIÓN	8
	MANÓMETRO DE PRESIÓN	9
	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN.....	10
	ACOPLE DE MANGUERA Y VÁLVULA DE SEGURIDAD.....	10
2	METODOLOGÍA.....	13
2.1	CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE TRABAJO PARA UNA SOLDADURA OXIACETILÉNICA.....	15
	ANÁLISIS DE CÁLCULO DE LA CAÍDA DE PRESIÓN PARA EL PRIMER TRAMO	22
2.2	DISEÑO DE LA CENTRAL DE GASES SEGÚN LOS PARÁMETROS DIMENSIONADOS.....	30
2.3	COTIZACIÓN PARA EL DISEÑO DE LA CENTRAL DE GASES PARA LOS PUESTOS DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA	31
3	RESULTADOS	34
4	CONCLUSIONES.....	35
5	RECOMENDACIONES.....	36
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
7	ANEXOS.....	40

RESUMEN

En este trabajo investigativo se diseñó la central de gases para soldadura oxiacetilénica del Centro de Perfeccionamiento en el Uso de Refrigerantes de la Escuela Politécnica Nacional, para que técnicos especializados y estudiantes puedan realizar sus prácticas con soldadura oxiacetilénica de forma segura.

Para este diseño se estudió los componentes empleados para la soldadura oxiacetilénica, así como los parámetros de operación que se evalúan en trabajos de soldadura; además, se revisó las normas de seguridad NFPA y demás normas que establecen un régimen de seguridad en los trabajos en caliente que se aplican en soldadura con sustancias inflamables.

Se efectuó el cálculo correspondiente a los parámetros de trabajo usados en la soldadura oxiacetilénica, para determinar las dimensiones adecuadas de los elementos utilizados para diseñar una central de gases para soldadura oxiacetilénica.

Los elementos de la central de gases según los parámetros de trabajo necesarios, se dimensionaron los planos en 2D y 3D de la central de gases en el lugar más apropiado para el Centro de Perfeccionamiento en el Uso de Refrigerantes, considerando los cálculos y dimensiones establecidos en los cálculos correspondientes.

PALABRAS CLAVE: Central de gases, soldadura oxiacetilénica, Normas NFPA.

ABSTRACT

In the present work, the development of the gas station for oxyacetylene welding of the Center for Improvement in the Use of Refrigerants of the Escuela Politécnica Nacional was carried out, with the purpose that specialized technicians and students can carry out their practices with oxyacetylene welding safely.

For this design, the components used for oxyacetylene welding were studied, as well as the operating parameters that are evaluated in welding work; In addition, the NFPA safety standards and other standards that establish a safety regime in hot work that are applied in welding work; In addition, the NFPA safety standards and other standards that establish a safety regime in hot work that are applied in welding with flammable substances were reviewed.

The corresponding calculation of the work parameters used in oxyacetylene welding was carried out, to determine the appropriate dimensions that the elements used for the design of a gas plant for oxyacetylene welding must have.

Once the elements that make up the gas plant were determined according to the necessary work parameters, the 2D and 3D plans of the gas plant were dimensioned in the most appropriate place for the Center for Improvement in the Use of Refrigerants, considering the calculations and dimensions established in the corresponding calculations.

KEYWORDS: Gas station, oxyacetylene welding, NFPA Standards.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Este proyecto surgió de la necesidad de contar con el diseño que permita la implementación de una central de gases para soldadura oxiacetilénica en el Centro de Perfeccionamiento para el Uso de Refrigerantes, con el fin de garantizar la seguridad de los operadores al realizar una soldadura con gases inflamables en espacios confinados.

Para el diseño de la central de gases se revisó el funcionamiento y aportación que la central ofrecerá a la soldadura oxiacetilénica en los puestos de trabajo, para ello se realizó el estudio de velocidad, presión de los gases oxígeno y acetileno, además de la distancia a la que se ubicarán los puestos de trabajo con relación a la central de gases, ya que la soldadura oxiacetilénica depende del flujo que los cilindros de oxígeno y acetileno suministren a la salida de los puestos de trabajo.

Finalizado el análisis del dimensionamiento, se procedió al cálculo de los parámetros para el funcionamiento del sistema, mostrando un ejemplo de los parámetros a evaluar, ya que existen riesgos al trabajar con gases inflamables, por ello, se deben elegir los componentes adecuados, evitando un accidente al operar con soldadura oxiacetilénica.

Para culminar el proyecto, se realizó una esquematización de los planos en 2D y 3D, considerando las características del sitio donde se localizará la central y los puestos de trabajo, donde se refleja la colocación de la tubería en las superficies, así como la ubicación de la central de gases y de los puestos de trabajo para la soldadura oxiacetilénica. Además, se estableció el lugar en el que los tanques de oxígeno y acetileno deben ubicarse para que suministren el gas con la presión adecuada a los puestos de trabajo, para que el operador desarrolle una soldadura esperada.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una central de gases para los puestos de soldadura oxiacetilénica del Centro de Perfeccionamiento en el Uso de Refrigerantes de la Escuela Politécnica Nacional.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar la revisión bibliográfica de las normas NFPA, para el diseño de una central de gases para los puestos de soldadura oxiacetilénica que cumpla los estándares de seguridad
2. Calcular los parámetros de trabajo como presión y consumo que se requieren para los puestos de soldadura oxiacetilénica
3. Diseñar la central de gases tomando en cuenta los parámetros de cálculo
4. Desarrollar los planos para la central de gases de soldadura oxiacetilénica para su futura implementación

1.3 ALCANCE

El presente proyecto se enfoca en diseñar una central de gases para soldadura oxiacetilénica, la que servirá para que los operarios del Centro de Perfeccionamiento en el Uso de Refrigerantes de la Escuela Politécnica Nacional puedan desarrollar sus actividades o trabajos que competen al área, de igual manera se pretende que el diseño sirva como una guía o base sólida para su futura implementación.

También se encargará del diseño de la estructura de la caseta donde se almacenarán los tanques o cilindros de oxígeno y acetileno, y del dimensionamiento y selección del material de la tubería para distribuir los gases, oxígeno y acetileno, para ello se diseñará según medidas reales correspondientes a la distancia de la central de gases hacia los puestos de trabajo.

Con el desarrollo de este proyecto se espera obtener un diseño que cumpla con la norma NFPA de los apartados: NFPA 51 que se encarga en el diseño e

instalación de sistemas de gas-combustible para procesos de soldadura, corte y afines; y el apartado NFPA 51B que se ocupa de la prevención de incendios durante la soldadura, corte y otros trabajos en caliente, así mismo, el proyecto facilitará un estudio de costos los materiales a usar en su posterior implementación, [1].

1.4 MARCO TEÓRICO

SOLDADURA OXIACETILÉNICA

El proceso de soldadura oxiacetilénica en el mundo actual se ha vuelto uno de los métodos para unión de materiales más demandado en las industrias, esto es, por su gran capacidad inflamable. Los gases que se utilizan en este trabajo son el oxígeno y el acetileno, ya que al combinarse producen una llama a temperatura muy alta, que al dirigirla mediante un soplete calienta las superficies metálicas de los materiales que se desean soldar, tal y como es el caso de trabajos de soldaduras con cobre, siendo este el material más común en trabajos de soldadura oxiacetilénica, [1].

Los soldadura oxiacetilénica, generalmente se emplea en el cobre, sin embargo, al necesitar que se combustione el oxígeno y el acetileno, se necesita de una elevada temperatura, la cual puede sobrepasar los 3100 (°C), teniendo la posibilidad de que se produzca un accidente para el operario y demás personas que se encuentren cerca de la combustión de dichos gases, por ende, cuando se desea trabajar con soldadura oxiacetilénica, la mejor opción para la precautelar la seguridad tanto del operario como de las personas que están a sus alrededores es colocar una central de gases en una parte alejada de los puestos de trabajo, [2].

NORMAS PARA EL DISEÑO DE UNA CENTRAL DE GASES

La central de gases para soldadura oxiacetilénica requiere ubicarse en un espacio donde, al trabajar con los materiales a unir, los tanques de gases no deben encontrarse cerca, ya que el rozamiento del cobre u otro metal con los tanques de oxígeno o acetileno, y el contacto de los tanques con grasa o aceite puede producir una combustión explosiva, que podría ser mortal.

Según los informes de la hoja informativa de la seguridad de trabajos en caliente acerca de incendios que se generan por los mismos, el departamento de bomberos de los Estados Unidos pone en conocimiento que el promedio de 4589 incendios estructurales por año son provocados por trabajos en caliente, lo que conlleva a producir alrededor de 22 muertes de civiles, 198 lesiones de civiles, 355 millones de gastos por inversión en arreglos de estructuras materiales y 5 muertes de bomberos por año, [3]. Ante los incendios que se generan por los trabajos en caliente existen maneras para minimizar los peligros que estos incendios pueden llegar a causar a los operarios y civiles que efectúen un trabajo con este tipo de gases combustibles, para ello la norma NFPA 51 y 51B están centradas en el reconocimiento de un posible riesgo de incendio, la evaluación para determinar si existiese elementos externos que permitan avivar un incendio y el control para ejecutar acciones necesarias para minimizar o eliminar los peligros de incendios en el área de trabajo en caliente con el objetivo de evitar la generación de un incendio con consecuencias mortales para los operarios y civiles que se encuentren cerca del lugar donde se realice un trabajo en caliente, [3].

La soldadura oxiacetilénica al ser un proceso con alto riesgo de que se produzca un accidente requiere cumplir con las normas NFPA, donde se rige en los apartados NFPA 51 que está enfocado en el estándar para el diseño e instalación de sistemas de Oxígeno-Gas como combustible para procesos de soldadura, corte y afines; y de la norma NFPA 51B, la cual es un estándar para la prevención de incendios durante la soldadura, corte y otros trabajos en caliente, [4].

Por otro lado, y aunque los recipientes con gases comprimidos se construyen de forma suficientemente segura, se producen muchos accidentes por no seguir las normas de seguridad relacionadas con operaciones complementarias de manutención, transporte, almacenamiento y las distintas formas de uso.

En la NTP 495 se trata las instalaciones no fijas de soldadura oxiacetilénica por alta presión, donde el oxígeno como el gas combustible (acetileno, hidrógeno, entre otros) que alimentan el soplete proceden de los contenedores que los contienen a alta presión, por ende, es conveniente resaltar que la llama de un soplete de acetileno/oxígeno puede llegar a alcanzar una temperatura por

encima de los 3100 (°C). El objetivo de la NTP 495 es revelar los factores de riesgo asociados a los trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte, así como las operaciones de almacenamiento y manipulación de cilindros o tanques con los gases, y plantear normas de seguridad y normas reglamentarias relacionadas con el almacenamiento de gases inflamables, [1].

Por otro lado, como normas no reglamentarias, se tiene que, para que una central de gases pueda brindar un buen funcionamiento en los trabajos con soldadura oxiacetilénica, se recomienda no dar un almacenamiento en lugares donde se puedan manchar de aceite o grasa a los cilindros, ya que el contacto con grasa o aceite puede causar una explosión como se puede apreciar en la Figura 1.2, también la exposición al sol en un tiempo alargado puede provocar una explosión, debido a que los tanques de gas no se diseñan para soportar una temperatura mayor a 54 (°C), también es importante tomar en consideración que un tanque de acetileno debe permanecer en forma vertical por lo menos 12 horas antes de que se vaya a usar, y como última norma de seguridad, si se desea trasladar de un lugar a otro, los cilindros tienen que asentarse sobre una cesta, plataforma o transporte adecuado y siempre con las válvulas cerradas y tapadas con el respectivo capuchón de seguridad y sus cadenas de sujeción como se observa en la Figura 1.1, [2].



Figura 1.1 Plataforma de transporte para los recipientes de gases, [1]



Figura 1.2 Contacto de grasa o aceite con el cilindro de acetileno, [4]

EQUIPOS DE PARA GASES INDUSTRIALES

Los equipos necesarios para el diseño y análisis de una central de gases para soldadura oxiacetilénica son elementos que, agrupados, permiten el flujo del acetileno y oxígeno, donde los gases se mezclan en el interior de la tubería, para ello se requiere que el flujo de la mezcla sea constante y sin perturbaciones, ya que la salida de los gases depende de la condición de flujo de la tubería que va desde la central de gases hasta el puesto de trabajo.

En cuanto a los equipos que se necesitan para el desarrollo del diseño y análisis de una central de gases para soldadura oxiacetilénica, esto es, las partes o elementos que son esenciales para el buen funcionamiento de los tanques, ya que de estas partes adicionales depende el flujo de los gases a través de la tubería, como se aprecia en la Figura 1.3, que muestra los equipos o elementos principales que van conjuntamente acoplados con los tanques, [1].

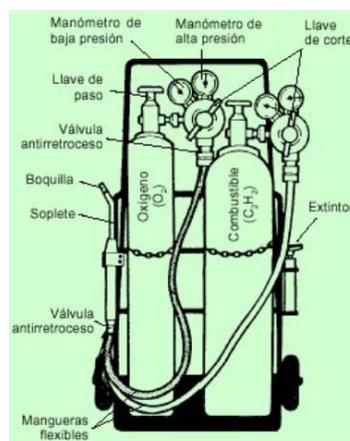


Figura 1.3 Elementos principales de una central de gases, [1]

CONTENEDORES DE OXÍGENO Y ACETILENO

Los cilindros o tanques con los gases, elementos principales de la central de gases, cuyo cilindro o tanque de oxígeno es un contenedor echo de acero especial, verdes o azules, y tienen una resistencia a la tracción de 50 (kg/mm²). Estos contenedores están fabricados en una pieza, pero no deben llevar un cordón de soldadura encima, ya que soportan grandes presiones, por ende, su peso es de unos 58 (kg) y su válvula está equipada de un disco de seguridad, como se muestra en la Figura 1.4.

Además, la capacidad del contenedor de oxígeno es de 40 a 50 (l), con una presión de 150 a 200 (kg/cm²), pero si es necesario el gas del cilindro en un instante deseado se puede calcular multiplicando su capacidad por la presión a la que este en dicho instante, [6].

Para describir el recipiente o tanque de acetileno, como el del oxígeno, está construido de acero especial, pero en su interior se localiza una masa porosa, que ocupa el 80 % del volumen del tanque aproximadamente, cuya masa se compone de fibras de asbesto, trozos de carbón vegetal, cenizas, tierra de infusorio y algunos otros componentes químicos, por ello, estos contenedores poseen en su interior, además de la masa porosa, acetona para disolver el acetileno. El contenedor de acetileno se puede visualizar en la Figura 1.4.



Figura 1.4 Recipientes de Oxígeno y Acetileno, [7]

REGULADOR DE PRESIÓN

Es un aparato mecánico de latón o bronce, usado para minimizar la presión alta de los gases que fluye a través de los cilindros y abastecer con presión constante mientras se ejecute el trabajo de soldadura oxiacetilénica [7].

El regulador o reductor de presión también es muy útil para conectar o alargar las mangueras, ayudando a que el gas viaje desde la central de gases hasta los puestos de trabajo, [9].

Agregando a lo anterior, el regulador se monta directamente en el tanque de gas y mantiene la presión de salida ajustando el nivel de abertura de la válvula y del flujo del gas, tal que cambiando el área de apertura de la presión de entrada varía la presión de salida, pero la presión que se consigue mediante la válvula encapsulada varía proporcionalmente, para mantener la presión constante independiente del contenido que reste en el contenedor, así como del gas consumido, [10].

Al abrir o cerrar la válvula encapsulada, se mueve accionando un balance de fuerzas en el sistema de acordeón o diafragma del regulador, pero idealmente todas las fuerzas creadas por efecto de la presión interna y las que se originan al comprimirse el resorte se ponen en equilibrio, por ende, la válvula encapsulada admite que pase solo la cantidad adecuada de gas, otorgando un flujo de gas fijo y constante, por otro lado, todas las condiciones de presión y caudal oscilan, y la regulación de la abertura.

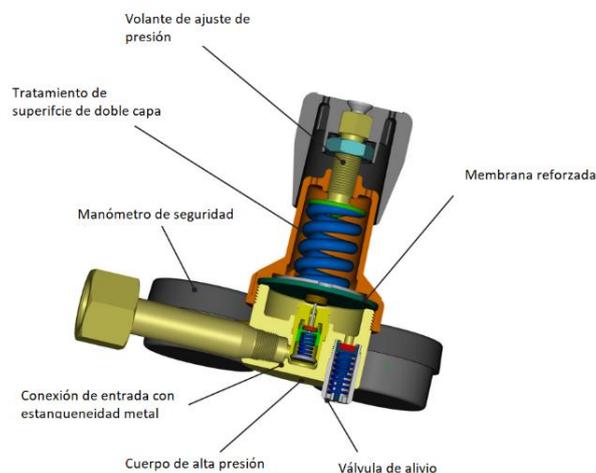


Figura 1.5 Regulador de presión de gas, [11]

MANÓMETRO DE PRESIÓN

Por lo general, los manómetros en los contenedores de gas se clasifican según el tipo de gas que almacenan y dependiendo de la presión de trabajo, por ello los manómetros para el oxígeno vienen graduados en base a la presión de servicio, ya que los de alta presión están de 0 a 4000 (lbs/pulg²) o también de 0 a 300 (kg/cm²), y los de baja presión están graduados de 0 a 200 (lbs/pulg²) o de 0 a 30 (kg/cm²), mientras que los manómetros para el acetileno para alta presión están graduados de 0 a 500 (lbs/pulg²) o de 0 a 30 (kg/cm²). En tanto, los de baja presión están graduados de 0 a 30 (lbs/pulg²) o también de 0 a 5 (kg/cm²), [6]. Con el propósito de dar facilidad de entendimiento en las unidades la conversión se tiene que: 1 (lbs/pulg²) es aproximadamente igual a 0,07 (kg/cm²).

Además, en los manómetros de presión baja existe un área de zona roja, la cual indica el valor que la presión no debe pasar con el fin de dar protección al equipo, sin embargo, los manómetros están diseñados de tal forma que un resorte tubular se estira por debajo de la presión del gas que ingresa, y transmite el movimiento o lo que estira la aguja, a través de un pequeño engranaje o palanca, cuya magnitud de movimiento varía según el valor del estiramiento correspondiente a una presión definida tal y como se puede observar en la Figura 1.6, donde se muestra que el gas ingresa por el tubo de presión y esta hace que el tubo proceda a , y con ello ocupar una posición en la línea de puntos como se observa en la Figura 1.6, de esa forma se obtiene que a mayor presión del gas mayor será lo que enderece la aguja, [11].

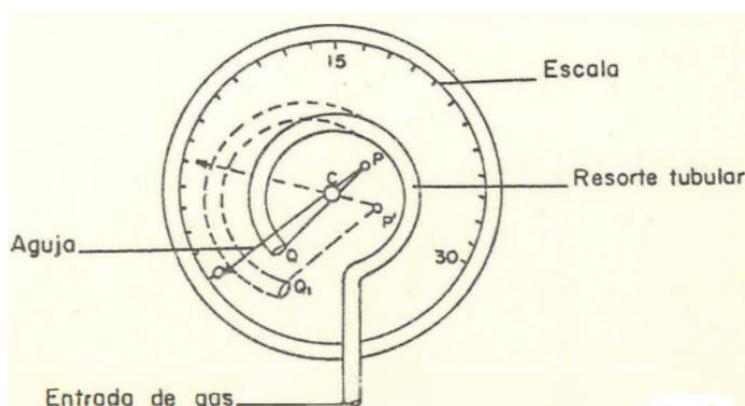


Figura 1.6 Manómetro de presión para tanque de gas industrial, [7]

VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN

En un cilindro de gas, la válvula reguladora de presión ayuda a ajustar la presión de trabajo, esta presión se regula al hacer girar la válvula que trabaja como actuador en el sentido de las manecillas del reloj, de tal forma la válvula de presión se colocará a la entrada y salida del gas, si en el trabajo de soldadura existiese un distanciamiento entre la estación de gas y el puesto de trabajo, por ello, la importancia de esta válvula en impedir o permitir del flujo del gas, tal y como se puede apreciar en la Figura 1.7, donde se encuentra acoplada junto con la válvula de seguridad al sistema de una válvula reductora, [10].

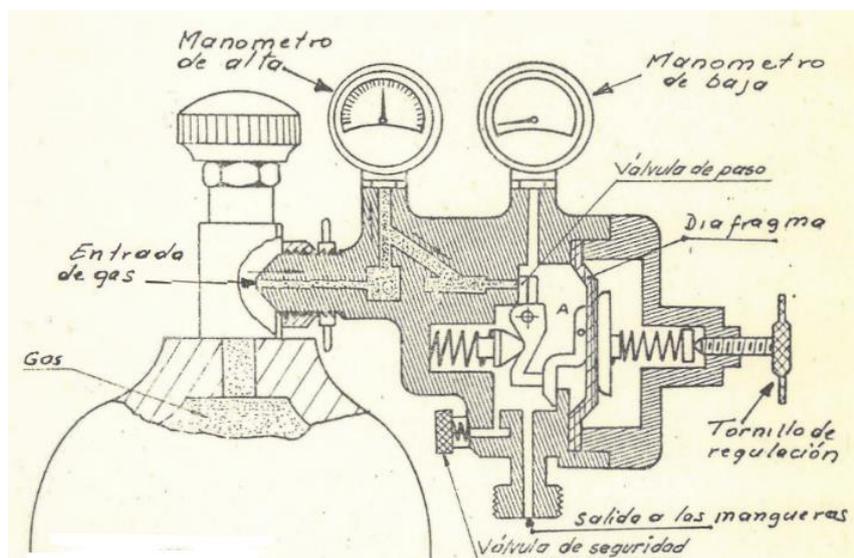


Figura 1.7 Regulador de presión en el sistema de Válvula Reductora, [6]

ACOPLE DE MANGUERA Y VÁLVULA DE SEGURIDAD

Los acoples de mangueras para tanques que contienen gases industriales deben cumplir con las normas; ISO 7289 y UNE-EN 561, que redactan normas acerca de los acoplamientos de acción rápida con válvulas de cierre para procesos de soldadura corte, y afines que usan los equipos de soldadura a gas, por ende, los acoples para las mangueras óptimos son aquellos que se distinguen por su robustez y resistencia, los cuales están compuestos por el vástago y la carcasa, [8].

La carcasa se monta luego de la fuente de alimentación, con la misma dirección del flujo del gas, equipado por un bloqueo de gas que funciona de forma

automática y que se encarga de evitar el escape de gas cuando el acoplamiento se encuentre desconectado, mientras que el vástago al ser introducido en la carcasa del acoplamiento obstruye la zona del manguito, juntando herméticamente los componentes antes que el vástago haga presión en el bloqueo, evitando así que el gas ingrese al conector del acoplamiento, [8].

Por requerimientos de las normas ISO 7289 y UNE-EN 561, el manguito de cierre del acople alcanza la medida de 4 (ml), debido a que este debe ser robusto y resistente, ya que la norma ISO 7289 establece que el acoplamiento debe soportar de manera óptima al menos 1000 ciclos de uso, [8].

De la misma manera, según la norma UNE-EN 561, el vástago tiene que ser de una dureza mínima de 270 (HV10) con el objetivo de dar protección a la junta de estanqueidad que se ubica entre el vástago y acoplamiento, por ello, el material adecuado para cumplir con la norma es el acero inoxidable que protege y minimiza el desgaste en el mismo, así como de la válvula anti retroceso de gas o también conocida como la válvula de seguridad que va en el interior del acoplamiento que cumple con impedir con el escape del gas, [9], como se aprecia en la Figura 1.8.



Figura 1.8 Acoplamientos para mangueras de gas, [9]

En cuanto la válvula de seguridad permite la salida del gas automáticamente cuando esté en un nivel de presión mayor al nivel máximo permisible por el manómetro, [6].

Los equipos industriales usados en soldadura oxicorte, y calentamiento deben tener mantenimiento apropiado de salubridad y seguridad para dar un desempeño óptimo en los trabajos que se pretendan utilizar, ya que los trabajos con oxi-combustible pueden desarrollar accidentes por los retrocesos de llama, aunque no son frecuentes pueden afectar la salud del operario y daños en los materiales, por ello la válvula de seguridad ofrece protección ante posibles retrocesos o retornos de llama, [11], como se menciona a continuación:

Retroceso de llama explosivo: es cuando existe auto combustión de manera súbita, esto se presenta como; una entrada de oxígeno en el circuito de gas, el gas llega a su temperatura de auto ignición y si existe una reacción en cadena de auto combustión.

Retrocesos de flujo: donde el oxígeno es empujado hacia dentro de la manguera de gas y viceversa.

Retroceso de llama sostenido: que es la quema continua de la llama ubicada dentro del soplete, que por lo general es en el mezclador o inyector, haciendo que la llama viaje hasta llegar a los reguladores.

Las válvulas de seguridad para gases se identifican por colores según el tipo de gases, así se suele tener seguridad el azul es para el oxígeno, mientras que el rojo es para el acetileno, como se representa en la Figura 1.9, [10].



Figura 1.9 Válvulas de seguridad de Oxígeno y Acetileno, [10]

2 METODOLOGÍA

Para desarrollar una central de gases de soldadura oxiacetilénica para el Centro de Perfeccionamiento en el Uso de Refrigerantes de la Escuela Politécnica Nacional, se efectúa un trabajo de investigación sobre las normas y estándares de seguridad de los equipos utilizados en soldadura oxiacetilénica, que indican los requerimientos necesarios para que el diseño de la central de gases sea el adecuado.

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó una investigación proyectiva, que según Hurtado hace referencia a la solución de un problema ya definido, donde se manifiesta opciones a un cambio, para ello se requiere de una investigación previa de la problemática que se quiere dar solución.

Este trabajo se orienta a diseñar una central de gases para soldadura oxiacetilénica, de forma que la información pertinente para el diseño de una central de gases es estudiar donde se desea realizarla, por ende, se solicita la intervención personal para tomar las medidas y revisar el área donde se ubicara la central de gases, así como los puestos de trabajo de soldadura oxiacetilénica.

Tras concluir el proceso de revisión del sitio donde se desea realizar el diseño, se calculan los parámetros de trabajo como presión y consumo necesarios para el buen funcionamiento de los puestos de trabajo de soldadura oxiacetilénica.

Una vez que obtenidos los resultados de los parámetros que demuestran un excelente trabajo realizado desde los puestos de trabajo, se continua con el diseño estructural de la central de gases, la cual consiste en el diseño de la caseta de gases, donde se ubicaran los contenedores o tanques de gases y de la tubería que transporta los gases desde la central hasta los puestos de trabajo ya designados en el área de análisis.

Finalmente, el estudio completo sobre el diseño de la central de gases se realiza con el desarrollo de los planos idóneos, que deben contener la estructura completa con su respectivo manual de correcto uso, además del estudio de costos de los materiales, o elementos necesarios para una futura implementación para un mejor entendimiento en la Figura 2.1.

DISEÑO DE UNA CENTRAL DE GASES PAAR SOLDADURA OXIACETILÉNICA

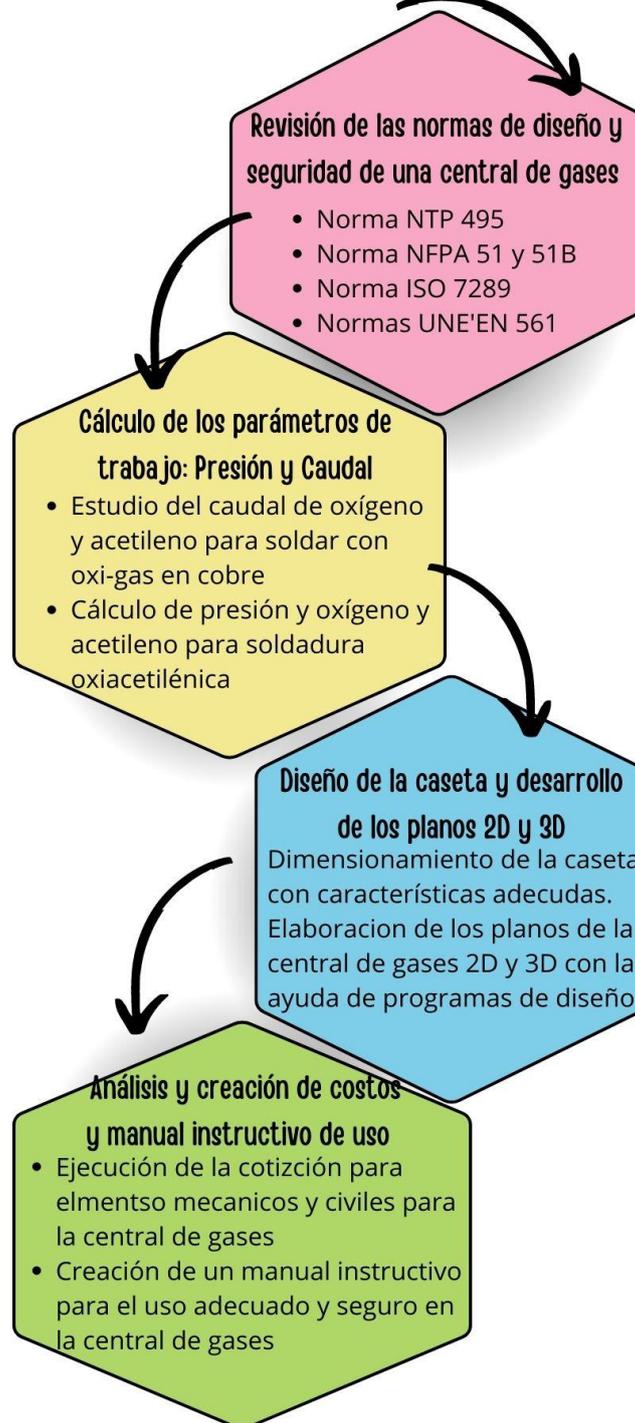


Figura 2.1 Resumen de la Metodología a usar en el Proyecto.

2.1 CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE TRABAJO PARA UNA SOLDADURA OXIACETILÉNICA

Para obtener los valores correspondientes a las cantidades y valores de consumo y potencia que se requiere del fluido o gas circulante por la tubería, al trabajar con soldadura oxiacetilénica se debe realizar un estudio y análisis acerca del diseño de la tubería por la que fluirá el gas para que se trabaje la soldadura oxiacetilénica, ya que esta soldadura depende del consumo y de la presión que se pierde por la distancia y de la tubería que conduce el fluido, por ende, se realizará el cálculo de por caída de presión de cada gas por separado.

Para el cálculo de la caída de presión para cada fluido se hace según las características de trabajo que cada gas requiere para que se realice dicho trabajo, pero también se debe tomar en cuenta las características de la tubería por la que el fluido debe movilizarse, ya que para el caso del oxígeno (O₂) la tubería se dimensiona de cobre, y para el acetileno (C₂H₂), esta tiene que ser de acero inoxidable, de tal forma que las propiedades y características de cada uno son particulares, así como se puede apreciar en la tabla 2.1 que se ve a continuación.

Tabla 2.1 Características de los gases para la soldadura Oxiacetilénica

Variable	Unidades	Valor
Gravedad	m/s ²	9,81
Densidad O ₂	kg/m ³	1,429
Densidad C ₂ H ₂	kg/m ³	1,11
Viscosidad O ₂	kg/m*s	20,35* 10 ⁻⁶
Viscosidad C ₂ H ₂	kg/m*s	11* 10 ⁻⁶
Presión Trabajo O ₂	Pa	662,816
Presión Trabajo C ₂ H ₂	Pa	0,5
Rugosidad de tubería O ₂	m	1,5* 10 ⁻⁶
Rugosidad de tubería C ₂ H ₂	m	2* 10 ⁻⁶

En el cálculo de la caída de presión que se produce desde la salida de la central de gases hasta el puesto de trabajo de esta, es indispensable considerar la

trayectoria y distancia por la que pasa, para ello se la ha dividido en tramos, tal como se representa en la Figura 2.2, donde se muestra la trayectoria entre la central de gases y los puestos de trabajo y la división de los tramos con la longitud de cada uno, para ello en la tabla 2.2 que se ubica posterior a la Figura 2.2.

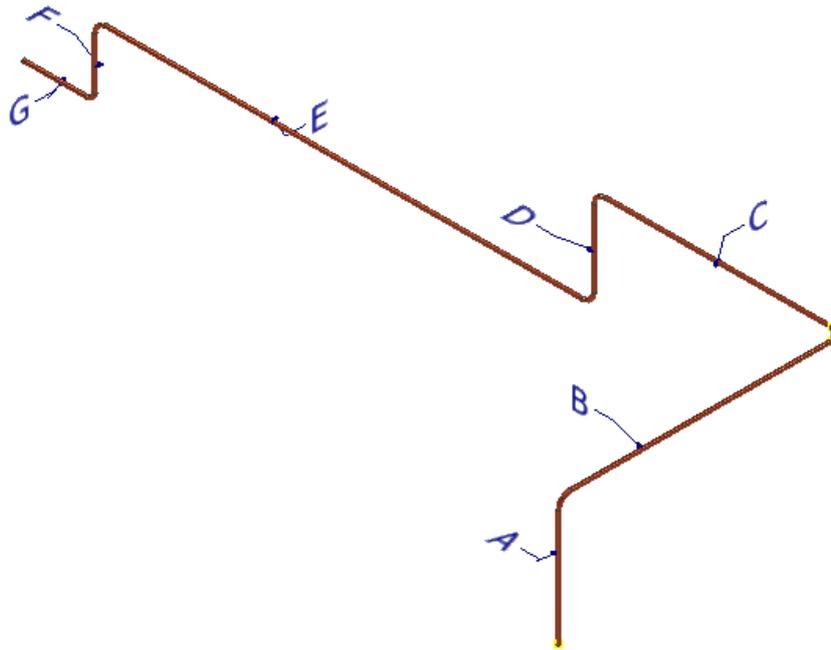


Figura 2.2 Trayectoria de la tubería por la que debe circular el gas

Tabla 2.2 Longitud que posee cada tramo de la tubería

Tramo	Longitud (m)
A	1
B	5,55
C	4,6
D	2,5
E	12,47
F	1,5
G	1,5

En el dimensionamiento de la tubería por la cual se trasportarán los gases O_2 y C_2H_2 , se tomó en cuenta los aportes de McCabe en su documento (Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4° Ed. McGraw-Hill, 1991), en el cual menciona

que la velocidad recomendada para un gas en una tubería debe ser de un valor entre $9 \frac{m}{s}$ y $30 \frac{m}{s}$, [10]. Por tal motivo tomando como consideración el rango recomendado para la velocidad del gas se promedió este rango obteniendo así un valor de velocidad de $19,5 \frac{m}{s}$. Pero de la misma forma se tomó en cuenta a Sánchez Edgar quien resalta en su tesis (Sistema de conducción de gases de un hospital de 120 camas situado en la región costa que pertenece al Ministerio de salud Pública del Ecuador) que la velocidad máxima con la que se debe diseñar una tubería que transporta un gas es de $15 \frac{m}{s}$, [14]. Por tal motivo en este diseño se efectuó una velocidad promediada entre los dos valores adecuados según las referencias ya mencionadas con anterioridad, obteniendo así un valor de velocidad con al que trabajan los gases de $17,25 \frac{m}{s}$, siendo esta la velocidad usada en los cálculos para el dimensionamiento de la tubería de la central de gases.

Para conocer el diámetro de la tubería es adecuado para su diseño, primero se calcula el número de Reynolds, que es adimensional y se lo halla con su ecuación, la que se muestra en la Ecuación 2.1, que se empleará para obtener el número de Reynolds, cuyo valor determina si el flujo del gas es laminar, transicional o turbulento, ya que el tipo de flujo depende de ese valor, así como se observa en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Tipo de flujo según el Reynolds que posee

Valores de Reynolds	Tipo de Flujo
Re < 2300	Laminar
2300 < Re < 4600	Transicional
Re > 4600	Turbulento

$$Re = \frac{\rho * \bar{v} * D}{\mu}$$

Ecuación 2.1. Reynolds para ver el tipo de flujo del gas, [15]

Donde:

Re: Número de Reynolds

ρ : Densidad del fluido (kg/m³)

\bar{v} : Velocidad promedio (m/s)

D: Diámetro de la tubería (m)

μ : Viscosidad del fluido (kg/m*s)

En la soldadura oxiacetilénica se requiere que el flujo de gases oxígeno y acetileno circulen hacia los puestos de trabajo desde la central de gases, con un flujo constante y sin perturbaciones, para ello en el cálculo del número de Reynolds se realiza el análisis con la ayuda del diagrama de Moody y de las ecuaciones específicas para cada flujo, debido a que luego de encontrar el número de Reynolds se debe determinar el factor de fricción que según el libro de Cengel "Mecánica de fluidos fundamentos y aplicaciones", [13]. Las ecuaciones difieren al analizar el tipo de flujo que existe según el número de Reynolds, para ello se muestran en el que se muestra a continuación en las Ecuaciones 2.2 y 2.3.

$$f = \frac{64}{Re}$$

Ecuación 2.2 Factor de Fricción para flujo laminar, [15]

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon/\emptyset}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

Ecuación 2.3 Ecuación de Colebrook para flujo turbulento, [15]

Donde:

f: Factor de fricción para flujo laminar

Re: Número de Reynolds

\emptyset : Diámetro de la tubería

ε : Rugosidad de la tubería

$\frac{\varepsilon}{\emptyset}$: Rugosidad relativa

En la ecuación para flujo turbulento se aprecia que se requiere del valor de la rugosidad relativa, para ello el libro de Cengel “Mecánica de fluidos fundamentos y aplicaciones”, en su diagrama de Moody, muestra los valores de rugosidad de cada material, ya que la rugosidad de la tubería depende del material que se use, tal y como se puede ver en la Tabla 2.4 a continuación.

Tabla 2.4 Rugosidad del material para la tubería

Material	Rugosidad (ϵ)	
	ft	mm
Vidrio, plástico	0	0
Concreto	0,003-0,03	0,9-9
Duela de madera	0,0016	0,5
Hule, alisado	0,000033	0,01
Tubería de cobre o latón	0,000005	0,0015
Hierro fundido	0,00085	0,26
Hierro galvanizado	0,0005	0,15
Hierro pudelado	0,00015	0,046
Acero inoxidable	0,000007	0,002
Acero comercial	0,00015	0,045

Con la Tabla 2.4 presentada anteriormente se puede calcular la viscosidad relativa, que será un valor importante si el flujo no lamina según el número de Reynolds, para ello este valor se usa la Ecuación 2.4 que se muestra a continuación, pero la viscosidad relativa al ser un numero adimensional la rugosidad del material y el diámetro de la tubería deben poseer las mismas unidades de medida, así como se aprecia.

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{\text{Rugosidad del material en milímetros}}{\text{Diametro de la tubería en milímetros}}$$

Ecuación 2.4. Viscosidad relativa [15]

El factor de fricción se puede obtener mediante el diagrama de Moody, el cual nos permite determinar el valor de fricción sin importar si el flujo es laminar o turbulento, por ende, el diagrama de Moody extraído del libro de Cengel “Mecánica de fluidos fundamentos y aplicaciones”, [15]. Y se usa para obtener el

valor de fricción del fluido según el material de la tubería, este diagrama se aprecia en la Figura 2.3, con el que gracias a una apreciación cercana a la exactitud se obtiene el valor del factor de fracción.

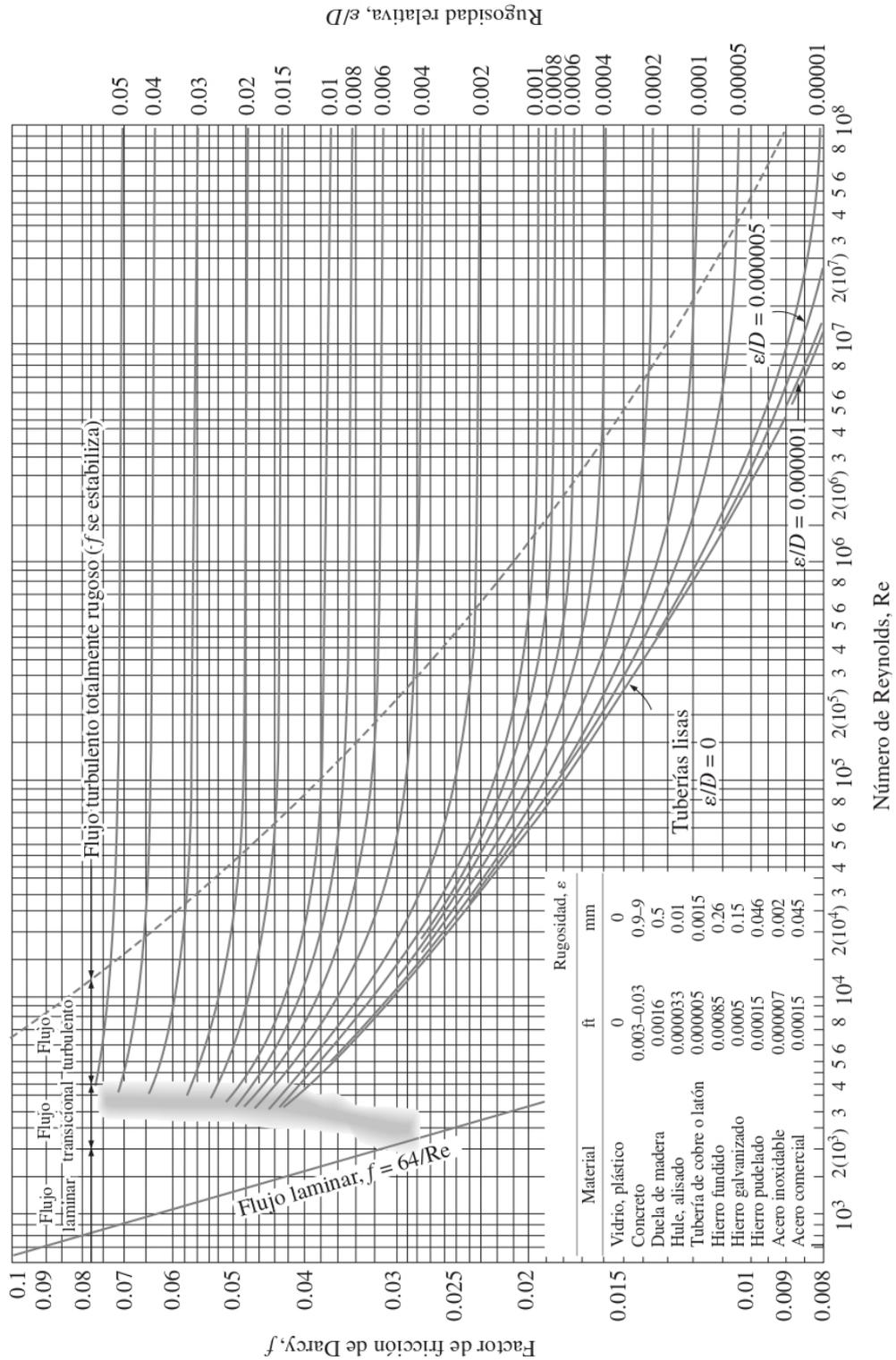


Figura 2.3 Diagrama de Moody, [15]

Luego de obtener el factor de fricción con la ecuación que concierne al tipo de flujo, se efectúa el cálculo del coeficiente de cargas, el cual nos ayuda para identificar el valor de las pérdidas de energía por carga, este se puede obtener mediante la Ecuación 2.4 que se puede apreciar a continuación.

$$hL = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g}$$

Ecuación 2.4. Fórmula para encontrar el coeficiente de pérdidas de energía por carga, [15]

Donde:

hL: Coeficiente de pérdidas de energía (m)

L: Longitud de la tubería (m)

D: Diámetro de la tubería (m)

g: gravedad terrestre (m/s²)

v: Velocidad del gas o fluido (m/s)

Para finalizar con el diseño de la central de gases para soldadura oxiacetilénica, continuamos analizando la caída de presión de la distancia entre la central de gases y los puestos de trabajo, como se utiliza la Ecuación 2.5, visualizada después.

$$\Delta PL = hL * \rho * g$$

Ecuación 2.5. Caída de Presión de un gas, [15]

Donde:

ΔPL : variación de Presión (Pa)

hL: pérdidas mayores (m)

ρ : densidad del fluido (kg/m³)

g: gravedad terrestre (m/s²)

A continuación, se presentan los datos obtenidos en un trabajo con soldadura oxiacetilénica, para calcular la caída presión de cada fluido en toda la longitud

de la tubería en el trayecto de la central de gases hasta los puestos de trabajo de soldadura oxiacetilénica.

A manera de ejemplo se realiza el cálculo de una caída de presión para el oxígeno y para el acetileno, se utilizó un diámetro de tubería comercial de ¼" analizando en el tramo A, con los respectivos datos los datos de cada fluido y las ecuaciones ya mostradas anteriormente, dicho análisis se puede visualizar a continuación:

ANÁLISIS DE CÁLCULO DE LA CAÍDA DE PRESIÓN PARA EL PRIMER TRAMO

Primero se evaluó la conversión de la medida del diámetro de pulgadas a metros usando el factor de conversión que establece que; 1" = 25,4 (mm) = 0,0254 (m)

De esa forma tenemos que el valor del diámetro de la tubería para el cálculo es:

Diámetro de la tubería en metros

$$D = 0,00635 \text{ (m)},$$

Una vez obtenido el diámetro de la tubería en metros, a continuación se procede al cálculo del número de Reynolds que indica el tipo de flujo que tiene el gas al transitar por la tubería, para ello se usa el valor de la velocidad máxima que debe tener un gas dentro de una tubería, cuyo valor es de $17,25 \frac{m}{s}$, para este diseño se toma en consideración el punto más crítico que se puede someter el gas en la tubería, con ello gracias a la Ecuación 2.1, se procede a determinar el número de Reynolds, tal y como se puede apreciar a continuación. Para el cálculo es encontrar el factor de fricción f y el valor de la \bar{v} y v , de cada fluido, con la que debe moverse el gas dentro de la tubería, cuyos valores se conseguirán gracias a la Ecuación 2.2 y con el despeje de la Ecuación 2.1 respectivamente, cuyo valor se puede visualizar posteriormente.

Número de Reynolds del oxígeno

$$Re = \frac{\rho * \bar{v} * D}{\mu} = \frac{1,429 * 17,25 * 0,00635}{0,00002035} = 7691,85$$

Número de Reynolds del acetileno

$$Re = \frac{\rho * \bar{v} * D}{\mu} = \frac{1,11 * 17,25 * 0,00635}{0,000011} = 11053,33$$

El valor del número de Reynolds se calcula el valor de la viscosidad relativa según el dato de la rugosidad del material de la tubería, ya que el material para la tubería que transporta oxígeno es de cobre, y el de la tubería que transporta el acetileno es de acero inoxidable, por ende, el valor de la viscosidad relativa será diferente para cada fluido.

Viscosidad relativa del oxígeno con diámetro de ¼ de pulgada

Material: Cobre

Diámetro de la tubería: 0,00635 m

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0015 \text{ mm}}{6,35 \text{ mm}} = 0,000236$$

Viscosidad relativa del acetileno con diámetro de ¼ de pulgada

Material: Acero inoxidable

Diámetro de la tubería: 0,00635 m

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,002 \text{ mm}}{6,35 \text{ mm}} = 0,000315$$

Ya calculado $\frac{\varepsilon}{D}$ correspondiente a cada gas, se evaluó el cálculo del factor de fricción utilizando el diagrama de Moody, pero debido a que el diagrama trabaja con el valor del número de Reynolds en escala logarítmica primero se procede a determinar el valor correspondiente del número de Reynolds se coloca como referencia en el diagrama, para ello se realiza el siguiente cálculo que se muestra a continuación.

Número de Reynolds en escala logarítmica del oxígeno

$$\log_{10}(Re) = \log_{10}(7691,85) = 3,886 = 10^{3,886}$$

Número de Reynolds en escala logarítmica del acetileno

$$\log_{10}(Re) = \log_{10}(11053,33) = 4,043 = 10^{4,043}$$

Obtenidos los valores del número de Reynolds en escala logarítmica y el valor de la viscosidad relativa en el diagrama, se determina el valor de factor de fricción, como se aprecia en la figura 2.4, que marca el valor del factor de fricción del oxígeno y del acetileno respectivamente.

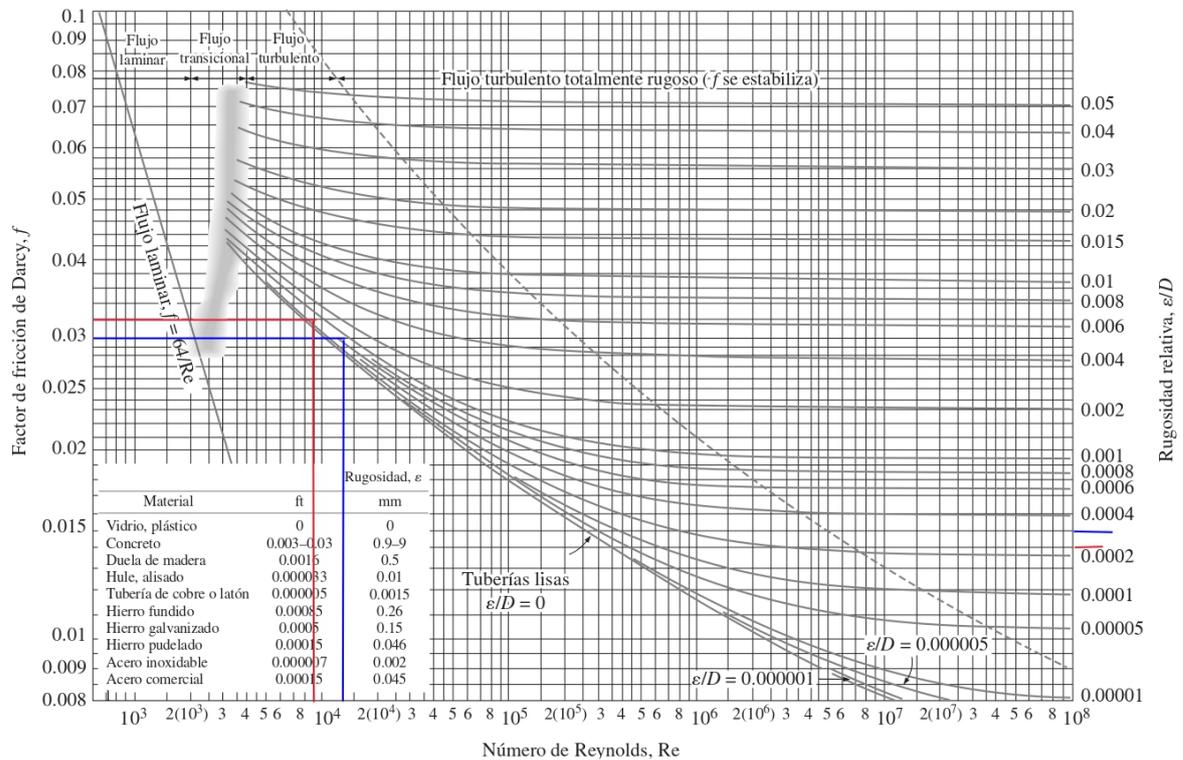


FIGURA A-12

El diagrama de Moody para el factor fricción para flujo totalmente desarrollado en tuberías circulares para usar en la relación de pérdida de carga $h_L = f \frac{L V^2}{D 2g}$. Los factores de fricción en el flujo turbulento se evalúan a partir de la ecuación de Colebrook $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$.

Figura 2.4. Factor de fricción usando el diagrama de Moody [15]

Como se aprecia en la figura 2.4, los valores del factor de fricción del oxígeno, así como del acetileno se encuentran marcados con el color rojo y azul respectivamente, determinando los siguientes valores:

Factor de fricción del oxígeno para el diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada

$$f = 0,032$$

Factor de fricción del acetileno para un diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada

$$f = 0,030$$

Tras hallar el factor de fricción continuamos determinando el coeficiente de pérdidas de energía por carga, que se realiza con la ecuación 2.4, encontrando así el valor de las pérdidas para cada fluido analizado.

Coeficiente de pérdidas de energía por carga del oxígeno

$$hL = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g} = 0,032 * \frac{1}{0,00635} * \frac{17,25^2}{2 * 9,81} = 76,428 \text{ (m)}$$

Coeficiente de pérdidas de energía por carga del acetileno

$$hL = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g} = 0,030 * \frac{1}{0,00635} * \frac{17,25^2}{2 * 9,81} = 71,652 \text{ (m)}$$

Finalmente, con la ecuación 2.5, se conduce con el valor de la caída de presión de cada gas, tal y como lo podemos ver a continuación:

$$\Delta P(O_2) = hL(O_2) * \rho * g = 76,428 * 1,429 * 9,81 = 1071,405 \text{ (Pa)}$$

$$\Delta P(C_2H_2) = hL(C_2H_2) * \rho * g = 71,652 * 1,11 * 9,81 = 780,226 \text{ (Pa)}$$

Pero este proceso se debe realizar para cada tramo de la tubería.

Ya que el objetivo de realizar el análisis de la caída de presión del fluido en cada tramo de la tubería ubicado desde la central de gases hasta el puesto de trabajo de soldadura oxiacetilénica, es porque se necesita evaluar la caída de presión que se genera en la transportación del flujo de los gases, debido a que en la soldadura oxiacetilénica existe un valor determinado de la presión de trabajo ideal que debe tener la salida de la mezcla de los gases para un trabajo de soldadura con cobre, para ello a continuación en la Tabla 2.3, donde se presenta el valor de la presión que la soldadura oxiacetilénica que debe caer a la salida para la ejecución del trabajo de soldar en cobre con el fin de estimar el mejor diámetro que la tubería requiere tener para un trabajo esperado por el operador.

Tabla 2.3. Presión de trabajo de gases en soldadura oxiacetilénica

Fluido	Presión de Trabajo		
	Gas	Bares (Ba)	Pascales (Pa)
Oxígeno		5	500000
Acetileno		0,5	50000

Tras establecer la presión de trabajo con la que se efectúa la soldadura oxiacetilénica, Sánchez Edgar en su tesis enfatiza que la caída de presión máxima que se toma como adecuada para una central de gases es de 0,2 al valor inicial, [15]. Considerando la todos los factores que implica la trayectoria de la tubería desde la central hasta los puestos de trabajo para soldadura oxiacetilénica.

Luego, se puede visualizar la Tabla 2.4, donde se observan los valores de la presión y pérdidas de energía usando diámetros de tubería comerciales para oxígeno (O₂), y la Tabla 2.5, que nos indica los valores para acetileno (C₂H₂), como se ve después.

Tabla 2.4 Pérdidas primaria y por caída de presión en el uso industrial del gas Oxígeno (O₂)

Tramo A								
D (pulg)	D (m)	Re	ϵ/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL	ΔP (Pa)
¼	0,00635	7691,85	0,000236	0,032	8,63	17,25	76,43	1071,41
⅜	0,009525	11537,77	0,000157	0,0258	8,63	17,25	41,08	575,88
½	0,0127	15383,69	0,000118	0,0252	8,63	17,25	30,09	421,87
¾	0,01905	23075,54	0,000079	0,023	8,63	17,25	18,31	256,69
Tramo B								
D (pulg)	D (m)	Re	ϵ/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL	ΔP (Pa)
¼	0,00635	7691,85	0,000236	0,032	8,63	17,25	424,18	5946,34
⅜	0,009525	11537,77	0,000157	0,0258	8,63	17,25	228,00	3196,16
½	0,0127	15383,69	0,000118	0,0252	8,63	17,25	167,02	2341,37
¾	0,01905	23075,54	0,000079	0,023	8,63	17,25	101,63	1424,64
Tramo C								
D (pulg)	D (m)	Re	ϵ/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
¼	0,00635	7691,85	0,000236	0,032	8,63	17,25	351,57	4928,50
⅜	0,009525	11537,77	0,000157	0,0258	8,63	17,25	188,97	2649,07
½	0,0127	15383,69	0,000118	0,0252	8,63	17,25	138,43	1940,60
¾	0,01905	23075,54	0,000079	0,023	8,63	17,25	84,23	1180,79
Tramo D								
D (pulg)	D (m)	Re	ϵ/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
¼	0,00635	7691,85	0,000236	0,032	17,25	17,25	191,07	2678,53

$\frac{3}{8}$	0,009525	11537,77	0,000157	0,0258	17,25	17,25	102,70	1439,71
$\frac{1}{2}$	0,0127	15383,69	0,000118	0,0252	17,25	17,25	75,23	1054,67
$\frac{3}{4}$	0,01905	23075,54	0,000079	0,023	17,25	17,25	45,78	641,73
Tramo E								
D (pulg)	D (m)	Re	ϵ/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
$\frac{1}{4}$	0,00635	7691,85	0,000236	0,032	17,25	17,25	953,06	13360,51
$\frac{3}{8}$	0,009525	11537,77	0,000157	0,0258	17,25	17,25	512,27	7181,28
$\frac{1}{2}$	0,0127	15383,69	0,000118	0,0252	17,25	17,25	375,27	5260,70
$\frac{3}{4}$	0,01905	23075,54	0,000079	0,023	17,25	17,25	228,34	3200,96
Tramo F								
D (pulg)	D (m)	Re	ϵ/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
$\frac{1}{4}$	0,00635	7691,85	0,000236	0,032	8,63	17,25	114,64	1607,12
$\frac{3}{8}$	0,009525	11537,77	0,000157	0,0258	8,63	17,25	61,62	863,83
$\frac{1}{2}$	0,0127	15383,69	0,000118	0,0252	8,63	17,25	45,14	632,80
$\frac{3}{4}$	0,01905	23075,54	0,000079	0,023	8,63	17,25	27,47	385,04
Tramo G								
D (pulg)	D (m)	Re	ϵ/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
$\frac{1}{4}$	0,00635	7691,85	0,000236	0,032	8,63	17,25	114,64	1607,12
$\frac{3}{8}$	0,009525	11537,77	0,000157	0,0258	8,63	17,25	61,62	863,83
$\frac{1}{2}$	0,0127	15383,69	0,000118	0,0252	8,63	17,25	45,14	632,80
$\frac{3}{4}$	0,01905	23075,54	0,000079	0,023	8,63	17,25	27,47	385,04

Tabla 2.5 Pérdidas primaria y por caída de presión en el uso industrial del gas Acetileno (C_2H_2)

Tramo A								
D (pulg)	D (m)	Re	ϵ/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
$\frac{1}{4}$	0,00635	11053,33	0,000315	0,03	8,63	17,25	71,65	780,22
$\frac{3}{8}$	0,009525	16579,99	0,000210	0,026	8,63	17,25	41,40	450,80
$\frac{1}{2}$	0,0127	22106,66	0,000157	0,0245	8,63	17,25	29,26	318,59
$\frac{3}{4}$	0,01905	33159,99	0,000105	0,022	8,63	17,25	17,51	190,72
Tramo B								
D (pulg)	D (m)	Re	ϵ/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
$\frac{1}{4}$	0,00635	11053,33	0,000315	0,03	8,63	17,25	397,67	5574,69
$\frac{3}{8}$	0,009525	16579,99	0,000210	0,026	8,63	17,25	229,76	3220,93
$\frac{1}{2}$	0,0127	22106,66	0,000157	0,0245	8,63	17,25	162,38	2276,33

¾	0,01905	33159,99	0,000105	0,022	8,63	17,25	97,21	1362,70
Tramo C								
D (pulg)	D (m)	Re	ε/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
¼	0,00635	11053,33	0,000315	0,03	8,63	17,25	329,60	4620,47
⅜	0,009525	16579,99	0,000210	0,026	8,63	17,25	190,43	2669,60
½	0,0127	22106,66	0,000157	0,0245	8,63	17,25	134,59	1886,69
¾	0,01905	33159,99	0,000105	0,022	8,63	17,25	80,57	1129,45
Tramo D								
D (pulg)	D (m)	Re	ε/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
¼	0,00635	11053,33	0,000315	0,03	8,63	17,25	179,13	2511,12
⅜	0,009525	16579,99	0,000210	0,026	8,63	17,25	103,50	1450,87
½	0,0127	22106,66	0,000157	0,0245	8,63	17,25	73,14	1025,38
¾	0,01905	33159,99	0,000105	0,022	8,63	17,25	43,79	613,83
Tramo E								
D (pulg)	D (m)	Re	ε/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
¼	0,00635	11053,33	0,000315	0,03	8,63	17,25	893,50	12525,48
⅜	0,009525	16579,99	0,000210	0,026	8,63	17,25	516,24	7236,94
½	0,0127	22106,66	0,000157	0,0245	8,63	17,25	364,84	5114,57
¾	0,01905	33159,99	0,000105	0,022	8,63	17,25	218,41	3061,78
Tramo F								
D (pulg)	D (m)	Re	ε/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
¼	0,00635	11053,33	0,000315	0,03	8,63	17,25	107,48	1506,67
⅜	0,009525	16579,99	0,000210	0,026	8,63	17,25	62,10	870,52
½	0,0127	22106,66	0,000157	0,0245	8,63	17,25	43,89	615,23
¾	0,01905	33159,99	0,000105	0,022	8,63	17,25	26,27	368,30
Tramo G								
D (pulg)	D (m)	Re	ε/D	f	Vprom (m/s)	V (m/s)	hL (m)	ΔP (Pa)
¼	0,00635	11053,33	0,000315	0,03	8,63	17,25	107,48	1506,67
⅜	0,009525	16579,99	0,000210	0,026	8,63	17,25	62,10	870,52
½	0,0127	22106,66	0,000157	0,0245	8,63	17,25	43,89	615,23
¾	0,01905	33159,99	0,000105	0,022	8,63	17,25	26,27	368,30

Luego de haber realizado el análisis en cada tramo de la tubería acerca de la caída de presión que se ejerce en cada tramo, y revisados los valores de la caída

de presión que se produce con cada diámetro comercial de la tubería que necesita cada gas, se determinó que cualquiera de estos diámetros ayudaría a que la presión de trabajo sea de un valor aceptable para una soldadura con cobre tal y como se puede ver en la Tabla 2.6 y 2.7, para el gas oxígeno (O₂) y Tabla 2.8 y 2.9 para el gas acetileno (C₂H₂), provistas seguidamente, en las cuales se muestra el total de la caída presión del fluido con su respectivo diámetro de tubería cuyo valor total es aquel que cae en el último tramo calculado desde la central de gases hasta llegar a los puestos de trabajo con las unidades que se requiere para el análisis de un diseño aceptable, ya que este puede ser medido en pascales (Pa) o en bares (Ba) según sea el requerimiento del trabajo a efectuar.

Tabla 2.6 Cálculo del Total de la Caída de Presión en cada tramo para oxígeno O₂

Cálculo del Total de la Caída de Presión para Oxígeno O ₂								
Diámetro de Tubería (pulg)	Caída de Presión (Pa)							Caída de Presión Total (Pa)
	Tramo A	Tramo B	Tramo C	Tramo D	Tramo E	Tramo F	Tramo G	
¼	1071,41	5946,34	4928,50	2678,53	13360,51	1607,12	1607,12	31199,53
⅜	575,88	3196,16	2649,07	1439,71	7181,28	863,83	863,83	16769,75
½	421,87	2341,37	1940,60	1054,67	5260,70	632,80	632,80	12284,82
¾	256,69	1424,64	1180,79	641,73	3200,96	385,04	385,04	7474,89

Tabla 2.7 Caída de presión del oxígeno (O₂)

GAS OXIGENO O ₂			
Diámetro (pulg)	Pa	kPa	Bar
¼	31199,53	31,200	0,3120
⅜	16769,75	16,770	0,1677
½	12284,82	12,285	0,1228
¾	7474,89	7,475	0,0747

Tabla 2.8 Cálculo de la caída de presión para cada tramo para acetileno (C₂H₂)

Cálculo del Total de la Caída de Presión para Acetileno C ₂ H ₂								
Diámetro de Tubería (pulg)	Caída de Presión (Pa)							Caída de Presión Total (Pa)
	Tramo A	Tramo B	Tramo C	Tramo D	Tramo E	Tramo F	Tramo G	
¼	780,22	5574,69	4620,47	2511,12	12525,48	1506,67	1506,67	29025,33
⅜	450,80	3220,93	2669,60	1450,87	7236,94	870,52	870,52	16770,19
½	318,59	2276,33	1886,69	1025,38	5114,57	615,23	615,23	11852,01
¾	190,72	1362,70	1129,45	613,83	3061,78	368,30	368,30	7095,08

Tabla 2.9 Caída de Presión del Acetileno (C₂H₂)

GAS ACETINELO C ₂ H ₂			
Diámetro (pulg)	Pa	kPa	Bar
¼	29025,33	29,025	0,2903
⅜	16770,19	16,770	0,1677
½	11852,01	11,852	0,1185
¾	7095,08	7,095	0,0710

Con estos datos calculados y obtenidos para este diseño de una central de gases para una soldadura óptima se eligió el diámetro con valor de ½”, ya que nos ofrece una caída de presión aceptable de 0,2 y además es debido a que su costo en el mercado comercial de tubería para gases es más económico.

2.2 DISEÑO DE LA CENTRAL DE GASES SEGÚN LOS PARÁMETROS DIMENSIONADOS

En el dimensionamiento de la caseta respectiva de la central de gases, donde se ubicarán los tanques de oxígeno y acetileno, se partió porque los tanques industriales de oxígeno y acetileno deben estar en un ambiente fresco, por ello, en el diseño de la caseta las paredes laterales, así como la puerta deben de malla para que exista ventilación en la caseta por si existiera una fuga de gas industrial.

La caseta de la central de gases debe diseñarse, así que esta se divide por la mitad en su interior con una pared de bloque, que sirve para evitar el contacto entre los gases produciendo una explosión en el área.

Para la caseta de la central de gases se dimensiona bajo los criterios de diseño de las normas NFPA, donde indica que este lugar debe estar ventilado, por ende, posee 2,10 (m) de altura, 1,50 (m) de ancho y 0,6 (m) de profundidad, además poseerá el techo de estructura metálica, y la mitad superior de la puerta principal para acceder a los tanques de oxígeno y acetileno se dimensiona con malla, para que la central de gases permanezca con ventilación perpetua.

Para el diseño de la central de gases para soldadura oxiacetilénica se debe considerar con mucha importancia la norma NFPA 51, encargada en la reducción de incendios y explosiones, cuyos factores se causan en operaciones con presencia del oxígeno y del gas combustible. La norma NFPA 51 trata de una guía sobre el almacenamiento de tanques, colectores y tuberías de los sistemas y equipos de protección que se ocupan en trabajos de soldadura oxiacetilénica.

En el diseño de una central de gases para soldadura oxiacetilénica se presenta la responsabilidad de prevenir accidentes provocados por incendios o explosiones al operar equipos en caliente, para ello la norma NFPA 51B se enfoca plenamente en sistemas y equipos que ofrecen la prevención de incendios durante operaciones de soldadura, de tal forma que la norma NFPA 51B está orientada al dimensionamiento de equipos de soldadura que cumplan los estándares de seguridad y criterios de diseño guiados a partir del cálculo de los parámetros de trabajo que la soldadura oxiacetilénica opera para soldar en cobre.

Para presentar el diseño de la central de gases para soldadura oxiacetilénica, en la sección de Anexos se aprecian los planos en 2D y 3D, para ello los planos se dimensionaron con ayuda de programas de diseño.

2.3 COTIZACIÓN PARA EL DISEÑO DE LA CENTRAL DE GASES PARA LOS PUESTOS DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA

Para la cotización correspondiente a los gastos que respecta a los materiales en su futura implementación del diseño de una central de gases para soldadura oxiacetilénica, se presenta a continuación dos cotizaciones, donde la primera

muestra la cotización de los elementos mecánicos correspondientes a la perspectiva de la mecánica que se requiere y la segunda es respecto a los elementos respectivos al criterio de lo civil, la cual tiene que ver con la construcción de la caseta de la central, por ende, a continuación, se puede ver las Tablas 2.1. y 2.2 correspondiente a cada tema del dimensionamiento.

Tabla 2.1. Cotización de los elementos bajo el criterio mecánico de construcción

Elemento	Costo Unitario (\$)		Cantidad	Costo Total (\$)
	SOL-OXI	SCC		
Tanque de oxígeno (O ₂)	350	-	1	350
Tanque de acetileno (C ₂ H ₂)	550	-	1	550
Tubería de ½" de cobre lavada para oxígeno con accesorios	-	12	40	480
Tubería de ½" de acero negro Cedula 20 lavada para acetileno con accesorios	-	10	40	400
Tubo colector de un cilindro para oxígeno	-	150	1	150
Tubo colector de un cilindro para acetileno	-	150	1	150
Válvulas de O ₂ y C ₂ H ₂ para tubos colectores	-	75	4	300
Vigas de amarre con cadena para 1 cilindro	-	30	2	60
Regulador profesional industrial para O ₂ -C ₂ H ₂	75 (O ₂) 90 (C ₂ H ₂)	300	2	232,5
Puesto de trabajo regulable para O ₂	-	350	2	700
Puesto de trabajo regulable para C ₂ H ₂	-	350	2	700
			TOTAL	4072,5

Tabla 2.2. Cotización de los elementos bajo el criterio civil de construcción

Elemento	Costo	Cantidad	Costo Total (\$)
	Unitario (\$)		
Excavación a mano	12	0,64 (m ³)	7,68
Contrapiso	30	1,60 (m ²)	48
Estructura metálica	5	40 (kg)	200
Mampostería bloque 10 (cm)	12	5,67 (m ²)	68,04

Loseta superior	250	0,16 (m ³)	40
Enlucido mamposterías	12	11,34 (m ²)	136,08
Masillado loseta	4	1,60 (m ²)	6,40
Puerta de malla	50	3,15 (m ²)	157,50
Pinturas	80	1,00 (GB)	80
		TOTAL	743,70

3 RESULTADOS

Finalizado el trabajo de diseño correspondiente a una central de gases para soldadura oxiacetilénica que gracias al estudio realizado en el tema de soldadura se obtuvo que la presión máxima de oxígeno y acetileno es de 5 (Ba) y de 0,5 (Ba) respectivamente, tal y como se puede apreciar en la Tabla 2.3, además de que el Caudal de los gases o fluidos debe poseer un flujo laminar, es decir, este debe ser sin perturbaciones, debido a que a partir de la central de gases los fluidos tienen la obligación de llegar hasta el puesto de trabajo sin presentar turbulencias en su salida.

Para ello en el cálculo y estudio de los parámetros de trabajo que se deben tomar en cuenta en el dimensionamiento de la central de gases para soldadura oxiacetilénica, se procedió suponer un valor aceptable para el número de Reynolds considerando el flujo que los gases deben transitar por la tubería correspondiente, ya que según el estudio efectuado acerca de soldadura oxiacetilénica en cobre el material de la tubería para cada gas debe ser según las características del fluido, con ello tenemos que la tubería para el Oxígeno puede que sea de cobre, mientras que la tubería para el Acetileno debe ser de un material diferente al cobre o sus aleaciones como es el material de Acero Inoxidable, por ende, de acuerdo a las características y análisis realizado se determinó que el diámetro que se requiere para que la soldadura oxiacetilénica se lleve a cabo de la manera esperada por el operador esta debe poseer un diámetro de 1/2", tal y como se pudo visualizar en los cálculos de las Tablas 2.4 y 2.5 para el respectivo gas o fluido.

Luego de precisar los parámetros de trabajo para el dimensionamiento de una central de gases de soldadura oxiacetilénica conforme se disponga de la distancia, presión y caudal que los gases necesitan para el trabajo de soldadura oxiacetilénica en cobre, se procedió con el dimensionamiento de los planos correspondientes para su posterior implementación, para ello tenemos los planos en 2D y 3D, los cuales se pueden apreciar en el Anexo III.

4 CONCLUSIONES

- Se llevo a cabo una revisión de las normas NFPA, en especial la NFPA 51 y NFPA 51B, debido a que el diseño de una central de gases necesita guiarse en parámetros de seguridad al operar con gases inflamables, para realizar el dimensionamiento de forma adecuada según el espacio donde se establecer para su utilidad.
- Se realizó un estudio de las normas; NFPA 51, la cual es un estándar para el diseño e instalación de sistemas oxígeno-gas combustible para procesos de soldadura corte y afines, y la NFPA 51B, puesto que esta es un estándar de prevención de incendios durante procesos de soldadura.
- Para el dimensionamiento de la central de gases se partió del análisis del valor de presión y las características de flujo que deben poseer los gases O_2 y C_2H_2 en la salida.
- A través del análisis de los valores recomendados por referencias de textos relacionados con el diseño y trabajo en el dimensionamiento de tuberías que trabajan con gases de trabajo se optimiza un valor de velocidad y caída de presión máxima con al cual se deben trabajar para el diseño de una central de gases.
- Mediante el cálculo de los parámetros de trabajo para una soldadura oxiacetilénica se obtuvo un dimensionamiento adecuado de los elementos que se requieren para el diseño de una central de gases.
- A través de los cálculos acerca de los parámetros de trabajo para soldadura oxiacetilénica, se diseñó la central de gases de forma que esta ofrezca una operación de soldadura esperada por el operario.
- Una central de gases, utilizada para que en los puestos de trabajo se efectúe una soldadura optima, se diseña en los cálculos de los parámetros de trabajo calculados.

- Para el desarrollo de los planos de la central de gases se inició desde el diseño en 2D y 3D de la central, donde se visualiza la ruta y ubicación de los componentes que la central de gases poseerá para su futura implementación.
- El uso de herramientas de diseño para este proyecto nos dio una ayuda especial para que el desarrollo se haga de forma que para este diseño se pueda tener los planos en 2D y 3D.

5 RECOMENDACIONES

- Es recomendable que para el diseño de una central de gases se revisen a profundidad las normas NFPA en los apartados NFPA 51 y NFPA 51B, ya que es donde esta especifica los estándares para diseño e implementación de elementos usados en soldadura.
- Es importante realizar los cálculos pertinentes a los parámetros de trabajo que una central de gases requiere para la realización del diseño y dimensionamiento de los elementos y componentes adecuados en su diseño con el fin de proporcionar y ejecutar una soldadura optima.
- Cabe mencionar que para el diseño de una central de gases es importante considerar el apartado anterior, que menciona el cálculo de los parámetros de trabajos con los que se opera en la soldadura oxiacetilénica.
- Se recomienda colocar todos los elementos en los planos de la central de gases y las dimensiones obtenidas a partir de ellos cálculos para que reflejen un mecanismo de ayuda para su futura implementación. Estos planos deben ser en 2D y 3D para entender mejor las dimensiones de la central de gases.
- Es importante considerar que los valores máximos se analizan para el dimensionamiento en el punto más crítico, por ende, para el análisis y diseño del dimensionamiento de una tubería para una central de gases la máxima caída de presión debe ser evaluado hasta un valor de 0,2 y la velocidad máxima a ser evaluada en promedio es del $17,25 \frac{m}{s}$.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Pino, «insst.es,» 28 Octubre 2013. [En línea]. Available: <https://www.insst.es/documents/94886/191012/NTP+495+Soldadura+oxiacetil%C3%A9nica+y+oxicorte+normas+de+seguridad.pdf/42f09e8a-9d15-4b97-8b75-f750aca5ee39?version=1.0&t=1527255472197>. [Último acceso: 30 mayo 2023].
- [2] H. R. Galbarro, «Ingemecánica,» Ingeniería, Consultoría y Formación, [En línea]. Available: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn43.html>. [Último acceso: 30 Mayo 2023].
- [3] nfpa.org, «Seguridad d trabajos en Caliente,» Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.nfpa.org/-/media/Files/Code-or-topic-fact-sheets/HotWorkFactSheetSpanish.ashx#:~:text=OSHA%20hace%20referencia%20a%20NFPA,%C2%BFSAB%C3%8DAS%20QU%C3%89%3F>. [Último acceso: 21 Septiembre 2023].
- [4] «Inducom,» Soluciones Industriales, [En línea]. Available: <https://inducom-ec.com/nfpa-normas-de-proteccion-contra-incendios/>. [Último acceso: 30 Mayo 2023].
- [5] ccr89j, «STUDOCU,» 2 Diciembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-agraria-de-la-selva/finanzas-corporativas/89892-fd-94-leea-el-texto/28762471>. [Último acceso: 31 Mayo 2023].
- [6] H. Jinete de Arco, «Repositorio.sena. edu.co,» 25 Noviembre 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5964/equipos_accesorios_soldadura_oxiacetilenica.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 31 Mayo 2023].
- [7] J. Aguilar, «22- Soldadura Oxiacetileno,» 17 Junio 2013. [En línea]. Available: http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro_ma/22.pdf. [Último acceso: 31 Mayo 2023].

- [8] I. S. u. G. G. & Co.KG, Interviewee, *IBEDA Acoplamiento para mangueras de gas EN 561*. [Entrevista]. 21 Diciembre 2009.
- [9] IBEDA, «IBEDA.com,» Solutions for Gases, 1960. [En línea]. Available: <https://www.ibeda.com/es/tecnologia-de-seguridad-de-gas/acoplamiento-para-mangueras>. [Último acceso: 31 Mayo 2023].
- [10] G. Group, «Cat C&W Español4.pdf,» 29 Octubre 2014. [En línea]. Available: https://www.gcegroup.com/files/pdf-downloads/South_Central_America/Cat%20C&W%20Espa%C3%B1ol4.pdf. [Último acceso: 31 Mayo 2023].
- [11] Technical Committee on Industrial and Medical Gases, «NFPA.org,» Codes and standards, 16 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=51>. [Último acceso: 31 Mayo 2023].
- [12] Gustavo, «AGA Member of the Linde Gas Group,» 24 Enero 2001. [En línea]. Available: [Manual_Seguridad Procesos Oxidcomb.pdf](#). [Último acceso: 31 Mayo 2023].
- [13] Empresa Mercado Libre , «listado.mercado.libre.com,» Mercado.Libre.com.ec, 2 agosto 1999. [En línea]. Available: <https://listado.mercadolibre.com.ec/tanque-industrial-de-oxigeno-6m3>. [Último acceso: 7 julio 2023].
- [14] W. McCabe, J. Smith y P. Harriot, «Operaciones Unitarias en Ingeniería Química,» 7 Septiembre 2010. [En línea]. Available: <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/14698.pdf>. [Último acceso: 9 Septiembre 2023].
- [15] Y. Cengel y J. Cimbala, *Mecánica de Fluidos fundamentos y aplicaciones*, Mexico: Mc Graw Hill, 2014.
- [16] E. Sánchez, «Sistema de Conducción de gases de un hospital de 120 camas situado en la región costa que pertenece al Ministerio de Salud Pública del Ecuador,» 23 Septiembre 2010. [En línea]. Available:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2404/1/CD-3136.pdf>.
acceso: 18 Septiembre 2023].

[Último

7 ANEXOS