



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“ANÁLISIS DE EFECTO DE TEMPERATURA DE
PRECALENTAMIENTO EN PROCESO DE SOLDADURA FCAW-
G RESPECTO A LA DUREZA DEL ACERO ASTM A514”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

CARRASCO VERASTEGUI, ANDRE JHONATAN

ASESOR:

Mg ING.: DÁVILA HURTADO, FREDY

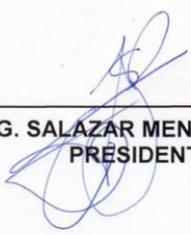
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTÁNDARES DE APLICACIÓN DE SOLDADURA

CHICLAYO - PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO



Mg. ING. SALAZAR MENDOZA, ANÍBAL
PRESIDENTE



Mg. ING. EDIBERTO VEGA CALDERON
SECRETARIO



Mg. ING. REYES TASSARA, PEDRO
VOCAL

DEDICATORIA

En consideración a la vida y el amor a las cosas, muestro mi especial consideración a mis padres, por ser la razón y la fuerza que motiva desarrollar nuestro crecimiento; consiente de la importancia de contar con un universo limpio y sano.

Así mismo con la fe y bendición de Dios ser supremo que permitió a mis descendientes y padres me dieran la vida, gracias a ello escribo estas palabras; a quien dedico mi especial consideración y afecto con gran amor, como el que llevan dentro de su ser

Carrasco Verastegui, André Jhonatan.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro ser supremo por concedernos un universo lleno de vida y recursos para sobrevivir, a quien pido nos de salud y abra nuestras mentes para hacer uso razonable de los bienes protegiendo la vida en el planeta.

A mis padres, por estar siempre a mi lado dándome ánimo y aliento incondicional apoyándome en los momentos que los necesito; a mis hermanos por sus buenos consejos de aliento y positivismo.

A la Universidad Cesar Vallejo por llegar a nuestra ciudad y poner a disposición la carrera universitaria, de igual manera a los docentes que hicieron entender que las cosas tienen propósitos, compartiendo los temas con sus experiencias, mostrando ejemplos de vida.

Carrasco Verastegui, André Jhonatan

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, **Carrasco Verastegui, André Jhonatan**, con DNI N° 45467058, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, Julio del 2018



Carrasco Verastegui, André Jhonatan

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Análisis de Efecto de Temperatura de Pre calentamiento en Proceso de Soldadura FCAW-G, Respecto a la Dureza del Acero ASTM a 514”, la misma que sometemos a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Carrasco Verastegui, André Jhonatan

INDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACION.....	vi
INDICE.....	vii-viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCION.....	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.1.1. Realidad Problemática a nivel Internacional	13
1.1.2. Realidad Problemática a nivel Nacional.....	14
1.1.3. Realidad Problemática a nivel Local	16
1.2. TRABAJOS PREVIOS	16
1.2.1. A nivel Internacional.....	16
1.2.2. A nivel Nacional.....	17
1.2.3. A nivel Local	17
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA.....	17
1.3.1. Teorías de Precalentamiento	17
1.3.2. Teoría del FCAW (Flux Cored Arc Welding).....	19
1.3.3. Variables del proceso de soldadura.....	20
Velocidad de avance o de soldadura:	21
1.4. Formulación del Problema.....	23
1.5. Justificación del Estudio.....	23
1.5.1. Justificación Económica.....	23
1.5.2. Justificación Social	23
1.5.3. Justificación Medio Ambiental	23
1.6. Hipótesis	23
1.7. Objetivos	24
1.7.1. Objetivo General.....	24
1.7.2. Objetivos Específicos	24

II. METODOS	24
2.1. Diseño de Investigación	24
2.1.1. Según el fin que persigue	24
2.2. Operacionalización de Variables	24
2.2.1. Variable Independiente:	24
2.2.2. Variable Dependiente:	25
2.3. Población y muestra	25
2.3.1. Población	25
2.3.2. Muestra	25
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 25	
2.5. Métodos de análisis de datos	26
2.6. Aspectos éticos	26
III. RESULTADOS	26
IV. DISCUSIÓN	50
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	54
ANEXOS	57
ANEXO 01 - ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA	57
ANEXO 02 - ENSAYO DE DUREZA DE LA JUNTA SOLDADA	58
ANEXO 03 - ENSAYO A LA TRACCIÓN DE LA JUNTA SOLDADA	59
ANEXO 04 - GALERIA FOTOGRÁFICA	60
ANEXO 05 - COMPOSICIÓN DE ACEROS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA	63
ANEXO 06 - COMPORTAMIENTO DEL ELECTRODO SEGÚN EL PROCESO DE SOLDADURA A USAR	64
ANEXO 07 - TEMPERATURAS DE PRECALENTAMIENTO DE DIFERENTES ACEROS	68
ANEXO 08 - FICHA DE VALIDACIÓN DE DATOS	70
- REPORTE TURNITIN	78
- AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	79
- ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema con los componentes del proceso FCAW-G	19
Figura 2. Metal base	33
Figura 3. Composición química de acero microleado	33
Figura 4. Periodo de recuperación de la inversión	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas del FCAW	20
Tabla 2. Parámetros de soldadura FCAW	29
Tabla 3. Parámetros de soldadura FCAW - Tensión (V)	30
Tabla 4. Parámetros de soldadura FCAW - Avance (mm/min)	31
Tabla 5. Temperaturas de precalentamiento recomendadas	35
Tabla 6. Análisis con precalentamiento y sin precalentamiento	35
Tabla 7. Gastos con respecto al sistema de soldadura FCAW - G	46
Tabla 8. Flujo de efectivo	47
Tabla 9. Análisis de rentabilidad (VAN, TIR, B/C)	48

RESUMEN

Los procesos de soldadura tienen como objetivo garantizar la fusión y continuidad metálica de las partes que se están soldando; a fin de lograr piezas mecánicamente resistentes según el tipo de exigencia a la cual será sometido sumado a esto se debe garantizar que las propiedades micro estructurales de la zona soldada mantengan o mejoren las propiedades del metal base. El desarrollo de nuevos procesos ha traído consigo no solo mejoras sino también nuevos problemas que necesitan ser atendidos, por medio de investigaciones y proyectos que permitan entenderlos y darles solución para forjar métodos más eficientes para lo cual se sostiene que el proceso de soldadura, es un novedoso proceso de soldadura en fase sólida que actualmente está en proceso de expansión, pero que no se está aplicando en ninguna empresa del rubro, ni grupo de investigación de las mismas, razón por la cual se tiene un alto desconocimiento de los beneficios de este proceso en la industria nacional y su aplicabilidad a nivel comercial para nuestro país y su implicancia económica del mismo, es por la cual se identifico el siguiente problema de investigación ¿Es posible establecer mediante un análisis el efecto que producen las temperaturas de precalentamiento en el proceso de soldadura FCAW-G respecto a la dureza del acero ASTM A514?, con la finalidad de demostrar cual es la mejor y adecuada temperatura de precalentamiento en este tipo de procesos de soldadura es que se analizó diferentes probetas realizando pruebas de esfuerzo y durabilidad determinando que la mejor temperatura de precalentamiento sería a 150 °C para obtener este resultado se tuvo los siguientes objetivos específicos, Determinar los parámetros de soldadura FCAW-G y su aplicación en los aceros ASTM A514, Determinar el rango de las temperaturas de precalentamiento en el proceso de soldadura FCAW-G, sobre la dureza del acero ASTM A514, Realizar la Evaluación Técnico – Económico que permita Identificar la Viabilidad del Proyecto para ser Implementado.

Palabras claves: proceso de soldadura, temperatura, precalentamiento, aceros ASTM A514, Viabilidad del Proyecto.

ABSTRACT

The aim of the welding processes is to guarantee the fusion and metallic continuity of the parts that are being welded; In order to achieve mechanically resistant parts according to the type of requirement to which it will be subjected, in addition to this, it must be ensured that the micro structural properties of the welded zone maintain or improve the properties of the base metal. The development of new processes has brought not only improvements but also new problems that need to be addressed, through research and projects that allow them to be understood and given solutions to forge more efficient methods for which it is argued that the welding process is a Novel soldering process in solid phase that is currently in the process of expansion, but is not being applied in any company of the field, nor research group of the same, which is why there is a high ignorance of the benefits of this process In the national industry and its applicability at commercial level for our country and its implication economy of the same, it is by which the following research problem was identified. Is it possible to establish by means of an analysis the effect produced by the preheating temperatures in the process of FCAW-G welding with respect to the hardness of steel ASTM A514, in order to demonstrate which is The best and proper preheating temperature in this type of welding process is that different test pieces were analyzed by performing stress and durability tests, determining that the best preheating temperature would be at 150 ° C to obtain this result. The following specific objectives were taken, Determine welding parameters FCAW-G and its application in ASTM A514 steels, Determine the range of preheating temperatures in the welding process FCAW-G, on the hardness of steel ASTM A514, Perform the Technical-Economic Evaluation that allows to identify the feasibility of the project to be implemented.

Keywords: welding process, temperature, preheating, ASTM A514 steels, Project feasibility.

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Realidad Problemática a nivel Internacional

Los procesos de soldadura tienen como objetivo garantizar la fusión y continuidad metálica de las partes que se están soldando; a fin de lograr piezas mecánicamente resistentes según el tipo de exigencia a la cual será sometido sumado a esto se debe garantizar que las propiedades micro estructurales de la zona soldada mantengan o mejoren las propiedades del metal base, con el fin de que la soldadura origine como resultado un cordón de excelente calidad, por lo cual surge la necesidad de implementar este proceso de formas tradicionales como las que generan arco eléctrico o en máquinas no convencionales, por ejemplo en máquinas fresadoras (convencionales o CNC), las cuales presentan un ahorro considerable en cuanto al factor económico., aun no explotado en los países de Latinoamérica. (Cisneros, p. 02 - 05).

Hasta el final del siglo XIX, el único proceso de soldadura conocido era la soldadura de fragua, que los herreros han usado por siglos para juntar metales calentándolos y golpeándolos. El desarrollo de nuevos procesos ha traído consigo no solo mejoras sino también nuevos problemas que necesitan ser atendidos, por medio de investigaciones y proyectos que permitan entenderlos y darles solución para forjar métodos más eficientes.

Los deficientes procedimientos de precalentamiento se han convertido en una frecuente fuente de fracasos en los procesos de soldadura de grandes componentes como Palas eléctricas, Palas Hidráulicas y Excavadoras pertenecientes a empresas de dominio global como Komatsu, Caterpillar, Hitachi, Joy Global entre otras. Al momento de efectuar reparaciones de componentes de gran envergadura, y al no tener un control sobre el procedimiento particular de cada proceso ocasionan problemas, donde tal es la gravedad que llegamos a tener fracturas catastróficas que empiezan en la zona ZAC del cordón de soldadura, ya sea en la unión de placas, instalación de

orejadas, o en la instalación de blindajes anti-abrasivos; que mediante un análisis de falla riguroso se determina que el inicio del problema fue un deficiente precalentamiento del metal base. (Argentina) (QUESADA, ZALAZAR, & ASTA, 2004, P. 6)

1.1.2. Realidad Problemática a nivel Nacional

Dado al gran desarrollo que ha tenido la minería en nuestro país, nos hemos visto inmersos en esta constante lucha por descubrir y aplicar nuevos procedimientos que eliminen las fallas por fisuras o fracturas debido a inadecuados métodos de soldadura. Uno de los principales aceros usados para la reparación de componentes en gran minería es el acero fabricado bajo el estándar ASTM A514, en este tipo de uniones se ha evidenciado que si realizamos el proceso de soldadura mediante alambre tubular con protección gaseosa FCAW-G el metal tiene una mejor fusión; aun así, no se tiene conocimiento exacto de la influencia de la temperatura de precalentamiento en la dureza del metal base, por consiguiente, en el control de los defectos de soldadura.

En el Perú, tenemos empresas de relevante reputación; aun así, sus procedimientos no siempre son los adecuados, y más aún sus mecánicos soldadores no están concientizados en los problemas que trae no realizar un adecuado precalentamiento del metal base, y esto se debe a que no se les brinda la debida capacitación al no contar con normas que establezcan los parámetros y temperaturas adecuadas en el proceso de soldadura. (AMAYA & RABANAL, 2016, P.9).

Palomino (2013, p. 12 - 26). Sostiene que a pesar de las tendencias en el proceso de transformación y de unión de este metal o investigación en el mismo no son reflejados en nuestro medio, o llegan con algún retraso o no llegan, en el peor de los casos, el temor al cambio, genera incertidumbre y por ello, el desconocimiento de las nuevas formas de procesos y manufactura de estos metales, así es el caso de las operaciones de soldadura del cobre y sus aleaciones, estas son poco aplicadas en nuestro medio, pues al hacerlo se realizan con operaciones no estandarizadas, con procedimientos que

tienden a deteriorar las propiedades iniciales del metal de base, usando materiales de aporte no compatibles con el cobre dando como resultado uniones débiles, de poca expectativa de vida, de alta sensibilidad al fenómeno de corrosión y por lo tanto de poca demanda en el mercado regional, llegando incluso a ser usados con remaches en algunas aplicaciones. Este fenómeno de aplicación de uniones de cobre se ve reflejado en los diseños de estructuras, ya que una unión de cobre no se concibe en los diseños como componentes estructurales, solo es concebida en reparaciones temporales, lo mismo pasa con las aleaciones del mismo, por lo que es de responsabilidad inmediata la investigación de procesos alternativos a los ya difundidos para el caso del cobre, como son el proceso SMAW, OXIACETILÉNICA para la mayoría de talleres de ensamblaje de estructuras y/o talleres de producción artesanales y proceso como TIG o MIG para proceso de mayor eficiencia y calidad de la unión, siendo estos últimos de alto costo de operación, lo que dificulta su difusión y aplicabilidad de los mismo, por lo que los primeros mencionados, son de mayor auge en nuestro medio. Los especialistas de procesos de soldadura metálica coinciden que los problemas más grandes al momento de realizar una unión en cobre, es la alta capacidad de disipación de calor de este, lo que hace que el costo energético para su realización sea muy alto al mismo tiempo que el exceso de calor aportado genera la incorporación de oxígeno al metal, pues recordemos que los procesos mencionados de unión, llevan al metal de aporte y parte de los de base hasta su estado líquido, disminuyendo la calidad de junta en términos de resistencia mecánica.

Betancourt (2012, p. 42 - 68), sostiene que el proceso de soldadura, es un novedoso proceso de soldadura en fase sólida que actualmente está en proceso de expansión, pero que no se está aplicando en ninguna empresa del rubro, ni grupo de investigación de las mismas, razón por la cual se tiene un alto desconocimiento de los beneficios de este proceso en la industria nacional y su aplicabilidad a nivel comercial para nuestro país y su implicancia economía del mismo. Por

lo que las investigaciones a nivel de universidad son las llamadas a presentar este proceso de union y los beneficios de las misma.

1.1.3. Realidad Problemática a nivel Local

La ciudad de Cajamarca tiene un número considerable de proyectos en los cuales se requieren realizar reparaciones en vez de comprar nuevos componentes, dada la situación económica actual del precio de los metales y la búsqueda de ser más eficientes y rentables en el tiempo. Ello nos lleva a la búsqueda de estudios e investigaciones con la finalidad de brindar alcance de cómo influye la temperatura de precalentamiento sobre la dureza del acero ASTM A514 y por consiguiente en la eliminación de defectos de soldadura, dado que nuestra localidad no es ajena a las frecuentes fallas que se producen por procedimientos inadecuados en soldadura especializada FCAW-G.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1. A nivel Internacional

Asta (2003), en su proyecto: “Efecto de la Temperatura de Precalentamiento en la Soldabilidad de un Acero ASTM A514 GR B”, el autor analiza la soldabilidad teniendo relación con la temperatura adecuada la cuál debe ser compatible a condiciones extremas, entre las cuales tenemos: humedad elevada y espesor grueso. En conclusión, el aporte elevado térmico junto con el bajo nivel de hidrógeno difusible del metal, no resultan suficientes para evitar fisuración en el acero micro – aleado A514 Gr B, por otro lado el precalentamiento mínimo de 150°C permite minimizar el riesgo de fisura tanto en la ZAC como en el metal de soldadura. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.

Quesada (2004), en su proyecto: “Ensayos Tekken en un Acero ASTM A514 GR B” para determinar la Temperatura de Precalentamiento dicho autor utiliza procesos de fisuración en frío para poder determinar la temperatura adecuada, la cual ayudara a evitar fisuración de aceros durante el proceso soldadura. Se llega a la conclusión de que la

temperatura adecuada en el precalentamiento es de 150°C, esta evitará la fisuración en frío respecto a la soldadura de un acero ASTM A514 Gr B.

1.2.2. A nivel Nacional

López (2015), en su tesis: “Efecto de la Temperatura de Precalentamiento sobre la Dureza y Desarrollo Microestructural en la zona de Unión Soldada del Acero P460NL1, mediante el proceso SAW y el pase de raíz por FCAW establece que se debe controlar las temperaturas de precalentamiento de inicio e interfase por medio de mantas térmicas y pirómetro digital, para de esta manera llevar un control adecuado de la variación en las propiedades del material. En conclusión, un incremento en la temperatura de precalentamiento desde 100°C hasta 260°C produce un marcado cambio microestructural, también se demostró que la temperatura de precalentamiento debe de estar entre 140°C y 180°C para reducir la presencia de estructuras endurecidas. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.

1.2.3. A nivel Local

En la ciudad de Cajamarca no se ha encontrado trabajos de investigación o tesis relacionados con el efecto de la temperatura de precalentamiento en aceros ASTM A514 mediante procesos FCAW-G.

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Teorías de Precalentamiento

Según Laufgang (2005) señala que el precalentamiento, es calentar el material base antes y durante la soldadura, en dicho proceso se debe mantener la temperatura del mismo con un valor mínimo lo que representa la temperatura de precalentamiento y con un valor máximo, que refiere a una temperatura entre pases, por las siguientes razones:

- a. La principal defensa contra la fisuración inducida por Hidrogeno (HIC) es el precalentamiento permitiendo a este difundir fuera del metal de soldadura

- b. Al precalentar el resultado es de una estructura más dúctil y resistente a las fisuras, en donde se disminuye la velocidad de enfriamiento de la zona ZAC y el metal base de soldadura.
- c. Las tensiones residuales al disminuir su diferencia de temperatura entre el metal de soldadura y el material base de contracción, logra reducirse de cierto modo.
- d. El acero se mantiene a una temperatura superior a aquella por debajo de la cual ocurre fractura frágil (fisuras).
- e. Compensa pérdidas de calor en aleaciones de alta conductividad térmica como cobre y aluminio evitando fallas por falta de fusión del Material Base y en secciones gruesas de acero.
- f. Se reduce la porosidad si realizamos el precalentamiento debido a la presencia de humedad.

1.3.1.1. Elección de la Temperatura del pre calentamiento

Para poder obtener el temple por un acero, depende mucho del %C y de los distintos elementos de aleación. El %C, es aquel que va a definir la dureza máxima que puede tener el acero, así mismo un completo temple, los elementos de aleación y el antes mencionado %C, van a definir la velocidad de enfriamiento desde el rango Austenítico.

Se sabe que mientras mayor sea el %C, mayor será su dureza posible y cuando mayor sea la cantidad de aleantes, menor será la velocidad de enfriamiento. Esto refiere que mientras él %C como él % de aleantes logren disminuir la soldabilidad de un acero, estos también pueden aumentar su templabilidad.

El precalentamiento se realiza con el objetivo de disminuir la velocidad de enfriamiento de la ZAC y del metal de soldadura.

1.3.1.2. Factores contraproducentes del pre calentamiento

Lo siguiente no son reglas a seguir pero deben tenerse en cuenta.

- a. Para comenzar se debe identificar la temperatura de precalentamiento, si es muy elevada y la velocidad de enfriamiento es muy lenta la

microestructura puede ser afectada; un claro ejemplo es lo que ocurre con el tamaño de grano del material de aporte que crece y disminuye la tenacidad del mismo. Para evitar dichos problemas se especifica la temperatura máxima entre pasadas.

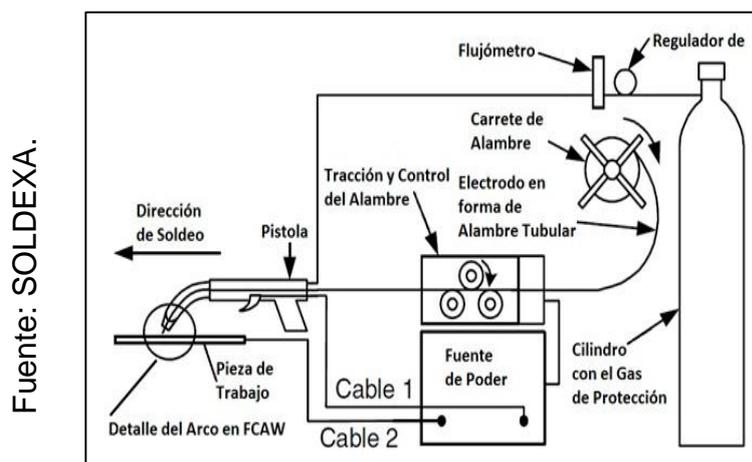
- b. La tenacidad de la ZAC puede disminuir en algunos aceros templados y revenidos cuando la temperatura entre pasadas está muy elevada

1.3.2. Teoría del FCAW (Flux Cored Arc Welding)

Soldexa (2014) nos dice que FCAW es un proceso de soldadura de arco eléctrico el cual utiliza el arco formado entre un alambre tubular (electrodo) alimentado continuamente, que es el metal de aporte, y el charco de soldadura.

El proceso de soldadura FCAW-G emplea gas que proviene de ciertos componentes del fundente que está contenido dentro del alambre tubular para proteger el metal líquido cuando el arco está encendido; con o sin protección adicional proveniente de un gas suministrado externamente, y sin la aplicación de presión. Mientras se produce el enfriamiento y solidificación del metal de soldadura depositado la protección se hace escoria.

Figura N° 01



Fuente: SOLDEXA.

Esquema con los componentes del proceso FCAW-G

Del mismo modo Eyheralde (2012) menciona que la soldadura por arco con alambre tubular (Flux Cored Arc Welding - FCAW) es un proceso en el cual se obtiene la unión de los metales por calentamiento de estos en un arco entre un electrodo tubular continuo y la pieza. El alambre tubular, a diferencia

del alambre sólido comúnmente usado, tiene un Flux interno que desempeña funciones similares al revestimiento del electrodo en el proceso de electrodo revestido, es decir el flux interior aporta a la estabilización del arco, el ajuste de la composición química de la soldadura, la protección, etc.

El proceso tiene dos variantes principales:

- a. Soldadura auto protegida (Inner shield), en la cual la fusión del flux, que es el núcleo del alambre, proporciona toda la protección necesaria en la región de soldadura (sin uso de gas de protección).
- b. Utilizando un tanque de gas (dual shield), que forma parte de la protección al igual que se hace en una soldadura con un alambre macizo

1.3.2.1. Ventajas del FCAW

Tabla N° 01

Ventajas y Limitaciones	Aplicaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Alta productividad y eficiencia. • Soldadura en todas las posiciones (la generación de escoria ayuda a soldar fuera de la posición plana). • Costo relativamente bajo. • Produce soldaduras con buena fusión y apariencia. • Se pueden generar grandes cantidades de humo. • Requiere de limpieza de la escoria después de soldar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soldadura de acero al carbono y aleaciones. • Soldadura en la fabricación, mantenimiento y montaje en campo. • Soldadura de piezas de vínculo.

Ventajas del FCAW

1.3.3. Variables del proceso de soldadura

El proceso de soldadura, involucra un movimiento de material y una deformación plástica de gran complejidad. Las variables del proceso de soldadura ejercen un significativo efecto en el flujo de material y en la distribución de temperatura, lo que desde luego influye en la

evolución microestructural del material soldado. Las variables más importantes del proceso son (Abbasi, 2006, p.89- 112):

- Velocidad de rotación de la herramienta (V_r).
- Velocidad de avance o de soldadura (V_a).
- Angulo de inclinación de la herramienta respecto a la normal de la superficie (α).
- Carga axial o presión aplicada (F).
- Diseño de la junta.
- Geometría de la herramienta
- Velocidad de rotación de la herramienta (V_r).

La rotación de la herramienta produce la deformación y mezcla del material alrededor del pin; altas velocidades de rotación generan altas temperaturas, dado que se genera mayor calentamiento por fricción, produciendo una deformación y un mezclado intenso en el material. Sin embargo cabe notar que el par tribológico herramienta-pieza a soldar es el que gobierna el calentamiento, de manera que un incremento lineal en el calentamiento con el aumento de la velocidad de rotación no es esperado, debido a que el coeficiente de fricción en la interfase cambiará con el incremento de la velocidad de rotación de la herramienta (Abbasi, 2006, p, 89 - 112).

Velocidad de avance o de soldadura:

La velocidad de avance o de soldadura se caracteriza por el movimiento del material deformado desde la parte frontal hasta la parte de atrás del pin durante la traslación de la herramienta. A bajas velocidades de avance la resistencia mecánica evaluada en juntas obtuvo resultados inferiores comparados con altos valores de velocidad de avance, manteniendo en ambos casos una misma velocidad de rotación, razón que puede ser debida a un bajo refinamiento de grano generado (Abbasi, 2006, p. 89 - 112).

- **Angulo de inclinación de la herramienta:**

La herramienta suele estar inclinada respecto a la normal del plano donde se encuentran las platinas a soldar hacia el lado contrario a la dirección del avance, facilitando así la presión del hombro y el flujo del material. Una inclinación adecuada de la herramienta asegura que el hombro de la herramienta contenga el material deformado por el pin y mueva el material eficientemente desde la parte de adelante hasta la parte de atrás (Abbasi, 2006, p. 89 – 112).

- **Carga axial aplicada:**

Para lograr que la herramienta permanezca dentro del material base durante el recorrido de soldadura, debe existir una fuerza axial o de presión aplicada sobre esta. Esta fuerza en dispositivos o máquinas cuya función específica es realizar el proceso de soldadura, logra mantenerse con un valor constante, sin embargo debido a los cambios microestructurales presentes durante el recorrido de soldadura esta carga puede variar en función de la velocidad de rotación y velocidad de avance o de soldadura. Se demostró que la magnitud de la fuerza actuante sobre el pin aumenta con el incremento de la velocidad de soldadura o velocidad traslacional de la herramienta y con la disminución de la velocidad rotacional (Franco, 2009, p. 90).

- **Diseño de la junta:**

Las configuraciones de junta más sencillas y convenientes para el proceso son la junta a tope y la junta a traslape. En el caso de junta a tope se colocan dos láminas con el mismo espesor en una placa de apoyo y se sujeten firmemente para prevenir que se aparten durante la penetración de la herramienta, debido a las altas fuerzas originadas. Para una junta a traslape simple, se sujetan laminas sobrepuestas en una placa de apoyo. La herramienta girando se introduce verticalmente a través de la lámina superior atravesándola hasta llegar a la lámina inferior para así unir las dos láminas. (Franco, 2009, p. 90).

1.4. Formulación del Problema

¿Es posible establecer mediante un análisis el efecto que producen las temperaturas de precalentamiento en el proceso de soldadura FCAW-G respecto a la dureza del acero ASTM A514?

1.5. Justificación del Estudio

1.5.1. Justificación Económica

Esta investigación encuentra su justificación económica; puesto que, al emplear la correcta temperatura de precalentamiento en el acero ASTM A514 evitaremos fisuras y consecuentemente fracturas catastróficas que conllevan a gastos exponenciales para las empresas. Además de ahorrar en consumo de materiales, ahorro en compra de planchas de acero y disminuir la depreciación de equipos al no intervenir en re trabajos.

1.5.2. Justificación Social

El presente proyecto se justifica socialmente; dado que, al no contar con este tipo de investigaciones en nuestra ciudad, permitirá desarrollar procedimientos que ayudarán a nuestra comunidad a realizar mejores trabajos, estar más capacitados y generar mayor empleo sin dependencia de asesoría nacional.

1.5.3. Justificación Medio Ambiental

Esta investigación encuentra su justificación medio ambiental; debido que, al reducir los procesos de soldadura por retrabajos (producto de las malas prácticas de precalentamiento) reducimos el nivel de contaminación y el consumo de energía de las máquinas, ello disminuye el impacto negativo en el medioambiente.

1.6. Hipótesis

Mediante el análisis de las temperaturas de precalentamiento en el proceso de soldadura FCAW-G se podrá determinar el efecto que causan sobre la dureza del acero ASTM A514.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Realizar un análisis del efecto de las temperaturas de precalentamiento en el proceso de soldadura FCAW-G, sobre la dureza del acero ASTM A514.

1.7.2. Objetivos Específicos

A. Determinar los parámetros de soldadura FCAW-G para los aceros ASTM A514.

B. Determinar el rango de las temperaturas de precalentamiento en el proceso de soldadura FCAW-G, sobre la dureza del acero ASTM A514.

C. Realizar la Evaluación Técnico – Económico que permita Identificar la Viabilidad del Proyecto para ser Implementado.

II. METODOS

2.1. Diseño de Investigación

2.1.1. Según el fin que persigue

- Aplicada: Porque se enfoca en eliminar las fallas en el proceso de soldadura FCAW-G debido a malas prácticas de precalentamiento, y busca la aplicación de nuevos procedimientos para el aumento de la rentabilidad en los productos.

2.1.2. Según los datos analizados

- Cuantitativa: Porque se utilizará métodos de recolección de datos numéricos como la estadística, para la posterior obtención de la temperatura de precalentamiento adecuada para el proceso.

2.1.3. Según su metodología

- Experimental: Porque busca manipular la temperatura de precalentamiento, para medir el efecto que tienen sobre la dureza del acero ASTM A514 en el proceso de soldadura FCAW-G.

2.2. Operacionalización de Variables

2.2.1. Variable Independiente:

Temperaturas de precalentamiento

2.2.2. Variable Dependiente:

Dureza del acero

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Temperaturas de precalentamiento	Mínima temperatura que debe ser alcanzada en todo el espesor antes de que comience el proceso de soldadura. (QUESADA, y otros, 2011)	Temperatura mínima que debe alcanzar el material para reducir los riesgos de fisuras y fracturas prematuras.	Temperatura	°C
			Tiempo de exposición	s
Dependiente: Dureza del acero	Cuantifica la resistencia de la superficie de un material a ser deformada debido a esfuerzos generados por otro material que idealmente, no sufre deformaciones. (CABELLO, 2012)	Es la oposición que presenta el material a ser rayado o penetrado por otro cuerpo sólido; es la resistencia del acero a ser deformado.	Dureza Brinell	HBR

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Uniones a tope en acero ASTM A514

2.3.2. Muestra

Se utilizará 04 probetas elaboradas en acero ASTM A514, mediante proceso de soldadura FCAW-G.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Arias (2012 p. 73), dijo que las técnicas de recolección de datos es aquella en la cual se hace acopio de toda la información pertinente al equipo bajo observación. Por ejemplo, lo primero que debe hacerse es obtener la documentación, en la cual incluye tanto los diagramas

esquemáticos y de circuitos, así como los manuales de servicio y la información de calibración y ajuste.

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

- Observación experimental
- Análisis documental (tesis, papers, manuales, etc.)
- Métodos analíticos

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- Probetas elaboradas en acero ASTM A514
- Pirómetro
- Recolección de datos y notas de campo

2.5. Métodos de análisis de datos

- La observación experimental, se tomarán datos como la temperatura de las probetas, condiciones ambientales.
- Análisis documental se realizará con la finalidad de establecer donde se ven los posibles efectos del precalentamiento
- Mediante la recolección de datos: se realiza un análisis de las probetas a través de ensayos, permitiendo calcular: un parámetro específico para el precalentamiento. También se realizará un análisis de costos, permitiendo realizar una mejorará en los costos para la viabilidad del presente proyecto de investigación.

2.6. Aspectos éticos

- El investigador se compromete a respetar la propiedad intelectual, la veracidad de los resultados y la confiabilidad de los datos recolectados respecto a la investigación que se presenta; así mismo, se respetará la propiedad intelectual de los documentos revisados para la elaboración del presente proyecto, citándolos adecuadamente en las referencias.

III. RESULTADOS

3.1. Determinar los parámetros de soldadura FCAW-G para el acero ASTM A514.

Los parámetros de soldadura FCAW-G para el acero ASTM A514 determinados en el presente trabajo son:

Del Material de Aporte:

a) Carbono Equivalente.

Teniendo la composición química en % de peso de cada componente del acero a utilizar en el siguiente cuadro

Figura N° 02

	Acero 1: AISI 4140	Acero 2: API 5LX60	Acero 3: API 5LX65	Acero 4- 5:ASTM A514 GrB	Acero 6: API 5LX70-H	Acero 7: API 5L X70-N
% C	0,41	0,11	0,13	0,17	0,05	0,12
% Mn	0,88	1,33	1,21	0,86	1,00	1,27
% Si	0,26	0,14	0,16	0,28	0,21	0,18
% P	0,024	0,025	0,011	0,022	0,013	0,008
% S	0,012	0,003	0,003	0,004	0,002	0,003
% Al	0,01	0,02	0,0038	0,035	0,036	0,045
% Nb		0,05	0,029	0,0003	0,042	0,037
% V			0,068	0,041	0,003	0,075
% Ti	0,001	0,01	0,0028	0,022	0,019	0,024
% Cr	1,1	0,05		0,53	0,021	0,021
% Cu	0,06	0,01	0,016		0,18	0,018
% Mo	0,18	0,01		0,21	0,006	0,01
% Ni	0,03	0,04		0,02	0,16	0,019

Carbono Equivalente

Para lo cual la determinación del **carbono equivalente** se da de la siguiente manera:

Aplicando la Formula del IIW

$$CEIIW = C + \frac{Mn}{6} + \left(\frac{Ni+Cu}{15} \right) + \left(\frac{Cr+Mo+V}{5} \right)$$

$$CEIIW = 0,17 + \frac{0,86}{6} + \left(\frac{0,02+0}{15} \right) + \left(\frac{0,53+0,21+0,041}{5} \right)$$

$$CEIIW = 0,471$$

b) Parámetro de Composición Molecular.

Hallando el **Parámetro de Composición Molecular**

Aplicando la Formula del IIW

$$PCM = C + \frac{Si}{30} + \left(\frac{Mn+Cu+Cr}{20} \right) + \left(\frac{Ni}{60} \right) + \left(\frac{Mo}{15} \right) + \left(\frac{V}{10} \right) + 5B$$

$$PCM = 0,17 + \frac{0,28}{30} + \left(\frac{0,86+0+0,53}{20} \right) + \left(\frac{0,02}{60} \right) + \left(\frac{0,02}{60} \right) + \left(\frac{0,02}{60} \right) + 5(0,002)$$

$$PCM = 0,2762$$

Para lo cual tenemos:

$Pcm \leq 0.14$: Excelente soldabilidad, no se necesitan precauciones especiales.

$0,14 < Pcm \leq 0.45$: Probable formación de martensita, se debe utilizar una baja temperatura de precalentamiento con electrodo de bajo contenido de hidrógeno.

$Pcm > 0,45$: Grandes complicaciones, es probable que exista agrietamiento en la soldadura, se requiere precalentamiento en el rango 100 – 400°C y electrodos de bajo hidrógeno.

De la Aplicación del Proceso FCAW-G

- ❖ Intensidad de Corriente (A)
- ❖ Tensión (V)
- ❖ Velocidad de Avance (mm/min)

Para lo cual tenemos los siguientes datos:

Corriente (A)	Tensión (v)	Avance (mm)
---------------	-------------	-------------

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO					
PARAMETROS DE SOLDADURA FCAW-G					
GUIA DE OBSERVACIÓN					
Autorizado por:	Ing. Mg. Alexander Vega			Realizado por:	Carrasco Verastegui, André
Lugar de realización:	Laboratorio de Ingeniería de Materiales			Fecha de ejecución:	30/05/2018
PARÁMETROS DE SOLDADURA FCAW-G					
Realizado bajo la norma:			ASTM E8		
Proceso:			FCAW-G		
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS					
Parámetros de soldadura FCAW					Metal base
				Avance	
N°	Técnica	Corriente (A)	Tensión (V)	mm/min	
1	A	265 – 352	30,9 – 33,3	330 - 320	-----
2	A	291 – 357	31,0 – 33,4	290 - 320	-----
3	A	287 – 348	33,0 – 33,9	260 - 280	-----

<ul style="list-style-type: none"> - Incremento en la corriente eleva la tasa de deposición del electrodo - Corriente excesiva produce grietas de soldadura - Corriente insuficiente puede causar porosidad en el metal 	<ul style="list-style-type: none"> - Si el voltaje es muy elevado y el arco largo puede producir salpicaduras y franjas anchas con forma irregular - Cuando un voltaje de arco es insuficiente o un arco demasiado corto produce franjas angostas y mala penetración 	<ul style="list-style-type: none"> - La velocidad de desplazamiento influye en la penetración de la soldadura - Si la velocidad es baja y la corriente es elevada el metal de aporte se sobrecalentará y producirá una soldadura de mal aspecto - Si la velocidad de desplazamiento es excesiva el cordón de soldadura tiene hacer irregular y muy grueso
--	--	--

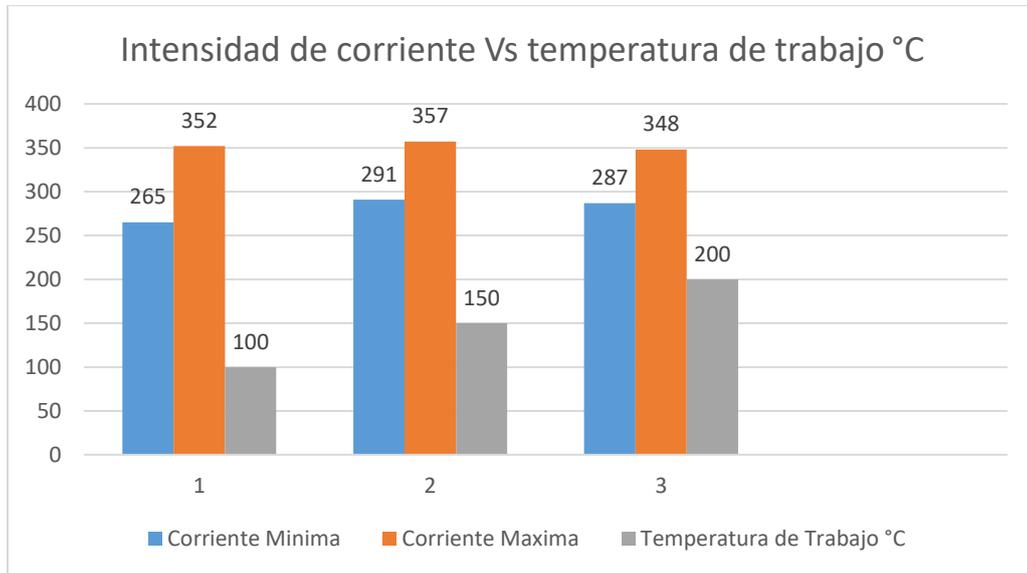
Intensidad de Corriente (A). De la aplicación del procedimiento FCAW, se

los valores parámetro Corriente. Tabla N°	Parámetros de soldadura FCAW			
	N°	Técnica	Corriente (A)	Temperatura
	1	A	265 – 352	100 °C
	2	A	291 – 357	150 °C
	3	A	287 – 348	200 °C

determinaron
siguientes
para el
Intensidad de

02

Parámetros de soldadura FCAW – Intensidad de Corriente (A)



Podemos deducir que al aplicar el procedimiento FCAW en el acero ASTM A514, se observa que al tener una temperatura de trabajo de 100 °C este parámetro varía entre 265 y 352 amperios teniendo un avance que varía entre 330 a 320 mm/min, de igual forma observamos que para una temperatura de trabajo de 150 °C la intensidad de corriente varía entre 291 y 357 amperios y para 200 °C se obtuvo una intensidad de corriente máxima de 287 amperios y una mínima de 287 amperios.

Tensión (V). De la aplicación del procedimiento FCAW, se determinaron los siguientes valores para el parámetro de tensión.

Tabla N°

Parámetros de soldadura FCAW			
N°	Técnica	Tensión (V)	Temperatura
1	A	30,9 – 33,3	100 °C
2	A	31,0 – 33,4	150 °C
3	A	33,0 – 33,9	200 °C

valores para el de tensión.

03

Parámetros de soldadura FCAW – Tensión (V)

Podemos deducir que al aplicar el procedimiento FCAW en el acero ASTM A514, se observa que al tener una temperatura de trabajo de 100 °C este parámetro varía entre 30,9 y 33,3 voltios, de igual forma observamos que para una temperatura de trabajo de 150 °C la tensión varía entre 31,0 y 33,4 voltios y para 200 °C se obtuvo una tensión de voltaje máxima de 33,9 voltios y una mínima de 33,0 amperios

Avance

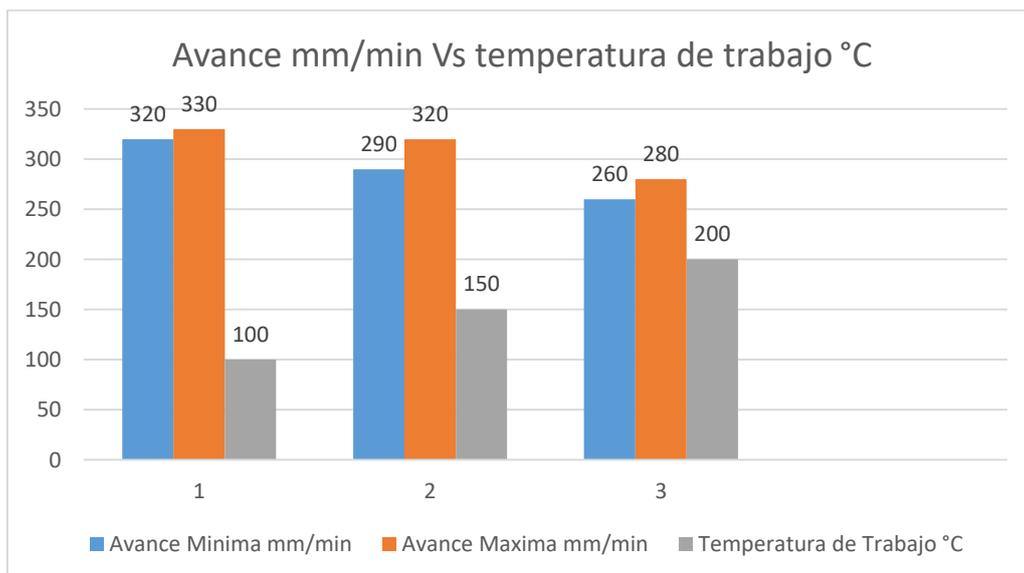
(mm/min),

tenemos lo

siguiente:

Tabla N° 04

Parámetros de soldadura FCAW			
N°	Técnica	Avance mm/min	Temperatura
1	A	330 - 320	100 °C
2	A	290 - 320	150 °C
3	A	260 - 280	200 °C



Parámetros de soldadura FCAW – Avance (mm/min)

En el siguiente grafico podemos apreciar que se tienen tres temperaturas de trabajo o temperaturas de precalentamiento utilizados en el presente trabajo de investigación que son 100 °C, 150°C y 200°C, para lo cual se observó que el proceso FCAW utilizado en el acero ASTM A 514 tubo ciertas variaciones con respecto a su avance de adherencia en milímetros por minutos teniendo para esto que a una temperatura de trabajo de 100°C, el avance que se logró determinar fluctúa entre un mínimo que es 320 mm/min y un máximo avance de 330 mm/min, a una temperatura de 150°C se aprecia que la velocidad de avance varía entre 290 a 320 mm/min, sin embargo para 200°C la velocidad mínima de avance es de 260 mm/min y una velocidad máxima de avance de 280 mm/min.

3.2. Determinación de la temperatura de precalentamiento adecuada en el proceso de soldadura FCAW-G, sobre la dureza del acero ASTM A514.

La soldadura se realiza mediante proceso FCAW utilizando un electrodo básico de bajo hidrogeno E71T-1, con protección gaseosa, sobre un acero ASTM A514 Gr B de 25 mm de espesor. Diversas evaluaciones son realizadas sobre las muestras de la juntas soldadas correspondientes a condiciones con o sin precalentamiento surgiendo finalmente la temperatura más adecuada bajo las condiciones planteadas que permite realizar soldaduras de este acero con un bajo riesgo a la aparición de fisuras.

Metal Base y Aporte de Soldadura

El material base es un acero microleado templado y revenido para uso estructural ASTM A514 Gr B, con un espesor de 25 mm.

El proceso de soldadura a utilizar es por arco eléctrico con electrodo tubular bajo protección gaseosa (FCAW), mientras que el material de aporte a seleccionar será un alambre tubular básico el cual se ajusta a la norma AWS A5.29 como es el electrodo E71T-1, de diámetro 1.6 mm y CO₂ como protección gaseosa.

En el presente cuadro se muestra la composición química y propiedades de los diferentes metales bases la cuales son:

Figura N° 02

	Acero 1: AISI 4140	Acero 2: API 5LX60	Acero 3: API 5LX65	Acero 4- 5:ASTM A514 GrB	Acero 6: API 5LX70-H	Acero 7: API 5L X70-N
% C	0,41	0,11	0,13	0,17	0,05	0,12
% Mn	0,88	1,33	1,21	0,86	1,00	1,27
% Si	0,26	0,14	0,16	0,28	0,21	0,18
% P	0,024	0,025	0,011	0,022	0,013	0,008
% S	0,012	0,003	0,003	0,004	0,002	0,003
% Al	0,01	0,02	0,0038	0,035	0,036	0,045
% Nb		0,05	0,029	0,0003	0,042	0,037
% V			0,068	0,041	0,003	0,075
% Ti	0,001	0,01	0,0028	0,022	0,019	0,024
% Cr	1,1	0,05		0,53	0,021	0,021
% Cu	0,06	0,01	0,016		0,18	0,018
% Mo	0,18	0,01		0,21	0,006	0,01
% Ni	0,03	0,04		0,02	0,16	0,019
CEQIW	0,82	0,35	0,35	0,47	0,25	0,36
Pcm	0,53	0,19	0,20	0,27	0,12	0,20
CEN	0,82	0,29	0,31	0,46	0,15	0,31
CEt	0,57	0,25	0,25	0,30	0,16	0,25
RT (MPa)	1052	517	530	837	582	664
LF (MPa)	734	413	448	773	537	564
A (%)	11	25	18	20	40	37
Espesor (mm)	12,7	6,4	4,8	25 y 19	6,35	8,7

Para lo cual el material base seleccionado es el acero microleado templado y revenido para uso estructural ASTM A514 Gr B para lo cual se tiene lo siguiente:

Figura N° 03

Composición química (% peso)

C%: 0,17 CEQ_{IIW}: 0,471

Mn% 0,86 P_{CM}: 0,2762

P%: 0,022

S%: 0,004

Si%: 0,28

Ni%: 0,02 $CE_{IIW} = C + \frac{Mn}{6} + \left(\frac{Ni + Cu}{15}\right) + \left(\frac{Cr + Mo + V}{5}\right)$

Cr% 0,53 $P_{CM} = C + \frac{Si}{30} + \left(\frac{Mn + Cu + Cr}{20}\right) + \left(\frac{Ni}{60}\right) + \left(\frac{Mo}{15}\right) + \left(\frac{V}{10}\right) + 5B$

Mo% 0,21

Al%: 0,035

V% 0,041

Nb% 3E-04

B%: 0,002

Ti%: 0,022

N%: 0,007

Composición química del acero microleado

Para lo cual la determinación del **carbono equivalente** se da de la siguiente manera:

Aplicando la Formula del IIW

$$CE_{IIW} = C + \frac{Mn}{6} + \left(\frac{Ni+Cu}{15}\right) + \left(\frac{Cr+Mo+V}{5}\right)$$

$$CE_{IIW} = 0,17 + \frac{0,86}{6} + \left(\frac{0,02+0}{15}\right) + \left(\frac{0,53+0,21+0,041}{5}\right)$$

$$CE_{IIW} = 0,471$$

Y teniendo un parámetro de composición **PCM igual a 0,2762** tenemos:

P_{cm} ≤ 0.14: Excelente soldabilidad, no se necesitan precauciones especiales.

0, 14 < P_{cm} ≤ 0.45: Probable formación de martensita, se debe utilizar una baja temperatura de precalentamiento con electrodo de bajo contenido de hidrógeno.

***Pcm* > 0,45:** Grandes complicaciones, es probable que exista agrietamiento en la soldadura, se requiere precalentamiento en el rango 100 – 400°C y electrodos de bajo hidrógeno.

Determinación de la Temperatura de Precalentamiento respecto a la Dureza del Acero ASTM A514

Las temperaturas de precalentamiento recomendadas en función de la concentración de Carbono Equivalente, para evitar la formación de estructuras frágiles en uniones soldadas de aceros al carbono y de baja aleación:

Tabla N° 05

CE (%)	Temperaturas de Precalentamiento (°C)
< 0.4	-----
0.4 – 0.5	100 – 200
0.5 – 0.55	200 – 300
0.55 – 0.6	300 – 400

Temperaturas de precalentamiento recomendadas

Para lo cual teniendo:

$$\mathbf{CEI\!W = 0,471}$$

$$\mathbf{PCM = 0,2762}$$

La temperatura de precalentamiento varía entre **100 °C** como mínimo y **200 °C** como máximo. Es por eso que se aplicará el análisis con precalentamiento y sin precalentamiento teniendo para eso:

Tabla N° 06

Sin precalentamiento	21 °C (Temperatura Ambiente)
Con precalentamiento	100°C - 150 °C – 200°C

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO			
ENSAYO DE TRACCIÓN SIN PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:	Ing. Mg. Alexander vega	Realizado por:	Carrasco Verastegui, André Jhonatan
Lugar de realización:	Laboratorio de Ingeniería de Materiales	Fecha de ejecución:	30/05/2018
T° de Precalenta	21 °C	Medio de Precalentamiento	Ambiente
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:		ASTM E8	
Instrumento:		Maquina Universal	
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
Longitud Inicial	50 mm	Longitud Final	51.75 mm
Carga Máxima	3137.8 kg	Deformación Max	11.7 mm

Análisis con precalentamiento y sin precalentamiento

ENSAYO A LA TRACCIÓN DE LA JUNTA SOLDADA SIN PRECALENTAMIENTO (21 °C)

De los datos Obtenidos tenemos lo siguiente:

Resistencia a la tensión:

$$S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_o} = \frac{3137.8 \text{ N} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{304 \text{ mm}^2} = 101.52 \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}^2} = 101.2 \text{ MPa}$$

Deformación unitaria:

$$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100 = \frac{51.75 - 50}{50} * 100 = 3.50 \%$$

Módulo de elasticidad o módulo de Young:

$$E = \frac{S_{ut}}{\varepsilon} = \frac{101.2 \text{ MPa}}{0.035} = 2891.43 \text{ MPa}$$

ENSAYO DE DUREZA DE LA JUNTA SOLDADA SIN PRECALENTAMIENTO (21 °C)

Los resultados obtenidos en este ensayo se muestran los resultados de una probeta soldada sin precalentamiento a 21 °C, temperatura ambiente, la misma que alcanza una dureza máxima de 209 HB en la zona de la Intercara de la soldadura y una dureza mínima de 138.2 HB en la zona del metal fundido.

ENSAYO A LA TRACCIÓN DE LA JUNTA SOLDADA CON PRECALENTAMIENTO (100 °C)

De los datos Obtenidos tenemos lo siguiente:

Resistencia a la tensión:

$$S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_o} = \frac{3407.7 \text{ kg}}{304 \text{ mm}^2} = 11.210 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} = 15.94 \text{ Ksi} = 109.90 \text{ MPa}$$

Deformación unitaria:

$$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100 = \frac{51.2 - 50}{50} * 100 = 2.40 \%$$

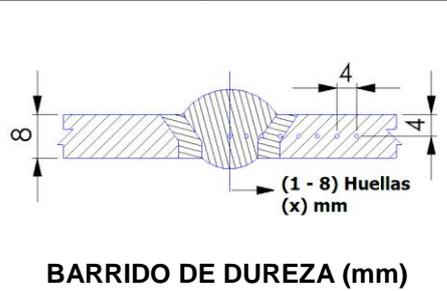
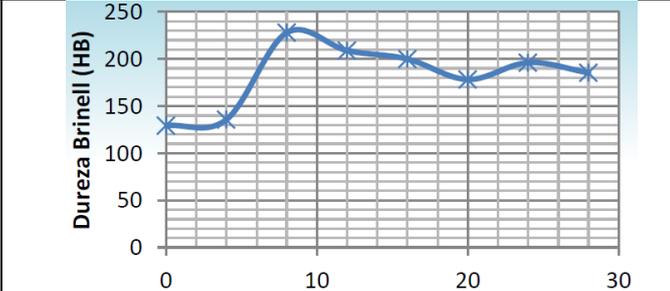
Módulo de elasticidad o módulo de Young:

$$E = \frac{S_{ut}}{\epsilon} = \frac{109.90 \text{ MPa}}{0.024} = 4579.17 \text{ MPa}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO			
ENSAYO DE DUREZA CON PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:	Ing. Mg. Alexander vega	Realizado por:	Carrasco Verastegui, André Jhonatan
Lugar de realización:	Laboratorio de Ingeniería de Materiales	Fecha de ejecución:	30/05/2018
T° de Precalentamiento	21 °C 100 °C	Medio de Precalentamiento	Ambiente Horno
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE DUREZA			
Realizado bajo la norma:			
Carga aplicada:	980 N		
Tiempo de ensayo:	5 min	Maquina Universal	
Método de medición:			
Análisis de los Resultados Dureza Controlada			
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DUREZA			
Huella N°	Zona de Barrido	HRB	Brinell HB
Longitud Inicial	50 mm	Longitud Final	Brinell HB
Carga Máxima	3400 kg	Deformación Max	
2	Intercara	98.2	209.0
3	ZAT	84.0	148.0
4	MB	84.5	149.4
BARRIDO DE DUREZA (mm)			

ENSAYO DE DUREZA DE LA JUNTA SOLDADA CON PRECALENTAMIENTO (100 °C)

Los resultados obtenidos en este ensayo se muestran los resultados de una probeta soldada con precalentamiento a 100 °C, la misma que alcanza una dureza máxima de 228 HB en la zona de la Intercara de la soldadura y una dureza

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO			
ENSAYO DE DUREZA CON PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:	Ing. Mg. Alexander vega	Realizado por:	Carrasco Verastegui, André Jhonatan
Lugar de realización:	Laboratorio de Ingeniería de Materiales	Fecha de ejecución:	30/05/2018
T° de Precalentamiento	100 °C	Medio de Precalentamiento	Horno
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE DUREZA			
Realizado bajo la norma:		ASTM E8	
Carga Aplicada:		980 N	
Tiempo de Ensayo:		25 min.	
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
Huella N°	Zona de Barrido	DUREZA	
		HRB, HRC	Brinell HB
1	MA	76.6 HRB	129.4
2	Intercara	31.5 HRC	228.0
3	ZAT	98.2 HRB	209.0
4	MB	96.6 HRB	200.0
 <p>BARRIDO DE DUREZA (mm)</p>			

mínima de 129.4 HB en la zona del metal fundido.

ENSAYO A LA TRACCIÓN DE LA JUNTA SOLDADA CON PRECALENTAMIENTO (150 °C)

De los datos Obtenidos tenemos lo siguiente:

Resistencia a la tensión:

$$S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_o} = \frac{5110.9 \text{ kg}}{304 \text{ mm}^2} = 16.812 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} = 23.91 \text{ Ksi} = 164.85 \text{ MPa}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO			
ENSAYO DE TRACCIÓN CON PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:	Ing. Mg. Alexander vega	Realizado por:	Carrasco Verastegui, André Jhonatan
Lugar de realización:	Laboratorio de Ingeniería de Materiales	Fecha de ejecución:	30/05/2018
T° de Precalentamiento	150 °C	Medio de Precalentamiento	Horno
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:		ASTM	
Instrumento:		Maquina Universal	
Método:		Deformación Controlada	
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
Longitud Inicial	50 mm	Longitud Final	51.4 mm
Carga Máxima	5110.9 kg	Deformación Max	11.6 mm

Deformación unitaria:

$$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100 = \frac{51.4 - 50}{50} * 100 = 2.80 \%$$

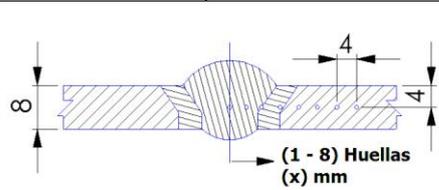
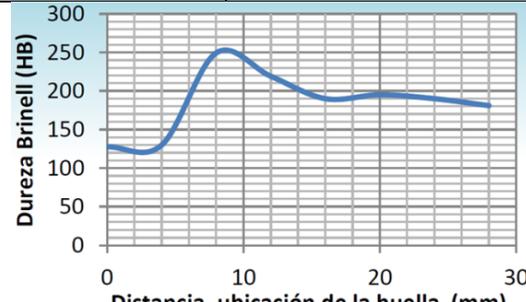
Módulo de elasticidad o módulo de Young:

$$E = \frac{S_{ut}}{\varepsilon} = \frac{164.85 \text{ MPa}}{0.028} = 5887.5 \text{ MPa}$$

ENSAYO DE DUREZA DE LA JUNTA SOLDADA CON PRECALENTAMIENTO (150 °C)

Los resultados obtenidos en este ensayo se muestran los resultados de una probeta soldada con precalentamiento a 150 °C, la misma que alcanza una

dureza máxima de 249.2 HB en la zona de la Intercara de la soldadura y una dureza mínima de 127.6 HB en la zona del metal fundido.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO			
ENSAYO DE DUREZA CON PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:	Ing. Mg. Alexander vega	Realizado por:	Carrasco Verastegui, André Jhonatan
Lugar de realización:	Laboratorio de Ingeniería de Materiales	Fecha de ejecución:	30/05/2018
T° de Precalentamiento	150 °C	Medio de Precalentamiento	Horno
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE DUREZA			
Realizado bajo la norma:		ASTM E8	
Carga Aplicada:		980 N	
Tiempo de Ensayo:		25 min.	
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
Huella N°	Zona de Barrido	DUREZA	
		HRB, HRC	Brinell HB
1	MA	76.1 HRB	127.6
2	Intercara	25.0 HRC	249.2
3	ZAT	100.0 HRB	219.1
4	MB	95.0 HRB	190.0
 <p>BARRIDO DE DUREZA (mm)</p>			

ENSAYO A LA TRACCIÓN DE LA JUNTA SOLDADA CON PRECALENTAMIENTO (200 °C)

De los datos Obtenidos tenemos lo siguiente:

Resistencia a la tensión:

$$S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{6695.6 \text{ kg}}{304 \text{ mm}^2} = 22.025 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} = 31.33 \text{ Ksi} = 216.01 \text{ MPa}$$

Deformación unitaria:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO			
ENSAYO DE TRACCIÓN CON PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:	Ing. Mg. Alexander vega	Realizado por:	Carrasco Verastegui, André Jhonatan
Lugar de realización:	Laboratorio de Ingeniería de Materiales	Fecha de ejecución:	30/05/2018
T° de Precalentamiento	200 °C	Medio de Precalentamiento	Horno
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:		ASTM	
Instrumento:		Maquina Universal	
Método:		Deformación Controlada	
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
Longitud Inicial	50 mm	Longitud Final	52.3 mm
Carga Máxima	6695.6 kg	Deformación Max	12.3 mm

$$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100 = \frac{52.3 - 50}{50} * 100 = 4.60 \%$$

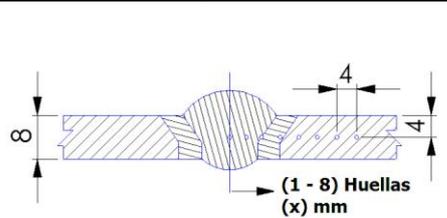
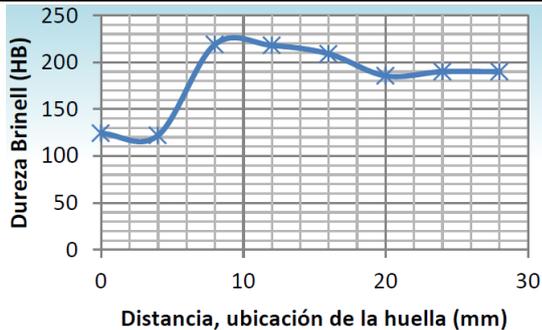
Módulo de elasticidad o módulo de Young:

$$E = \frac{S_{ut}}{\varepsilon} = \frac{216.01 \text{ MPa}}{0.046} = 4695.87 \text{ MPa}$$

ENSAYO DE DUREZA DE LA JUNTA SOLDADA CON PRECALENTAMIENTO (200 °C)

Los resultados obtenidos en este ensayo se muestran los resultados de una probeta soldada con precalentamiento a 200 °C, la misma que alcanza una

dureza máxima de 219.0 HB en la zona de la Intercara de la soldadura y una dureza mínima de 121.9 HB en la zona del metal fundido.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO			
ENSAYO DE DUREZA CON PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:	Ing. Mg. Alexander vega	Realizado por:	Carrasco Verastegui, André Jhonatan
Lugar de realización:	Laboratorio de Ingeniería de Materiales	Fecha de ejecución:	30/05/2018
T° de Precalentamiento	200 °C	Medio de Precalentamiento	Horno
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE DUREZA			
Realizado bajo la norma:		ASTM E8	
Carga Aplicada:		980 N	
Tiempo de Ensayo:		25 min.	
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
Huella N°	Zona de Barrido	DUREZA	
		HRB	Brinell HB
1	MA	74.5 HRB	121.9
2	Intercara	100.0 HRC	219.0
3	ZAT	99.8 HRB	218.0
4	MB	98.2 HRB	209.0
 <p>BARRIDO DE DUREZA (mm)</p>		 <p>Dureza Brinell (HB)</p> <p>Distancia, ubicación de la huella (mm)</p>	

EN CONCLUSION TENEMOS LO SIGUIENTE:

Los resultados obtenidos en este ensayo se muestran los resultados de distintas probeta soldada a distintas temperaturas sin precalentamiento y con

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO			
ENSAYOS DE DUREZA			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:	Ing. Mg. Alexander vega	Realizado por:	Carrasco Verastegui, André Jhonatan
Lugar de realización:	Laboratorio de Ingeniería de Materiales	Fecha de ejecución:	30/05/2018
T° de Precalentamiento	21°C (Ambiente), 100°C, 150°C y 200°C	Medio de Precalentamiento	Temperatura Ambiente y Horno
PARÁMETROS DEL LOS ENSAYOS DE DUREZA			
Realizado bajo la norma:		ASTM E8	
Carga Aplicada:		980 N	
Tiempo de Ensayo:		25 min.	
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE DUREZA			
Item	Temperaturas de Precalentamiento	DUREZA	
		MINIMO	MAXIMO
1	21° C	138.2 HB	209.0 HB
2	100° C	129.4 HB	228.0 HB
3	150° C	127.6 HB	249.2 HB
4	200° C	121.9 HB	219.0 HB

precalentamiento (21° C, 100° C, 150° C y 200° C), de la cual deducimos que **la adecuada temperatura de precalentamiento para el ACERO ASTM A514 es a 150 °C**, para lo cual el ACERO ASTM A514, alcanza una dureza máxima de 249.2 HB en la zona de la Intercara de la soldadura y una dureza mínima de 127.6 HB en la zona del metal fundido.

A. Evaluación Técnico – Económico que permita Identificar la Viabilidad del Proyecto para ser Implementado.

Gastos con respecto al sistema de soldadura FCAW-G

Presupuesto detallado del costo de sistema de soldadura FCAW-G, Cajamarca”

Tabla N° 07

N°	Designación	Unidad	Cantidad	Precio (S/.)	
				Unitario	Total
1	Máquina de soldar	Unidad	1	2000	2000.00
2	Antorcha de soldadura FCAW-G e implementos	Pack	1	500	500.00
3	Mascarilla	Unidades	2	80.00	160.00
4	Balón de gas con mangueras e implementos	Unidades	12	500.00	6000.00
TOTAL DEL COSTO DIRECTO (S/.)					8660.00
GASTOS GENERALES, IMPREVISTOS (25%)					2165.00
TOTAL SIN IGV					10825.00
IGV (18%)					1948.50
TOTAL					12773.50

Fuente: Elaboración propia.

Gastos con respecto al sistema de soldadura FCAW-G

Con los datos obtenidos se procedió a determinar el VAN, TIR del proyecto, para ello, como se puede apreciar el costo para la implementación del sistema de soldadura FCAW-G, asciende a S/. 12,773.50. Con todos estos datos se realizará el respectivo flujo de Caja Proyectado a cinco años, que mostrará las Inversiones posteriores a la inicial para el desarrollo del presente proyecto; todo esto nos permitirá hallar los indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) que nos ayudarán a visualizar si la inversión, en la implementación de la máquina, es aceptable o no lo es.

FLUJO DE EFECTIVO

Tabla N° 08

FLUJO EFECTIVO						
CONCEPTO / AÑOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(=) INGRESOS POR PRESTACIÓN DE SERVICIOS		21530.00	30520.00	30825.20	31133.45	31444.79
PAGO A SOLDADOR		18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00
CORRIENTE ELECTRICA / OTROS		2400.00	2400.00	2400.00	2400.00	2400.00
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS		1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
(=) COSTO DE MANO DE OBRA Y MANTENIMIENTO		21600.00	21600.00	21600.00	21600.00	21600.00
IMPLEMENTACION DE LA MAQUINA	12773.50					
(=) SALDO FINAL	-12773.50	-70.00	8920.00	9225.20	9533.45	9844.79

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 09

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD (VAN, TIR, B/C)						
AÑO	INGRESOS	COSTOS	FLUJO DE EFECTIVO	TASA (1+t) ⁻ⁿ	INGRESOS ACTUALIZADOS	EGRESOS ACTUALIZADOS
0	0.00	12773.50	-12773.50	1.00	0.00	12773.50
1	21530.00	21600.00	-70.00	0.91	19572.73	19636.36
2	30520.00	21600.00	8920.00	0.83	25223.14	17851.24
3	30825.20	21600.00	9225.20	0.75	23159.43	16228.40
4	31133.45	21600.00	9533.45	0.68	21264.57	14753.09
5	31444.79	21600.00	9844.79	0.62	19524.74	13411.90
TOTAL	145453.44	120773.50	24679.94		108744.60	94654.49
TIR	38%					

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro Se llenó de la siguiente manera:

Ingresos = Ingresos totales

Costos = costos totales + implementación del sistema de soldadura

Flujo de efectivo = Ingresos – costos

Tasa = $(1+t)^{-n}$, donde t=10%, n = # de años

Ingreso actualizado = Ingreso * tasa

Egreso actualizado = Egreso * tasa

VAN = Total de ingresos actualizados – Total de egresos actualizados

TIR = [formula Excel: = TIR (Flujo de efectivo celda por celda)]

B/C = Ingreso actualizado / Egreso actualizado.

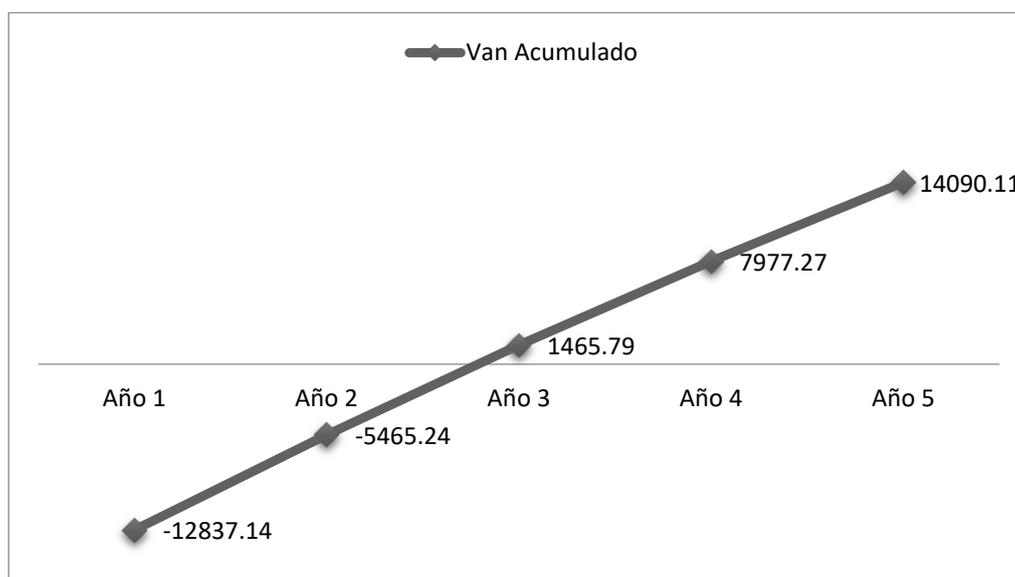
Tabla N° 10

Periodo de recuperación de la inversión

Periodo de Recuperación Económica				
Periodo	Año	Flujo	VAN	VAN Acumulado
0	Año 0	-12773.50	-12773.50	-12773.50
1	Año 1	-70.00	-63.64	-12837.14
2	Año 2	8920.00	7371.90	-5465.24
3	Año 3	9225.20	6931.03	1465.79
4	Año 4	9533.45	6511.48	7977.27
5	Año 5	9844.79	6112.84	14090.11
VAN			14090.11	-

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°04



Fuente: Elaboración propia.

Periodo de Recuperación de la inversión (PRI)

En la figura se puede determinar que el periodo que deberá pasar para poder recuperar la inversión es de 3 años, 3 meses, 7 días, después de ello se podrá ver mejor las ganancias y la rentabilidad de la aplicación de la presente tesis.

Análisis de VAN, TIR y B/C

VAN	S/. 14,090.11	SE ACEPTA
TIR	38%	SE ACEPTA
B/C	1.148858306	SE ACEPTA

Fuente: Elaboración propia.

Criterios:

- Si $VAN \geq 0$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza
- Si $TIR > t = 10\%$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza
- Si $B/C > 1$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza

IV. DISCUSIÓN

El investigador Asta (2003), en su proyecto: “Efecto de la Temperatura de Pre calentamiento en la Soldabilidad de un Acero ASTM A514 GR B”, el autor analiza la soldabilidad teniendo relación con la temperatura adecuada la cuál debe ser compatible a condiciones extremas, entre las cuales tenemos: humedad elevada y espesor grueso. En conclusión, el aporte elevado térmico junto con el bajo nivel de hidrógeno difusible del metal, no resultan suficientes para evitar fisuración en el acero micro – aleado A514 Gr B, por otro lado el pre calentamiento mínimo de 150°C permite minimizar el riesgo de fisura tanto en la ZAC como en el metal de soldadura, para lo cual se refuta lo que dice ya que en nuestro trabajo de investigación denominado “Análisis de Efecto de Temperatura de Pre calentamiento en Proceso de Soldadura FCAW-G, Respecto a la Dureza del Acero ASTM a 514”, se demuestra que la tempera de pre calentamiento a 150 °C no es la temperatura mínima en nuestra investigación se ha realizado evaluación a temperatura ambiente, temperatura de 100°C, 150°C y 200°C para lo cual se determinó que a la temperatura de pre calentamiento de 150°C se obtuvieron los datos más elevados de esfuerzos y durabilidad es por la cual que se establece que a esa temperatura de pre calentamiento se obtendrá un trabajo óptimo.

Los deficientes procedimientos de pre calentamiento se han convertido en una frecuente fuente de fracasos en los procesos de soldadura de grandes componentes como Palas eléctricas, Palas Hidráulicas y Excavadoras pertenecientes a empresas de dominio global como Komatsu, Caterpillar, Hitachi, Joy Global entre otras. Al momento de efectuar reparaciones de componentes de gran envergadura, y al no tener un control sobre el procedimiento particular de cada proceso ocasionan problemas, donde tal es la gravedad que llegamos a tener fracturas catastróficas que empiezan en la zona ZAC del cordón de soldadura, ya sea en la unión de placas, instalación de orejas, o en la instalación de blindajes anti-abrasivos; que mediante un análisis de falla riguroso se

determina que el inicio del problema fue un deficiente precalentamiento del metal base. (Argentina) (QUESADA, ZALAZAR, & ASTA, 2004, P. 6), con respecto a esta contexto se esta completamente de acuerdo ya que se debera tener en cuenta la temperatura de precalentamiento adecuada y exacta para evitar de esta forma los agrietamientos en las piezas soldadas y evitar probelmas posteriores.

En nuestro trabajo de investigacion se descubre que este sistema de soldaura es un proceso novedoso y que deja buenos resultados con acabados optimos tal como lo dice Palomino (2013, p. 12 - 26) que sostiene que a pesar de las tendencias en el proceso de transformacion y de unión de este metal o investigación en el mismo no son reflejados en nuestro medio, o llegan con algún retraso o no llegan, en el peor de los casos, el temor al cambio, genera incertidumbre y por ello, el desconocimiento de las nuevas formas de procesos y manufactura de estos metales, así es el caso de las operaciones de soldadura del cobre y sus aleaciones, estas son poco aplicadas en nuestro medio, pues al hacerlo se realizan con operaciones no estandarizadas, con procedimientos que tienden a deteriorar las propiedades iniciales del metal de base, usando materiales de aporte no compatibles con el cobre dando como resultado uniones débiles, de poca expectativa de vida, de alta sensibilidad al fenómeno de corrosión y por lo tanto de poca demanda en el mercado regional, llegando incluso a ser usados con remaches en algunas aplicaciones, es por la cual que el investigador esta completamente de acuerdo con lo sostenido en el presente parrafo.

V. CONCLUSIONES

- Después de los cálculos realizados se determinaron los parámetros de soldadura FCAW-G las cuales fueron los siguientes: Determinación del Carbono Equivalente, Parámetro de Composición Molecular, Intensidad de corriente (A) y el Avance en mm/min, las cuales en el presente trabajo de investigación los datos que se obtuvieron son los siguientes:

Parámetros de soldadura FCAW			
N°	Técnica	Corriente (A)	Velocidad de Avance
1	A	265 – 352	330 - 320
2	A	291 – 357	290 - 320
3	A	287 – 348	260 - 280

- Después de los cálculos realizados se llegó a la conclusión que para la determinación de la temperatura de precalentamiento para realizar las uniones soldadas con acero ASTM A514, se tuvo en cuenta el carbón equivalente de la composición química del acero ASTM A514, para lo cual se obtuvo que el CEI_W = 0,471 , para lo cual según tabla se tiene que para rangos del carbón equivalente entre 0.4 y 0.5 la temperatura de precalentamiento varía entre 100 °C y 200°C.
- De los resultados obtenidos en los ensayos se concluye que de distintas probeta soldada a distintas temperaturas sin precalentamiento y con precalentamiento (21° C, 100° C, 150° C y 200° C), de la cual deducimos que **la adecuada temperatura de precalentamiento para el ACERO ASTM A514 es a 150 °C**, para lo cual el ACERO ASTM A514, alcanza una dureza máxima de 249.2 HB en la zona de la Intercara de la soldadura y una dureza mínima de 127.6 HB en la zona del metal fundido.
- De los cálculos obtenidos se concluye que el costo para la implementación del sistema de soldadura FCAW-G, asciende a la suma de S/. 12,773.50 soles teniendo para esto un VAN de S/. 14,090.11 y un TIR del 38 % teniendo una tasa de actualización del 10 %, para lo cual se demuestra que el presente proyecto es rentable y sostenible ya que tenemos un VAN ≥ 0 y un TIR $> 10\%$.

VI. RECOMENDACIONES

- Para los procedimientos de soldadura FCAW-G, se recomienda tener bien en cuenta los parámetros de soldadura que son la técnica a utilizar que puede ser Semiautomática o Automática, la corriente en amperios, la tensión en voltaje y el avance del procedimiento de soldadura tomado en milímetros por minuto, ya que teniendo en cuenta estos parámetros se garantiza una buena eficiencia y un buen acabado de proceso.
- Se recomienda que cada vez que se realice los cálculos para determinación de las temperaturas de precalentamiento en las uniones soldadas específicamente en el acero ASTM A514, se tenga presente que el cálculo del carbón equivalente (CEIIW) como el parámetro de composición molecular (PCM) son de vital importancia ya que con estos valores específicamente en el acero ASTM A514 se pueden determinar los rangos de temperaturas de precalentamiento óptimas para futuras investigaciones al respecto.
- Se recomienda que al realizar este proceso de soldadura como es la soldadura FCAW-G, realizarla a una temperatura de precalentamiento de 150 °C, ya que según los datos calculados en el presente trabajo de investigación tenemos que **la adecuada temperatura de precalentamiento para el ACERO ASTM A514 es a 150 °C**, para lo cual el ACERO ASTM A514, alcanza una dureza máxima de 249.2 HB en la zona de la Intercara de la soldadura y una dureza mínima de 127.6 HB en la zona del metal fundido.
- De los cálculos obtenidos se concluye que el costo para la implementación del sistema de soldadura FCAW-G, asciende a la suma de S/. 12,773.50 soles teniendo para esto un VAN de S/. 14,090.11 y un TIR del 38 % teniendo una tasa de actualización del 10 %, para lo cual se demuestra que el presente proyecto es rentable y sostenible ya que tenemos un VAN ≥ 0 y un TIR $> t = 10\%$

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abbasi, A, y otros. The influence of the ratio of “rotational speed/traverse speed (ω/v)” on mechanical properties of AZ31 friction stir welds. Madrid : s.n., 2006. 280 pp.

AMAYA Cuipa, Gulmar Alexander y RABANAL Miñano, Luis Enrique. DSpace-Unitru. [En línea] 2016 . 137 pp. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7941/AMAYA%20CUIPA%20Gulmar%20Alexander%20RABANAL%20MI%20C3%91ANO%20Luis%20Enrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ARIAS, Fidias. *El Proyecto de Investigación - Introducción a la Metodología Científica*. 6ta Edición. Caracas - Republica Bolivariana de Venezuela : Editorial Episteme, C.A., 2012. 143 pp. ISBN: 980 - 07 - 8529 - 9.

Asbhy, Michael. *Engineering Materials 1. An Introduction to their Properties and Applications*. Inglaterra. : Pergamon Press - Oxford,, 2005. 210 pp.

ASTA, Eduardo P. Materiales-Sam. [En línea] 2003. 180 pp. <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/bariloche/Trabajos/A02/0219.pdf>.

Betancourt, Hernan. Evaluación metalúrgica y mecánica de soldadura por fricción agitación en la aleación AZ-31B. [En línea] 23 de mayo de 2012 . 137 pp. [Citado el: 23 de abril de 2017.] repositorio.uta.edu.ec/.../Tesis%20I.M.%20248%20-%20Toapanta%20Bautista%20Ra..

CABELLO, Pablo. UDCH. [En línea] 2012. https://www.u-cursos.cl/usuario/26cada6a025eba901bc9eb28ba73721b/mi_blog/r/informe3.pdf.

Cisneros Guancha. *Guía para la aplicación de sistemas de gestión energética orientado a la energía eléctrica, basado en la norma ISO 50001*. Quito, Ecuador : Escuela Politécnica Nacional de Quito, 2013. 175 pp.

Diaz del Castillo, Felipe. Endurecimiento Superficial del acero. [aut. libro] Felipe Diaz del Castillo R. Cautillan : s.n., 2007. 180 pp.

EcuRed. EcuRed. [En línea] 2017. <https://www.ecured.cu/Cultivador>.

Ensinger. 2017. Ensinger. [En línea] 2017. <http://www.ensinger.es/es/informacion-tecnica/propiedades-tecnicas-de-los-plasticos/propiedades-mecanicas/dureza>.

Franco, Luis, Sanchez, Pedro y Murillo, Javier. Soldadura por fricción agitación de aleaciones ligeras – una alternativa a nuestro alcance. Cali : Escuela de Ingeniería de Materiales, Universidad del Valle. Cali, Colombia., 2009. 170 pp.

Groover. *Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas.* [España] : MacGrawHill, 2013. 235 pp. ISBN 9789701062401.

HERNANDEZ, R, FERNANDEZ, C. & BATISTA, P. *Metodología de la Investigación.* México : Editorial Mc Graw Hill, 2014. 497 pp.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BATISTA, Pilar. *Metodología de la Investigación.* 4a Edición. D.F. México : Mc Graw-Hill, 2006. 497 pp. ISBN: 968 - 422 - 931 - 3.

LÓPEZ, José. CIP La Libertad. [En línea] 2015. <http://www.cip-trujillo.org/ovcipcdll/uploads/biblioteca/abstract/T004753.pdf>.

MAULÈN, José. Universidad de Barcelona. [En línea] 2005. http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1129/JMA_TESIS.pdf.

Molina y Reyes. 2015, párr. 88. *Efecto de la temperatura de carbonitruración utilizando medio difusor 30%nacn – 40%Na₂CO₃ – 30%nacl en el acero AISI 4140 sobre la resistencia al desgaste, dureza superficial, dureza en el núcleo y espesor de capa.* Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2015, párr. 88.

Palomino, Frank. Influencia de las velocidades de avance y de rotación, sobre la resistencia a la tracción de aleaciones ligeras, soldadas mediante el Proceso FSW. Trujillo : Escuela de Ingeniería de Materiales, Universidad Nacional de Trujillo, 2013. 180 pp.

QUESADA, Hector Juan. Materiales-Sam. [En línea] 2004. <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/laserena/124.pdf>.

QUESADA, Hector Juan, ZALAZAR, Mónica y ASTA, Eduardo Pablo. CONGRESO CONAMET 2004. [En línea] 2004. <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/laserena/124.pdf>.

QUESADA, Héctor y Zalazar, Mónica. Scribd. [En línea] 2011. <https://es.scribd.com/doc/65719204/CUADERNO-Temperatura-de-Precalementamiento>.

SARABIA, VICTOR MANUEL LUCIANO. Avalon. [En línea] 2013. <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/736.pdf>.

ANEXO N° 01

ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA (EPS)									
Identificación									
EPS N°					Registros de calificación (RCP) N°				
Área					Código				
Proceso de validación		DETALLE DE LA JUNTA							
Tipo					Ángulo (A):		Radio en balana (r)		
					Tolera (E):		Separación (E)		
METAL BASE									
METAL BASE 1				METAL BASE 2					
ESPECIFICACION				ESPECIFICACION					
Número M		Grupo		Número M		Grupo			
Composición		Resistencia		Composición		Resistencia			
Forma del producto				Forma del producto					
Espesor mín:		mm		Espesor mín:		mm			
Diam. Mín:		mm		Diam. Mín:		mm			
Otros materiales donde se puede aplicar la EPS									
METAL DE APORTE									
		Especificación							
		Clasificación							
		Grupo P N°							
		Grupo A N°							
		Diametro (mm)							
		Otro							
PRECALENTAMIENTO									
Temperatura de precalentamiento									
Temperatura entre pases									
Método									
FRENTE					TRATAMIENTO TÉCNICO POSTERIOR				
Identificación		Características			Temperatura				
					Tiempo				
POSICIÓN DE SOLDADURA									
Posición		Preparación			Observaciones				
OTROS									
Elevado de la quilla		Ø							
Tipo de la referencia PCMY-G									
TÉCNICAS					GAS DE PROTECCIÓN				
Pase único o múltiple					Gas		Composición		
Cardenero realce o no realce					Flujo				
Espesor máximo por capa					Gas porosa		Flujo porosa		
Método de anclaje de la quilla					OBSERVACIONES				
Tamaño de orificio y/o boquilla									
Distancia lecho de anclaje a quilla									
Limpieza inicial									
Limpieza entre pases									
OTRO									
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS									
Pase N°		Proceso		Material de aporte		Corriente			Vollaje
				Especificación	Diametro mm	AC/DC	Polaridad	Pulsada	
Preparado por					Pulse:				

ANEXO 02

ENSAYO DE DUREZA DE LA JUNTA SOLDADA

ANEXO N° 03

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO			
ENSAYO DE DUREZA CON PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:		Realizado por:	
Lugar de realización:		Fecha de ejecución:	
T° de Precalentamiento		Medio de Precalentamiento	
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE DUREZA			
Realizado bajo la norma:			
Carga Aplicada:			
Tiempo de Ensayo:			
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
	DUREZA		
Zona de Bando	HRB	Brinell HB	
ENSAYO DE TRACCIÓN CON PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			
Autorizado por:		Realizado por:	
Lugar de realización:		Fecha de ejecución:	
T° de Precalentamiento		Medio de Precalentamiento	
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:			
ENSAYO DE TRACCIÓN DE LA JUNTA SOLDADA			
Método:			
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
Longitud Inicial	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO		
Carga Máxima	Longitud Final	Deformación Max	
ENSAYO DE TRACCIÓN CON PRECALENTAMIENTO			
GUIA DE OBSERVACIÓN			

Resistencia a la tensión:

$$S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0}$$

59

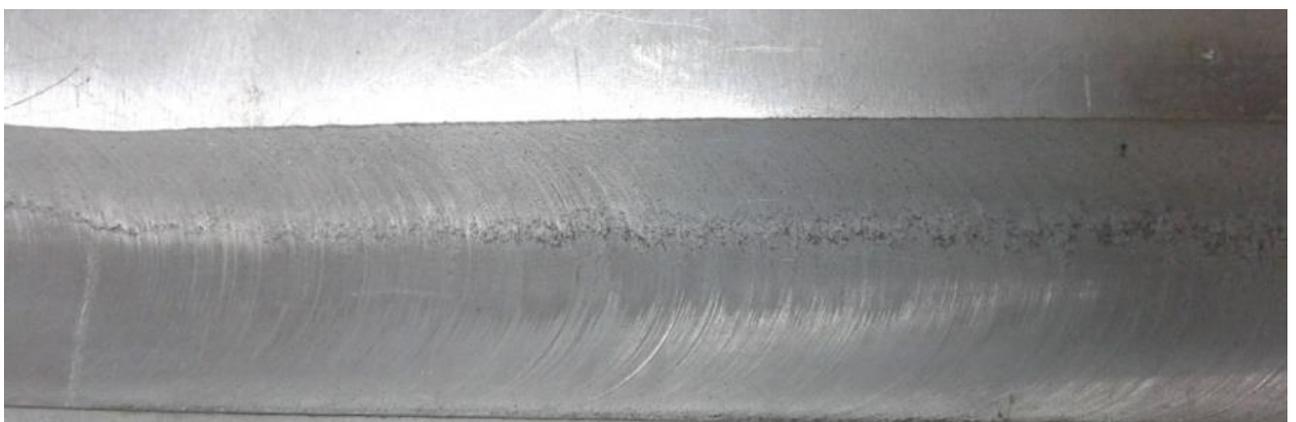
Deformación unitaria:

$$\epsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$$

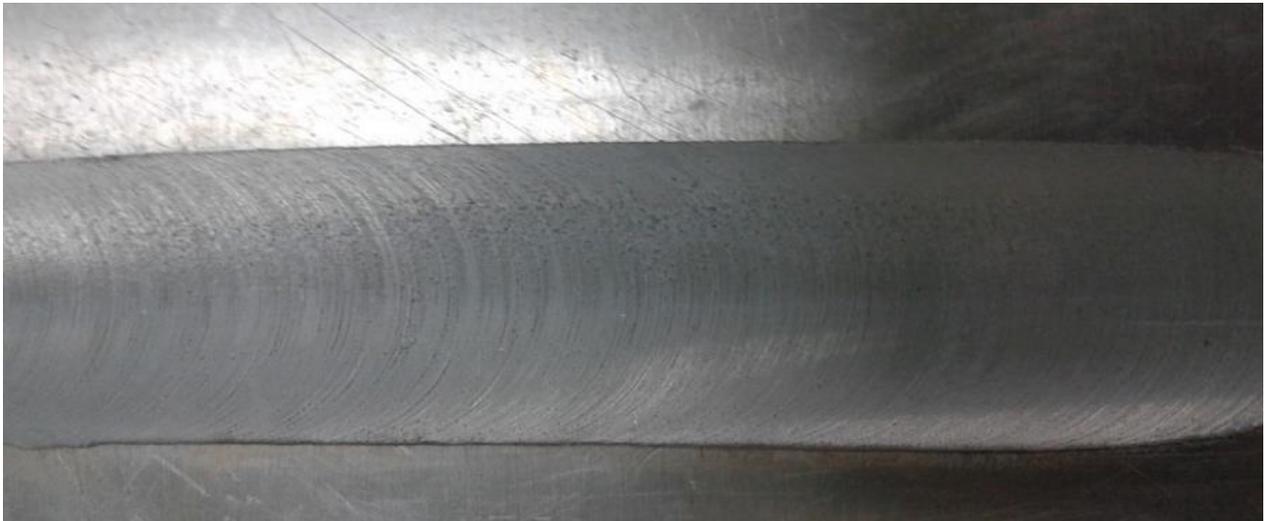
Autorizado por:		Realizado por:	
Lugar de realización:		Fecha de ejecución:	
T° de Precalentamiento		Medio de Prealentamiento	
PARÁMETROS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:			
Instrumento:			
Método:			
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
Longitud Inicial		Longitud Final	
Carga Máxima		Deformación Max	
<p>Resistencia a la tensión:</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_o}$ <p>Deformación unitaria:</p> $\varepsilon = \frac{I_f - I_o}{I_o} * 100$ <p>Módulo de elasticidad o módulo de Young:</p> $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$			

ANEXO 04

GALERIA FOTOGRAFICA



En vista fotográfica se observa el acabado del proceso soldadura FCAW-G a una temperatura de precalentamiento de 100°C



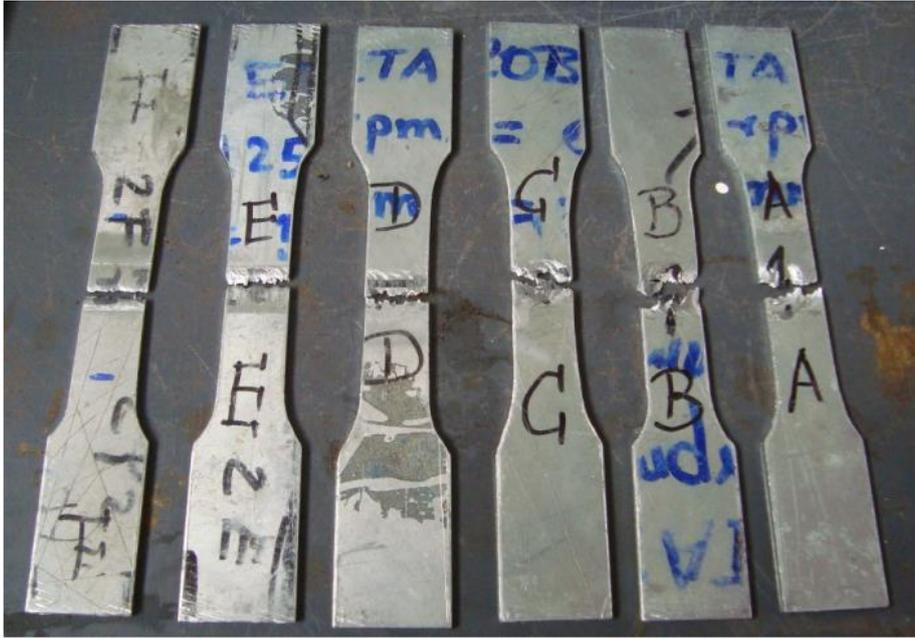
En vista fotográfica se observa el acabado del proceso soldadura FCAW-G a una temperatura de precalentamiento de 150°C



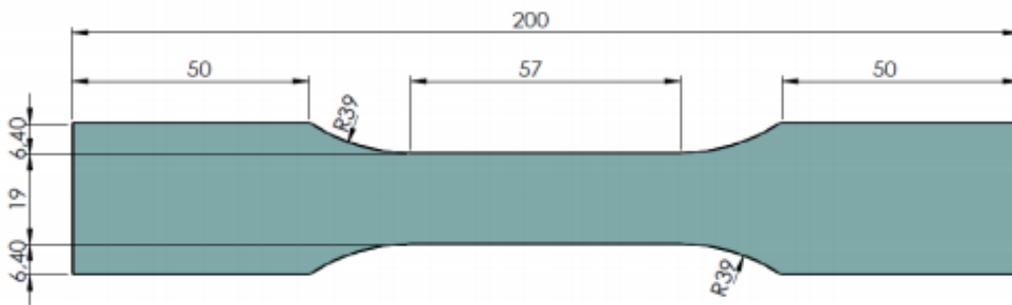
En vista fotográfica se observa el acabado del proceso soldadura FCAW-G a una temperatura de precalentamiento de 200°C



Vista fotográfica de Probetas preparadas a ser sometidas a pruebas de resistencia.



Vista fotográfica de Probetas después de ser sometidas a pruebas de Resistencia.



Fuente: Norma ASTM E8

Dimensiones de la probeta de ensayo

ANEXO 05

COMPOSICION DE ACEROS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA



Aceros Estructurales de alta resistencia mecánica

Los aceros estructurales de alta resistencia mecánica se caracterizan por su fácil soldabilidad y conformabilidad. Dentro de ellos destacan los aceros utilizados para aplicaciones estructurales donde se requiere de altos límites de fluencia, como los aceros ASTM A-514, de tal forma de utilizar materiales de menores espesores lo que se traduce en estructuras o componentes más livianos. Los aceros de alto creep, o bien alta resistencia a la deformación plástica a altas temperaturas, como el acero 15Mo3, son usualmente utilizados para fabricar componentes que están bajo temperaturas mayores a las del ambiente. Su uso permite garantizar una vida útil sin que se presenten deformaciones importantes en la estructura a pesar de su exposición a las altas temperaturas.

Composición química (máximo %)

Acero	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V+Nb	B	Otros
ASTM A-514	0,18	0,50	1,60	1,50	0,60	1,50	1,0	0,004	-
15 Mo 3	0,16	0,40	0,60	-	0,30	-	-	-	max.Cu=0.3

Propiedades mecánicas mínimas en condiciones de temperatura ambiente:

Acero	Límite de Fluencia (N/mm ²)	Resistencia a la tracción (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Energía de Impacto Charpy (J) -60°C
ASTM A-514	690	940	15	30/27
15 Mo 3	295	570	23	50

Variación del límite de fluencia en función de la temperatura del material 15Mo3:

100°C	150°C	200°C	250°C	300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	800°C
264	245	225	205	180	170	160	155	150	-	-

Espesores de stock: de 10 a 100 mm. Dimensiones estándares, 2000 x 6000 mm. Para otras dimensiones, contactarnos para importaciones directas.

Aplicaciones tradicionales

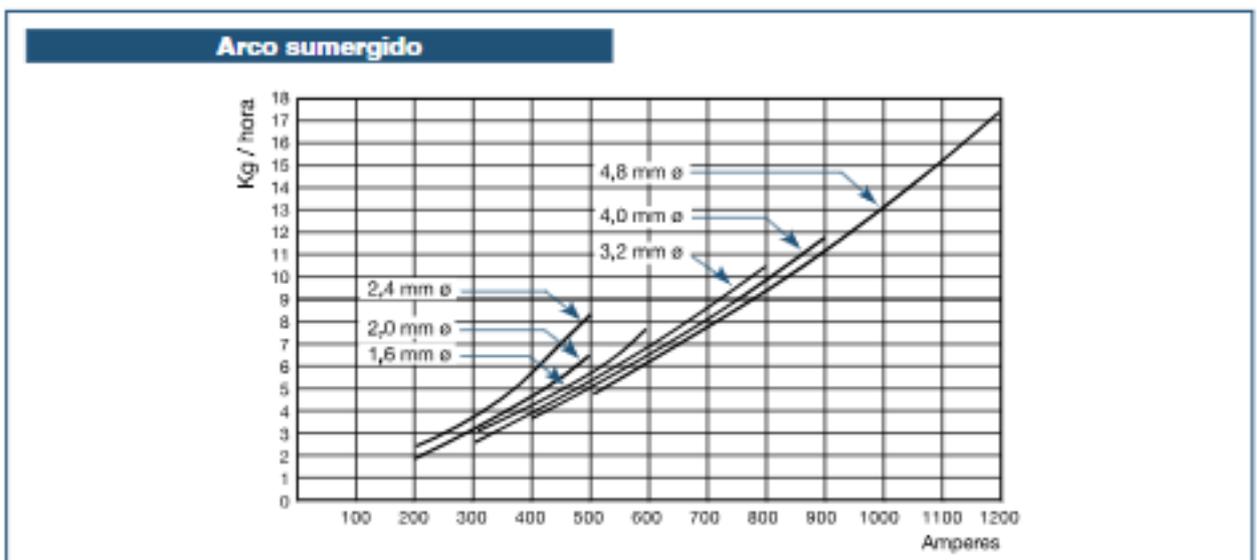
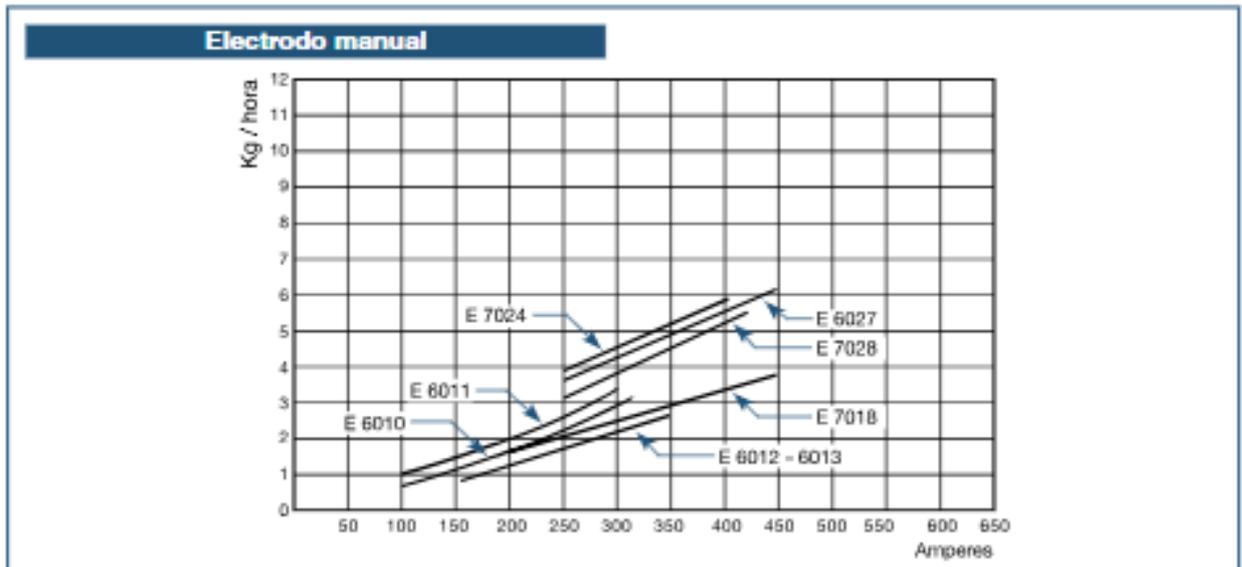
Para el material ASTM A-514, se recomienda preferentemente para estructuras de alta exigencia mecánica y soldabilidad, tales como puentes grúas, brazos telescópicos, puentes, brazos de levante, etc.

Para el material 15Mo3, se recomienda su uso en la fabricación de componentes a presión, boilers, ductos expuestos a altas temperaturas, convertidores de fundición, etc.

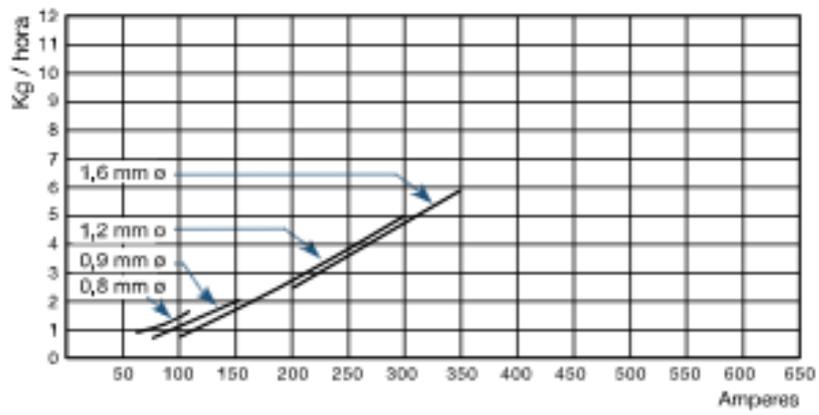


ANEXO 06

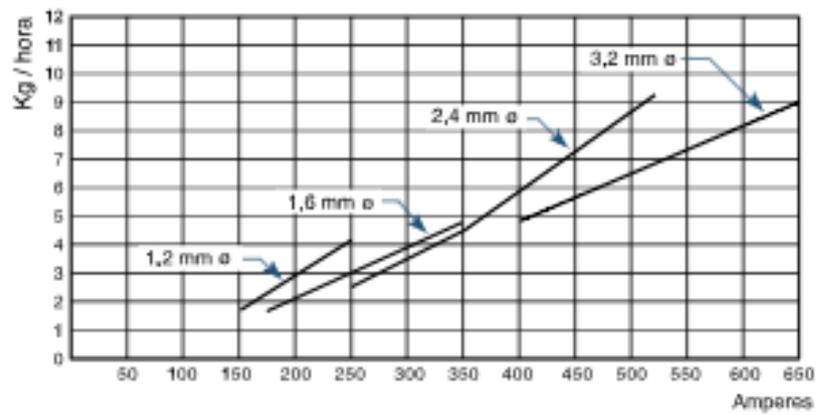
COMPORTAMIENTO DEL ELECTRODO SEGÚN EL PROCESO DE SOLDADURA A USAR



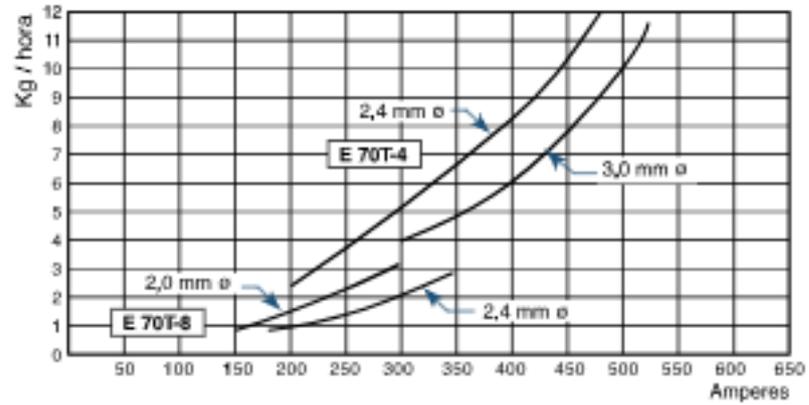
MIG sólido



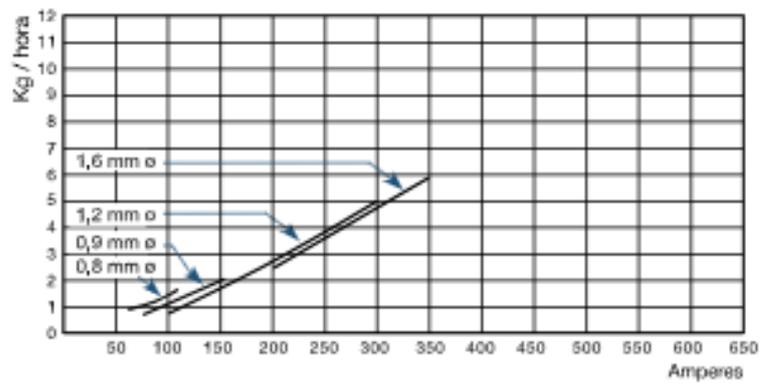
MIG tubular con protección



MIG tubular sin protección



MIG sólido



DUREZA

TABLA COMPARATIVA DE DUREZA

Brinell	Vickers	Rockwell		Resistencia a la tracción x 1000 psi	Brinell	Vickers	Rockwell		Resistencia a la tracción x 1000 psi
		C	B				C	B	
898				440	223	223	20	97	110
867				420	217	217	18	96	107
817				401	212	212	17	96	104
780	1160	70		384	207	207	16	96	101
746	1060	68		368	202	202	16	94	99
712	960	66		362	197	197	13	93	97
682	886	64		337	192	192	12	92	96
663	820	62		324	187	187	10	91	93
627	766	60		311	183	183	9	90	91
601	717	68		298	179	179	8	89	89
678	676	67		287	174	174	7	88	87
666	633	66	120	276	170	170	6	87	86
634	608	63	119	266	166	166	4	86	83
614	667	62	119	266	163	163	3	86	82
496	640	60	117	247	169	169	2	84	80
477	616	49	117	238	166	166	1	83	78
461	494	47	116	229	163	163		82	76
444	472	46	116	220	149	149		81	76
429	464	46	116	212	146	146		80	74
416	437	44	114	204	143	143		79	72
401	420	42	113	196	140	140		78	71
388	404	41	112	189	137	137		77	70
376	389	40	112	182	134	134		76	68
363	376	38	110	176	131	131		74	66
362	363	37	110	170	128	128		73	66
341	360	36	109	166	126	126		72	64
331	339	36	109	160	124	124		71	63
321	327	34	108	166	121	121		70	62
311	316	33	108	160	118	118		69	61
302	306	32	107	146	116	116		68	60
293	296	31	106	142	114	114		67	69
286	287	30	106	138	112	112		66	68
277	279	29	104	134	109	109		66	66
269	270	28	104	131	107	107		64	66
262	263	26	103	128	106	106		62	64
266	266	26	102	126	103	103		61	63
248	248	24	102	122	101	101		60	62
241	241	23	100	119	99	99		69	61
236	236	22	99	116	97	97		67	60
229	229	21	98	113	96	96		66	49

ANEXO 07

TEMPERATURAS DE PRECALENTAMIENTO DE DIFERENTES ACEROS

PRECALENTAMIENTO

TEMPERATURAS DE PRECALENTAMIENTO PARA DIFERENTES ACEROS

El precalentamiento de las piezas a reparar con soldadura resistente al desgaste puede ser necesario, para evitar grietas en el metal base, como también en el depósito.

La temperatura de precalentamiento para cada aleación está indicada en su descripción respectiva y dependerá del contenido de carbono y elementos de aleación en el metal base.

Cuanto más alto el contenido del carbono, mayor debe ser la temperatura de precalentamiento.

Las temperaturas indicadas en esta tabla representan los valores mínimos para cada material, por lo que se recomienda usar siempre la temperatura más alta de las cifras indicadas para el metal base y para el material de aporte.

Aceros	Designación	% Carbono	Precalentamiento recomendado
ACEROS AL CARBONO	Aceros al carbono	Bajo 0,20	Sobre 90°C
	Aceros al carbono	0,20-0,30	90°C-160°C
	Aceros al carbono	0,30-0,45	160°C-260°C
	Aceros al carbono	0,45-0,80	260°C-420°C
ACEROS CARBONO-MOLIBDENO	Aceros carbono-molibdono	0,10-0,20	160°C-260°C
	Aceros carbono-molibdono	0,20-0,30	200°C-320°C
	Aceros carbono-molibdono	0,30-0,35	260°C-420°C
ACEROS AL MANGANESO	Aceros al Mn medio	0,20-0,25	160°C-260°C
	SAET 1330	0,30	200°C-320°C
	SAET 1340	0,40	260°C-420°C
	SAET 1360	0,60	320°C-480°C
	Ac. Mn 12% (HADFIELD)	1,25	No requiere
ACEROS DE ALTA RESISTENCIA	Acero molibdeno-manganeso	0,20	160°C-260°C
	Acero T1	0,10-0,20	90°C-200°C
	Aceros Alta Resistencia ARMCO	0,12 máx.	Sobre 90°C
	Aceros Mayari R	0,12 máx.	Sobre 160°C
	Aceros DUR-CAP	0,25 máx.	90°C-200°C
	Aceros YOLOY	0,05-0,35	90°C-320°C
	Aceros Cr-Cu-NI	0,12 máx.	90°C-200°C
	Aceros cromo-manganeso	0,40	200°C-320°C
Aceros HI	0,12 máx.	90°C-260°C	
ACEROS AL NIQUEL	SAE 2016	0,10—0,20	Sobre 160°C
	SAE 2116	0,10—0,20	90°C-160°C
	Acero níquel 2 1/2%	0,10—0,20	90°C-200°C
	SAE 2316	0,15	90°C-260°C
	SAE 2330	0,20	90°C-260°C
	SAE 2340	0,30	160°C-320°C

Aceros	Designación	% Carbono	Pre calentamiento recomendado
ACEROS CROMO-NÍQUEL	SAE 3116	0,16	90°C-200°C
	SAE 3126	0,26	160°C-260°C
	SAE 3130	0,30	200°C-370°C
	SAE 3140	0,40	260°C-430°C
	SAE 3160	0,60	320°C-480°C
	SAE 3216	0,16	160°C-260°C
	SAE 3230	0,30	260°C-370°C
	SAE 3240	0,40	370°C-640°C
	SAE 3260	0,60	480°C-600°C
	SAE 3316	0,16	260°C-370°C
	SAE 3326	0,26	480°C-600°C
	SAE 3436	0,36	480°C-600°C
	SAE 3460	0,60	480°C-600°C
ACEROS AL MOLIBDENO	SAE 4140	0,40	320°C-430°C
	SAE 4340	0,40	370°C-480°C
	SAE 4616	0,16	200°C-320°C
	SAE 4630	0,30	260°C-370°C
	SAE 4640	0,40	320°C-430°C
	SAE 4820	0,20	320°C-430°C
ACEROS CROMO-MOLIBDENO	Aceros 2% Cr - 1/2% Mo	Sobre 0,16	200°C-320°C
	Aceros 2% Cr - 1/2% Mo	0,16-0,26	260°C-430°C
	Aceros 2% Cr - 1% Mo	Sobre 0,16	260°C-370°C
	Aceros 2% Cr - 1% Mo	0,16-0,26	320°C-430°C
	Aceros 6% Cr - 1/2% Mo	Sobre 0,16	260°C-430°C
	Aceros 6% Cr - 1/2% Mo	0,16-0,26	320°C-480°C
ACEROS AL CROMO	12-14% Cr tipo 410	0,10	160°C-260°C
	16-18% Cr tipo 430	0,10	160°C-260°C
	23-30% Cr tipo 446	0,10	160°C-260°C
ACEROS INOXIDABLES CROMO - NÍQUEL	18% Cr - 8% Ni tipo 304	0,07	Estos aceros no requieren de pre calentamiento
	26-12 tipo 309	0,07	
	26-20 tipo 310	0,10	
	18-8 Cb tipo 347	0,07	
	18-9 Mo tipo 316	0,07	
	18-8 Mo tipo 317	0,07	

ANEXO 08

FICHA DE VALIDACION DE DATOS

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: JUAN ANDRES BUSTAMANTE BANDA
- Profesión: ING. MECANICO ELECTRICISTA.
- Grado académico: INGENIERO
- Actividad laboral actual: SUPERVISOR DEL AREA DE MAESTRANZA
GENERAL EN AGROINDUSTRIAL TUMAN S.A.S.


Juan A. Bustamante Banda
Ing. Mecánico Electricista
CIP. 100337

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


Juan A. Bustamante Banda
Ing. Mecánico Electricista
CIP. 100337

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo (indicar el objetivo de la tesis).

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Por que se ajusta a lo solicitado por el Tesisista.

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Porque permite conocer cual es la problemática en el área de estudio.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Porque permite conocer respuestas concretas y precisas

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.


Juan A. Bustamante Barja
Ing. Mecánico Electricista
CIP. 100337

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X			X			
2	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. Para mejorar el instrumento de recolección de datos?

SE DEBE PEDIR CUESTIONARIO ENTENDIBLE PARA
EL PÚBLICO EN GENERAL.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

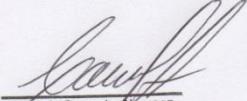

Juan A. Bustamante Banda
Ing. Mecánico Electricista
CIP. 100337

Firma del Experto

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: CAMACHO NARVAEZ DIXON ARTURO
- Profesión: ING. MECANICO ELECTRICISTA
- Grado académico: INGENIERO.
- Actividad laboral actual: SUPERVISOR DEL AREA DE ELECTRICIDAD
EN AGROINDUSTRIAL TUMAN S.A.A.


Dixon A. Camacho Narvaez
Ingeniero Mecánico Electricista
CIP: 99205

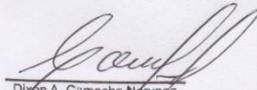
INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


Dixon A. Camacho Nervaéz
Ingeniero Mecánico Electricista
CIP: 84295

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo (indicar el objetivo de la tesis).

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

PORQUE SE AJUSTA A LO SOLICITADO POR EL TESISISTA

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

PERMITE CONOCER CUAL ES LA PROBLEMÁTICA EN EL
ÁREA DE ESTUDIO.

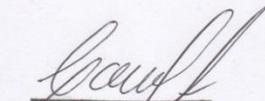
3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

PORQUE PERMITE CONOCER RESPUESTAS CONCRETAS Y PRECISAS.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.


Dixon A. Comacho Narvaez
Ingeniero Mecánico Electricista
CIP: 94205

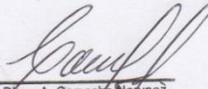
Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X			X			
2	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. Para mejorar el instrumento de recolección de datos?

SE DEBE REALIZAR MAS FICHO DE OBSERVACIÓN SEGUN
LOS EQUIPOS.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


 Dixon A. Camacho Narvaez
 Ingeniero Mecánico Electricista
 CIP: 94205

Firma del Experto

ANÁLISIS DE EFECTO DE TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO EN PROCESO DE SOLDADURA FCAW-G RESPECTO A LA DUREZA DEL ACERO ASTM A514

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	6%
2	www.materiales-sam.org.ar Fuente de Internet	2%
3	www.scribd.com Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.soldexa.com.pe Fuente de Internet	1%

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : de 1

Yo ANDRE JHOVATAN CARRASCO VERASTEGUI, identificado con DNI N° 45467058, egresado de la Escuela Profesional de de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "ANÁLISIS DE EFECTO DE TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO EN PROCESO DE SOLDADURA FCAW-G RESPECTO A LA DUREZA DEL ACERO ASTM A514" en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



 FIRMA

DNI: 45467058

FECHA: 13 de OCTUBRE del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Salazar Mendoza Aníbal Jesús, Asesor del curso de desarrollo del trabajo de investigación y revisor de la tesis de la estudiante Carrasco Verastegui, André Jhonatan; titulad: **"ANÁLISIS DE EFECTO DE TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO EN PROCESO DE SOLDADURA FCAW- G RESPECTO A LA DUREZA DEL ACERO ASTM A514"**, constato que la misma tiene un índice de similitud de 18 % verificable en el reporte de originalidad del programa *Turnitin*.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 16 de agosto de 2018

.....
DR SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS

DNI: 16720249

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel km. 3.5.