



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Mejora del proceso de construcción de pilotes mediante la evaluación
de las uniones soldadas por arco con núcleo fundente y electrodo
revestido, en la empresa HJ Dakar – Talara”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:
Macalupú Silva, Abner

ASESOR:
MSc. Madrid Guevara, Fernando

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Empresarial y Productiva

PIURA – PERÚ

2016

Página del Jurado

DEDICATORIA

A mi familia, dedico este trabajo especialmente a mi esposa e hija, por el amor, cariño y paciencia que me dieron las fuerzas a seguir adelante y nunca desmayar a pesar de los obstáculos en el camino.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecer al MSC. Fernando Madrid Guevara, mi asesor especialista por guiarme y tener gran amabilidad en asesorarme en mi proyecto de investigación para poder realizar un buen trabajo.

El siguiente agradecimiento, al supervisor Héctor Lequernaque Díaz, por haber sido tan cordial de brindarme la oportunidad de desarrollarme y aprender nuevas cosas en su empresa y a la vez por brindarme la información necesaria para poder realizar mi proyecto de tesis, así mismo deseándole bendiciones y buenos éxitos.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Macalupú Silva, Abner con DNI N° 45720359, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, 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.

Piura, julio del 2020



MACALUPÚ SILVA, ABNER

DNI: 45720359

PRESENTACIÓN

Señores miembros de jurado, presento ante ustedes la tesis titulada “Mejora de Proceso de construcción de pilotes mediante la evaluación de las uniones soldadas por arco con núcleo fundente y electrodo revestido, en la empresa HJ Dakar-Talara”

Esta tesis ha sido desarrollada con la finalidad de “Realizar la mejora del proceso de construcción de pilotes mediante la evaluación de las uniones soldadas por arco con núcleo fundente y electrodo revestido, en la empresa HJ DAKAR-Talara”, Por esta razón el presente trabajo de investigación busca mejorar el proceso de soldadura haciendo uso de la soldadura por arco, con núcleo de fundente (FCAW) para reducir los tiempos de construcción de pilotes y obtener uniones de calidad.

Esta investigación ha sido elaborada en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la universidad Cesar Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. Esperando cumplir con los requisitos de aprobación

EL AUTOR

ÍNDICE

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación	vi
Índice.....	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Gráficos	x
Resumen.....	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Trabajos previos... ..	14
1.3. Teorías relacionadas al tema	17
1.4. Formulación del problema	26
1.5. Justificación.....	27
1.6. Objetivos	28
II. MÉTODO.....	29
2.1. Diseño de investigación.....	29
2.2 Variable de Operacionalización	30
2.3 Población y muestra.....	32
2.4 Técnica e instrumento de recolección de datos	32
2.5 Método de análisis de datos	33
2.6 Aspectos éticos	34
III. RESULTADOS	35
IV. DISCUSIÓN	48
V. CONCLUSIÓN	51
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. REFERENCIAS	54
VIII.ANEXOS	56
Anexo 01: Ficha de Tiempo por Pases SMAW	56
Anexo 02: Ficha de Tiempos por Pases FCAW	57
Anexo 03: Mejora de Proceso de Contrucción de Pilotes.....	58

Anexo 04: Hoja de Costos	66
Anexo 05: Reporte de Inspección Visual SMAW	68
Anexo 06: Reporte de Inspección Por Tintes Penetrantes SMAW	70
Anexo 07: Reporte de Inspección Visual FCAW	72
Anexo 08: Reporte de Inspección por Tintes Penetrantes FCAW	74
Anexo 09: Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador (WPQR) SMAW	75
Anexo 10: Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador (WPQR) FCAW	78
Anexo 11: Especificación de Procedimiento de soldadura SMAW	88
Anexo 12: Especificación de Procedimiento de soldadura FCAW	82
Anexo 13: Acta de Aprobación de Originalidad de la Tesis... ..	84
Anexo 14: Autorización de Publicación de Tesis en Repositorio Institucional UCV	86
Anexo15: Autorización de Revisión Final del Trabajo de Investigación.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	31
Tabla 2: Tiempos promedios por pases por juntas soldadas en el proceso SMAW y FCAW	32
Tabla 3: Técnica e instrumentos de recolección de datos	33
Tabla 4: Tiempos por pases en proceso SMAW	35
Tabla 5: Tiempos por pases en proceso SMAW	36
Tabla 6: Tiempos por pases en proceso FCAW	37
Tabla 7: Tiempos por pases por pases en proceso FCAW	37
Tabla 8: Tiempos en minutos empleados en las uniones soldadas según SMAW y FCAW	39
Tabla 9: Discontinuidades por junta soldada	40
Tabla 10: Ensayo de Tintes Penetrantes	41
Tabla 11: Criterios de la Aceptación según AWS D1.1 - 2010	42
Tabla 12: Costo de los materiales de aporte en el proceso SMAW	45
Tabla 13: Costo de los materiales de aporte en el proceso (FCAW)	45
Tabla 14: Costo de Mano de la obra (FCAW y SMAW)	46
Tabla 15: Costo de equipo proceso SMAW	46
Tabla 16: Costo de equipo proceso FCAW	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Equipo para hacer soldadura al arco con núcleo de fundente	18
Gráfico 2: Clasificación de electrodos con núcleo de fundente	19
Gráfico 3: Proceso contable de costos del sistema de costos por proceso	26
Gráfico 4: Número de discontinuidades en el proceso SMAW y FCAW	39
Gráfico 5: Inspección de juntas con uso galga	44

RESUMEN

El objetivo de esta investigación titulada “mejorar el proceso de construcción de pilotes mediante la evaluación de las uniones soldadas por arco con núcleo de fundente y electrodo revestido en la empresa HJ Dakar-Talara”, fue implementar el proceso de soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW) y a la vez evaluar las uniones soldadas en ambos procesos. Por lo que se buscó obtener cordones y acabados de mejor aspecto, así mismo mejorar las discontinuidades y los tiempos de producción para los siguientes proyectos. En las juntas soldadas se obtuvieron resultados de mejora en los tiempos de producción con el proceso FCAW, en los pases de raíz, caliente, relleno y acabado en cada pilote, cuyos datos fueron recopilados por el uso del cronómetro en las 20 juntas soldadas de cada proceso; además de ello se redujo el número de discontinuidades por lo que la inspección se hizo antes, durante y después del proceso mediante los criterios de aceptación en base a la norma AWS D1.1-2010 código estructural del acero consignados en el reporte de inspección. Así mismo la inspección visual y tintes penetrantes arrojaron gran minoría de número de discontinuidades en el proceso FCAW. Recomendando que el equipo del proceso FCAW este libre del aire y además que las juntas tengan un precalentamiento para así reducir las discontinuidades por el cambio brusco de temperatura.

Palabras claves: SMAW. FCAW. AWS. Soldeo. Pases.

ABSTRACT

The objective of this research entitled "to improve the pile construction process by evaluating the joints welded by arc with flux cored and coated electrode in the company HJ Dakar-Talara", was to implement the process of arc welding with core of flux (FCAW) and at the same time evaluate the welded joints in both processes. Therefore, we sought to obtain better-looking cords and finishes, as well as to improve discontinuities and production times for the following projects. In the welded joints, improvement results were obtained in the production times with the FCAW process, in the root, hot, fill and finish passes in each pile, whose data were collected by using the timer in the 20 welded joints of each process; In addition, the number of discontinuities was reduced, so the inspection was carried out before, during and after the process using the acceptance criteria based on the AWS D1.1-2010 steel structural code standard, consigned in the inspection report. Likewise, the visual inspection and penetrating dyes showed a large minority of the number of discontinuities in the FCAW process. Recommending that the FCAW process equipment is free from air and also that the joints have a preheating in order to reduce discontinuities due to sudden changes in temperature.

Keywords: SMAW, FCAW, AWS, Welding, Passes

I.- INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Es llamado soldadura a todo aquel proceso capaz de unir metales, realizado por una fusión ubicada en las zonas a unir, a través de la aplicación pertinente de presión o calor. Se puede dar ya sea con o sin apoyo de un material a las piezas que se unirán, este material puede ser del mismo o de diferente material al del tipo de las partes que se unirán. Es de importancia considerar que la soldadura varía la estructura y características físicas de los materiales que se suelden, ya que varían las propiedades de los materiales a los que se unirán (ECI, 2008).

HJ DAKAR SG E.I.R.L., compañía que ofrece actividades vinculadas a la fabricación, ingeniería y montajes de estructuras, soldadura, montajes y armados de tuberías de construcción civil, interconexiones, instalación eléctrica, etc.; y da servicios metalmecánicos a empresas tales como: Petroperú, Savia y Demem S.A.C. La empresa utilizó el proceso por electrodo revestido (SMAW) y arco eléctrico, en trabajos de soldado. Este proceso nacen los siguientes problemas presentados:

- La lentitud del proceso ya que la tasa de deposición que posee, es baja y requiere de sacar la escoria, ocasionando algunas demoras en entregas de trabajos según lo ya establecido con el cliente y crea incluso la necesidad de realizar trabajos de doble turno.
- Reducción de tasa en la deposición, ya que el electrodo no es consumido totalmente, dejando un aproximado mínimo de 5 cm a longitud. Obteniendo desperdicio del material de aporte.
- No es productivo para espesores superiores a 28 milímetros.
- Comparado con otros procesos, es necesaria la limpieza, quitar la escoria, ya que de no darse una limpieza adecuada en los cordones, pueden sufrir discontinuidades.
- En otros procesos, la calidad de soldadura es mejor.
- Continuamente se realizan cambio de electrodos.

- Son necesarias más piedras de desbaste y escobillas circulares de fierro, para efectuar limpieza en las uniones, tanto antes, como durante y después de haber realizado los trabajos.
- En varias oportunidades, se reparan las uniones soldadas, por escoria interna o el carbón.

Actualmente, diferentes compañías clientes, como lo es el proyecto de modernización en la Refinería Talareña (PMRT) de Petroperú, es necesario trabajos de soldado donde la calidad del producto y los tiempo de entrega son requisitos que permiten ganar licitaciones de esta clase de servicios. Se necesitan otros procesos de soldado como Sumergir Arc Welding (SAW), Flux Cored Arco Welding (FCAW) y Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), etc. Estos son claves para obtener en un tiempo menor de trabajo, y una mejor calidad de unión soldada.

Los servicios brindados con proceso de soldadura SMAW pueden ocasionar pérdidas de licitaciones en trabajos de soldadura, así mismo limita su crecimiento empresarial, ocasionando una reducción en la cartera de clientes, disminución de prestigio institucional y además no ser una compañía competitiva, ya que no se consideran procesos de soldadura modernos, únicamente los convencionales.

Debido a ello, la presente investigación persigue la mejora del proceso de soldadura haciendo uso de la soldadura por arco, con núcleo de fundente (FCAW) para reducir los tiempos de construcción de pilotes y obtener uniones de calidad.

1.2. Trabajos previos

El marco teórico engloba tanto los trabajos previos, como las teorías relacionadas al trabajo de investigación. En cuanto a los trabajos previos considerados como base de la presente investigación, se tomaron en cuenta a los autores: Rosales (2013), Hurtado (2012), Peralta (2010).

Rosales (2013) presentó a la Universidad César Vallejo – Piura la investigación que tuvo como objetivo general: “Mejorar el proceso por arco eléctrico en la construcción de trenes separadores paquetizados de la Empresa M. y C. Pariñas S.A. Talara, mediante la implementación de un Plan de Calidad en Soldadura”. Utilizó tres poblaciones: soldadores (5), trenes paquetizados (21) y uniones soldadas (86). Concluyó que “A través de un seguimiento de trazabilidad y rastreabilidad de los trenes paquetizados, luego de analizar y después de aplicar las medidas correctivas, se logró disminuir las disconformidades de calidad”, por lo tanto se pasa a confirmar la hipótesis del investigador , ya que solo se cumplían antes un total de 624 disconformidades con un promedio de 56,7 disconformidades, después de aplicar el experimento se obtuvo las disconformidades de calidad con un total de 240 disconformidades con un promedio de 24,0 donde se puede analizar que en el pos test si hubo un mejor control. Esta investigación nos sirve de apoyo en la medición de las disconformidades que es un indicador de calidad.

Hurtado (2012) presentó a la Universidad César Vallejo- Piura la investigación que tuvo como objetivo general “Aplicar métodos de soldadura para mejorar la productividad en el trabajo”, donde resalta que una de las ventajas de un proceso FCAW, respecto a los depósitos de soldadura, es la buena calidad de estos; transmitiendo un buen aspecto al cordón de soldado, así como también de su elevado porcentaje de deposición horaria con una buena productividad, debido al elevado rendimiento de alambres a través de una continua alimentación, así mismo con un número de pases menor, y generación reducida de calor, estrategia para automatizar, inferiores costos de mano de obra y por lo general los costos de operación decrecen en condiciones normales, se apreció que el costo operativo mejora, el elevado porcentaje de deposición de soldadura, la continua alimentación de alambre origina que el proceso de soldadura FCAW tenga una mejor productividad que el proceso SMAW, las 20 juntas se realizan en un menor tiempo, lo que permite aprovechar el tiempo para

adelantar otros trabajos, así mismo los kilos del soldado disminuyen y no son requeridos sobretiempos. La ventaja del proceso a pesar de los costosos equipos, es su elevada productividad respecto a trabajos en donde se requieren altos regímenes de soldado por considerables espesores.

1.2.2 Internacionales

Peralta (2010) efectuó una investigación que aborda las especificaciones de determinados procedimientos e inspecciones de soldaduras dadas en la construcción de virola de pilote en un Puente desarrollando el Código AASTHO/AWS D1.5". Este trabajo de investigación fue desarrollado para lograr el título de Ingeniero mecánico en Guayaquil, Ecuador. La meta principal buscó en describir las formas mediante las cuales se llevaron a cabo las soldaduras de las virolas garantizando al mismo tiempo su calidad estructural. La muestra se constituyó con las virolas conformadas por los pilotes del puente, las principales conclusiones son: a. El código AASTHO / AWS D 1.5 M / D 1.5 se consideró para fabricar las virolas para pilotes de un puente definiendo pruebas para calificar el procedimiento de soldadura; también de los soldadores, del operario de soldaduras y los soldadores punteadores que garantizan que la soldadura realizada posee la calidad determinada por el código relacionado a las propiedades mecánicas y la integridad estructural; b. se realizó una inspección mediante ultrasonido al cien por ciento, del trabajo de las soldaduras de virolas considerando que el código AASTHO / AWS D 1.5 M / D 1.5 necesita el veinticinco por ciento en la inspección de juntas de soldadura, por ello se llega a la conclusión de que las soldaduras en las virolas alcanzan un nivel mayor de confiabilidad, considerando como antecedente debido a utilizar los códigos de soldaduras para una estructura metálica de AWS D 1.5 y dicha investigación pretendió hacer uso de ese código.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Soldadura por arco eléctrico con electrodo tubular y fundente en el núcleo

Las teorías relacionadas al trabajo de investigación parten de los tipos de soldadura, como la soldadura por arco eléctrico con electrodo tubular y fundente en el núcleo (FCAW).

La soldadura al arco con núcleo de fundente traducido al inglés (Flux Cored Arc Welding, (FCAW), conocida también como MIG TUBULAR, debido a que es similar al soldado MIG respecto a su equipamiento y manejo. Respecto a este proceso de soldado se puede decir que utiliza el arco eléctrico entre un continuo electrodo de aporte y base de metal, hace uso de un fundente que ingresa al interior del alambre (tubular), no obstante de igual manera es posible ir con ayuda o sin ella, de una externa protección gaseosa (Yauripoma y Misabanda, 2009).

El proceso FCAW posee dos principales modificaciones que aplazan el método de protección de la poza de soldado y arco contra el contaminado por gases atmosféricos (nitrógeno y oxígeno). Una de ellas es el tubular auto-protegido que protege al baño a través de la vaporización y descomposición del núcleo en el calor del arco, el núcleo de flux genera un tipo de escoria que protege al metal depositado en el enfriamiento; luego se elimina esta escoria.

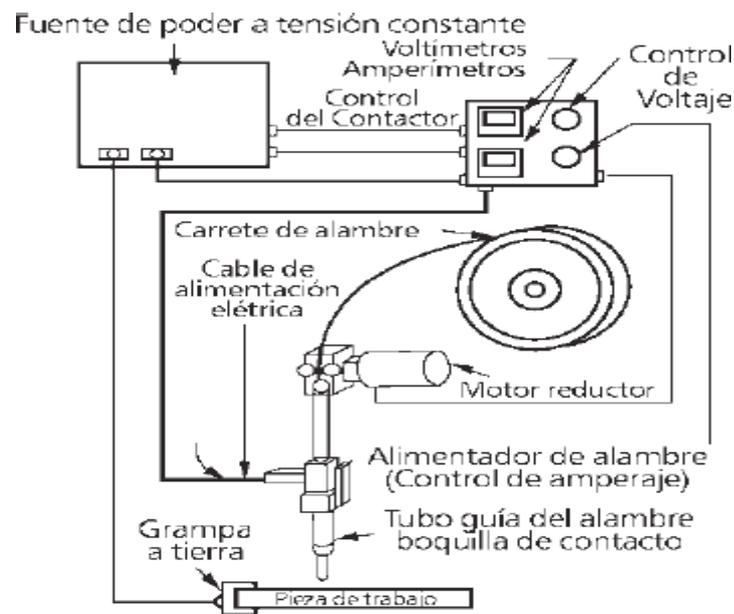
A. Equipo para soldar FCAW

La figura 1 evidencia los elementos necesarios para realizar trabajos de al arco con núcleo de fundentes.

El equipo básico para realizar soldado mediante alambre tubular auto protegido, con protección gaseosa es similar al equipo usado en la soldadura MAG/MIG. Su diferencia más importante radica en la regulación y el suministro del gas para el arco (variante con protección gaseosa). La fuente poder recomendada es la de voltaje constante y corriente continua.

La mayoría de las aplicaciones semiautomáticas hacen uso de menos de 500 amperios, y también usan fuentes poder de corriente constante y corriente continua, pero estas aplicaciones son poco comunes.

Figura 1: Equipo para hacer soldadura al arco con núcleo de fundente



Fuente: Misabanda y Yauripoma, 2009.

B. Alambre para soldar FCAW

En la fase primer, el electrodo surge a partir de una banda metálica constituido en forma de letra U, en su interior se encuentran depositados luego tanto el flux como los elementos aleantes, cerrándose luego mediante una cantidad de rodillos (de conformado).

Se realiza la selección del tipo de alambre tubular en relación a la aleación, nivel de resistencia y composición del determinado metal base a soldar. Hay diferentes diámetros de alambrado que dejan que el soldado se realice en diferentes posiciones. Los alambres se encuentran disponibles en bobinas, carretes y se ubican en empacados en especiales vasijas para resguardarlos de humedad.

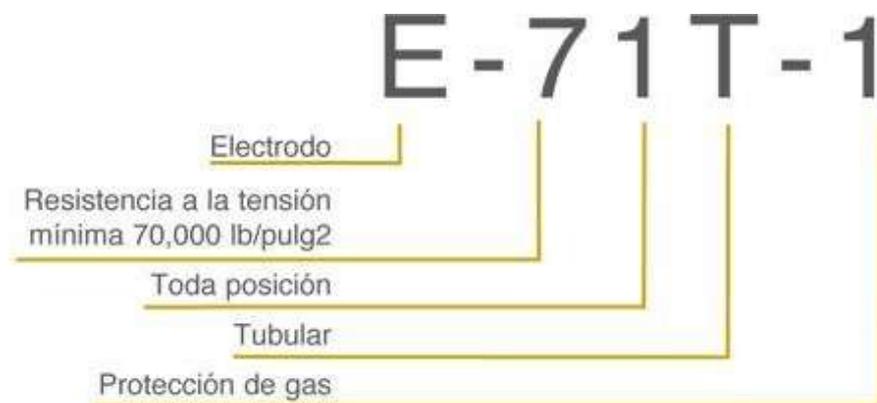
La AWS realiza una clasificación de los diferentes tipos de alambres tubulares, clasificándolos por números y letras. La clasificación se demuestra en la propiedad mecánica del depósito del soldado.

Unas clasificaciones específicas del FCAW para el soldado de acero al carbono son:

E 71T - 1C o E 71T - 1M (Sistema inglés)

E 491T - 1C o E 491T - 1M (Sistema métrico)

Figura 2: Clasificación de electrodos con núcleo de fundente



Fuente: Según AWS (American Welding Society)

C. Principales características

Los rendimientos del tubular de alambre se proveen al componer las siguientes 03 características genéricas:

- Cualidades metalúrgicas capaces de lograr un fundente.
- Productividad de soldadura en alambre continuo.
- Escoria que moldea y mantiene cordón de soldadura.

El proceso FCAW mezcla determinadas características del soldado SMAW, soldado MIG (GMAW) y el tipo de soldadura por arco sumergido o también llamada SAW.

El método que hace uso de una externa protección de gas, en general se hace uso de una mezcla de CO₂ y argón, así mismo se hace uso de un 100 % dióxido de carbono. En el proceso tubular auto protegido, la protección se logra mediante componentes del elemento fundente que luego se vaporizan y trasladan el aire y la escoria que cubren el charco y las gotas de metal fundido durante el proceso.

En cuanto a las teorías relacionadas de las aplicaciones principales se consideran las dos tipos del proceso FCAW, las principales características detalladas de cada tipo, las realizan de manera apropiada para varias condiciones de operación. El proceso es utilizado para el soldado de acero al carbono y de metales de aleación baja, como hierro fundido y aceros inoxidable.

El tipo de soldadura FCAW utilizado, está sujeto al tipo de electrodos disponibles, los requerimientos de las propiedades mecánicas en los diseños de las uniones y las uniones soldadas. De manera general, el método auto protegido es capaz de utilizarse en la aplicación que normalmente es unida por el soldado del método por arco manual. El proceso que cuenta con protección gaseosa es capaz de utilizarse en determinadas aplicaciones que se unen con el proceso de soldado MAG / MIG. Es necesario realizar una comparación entre las ventajas del proceso de soldado FCAW con los otros procesos en cuanto a su evaluación para una determinada aplicación.

El método tubular posee una aplicación amplia en procesos de la fabricación en mantenimiento construcción y taller en un terreno. Que es ajustada al código de recipientes de presión y calderas de la ASME, a las normas de American Bureau of Shipping y la norma ANSI / AWS D 1.1, código de soldado estructural de acero. El FCAW cuenta con una categoría de un proceso anteriormente calificado en ANSI / AWS D 1.1.

1.32 Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)

Por otro lado la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW), es un proceso dónde la fusión del metal es producida gracias al calor originado por un determinado arco eléctrico que se establece entre el metal base de la unión que se soldará y el extremo de un determinado electrodo.

El material de aportación es obtenido mediante la fusión de un electrodo en forma de pequeñas gotas. La protección en un baño de fusión es dada mediante la descomposición del recubrimiento en forma de escoria líquida y de gases, luego de ello entre sus aplicaciones principales se considera que:

- Es el proceso más utilizado, en especial en el soldado de producción de corta duración, trabajos de reparación y mantenimientos, como también en construcciones realizadas en campo. La mayoría de aplicaciones son con espesores de entre 3 y 38 mm.
- El proceso puede ser aplicado a aceros y al carbono, aceros con baja aleación, otros altamente aleados, otros inoxidable, otras fundiciones y metal no férreo como por ejemplo el cobre, el, níquel y sus aleaciones.
- El sector de más aplicación es el de la construcción naval, también el de máquinas, las calderas, los tanques y las esferas de almacenamiento, las estructuras, los puentes, y los recipientes a presión, refinería de petróleo, gasoductos y oleoductos.

1.33 Códigos y Normas

En cuanto a las Normas, se considera el CODIGO AWS - D1.1-2010 y dentro de ella el AWS y la Norma API1104.

- Código de soldadura Estructural-Acero D1.1-2010

El AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS) es una organización cuyo objetivo de desarrollar avances científicos, la tecnología utilizada para aplicar la soldadura y las disciplinas vinculadas con la unión. Para lograr este objetivo el AWS ha desarrollado ciento sesenta documentos, como estándares, entre los más examinados mundialmente, se encuentra el Código estructural de soldado de aceros AWS-D1.1, que es fundamento para los códigos con más especialización para fabricar pilotes.

- Código (American Petroleum Institute) API-1104

El código API 1104 utilizada en las líneas de instalaciones y tuberías relacionadas, abarca la soldadura por arco y a gas del soldado a tope, de embone y filete en tuberías de acero al carbono y acero con aleación baja, usadas en el bombeo, comprensión y el traslado de crudo de petróleo, gases combustibles, productos petroleros, dióxido de nitrógeno y carbono. Es aplicado en las nuevas construcciones como al soldado en servicio. El soldado puede efectuarse mediante el proceso de soldado metálico por arco protegido, soldado por arco sumergido, soldado por gas y arco de tungsteno, soldado por arco metálico y gas, soldado por arco con alambre y con núcleo de fundente, el soldado oxiacetilénica, el soldado por Arco de Plasma.

Este código abarca los procedimientos de partículas magnéticas de ensayos radiográficos, de líquidos penetrantes, y el de ultrasonido, así como normas aptas para aplicarse a procesos de soldadura de producción sometida a ensayo de destrucción o inspeccionadas por métodos de ensayos radiográficos, de partículas magnéticas de líquidos penetrantes visual y ultrasónico (Instituto Americano de Petróleo, 1999).

1.34 Calidad en las juntas soldadas: Ensayos no destructivos e Inspección

Según el código AWS D1.1 (2010), la calidad en la soldadura incluye la inspección de acuerdo a los criterios de aceptación que nos emite este código y detección de posibles defectos o discontinuidades con ensayos o

métodos no destructivos (END). Existen muchos procesos que pueden inspeccionar las uniones o juntas soldadas, mucho de estos forman parte del grupo catalogado como “ensayos no destructivos” o con sus siglas NDT, son métodos que, sin destruir la pieza inspeccionada, revelan y determinan posibles discontinuidades y brindan información clara acerca del estado y la calidad de determinados cordones de soldadura. Los ensayos no destructivos o también llamando END también reciben el nombre de NDT (Non Destructive Testing) por su acrónimo en inglés, y son pruebas utilizadas y practicadas para identificar discontinuidades en la soldadura, con la finalidad de tener conocimiento de la información relevante acerca de su estado y calidad (Ruíz, 2015).

Este tipo de exámenes se efectúan a través de la aplicación de pruebas físicas como por ejemplo las ondas acústicas, electromagnéticas y elásticas, manifestación de partículas de capilaridad y subatómicas, etc, es considerada un ensayo no destructivo, ya que no muestran un riesgo real para el estudio en probeta, tampoco distorsiona las propiedades dimensionales, físicas, mecánicas ni químicas.

En relación a los Líquidos Penetrantes (PT), se determina que según Código AWS D 1.1 (2010), este procedimiento es recomendado para hallar posibles discontinuidades en sólidos sin poros como por ejemplo el aluminio, el acero inoxidable, y aleaciones como el bronce, cobre y el latón; así mismo es un método no destructivo, y es el más utilizado en la inspección del soldado y sus respectivos acabados.

Este método es basado en el principio físico de la capilaridad, ya que se realiza, a través de la aplicación en la superficie a realizar una inspección por inmersión, pincel, brocha o por pulverización de líquido de tensión baja de manera superficial que penetre los poros y luego se retienen en las fisuras y discontinuidades.

Es un método no destructivo y más favorable, ya que es económico, fácil de realizar y no necesita de cuantiosos y complejos equipos, facilita la inspección total de la superficie de la pieza sin considerar su tamaño o geometría, y revela de inmediatamente los defectos. No obstante también tiene limitaciones debido a que no puede realizarse sobre materiales

porosos, ni en piezas o superficies ya pintadas o con algún recubrimiento protector, pues existe riesgo de dañar el recubrimiento o el material con los líquidos. También permite trabajar de manera manual o automática que necesita de inspectores con experiencia certificada y extensa.

En cuanto a las partículas Magnéticas (MT), según el Código AWS D1.1 (2010), se puede decir que este ensayo puede identificar las discontinuidades que se hallan exactamente bajo la superficie. Este tipo de prueba puede aplicarse en superficies con acabados soldados y en diferentes metales ferrosos.

Para poder llevar a cabo esta prueba es necesario sujetar el cordón de soldadura a un flujo magnético y luego espolvorearle partículas finas de polvo de hierro o algún material de ferro magnético. Si se forma un campo de fuga en algún la superficie examinada, es debido a una determinada imperfección, teniendo una limitada capacidad de ser penetrada.

En cuanto a la Radiografía o Rayos X (RT), considerando el Código AWS D1.1 (2010), los rayos gamma, son conocidos así mismo como rayos "X", y tiene la particularidad de penetrar los materiales opacos sin necesidad de refractarse ni reflejarse, para tener la capacidad de producir una impresión fotográfica. Esta característica de este tipo de rayos, facilita inspeccionar de manera interna los cordones de soldadura y encontrar algún defecto como pueden ser bolsas, grietas, inclusiones, entre otros, estas discontinuidades impregnan la radiación en diferentes porcentajes del material base y ocasionando contrastes "claro oscuro", lo que permite identificarlas rápidamente en las radiografías.

En base a la disposición de los equipos que forman parte de la emisión de estos rayos "X", tienen técnicas de ensayo como: la técnica de pared simple, la cual es la más utilizada ya que es la de más fácil interpretación; también se tiene la técnica de pared doble vista simple, a pesar de que el rayo atraviesa 02 paredes de las piezas, únicamente se proyecta sobre la película radiográfica de mayor cercanía a la pieza; también es la técnica

de la pared de doble vista mediante la cual la radiación atraviesa dos paredes de la pieza y se proyecta en la radiografía: y finalmente la técnica de exposición panorámica, mediante la cual la fuente de radiación se encuentra en un punto de igual distancia de la película radiográfica y la superficie.

Las teorías relacionadas al ultrasonido (UT), toman en cuenta el Código AWS D1.1 del 2010, el ensayo (ND) tiene la característica de emitir ondas acústicas de frecuencia alta y perceptible al oído humano, para ubicar determinadas imperfecciones en los cordones de soldadura. Es un ensayo con efectividad, ya que nos posibilita detectar alguna posible discontinuidad en la superficie y las que se encuentran en el interior, a mayores profundidades. Se hace uso de un cristal de características piezoeléctricas fijo en el interior de un palpador, mediante el cual se envía una onda ultrasónica que es trasladada mediante la totalidad de la pieza examinada, si esta onda es encontrada con una discontinuidad o superficie límite, es reflejada y detectada por este cristal que, al mismo tiempo, genera una señal eléctrica, amplificada mediante eco y registrada en el equipo de medición, para poder ser interpretado para un registro de discontinuidad.

1.3.5 Costos en proceso

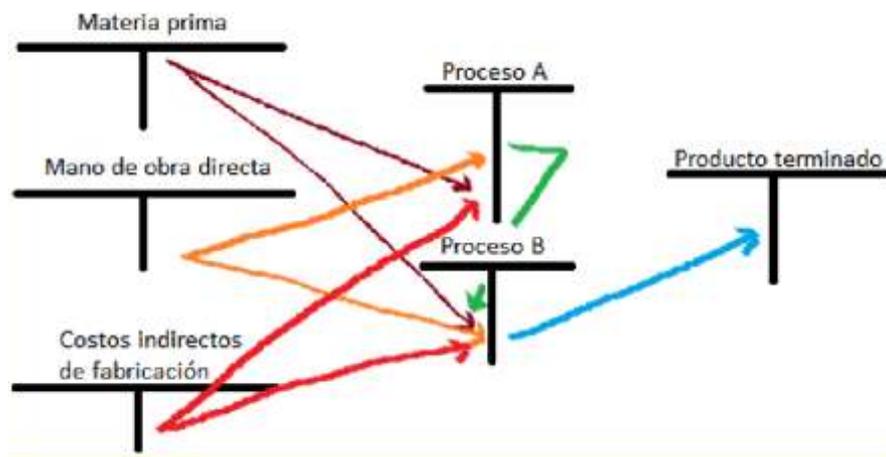
Respecto al costo por proceso; al observarse el sistema productivo de una compañía desde la perspectiva de continuidad en su línea de fabricación, su tamaño de producción acostumbrado y la cantidad de modelos de productos comercializados, se puede clasificar su tendencia como un sistema productivo continuo (en serie) o intermitente.

Para determinar el costo del producto en el sistema de producción intermitente es recomendable hacer uso de un sistema de costeo mediante órdenes de trabajo, siendo este el más práctico, así mismo se puede realizar un seguimiento a la especificación del cliente. Por otro lado, para la

producción en serie, es recomendable hacer uso del sistema de costo por proceso.

En este caso se concentran los datos de costos por cada área y no se necesita crear una hoja de órdenes de trabajo, a diferencia del otro sistema de costeo. En la figura 03 se aprecia el proceso contable de costos del sistema de costos por proceso.

Figura 3: proceso contable de costos del sistema de costos por proceso.



Fuente: Cursos Sistemas de costos por procesos S.A.

1.4. Formulación del Problema

El problema de la presente investigación se plantea mediante una pregunta general y determinadas preguntas específicas.

1.4.1. Pregunta general

¿En qué medida mediante la evaluación de las uniones soldadas por arco con núcleo fundente y electrodo revestido se mejora el proceso de construcción de pilotes en la empresa HJ DAKAR-TALARA?

1.4.2. Preguntas específicas

¿En cuánto disminuye el tiempo en el proceso de construcción de pilotes mediante la evaluación de las uniones soldadas por arco con núcleo fundente y electrodo revestido?

¿En cuánto disminuye el número de discontinuidades en el proceso de construcción de pilotes mediante la norma de control de calidad AWS-D1.1?

¿En cuánto disminuye el costo en el proceso de construcción de pilotes mediante el análisis de costos de los recursos empleados?

1.5. Justificación del estudio

La justificación del presente trabajo de investigación parte de las consideraciones técnicas, debido a que este trabajo ayuda a profundizar sobre los nuevos métodos de soldadura, cada vez más demandados por los clientes. De igual manera, el trabajo de investigación se puede utilizar como soporte para especificar e implementar elementos que forman parte del proceso FCAW, también su diferenciación y la comparación ante diferentes sistemas también utilizados en la actualidad, en las labores de construcción de pilotes.

Según las consideraciones teóricas, el presente trabajo, brinda la facilidad de medir la influencia tanto buena como mala en los costos de labores de soldaduras respecto a los procesos usados, tomando en cuenta que al elegir un proceso que reduzca tiempo y costo, este provocará el mismo efecto en la productividad de la compañía, en la calidad de sus trabajos desarrollados, y en la eficiencia de sus trabajadores.

Según la perspectiva económica la presente investigación, facilita la mejora en el proceso de producción de pilotes reflejándose en un incremento de la producción y por ello la compañía tendrá mejores ingresos.

En cuanto a la ingeniería, la normativa API - 1104 incluye a la soldadura de oleoductos y a las conexas instalaciones bajo la condición de que por esa línea, transite fluido. Por el contrario en la investigación planteada en elaboración de pilotes, no transitará fluido alguno, lo que definirá que se haga una excepción a la regla, para poder implementar la norma AWS D1.1 el cuál es un código de soldadura en estructuras.

Luego de planteado el problema y determinado la justificación, se determina el objetivo general y los específicos del presente trabajo de investigación.

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Mejorar el proceso de construcción de pilotes mediante la evaluación de las uniones soldadas por arco con núcleo fundente y electrodo revestido en la empresa HJ DAKAR-TALARA.

1.6.2 Objetivos específicos

Determinar en cuánto disminuye el tiempo en el proceso de construcción de pilotes mediante la comparación de la soldadura con electrodo revestido y arco con núcleo de fundente;

Calcular en cuánto disminuye el número de discontinuidades en el proceso de construcción de pilotes mediante la norma de control de calidad AWS D1.1

Estimar en cuánto disminuye el costo en el proceso de construcción de pilotes mediante el análisis de costos de los recursos empleados.

II.- MÉTODO

2.1. Diseño de la Investigación

21.1 Tipo de estudio

Para Supo (2014), los criterios en la clasificación se usan solamente si los tipos de investigación finalmente sean mutuamente excluyentes y plenamente exhaustivos.

Considerando que el investigador intervendrá las variables de estudio, tanto dependiente como independiente, la presente investigación se considera de tipo experimental.

Esta investigación es de tipo prospectivo, tomando en cuenta la planificación de la recolección de datos, ya que estos datos necesarios para realizar el estudio se recogen con el propósito de esta investigación.

Esta investigación es de tipo longitudinal, ya que dependerá del número de ocasiones en las que se mide la variable de estudio, en este trabajo se medirá en dos o más oportunidades.

Tomando en consideración, la cantidad de variables analíticas, la presente investigación es de carácter analítico, debido a que propone y coloca a prueba, un nivel bajo que establece los lazos entre definidos factores, como lo es la soldadura por arco eléctrico con electrodos revestidos o también llamado SMAW y el electrodo con núcleos de fundentes o también llamado FCAW.

21.2 Nivel de investigación

Una investigación aplicada, según Supo (2014) es aquella cuyos estudios tienen intervención para solucionar problemáticas, las técnicas usadas en el control de calidad buscan evaluar si la intervención fue exitosa, respecto al proceso, así como los resultados y su impacto. La presente investigación

tiene un nivel aplicativo ya que se plantea un problema definiendo un descubrimiento científico previamente comprobado.

2.1.3 Diseño de estudio

Tomando en cuenta a Hernández, Fernández y Baptista (2013), la presente investigación es de un diseño pre-experimental, ya que tuvo como objetivo fue reducir tiempos de producción, la cantidad de discontinuidades y los costos que se incurren en el proceso, donde se es necesario desarrollar un estudio de probabilidades, que involucran una pre-prueba, post-prueba y grupo experimental.

El diseño es representado de la siguiente manera:

G: X - O

G: Las Uniones soldadas

X: La mejora del proceso de construcción de pilotes.

O: La evaluación de uniones soldadas por arco con un electrodo revestido y núcleo fundente.

2.2. Variable, operacionalización

2.2.1 Variables

La variable independiente considerada en la presente investigación, es la “Evaluación de uniones soldadas por arco con núcleo fundente y electrodo revestido”; y por otro lado.

La variable dependiente de la presente investigación es el “Proceso de construcción de pilotes”. La matriz de operacionalización de las variables se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escalas de medición
Proceso de construcción de pilotes	El proceso mediante el cual se construye perfiles H o laminados tubos. Los pilotes de tubos se clavan en el terreno con sus extremos cerrados o abiertos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Para la determinar del costo se tomará en cuenta, los gastos incurridos en el recurso empleado. ▪ Haciendo uso de diagramas de operación de los procesos con ficha de soldeos por pases, se definirán los tiempos utilizados en las uniones ya soldadas. ▪ A través de la inspección visual y tintes penetrantes se definirá la cantidad de discontinuidades que representa la unión soldada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiempo ▪ Costo ▪ Número de discontinuidades 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Razón ▪ Razón ▪ Razón
Unión soldada por arco con núcleo fundente	El procedimiento de soldado que hace uso de un arco con el material base y un electrodo continuo de alambres tubulares con un núcleo fundente, este es alimentado mediante la pistola y el charco de soldado. Este proceso se puede realizar con una protección de fundentes, el cual se ubica en el interior de un electrodo tubular, con o sin una protección gaseosa.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se continuará el procedimiento respectivo 	Etapas del proceso	Nominal
Unión soldada por arco con electrodo revestido	Proceso en el que se realiza una fusión de metal producido debido al calor ocasionado por un determinado arco eléctrico determinado entre los metales bases, unas uniones a soldar y los extremos de electrodos revestidos.			

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población y muestra

En la presente investigación se puede deducir que la población en cuanto a la cantidad de discontinuidades se considera la cantidad total de pases verificados en el control del nivel calidad de las uniones o las juntas soldadas mediante arco con electrodo revestido y núcleo fundible. Las verificaciones incorporan los pases: de relleno (04 o más), en caliente (01), de raíz (01) y de acabado (01). Tomando en consideración que se soldaron veinte pilotes por cada proceso.

Tabla 2: Tiempos promedios por pases por juntas soldadas en el proceso SMAW y FCAW

Pases por juntas soldadas	Tiempos promedio por pases en SMAW	Tiempo promedio por pases FCAW
01Pase Raíz	40.7 min	26.5min
01Caliente	4.50 min	4.6 min
01Relleno	21.50 min	29.1min
01Relleno	47.37 min	26.24min
01Relleno	46.59 min	25.5 min
01Relleno	40.18 min	NO hay
01Acabado	42.67 min	26.5 min

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo promedio por junta en pilote soldado en SMAW Y FCAW fue de:

Tiempo promedio	243.53	136.48
------------------------	--------	--------

En el presente trabajo de investigación se enmarcó en la construcción de pilotes, tanto en el costo y el tiempo, así la población se compuso por un total de uniones sometidas al proceso de soldadura por el procedimiento por arco con electrodo revestido y núcleo fundible.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos no tienen la necesidad de un sometimiento a una validación ni determinar de confiabilidad ya que son instrumentos de carácter técnico

utilizados por la compañía. La técnica e instrumento empleado pueden cotejarse en la Tabla 3

Tabla 3: Técnica e instrumentos de recolección de datos

Indicador	Técnica	Instrumento
Costos	Análisis de documentos	Fichas de contenido (anexo 4)
Tiempos	Análisis de documentos	Fichas de contenido (anexo 1)
Discontinuidades	Análisis cuantitativo de documentos	Fichas de análisis de contenido (anexo 5)

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Métodos de análisis de datos

En cuanto al análisis de datos se hicieron uso de fichas de tiempos por pase para la realizar la medición de tiempos de soldadura en las juntas trabajadas, medidas mediante un cronómetro. De igual manera se hizo uso del registro de tintes penetrantes e inspección visual para poder verificar la cantidad de discontinuidades de trabajos de soldadura en relación a la norma estructural AWS D 1.1 - 2010 del que se hace uso para medir los criterios de aceptación, así mismo se utilizó la hoja de costos para poder medir los recursos utilizados y la mano de obra. Así mismo para poder determinar los costos operativos al hacer uso del proceso FCAW

2.6.- Aspectos éticos.

Se hizo reconocimiento de los autores intelectuales de cada una fuente de información consultada, se citó parcial o total dentro del contenido del trabajo de investigación. Así mismo se resguardó la confiabilidad de la identidad de cada persona que interviene en el estudio, así como también la información brindada por la empresa.

III.- RESULTADOS

Se logró determinar la disminución del tiempo durante el proceso de elaboración de pilotes a través de la comparación del soldado por electrodos con revestimiento y un arco con núcleo de fundente.

Los tiempos realizados por pases por minuto, en los diferentes procesos, en el soldado de cada uno de los pilotes, (caliente, pase raíz, acabado y relleno), fueron reunidas a través del uso de cronómetro durante el soldeo.

A. Proceso por soldado de Arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)

Tabla 4: Tiempos por pases en proceso SMAW

Pilote	Raíz	Caliente	Relleno 7 0 1 8 "
1	40.9	4.8	21.03
2	41.0	4.58	22.07
3	40.4	4	20.9
4	39.9	4.4	21.02
5	41.03	4.45	21.8
6	40.53	4.6	21.02
7	41	4.38	21.8
8	40.43	4.2	21.55
9	40.8	4.8	21.8
10	41.1	4.7	21.8
11	41.03	4.23	21.3
12	40.22	4.7	21.2
13	40.9	4.42	21.8
14	40.32	4.8	21
15	40.8	4.48	21.8
16	40.9	4.48	21.9
17	41.13	4.7	21.8
18	40.7	4.7	21.23
19	40.55	4.7	21.8
20	40.9	4.07	21.8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5: Tiempos por pases en proceso SMAW

Pilote	Relleno 7 0 1 8 1 / 8 "	Relleno 7 0 1 8 5 / 32 "	Relleno 7 0 1 8 5 / 32 "	Acabado 7 0 1 8 5 / 32"
1	47.9	46.8	40.2	43.0
2	47.0	46.0	40.37	42.0
3	47.0	46.57	40.0	43.0
4	47.8	46.57	40.18	42.55
5	47.07	46.6	40.02	43
6	47.52	46.6	40.18	42.55
7	47.9	46.8	40.02	42.7
8	46.9	46.37	40.02	42.07
9	46.57	46.8	40.02	42.9
10	47.9	46.8	40.02	41.05
11	47.8	46.8	40.23	43.2
12	47.3	46.45	40.57	42.28
13	47.9	46.8	40.25	42.57
14	47.07	46.28	40.7	43.0
15	46.8	46.18	40.02	43.0
16	47.8	46.6	40.02	43.05
17	47.9	46.8	40.02	42.8
18	47.03	46.7	40.53	43.0
19	47.37	46.55	40.03	42.9
20	47.0	46.8	40.15	42.8

Fuente: Elaboración Propia

B. Proceso de soldadura con Arco núcleo de Fundente (FCAW)

Tabla 6: Tiempos por pases en proceso FCAW

Pilote	Raíz E-71T- 1M/1.6	Caliente
P-01	26.8	5.0
P-02	26.6	4.6
P-03	26.7	3.7
P-04	26.6	4.8
P-05	26.7	4.8
P-06	26.3	4.9
P-07	26.7	4.2
P-08	26.7	4.7
P-09	26.0	4.8
P-10	26.4	4.9
P-11	25.8	5.0
P-12	26.4	4.9

P-13	26.8	4.0
P-14	26.43	4.4
P-15	26.8	4.2
P-16	25.9	4.4
P-17	26.0	4.6
P-18	26.7	4.5
P-19	26.6	4.6
P-20	26.6	5.0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Tiempos por pases por pases en proceso FCAW

Pilote	Relleno	Relleno	Relleno	Acabado
P-01	29.6	26.43	25.3	26.48
P-02	28.4	26.42	25.18	26.4
P-03	29.56	26.43	26	27.12
P-04	28.57	26.18	25.45	26.23
P-05	29.56	26.41	25.34	26.35
P-06	28.55	25.56	25.3	26.44
P-07	29.24	26.46	26.13	26.56
P-08	28.35	26.37	26.17	26.48
P-09	29.22	26.42	26	26.49
P-10	28.57	26.22	26.23	26.33
P-11	29.46	26.17	26.12	26.12
P-12	29.57	26.41	25.24	27.14
P-13	29.12	25.59	25.11	26.22
P-14	28.48	25.53	25.13	26.41
P-15	29.18	26.45	25.27	26.19
P-16	29.47	26.22	25.29	26.44
P-17	29.49	26.35	25.22	26.47
P-18	29.5	26.44	25.24	26.55
P-19	29.53	26.33	26.02	26.32
P-20	29.34	26.49	25.01	26.48

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados de la Tabla 8 se puede apreciar que el tiempo promedio por unión soldada en el proceso SMAW tiene un valor de 243.53 minutos mientras que en el proceso FCAW en promedio es de 136.48 minutos.

Tabla 8: Tiempos en minutos empleados en las uniones soldadas según SMAW y FCAW.

Tiempo en minutos según proceso		
Pilotes	SMAW (E. REVESTIDO)	FCAW (NÚCLEO FUNDENTE)
1	244.57	138.81
2	242.97	137.14
3	241.78	138.92
4	242.38	137.25
5	243.93	138.52
6	243.03	136.56
7	244.58	138.93
8	241.53	138.20
9	243.60	138.20
10	243.23	138.12
11	244.55	137.90
12	242.67	139.14
13	244.60	136.08
14	243.12	136.21
15	242.93	108.60
16	244.75	137.33
17	245.17	137.67
18	243.93	138.61
19	243.87	139.10
20	243.48	138.28
Tiempo promedio	243.53	136.48

Fuente: Elaboración propia

Durante el proceso de construcción de 20 pilotes con especificaciones del procedimientos de trabajo se usó (ASTM A 36/ASTM A 252) con diámetro de 40" x 1"y1" y se contrató soldadores calificados en posición 3G Y 4G según a la norma AWS D1.1-2010 que se elaboró el proyecto. Se usó material de aporte para el proceso SMAW (electrodos E-6010 de 1/8", E-7018 de 1/8" y 5/32". Y para el proceso FCAW E-71T-1M de 1/16" y una alimentación de gas Ar/CO₂ composición 80% / 20%

Se calculó en cuánto disminuye el número de discontinuidades en el proceso de construcción de pilotes mediante la norma de control de calidad AWS D1.1.

Para la determinación de las discontinuidades se utilizó la inspección visual (VT) y el uso de tintes penetrantes (PT). El número de discontinuidades se resume en la Figura 4.

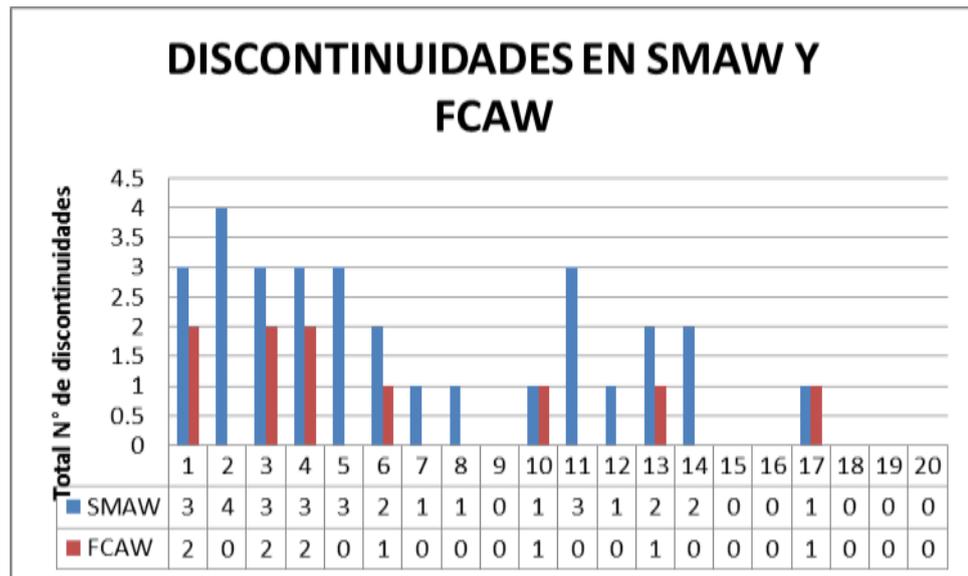


Figura 4: Número de discontinuidades en el proceso SMAW y FCAW.

A. En cuanto a la inspección visual la cantidad mayor de discontinuidades por junta surge tras el uso del proceso SMAW (4) y la cantidad menor de discontinuidades se presentan en ambos procesos FCAW (0) y SMAW.

De igual manera el total de los pilotes afectados con discontinuidades durante el proceso SMAW fueron catorce juntas y para el proceso FCAW fueron siete juntas, lo que se obtuvo una comparación respecto al proceso FCAW, lográndose una reducción de 50% de las discontinuidades en juntas soldadas.

Las discontinuidades encontradas por junta son:

- Inclusión de escoria (IS)
- Falta de fusión (IF)
- Fisuras (FC)

- Socavación (EU)
- Porosidad (P)

Tabla 9: Discontinuidades por junta soldada

Pilote	SMAW	FCAW
1	IF/P/EU	P/IS
2	P/IF/IS/EU	
3	FC/P/IF	P/EU
4	P/EU/IF	EU/IS
5	P/EU/IF	
6	SS/P	IF
7	P	
8	IF	
9		
10	P	EU
11	P	
12	IF	
13	P/EU	IF
14	IF/P	
15		
16		
17	P	P
18		
19		
20		
N° De juntas afectadas por discontinuidades	14	7

Fuente: Elaboración Propia

B. Se efectuó un ensayo de tintes penetrantes, tomando en consideración de manera aleatoria el 10 % de juntas en cada proceso. A criterio del inspector de la compañía cliente, en relación a lo estipulado en la norma AWS D 1.1 - 2010, como se apreciará a continuación en el cuadro siguiente Tabla 10.

Tabla 10: Ensayo de Tintes Penetrantes

ENSAYO DE TINTES PENETRANTES PARA AMBOS PROCESOS			
JUNTA	SMAW	FCAW	RESULTADO
J-01			
J-02			
J-03		Porosidad externa	Reparar
J-04			
J-05			
J-06			
J-07			
J-08			
J-09			
J-10			
J-11	Porosidad		Reparar
J-12	falta de Fusión		Reparar
J-13			
J-14			
J-15		Ninguna en junta	Aceptable
J-16			
J-17			
J-18			
J-19			
J-20			

Fuente: Elaboración propia

B1 Se puede apreciar que durante el proceso SMAW el resultado del ensayo mediante tintes penetrantes se rechaza en las juntas 11 A y 12 A, seleccionadas de manera aleatoria. Esta evaluación señala que existieron discontinuidades detectadas mediante el uso de tintes penetrantes, no significa que deban repararse en su totalidad; sin embargo se evaluaron en relación a los criterios por norma.

B2 Para el proceso FCAW se observa un 50% de aceptación.

PROCESO	JUNTA	RESULTADO	RESUMEN
SMAW	JUNTA-11 A	RECHAZADO	1
SMAW	JUNTA-12 A	RECHAZADO	1
FCAW	JUNTA-03 A	RECHAZADO	1
FCAW	JUNTA-15 A	ACEPTABLE	0

Fuente: Elaboración propia

C. Inspección de soldadura y criterios de aceptación según AWS D1.1-2010.

Las uniones soldadas por su naturaleza, presentan discontinuidades de diversos tamaños y tipos. Por debajo de un aceptable nivel, éstas no son consideradas perjudiciales, por sobre ese nivel, se toman en cuenta los defectos. Puede variar el nivel de aceptación con severidad de la condición de los servicio, sin embargo lo más común es que se sustente en requisitos de sus contratos de fabricación, y con una especificación o código determinado.

Tabla 11: Criterios de la Aceptación según AWS D1.1 - 2010

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN SEGÚN D1.1 - 2010		
ÍTEMS	DISCONTINUIDAD	CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO
1	Socavación	Para material mayor o igual de 1 pulgada (25 mm) de espesor, el socavado no debe exceder 1 / 16 pulgada (2mm) para diferentes longitudes de soldadura.
2	Grietas	Sin importar el tamaño, cualquier grieta no debe ser aceptable.
3	Porosidad	Los trabajos de soldadura de canal en juntas a tope y filete, la suma de porosidad tubular visible de 1/32" (1 mm) o un mayor diámetro, no debe exceder el 3/8" (10 mm) en cualquier pulgada lineal de soldado.
4	Fusión incompleta	Debe inspeccionarse y no debe contar con ninguna entre capas adyacentes del metal de soldadura y del material base.

5	Fisuras	Se debe inspeccionar y no debe contar con ninguna a lo largo de la junta.
6	Inclusión de escoria	No es tolerada en ningún tipo diámetro ni de junta

Fuente: Código estructural de acero AWS D 1.1 - 2010

Los puntos siguientes deben ser comprobados, mínimo antes de iniciar el soldado para asegurar el cumplimiento del procedimiento:

1. Preparación del soldado, dimensiones y acabado (bisel de juntas).
2. Limpieza de bordes.
3. Separación de talones.
4. Alineación de presentación de bordes.

Todo lo que se sospeche capaz de originar defectos en la soldadura, debe eliminarse.

Inspección en la soldadura

Como mínimo deben comprobarse los puntos siguientes:

1. Preparación de la unión.
2. Proceso de soldado (amperaje, tensión, velocidad, etc.)
3. Temperaturas de precalentamiento.
4. Limpieza entre pases
5. Metal de aporte.

La persona encargada para la supervisión de calidad debe encontrarse familiarizado con todos los detalles acerca de procedimientos calificados y así verificar el cumplimiento, en especial durante las primeras etapas de soldado. La inspección de distintos cordones de soldado debe practicarse de manera normal.

Inspección post soldadura

Como mínimo se debe comprobarse lo siguiente:

1. Aspecto de la soldadura acabado.
2. Control dimensional de la soldadura.
3. Ausencia de cráteres, porosidad superficial, grietas y socavación.
4. Identificación y marcado.
5. Desalineamiento.



Figura 5: Inspección de juntas con uso galga

Se realizó la comparación de los costos utilizados en uniones soldadas, haciendo uso de las técnicas por arco con núcleo fundente y el electrodo revestido durante el proceso de la construcción de pilotes.

Para los costos utilizados en uniones soldadas ya sea en el proceso SMAW o en el proceso FCAW para la construcción de pilotes se consideraron como referencias materiales, el equipo y la mano de obra.

A. Materiales: el costo de soldado y el tipo de soldado utilizado en cada pilote y en las veinte juntas soldadas.

La cantidad promedio de soldado utilizado en cada pilote es de 16.65 kilogramos y el costo total de soldado utilizado en veinte juntas soldadas es de S/ 5794.00 para el proceso SMAW.

Tabla 12: Costo de los materiales de aporte en el proceso SMAW

SOLDADO SMAW			
ELECTRODO	Costo 1kg / S./	Cantidad kg. / 20 Juntas	Costo Total s/.
E - 6010	16	60	S/. 960.00
E - 7018 de 1 / 8"	17	80	S/. 1360.00
E - 7018 de 5 / 32"	18	193	S/. 3474.00
TOTAL			S/. 5794.00

Fuente: Elaboración propia

Con el proceso FCAW, el costo total en soldado de las 20 juntas es de S/. 5600.00.

Tabla 13: Costo de los materiales de aporte en el proceso (FCAW)

Costo de Material en el proceso FCAW			
ELECTRODO	Costo 1kg - S/.	Cantidad kg - 20 juntas	Costo Total s/.
E - 71T - 1M de 1 / 16"	11.33	240	S/. 2720.00
GAS	UNID.	Costo Unitario - Botella	Costo Total
AR+CO ₂ (80% + 20%)	18	160	S/. 2880.00
TOTAL			S/. 5600.00

Fuente: Elaboración propia

B. Mano de obra: En los dos procesos, el costo de mano de obra es el mismo, ya que se trabaja con un personal calificado de 3g y 4g, teniendo en cuenta que el total a pagar es de S/240.00 por cada junta soldada en 04 horas promedio, la compañía se ahorra en pagos de horas extra; ya que únicamente se trabaja 08 horas diarias de lunes a viernes.

El proceso más eficiente es el FCAW en comparación que el proceso SMAW tomando en cuenta los tiempos de producción, lográndose un ahorro en el pago de mano de obra.

Tabla 14: Costo de Mano de la obra (FCAW y SMAW)

Costo de la Mano de Obra (FCAW y SMAW)			
OPERADOR	Costo S/.- Hr	Rem Básico (S/.) - 240 hr.	Costo por Junta 4 Hr. promedio
ESMERILADOR 01	S/.8.00	S/. 1920.00	S/. 32.00
ESMERILADOR 02	S/.8.00	S/. 1920.00	S/. 32.00
SOLDADOR 01	S/.15.00	S/. 3600.00	S/. 60.00
SOLDADOR 02	S/.15.00	S/. 3600.00	S/. 60.00
SOLDADOR 03	S/.15.00	S/. 3600.00	S/. 60.00
SOLDADOR 04	S/.15.00	S/. 3600.00	S/. 60.00
INSPECTOR DE CALIDAD 01	S/.22.00	S/. 5280.00	S/. 88.00
	TOTAL	S/. 23520.00	S/. 392.00

Fuente: Elaboración propia

C. Equipos:

En el proceso SMAW se hizo uso de 04 maquinarias para soldar invertec marca Miller, esta maquinaria es de tipo multifuncional ya que pueden emplearse procesos de soldadura como por ejemplo FCAW, GMAW, SMAW y GTAW, así mismo trabaja con 220 v y 440 v. Su costo por unidad es de \$3700.00, con un costo total de \$ 14800.00.

Tabla 15: Costo de equipo proceso SMAW

ITEM	DISCRIPCIÓN MÁQUINA	COSTO UND. MÁQUINA	TOTAL
4	Máquina marca MILLER	\$ 3700.00	\$ 14800.00

Fuente: Elaboración propia

El proceso FCAW hizo uso de maquinarias soldadoras invertec de marca llamada Miller multiprocesos, así mismo hace uso de un alimentador de alambre y gas Ar + CO₂. El costo por unidad del alimentador de alambre es de \$

3500.00 y del alimentador de gas de \$ 100.00. Por lo que se da un incremento de los costos en equipos FCAW, en comparación con el anterior proceso SMAW de \$14,800 costo de diferencia.

Tabla 16: Costo de equipo proceso FCAW

ITEM	DISCRIPCIÓN MÁQUINA	COSTO UND. MÁQUINA	TOTAL
4	Alimentador de A. MILLER	\$ 3500.00	\$ 14000.00
4	Máquina MILLER	\$ 3700.00	\$ 14800.00
4	Alimentador de gas AR + CO ₂	\$ 100.00	\$ 400.00
TOTAL			\$29.200

Fuente: Elaboración propia

IV.- DISCUSIÓN

A lo largo del proceso mediante el cual se construyen veinte pilotes con determinadas características de este proceso de trabajo se considerando ASTM A 36 / ASTM A 252 y se consideraron los diámetros de 40" x 1" y 1", se realizó un contrato de trabajadores en soldadura calificados con posición 4G y 3G teniendo consideración la normativa AWS D 1.1 - 2010 que se desarrolló el trabajo. Se hizo uso de material de soporte para el desarrollo del proceso SMAW con electrodos E - 7018 de 1/8" y 5/32", E - 6010 de 1/8. Y en cuanto al proceso FCAW E -71T-1M de 1 / 16" y con un tipo de alimentación de gas Ar /CO₂ con un compuesto de 80%/20%, la Tabla 8 señala los resultados, en los cuales es posible apreciar el tiempo determinado promedio en el tiempo que se desarrolle el proceso SMAW, teniendo un tiempo de 243.53 minutos, por otro lado el otro proceso llamado FCAW tiene el valor promedio es de 136.48 minutos. Es así como Garcés (2007) durante el trabajo de investigación resaltó que cuando se le compara al procedimiento de soldado por un arco eléctrico con un electrodo revestido, existe la posibilidad de obtener regímenes de deposición con un límite de hasta cuatro veces mayores y generalmente los costos de operación se disminuye en situaciones normales, así mismo evita problemas con la absorción del almacenaje y humedad que generalmente se presentan con electrodos con un nivel bajo de hidrógeno, de igual manera borra los tiempos muertos ocasionados por parada para descanso y en el proceso de cambio de un electrodo revestido ya consumido; así mismo logra realizar depósitos en un único pase de un mejor régimen de deposición, se puede ahorrar tiempos para limpiar, que pueden ser usados entre pases, simplificando tareas de índole de calificación, entrenamiento, selección, supervisión de equipos y mantenimientos labor logística de los trabajadores encargados de la soldadura, de los materiales, y del equipo de trabajo en general, permitiendo hace uso de un único proceso, e incluso hacer uso de un único tipo de electrodo en varias aplicaciones; de igual manera, se observó que el tiempo de parada disminuyó con desarrollar la capacidad de los trabajadores de soldado, también por las habilidades adquiridas durante la capacitación, y el continuo proceso de soldado FCAW, origina que el soldador realice menos paradas,

disminuyendo este tiempo de paradas. Al aplicar este proceso se apreció que puede ser adaptable sin presentar muchas complicaciones ya que el proceso es de fácil manejo, basta con realizar una buena graduación de los parámetros y realizar la activación de la pistola soldadora. Uno de los problemas sería el cable que no debe recibir pisaduras ni ser quebrado ya que de lo contrario se traba el alambre, también es necesario para poder limpiar la boquilla y la ubicación precisa de la tobera, con la finalidad de que el fluido del gas sea el correcto y no incurra en pérdidas de tiempo por reparación del cordón de soldado o la pistola.

Respecto al objetivo específico siguiente, respecto al cálculo de la disminución del número de discontinuidades durante el proceso de elaboración de pilotes a través de la norma de control de calidad AWS D 1.1 - 2010. Para determinar las discontinuidades se hizo uso una inspección visual o también llamada VT y haciendo uso de tintes penetrantes o también llamados PT. La cantidad de discontinuidades obtenidas luego del estudio fueron las siguientes: fisuras, socavación, porosidades, inclusión de escoria e falta de fusión, se pueden ver en la Tabla 9 y Figura 4. El mayor número de discontinuidades se realiza en el proceso SMAW (4) y la cantidad menor en cuanto a discontinuidades se presenta los dos procesos FCAW (0) y SMAW. De igual manera la totalidad de pilotes que tiene afectaciones por discontinuidad durante el proceso SMAW fueron un total de 14 juntas y en cuanto al proceso FCAW son 07 juntas, lo que se obtuvo por comparación entre procesos, es que el proceso FCAW pudo reducir un total de 50% las discontinuidades en la junta soldada respectiva. Según Rosales (2013) la manera en la que se logra una disminución de disconformidades de calidad, por ellos se puede confirmar la hipótesis del investigador, debido a que únicamente se cumplían anteriormente con un total de 624 disconformidades, con un promedio de 56,7 disconformidades, luego de aplicar el experimento se encontraron las disconformidades de calidad, siendo un total de 240 con promedio de 24.0 en las que se pueden analizar que, tras el post test si existió un control mejor. Este trabajo de investigación sirve de soporte en la medición de disconformidades, lo cual es un indicador de calidad.

En cuanto al tercer objetivo específico sobre estimar en cuánto disminuye el costo en el proceso de construcción de pilotes mediante el análisis de costos de los recursos empleados. Las tablas 11 y 12, detallan el costo del material total de soldadura, empleado en las 20 juntas trabajadas con soldadura. En el proceso SMAW del costo es de S/.5794.00, por otro lado en proceso FCAW es de S/5600.00; se logró ahorrar costos de material de soldado de S/ 194.00 con una reducción de 03% del proceso anterior (SMAW). Se dio un incremento de los costos del equipo comparado al proceso mencionado de \$14.400 de diferencia, que no incluyen los costos adicionales de equipos como alimentos de gas y de alambre. Esto es considerado debido a que en tiempos de producción es compensado por contar un proceso de tasa de deposición mayor al proceso SMAW. Tomando consideración a Hurtado (2012) en su trabajo de investigación señala que los beneficios del proceso FCAW son la buena calidad de los depósitos de soldado, dando un mejor y buen aspecto al cordón de la soldadura, así mismo de su elevada tasa de deposición horaria reflejada en una elevada productividad, debido al gran rendimiento de alambre por medio de una continua alimentación, así como una cantidad inferior de número de pases, aporte menor de calor (consumo menor de energía), la facilidad para poder automatizar, menores costos de mano de obra y generalmente el costo operativo se disminuyen las normales condiciones, se observa que el costo operativo mejoró, la tasa alta de deposición de soldado, la continua alimentación de alambre ocasionan que la soldadura denominada FCAW es más productivo que el otro proceso llamado SMAW, las veinte juntas se realizan en un menor tiempo lo que se aprovecha con la finalidad avanzar otros trabajos, así mismo los kg de soldado se disminuyen y no se necesitan de sobretiempos. Si bien el proceso FCAW hace uso de equipos costosos, su ventaja es la alta productividad en el trabajo donde es necesario el alto régimen de soldado por considerables espesores.

V.- CONCLUSIONES

- Tomando en cuenta el primer objetivo “Determinar en cuánto disminuye el tiempo en el proceso de construcción de pilotes mediante la comparación de la soldadura con electrodo revestido y arco con núcleo de fundente en la empresa HJ DAKAR-Talara” se logró que para lo que respecta al proceso SMAW, el tiempo promedio de 243.53 minutos y para llevar a cabo el proceso FCAW se logró 136.48 minutos, llegando a concluir que en el proceso FCAW se reducen tiempos de soldeo con diferencia de 1.78 hora.
- Tomando en cuenta el segundo objetivo “Calcular en cuánto disminuye el número de discontinuidades en el proceso de construcción de pilotes mediante la norma de control de calidad AWS D1.1-2010”. Se determina que la cantidad mayor de discontinuidades se da durante el proceso SMAW (4) y la cantidad menor de discontinuidades dada en ambos procesos FCAW y SMAW (0). De igual manera todos los pilotes dañados por discontinuidades durante el proceso SMAW fueron en total 14 juntas, y en cuanto al proceso FCAW fueron un total de 7 juntas, lo que se obtuvo por comparación es que el proceso FCAW pudo disminuir un 50% la cantidades de discontinuidades del todas las juntas soldadas.
- Tomando en cuenta el tercer objetivo “Estimar en cuánto disminuye el costo en el proceso de construcción de pilotes mediante el análisis de costos de los recursos empleados”. Se determinó que si existe un ahorro en costos de materiales de soldadura de S/ 194.00 soles en un decrecimiento de 3% por ciento respecto del anterior proceso SMAW. De igual manera los costos de equipos aumentaron en \$14,400 dólares en el proceso SMAW debido a la compra de equipos de alimentación, lo que ocasiona que el proceso FCAW fuese más cuantioso, pero se remedia con el tiempo de producción debido a que es un proceso que cuenta con una alta tasa de deposición de soldado.
- Teniendo en cuenta el objetivo general “Mejorar el proceso de construcción de pilotes mediante la evaluación de las uniones soldadas por arco con núcleo

fundente y electrodo revestido en la empresa HJ DAKAR-TALARA” se lograron los resultados que el proceso FCAW posee las ventajas en tiempos determinados de operación, en cuanto a la calidad del cordón de acabado y en cuanto a los costos de materiales.

VI.- RECOMENDACIONES

- La persona encargada de realizar la inspección a la soldadura deberá controlar la calidad de soldeo tanto antes, como durante y después de la elaboración de cada pilote. Así mismo el soldador tendrá que tener la confianza y laborar conjuntamente con el inspector y no contar con temor alguno hacia él, con el objetivo de lograr buenos resultados del trabajo.
- El encargado en realizar el proceso de soldar, debe considerar hacer una revisión de los procedimientos de soldado antes de dar inicio al proceso de soldeo, así mismo debe regular los parámetros fundamentales en cada proceso, con la finalidad de encapsular o proteger con una carpa de lona en la junta donde se realizará la soldadura con la finalidad de evitar el contacto con el aire libre y prevenir distorsiones en el arco por el material de gas utilizado.
- Así mismo el soldador tiene que realizar revisiones constantes de la tobera y realizarle limpieza para no permitir la obstrucción del pase de salida del gas, que pueda generar discontinuidades o tipos de defectos y así también el cable debe tener libertad ante posibles obstáculos y evitar pisar en lo posible para no lograr problemas con salida del alambre.
- La protección en cuanto al gas (botellas) usadas en el proceso FCAW Ar (80 %) + CO₂ (20 %) se deben instalar bien, en posiciones aseguradas y verticales.
- El cargado del soldado deberá contar con protección respiratoria de manera constante y hacer uso de filtros 2097 para gases y humos que produce el proceso FCAW.

VII.- REFERENCIAS

1. American Welding Society, Año (2010) AWS. Código de soldadura estructural-Acero D1.1, Edición 22da, Miami, American
2. MASABANDA SANTOS, Segundo Juan y YAURIPOMA GUACHO, Manuel Ramiro. *Elaboración de un manual para prácticas de la materia teoría de procesos de soldadura*. [Piura, 5 de setiembre 2015]. Disponible en: <http://goo.gl/kXujCB>
3. PERALTA GARCIA, Carlos Alejandro y SERRANO VALAREZO, Omar. *Especificaciones de Procedimientos e Inspección de Soldadura en la Fabricación de Virolas para Pilotes de un Puente aplicando el Código AASTHO/AWS D1.5*. [Piura, 23 de setiembre 2015]. Disponible en: <https://goo.gl/BG09rY>
4. ROSALES GONZALES, Héctor Abel. *Implementación de un plan de calidad en soldadura para mejorar el proceso por arco eléctrico en la construcción de trenes separadores paquetizados de la empresa Mantenimiento y Construcciones Pariñas S.A. – Talara*. Tesis (Ingeniero Industrial). Piura, Perú: Facultad de Ingeniería Industrial, 2013. 53 p.
5. HURTADO (2012) presentó a la Universidad César Vallejo- Piura
6. RUIZ ROJAS, Paola Andrea. *Calidad en la Soldadura: Inspección y Detección con Ensayos No Destructivos*. [Piura, 18 de octubre 2015]. Disponible en: <http://goo.gl/xtfFJL>
7. S.A. *Sistemas de costos por procesos*. [Piura, 21 de octubre 2015]. Disponible en: <http://goo.gl/9PL2Ks>
8. SUPO, José. "Seminarios de Investigación Científica" 1^{era} Edición, Perú: Edit. BIOESTADISTICO E.I.R.L. 2012. ISBN **978-1477449042**
9. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos, & BATISTA LUCIO, Pilar. "Metodología de la Investigación Científica". 6^{ta}

Edición, México: Edit. Mc Graw Hill. 2014. Pág. 736. ISBN **978-1-4562-2396-0**

VIII. ANEXOS

Anexo 01: Ficha de tiempos por pases SMAW

FICHA DE TIEMPOS POR PASES SMAW				
SOLDADOR	FRANCIS CAMACHO RUIZ/ BERTILO BRAVO SANCHEZ			
FECHA	05/02/2016	LUGAR		MUELLE I
ACTIVIDAD	Soldeo de pilotes con proceso SMAW	JEFE RESPONSABLE		HECTOR LEQUERNAQUE DIAZ
		DIÁMETRO/PILOTE/JUNTA		40"/02/ 01
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
PASE	ELECTRODO	DIÁMETRO	AMPERAJE	TIEMPO DE SOLDEO (min)
1	6010	1/8"	70 – 80	40.9
2	6010	1/8"	90 - 110	4.8
3	7018	1/8"	110 - 120	21.03
4	7018	1/8"	110 - 120	47.9
5	7018	5/32"	140 - 170	46.8
6	7018	5/32"	140 - 170	40.2
7	7018	5/32"	140 - 170	42.9
OBSERVACIONES:				
FIRMA :				
Nombres y Apellidos: Héctor Lequernaque Díaz				

Anexo 02: Ficha de tiempos por pases FCAW

FICHA DE TIEMPOS POR PASES FCAW					
SOLDADOR	FRANCIS CAMACHO RUIZ/ BERTILO BRAVO SANCHEZ				
FECHA	05/02/2016	LUGAR		MUELLE I	
ACTIVIDAD	Soldeo de pilotes con proceso FCAW	JEFE RESPONSABLE		HECTOR LEQUERNAQUE DIAZ	
		DIÁMETRO/PILOTE/JUNTA		40"/15/15	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO					
PASE	ELECTRODO	DIÁMETRO	AMPERAJE	VOLTAJE	TIEMPO DE SOLDEO (min)
1	E 71T-1M	1 /16"	260+/-10%	25+/-7%	26.43
2	E 71T-1M	1/16"	260+/-10%	25+/-7%	4.4
3	E 71T-1M	1/16"	260+/-10%	25+/-7%	28.48
4	E 71T-1M	1/16"	260+/-10%	25+/-7%	25.53
5	E 71T-1M	1/16"	260+/-10%	25+/-7%	25.13
6	E 71T-1M	1/16"	260+/-10%	25+/-7%	26.41
OBSERVACIONES: _____					
FIRMA : _____					
Nombres y Apellidos: Héctor Lequernaque Díaz					

Anexo 03: Mejora del Proceso de Construcción de Pilotes

3.1.1 Método Actual:

En el proceso (SMAW) las operaciones que se realizan en esta línea son los procesos esmerilado, soldeo de pilote e inspección. Se asignan para el proceso de esmerilado 2 operarios, 2 operarios soldadores homologados para el proceso de soldeo y 1 inspector de calidad en soldadura.

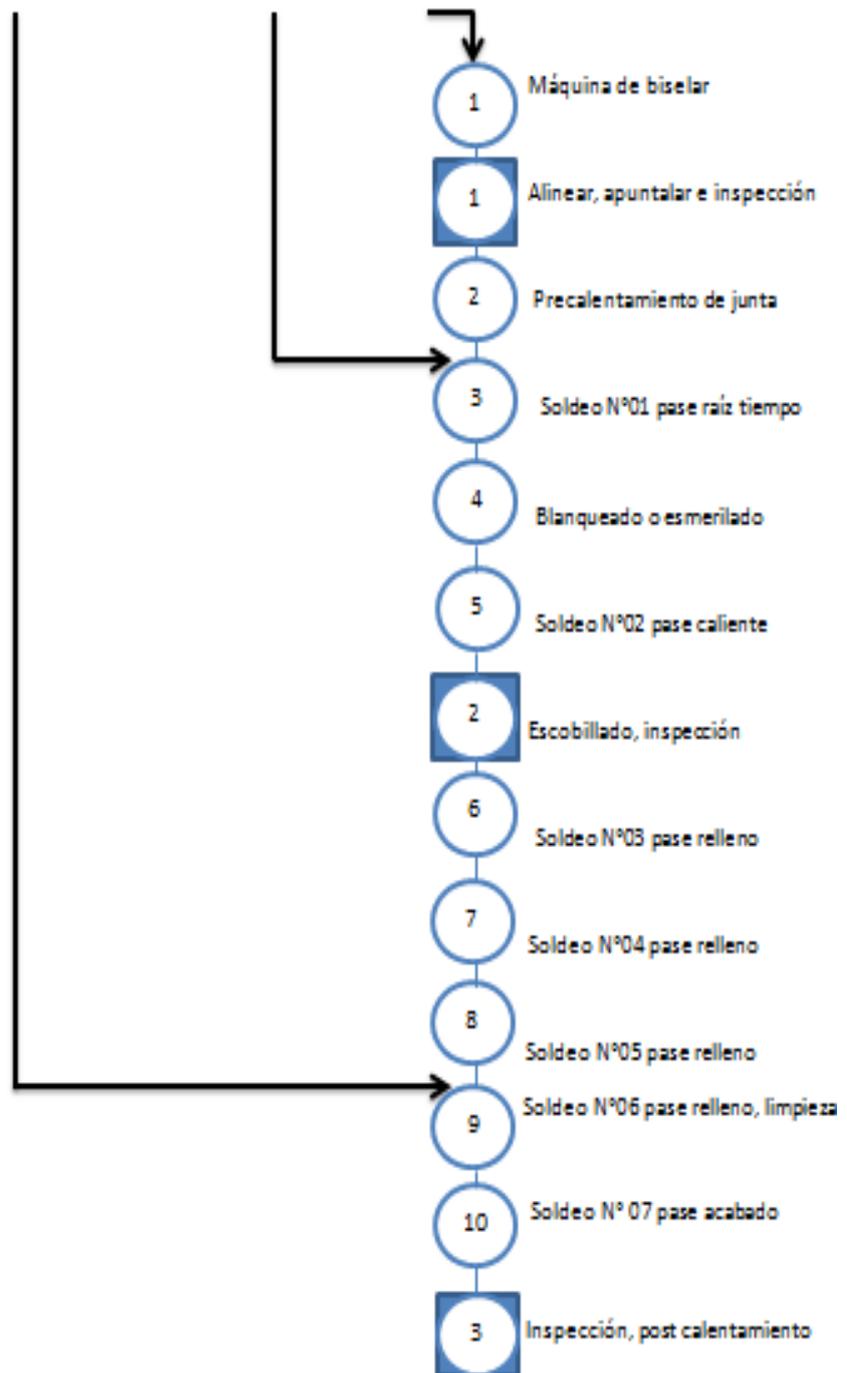
Los tubos de 40" de diámetro se preparan con 01 máquina biseladora acondicionada para esta operación, luego se procede alinear con una escuadra, nivel y tiralíneas para garantizar de esta manera la posición en el armado de la junta sobre una falsa obra de guidores, con una separación (luz) de 1/8".

El aseguramiento de la calidad se efectúa antes, durante y después del armado.

Posteriormente a este proceso, continua la actividad de soldeo, previa un precalentamiento de junta de 110°C, luego el proceso de soldadura que será realizada de acuerdo al código estructural AWS D1.1 teniendo en cuenta los criterios de aceptación del código cada unión se hará con 02 soldadores realizando el primer pase de raíz a continuación el blanqueado o esmerilado por el operario esmerilador, luego se da pase en caliente, para aplicar luego los pases de relleno y el pase de acabado Terminado estos procesos el producto final (pilote soldado) se realiza el post calentamiento con el fin de aliviar tensiones residuales en la junta Para una mejor descripción del proceso de realizará el DOP para cada uno de los procesos que se empleará en este proyecto.

Diagrama N° 01: Diagrama de operaciones del proceso en el pre prueba.

Pilote soldado Soldeo por pases Pilote



Fuente: elaboración propia



Figura 6: Fotografía del proceso de biselado

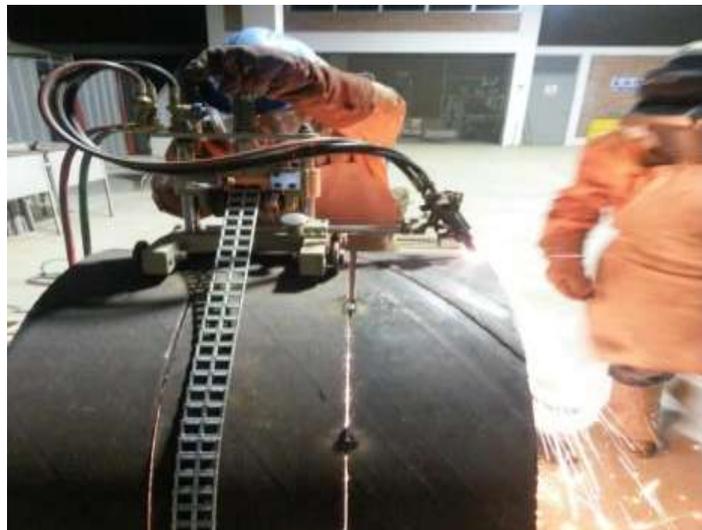




Figura 7: Proceso de soldeo de pilote con SMAW





Figura 8: Proceso de soldeo de pilote con FCAW



3.1.1 Método interrogatorio:

Luego que se ha registrado la información respecto al método actual de la empresa en el proceso (SMAW) haciendo uso de las herramientas de registro (DOP) en esta etapa consiste en el análisis con el objetivo de realizar una mejor alternativa de trabajo. La técnica del interrogatorio es el medio para realizar el examen crítico.

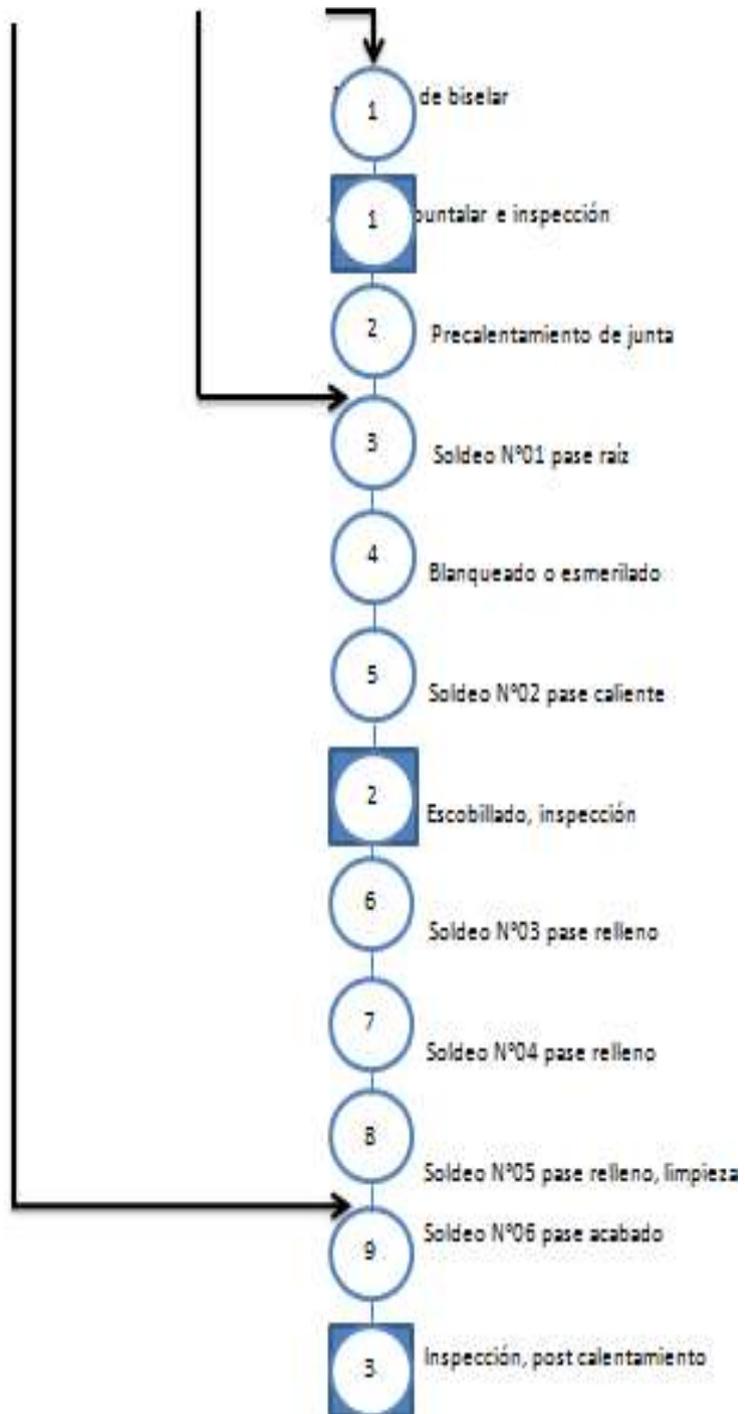
Tabla 17: Técnica de cuestionamiento

Propósito ¿Qué?	Preguntas Preliminares	
	¿Qué se hace en realidad?	-Preparación de junta en pilote, inspección y soldeo de pilote
	¿Por qué hay que hacerlo?	-Para mejorar la problemática
	Preguntas de fondo	
	¿Qué se hace en realidad?	-Mejorar el proceso utilizando otra técnica de soldeo.
	¿Por qué hay que hacerlo?	-Para aumentar la producción
Lugar	Preguntas preliminares	
¿Dónde?	¿Dónde se hace?	-Taller en campo asignado para tareas
	¿Por qué se hace allí?	-Área con suficiente proporción de espacio
	Preguntas de fondo	
	¿En qué otro lugar podría hacerse?	-No se recomienda cambiar otro lugar
	¿Dónde debería hacerse?	-No se recomienda cambiar otro lugar
Secuencia ¿Cuándo?	Preguntas preliminares	
	¿Cuándo se hace?	-Todos los días que dura el proyecto
	¿Por qué se hace en ese momento?	-Horario establecido por la empresa
	Preguntas de fondo	
	¿Cuándo podría hacerse?	-Todos los días que dure el proyecto
	¿Cuándo	-Lo antes posible para entregar el producto

	debería hacerse?	terminado a tiempo
Persona ¿Quién?	Preguntas preliminares	
	¿Quién lo hace?	-Los operarios soldador, esmerilador y calidad
	¿Por qué lo hace la persona?	-Personal calificado y asignado por la empresa
	Preguntas de fondo	
¿Qué otra persona podría hacerlo?	¿Quién debería hacerlo?	-Personal calificado y con habilidades con estos puestos -Personal operarios
Medios ¿Cómo?	Preguntas preliminares	
	¿Cómo se hace?	-Según el DOP pre prueba
	¿Por qué se hace de ese modo?	-Por la norma internacional AWS D1.1-2010
	Preguntas de fondo	
¿De qué otro modo podría hacerse?	¿Cómo podría hacerse?	-Mejorando los tiempos de soldeo -Según el DOP post prueba

Diagrama N° 02: Diagrama de operaciones del proceso en el post prueba.

Pilote soldado Soldeo por pases Pilote



Fuente: Elaboración propia

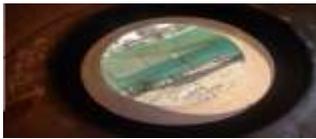
Anexo 05: Reporte de Inspección Visual SMAW

	REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL				REPORTE N°-01		
	EMISIÓN:		09-09-2016				
	REVISIÓN:						
Registro N°		Cliente: DEMEM SAC.			Pág. N°:001		
PROYECTO: COSTRUCCIÓN DE MUELLE 01- SOLDADURA DE PILOTES					IDENT. 40"-FW-1CS1S81		
ESTÁNDAR DE REFERENCIA :AWS-D1.1					TIPO DE JUNTA : A Tope		
EQUIPO DE MEDICIÓN:		A	B	C	D	E	
MATERIAL : ASTM A-252-A36					MATERIAL : ASTM A-252-A36		
Ítem	Identidad de la Junta	Código Soldador	Visual Fecha (VT)	Discontinuidad	Resultado	OBSERVACIONES	
1	J-01	F-06/B-56	05-02-16	IF/P/IEU	Rechazado	Falta de Fusión/ Reparación	
2	J-02	F-06/B-56	05-02-16	P/IF/IS/EU	Rechazado	Reparar Junta	
3	J-03	F-06/B-56	06-02-16	FC/P/IF	Rechazado	Porosidad excede la tolerancia	
4	J-04	F-06/B-56	06-02-16	P/EU/IF	Aceptable		
5	J-05	F-06/B-56	08-02-16	P/EU/IF	Rechazado	Socavación excede la tolerancia	
6	J-06	F-06/B-56	08-02-16	SS/P	Rechazado	Superficie de soldadura excede	
7	J-07	F-06/B-56	09-02-16	P	Aceptable		
8	J-08	F-06/B-56	09-02-16	IF	Rechazado	Falta de fusión/Reparar	
9	J-09	F-06/B-56	10-02-16		Aceptable		
10	J-10	F-06/B-56	11-02-16	P	Rechazado	Porosidad excede la tolerancia	
OBSERVACIONES:							
NOTA: INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN CONDICIÓN DURANTE EL SOLDEO EN FCAW							
La inspección se está realizando respetando los parámetros del WPS -001 HJ DAKAR y lo establecido por los criterios de aceptación y rechazo del código AWS-D1.1-2010							
EQUIPOS DE MEDICIÓN							
CAM GAGE (A)		WELD FILLET (B)		LUPA (C)	PIRÓMETRO (D)	OTROS (E)	
LEYENDA DE DISCONTINUIDADES							
IS = Inclusión de escoria		P = Poro		UN = Bajo Llenado		FC = Fisura Tipo Cráter	
EU = Socavado externo		SS = Superficie Soldadura		EM = Unión Empalmes		IF = Falta de Fusión	
Aprobación							
Firma Nivel II,VT,PT,RT,MT	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha		
Nombre:		Nombre: Hector Lequeruaque Díaz		Nombre:			
Inspector HJ- DAKAR:		Supervisor HJ- DAKAR		SUPERVISOR DE DEMEN			

		REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL				REPORTE N°-01					
						EMISIÓN:	09-09-2016				
						REVISIÓN:					
Registro N°		Cliente: DEMEM SAC.				Pág. N°:002					
PROYECTO: COSTRUCCIÓN DE MUELLE 01- SOLDADURA DE PILOTES					IDENT. 40"-FW-1CS1S81						
ESTÁNDAR DE REFERENCIA :AWS-D1.1					TIPO DE JUNTA : A Tope						
EQUIPO DE MEDICIÓN:		A	B	C	D	E	WPS : 001 HJ.DAKAR	PROCESO: SMAW			
MATERIAL : ASTM A-252-A36					MATERIAL : ASTM A-252-A36						
Ítem	Identidad de la Junta	Código Soldador	Visual (VT) Fecha	Discontinuidad	Resultado	OBSERVACIONES					
11	J-11	F-06/B-56	11-02-16	p	Rechazado	Porosidad excede la tolerancia					
12	J-12	F-06/B-56	14-02-16	IF	Rechazado	Falta de Fusión/ Reparación					
13	J-13	F-06/B-56	14-02-16	P/EU	Rechazado	Porosidad excede la tolerancia					
14	J-14	F-06/B-56	15-02-16	IF/P	Rechazado	Falta de Fusión/ Reparación					
15	J-15	F-06/B-56	16-02-16		Aceptable						
16	J-16	F-06/B-56	16-02-16		Rechazado						
17	J-17	F-06/B-56	17-02-16	P	Aceptable	No excede la tolerancia					
18	J-18	F-06/B-56	17-02-16		Aceptable						
19	J-19	F-06/B-56	18-02-16		Aceptable						
20	J-20	F-06/B-56	18-02-16		Aceptable						
OBSERVACIONES:											
NOTA: INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN CONDICIÓN DURANTE EL SOLDEO EN FCAW											
La inspección se está realizando respetando los parámetros del WPS -001 HJ DAKAR y lo establecido por los criterios de aceptación y rechazo del código AWS-D1.1-2010											
EQUIPOS DE MEDICIÓN											
CAM GAGE (A)		WELD FILLET (B)		LUPA (C)		PIROMETRO (D)		OTROS (E)			
LEYENDA DE DISCONTINUIDADES											
IS = Inclusión de escoria		P = Poro		UN = Bajo Llenado		FC = Fisura Tipo Cráter					
EU = Socavado externo		SS = Superficie Soldadura		EM = Unión Empalmes		IF = Falta de Fusión					
Aprobación											
Firma Nivel II,VT,PT,RT,MT		Fecha		Firma		Fecha		Firma		Fecha	
Nombre:				Nombre: Hector Lequernaque Díaz				Nombre:			
Inspector HJ- DAKAR:				Supervisor HJ- DAKAR				SUPERVISOR DE DEMEN			

Anexo 06: Reporte de Inspección Por Tintes penetrantes SMAW

		INFORME DE ENSAYO CON LÍQUIDOS PENETRANTES		PT -Nº 013-2016 C	
CLIENTE : DEMEM SAC PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE MUELLE 01- SOLDADURA DE PILOTES					
DATOS DE LA INSPECCIÓN Y DE LOS EQUIPOS, COMPONENTES					
CÓDIGO: A tope ESPESOR: 1" X 1" MATERIAL: ASTM A-252		DIAMETRO : 40" PROCESO : SMAW INSPECCIÓN : 10%		FECHA DE LA INSPECCIÓN: 14-02-2016. REPORET Nº : 013-2016 C PAGINA : 01	
DATOS DE LA PRUEBA PRE EXAMINACIÓN: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: SI		 <p style="text-align: center;">Aplicación del Penetrante J-11 A NDT Tintes Penetrantes</p>		 <p style="text-align: center;">Aplicación del Tinte Revelador NDT Tintes Penetrantes</p>	
EQUIPO: SPOCTCHECKR - CLEA SKC - S INSTRUMENTOS: PENET.SKL-SP1. REV.SKD-S2.					
METODO DE INSPECCIÓN SECO: AGENTE VISIBLE / REMOSIÓN POR SOLVENTE					
POST EXAMINACIÓN LIMPIEZA (si es necesario): SI CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO: AMS-SMAW-2016 CÓDIGO DE INSPECCIÓN: AWS D1.1					
IDENTIFICATION	TIPO Y UBICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES (cm)	Acceptado	Rechazado	COMENTARIOS	
JUNTA N°11 A	Porosidad de 3/32" prof. y 9cm en pase de relleno		x	Reparación de junta	
P: Porosidad IS: Inclusión de Escoria IS: Inclusión de Escoria Dispersa		Bb: Inclusiones de Escoria Alineada Ea: Grietas longitudinales IF: Falta de Fusión		FP: Falta de Penetración EU: Socavación Eb: Grietas Transversales	
Total Juntas : A tope 10% de Inspección Inspector : HECTOR LEQUERNAQUE. Nivel : Nivel II- VT, PT ,RT,MT (SNT-TC-1A)			Autorizado por: Supervisor de HJ Dakar.		

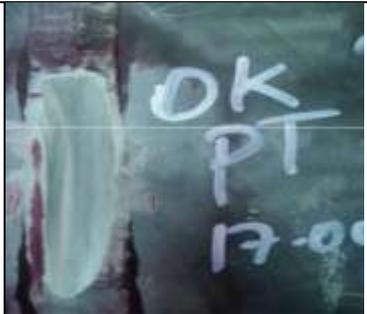
		INFORME DE ENSAYO CON LÍQUIDOS PENETRANTES		PT -Nº 014-2016 B	
CLIENTE : DEMEM SAC PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE MUELLE 01- SOLDADURA DE PILOTES					
DATOS DE LA INSPECCIÓN Y DE LOS EQUIPOS, COMPONENTES					
CÓDIGO: A tope ESPESOR: 1" X 1" MATERIAL: ASTM A-252		DIAMETRO : 40" PROCESO : SMAW INSPECCIÓN : 10%		FECHA DE LA INSPECCIÓN: 14-02-2016. REPORET Nº : 014-2016 PAGINA : 01	
DATOS DE LA PRUEBA PRE EXAMINACIÓN: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: SI					
EQUIPO: SPOCTCHECKR - CLEA SKC - S INSTRUMENTOS: PENET.SKL-SP1. REV.SKD-S2.				Aplicación del Tinte Revelador NDT Tintes Penetrantes	
METODO DE INSPECCIÓN SECO: AGENTE VISIBLE / REMOSIÓN POR SOLVENTE		Aplicación del Penetrante J-12 A NDT Tistes Penetrantes			
POST EXAMINACIÓN LIMPIEZA (si es necesario): SI		CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO: AMS-SMAW-2016 CÓDIGO DE INSPECCIÓN: AWS D1.1			
IDENTIFICATION	TIPO Y UBICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES (cm)	Aceptado	Rechazado	COMENTARIOS	
JUNTA Nº12 A	Falta de Fusión		x	Reparación de Junta	
P: Porosidad IS: Inclusión de Escoria IS: Inclusión de Escoria Dispersa		Bb: Inclusiones de Escoria Alineada Ea: Grietas longitudinales IF: Falta de Fusión		FP: Falta de Penetración EU: Socavación Eb: Grietas Transversales	
Total Juntas : A tope 10% de Inspección Inspector : HECTOR LEQUERNAQUE. Nivel : Nivel II- VT, PT ,RT,MT (SNT-TC-1A)			Autorizado por: Supervisor de HJ Dakar.		

Anexo 07: Reporte de Inspección Visual FCAW.

		REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL				REPORTE N°-02			
						EMISIÓN:	09-09-2016		
						REVISIÓN:			
Registro N°		Cliente: DEMEM SAC.			Pág. N°:001				
PROYECTO: COSTRUCCIÓN DE MUELLE 01- SOLDADURA DE PILOTES					IDENT. 40"-FL-004-1CS1S81				
ESTÁNDAR DE REFERENCIA :AWS-D1.1					TIPO DE JUNTA : A Tope				
EQUIPO DE MEDICIÓN:		<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E	WPS : 001 HJ.DAKAR	PROCESO: FCAW	
MATERIAL : ASTM A-252-A36					MATERIAL : ASTM A-252-A36				
Ítem	Identidad de la Junta	Código Soldador	Visual Fecha (VT)	Discontinuidad	Resultado	OBSERVACIONES			
1	J-01	J-06/R-56	05/02/16	P/IS	Aceptable	Dentro la Tolerancia			
2	J-02	J-06/R-56	05/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Excedentes			
3	J-03	J-06/R-56	05/02/16	P/EU	Rechazado	Porosidad excede la tolerancia			
4	J-04	J-06/R-56	06/02/16	EU/IS	Aceptable	Sin discontinuidades Excedentes			
5	J-05	J-06/R-56	06/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
6	J-06	J-06/R-56	06/02/16	IF	Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
7	J-07	J-06/R-56	08/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
8	J-08	J-06/R-56	08/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
9	J-09	J-06/R-56	08/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Excedentes			
10	J-10	J-06/R-56	09/02/16	EU	Aceptable	Socavado superficial permitido			
OBSERVACIONES:									
NOTA: INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN CONDICIÓN DURANTE EL SOLDEO EN FCAW									
La inspección se está realizando respetando los parámetros del WPS -001 HJ DAKAR y lo establecido por los criterios de aceptación y rechazo del código AWS-D1.1-2010									
EQUIPOS DE MEDICIÓN									
CAM GAGE (A)		WELD FILLET (B)		LUPA (C)		PIROMETRO (D)		OTROS (E)	
LEYENDA DE DISCONTINUIDADES									
IS = Inclusión de escoria		P = Poro		UN = Bajo Llenado		FC = Fisura Tipo Cráter			
EU = Socavado externo		SS = Superficie Soldadura		EM = Unión Empalmes		IF = Falta de Fusión			
Aprobación									
Firma Nivel II,VT,PT,RT,MT		Fecha		Firma		Fecha			
Nombre:		Nombre: Hector Lequernaque Díaz				Nombre:			
Inspector HJ- DAKAR:		Supervisor HJ- DAKAR				SUPERVISOR DE DEMEM			

		REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL				REPORTE N°-02			
						EMISIÓN:	09-09-2016		
						REVISIÓN:			
Registro N°		Cliente: DEMEM SAC.				Pág. N°:002			
PROYECTO: COSTRUCCIÓN DE MUELLE 01- SOLDADURA DE PILOTES					IDENT. 40"-FL-004-1CS1S81				
ESTÁNDAR DE REFERENCIA :AWS-D1.1					TIPO DE JUNTA : A Tope				
EQUIPO DE MEDICIÓN:		A	B	C	D	E	WPS : 001 HJ.DAKAR	PROCESO: FCAW	
MATERIAL : ASTM A-252-A36					MATERIAL : ASTM A-252-A36				
Ítem	Identidad de la Junta	Código Soldador	Visual Fecha (VT)	Discontinuidad	Resultado	OBSERVACIONES			
11	J-11	J-06/R-56	09/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
12	J-12	J-06/R-56	09/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
13	J-13	J-06/R-56	10/02/16	IF	Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
14	J-14	J-06/R-56	10/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
15	J-15	J-06/R-56	10/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
16	J-16	J-06/R-56	05/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
17	J-17	J-06/R-56	11/02/16	P	Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
18	J-18	J-06/R-56	11/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
19	J-19	J-06/R-56	11/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
20	J-20	J-06/R-56	12/02/16		Aceptable	Sin discontinuidades Relevantes			
OBSERVACIONES:									
NOTA: INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN CONDICIÓN DURANTE EL SOLDEO EN FCAW									
La inspección se está realizando respetando los parámetros del WPS -001 HJ DAKAR y lo establecido por los criterios de aceptación y rechazo del código AWS-D1.1-2010									
EQUIPOS DE MEDICIÓN									
CAM GAGE (A)		WELD FILLET (B)		LUPA (C)		PIROMETRO (D)		OTROS (E)	
LEYENDA DE DISCONTINUIDADES									
IS = Inclusión de escoria		P = Poro		UN = Bajo Llenado		FC = Fisura Tipo Cráter			
EU = Socavado externo		SS = Superficie Soldadura		EM = Unión Empalmes		IF = Falta de Fusión			
Aprobación									
Firma Nivel II,VT,PT,RT,MT		Fecha		Firma		Fecha			
Nombre:				Nombre: Hector Lequernaque Díaz		Nombre:			
Inspector HJ- DAKAR:				Supervisor HJ- DAKAR		SUPERVISOR DE DEMEN			

Anexo 08: Reporte de Inspección por Tintes penetrantes FCAW y SMAW

		INFORME DE ENSAYO CON LÍQUIDOS PENETRANTES			PT -Nº 013-2016C	
CLIENTE : DEMEM SAC PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE MUELLE 01- SOLDADURA DE PILOTES						
DATOS DE LA INSPECCIÓN Y DE LOS EQUIPOS, COMPONENTES						
CÓDIGO: A tope		DIAMETRO : 40"		FECHA DE LA INSPECCIÓN: 13-02-2016.		
ESPESOR: 1" X 1"		PROCESO : FCAW		REPORET N° :		013-2016C
MATERIAL: ASTM A-252		INSPECCIÓN : 10%		PAGINA :		01
DATOS DE LA PRUEBA PRE EXAMINACIÓN: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE:			 <p style="text-align: center;">Aplicación del Penetrante J-03 A NDT Tistes Penetrantes</p>		 <p style="text-align: center;">Aplicación del Tinte Revelador NDT Tintes Penetrantes</p>	
EQUIPO: SPOCTCHECKR -CLEA SKC - S						
INSTRUMENTOS: PENET.SK1-SP1. REV.SK1-S2.						
POST EXAMINACIÓN LIMPIEZA (si es necesario): SI						
CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO: AMS-FCAW-2016 CÓDIGO DE INSPECCIÓN: AWS D1.1						
IDENTIFICATION	TIPO Y UBICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES (cm)	Aceptado	Rechazado	COMENTARIOS		
JUNTA N°03 A	Porosidad Externa		x	Reparación de junta		
P: Porosidad IS: Inclusión de Escoria IS: Inclusión de Escoria Dispersa		Bb: Inclusiones de Escoria Alineada Ea: Grietas longitudinales IF: Falta de Fusión		FP: Falta de Penetración EU: Socavación Eb: Grietas Transversales		
Total Juntas : A tope 10% de Inspección Inspector : HECTOR LEQUERNAQUE. Nivel : Nivel II- VT, PT ,RT,MT (SNT-TC-1A)				Autorizado por: Supervisor de HJ Dakar.		

Anexo 09: Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador SMAW

	REGISTRO DE CALIFICACION WPSQR (De Acuerdo Al Código Estructural AWS D1.1-2010)	HOJA:	1 DE 1
	SOLDADURA DE PILOTES EN OBRA	EMISION	15/01/2016
		REVISION	0

Nombre: Abner Macalupu Silva.		Identificación: 45720359
Procedimiento de soldadura : HJ DAKAR-WPS-001		Código: AMS-SMAW-2016
VARIABLES DE SOLDADURA	VALORES ACTUALES	RANGO CALIFICADO
Proceso de soldadura (QW - 304)	SMAW	SMAW
Tipo De Proceso	MANUAL	MANUAL
Tipo de junta (QW-402)	A Tope con ranura en V	-----
Respaldo (QW-402.4)	SIN RESPALDO	CON Y SIN RESPALDO
Metal Base (QW-400)	ASTM A 36 GR B / ASTM A252	
Numero P a Numero P (QW-403.18)	P1 a P1	P1 hasta P15F, P41 hasta P49
Plancha () ESPESOR	-----	-----
Tubería (X) ESPESOR	1 pulg y 1pulg	-----
Diametro(QW-403.16)	40 pulg	-----
Especificación de metal de aporte AWS(QW - 404)	A5.20	-----
Clasificación del metal de aporte AWS(QW - 404)	E6010/7018	
Numero F (QW - 404. 23)	3/4	3 sin respaldo 1,2,3 y 4 con respaldo
Espesor Depositado (QW -404. 30)	1 pulg	-----
Posición (QW -405. 1)		A tope y filete – plancha y tubería TODAS LAS POSICIONES
Progresión de la soldadura – pase de raíz (QW - 405.3)	ASCENDENTE	ASCENDENTE
Progresión de la soldadura–pase de pasas (Qw - 405.3)	ASCENDENTE	ASCENDENTE
Composición del gas de protección (qw-408. 2)	-----	-----
Tipo de transferencia (QW -409. 2)	-----	-----
Tipo De Corriente Y Polaridad (QW - 409.4)	DCEP	
RESULTADO EXAMINACIÓN VISUAL(QW-302 Y QW-194) <u>ACEPTABLE</u> INSPECTOR: Hugo Leon S. – CWI10071301		
RESULTADOS ENSAYOS DE DOBLADO GUIADO (QW-452.1* y QW-160)		
Nº Especimen y Tipo de Doblado	Resultado	
-----	-----	
-----	-----	
-----	-----	

ENSAYOS A SOLDADURA DE FILETE (QW-302.1 – QW-180 Y QW-194)			
Resultado De Prueba De Fractura	---	Longitud y porcentaje de efectos	
Resultado de macro - ataque		Tamaño de filete	Concavidad/convexidad
Informe de laboratorio/identidad:			

RESULTADO EXAMINACIÓN RADIOGRÁFICA (QW-302 Y QW-194) ACEPTABLE Reporte INPESER -RT-05100-2018

Certifica que la información contenida en este registro es correcta y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos del Código Estructural AWS D1.1-2010

Elaborado por:

Revisado por:

Aprobado por:



Carlos Alejandro Prochano
Código Estructural Prochano
Código Estructural Prochano



Juan Silveiras
Código Estructural Silveiras
Código Estructural Silveiras



Hector D. Lequechavez Diaz
Código Estructural Diaz
Código Estructural Diaz

Anexo 10: Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador FCAW

	REGISTRO DE CALIFICACION WPCR (De Acuerdo Al Código Estructural AWS D1.1-2010)	HOJA:	1 DE 1
	SOLDADURA DE PILOTES EN OBRA	EMISION	15/01/2016
		REVISION	0

Nombre: Abner Macalupu Silva.		Identificación: 43720359
Procedimiento de soldadura : HJ DAKAR-WP5-003		Código: AMS-FCAW-2016
VARIABLES DE SOLDADURA	VALORES ACTUALES	RANGO CALIFICADO
Proceso de soldadura (QW – 304)	FCAW	FCAW
Tipo De Proceso	SEMIAUTOMATICO	SEMIAUTOMATICO
Tipo de junta (QW-402)	A Tope con ranura en V	CON RESPALDO
Respaldo (QW-402.4)	CON RESPALDO	CON Y SIN RESPALDO
Metal Base (QW-400)	ASTM A 36 GR B / ASTM A252	
Numero P a Numero P (QW-403.18)	P1 a P1	P1 hasta P15F, P41 hasta P49
Plancha () ESPESOR	-----	-----
Tubería (X) ESPESOR	1 pulg y 1pulg	-----
Díametro(QW-403.16)	40 pulg	-----
Especificación de metal de aporte AWS(QW – 404)	A5.20	-----
Clasificación del metal de aporte AWS(QW – 404)	E 71T-1M	
Numero F (QW – 404. 23)	¾	3 con respaldo 1,2,3 y 4 con respaldo
Espesor Depositado (QW -404. 30)	1 pulg	-----
Posición (QW -405. 1)		A tope y filete – plancha y tubería TODAS LAS POSICIONES
Progresión de la soldadura – pase de raíz (QW – 405.3)	ASCENDENTE	ASCENDENTE
Progresión de la soldadura–pase de pases (Qw – 405.3)	ASCENDENTE	ASCENDENTE
Composición del gas de protección (qw-408. 2)	-----	-----
Tipo de transferencia (QW -409. 2)	-----	-----
Tipo De Corriente Y Polaridad (QW – 409.4)	DCEP	
RESULTADO EXAMINACIÓN VISUAL(QW-302 Y QW-194) ACEPTABLE INSPECTOR: Hugo Lean S. – CW10071301		
RESULTADOS ENSAYOS DE DOBLADO GUIADO (QW-452.1* y QW-160)		
Nº Especimen y Tipo de Doblado	Resultado	
-----	-----	
-----	-----	
-----	-----	

ENSAYOS A SOLDADURA DE FILETE (QW-302.1 – QW-180 Y QW-194)			
Resultado De Prueba De Fractura	----	Longitud y porcentaje de efectos	
Resultado de macro - ataque		Tamaño de filete	Concavidad/convexidad
Informe de laboratorio/identidad:			

RESULTADO EXAMINACIÓN RADIOGRÁFICA (QW-302 Y QW-291) ACEPTABLE Reporte INPESER – RT-05100-2016

Certifica que la información contenida en este registro es correcta y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos del Código Estructural AWS D1.1-2010

Elaborado por:

Revisado por:

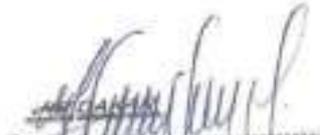
Aprobado por:



Centro de Ingeniería y Tecnología
CIT-2008



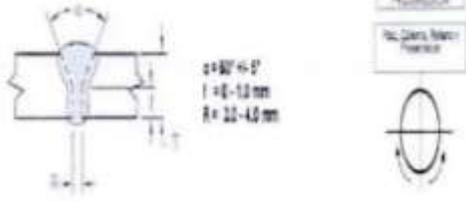

Ing. Juan Sifuentes
CWI 11071301
021 EXR 7/12016



Ing. D. Leobardo Díaz
021 EXR 7/12016

Anexo 11: Especificación de Procedimiento de Soldadura SMAW

	ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) <i>(De acuerdo al código estructural AWS D1.1 - 2010)</i>		HJ DAKAR WPS 022016	
	HOJA:	1 de 2		
	EMISIÓN:	15/01/16		
	REVISIÓN:	1		

QW-482 - ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)																																											
Nombre de la compañía: HJ DAKAR		Por: Hugo Leon Silientes																																									
Especificación de Procedimiento No. WPS02-2016		Fecha: 15/01/2016	PQR de soporte: PQR 02-2016																																								
Revisión No. 1		Fecha: 15/01/2016																																									
Proceso(s) de soldadura: SMAW		Tipo: Manual																																									
JUNTA (QW-402) Diseño de junta: <u>A Tope con Ranura en V</u> Respaldo: (Si) <u>—</u> (No) <u>X</u> Material de respaldo: (Tipo): <u>—</u> <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Refractario <input type="checkbox"/> No metálico <input type="checkbox"/> Otro Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes ha ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.		Detalles 																																									
METAL BASE (QW-403) N° P: <u>1</u> Grupo N°: <u>1 y 2</u> al N° P: <u>1</u> Grupo N°: <u>1 y 2</u> O Especificación de tipo y grado: <u>NA/GRADO B</u> A la especificación de tipo y grado: <u>—</u> O Análisis químico y propiedades mecánicas: <u>—</u> Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: <u>—</u> Rango de espesores Metal base: Ranura: <u>1" a 1"</u> Filete: <u>6" a 6"</u> Diam. Tubo: Ranura: <u>40"</u> Filete: <u>—</u> Otro: <u>—</u>																																											
METAL DE APORTE (QW-404) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 30%;">ASTM A36/ ASTM A252</th> <th style="width: 30%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Especificación N° (SFA)</td> <td style="text-align: center;">E-6010/E-7018</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AWS No (Clase)</td> <td style="text-align: center;">614</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° F</td> <td style="text-align: center;">111</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tamaño del electrodo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Metal depositado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rango de espesores</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ranura</td> <td style="text-align: center;"><i>Ranura: Desde 12.7 mm hasta 19.05 mm</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Filete</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fundente (clase)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fundente nombre comercial</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inserto consumible</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						ASTM A36/ ASTM A252		Especificación N° (SFA)	E-6010/E-7018		AWS No (Clase)	614		N° F	111		N° A			Tamaño del electrodo			Metal depositado			Rango de espesores			Ranura	<i>Ranura: Desde 12.7 mm hasta 19.05 mm</i>		Filete			Fundente (clase)			Fundente nombre comercial			Inserto consumible		
	ASTM A36/ ASTM A252																																										
Especificación N° (SFA)	E-6010/E-7018																																										
AWS No (Clase)	614																																										
N° F	111																																										
N° A																																											
Tamaño del electrodo																																											
Metal depositado																																											
Rango de espesores																																											
Ranura	<i>Ranura: Desde 12.7 mm hasta 19.05 mm</i>																																										
Filete																																											
Fundente (clase)																																											
Fundente nombre comercial																																											
Inserto consumible																																											

	ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) <i>(De acuerdo al código estructural AWS D1.1 - 2010)</i>	H.J DAKAR WPS 022016	
		HOJA:	2 de 2
		EMISIÓN:	15/01/16
		REVISIÓN:	1

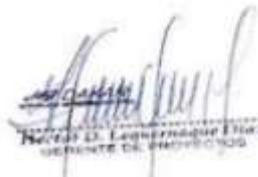
POSICIONES (QW-405) Posición(es) de ranura <u>Ascendente (Raiz, Caliente, Relleno y Presentación)</u> Progresión: Asc: <u>X</u> Desc. <u>—</u> Posición de filete <u>-</u>		TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO Rango de temperatura: <u>NO APLICA</u> Tiempo: <u>NO APLICA</u>																				
PRECALENTAMIENTO (QW-406) Temp. Pre calentamiento Min.: <u>10°C mínimo</u> Temp. Interfase Máx.: <u>80°C mínimo 180°C máximo</u> Mantenimiento pre calentamiento: <u>—</u>		GAS (QW-408) <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">Composición Porcentual</th> </tr> <tr> <th>Gas(es)</th> <th>Mezcla</th> <th>Flujo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Arrastre</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Respaldo</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>			Composición Porcentual			Gas(es)	Mezcla	Flujo	Protección	—	—	—	Arrastre	—	—	—	Respaldo	—	—	—
	Composición Porcentual																					
	Gas(es)	Mezcla	Flujo																			
Protección	—	—	—																			
Arrastre	—	—	—																			
Respaldo	—	—	—																			
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409) Corriente AC o DC <u>DCEP</u> Polaridad <u>DCEP(F-No. 3) /DCEP(F-No. 4)</u> Rango de amperaje <u>90+/- 10%</u> Rango de voltaje <u>25 V</u> Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno <u>—</u> (Tungsteno puro, 2% toriado, etc) Modo de transferencia en GMAW <u>—</u> (Arco spray, corto circuito, etc) Velocidad de alimentación de alambre <u>—</u>																						
TÉCNICA Pase ancho o angosto <u>(Por cara): Múltiple</u> Orificio o tamaño de protección gaseosa <u>—</u> Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerilado, etc) <u>Escobilla circular y disco abrasivo</u>																						
Método de resane de raíz <u>Por esmerilado</u> Oscilación <u>Arrastre</u> Distancia de boquilla a pieza de trabajo <u>—</u> Pase múltiple o simple <u>Múltiple</u> Electrodo simple o múltiple <u>Simple</u> Velocidad de avance (rango) <u>11 – 15 cm/min</u> Martilleo <u>—</u> Otro <u>—</u>																						
SOLDADURA A TOPE																						
Pase N°	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	Otros														
		Clase	Diam	Polaridad	Amperaje																	
1.-	SMAW	E-6010	1/8"	DCEP	90+/- 10%	25+/-7%	11+/- 15%	—														
2,3.-	SMAW	E-7018	1/8"	DCEP	110+/- 10%	25+/-7%	11+/- 15%	—														
4.- mas	SMAW	E-7018	5/32	DCEP	140+/- 10%	25+/-7%	11+/- 15%	—														

Elaborado por:

Revisado por:

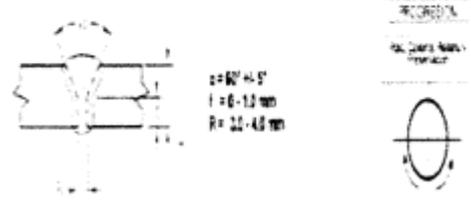
Aprobado por:





Anexo 12: Especificación de Procedimiento de Soldadura FCAW

	ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo al código estructural AWS D1.1 - 2010)		HJ DAKAR WPS 022016	
	HOJA:	1 de 2		
	EMISIÓN:	15/01/16		
	REVISIÓN:	1		

QW-482 - ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)																									
Nombre de la compañía: <u>HJ DAKAR</u>		Por: <u>Hugo Leon Sifuentes</u>																							
Especificación de Procedimiento No. <u>WPS003 - 2016</u>		Fecha: <u>15/01/2016</u>	PQR de soporte: <u>PQR 02 2016</u>																						
Revisión No. <u>0</u>		Fecha: <u>15/01/2016</u>																							
Proceso(s) de soldadura: <u>FCAW</u>		Tipo: <u>SEMIAUTOMATICO</u>																							
JUNTA (QW-402) Diseño de junta: <u>A Tope con Ranura en V</u> Respaldo: (Si) <input checked="" type="checkbox"/> (No) <input type="checkbox"/> Material de respaldo: (Tipo): <u>—</u> <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Refractario <input type="checkbox"/> No metálico <input type="checkbox"/> Otro Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes ha ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.		Detalles 																							
METAL BASE (QW-403) Nº P: <u>1</u> Grupo Nº: <u>1 y 2</u> al Nº P: <u>1</u> Grupo Nº: <u>1 y 2</u> O Especificación de tipo y grado: <u>NA/GRADO B</u> A la especificación de tipo y grado: <u>—</u> O Análisis químico y propiedades mecánicas: <u>—</u> Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: <u>—</u>																									
Rango de espesores Metal base: Ranura: <u>1" a 1"</u> Filete: <u>6" a 6"</u> Diam. Tubo: Ranura: <u>40"</u> Filete: <u>—</u> Otro: <u>—</u>																									
METAL DE APORTE (QW-404) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Especificación Nº (SFA)</td> <td><u>ASTM A36 / ASTM A252</u></td> </tr> <tr> <td>AWS No (Clase)</td> <td><u>E 71T-1M</u></td> </tr> <tr> <td>Nº F</td> <td><u>6 / 4</u></td> </tr> <tr> <td>Nº A</td> <td><u>1 / 1</u></td> </tr> <tr> <td>Tamaño del electrodo</td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Metal depositado</td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Rango de espesores</td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Ranura</td> <td><u>Ranura: Desde 12.7 mm hasta 19.05 mm</u></td> </tr> <tr> <td>Filete</td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Fundente (clase)</td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Fundente nombre comercial</td> <td><u>—</u></td> </tr> </table>				Especificación Nº (SFA)	<u>ASTM A36 / ASTM A252</u>	AWS No (Clase)	<u>E 71T-1M</u>	Nº F	<u>6 / 4</u>	Nº A	<u>1 / 1</u>	Tamaño del electrodo	<u>—</u>	Metal depositado	<u>—</u>	Rango de espesores	<u>—</u>	Ranura	<u>Ranura: Desde 12.7 mm hasta 19.05 mm</u>	Filete	<u>—</u>	Fundente (clase)	<u>—</u>	Fundente nombre comercial	<u>—</u>
Especificación Nº (SFA)	<u>ASTM A36 / ASTM A252</u>																								
AWS No (Clase)	<u>E 71T-1M</u>																								
Nº F	<u>6 / 4</u>																								
Nº A	<u>1 / 1</u>																								
Tamaño del electrodo	<u>—</u>																								
Metal depositado	<u>—</u>																								
Rango de espesores	<u>—</u>																								
Ranura	<u>Ranura: Desde 12.7 mm hasta 19.05 mm</u>																								
Filete	<u>—</u>																								
Fundente (clase)	<u>—</u>																								
Fundente nombre comercial	<u>—</u>																								

	ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo al código estructural AWS D1.1 - 2010)		HJ DAKAR WPS 022016
	HOJA:	2 de 2	
	EMISIÓN:	15/01/16	
	REVISIÓN:	1	

Inserto consumible		-		-				
POSICIONES (QW-405)				TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO				
Posición(es) de ranura		Ascendente (Raíz, Caliente, Relleno y Presentación)		Rango de temperatura:		NO APLICA		
Progresión: Asc:		X Desc: ---		Tiempo:		NO APLICA		
Posición de filete		-		GAS (QW-408)				
PRECALENTAMIENTO (QW-406)				Composición Porcentual				
Temp. Precaentamiento		Min.: 10°C mínimo		Gas(es)		Mezcla		
Temp. Interfase		Máx.: 80°C mínimo 180°C máximo		Protección		Ar 80% CO2 20%		
Mantenimiento precalentamiento:		---		Arrastre		X		
				Respaldo		---		
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)								
Corriente AC o DC		CCEP		Polaridad		CCEP(F-No. 3) /CCEP(F-No. 4)		
Rango de amperaje		260+/- 10%		Rango de voltaje		25 V		
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno		---						
		(Tungsteno puro, 2% toriado, etc)						
Modo de transferencia en FCAW		---						
		(Arco spray, corto circuito, etc)						
Velocidad de alimentación de alambre		---						
TÉCNICA								
Pase ancho o angosto		(Por cara): Múltiple						
Orificio o tamaño de protección gaseosa		---						
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerinado, etc)		Escobilla circular y disco abrasivo						
Método de resane de raíz		Por esmerinado						
Oscilación		Arrastre						
Distancia de boquilla a pieza de trabajo		---						
Pase múltiple o simple		Múltiple						
Electrodo simple o múltiple		Simple						
Velocidad de avance (rango)		11 - 15 cm/min						
Martilleo		---						
Otro		---						
SOLDADURA A TOPE								
Pase N°	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	Otros
		Clase	Diam	Polaridad	Amperaje			
1.-	FCAW	E 71T-1M	1/16"	CCEP	260+/- 10%	25+/-7%	11+/- 15%	---
2 -n	FCAW	E 71T-1M	1/16"	CCEP	260+/- 10%	25+/-7%	11+/- 15%	---

Elaborado por:

Revisado por:

Aprobado por:





HJ DAKAR SERVICIOS GENERALES SRL
 C.V.I. 10071501
 Oct 2009 - 21/10/2016



HJ DAKAR SERVICIOS GENERALES SRL
 Calle 13, Esmeraldas #100
 GERENTE DE PROYECTOS