



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Maestría en Construcciones

**“Estudio de calidad de la soldadura en las edificaciones
metálicas”**

*Tesis previa a la obtención del título de
Magister en Construcciones*

AUTOR:

Ing. Víctor Marcelo Urgilés Pauta
C.I.:0300624293

DIRECTOR:

Dr. Juan Fernando Zalamea León
C.I.:0102059326

**Cuenca – Ecuador
2018**



RESUMEN

Para construir edificaciones con estructuras metálicas de calidad, fuertes y seguras es necesario cumplir con códigos y normas nacionales e internacionales en sus principales etapas que son: diseño, fabricación, montaje y control de calidad de los mismos.

Este proyecto se concentra en la inspección de la soldadura en la fase de montaje de edificaciones con estructuras metálicas y la evaluación de las conexiones soldadas.

Es fundamental en la etapa de montaje: el diseño de conexiones, procedimientos de soldadura calificados y la utilización de mano de obra certificada para ejecutar soldaduras apropiadas, cumpliendo con los requerimientos básicos de códigos y normas nacionales e internacionales.

Objetivo general

- Proponer estándares de control de calidad de la soldadura mediante la elaboración de un documento denominado Dossier de Calidad para asegurar la correcta ejecución de las conexiones soldadas en la construcción de edificaciones metálicas de nuestro medio.

Objetivos Específicos

- Evidenciar el conocimiento y uso de códigos y normas de diseño de conexiones de soldadura, mediante el empleo de encuestas al sector involucrado, así como de los procedimientos, calificación e inspección de soldadura, en la práctica constructiva de edificaciones metálicas en nuestro medio
- Recopilar información acerca de centros de capacitación para la mano de obra que participa en los procesos constructivos de las edificaciones metálicas.
- Realizar la inspección de la soldadura en varias estructuras metálicas de nuestro medio, utilizando métodos de inspección de campo, por medio de ensayos no destructivos para que permitan el análisis de los resultados obtenidos.

Palabras Claves:

Soldadura, Control de calidad, Normas de construcción, Inspección de campo, Dossier.



ABSTRACT

In order to build quality metallic structures, strong and safe it is necessary to comply with national and international codes and standards in its main stages that include: design, manufacture, assembly and quality control of them.

This project focuses on welding inspection at the assembly phase of buildings with metallic structures and the evaluation of welded connections.

It is essential at the assembly stage: design of connections, qualified welding procedures and certified labor to execute appropriate welds. All of this should comply with the basic requirements of national and international codes and standards.

General Objective

- To propose welding quality control standards through the preparation of a document called Quality Dossier in order to ensure the correct execution of welding connections in metallic buildings existing in our surroundings.

Specific Objectives

- To demonstrate the knowledge and use of codes and standards for welding connexions through the use of surveys applied to the area involved, as well as procedures, qualifications and welding inspection in the constructive practice of metal buildings in our environment.
- To collect information about training centers for the labour force involved in the construction processes of the metal buildings.
- To perform welding inspections on several existing metallic structures in our environment, using field inspection methods by means of non-destructive tests to allow the analysis of the obtained results.

Key Words:

Welding, Quality control, Construction standards, Field inspection, Dossier.



INDICE GENERAL

RESUMEN	2
INDICE GENERAL	4
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
AGRADECIMIENTO	14
DEDICATORIA	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I	17
CONSTRUCCIÓN EN ESTRUCTURA METÁLICA	17
1.1 CÓDIGOS Y NORMAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	17
1.1.1 ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS	19
1.1.2 AISC – AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION.....	19
1.1.3 NACE – NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS.....	20
1.1.4 AWS – AMERICAN WELDING SOCIETY	20
1.1.5 SSPC – STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL	21
1.1.6 NEC – NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN	21
1.2 CONEXIONES SOLDADAS	24
1.2.1 TIPOS DE JUNTAS DE SOLDADURA.....	24
1.2.2 TIPOS DE SOLDADURA	26
1.2.3 POSICIONES DE SOLDADURA EN PLACAS.....	28
1.2.4 DEFINICIONES Y GEOMETRÍA DE LA SOLDADURA	30
1.3 SOLDADURA Y PROCESOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	31
1.3.1 SOLDADURA POR ARCO DE METAL PROTEGIDO (SMAW)	32
1.3.2 ELECTRODOS DE SOLDADURA	33
1.3.3 VARIABLES DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW	35
1.4 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS UTILIZADOS EN SOLDADURA DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	36
1.4.1 MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	36



1.4.2	SELECCIÓN Y USO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END) MÁS COMUNES EN NUESTRO MEDIO	39
1.4.3	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN	40
1.4.4	DISCONTINUIDADES EN UNIONES SOLDADAS	41
1.5	CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	47
1.5.1	ALCANCE DEL CONTROL DE CALIDAD	48
1.6	RESUMEN DEL CAPÍTULO I.....	48
CAPÍTULO II		50
INVESTIGACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE CÓDIGOS Y NORMAS EN NUESTRO ENTORNO		50
2.1	OBTENCIÓN DE DATOS	50
2.2	ANÁLISIS DE DATOS	53
2.2.1	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SOLUCIONARIO DE ENCUESTA	53
2.2.2	ANÁLISIS DEL SECTOR PROFESIONAL	55
2.2.3	ANÁLISIS DEL SECTOR UNIVERSITARIO	64
2.3	CENTROS DE CAPACITACIÓN PÚBLICOS Y PRIVADOS PARA CAPACITAR SOLDADORES.	70
2.4	CAPACITACION DE SOLDADORES	72
2.4.1	CAPACITACIÓN INFORMAL	74
2.4.2	CAPACITACIÓN FORMAL.....	74
2.5	OFERTAS DE CUALIFICACIÓN (CAPACITACIÓN)	75
2.6	VISIÓN DE LA TESIS RELACIONADA CON LA CAPACITACIÓN DE SOLDADORES.....	76
2.7	RESUMEN DEL CAPÍTULO II.....	77
CAPITULO III		79
PROCESAMIENTO DE DATOS		79
3.1	PERFILES PARA COLUMNAS	79
3.2	APOYOS PLACA BASE – COLUMNA	80
3.3	CONEXIONES PARA VIGAS	81
3.3.1	REQUERIMIENTOS GENERALES DE DISEÑO	82
3.4	INSPECCIÓN DE CAMPO	83
3.4.1	ANTECEDENTES.....	83
3.4.2	INSPECCIÓN DE LA ESTRUCTURA E1	87
4.1.1	ESTRUCTURA E2.....	99
4.1.2	ESTRUCTURA E3.....	113
4.1.3	ESTRUCTURA E4.....	124
4.1.4	ESTRUCTURA E5.....	129



4.2 RESUMEN DEL CAPÍTULO III.....	133
CAPÍTULO IV	134
ELABORACIÓN DEL DOSSIER DE CALIDAD	134
4.1 RESPONSABILIDADES	136
4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PLANOS	137
4.3 PLANES DE CONTROL DE CALIDAD Y GARANTÍA DE CALIDAD	137
4.4 ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA	143
4.4.1 PERSONAL INVOLUCRADO.....	144
4.5 PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DEL DOSSIER DE CALIDAD PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS EN NUESTRO MEDIO.	146
4.5.1 ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL DOSSIER DE CALIDAD.....	146
4.6 PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR EL DOSSIER DE CALIDAD.....	152
4.6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS FASES.....	153
4.7 RESUMEN DEL CAPÍTULO IV	156
CONCLUSIONES	157
RECOMENDACIONES	161
BIBLIOGRAFIA	164
ANEXOS	168
ANEXO 1	169
REGISTRO DE INSPECCIÓN	169
ANEXO 2	200
ENCUESTA	200
ANEXO 3.	204
DOSSIER ESTRUCTURA E-5	204
ANEXO 4	210
ESQUEMA CERTIFICACIÓN SECAP	210



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1.</i> TIPOS DE JUNTAS.....	25
<i>FIGURA 2.</i> TIPOS DE SOLDADURAS	28
<i>FIGURA 3.</i> POSICIONES DE SOLDADURAS.....	30
<i>FIGURA 4.</i> SOLDADURA DE RANURA	30
<i>FIGURA 5.</i> SOLDADURA DE FILETE	31
<i>FIGURA 6.</i> ESQUEMA DE CIRCUITO ELÉCTRICO DE SOLDADURA	32
<i>FIGURA 7.</i> SOLDADURA ELECTRODO REVESTIDO	33
<i>FIGURA 8.</i> INSPECCIÓN VISUAL	37
<i>FIGURA 9.</i> LÍQUIDOS PENETRANTES	38
<i>FIGURA 10.</i> PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	38
<i>FIGURA 11.</i> ULTRASONIDO INDUSTRIAL	39
<i>FIGURA 12.</i> RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	39
<i>FIGURA 13.</i> FISURA LONGITUDINAL	42
<i>FIGURA 14.</i> AGRIETAMIENTO EN UN DEPÓSITO DE SOLDADURA DEBIDO A LA LAMINACIÓN EN EL METAL BASE DE ACERO	42
<i>FIGURA 15.</i> POROSIDAD VERMICULAR	43
<i>FIGURA 16.</i> OVERLAP.....	43
<i>FIGURA 17.</i> MORDEDURA.....	44
<i>FIGURA 18.</i> FALTA DE FUSIÓN.....	44
<i>FIGURA 19.</i> INCLUSIÓN DE ESCORIA	44
<i>FIGURA 20.</i> FALTA DE PENETRACIÓN.....	45
<i>FIGURA 21.</i> EXCESO DE PENETRACIÓN.....	45
<i>FIGURA 22.</i> CRÁTER	46
<i>FIGURA 23.</i> SALPICADURAS.....	46
<i>FIGURA 24.</i> HIGH-LOW PRODUCE DEFECTO DE SOLDADURA.....	46
<i>FIGURA 25.</i> PERFILES PARA COLUMNAS	79
<i>FIGURA 26.</i> APOYO TIPO APERNADO COLUMNA – PLACA BASE – CONCRETO	80
<i>FIGURA 27.</i> CONEXIÓN SOLDADA TIPO COLUMNA – PLACA BASE – CONCRETO.....	81
<i>FIGURA 28.</i> TIPOS DE CONEXIONES COMUNES	82
<i>FIGURA 29.</i> JUNTA A PENETRACIÓN COMPLETA NO SOLDADA	92
<i>FIGURA 30.</i> UNIÓN PLACA BASE – COLUMNA TIPO I.....	93
<i>FIGURA 31.</i> ESQUEMA PLACA BASE – COLUMNA TIPO I.....	95
<i>FIGURA 32.</i> UNIÓN PLACA BASE – COLUMNA TIPO CAJÓN.....	95
<i>FIGURA 33.</i> ESQUEMA PLACA BASE – COLUMNA TIPO CAJÓN.....	96
<i>FIGURA 34.</i> VIGAS DE VOLADO, TIPO I Y TIPO CAJÓN	96



<i>FIGURA 35.</i> CONEXIÓN DE VOLADO.....	97
<i>FIGURA 36.</i> ESQUEMA CONEXIÓN DE VOLADO.....	99
<i>FIGURA 37.</i> JUNTAS A PENETRACIÓN COMPLETA DE MALA CALIDAD	110
<i>FIGURA 38.</i> DEFECTO DE SOLDADURA EN UNIÓN PLACA BASE – COLUMNA	110
<i>FIGURA 39.</i> UNIÓN PLACA BASE - COLUMNA.....	111
<i>FIGURA 40.</i> ESQUEMA DE UNIÓN PLACA BASE – COLUMNA	111
<i>FIGURA 41.</i> CONEXIÓN COLUMNA – VIGA PRINCIPAL.....	112
<i>FIGURA 42.</i> ESQUEMA CONEXIÓN COLUMNA – VIGA PRINCIPAL.....	113
<i>FIGURA 43.</i> CONVEXIDAD EN SOLDADURA VERTICAL	119
<i>FIGURA 44.</i> UNIÓN COLUMNA – PLACA BASE	119
<i>FIGURA 45.</i> TRANSICIÓN COLUMNA DE HORMIGÓN – COLUMNA METÁLICA	120
<i>FIGURA 46.</i> ESQUEMA UNIÓN COLUMNA – PLACA BASE.....	121
<i>FIGURA 47.</i> CONEXIÓN COLUMNA – VIGA PRINCIPAL.....	122
<i>FIGURA 48.</i> ESQUEMA CONEXIÓN COLUMNA – VIGA PRINCIPAL.....	123
<i>FIGURA 49.</i> TRANSICIÓN COLUMNA – COLUMNA	123
<i>FIGURA 50.</i> ESQUEMA TRANSICIÓN COLUMNA – COLUMNA.....	124
<i>FIGURA 51.</i> ERRORES GENERALIZADOS DE ESTRUCTURA E4	129
<i>FIGURA 52.</i> CALZA EN EL ALMA PARA LLEGAR A LA COLUMNA.....	132
<i>FIGURA 53.</i> PORTADA DE DOSSIER DE CALIDAD.	148
<i>FIGURA 54.</i> ÍNDICE DE DOSSIER	149
<i>FIGURA 55.</i> TABLA DE CONTENIDO	150
<i>FIGURA 56.</i> FASES DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN	153



ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>GRÁFICO 1.</i> DISTRIBUCIÓN DEL SECTOR PROFESIONAL RELACIONADO CON LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS, 2017	57
<i>GRÁFICO 2.</i> QUÉ CONOCE SOBRE ESTRUCTURAS METÁLICAS EL SECTOR PROFESIONAL, 2017.....	58
<i>GRÁFICO 3.</i> AUTOEVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO DE LOS CÓDIGOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS, EN EL SECTOR PROFESIONAL, 2017.....	59
<i>GRÁFICO 4.</i> CONOCIMIENTO DEL SECTOR PROFESIONAL SOBRE LAS SIGLAS NEC, 2017.....	60
<i>GRÁFICO 5.</i> CONOCIMIENTOS SOBRE PRINCIPIOS Y CONTROL DE SOLDADURA POR PARTE DEL SECTOR DE PROFESIONALES, 2017	62
<i>GRÁFICO 6.</i> CRITERIOS DE CONTROL DE SOLDADURA DEL SECTOR PROFESIONAL, 2017	62
<i>GRÁFICO 7.</i> DESCRIPCIÓN DE LAS POSICIONES DE LA SOLDADURA DEL SECTOR PROFESIONAL, 2017.....	63
<i>GRÁFICO 8.</i> QUÉ CONOCE SOBRE ESTRUCTURAS METÁLICAS EL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017	65
<i>GRÁFICO 9.</i> CONOCIMIENTO SOBRE ESTRUCTURAS METÁLICAS DEL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017	66
<i>GRÁFICO 10.</i> AUTOEVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO DE LOS CÓDIGOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS, EN EL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017	67
<i>GRÁFICO 11.</i> DESCRIPCIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LAS SIGLAS NEC POR PARTE DEL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017.....	68
<i>GRÁFICO 12.</i> CONOCIMIENTOS SOBRE PRINCIPIOS Y CONTROL DE SOLDADURA POR PARTE DEL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017.	69
<i>GRÁFICO 13.</i> DESCRIPCIÓN DE LAS POSICIONES DE LA SOLDADURA DEL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017 .	70
<i>GRÁFICO 14.</i> CORDONES DE SOLDADURA POR NUDOS – E1.....	91
<i>GRÁFICO 15.</i> NUDOS POR NIVEL – E1.....	92
<i>GRÁFICO 16.</i> CORDONES DE SOLDADURAS POR COLUMNAS – E2.....	104
<i>GRÁFICO 17.</i> SOLDADURAS POR NUDOS – E2.....	108
<i>GRÁFICO 18.</i> SOLDADURA DE MONTAJE POR NIVEL – E2.....	109
<i>GRÁFICO 19.</i> RESUMEN CORDONES DE SOLDADURAS POR NUDOS.....	117
<i>GRÁFICO 20.</i> DISCONTINUIDADES EN NUDOS POR NIVEL – E3.....	118
<i>GRÁFICO 21.</i> CORDONES DE SOLDADURAS POR NUDO – E4.....	127
<i>GRÁFICO 22.</i> DISCONTINUIDADES EN NUDOS POR NIVEL – E4.....	128
<i>GRÁFICO 23.</i> CORDONES DE SOLDADURA – E5	131



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CÓDIGOS Y NORMAS ÚTILES EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	18
TABLA 2. POSICIONES DE SOLDADURA VS TIPO DE JUNTA	28
TABLA 3. ESPECIFICACIONES AWS PARA ELECTRODOS REVESTIDOS.....	33
TABLA 4. END APLICADOS PARA INSPECCIÓN DE SOLDADURA.....	40
TABLA 5. DESCRIPCIÓN DE 72 INVESTIGADOS, SEGÚN SECTORES ENCUESTADOS, 2017	51
TABLA 6. RELACIÓN DE CONTENIDOS.....	54
TABLA 7. DISTRIBUCIÓN DEL SECTOR PROFESIONAL RELACIONADO CON LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS, 2017. 57	
TABLA 8. QUÉ CONOCE SOBRE ESTRUCTURAS METÁLICAS EL SECTOR PROFESIONAL, 2017	58
TABLA 9. AUTOEVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO DE LOS CÓDIGOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS, EN EL SECTOR PROFESIONAL, 2017.....	59
TABLA 10. CONOCIMIENTO DEL SECTOR PROFESIONAL SOBRE LAS SIGLAS NEC, 2017.....	60
TABLA 11. CONOCIMIENTOS SOBRE PRINCIPIOS Y CONTROL DE SOLDADURA POR PARTE DEL SECTOR DE PROFESIONALES, 2017.....	61
TABLA 12. CRITERIOS DE CONTROL DE SOLDADURA DEL SECTOR PROFESIONAL, 2017	62
TABLA 13. DESCRIPCIÓN DE LAS POSICIONES DE LA SOLDADURA DEL SECTOR PROFESIONAL, 2017.....	63
TABLA 14. QUÉ CONOCE SOBRE ESTRUCTURAS METÁLICAS EL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017	64
TABLA 15. CONOCIMIENTO SOBRE ESTRUCTURAS METÁLICAS DEL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017	65
TABLA 16. AUTOEVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO DE LOS CÓDIGOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS, EN EL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017.....	66
TABLA 17. DESCRIPCIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LAS SIGLAS NEC POR PARTE DEL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017	67
TABLA 18. CONOCIMIENTOS SOBRE PRINCIPIOS Y CONTROL DE SOLDADURA POR PARTE DEL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017.....	68
TABLA 19. DESCRIPCIÓN DE LAS POSICIONES DE LA SOLDADURA DEL SECTOR UNIVERSITARIO, 2017	69
TABLA 20. IDENTIFICACIÓN Y FUNCIONES POR CARGO	72
TABLA 21. VISUAL INSPECTION ACCEPTANCE CRITERIA.....	84
TABLA 22. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA – E1, 2017	87
TABLA 23. DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN LA OBRA – E1, 2017	87
TABLA 24. CORDONES DE SOLDADURAS POR NUDOS – E1, 2017	91
TABLA 25. NUDOS POR NIVEL – E1	91
TABLA 26. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA – E2.....	100
TABLA 27. INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN OBRA COLUMNAS– E2.....	100
TABLA 28. INSPECCIÓN DE SOLDADURA DE FABRICACIÓN COLUMNAS – E2	102
TABLA 29. SOLDADURAS EN COLUMNAS – E2.....	104



TABLA 30. <i>INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN OBRA NUDOS – E2</i>	105
TABLA 31. <i>CORDONES DE SOLDADURAS POR NUDOS – E2</i>	108
TABLA 32. <i>RESUMEN DE DATOS POR NIVEL – E2</i>	108
TABLA 33. <i>CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA – E3</i>	113
TABLA 34. <i>INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN OBRA – E3</i>	114
TABLA 35. <i>CORDONES DE SOLDADURAS POR NUDOS – E3</i>	117
TABLA 36. <i>SOLDADURA DE NUDOS POR NIVEL – E3</i>	117
TABLA 37. <i>CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERESTRUCTURA – E4</i>	124
TABLA 38. <i>INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN OBRA – E4</i>	125
TABLA 39. <i>INSPECCIÓN DE SOLDADURA FABRICACIÓN VIGAS – E4</i>	126
TABLA 40. <i>CORDONES DE SOLDADURAS NUDOS – E4</i>	126
TABLA 41. <i>RESUMEN DE DATOS POR NIVEL – E4</i>	128
TABLA 42. <i>CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURA – E5</i>	130
TABLA 43. <i>INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN OBRA – E5</i>	130
TABLA 44. <i>CORDONES DE SOLDADURA – E5</i>	131
TABLA 45. <i>TAREAS DE INSPECCIÓN VISUAL ANTES DE SOLDAR</i>	141
TABLA 46. <i>TAREAS DE INSPECCIÓN VISUAL DURANTE LA SOLDADURA</i>	142
TABLA 47. <i>OTRAS TAREAS DE INSPECCIÓN</i>	143
TABLA 48. <i>REQUISITOS BÁSICOS PARA EDIFICACIONES METÁLICAS</i>	152



Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio
Institucional

Víctor Marcelo Urgilés Pauta, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Estudio de la Calidad de la Soldadura en las Construcciones Metálicas", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, noviembre de 2018

Víctor Marcelo Urgilés Pauta

C.I.: 0300624293



Cláusula de Propiedad Intelectual

Víctor Marcelo Urgilés Pauta, autor del trabajo de titulación "Estudio de la Calidad de la Soldadura en las Construcciones Metálicas", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, noviembre de 2018

Víctor Marcelo Urgilés Pauta

C.I: 0300624293



AGRADECIMIENTO

Mi principal agradecimiento al Supremo Hacedor de las Cosas, Dios, por haberme permitido culminar esta etapa de mis estudios, sin su ayuda es imposible alcanzar nuestras aspiraciones y metas.

Manifiesto también mi reconocido agradecimiento a todas las personas que hicieron posible el desarrollo de este trabajo de investigación, a quienes de una u otra manera colaboraron en el transcurso de su elaboración.

De manera especial vaya un agradecimiento para el Ing. Fernando Zalamea PhD. Director de este Trabajo, quien con su conocimiento y mucha paciencia supo impartirme sus conocimientos de manera desinteresada para poder desarrollar el mismo.

Al Ing. Fausto Ati G., Ingeniero Mecánico graduado en la Universidad Politécnica Nacional por su gran esfuerzo y colaboración como profundo conocedor del tema de la soldadura, quien fue mi principal guía en la toma de datos de campo y en la elaboración de las tablas incorporadas en este trabajo de investigación.

A los profesores del curso de la Maestría en Construcciones que con su esfuerzo y dedicación me inculcaron los conocimientos para avanzar en mis estudios.

A los propietarios de las estructuras analizadas en este trabajo, quienes en forma desinteresada nos permitieron acceder a sus construcciones y tomar los datos de campo para el posterior análisis de la calidad de la soldadura, sin su ayuda no se habría podido desarrollar esta investigación.

A mi esposa Zaida Yolanda por ser mi puntal y principal motivadora para lograr la culminación de este trabajo.

A todos mis sinceros agradecimientos.



DEDICATORIA

Todo el esfuerzo, trabajo y dedicación de esta investigación vayan para mis seres queridos, justificación diaria a mi preocupación intelectual y profesional, mi esposa Zaida y mis queridos hijos: Marcela, Santiago y Javier, preciosos regalos de Dios.

También este esfuerzo cristalizado y hecho realidad para mis Padres: Clemencia y Víctor, extraordinarios seres a quienes extraño mucho y que me cuidan desde el cielo; ellos inculcaron en mi vida el trabajo tesonero y la responsabilidad para cumplir mis metas.

Víctor Marcelo



INTRODUCCIÓN

En cualquier tipo de edificación, el dueño del proyecto o cliente debe contratar los servicios de un diseñador estructural, que sea responsable de elaborar estructuras seguras de acuerdo a las necesidades específicas de cada construcción. Este debe entregar documentos como: memoria técnica, memoria de cálculo y planos de fabricación con detalles claros.

Sin embargo, tener un diseño estructural apropiado y planos detallados, no garantiza obtener una construcción final que cumpla con estándares de calidad. La calidad es un factor muy importante para cualquier producto terminado. Actualmente las personas y empresas dedicadas a la fabricación e instalación de estructuras metálicas deben adoptar sistemas de gestión de calidad, para garantizar construcciones seguras, respetando el diseño estructural.

En el Ecuador y particularmente en las ciudades de Cuenca y Azogues, que en adelante llamaremos nuestro medio, se ha incrementado considerablemente, tanto en el sector público como en el privado, las edificaciones con estructuras metálicas.

En el montaje de edificaciones metálicas, es necesario cumplir con requisitos de control de calidad, de acuerdo a códigos y normas nacionales e internacionales vigentes.

La presente investigación, propone a los Gobiernos Municipales, Provinciales y Parroquiales, así como también a los dueños de las construcciones denominados también como clientes, diseñadores, empresas constructoras, contratistas y al sector en general, elaborar un Dossier¹ de Calidad por cada edificación en estructura metálica construida.

¹ Dossier, registro físico de documentos, informes técnicos, inspecciones y certificados, que garantizan al cliente una construcción de calidad.



CAPÍTULO I

CONSTRUCCIÓN EN ESTRUCTURA METÁLICA

El ingeniero estructural diseña edificaciones de acuerdo a códigos y normas, por lo que es responsabilidad de la empresa o la persona que ejecuta físicamente la fabricación y el montaje, el cumplimiento de códigos y normas de construcción nacionales e internacionales. El control de calidad, realizado con responsabilidad, garantiza que en efecto se construyan estructuras utilizando materiales adecuados, que se respete el diseño y se cumplan con las normas de construcción.

Al ser un amplio campo de investigación y para cumplir con los objetivos de esta tesis, en el presente capítulo se hace una revisión de los códigos y normas comúnmente utilizados para el diseño y montaje de estructuras metálicas, así como una síntesis de los tipos de uniones soldadas en los cuales se podrán posteriormente realizar los análisis y comentarios sobre la forma como se ejecutan actualmente en nuestro medio.

Se hace también referencia al alcance de varios códigos y normas útiles en el diseño de estructuras metálicas, pero no se profundiza en procesos de fabricación de los elementos metálicos utilizados en las edificaciones mixtas, como por ejemplo perfiles laminados en caliente o perfiles fabricados por medio de planchas soldadas.

Se analiza el principal proceso de soldadura que se aplica en el montaje de estructuras como es, por arco de metal protegido SMAW (por sus siglas en inglés).

1.1 CÓDIGOS Y NORMAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Es obligación que el ingeniero estructural conozca los códigos y normas que se involucran alrededor del diseño de una estructura metálica. Debe tener



conocimientos sobre las características y especificaciones de los distintos tipos de materiales (ASTM A36, ASTM A572 Gr 50, ASTM A588, etc.), laminados en caliente o laminados en frío, espesores, tipos de perfiles, propiedades mecánicas, tipos de conexiones rígidas o flexibles, procesos de soldadura de fabricación y montaje (SMAW, GMAW, FCAW, SAW, GTAW), tipos de aporte, resistencia mecánica, etc.

Dependiendo también de la ubicación geográfica donde se va a construir, se debe tener en cuenta la corrosión. Para este problema, el tipo de recubrimiento (pintura o galvanizado), debe ser recomendado por el diseñador.

Es importante además que el ingeniero estructural conozca de la existencia en el mercado del material con el que diseña, sus espesores e insumos.

En la tabla N° 1 se presenta un resumen de los códigos y normas usados frecuentemente en el diseño y construcción de estructuras metálicas, los mismos que serán descritos más adelante.

Tabla 1. Códigos y normas útiles en la construcción de estructuras metálicas

ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN	
	DE ORIGEN	TRADUCCIÓN
ASTM	American Society for Testing and Materials	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
AISC	American Institute of Steel Construction	Instituto Americano de Construcción con Acero
NACE	National Association of Corrosion Engineers	Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión
AWS	American Welding Society	Sociedad Americana de Soldadura
SSPC	Steel Structures Painting Council	Consejo de Pintura de Estructuras de Acero

Fuente: El Autor



1.1.1 ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

Es una organización que especifica estándares físicos y químicos de los materiales y los métodos de prueba.

Los estándares de ASTM son utilizados y aceptados mundialmente y abarcan áreas como: metales, pinturas, plásticos, textiles, petróleo, construcción, energía, medio ambiente, productos de consumo, servicios médicos, dispositivos y productos electrónicos, entre otros.

En Estados Unidos, la ASTM desarrolla y mantiene los estándares de materiales relevantes para estructuras metálicas, los mismos que son publicados cada año e incluidos en el *Annual Book of ASTM Standards* (ASTM, 2003).

Los requerimientos generales para garantizar las estructuras metálicas son recogidos en las especificaciones ASTM A6 (ASTM, 2003).

Los aceros estructurales se designan por las siglas ASTM, prefijo la letra A y a continuación uno, dos o tres dígitos numéricos. Por ejemplo; ASTM A514 se refiere al material que es normado por el número A514 y que aparece en el *Annual Book of ASTM Standards* (Vinnakota, 2006).

1.1.2 AISC – AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

El Instituto Americano de Construcción con Acero es una Institución Técnica y Comercial que no tiene fines de lucro, fue creada en el año 1921 y proporciona las directrices para la industria de la construcción en acero en los Estados Unidos.

El trabajo del AISC es hacer que el acero considerado como un material líder en las actividades estructurales sea normado en el mercado proporcionando investigación, códigos, especificaciones, asistencia técnica, certificaciones de calidad, etc. El AISC tiene una larga trayectoria al servicio de la industria de la construcción en acero, proporcionando y actualizando información oportuna y confiable al mercado.



La AISC contiene: tablas de dimensiones estándar y propiedades de los perfiles como: ángulo de lados iguales (LI), ángulo de lados desiguales (LD), perfil C estándar (CE), perfil I estándar (IE), perfil I rectangular (IR), perfil T rectangular (TR), perfil I soldado (IS), redondo sólido liso (OS), tubo circular (OC), tubo cuadrado o rectangular (OR), perfil C conformado en frío (CF), perfil Z conformado en frío (ZF), varilla corrugada de refuerzo para concreto y láminas antideslizantes, diseño elástico, diseño plástico, código de prácticas generales, apéndices y comentarios.

1.1.3 NACE – NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS

Es una sociedad técnica cuyo propósito exclusivo es concentrarse en el control y prevención de los materiales en ambientes corrosivos.

1.1.4 AWS – AMERICAN WELDING SOCIETY

Fue fundada en 1919 como una organización sin fines de lucro con la misión global de avanzar en la ciencia, tecnología y aplicación de la soldadura.

La AWS publica libros que incluyen uno de los estándares más utilizados en el mundo. También ha desarrollado códigos, especificaciones, prácticas recomendadas y guías que han sido aprobadas por el American National Standards Institute (ANSI).

Es la Institución encargada de elaborar los códigos para soldadura estructural que especifica la naturaleza y el tamaño de discontinuidades aceptables que pueden permanecer en un tipo particular de estructura soldada para un servicio específico.

Códigos estructurales AWS de soldadura (Corporación CIMEC, 2008)

CÓDIGOS	MATERIALES	
	NOMBRES (INGLES)	NOMBRES (ESPAÑOL)
D1.1	Steel	Acero
D1.2	Aluminum	Aluminio
D1.3	Sheet Steel	Chapas de acero
D1.4	Reinforcing Steel	Acero de refuerzo
D1.5	Bridge Welding Code	Código de soldadura para puentes
D1.6	Stainless Steel	Acero inoxidable
D1.7	(Strengthening & repair)	Refuerzo y reparación



D1.8	Seismic Supplement	Anexo sísmico
D1.9	Titanium	Titanio

Fuente: Corporación CIMEC, 2008

Cada código estructural de soldadura AWS se divide en capítulos (Corporación CIMEC, 2008)

1. General Requirements
2. Design of Welded Connections
3. Prequalification of WPS
4. Qualification
5. Fabrication
6. Inspection
7. Stud Welding
8. Strengthening and Repairing Existing Structures

Annexes – Normative (mandatory)

Annexes – Informative (non mandatory)

1.1.5 SSPC – STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL

Su principal misión es proteger y preservar las superficies de concreto y acero a través del uso de procedimientos adecuados de limpieza y preparación de superficies, aplicación de protectores y recubrimientos de alto rendimiento.

La SSPC es la organización líder a nivel mundial de información para preparación de superficies, selección y aplicación de recubrimientos, regulaciones ambientales, regulaciones de salud y de seguridad que afectan a la industria.

1.1.6 NEC – NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN²

² (Ecuador, 2017) Disponible en: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/>



La NEC recoge una serie de normativas de obligatorio cumplimiento a nivel nacional, en las cuales se establecen los requisitos mínimos de seguridad y calidad que deben cumplir las edificaciones a nivel nacional, en todas las etapas del proceso constructivo.

Es conocido que el Ecuador está ubicado en una zona de alto riesgo sísmico, en la cual su actividad tectónica ha causado mucho daño en algunas zonas de su territorio; el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda llevó a cabo un proceso de actualización de la normativa legal, reglamentaria y técnica vigente.

Los capítulos contemplados en la NEC se clasifican en tres ejes principales:

- Seguridad estructural (NEC–SE)
- Habitabilidad y salud (NEC–HS)
- Servicios básicos (NEC–SB)

Los criterios técnicos que contiene la NEC se refieren a:

- Plantear diseños sísmicos
- Obligar a realizar montajes de estructuras metálicas con calidad
- Exigir que se realice aseguramiento de calidad
- Cumplir con principios básicos de vivienda
- Establecer derechos, obligaciones y responsabilidades.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) Municipales de todo el país, dependiendo de las características y particularidades de sus territorios, tienen la obligación de hacer cumplir la NEC en todas las etapas integrantes del proceso constructivo. La norma manifiesta que los GAD podrán emitir una normativa local mediante ordenanza, observando las disposiciones mínimas de la NEC.

Se describe a continuación una reseña de los capítulos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, publicados por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda – MIDUVI el 10 de enero de 2015, bajo el Registro Oficial No. 423 y de aplicación obligatoria:

- **NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)**



Esta norma contiene los factores de cargas no sísmicas que deben considerarse para el cálculo estructural de las edificaciones: cargas permanentes, cargas variables, cargas accidentales y combinaciones de cargas (Registro oficial No.413, 2015).

- **NEC-SE-DS. Cargas sísmicas: diseño sismo resistente**

Contiene los requerimientos técnicos y las metodologías que deben ser aplicadas para el diseño sismo resistente de las edificaciones, estableciéndose como un conjunto de especificaciones básicas y mínimas, adecuadas para el cálculo y el dimensionamiento de las estructuras que se encuentran sujetas a los efectos de sismos en algún momento de su vida útil (Registro oficial No.413, 2015).

- **NEC-SE-RE: Rehabilitación sísmica de estructuras**

Este documento se vincula con la norma NEC-SE-DS para la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes estableciendo los lineamientos para la evaluación del riesgo sísmico en los edificios, incluyendo parámetros para la inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales, para una gestión efectiva del riesgo sísmico (Registro oficial No.413, 2015).

- **NEC-SE-GM: Geotecnia y diseño de cimentaciones**

Contempla criterios básicos a utilizarse en los estudios geotécnicos para edificaciones, basándose en la investigación del subsuelo, la geomorfología del sitio y las características estructurales de la edificación, suministrando recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras, rehabilitación o reforzamiento de estructuras existentes (Registro oficial No.413, 2015).

- **NEC-SE-AC: Estructuras de Acero**

Las disposiciones de este capítulo establecen la base metodológica para el diseño, la fabricación y el montaje utilizando perfiles laminados en caliente o perfiles armados ensamblados por medio de planchas soldadas, conexiones de



los Sistemas Resistentes a Cargas Sísmicas (SRCS), empalmes y bases de columnas que no son parte del SRCS, en edificios y en otras estructuras diseñadas, fabricadas y montadas de una manera similar a los edificios con elementos resistentes a carga lateral y vertical en edificaciones (Registro oficial No.413, 2015).

Las disposiciones descritas en este capítulo no incluyen requerimientos para edificios de poca altura diseñados, fabricados y montados utilizando perfiles doblados en frío. Para estas estructuras se debe consultar el siguiente capítulo.

NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 m

La norma manifiesta que cuando se use los aceros conformados en frío, los pórticos resistentes a momentos, deberá diseñarse de acuerdo con las normas de diseño AISI, el diseño deberá satisfacer los requisitos de la sección 10.3 y remitirse al capítulo 5 de esta norma. Para las uniones estructurales soldadas, estas deberán regirse por la norma AWS D1.3.

1.2 CONEXIONES SOLDADAS

La soldadura es un proceso de conexión entre piezas de acero que se realiza mediante metal fundido producido por la aplicación de calor intenso, provocado generalmente al pasar un arco eléctrico entre las piezas a soldar y un alambre o varilla de acero llamada electrodo.

Las soldaduras utilizadas para el acero estructural se clasifican de acuerdo con la forma de su sección transversal como: filete, ranura, tapón y muesca. En el caso de las conexiones soldadas de acero para estructuras de edificios, las soldaduras de filete se utilizan en aproximadamente el 80% de las veces; las soldaduras a tope de ranura el 15% y las de muesca y de tapón el 5% (Vinnakota, 2006).

1.2.1 TIPOS DE JUNTAS DE SOLDADURA



En conexiones soldadas, la junta es la parte de una superficie común a los elementos a conectar. Existen cinco tipos básicos de conexiones soldadas, con base en la posición relativa de las placas a unir: traslapadas, a tope, en T, de esquina y uniones de borde.

TIPOS DE JUNTAS	
Traslape (a)	
A tope (b)	
T (c)	
Esquina (d)	
De Borde (e)	

Figura 1. Tipos de juntas
Fuente: (Vinnakota, 2006)

- **Junta traslapada (Lap joint)**



Se utilizan para unir dos miembros superpuestos. Las placas a conectar se traslapan una sobre otra y se sueldan, (ver figura 1a). Se pueden unir con facilidad placas de diferentes espesores. refuerzo de patines, placa bandas, etc.

- **Junta a tope (Butt joint)**

Se utilizan para conectar dos miembros de estructuras que se alinean en el mismo plano y se unen a tope, (ver figura 1b).

- **Junta en T (T – joint)**

Se utilizan para unir dos miembros que están ubicados en ángulo recto el uno del otro formando una T. Se emplea también para unir el extremo de una placa a la superficie de otra, para fabricar secciones compuestas, como trabes armadas y “Ts” a partir de placas, y para conectar miembros como placas soldadas colgantes, ménsula y atezadores, a miembros principales, unión alma – patín, almas de viga a columna y columna a placa base. (ver figura 1c).

- **Junta de esquina (Corner joint)**

Se utiliza para unir dos miembros que están ubicados en ángulo recto el uno del otro. Se emplea para fabricar secciones de cajas rectangulares, armadas a partir de placas, conformación de columnas, etc. (Ver figura 1d).

- **Junta de borde (Edge joint)**

Esta junta conecta placas que se necesita soldar al borde, estos bordes pueden ser de canto recto o chaflanado, (ver figura 1e).

1.2.2 TIPOS DE SOLDADURA

- **Soldaduras de filete (Fillet weld)**

Esta soldadura en teoría tiene una sección transversal triangular, une dos superficies situadas aproximadamente en ángulos rectos, formados por el traslape o intersección de partes de miembros estructurales. Por ello, se puede



encontrar en uniones traslapadas, en T o en juntas de esquina, etc. (Ver figura 2a).

- **Soldadura de ranura (Groove weld)**

Llamada también de penetración, son soldaduras que se depositan en una ranura entre extremos, bordes o superficies adyacentes de dos partes a unir. Por lo general, esta soldadura se utiliza para unir dos placas que descansan sobre el mismo plano (junta a tope), pero también se utilizan en conexiones en T o en esquina (Ver figuras 2b, 2c y 2d).

- **Soldadura de tapón y de muesca (Plug & Slot Weld)**

En esta soldadura se efectúa un llenado o depósito del metal de aporte en aberturas circulares o ranuradas formadas en uno o los dos miembros a unir.

TIPOS DE SOLDADURAS		
Tipo	Simple	Doble
Filete (a)		
Ranura Recta (b)		
Ranura V (c)		
Ranura J (d)		



Figura 2. Tipos de soldaduras

Fuente: (Vinnakota, 2006)

1.2.3 POSICIONES DE SOLDADURA EN PLACAS

Las posiciones de soldadura se refieren al modo en que un operario efectúa una soldadura. La obtención de una buena soldadura depende de la habilidad del soldador en cualquier posición del electrodo con relación a la junta de soldadura.

La AWS define cuatro posiciones para soldar (Ver tabla 2).

Tabla 2. Posiciones de Soldadura VS Tipo de Junta

POSICIÓN DE SOLDADURA	N°	TIPO DE JUNTA	
		F (Fillet)	G (Groove)
Plana	1	1F	1G
Horizontal	2	2F	2G
Vertical	3	3F	3G
Sobre cabeza	4	4F	4G

Fuente: (Vinnakota, 2006)

- **Plana (1F o 1G)**

La soldadura se realiza con la cara de bisel hacia la parte superior. El electrodo está casi vertical apuntando hacia abajo (Ver figura 3a).

- **Horizontal (2F o 2G)**

En esta posición de soldadura, el cordón se ejecuta siguiendo un eje de dirección horizontal. El electrodo está casi horizontal y perpendicular al eje de soldadura (Ver figura 3b).

- **Vertical (3F o 3G)**

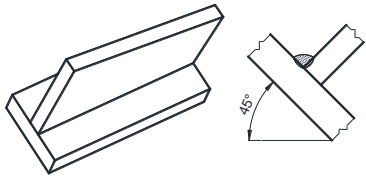
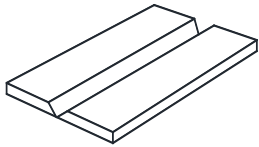
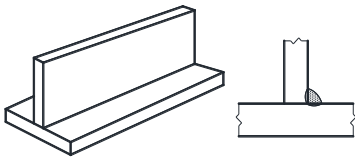
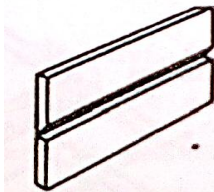
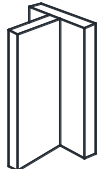
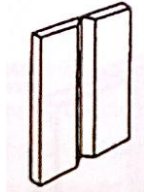


Para esta posición, la soldadura se realiza con el bisel vertical, la progresión o recorrido del electrodo puede ser vertical ascendente o vertical descendente (Ver figura 3c).

- **Sobre cabeza (4F o 4G)**

El elemento a soldar se posiciona a una altura superior a la cabeza del soldador, la soldadura se ejecuta desde abajo hacia arriba. El electrodo apunta verticalmente hacia arriba, con la cara de bisel hacia abajo (Ver figura 3d).

AWS describe cada posición para soldar de acuerdo a la junta como se muestra en la figura 3.

POSICIÓN PARA SOLDAR	JUNTA Y DESCRIPCIÓN	
	Filete (Fillet) F	Ranura (Groove) G
Plana (a)	 1F	 1G
Horizontal (b)	 2F	 2G
Vertical (c)	 3F	 3G

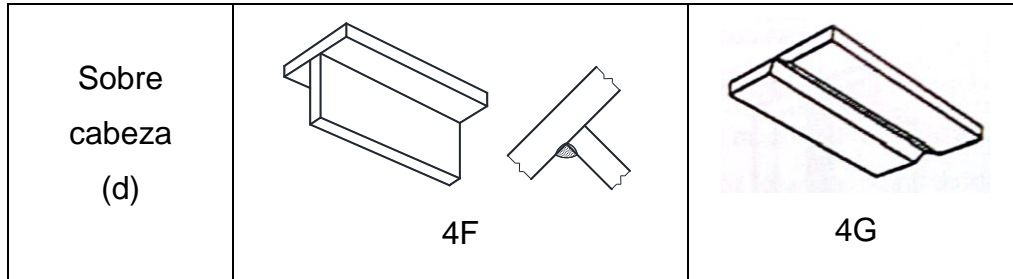


Figura 3. Posiciones de soldaduras

Fuente: (Vinnakota, 2006)

1.2.4 DEFINICIONES Y GEOMETRÍA DE LA SOLDADURA

- **Soldaduras de ranura (Groove)**

Cuando la soldadura de ranura es a penetración completa y están sujetas a tensión o compresión axial, el esfuerzo en la soldadura se supone igual a la carga, dividida entre el área transversal neta de la soldadura (McCormac, 2002).

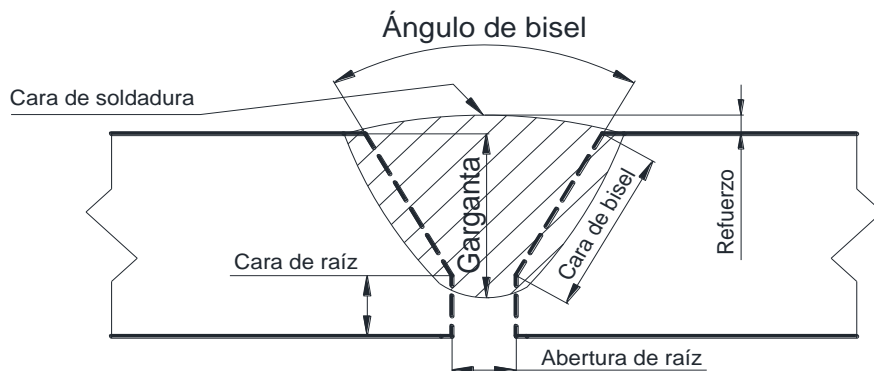


Figura 4. Soldadura de ranura

Fuente: (Corporación CIMEC, 2008)

- **Soldaduras de filete (Fillet)**

La sección transversal de una soldadura de filete típica es un triángulo recto con piernas (lados) iguales. La dimensión de una soldadura de filete se define como el tamaño de la pierna (Ver figura 5) (Vinnakota, 2006).

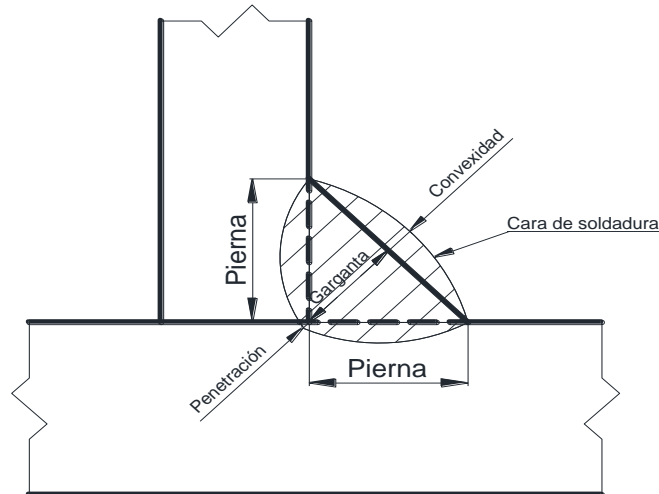


Figura 5. Soldadura de Filete
Fuente: (Corporación CIMEC, 2008)

1.3 SOLDADURA Y PROCESOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Es muy común la soldadura de arco para la fabricación de estructuras metálicas, que funde los metales a unir por el calor generado en el arco eléctrico. Generalmente, las temperaturas en los elementos que se sueldan rebasan los 1600°C, mientras que, dentro del arco, la temperatura puede alcanzar los 5500°C.

El campo electromagnético generado arrastra los glóbulos de metal fundido del electrodo al material base fundido, y al enfriarse se mezclan con los elementos a unir. Los procesos de soldadura de arco requieren un suministro continuo de energía eléctrica con el amperaje y voltaje suficientes para mantener el arco. La fuente de potencia puede suministrar corriente alterna (CA) o corriente directa (CD) (ver figura 6), (Vinnakota, 2006).

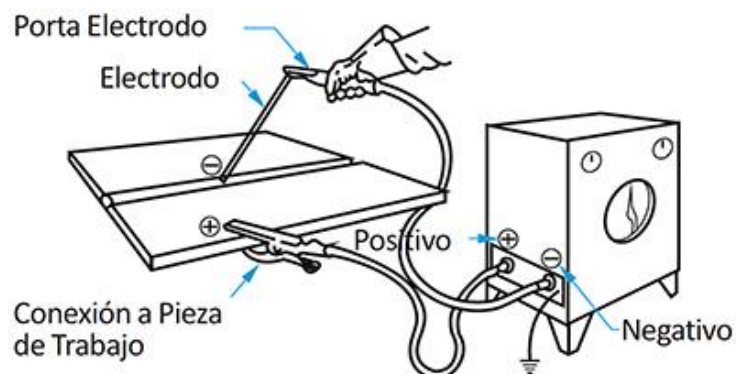




Figura 6. Esquema de circuito eléctrico de soldadura

Fuente: (ESAB, 2018)

1.3.1 SOLDADURA POR ARCO DE METAL PROTEGIDO (SMAW)

La soldadura por arco de metal protegido (*Shielded Metal Arc Welding*, SMAW) es un proceso de soldadura por arco. El electrodo metálico (varilla) recubierto se consume durante el proceso, el recubrimiento se funde en el arco y así libera gases inertes que protegen el arco eléctrico (AWS, 1991).

El recubrimiento consumido se convierte en gases de protección y en escoria. El recubrimiento tiene varias características:

1. Se consume a menor velocidad que el núcleo metálico, de ahí que forma una envoltura proyectada que sirve para dirigir y estabilizar el arco.
2. La escoria fundida en contacto con el metal fundido de aporte atrae y retira las impurezas que se hayan podido formar en el metal de aporte. La escoria, que es más ligera que el material fundido, sube a la superficie y protege a la soldadura del aire mientras ésta se enfría.
3. El recubrimiento normalmente contiene desoxidantes que refinan la estructura del grano del metal de aporte.
4. El recubrimiento transfiere elementos de aleación al depósito de soldadura durante el proceso, para que se pueda obtener cualquier composición específica del metal de aporte.

La escoria debe retirarse mediante cepillado o martillado antes de pintar o depositar cordones de soldadura adicionales. (Ver figura 7)

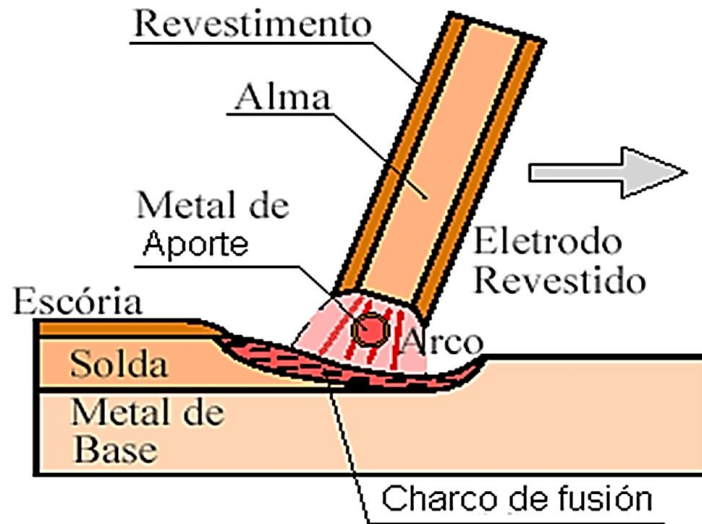


Figura 7. Soldadura electrodo revestido

Fuente: (Rojas, 2017)

En el proceso SMAW se puede utilizar corriente directa o alterna. Con corriente directa, se puede utilizar polaridad directa o inversa. En el caso de polaridad directa, el material base es el polo positivo y el electrodo es el polo negativo del arco de soldadura. En el caso de polaridad inversa, el material base es el polo negativo y el electrodo es el polo positivo.

1.3.2 ELECTRODOS DE SOLDADURA

Los electrodos revestidos se clasifican de acuerdo con los requisitos de especificaciones emitidas por la AWS. Los números de especificación y clasificación de electrodos correspondientes se detallan en la tabla 3 (AWS, 1991).

Tabla 3. Especificaciones AWS para electrodos revestidos

TIPO DE ELECTRODO	ESPECIFICACIÓN AWS
Acero al carbono	A5.1
Acero de baja aleación	A5.5
Acero resistente a la corrosión	A5.4
Hierro colado	A5.15
Aluminio y aleaciones de aluminio	A5.3



Cobre y aleaciones de cobre	A5.6
Níquel y aleaciones de níquel	A5.11
Recubrimiento	A.13 y A5.21

Fuente: (AWS, 1991)

El tipo de electrodo usado afecta las propiedades de la soldadura, como la resistencia mecánica, ductilidad y resistencia a la corrosión, (Lincoln, 2000).

Cada electrodo revestido de soldadura para acero al carbono se especifica con un sistema de numeración sencillo, el mismo que se explica a continuación:

EXXY

Dónde:

E: Electrodo

XX: Designan la mínima resistencia a la tensión del metal depositado, en Ksi.

YY: Designan las posiciones y características del electrodo. El primer dígito indica la posición:

1 = toda posición,

2 = plana y horizontal,

3 = solo posición plana

4 = toda posición, pero específicamente para vertical descendente.

La combinación de los dos dígitos indica el tipo de revestimiento, el tipo de corriente (CA o CD) y la polaridad (directa o inversa).

Por ejemplo: E7018

E: Electrodo

70: Mínima resistencia a la tensión del depósito, 70Ksi.

18: 1 = toda posición,

La combinación de los dos dígitos indica que:

El revestimiento debe ser de bajo contenido de humedad.



El revestimiento tipo celulosa (electrodo celulítico), debe ser de bajo contenido de hidrógeno.

La corriente es directa, electrodo positivo (CDEP)

1.3.3 VARIABLES DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW

Aquí se consideran los cambios en las variables que afectan las propiedades de la unión soldada, estos cambios obligan o no a una recalificación de las especificaciones del procedimiento de soldadura (*Welding Procedure Specification, WPS*).

Las *variables esenciales* son aquellas que, al realizar un cambio, afectarán las propiedades mecánicas o químicas de la soldadura y es obligatorio recalificar WPS, por ejemplo: cambio en el proceso de soldadura.

Las *variables no esenciales* son aquellas que al modificar no generan cambios en las propiedades mecánicas o efectos apreciables en la soldadura, deben ser incluidas en el WPS sin necesidad de recalificar como, por ejemplo: método de limpieza.

- **Diámetro del electrodo**

Está relacionado directamente con el amperaje y velocidad de desplazamiento, influye para obtener el tamaño adecuado de la soldadura en menor tiempo posible.

- **Amperaje**

Los electrodos pueden operar de manera satisfactoria a diversos amperajes dentro de cierto intervalo.

- **Corriente continua**

Produce un arco eléctrico más estable y una transferencia de metal uniforme. La mayoría de electrodos recubiertos trabaja con polaridad inversa (electrodo positivo).

- **Velocidad de recorrido**



Es la rapidez con que el electrodo se desplaza a lo largo de la junta de soldadura. La velocidad de recorrido correcta es aquella que produce una soldadura con el perfil y aspecto correctos. Son varios factores que determinan cuál debe ser la velocidad correcta:

1. Tipo de corriente de soldadura, amperaje y polaridad.
2. Posición de soldadura.
3. Rapidez de fusión del electrodo.
4. Espesor del material
5. Condiciones de la superficie del metal base.
6. Tipo de junta.

1.4 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS UTILIZADOS EN SOLDADURA DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Para asegurar una buena soldadura se debe establecer procedimientos de soldadura adecuados, usar soldadores calificados y emplear inspectores de soldadura competentes.

Los Ensayos No Destructivos (END), (*Non Destructive Testing: NDT*) tienen por objeto el análisis de materiales y elementos sin afectar sus propiedades, físicas, mecánicas o dimensionales, dejándolos aptos para su uso posterior.

1.4.1 MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

- **Inspección visual**

Es un ensayo no destructivo superficial, se recomienda realizar en todo el proceso de fabricación y montaje, tiene como fin asegurar la calidad de la soldadura. El proceso de inspección para soldadura inicia desde la conformación de la junta de soldadura y finaliza cuando se revisa la soldadura concluida, si es necesario se marca la o las zonas a corregir o reparar. Se debe emitir un informe donde se detalla todas las novedades encontradas del 100% de soldadura.

En la inspección visual se utiliza: galgas, flexómetro, linterna, espejos y marcadores de metal (Ver figura 8).



La inspección la realiza un inspector de soldadura, quien debe tener experiencia en procesos de construcción, procesos de soldadura, lectura de planos, manejo de normas y agilidad física para acceder a zonas complicadas.



Figura 8. Inspección visual

Fuente: (PIENDSA, 2017)

- **Líquidos penetrantes**

Consiste en extender sobre la superficie de soldadura a examinar un líquido que penetrará por capilaridad en cualquier discontinuidad, posteriormente que el líquido ha penetrado, se limpia el exceso y se aplica un polvo absorbente, el cual hará que la tintura salga a la superficie y revele la existencia de la discontinuidad siendo visible al ojo humano (McCormac, 2002).

Para inspeccionar se utiliza dos tipos de líquidos penetrantes:

- a) Líquidos penetrantes fluorescentes que contienen colorante que fluoresce bajo luz negra o ultravioleta.
- b) Líquidos penetrantes no fluorescentes que contienen colorantes de alto contraste bajo la luz blanca.

El proceso de inspección con líquidos penetrantes se resume como: limpieza de la superficie a inspeccionar, aplicación del líquido penetrante, medir el tiempo de penetración, eliminar el líquido penetrante sobrante, aplicar el líquido revelador, evaluar la superficie y emitir el informe correspondiente (Ver figura 9),



Figura 9. Líquidos penetrantes

Fuente: (SENDADES, 2017)

- **Partículas magnéticas**

En este método (Ver figura 10), la soldadura se magnetiza eléctricamente, los bordes de las discontinuidades superficiales se vuelven polos magnéticos (norte y sur a cada lado) y luego se esparce polvo seco de hierro, el campo magnético es tal que queda detectada la ubicación y forma de la discontinuidad (McCormac, 2002).



Figura 10. Partículas magnéticas

Fuente: (GALGACONTROL, 2017)

- **Ensayo con ultrasonido industrial**

Este método utiliza ondas sónicas que se envían a través del material a inspeccionar, la onda reflejada se detecta en una pantalla como se muestra en

la figura 11. Las discontinuidades en la soldadura afectan el tiempo de transmisión del sonido y el operador puede leer en la pantalla, localizar el defecto y evaluar la importancia (McCormac, 2002).



Figura 11. Ultrasonido industrial

Fuente: (GAMMA END, 2017)

Ensayo con radiografía industrial

Este método permite un análisis de tipo volumétrico de elementos, mediante el empleo de radiaciones electromagnéticas con la capacidad de penetrar en el interior del material e interactuar con el mismo (Ver figura 12), para tener la información interna que se puede registrar en una placa fotográfica (Lincoln, 2000).

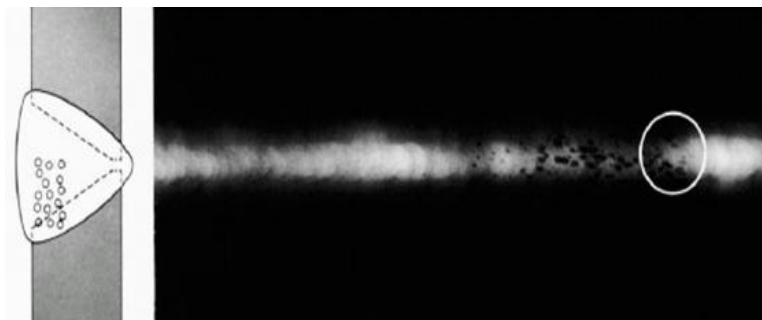


Figura 12. Radiografía industrial

Fuente: (ENDICSA, 2017)

1.4.2 SELECCIÓN Y USO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END) MÁS COMUNES EN NUESTRO MEDIO



No existe método de ensayo no destructivo END que pueda ser único ni universal, en algunos casos son complementarios.

Para que los END permitan obtener resultados coherentes, se deben aplicar bajo un procedimiento de inspección y utilizar de forma ordenada.³ En la tabla 4 se proporciona los tipos de ensayos y sus usos para detectar fallas.

Tabla 4. *END aplicados para inspección de soldadura*

ENSAYO	USO	
	PRINCIPAL	SECUNDARIO
Inspección visual	Fisuras, laminaciones, poros, mordedura.	Overlap.
Líquidos penetrantes	Fisuras, laminaciones, poros, overlap.	Mordedura.
Partículas magnéticas	Fisuras, laminaciones, overlap.	Poros, mordedura, inclusión de escoria.
Ultrasonido industrial	Fisuras, laminaciones, preparación inadecuada de junta, fusión incompleta, inclusión de escoria.	Poros, overlap, mordedura.
Radiografía industrial	Poros, mordedura, preparación inadecuada de junta, inclusión de escoria.	Fisuras, fusión incompleta.

Fuente: (Corporación CIMEC, 2008)

Elaboración. El Autor

1.4.3 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

³ Asociación Uruguaya de END (AENDUR). Los Ensayos No Destructivos (END). Disponible en: <http://www.aendur.ancap.com.uy/portada/articulo.htm>



Un procedimiento de inspección, debe describir de forma clara los pasos para ejecutar cada uno de los procesos de END.

El propósito de esta tesis no es desarrollar un procedimiento de inspección, porque cada ensayo tiene su particularidad y su método de evaluación, sin embargo, se considera que cada procedimiento de inspección debería tener la siguiente estructura:

Objetivo: debe describir el propósito del procedimiento del ensayo no destructivo.

Alcance: define el campo de aplicación del ensayo no destructivo. De acuerdo a la característica del END se puede diferenciar entre: superficiales (inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas) y volumétricos (ultrasonido industrial y radiografía industrial).

Definiciones: definiciones de palabras que se nombran en ese procedimiento, en especial los términos técnicos.

Descripción de las actividades: describir paso a paso las actividades que se realizan para ejecutar el ensayo no destructivo, se definen los responsables en ejecutar la inspección.

Documentos de referencia: documentos que se relacionan en la inspección: normas, códigos.

Registros: se establece los registros de inspección del procedimiento y su archivo, firmas de responsabilidad, entrega al cliente, inspector, etc.

Anexos: documentos para ampliar la información relacionada con el procedimiento de inspección.

1.4.4 DISCONTINUIDADES EN UNIONES SOLDADAS

- **Fisura**

Son roturas en las uniones soldadas, con frecuencia son ligeras separaciones en el metal de soldadura o en el material base (Ver figura 13).

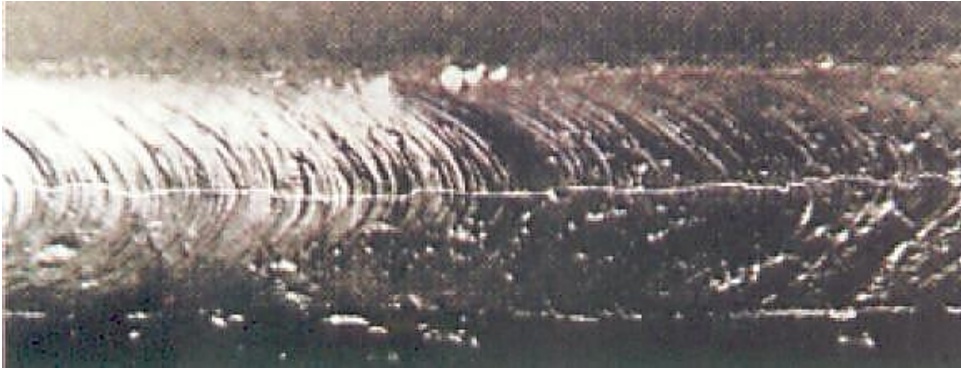


Figura 13. Fisura longitudinal

Fuente: (Cruz, 2017)

- **Laminaciones**

Es una discontinuidad particular del material base. La laminación resulta de la presencia de inclusiones no metálicas que pueden aparecer en el acero cuando es producido (Ver figura 14). Estas inclusiones por lo general son óxidos formados cuando el acero todavía está fundido.

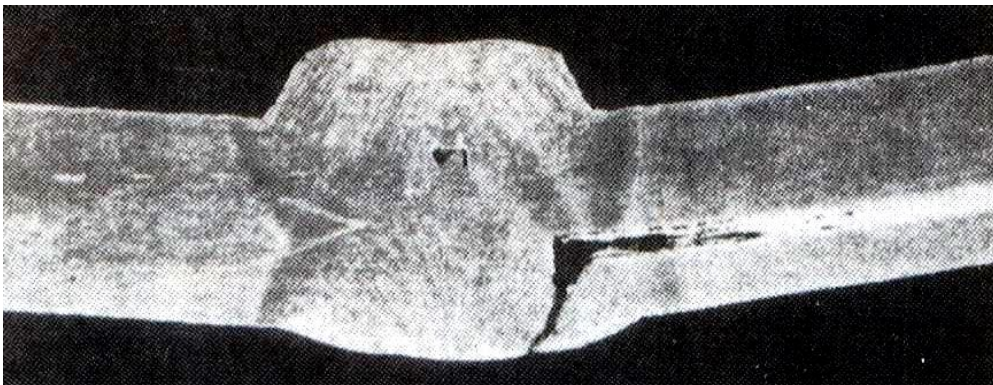


Figura 14. Agrietamiento en un depósito de soldadura por la laminación en el metal base de acero

Fuente: (Port, 1997)

- **Porosidad**

Son cavidades en la soldadura, pueden ser internas o externas (Ver figura 15).

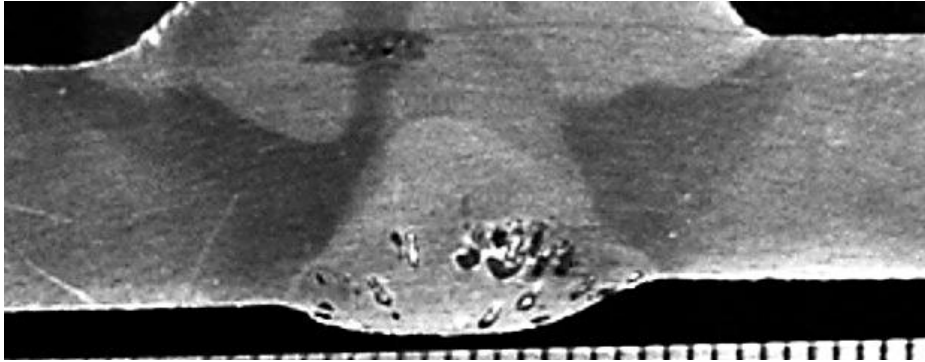


Figura 15. Porosidad vermicular

Fuente (Blog SEAS, 2017)

- **Overlap**

Es la porción que sobresale del metal de soldadura más allá del límite o de su raíz (Ver figura 16). Se produce un falso borde de la soldadura, estando el metal de soldadura apoyado sobre el metal base sin haberlo fundido (como que se derramó el metal fundido sobre el metal base). Es un defecto que provoca errores dimensionales.

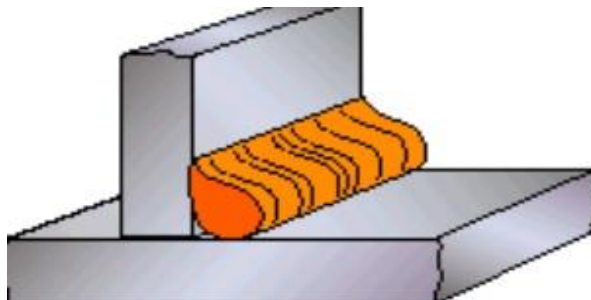


Figura 16. Overlap

Fuente: (LinkedIn Learning , 2017)

- **Mordedura**

Llamada también socavadura, consiste en una falta de metal en la zona entre la soldadura y el metal base (Ver figura 17).

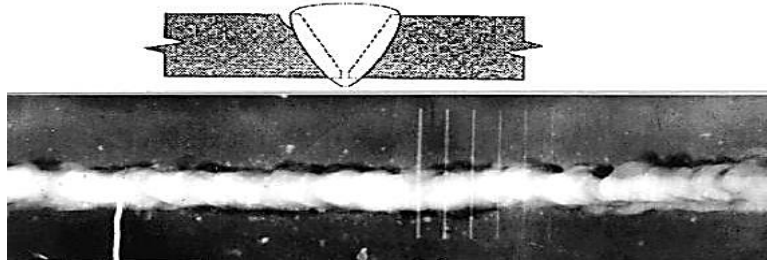


Figura 17. Mordedura

Fuente: (Robles, 2017)

- **Falta de fusión**

Es la mala fusión entre el material base y el metal de aporte (Ver figura 18).



Figura 18. Falta de fusión

Fuente: (SCALOFRIOS, 2017)

- **Inclusión de escoria**

Son partículas atrapadas en el metal de la soldadura durante su solidificación (Ver figura 19). Se debe fundamentalmente a la falta de limpieza de la escoria entre pases, pedazos de electrodos, varillas u otros elementos metálicos que quedan sin fundir durante el proceso de soldadura.



Figura 19. Inclusión de escoria



Fuente: (Universidad Tecnológica de Pereira, 2017)

- **Falta de penetración**

Se considera cuando el metal de aporte no funde las esquinas de la raíz de la junta de soldadura (Ver figura 20).

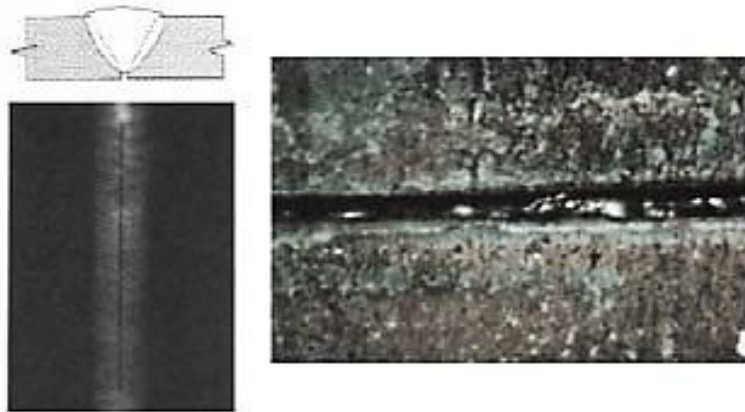


Figura 20. Falta de penetración
Fuente: (METALFUSION, 2017)

- **Exceso de penetración**

Llamado también goterón, es el exceso de material de aporte que sobresale por la raíz en la junta a tope, (ver figura 21).



Figura 21. Exceso de penetración
Fuente: (METALFUSION, 2017)

- **Cráteres**

Los cráteres son de forma circular y se producen al finalizar un cordón de soldadura, (ver figura 22).

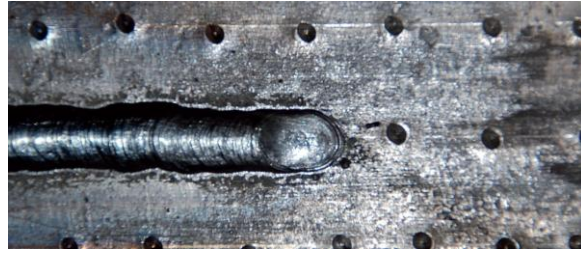


Figura 22. Cráter

Fuente: (INGEMECÁNICA, 2017)

- **Salpicaduras**

Son gotas a los lados de la soldadura que se producen cuando se funde el material de aporte y el material base, (ver figura 23).

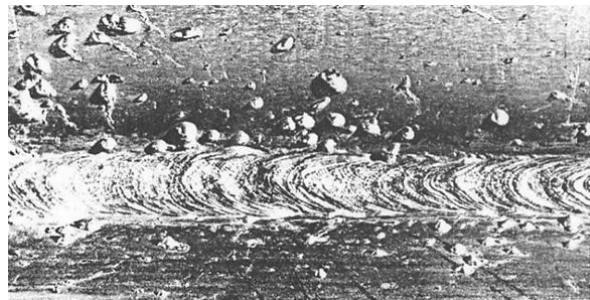


Figura 23. Salpicaduras

Fuente: (Universidad Tecnológica de Pereira, 2017)

- **Soldadura desalineada (high-low)**

Se produce por falta de cuidado cuando se arma una junta a tope y no se alinea los bordes del metal base, ocurre por falta de experiencia o mala técnica de soldadura (ver figura 24). Produce defectos dimensionales de soldadura.

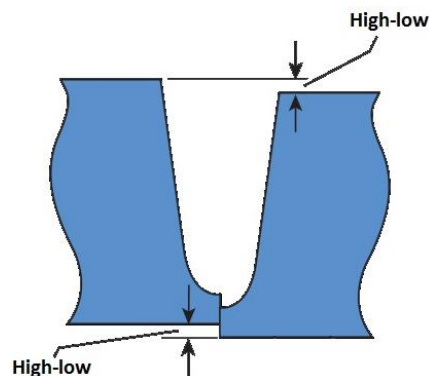


Figura 24. High-low produce defecto de soldadura



Fuente: (OGJ, 2018)

1.5 CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

La calidad de la soldadura puede ser definida como el cumplimiento de los requerimientos mínimos de aceptación y rechazo de discontinuidades que se identifiquen para una aplicación en particular, como, por ejemplo: estructuras, tanques, tuberías, etc.

Se debe tener claro que no hay soldadura perfecta. Si una soldadura tiene pocas discontinuidades permitidas por el código, es aceptable y se considera una soldadura de calidad.

Las especificaciones de calidad no son las mismas para todas las aplicaciones de soldadura, por lo que una soldadura aceptable para carga estática puede no ser aceptable para una aplicación de carga dinámica.

Es frecuente el uso de los términos discontinuidad y defecto, para referirse a las imperfecciones; un defecto siempre es una discontinuidad, pero una discontinuidad no siempre es un defecto. Algunas discontinuidades pueden ser aceptables, los defectos siempre son rechazables. Los defectos ponen en riesgo la utilidad y seguridad del elemento que los contiene (Lincoln, 2000).

La soldadura que se realiza en acero estructural puede contener pequeñas cantidades de porosidad, dentro de límites permitidos por varios códigos de soldadura tales como AWS D1.1. Estos niveles de calidad son fácilmente alcanzados por soldadores calificados, usando procedimientos precalificados, con buen ajuste de la junta de soldadura y una preparación apropiada del bisel.

Un mayor nivel de calidad en la soldadura, supondría un aumento de costos en la obra porque se debería realizar más pruebas para verificar su calidad. En aplicaciones muy críticas como tuberías de alta presión, sistemas de energía nuclear y estructuras de aeronaves, son necesarias soldaduras de alta calidad.

No se debe tolerar procedimientos o mano de obra que produzca soldaduras que sean "lo suficientemente buenas" cuando con un poco más de cuidado, se puede producir soldaduras que sobrepasen los requisitos de calidad. (Lincoln, 2000)



Para cada aplicación de soldadura, la calidad y las propiedades requeridas deben establecerse basándose en el análisis del código aplicable, a continuación, se puede determinar el procedimiento de soldadura y el nivel de inspección y ensayo.

A partir de esto, se establece un estándar de calidad que puede incluir la apariencia y un factor de seguridad en el diseño. Una vez que se ha fijado el estándar, es importante que se siga el procedimiento establecido y que el nivel de calidad requerido se cumpla de manera consistente (Lincoln, 2000).

Para obtener una soldadura de calidad, se debe prestar atención a los siguientes elementos básicos:

1. Selección del proceso de soldadura adecuado para el trabajo.
2. Configuración de la junta correcta y que sea compatible con el proceso de soldadura.
3. Los procedimientos de soldadura e inspección, deben ser detallados y seguidos rigurosamente en el proceso.
4. El proceso de soldadura debe ser ejecutado por personas calificadas.
5. Se debe supervisar que se ejecuten los procesos correctamente.

1.5.1 ALCANCE DEL CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad, QC (Quality Control) es parte del proceso de fabricación y montaje. El aseguramiento de la calidad, QA (Quality Assurance) deberá ser ejecutado por la autoridad competente, el comprador, el cliente, el propietario o ingeniero responsable. Los ensayos no destructivos deberán ser realizados por el personal o las agencias con experiencia en el aseguramiento de la calidad.

1.6 RESUMEN DEL CAPÍTULO I

EL capítulo señala códigos y normas que se utilizan en el diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas, nacionales e internacionales, las que sirven para obtener construcciones metálicas seguras y de calidad.



El proyecto de investigación se orienta al control de calidad en el proceso de montaje de estructuras, por lo que es necesario conocer los tipos de conexiones soldadas, los principales procesos de soldadura de montaje, los tipos de juntas, posiciones de soldadura, términos geométricos de las juntas de soldadura y se profundiza en el proceso de soldadura con electrodo revestido (SMAW) que es el comúnmente utilizado en nuestro medio.

Para entregar estructuras seguras y de calidad, es necesario contar con procedimientos de soldadura, soldadores calificados y efectuar el control de calidad. En este capítulo se incluyen los diferentes métodos de ensayos no destructivos, su selección y uso frecuente en estructuras; el objetivo primordial de la inspección, es detectar discontinuidades, que se describen una a una.

Al finalizar el presente capítulo, se aclaran los conceptos de control y aseguramiento de la calidad, quienes deben hacerlo y también su alcance.



CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE CÓDIGOS Y NORMAS EN NUESTRO ENTORNO

2.1 OBTENCIÓN DE DATOS

En investigaciones sociológicas es habitual utilizar fuentes de datos primarios y secundarios:

- Datos primarios: son generados por el investigador con el propósito de ser utilizados en la investigación que se está realizando. Tiene un costo económico y de tiempo muy superior a los datos obtenidos por fuentes secundarias (Arriaza Balmón, 2006).
- Datos secundarios: son de rápido acceso y bajo costo. Como principal inconveniente presentan la limitación de su adecuación a las necesidades de la investigación, en términos de diseño del muestreo y vigencia de los mismos. (Arriaza Balmón, 2006).

Para analizar problemas de ámbito social, la encuesta es uno de los métodos disponibles para la obtención de datos primarios. Por los costos se podría utilizar datos de estudios similares, o aproximaciones a través de variables que suponemos relacionadas.

Para cumplir los objetivos del presente trabajo se puso especial atención en la investigación de campo en nuestro medio, se aplicaron encuestas en varias instituciones de educación superior, a estudiantes universitarios de último nivel, profesores universitarios que imparten materia de diseño de estructuras, profesionales del sector público, profesionales del sector privado y trabajadores relacionados o que se dedican al montaje de estructuras metálicas.

En el capítulo se analiza e interpreta la información obtenida en encuestas y en base a estos resultados se hace una representación gráfica de los datos, esta información es una fuente importante y necesaria para tratar de entender la situación de las edificaciones metálicas construidas en nuestro medio. Los datos obtenidos sirven para elaborar esta parte del proyecto.



Se debe tener en cuenta que la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC) actualmente se encuentra en vigencia y que, como lo establece el registro oficial No. 413 del 2015, obliga a los Municipios a cumplir y hacer cumplir la normativa en todas las etapas integrales del proceso constructivo.

Para auscultar el conocimiento en nuestro medio sobre tópicos referentes al diseño y construcción de edificaciones con estructuras metálicas previamente se procedió a realizar encuestas a tres sectores: profesionales, estudiantes y trabajadores (mano de obra) de las ciudades de Cuenca y Azogues (ver tabla N°5).

No existen datos registrados y actualizados sobre el tamaño de la población a encuestar, por lo que no se sabe la cantidad de profesionales que se dedican a la actividad estructural; de la misma manera, no se ha indagado sobre la cantidad de estudiantes de años superiores de las universidades en las carreras de Ingeniería Civil, Arquitectura, Ingeniería Mecánica de nuestro medio, así como no existe registros de obreros que se dedican al montaje de construcciones metálicas.

Se cree que, a través de este trabajo, recién se está sacando a la luz pública un tema que consideramos crítico en nuestro entorno, como es el que no se estén realizando los debidos controles en las diferentes etapas de la construcción con estructuras metálicas, pero que en la realidad está ocurriendo; por lo tanto, como un primer intento se va a trabajar con datos que se han podido obtener de encuestas realizadas a estos grupos de una manera un tanto difícil.

Tabla 5. Descripción de 72 investigados, según sectores encuestados, 2017

SECTORES	N°	%
Profesionales	20	28
Estudiantes	49	68
Trabajadores, mano de obra	3	4
TOTAL	72	100

Fuente: Datos del formulario



- **Profesionales del sector público, privado y catedráticos:** son la columna vertebral de la construcción de edificaciones porque participan en el diseño, control y proporcionan criterios de construcción e inspección de obra, con distinto tipo de experiencia e influencia, ya sea como constructores o como formadores de profesionales. Por lo tanto, es importante verificar el conocimiento que tienen sobre las estructuras metálicas, además de comprender las normas y estar al tanto de los principios y del control de la calidad de la soldadura.
- **Estudiantes:** las encuestas se efectuaron a universitarios de los últimos niveles en las carreras de Ingeniería Civil y Arquitectura, en las universidades de Azogues y Cuenca. Es importante verificar los conocimientos sobre normas para la construcción en estructuras metálicas para diseño de conexiones y también tener conocimientos sobre los principios y el control de calidad de la soldadura.
- **Trabajadores o mano de obra:** es el sector que ejecuta directamente los trabajos de montaje, preparación de juntas de soldadura, conexiones entre vigas, columnas, etc. Para la encuesta se tomó en consideración el cargo que desempeña, por lo general ayudantes, armadores o soldadores con su experiencia medida en años, que posean conocimientos básicos de normas, procesos de soldadura, y certificaciones de mano de obra.

En el sector de los trabajadores, se consiguió encuestar únicamente a 3 personas, debido a que los maestros operarios de soldadura mostraron extremo recelo para contestar las preguntas.

Las encuestas se realizaron en las construcciones, donde se ejecutaba el trabajo y a pesar de evidenciar que las personas estaban realizando trabajos de soldadura, éstas se negaron a llenar la encuesta. Aducen varios motivos como: temor de perder su trabajo, perder el espacio laboral en la zona donde ejecuta su trabajo, pérdida de tiempo, no contar con autorización de los dueños de la obras, entre otras.



2.2 ANÁLISIS DE DATOS

Se utiliza el programa Excel debido a que es una herramienta que cuenta con amplia capacidad gráfica. Las preguntas planteadas han sido reducidas a las categorías que se encuentran descritas en las tablas que se muestran en este capítulo.

Las preguntas de la encuesta tienen un carácter exploratorio de los principales objetivos de la investigación, varias preguntas son complementarias, se presenta un análisis breve por categoría agrupada. Más que emitir juicios de valor, se quiere demostrar la realidad sobre el conocimiento de los actores de la construcción de edificaciones metálicas en nuestro medio.

Las encuestas fueron anónimas y hacen diferencia entre empleados públicos y privado, además no se especifica a que universidad pertenece el estudiante por confidencialidad de la información.

2.2.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SOLUCIONARIO DE ENCUESTA

La encuesta preparada para el sector profesional y estudiantil se encuentra en el anexo N° 2.

A continuación, se expone las preguntas y respuestas correctas con su numeral respectivo y a donde corresponda, los criterios de evaluación.

Pregunta 1. Identifica el género del encuestado.

Pregunta 2. Identifica la profesión del encuestado.

Pregunta 3. El encuestado informa si ha trabajado o no con estructuras metálicas.

Preguntas 4 y 5. Sirven para conocer si el encuestado asistió alguna vez a algún curso de diseño de estructuras metálicas o cursos de control de calidad.

Preguntas 6 y 7. De opción múltiple, para contabilizar como una respuesta correcta, debe contestar dos opciones acertadas:



Pregunta 6. Se considera estructura metálica a:

Respuesta: (b) Puente metálico y

(d) Una torre de transmisión de energía eléctrica.

Pregunta 7. Las estructuras metálicas soldadas poseen las siguientes características

Respuesta: (a) Relación peso – volumen bajo.

(e) Posibilidad de producción en serie.

Pregunta 8. Se enumera una serie de abreviaturas correspondientes a normas nacionales e internacionales, de uso común en el diseño, especificación, construcción, soldadura, corrosión y recubrimientos de edificaciones de acero estructural, para que se autoevalúen sus conocimientos entre las opciones: mucho, bastante, suficiente, poco o nada. (ver Tabla 6).

Tabla 6. *Relación de contenidos*

SIGLAS	MUCHO	BASTANTE	SUFICIENTE	POCO	NADA
ASTM					
AISC					
NACE					
AWS					
SSPC					
NEC					
WPS					
WPQ					
END (NDT)					
QA/QC					

Fuente: El Autor

Luego de tabular los datos y para realizar un análisis más visual, se forma tres grupos y se asigna un color por grupo, de la siguiente forma:

1. Mucho, bastante: color verde. (óptimo)



- 2. Suficiente: color amarillo. (adecuado)
- 3. Poco, nada, no contesta: color rojo. (crítico)

ÓPTIMO	ADECUADO	CRÍTICO
---------------	-----------------	----------------

Un buen criterio para el control de la soldadura es muy importante, por lo que se genera la pregunta 9. Al momento de analizar, se considera la opción de errado y no contesta como un solo criterio.

Pregunta 9. Señale la afirmación verdadera

Respuesta: (d) La inspección visual de soldadura en el proceso de montaje, debe ser el método primario para confirmar que los procedimientos y trabajos realizados sean de calidad.

Pregunta 10. El uso de la NEC es obligatorio, por lo que se requiere colocar el significado de sus siglas. Se considera la opción errado y no contesta como un solo criterio.

N	Norma
E	Ecuatoriana de la
C	Construcción

Pregunta 11. ¿Qué significan las siglas?

1G	Junta de ranura a tope, posición plana.
2F	Junta de filete, posición horizontal.

2.2.2 ANÁLISIS DEL SECTOR PROFESIONAL

- **Relación laboral con estructuras metálicas**



Agrupando las preguntas 3, 4 y 5, se busca indagar la cantidad de profesionales relacionados con procesos constructivos de estructuras metálicas. En la tabla 7 se tabula las preguntas.



Tabla 7. *Distribución del sector profesional relacionado con las estructuras metálicas, 2017.*

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN	CONTEO				TOTAL	%
		SI	%	NO	%		
3	¿Ha trabajado con estructuras metálicas?	13	68	6	32	19*	95
4	¿Acude o acudió a algún curso relacionado a diseño de estructuras metálicas?	5	25	15	75	20	100
5	¿Acude o acudió a algún curso relacionado a control de calidad de estructuras metálicas?	1	5	18	95	19*	95

* Suma 19 porque un encuestado no contesta las preguntas 3 y 5

Fuente: Datos de encuesta

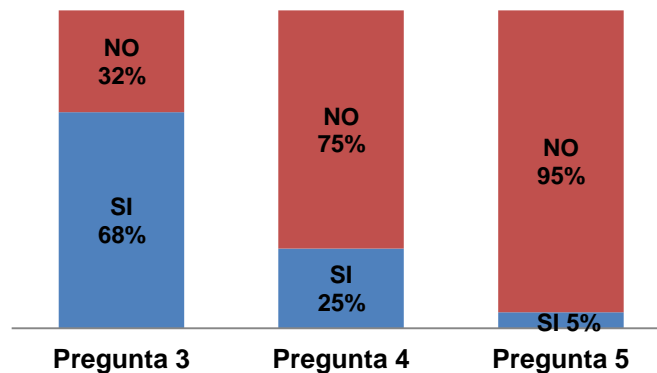


Gráfico 1. *Distribución del sector profesional relacionado con las estructuras metálicas, 2017*

Fuente: Datos de encuesta

Del gráfico 1 se deduce que el 68% de profesionales, han trabajado con estructuras metálicas, el 25% tiene algún curso de capacitación en diseño de estructuras metálicas. Las respuestas de la pregunta 5 son alarmantes, únicamente el 5% del sector profesional tiene un curso de control de calidad en soldadura.



En nuestro medio existe un porcentaje mínimo de profesionales capacitados para ejercer las labores de fiscalización en el control de calidad de soldadura.

• **Conocimientos básicos de estructuras metálicas**

Para evaluar al encuestado sobre, ¿qué considera como estructuras metálicas? agrupamos las preguntas 6 y 7. Los valores obtenidos se incluyen en la tabla 8 y en el grafico 2.

Tabla 8. *Qué conoce sobre estructuras metálicas el sector profesional, 2017*

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN	RESPUESTA					
		CORRECTA		ERRADA		TOTAL	
		N°	%	N°	%	N°	%
6	Que considera estructura metálica	6	30	14	70	20	100
7	Características de las estructuras metálicas soldadas	7	35	13	65	20	100

Las respuestas correctas están indicadas en el numeral 2.2.1

Fuente: Datos de encuesta

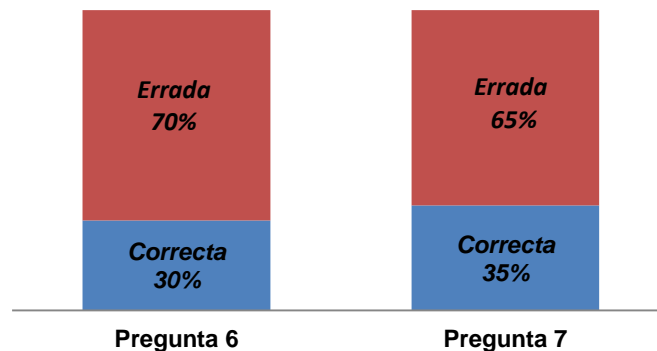


Gráfico 2. *Qué conoce sobre estructuras metálicas el sector profesional, 2017*

Fuente: Formato de encuesta

Del gráfico 2 se deduce que en la pregunta 6 y 7, el 70% y el 65% respectivamente, de profesionales no tienen conocimiento sobre estructuras metálicas y sus características, en relación a su fabricación y montaje.

Valdría la pena contrastar la opinión de los encuestados refiriéndose a las preguntas 6 y 7, con la pregunta 3, puesto que llama la atención, que alrededor



del 70% de profesionales, hayan trabajado con estructuras metálicas con escaso conocimiento del tema.

- **Conocimientos de normas para la construcción de estructuras metálicas**

Se refiere a la norma concerniente al diseño de estructuras metálicas.

La tabla 9 indica el conteo de las autoevaluaciones referentes a las normas de estructura metálica y su respectiva representación en el grafico 3.

Tabla 9. *Autoevaluación de conocimiento de los códigos de estructuras metálicas, en el sector profesional, 2017.*

SIGLAS	ÓPTIMO	ADECUADO	CRÍTICO
ASTM	3 (15%)	5 (25%)	12 (60%)
AISC	2 (10%)	4 (20%)	14 (70%)
NACE	0 (0%)	2 (10%)	18 (90%)
AWS	2 (10%)	2 (10%)	16 (80%)
SSPC	0 (0%)	0 (0%)	20 (100%)
NEC	6 (30%)	4 (20%)	10 (50%)

Fuente: Formato de encuesta

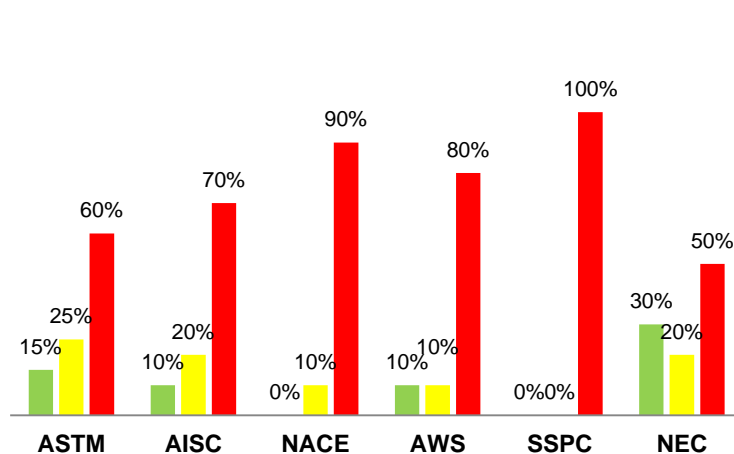


Gráfico 3. Autoevaluación de conocimiento de los códigos de estructuras metálicas, en el sector profesional, 2017

Fuente: Formato de encuesta



Si se suma los porcentajes óptimo y adecuado en la tabla 9, ninguno supera al crítico. Es evidente que se diseña, trabaja, inspecciona o aprueba estructuras sin el debido criterio de conocimiento de códigos y normas de construcción para estructuras metálicas.

El 11% de profesionales tiene los criterios suficientes para diseñar estructuras metálicas.

El medio ambiente del austro no es corrosivo, por lo que el tener conocimiento de lo que hace la NACE (corrosión) y SSPC (recubrimientos) puede no ser de mayor importancia, sin ser esta una justificación.

Sin embargo, para el diseño, siempre se debe considerar la pérdida de espesores por corrosión, se debe tener en cuenta que previo a aplicar pintura (recubrimiento) en las estructuras, se verifica el perfil de anclaje y al aplicar la pintura se mide espesores en seco y húmedo.

En los procesos de fabricación y montaje es fundamental conocer el código AWS, por lo que es muy preocupante (ver gráfico 3) que el 80% de profesionales encuestados desconozca el código.

Tabla 10. *Conocimiento del sector profesional sobre las siglas NEC, 2017*

ITEM	DESCRIPCIÓN	CONTEO	
		N°	%
1	Correcto	14	70
2	Errado	6	30
TOTAL		20	100

Fuente: Formato de encuesta

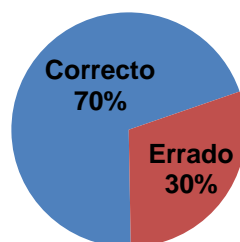


Gráfico 4. *Conocimiento del sector profesional sobre las siglas NEC, 2017*



Fuente: Formato de encuesta

La tabla 10 indica los conteos de correcto y errado. Este dato es sujeto a evaluación, si bien el 70% conocen el significado de la NEC, el 30% no tiene conocimiento de la misma (gráfico 4). Sería motivo de investigación saber qué capítulos de la NEC conocen.

• **Conocimientos de principios y control de soldadura**

Se agrupan las preguntas 8, 9 y 11, para evaluar el conocimiento básico relacionado a principios y control de soldadura.

Tabla 11. *Conocimientos sobre Principios y control de soldadura por parte del sector de profesionales, 2017*

SIGLAS	ÓPTIMO	ADECUADO	CRÍTICO
WPS	0 (0%)	1 (5%)	19 (95%)
WPQ	0 (0%)	1 (5%)	19 (95%)
END (NDT)	0 (0%)	0 (0%)	20 (100%)
QA/QC	0 (0%)	0 (0%)	20 (100%)

Fuente: Formato de encuesta

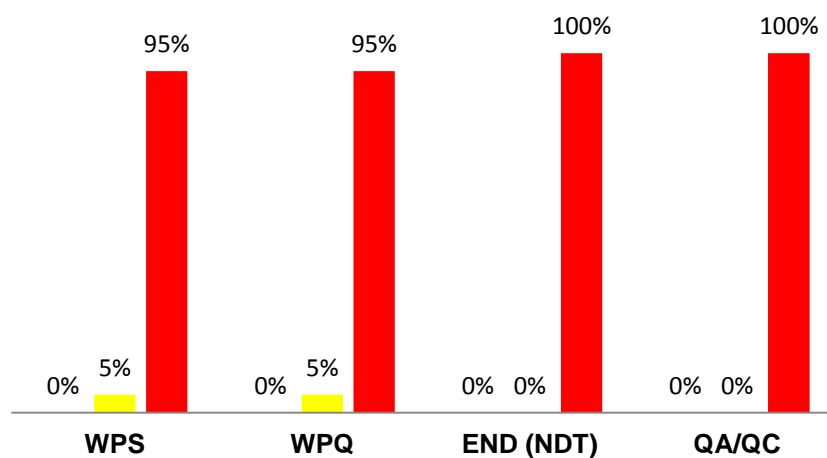




Gráfico 5. Conocimientos sobre Principios y control de soldadura por parte del sector de profesionales, 2017

Fuente: Formato de encuesta

Los datos mostrados en la tabla 11 y el gráfico 5 son preocupantes, deja en evidencia el desconocimiento total del control y aseguramiento de la calidad (QA/QC por sus siglas en inglés) y de ensayos no destructivos (END).

El 5% de los encuestados conocen lo que es un procedimiento de soldadura (WPS por sus siglas en inglés) y un registro de calificación de soldador (WPQ por sus siglas en inglés). Con estos datos, ya se puede tener una idea de la calidad de estructuras metálicas soldadas que se tiene hasta la fecha en nuestro medio.

Tabla 12. *Criterios de control de soldadura del sector profesional, 2017*

ITEM	DESCRIPCIÓN	CONTEO	
		N°	%
1	Correcto	11	55
2	Errado	9	45
TOTAL		20	100

Fuente: Formato de encuesta

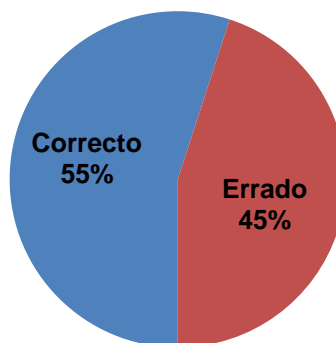


Gráfico 6. Criterios de control de soldadura del sector profesional, 2017

Fuente: Formato de encuesta

En la tabla 12 y en el gráfico 6 se desprende que el 55% de profesionales encuestados tienen un criterio válido para aplicar control de soldadura, en tanto que un 45% de profesionales desconoce sobre control de calidad en la



soldadura. El tener un adecuado criterio para inspeccionar una estructura, beneficia a la buena calidad de la estructura metálica con costos moderados.

De igual manera, de la tabla 13 y el gráfico 7 se desprende que el 90% de los encuestados desconoce sobre posiciones de soldadura y apenas el 10% responde correctamente.

Tabla 13. Descripción de las Posiciones de la soldadura del sector profesional, 2017

ITEM	DESCRIPCIÓN	CONTEO	
		N°	%
1	Correcto	2	10
2	Errado	18	90
TOTAL		20	100

Fuente: Formato de encuesta

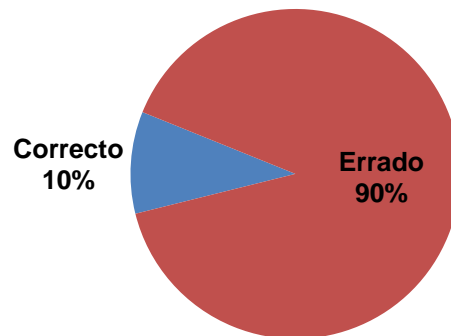


Gráfico 7. Descripción de las Posiciones de la soldadura del sector profesional, 2017

Fuente: Formato de encuesta

Los profesionales deben realizar un control adecuado de la documentación y verificar que la información de los procedimientos de soldadura y la calificación de soldadores sea correcta y que en consecuencia se cumpla lo establecido.

La posición que el soldador adopte, es una variable esencial, el 90% de profesionales desconocen los términos de soldadura, esto quiere decir que, si algún profesional de este 90% revisa o le presentan documentos de soldadura, no estaría en la capacidad de verificar si corresponde o no a procedimientos o calificación de soldadores, según sea el caso.



2.2.3 ANÁLISIS DEL SECTOR UNIVERSITARIO

- **Relación estudiantil con estructuras metálicas**

La encuesta fue dirigida a los estudiantes universitarios de la carrera de Ingeniería Civil y Arquitectura del último nivel. La pregunta relacionada con el “Trabajo con Estructuras Metálicas”, se refiere al conocimiento general sobre estructuras metálicas que han desarrollado durante sus estudios como tareas, visitas a obra, etc.

Se agrupa las preguntas 3, 4 y 5, para investigar el grado de interés estudiantil sobre estructuras metálicas. La tabla 14 tabula las preguntas complementarias.

Tabla 14. *Qué conoce sobre estructuras metálicas el sector universitario, 2017*

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN	CONTEO		TOTAL
		SI	NO	
3	¿Ha trabajado con estructuras metálicas?	16	32	48*
4	¿Acude o acudió a algún curso relacionado a diseño de estructuras metálicas?	14	33	47*
5	¿Acude o acudió a algún curso relacionado a control de calidad de estructuras metálicas?	4	45	49

* Suma 48 y 47 porque no contesta el encuestado

Fuente: Formato de encuesta

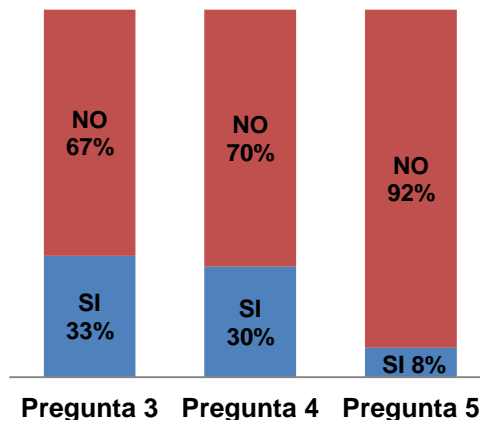


Gráfico 8. Qué conoce sobre estructuras metálicas el sector universitario, 2017

Fuente: Formato de encuesta

Elaboración: El Autor

En la tabla 14 se indica el número de encuestas realizadas con estas tres preguntas. Del gráfico 8 se interpreta que aproximadamente la misma cantidad de estudiantes que han trabajado con estructuras metálicas, tienen el interés por aprender el diseño. Los porcentajes obtenidos en la pregunta 5 del gráfico 8 son muy preocupantes, ya que el 92% de los estudiantes no tienen conocimientos sobre el control de calidad de estructuras metálicas, por lo que es necesario complementar su conocimiento, incentivando a que se involucre en el tema.

- **Conocimientos básicos de estructuras metálicas**

Para saber del encuestado, que considera como estructuras metálicas, se agrupan las preguntas 6 y 7.

En este grupo, la pregunta 6 se divide en tres series, varios encuestados responden correctamente, sin embargo, varía el criterio considerando la pregunta 7; con al menos un acierto se considera respuesta correcta.

Tabla 15. *Conocimiento sobre estructuras metálicas del sector universitario, 2017*

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN	RESPUESTA		TOTAL
		CORRECTA	ERRADA	



6	Qué considera estructura metálica	9 y 13	27	49
7	Características de las estructuras metálicas soldadas	12	37	49

Fuente: Formato de encuesta

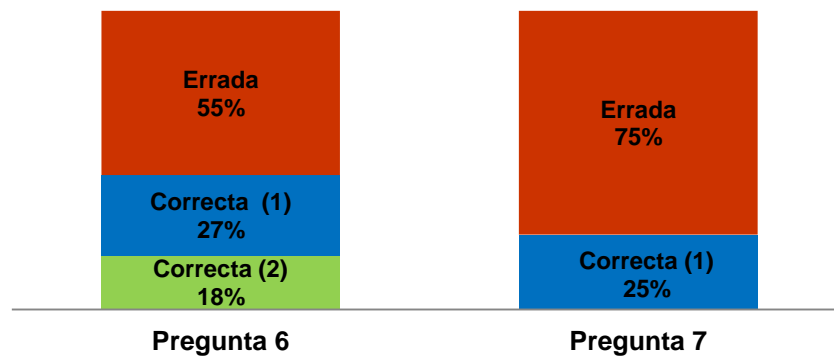


Gráfico 9. Conocimiento sobre estructuras metálicas del sector universitario, 2017

Fuente: Formato de encuesta.

De la tabla 15 y del gráfico 9 observamos que el (27% + 18%) de estudiantes distinguen que son estructuras metálicas. El 75%, desconoce las características y las facilidades que representa trabajar con estructuras metálicas.

- **Conocimientos de normas para la construcción de estructuras metálicas**

Agrupando las preguntas 8 y 10 se analiza el conocimiento de normas para la construcción de estructuras metálicas.

La tabla 16 indica el conteo de las autoevaluaciones de conocimientos de los códigos de estructuras metálicas y su respectiva representación, gráfico 10. La tabla 16 y el gráfico 10 muestran el conocimiento de la sigla NEC.

Tabla 16. Autoevaluación de conocimiento de los códigos de estructuras metálicas, en el sector universitario, 2017



SIGLAS	ÓPTIMO	ADECUADO	CRITICO
ASTM	5 (10%)	17 (35%)	27 (55%)
AISC	10 (20%)	10 (20%)	29 (60%)
NACE	0 (0%)	0 (0%)	49 (100%)
AWS	0 (0%)	1 (2%)	48 (98%)
SSPC	0 (0%)	1 (2%)	48 (98%)
NEC	15 (31%)	12 (24%)	22 (45%)

Fuente: Formato de encuesta

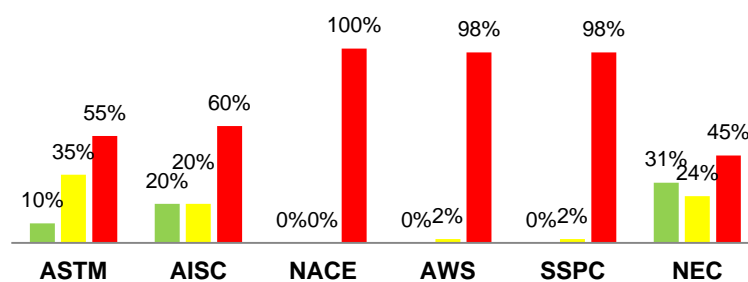


Gráfico 10. Autoevaluación de conocimiento de los códigos de estructuras metálicas, en el sector universitario, 2017

Fuente: Formato de encuesta

En lo referente al diseño y materiales de los códigos de estructuras metálicas (ASTM, AISC, NEC), el promedio conocimiento óptimo es del 20.33%, el 26.33% adecuado y el 53.34% es crítico, la tendencia sería que ese 53.34% con mayor preparación podrían llegar a conocimientos adecuados.

Es crítico el desconocimiento sobre la calidad de soldadura, un 98% sabe poco o nada del tema. Desconocen el tema de corrosión (100%) y como proteger los materiales metálicos (98%).

Tabla 17. Descripción del Conocimiento de las siglas NEC por parte del Sector Universitario, 2017

ITEM	DESCRIPCIÓN	CONTEO	%
1	Correcto	46	94



2	Errado	3	6
TOTAL		49	100

Fuente: Formato de encuesta

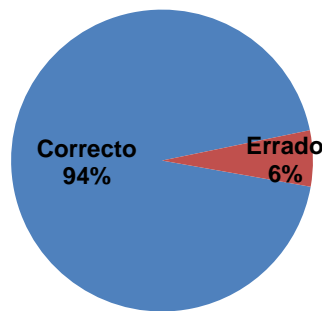


Gráfico 11. Descripción del Conocimiento de las siglas NEC por parte del Sector Universitario, 2017

Fuente: Formato de encuesta

Todos saben el significado de las siglas NEC, sin embargo, en el gráfico 10 el 45% se autoevalúa, que saben poco o nada de la misma. Con esta cifra se puede interpretar que, al momento de responder la pregunta del significado de NEC, es posible que los encuestados se ayudaron entre ellos.

Del gráfico 10, para efectos del proyecto, se considera que el 45% saben poco o nada de la NEC. En consecuencia, se interpreta, que en el sector estudiantil universitario un 55% está al tanto de la norma NEC.

- **Conocimientos de principios y control de soldadura**

Se agrupa las preguntas 8, 9 y 11, para evaluar el conocimiento básico relacionado a principios y control de soldadura.

Tabla 18. *Conocimientos sobre Principios y control de soldadura por parte del sector universitario, 2017.*

SIGLAS	ÓPTIMO	ADECUADO	CRÍTICO
WPS	0 (0%)	1 (2%)	48 (98%)



WPQ	0 (0%)	1 (2%)	48 (98%)
END (NDT)	0 (0%)	0 (0%)	49 (100%)
QA/QC	0 (0%)	0 (0%)	49 (100%)

Fuente: Formato de encuesta

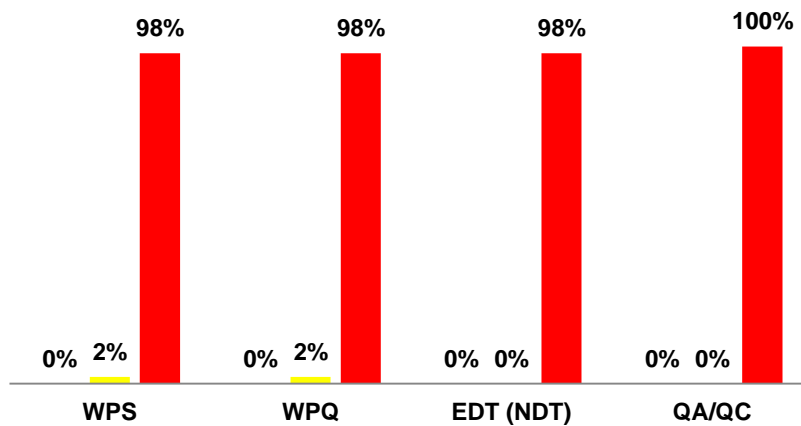


Gráfico 12. Conocimientos sobre Principios y control de soldadura por parte del sector universitario, 2017.

Fuente: Formato de encuesta

Son nulos los conocimientos de control de soldadura. Se debe organizar seminarios o charlas para difundir la importancia de la soldadura en las estructuras metálicas.

Tabla 19. Descripción de las Posiciones de la soldadura del sector universitario, 2017

ITEM	DESCRIPCIÓN	CONTEO	
		N°	%
1	Correcto	0	0
2	Errado	49	100
TOTAL		49	100

Fuente: Formato de encuesta

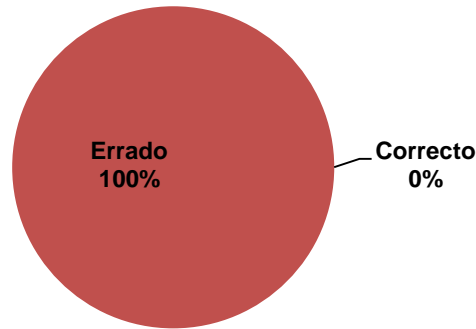


Gráfico 13. Descripción de las Posiciones de la soldadura del sector universitario, 2017

Fuente: Formato de encuesta

Del gráfico 13 se deduce un desconocimiento total de temas relacionados con soldadura. Es muy importante que las universidades concienticen a las futuras generaciones de profesionales en temas de soldadura. Con seguridad, en el sector inmobiliario va a seguir el crecimiento de las construcciones con estructuras metálicas, es importante que los profesionales del futuro inmediato aporten con un crecimiento sostenido, pero con calidad.

2.3 CENTROS DE CAPACITACIÓN PÚBLICOS Y PRIVADOS PARA CAPACITAR SOLDADORES.

En el Ecuador y particularmente en la zona austral se ha incrementado considerablemente, en el sector público y privado, las construcciones de edificaciones con estructuras metálicas.

Un componente clave al construir edificaciones metálicas es buscar calidad en las operaciones de soldadura, específicamente tener mano de obra capacitada, calificada y certificada.

Al **calificar** un soldador se busca establecer la capacidad de la persona para llevar a cabo soldaduras que cumplan con requisitos de calidad impuestos por el código o estándar bajo el cual se esté trabajando.

La calificación del soldador debe ser ejecutada de acuerdo a un procedimiento de soldadura (WPS) previamente calificado; una vez concluida, la prueba será evaluada de acuerdo a métodos de inspección y criterios de calidad establecidos. El resultado de este ejercicio es un documento en el cual se registran las variables utilizadas en la calificación y las condiciones de trabajo bajo las cuales



el soldador puede desarrollar soldaduras de producción. La constancia escrita de este proceso de prueba, evaluación y registro es lo que se denomina **certificación** (WPQ por sus siglas en inglés).

La **capacitación**, aunque está pensada para mejorar la productividad de cualquier organización, tiene importantes efectos sociales. Los conocimientos, destrezas, habilidades, o conductas adquiridas por cada persona no solo lo perfeccionan para el trabajo, sino también para mejorar su vida (Frigo, 2017).

Los tipos de capacitación son muy variados y se clasifican con diversos criterios (Galván, 2011).

a. Por su formalidad

- Capacitación informal. Está relacionada con el conjunto de orientaciones o instrucciones que se dan en la operatividad de la empresa, por ejemplo, un soldador indica a un ayudante la utilización correcta de parámetros de soldadura en un proceso determinado o enseña cómo puntear o esmerilar.
- Capacitación formal. Son programados de acuerdo a necesidades de capacitación específica. Pueden durar desde un día hasta varios meses, según el tipo de curso, seminario, taller, etc.

b. Por su naturaleza

- Capacitación de orientación. Se realiza para familiarizar a nuevos colaboradores de la organización, por ejemplo, en caso de los colaboradores ingresantes (inducción).
- Capacitación en el Trabajo. Se realiza durante la práctica laboral.
- Entrenamiento de Aprendices. Constituye el período formal de aprendizaje de un oficio.
- Entrenamiento Técnico. Es un tipo especial de preparación técnica del trabajo.
- Capacitación de Supervisores. Se prepara al personal de supervisión para el desempeño de funciones gerenciales.

c. Por su nivel ocupacional



- Capacitación de operarios
- Capacitación de obreros calificados
- Capacitación de supervisores
- Capacitación de jefes de línea
- Capacitación de gerentes

2.4 CAPACITACION DE SOLDADORES

Solo en los primeros dos meses del año 2016, el número de ofertas de empleo para soldadores y oxicortadores en una veintena de países de la Unión Europea ha superado las 1.100, mientras que en Estados Unidos la demanda se sitúa en 166.000 puestos de trabajo. En este país, de acuerdo con las cifras de la AWS y el Departamento de Trabajo del Gobierno Federal, será necesario formar unos 300.000 nuevos soldadores hasta 2020 (CESOL, 2017).

La capacitación integral asegura que los soldadores realicen sus labores de manera segura y consistente e incremente la productividad en su trabajo.

Es necesario capacitar a la mano de obra que ejecuta los trabajos de soldadura, porque en su mayor parte la formación es informal. Una cosa es lo que el soldador hace por costumbre, porque siempre lo ha hecho así, porque “no se cae la estructura” y otra muy distinta es la que debería conocer para hacer su trabajo cumpliendo con requerimientos técnicos mínimos necesarios.

En el montaje de estructuras metálicas, para obtener un trabajo de calidad, se identifican tres cargos específicos relacionados específicamente a la mano de obra en edificaciones: ayudante, armador o montador y soldador. Se describe en la tabla 20 las funciones básicas por cargo que se considera en este proyecto. Las funciones por cargo dependen de cada empresa de montaje.

Tabla 20. *Identificación y funciones por cargo*

CARGO	FUNCIONES DEL CARGO
Ayudante de armado o soldadura	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de piezas que se requieran para el desarrollo de un trabajo específico. • Quitar la escoria o rebaba de las piezas soldadas.



-
- Pulir las piezas.
 - Vigilar el buen funcionamiento de las máquinas.
 - Ayudar en el montaje de las estructuras.
 - Ayudar al soldador a regular máquinas de soldadura.
 - Informar a su jefe inmediato sobre cualquier anomalía que afecte el curso normal y la calidad de los trabajos.
 - Mantener el orden y aseo en su lugar de trabajo durante y finalizada la jornada laboral.
 - Realizar tareas que le sean asignadas por su jefe inmediato y que sean acorde con la naturaleza de su cargo.
-

Armador

- Interpretar planos.
 - Trazar, cortar y preparar materiales (vigas, placas, etc.)
 - Verificar tolerancia para aplicaciones de soldadura
 - Determinar cantidades de materiales y accesorios requeridos para el desarrollo de un trabajo específico.
 - Informar a su jefe inmediato sobre cualquier anomalía que afecte el curso normal y la calidad de los trabajos.
 - Mantener el orden y aseo en su lugar de trabajo durante y finalizada la jornada laboral.
 - Realizar tareas que le sean asignadas por su jefe inmediato y que sean acorde con la naturaleza de su cargo.
-

Soldador

- Preparación de equipo para el desarrollo de labor asignada.
 - Selección de electrodos adecuados para el trabajo
 - Soldar conexiones, juntas de soldadura.
 - Interpretar planos, símbolos básicos de soldadura
 - Interpretar procedimientos de soldadura.
 - Dejar limpios los cordones al finalizar la soldadura
 - Mantenimiento de los equipos en uso.
 - Informar a su jefe inmediato sobre cualquier anomalía que afecte el curso normal y la calidad de los trabajos.
-



-
- Mantener el orden y aseo en su lugar de trabajo durante y finalizada la jornada laboral.
 - Realizar tareas que le sean asignadas por su jefe inmediato y que sean acorde con la naturaleza de su cargo.
-

Fuente: (Ati, 2004)

Hasta la actualidad a nivel nacional y más aún en nuestra zona, la capacitación de mano de obra para el montaje de estructuras metálicas se realiza principalmente de dos formas: capacitación informal y capacitación formal.

2.4.1 CAPACITACIÓN INFORMAL

Esta capacitación es la más común en nuestro medio. Por lo general no existen controles públicos o privados de soldaduras de estructuras metálicas, por abaratar costos los dueños o contratistas de obra realizan los trabajos con mano de obra barata. Este ahorro tiene como consecuencia levantar construcciones que no cumplen con especificaciones, normas y códigos.

En la actualidad y en nuestro medio, abaratar costos implica contratar personal inexperto en los tres cargos descritos en la tabla 20. Es “normal” que, si un albañil puede soldar varilla, es considerado soldador o armador de estructuras metálicas.

Con el transcurso del tiempo las personas que “aprenden” en esta informalidad adquieren equipos y se consideran contratistas de obras. Por este crecimiento se mantienen errores comunes, que, por la frecuencia, son asumidos como un buen trabajo y se consideran normales. Las consecuencias directas son la obtención de edificaciones inseguras.

2.4.2 CAPACITACIÓN FORMAL

Ciertas empresas de montaje forman su personal, iniciando desde el cargo de ayudante; son pocas las empresas formales de montaje. En la actualidad, ciertas empresas de fabricación ofrecen el montaje de estructuras metálicas. El inconveniente en este proceso, es que se producen subcontratos de montaje con



terceros, si la empresa principal no tiene un correcto control de los subcontratos, es muy probable que el montaje sea informal.

Capacitar implica un costo inicial para las empresas, por lo que se tiene la política de ingresar a cursos al personal luego de haber cumplido un tiempo en la empresa. Pocas empresas que subcontratan se preocupan por hacer cumplir con ciertos parámetros de calidad. Las empresas responsables de mantener estándares elevados de calidad, exigen a los subcontratistas cursos de calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional.

2.5 OFERTAS DE CUALIFICACIÓN (CAPACITACIÓN)

Se debe tener en cuenta que cualquier empresa, pública o privada, que realice capacitaciones no puede certificar o viceversa de acuerdo al Concejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES).

El 18 de mayo de 2016, el CEAACES oficializó los resultados de la última evaluación institucional de carácter obligatorio para los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos (ISTT) en cumplimiento a los artículos 173 y 174 de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES). (CEAACES, 2016).

La página electrónica del CEAACES (<http://www.ceaaces.gob.ec>), verifica las acreditaciones de los distintos institutos, señalados entre:

- Acreditados.
- En proceso de acreditación – condicionados.
- En proceso de acreditación – fuertemente condicionados.
- No acreditados.

Si un instituto tiene los permisos necesarios para capacitar en temas relacionados con soldadura, éste solicita al CEACCES los diferentes programas de capacitación.

Para elaborar este proyecto, específicamente lo relacionado con capacitación, se consultó instituciones acreditadas. En internet se encuentra varias ofertas del



sector privado para certificar, no para capacitar, como la Asociación de Soldadores de Alta Presión y Conexos del Ecuador (ASAPYCE), INDURA, entre otras.

El gobierno nacional como entidad pública oferta certificaciones a través del Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional – SECAP (<http://www.secap.gob.ec>) en tres modalidades; en ninguna de ellas se exige capacitación. Se anexa a la tesis el esquema de calificación por modalidad.

En Cuenca el SECAP ofrece cursos de capacitación de soldadura y las tres modalidades son:

- Soldador en proceso SMAW: Soldadura por arco con electrodo metálico revestido en perfilería (SECAP, 2015).
- Soldador en proceso GTAW: Soldadura por arco con tungsteno y gas, en tubería (SECAP, 2015).
- Soldador en proceso GTAW: Soldadura por arco con tungsteno y gas, en perfilería (SECAP, 2015).

2.6 VISIÓN DE LA TESIS RELACIONADA CON LA CAPACITACIÓN DE SOLDADORES

Basados en la experiencia de países vecinos, nuestro país debería crear y gestionar una red de soldadura para lo cual se debería:

- a. Impulsar a instituciones y personas que se desenvuelvan en el campo de la soldadura en torno a formar una red de personas dispuestas e interesadas en trabajar en dinámica de red colaborativa.
- b. Crear un portal web para la red.
- c. Ejecutar acciones que den sustentabilidad a la red, tales como participación en licitaciones para suministrar cursos en el ámbito de la soldadura, formación de jóvenes técnicos industriales con aprendizajes logrados en soldadura e incorporación al sector metalmeccánico de la región.



- d. Determinar la demanda actual y futura de la industria metalmecánica ecuatoriana respecto a la calificación y/o formación en las tecnologías de soldaduras más usadas.
- e. Elaborar ofertas de cualificación (capacitación) para las empresas sobre la base de las demandas, con una estructura de curso basada en competencias laborales.
- f. Capacitar a los docentes – instructores en la confección y realización de cursos de soldadura bajo los estándares de las normas americanas y en tecnología de soldadura.

El principal objetivo debe ser calificar una institución ecuatoriana para la formación de personal calificado bajo estándares internacionales en el campo de las tecnologías de soldadura.

Es necesario seguir trabajando con intensidad para profesionalizar, normar y certificar bajo parámetros internacionales a los soldadores en Ecuador.

2.7 RESUMEN DEL CAPÍTULO II

En el presente capítulo se investigó en nuestro medio el conocimiento de conceptos básicos relacionados a edificaciones con estructuras metálicas, en los sectores profesionales, universitarios y mano de obra. El estudio se enfoca en estos sectores por considerar que están directamente relacionados con los procesos de diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas. El método que se utilizó fue directo a cada sector mediante la utilización de encuestas directas en instituciones públicas, universidades, profesionales que trabajan en forma privada y profesores universitarios que imparten la cátedra de estructuras.

Se procesaron las encuestas por sector, para mejor entendimiento se utilizaron gráficos y se analizaron los resultados obtenidos. El estudio se enfoca en los conocimientos básicos, normas para la construcción y principios de control de soldadura.



Los resultados son concluyentes, existe un desconocimiento general de los temas relacionados al diseño, fabricación, montaje y control de soldadura en estructuras metálicas prácticamente en todos los sectores investigados. Este desconocimiento resulta preocupante, por cuanto existen serias dudas de la clase de edificaciones metálicas que se están entregando a nuestra sociedad y sobre todo el grado de seguridad de éstas ante eventos sísmicos de consideración.

Se investigará sobre la existencia de centros de formación o capacitación, públicos y privados, direccionados a personas que ejecutan labores de soldadura y se concluyó que es necesario crear centros que capaciten a obreros en esta área para garantizar construcciones seguras a futuro. No se puede seguir permitiendo la capacitación informal o por experiencia, lo que resulta en una práctica peligrosa.



CAPITULO III

PROCESAMIENTO DE DATOS

A continuación, se describe brevemente algunas condiciones que deben cumplir los elementos estructurales, como las conexiones placa base – columna y viga – columna, estos sistemas soldados son parte de la investigación del proyecto.

Es necesario distinguir los distintos tipos de conexiones y conocer cuáles son las recomendadas por la 5EC-SE-AC, cuando se ejecuta el montaje de edificaciones en acero se tiene la obligación de armar y soldar cada conexión de acuerdo a especificaciones del diseñador o en su defecto cumplir con la normativa vigente.

3.1 PERFILES PARA COLUMNAS.

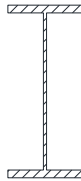
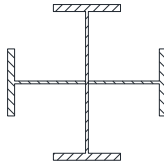
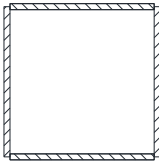
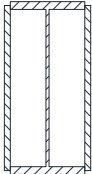
DESCRIPCIÓN	
Sección I	
Columna cruciforme	
Columna cajón armada	
Columna cajón de ala ancha	

Figura 25. Perfiles para columnas

Fuente: (Vinnakota, 2006)

De acuerdo a la NEC, el diseño estructural define las máximas relaciones ancho – espesor para estos elementos a compresión.



Limitaciones de columnas:

En Las secciones permitidas son las que se muestra en la figura 25.

- No tienen restricción en cuanto al peso.
- No tienen límite para el espesor de patines o alma de la columna.
- Las relaciones ancho – espesor para patines y alma de las columnas tipo I, deben estar limitadas para cumplir los requerimientos de una sección sismo resistente.

3.2 APOYOS PLACA BASE – COLUMNA

Por sus secciones reducidas, en las columnas de acero los esfuerzos de compresión son más concentrados que los esfuerzos de compresión que los que se producen en los diseños de concreto.

Cuando una columna de acero se apoya en la parte superior de un cimiento, o de una zapata aislada, es necesario que la carga de la columna se distribuya en un área suficiente para evitar que se sobre esfuerce el concreto. Las cargas de las columnas de acero se transmiten a través de una placa base de acero a un área razonablemente grande del cimiento, que se localiza debajo de dicha placa.

La columna debe anclarse a la placa base y ésta, a su vez a los cimientos de concreto (Ver figura 26). Para garantizar que las cargas de las columnas se repartan uniformemente sobre sus placas base, es esencial que exista buen contacto entre las dos. La columna transfiere la carga a la cimentación por medio de la placa base (McCormac, 2002).

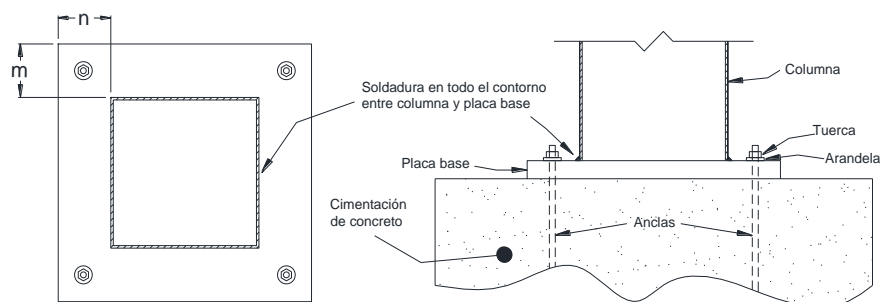


Figura 26. Apoyo tipo apernado columna – placa base – concreto



Fuente: (Vinnakota, 2006)

El perno de anclaje que conforma la canastilla debe ser de un material acerado especial (Ver figura 27). Generalmente son aceros de alta resistencia como el acero especial AISI 1040 cuya resistencia a la tracción es de aproximadamente 6.327 kg/cm^2 . **No es y no debe ser la varilla corrugada roscada.**

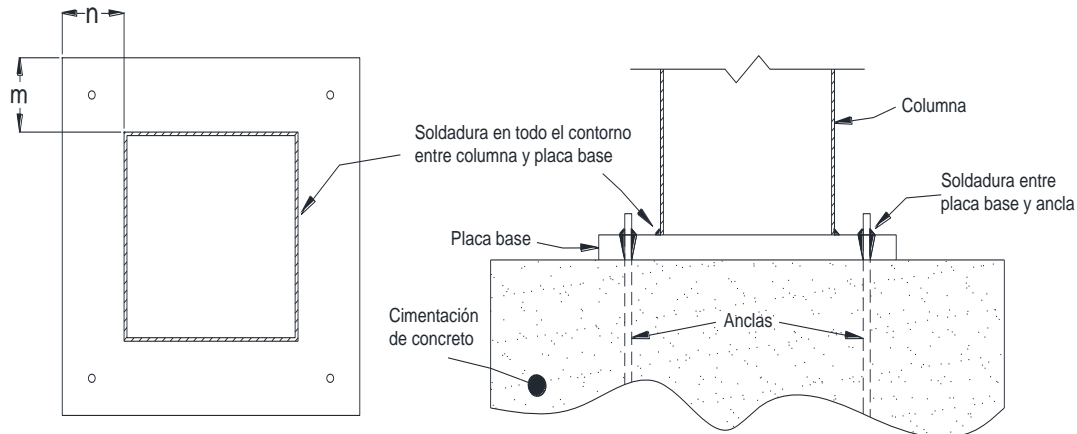


Figura 27. Conexión soldada tipo columna – placa base – concreto

Fuente: (Vinnakota, 2006)

3.3 CONEXIONES PARA VIGAS

Según sus características de rotación bajo carga, las conexiones se pueden clasificar como rígidas, simples y semirrígidas.

- Conexión rígida: es una conexión que no gira en absoluto o tiene resistencia total al momento, (Ver figura 28 a).
- Conexión simple. Es una conexión de tipo flexible, permite el giro en los extremos de la viga, como sucede con las vigas simplemente apoyadas (Ver figura 28 b).
- Conexión semi-rígida. Este tipo de conexión tiene una apreciable resistencia a la rotación, desarrollando así momentos considerables.



DESCRIPCIÓN	
<p>Conexión Rígida a)</p>	<p>Uso común en la unión columna – viga principal</p>
<p>Conexión Simple b)</p>	<p>Uso común para unir viga secundarias</p>

Figura 28. Tipos de conexiones comunes

Fuente: (Vinnakota, 2006)

3.3.1 REQUERIMIENTOS GENERALES DE DISEÑO

Rigidez de conexiones

En el análisis de las estructuras sismo resistentes, las conexiones que se consideran en esta sección deben ser diseñadas como **conexiones rígidas**, deberá tener suficiente resistencia y rigidez para transferir los esfuerzos de momentos y deben ser capaz de mantener la geometría entre columna y viga, es decir no debe existir deformación angular en la conexión (ver figura 28a).

Restricciones para unión: patín de viga I – columna⁴

⁴ NEC-SE-AC, página 88



- Deben estar conectadas con soldadura de penetración completa (es decir la soldadura cubre todo el espesor del material base en la longitud del patín), son consideradas soldaduras de demanda crítica.
- La geometría de los agujeros de acceso (agujeros de ratón) deben cumplir con los requerimientos NEC.

Restricciones para unión alma de viga – patín de columna

- El alma de la viga deberá estar conectada al ala de la columna mediante soldadura de ranura de penetración completa. Está permitido que la placa de conexión a corte sea usada como respaldo para la soldadura de penetración completa.

3.4 INSPECCIÓN DE CAMPO

3.4.1 ANTECEDENTES

Considerando que es esencial para la realización de este trabajo la inspección de estructuras metálicas, el autor de la tesis solicita autorización a los dueños de varias edificaciones metálicas en proceso de construcción en nuestro medio para realizar los análisis correspondientes y se compromete a mantener la confidencialidad de la información obtenida.

El método de ensayo no destructivo principal aplicado es la ***inspección visual***. La cantidad de soldadura inspeccionada depende del estado de la edificación en el momento de la inspección, y se describe en la tabla correspondiente a “Características de la Estructura”.

La norma utilizada para inspección visual de edificaciones metálicas es la AWS D1.1, sección 6, conforme a la tabla 21.

Las principales conexiones que se identifican para las estructuras metálicas inspeccionadas son:

- Apoyo: columna – placa base.
- Nudo: viga – columna.

Para columnas tipo cajón, un nudo se conforma por la unión de una viga por cada lado de la columna como máximo (cuatro conexiones) o por la unión de una viga a un lado de la columna como mínimo (una conexión).

Tabla 21. *Visual Inspection Acceptance Criteria*

Discontinuity Category and Inspection Criteria	Statically Loaded Nontubular Connections	Cyclically Loaded Nontubular Connections	Tubular Connections (All Loads)								
(1) Crack Prohibition Any crack shall be unacceptable, regardless of size or location.	X	X	X								
(2) Weld/Base-Metal Fusion Thorough fusion shall exist between adjacent layers of weld metal and between weld metal and base metal.	X	X	X								
(3) Crater Cross Section All craters shall be filled to provide the specified weld size, except for the ends of intermittent fillet welds outside of their effective length.	X	X	X								
(4) Weld Profiles Weld profiles shall be in conformance with 5.24.	X	X	X								
(5) Time of Inspection Visual inspection of welds in all steels may begin immediately after the completed welds have cooled to ambient temperature. Acceptance criteria for ASTM A 514, A 517, and A 709 Grade 100 and 100 W steels shall be based on visual inspection performed not less than 48 hours after completion of the weld.	X	X	X								
(6) Undersized Welds The size of a fillet weld in any continuous weld may be less than the specified nominal size (L) without correction by the following amounts (U): <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding-right: 20px;">L, specified nominal weld size, in. [mm]</td> <td style="text-align: center;">U, allowable decrease from L, in. [mm]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 3/16 [5]</td> <td style="text-align: center;">≤ 1/16 [2]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/4 [6]</td> <td style="text-align: center;">≤ 3/32 [2.5]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥ 5/16 [8]</td> <td style="text-align: center;">≤ 1/8 [3]</td> </tr> </table> In all cases, the undersize portion of the weld shall not exceed 10% of the weld length. On web-to-flange welds on girders, underrun shall be prohibited at the ends for a length equal to twice the width of the flange.	L, specified nominal weld size, in. [mm]	U, allowable decrease from L, in. [mm]	≤ 3/16 [5]	≤ 1/16 [2]	1/4 [6]	≤ 3/32 [2.5]	≥ 5/16 [8]	≤ 1/8 [3]	X	X	X
L, specified nominal weld size, in. [mm]	U, allowable decrease from L, in. [mm]										
≤ 3/16 [5]	≤ 1/16 [2]										
1/4 [6]	≤ 3/32 [2.5]										
≥ 5/16 [8]	≤ 1/8 [3]										
(7) Undercut (A) For material less than 1 in. [25 mm] thick, undercut shall not exceed 1/32 in. [1 mm], with the following exception: undercut shall not exceed 1/16 in. [2 mm] for any accumulated length up to 2 in. [50 mm] in any 12 in. [300 mm]. For material equal to or greater than 1 in. thick, undercut shall not exceed 1/16 in. [2 mm] for any length of weld. (B) In primary members, undercut shall be no more than 0.01 in. [0.25 mm] deep when the weld is transverse to tensile stress under any design loading condition. Undercut shall be no more than 1/32 in. [1 mm] deep for all other cases.	X										
		X	X								



<p>(8) Porosity (A) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no visible piping porosity. For all other groove welds and for fillet welds, the sum of the visible piping porosity 1/32 in. [1 mm] or greater in diameter shall not exceed 3/8 in. [10 mm] in any linear inch of weld and shall not exceed 3/4 in. [20 mm] in any 12 in. [300 mm] length of weld.</p>	X		
<p>(B) The frequency of piping porosity in fillet welds shall not exceed one in each 4 in. [100 mm] of weld length and the maximum diameter shall not exceed 3/32 in. [2.5 mm]. Exception: for fillet welds connecting stiffeners to web, the sum of the diameters of piping porosity shall not exceed 3/8 in. [10 mm] in any linear inch of weld and shall not exceed 3/4 in. [20 mm] in any 12 in. [300 mm] length of weld.</p>		X	X
<p>(C) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no piping porosity. For all other groove welds, the frequency of piping porosity shall not exceed one in 4 in. [100 mm] of length and the maximum diameter shall not exceed 3/32 in. [2.5 mm].</p>		X	X

Note: An "X" indicates applicability for the connection type; a shaded area indicates non-applicability.

Fuente: (AMERICAN NATIONAL STANDAR , 2015)

En la conexión tipo rígida (vigas principales tipo I) de cada nudo, es posible inspeccionar tres soldaduras (Ver figura 28): patín superior (CJP), patín inferior (CJP), soldadura en el alma (puede ser CJP o filete a cada lado del alma).

Cuando es posible inspeccionar un nudo con cuatro conexiones se registra 12 soldaduras y si el nudo tiene una conexión se registra 3 soldaduras. En inspecciones formales es importante ubicar la posición de cada nudo.

El análisis para cada estructura se realiza por cordón de soldadura inspeccionado, por conexión de cada nudo (gráfico tipo pastel) y se analiza porcentajes de falla por nivel (gráfico de barras horizontales).

En las inspecciones formales, estos dos análisis tienen gran importancia.

- El gráfico tipo pastel sirve para evaluar el desempeño de los soldadores y distinguir con qué mano de obra se cuenta. El código AWS permite y obliga levantar la calificación del soldador si se identifica a la persona que provoca en exceso correcciones o reparaciones de soldadura.
- El gráfico de barras horizontales identifica el proceso de aprendizaje; en el inicio de un proyecto se espera detectar un alto porcentaje de errores, luego las correcciones y reparaciones bajan, pero no llegan a “cero”, al finalizar los proyectos el porcentaje de errores aumenta. Este comportamiento es normal, pero se debe controlar.



Se puede aplicar varios métodos de ensayos no destructivos en las edificaciones inspeccionadas. Para este proyecto se planificó inicialmente aplicar dos métodos: inspección visual y ultrasonido industrial.

No fue necesario aplicar ultrasonido industrial por cuanto en la inspección visual se observó que no se cumplía con soldaduras de penetración completa.

En el presente trabajo se trató de analizar al menos diez construcciones metálicas in situ, consiguiéndose inicialmente los permisos, pero luego los dueños de algunos inmuebles se retractaron, negándonos el acceso a última hora.

Por tratarse de un tema álgido, se logró la inspección y análisis solamente de cinco estructuras, cuyos datos se exponen en este capítulo. Cada estructura inspeccionada, se denomina como E1, E2, E3, E4 y E5.

En forma general, en las estructuras inspeccionadas se encontraron aceros conformados en frío y conformados en caliente, entre los principales están: ASTM A36 en vigas fabricadas y soldadas en taller, ASTM A572 Gr 50 en perfiles laminados en caliente y ASTM A XXX en elementos conformados en frío.

Debido a la imposibilidad de obtener los planos de las estructuras inspeccionadas, se ha creído conveniente mostrar los resultados de cada estructura mediante tablas, en las que se muestran la ubicación de los distintos elementos, tanto en ejes concebidos en ese momento cuanto en los niveles asignados según la altura de la estructura, tipo de conexión, defectos constructivos encontrados y las observaciones para una posible solución de los defectos de soldadura.

El trabajo de campo se lo efectuó con la asistencia de un técnico calificado y experto en materia de soldaduras, cuyas imágenes de inspección en el campo se acompañan en los anexos correspondientes para su veracidad.

Finalmente se efectuó un análisis muy breve de los defectos de concepción en el armado in situ de las estructuras analizadas más relevantes y se hace una propuesta de solución a esos defectos.



3.4.2 INSPECCIÓN DE LA ESTRUCTURA E1

4. Norma de referencia

AWS D1.1 Structural welding code

AWS D1.8 Seismic supplement - Lincoln Electric

AWS D1.3 Sheet Steel Structural Welding Code

La tabla 22 describe las características de la estructura analizada; y, en la tabla 23 se muestran los resultados de los análisis de esta estructura.

Tabla 22. Descripción de las características de la estructura – E1, 2017

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tipo	Vivienda – estructura metálica
Estructura metálica	Columnas, laminado en frío Vigas principales, laminado en caliente Vigas secundarias, laminado en frío Estructura con conexiones rígidas.
Pisos	Cuatro (04)
Cimentación	Hormigón armado
Mampostería	Bloque
Losa	Tipo nova losa (plancha metálica)
Estado en el momento de inspección	En construcción, colocando mampostería

Fuente: Datos de campo

Elaboración: El Autor

Tabla 23. Descripción de la inspección de soldadura en la obra – E1, 2017



NIVEL	TIPO	TIPO DE CONEXIÓN	VT	OBSERVACIONES
+0.00	Columna A2, A3	Aletas de unión de pie de columna inadecuadas. No aplica a ningún tipo de perfil normado de columna. Figura 26	Placa base al ras de columna, no permite soldadura. Soldadura intermitente no uniforme, exceso de separación entre soldaduras.	Reparar: Remover y reemplazar soldadura. Remover ángulos de unión placa base y colocar aletas de unión. Corregir: Completar soldadura intermitente en columnas.
	Columna B2	Placa base – columna.	Mordeduras.	Corregir: Maquillar soldadura
	Columna B4, B3	Placa base – columna. Sin aletas de unión.	No se suelda placa base – columna. Varilla corrugada como calza.	Reparar: Remover varilla y soldar Corregir: Soldar placa base – columna Colocar aletas de unión.
	Columna C3	Placa base – columna. Sin aletas de unión.	Sin placa base, columna apoyada directamente a hormigón.	Reparar: Por el tipo de construcción, estos defectos no son reparables.
	Columna C4	Placa base – columna. Sin aletas de unión.	No se suelda placa base – columna.	Corregir: Soldar placa base – columna Colocar aletas de unión.
+2.70	Columna C3	Placa base – columna.	No se suelda placa base – columna.	Corregir: Soldar placa base – columna.
	Nudo A1	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.	Mordeduras.	Reparar: Soldar patín superior e inferior. Corregir: Maquillar mordeduras.
	Nudo A2	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.	Progresión de soldadura descendente* Mordeduras.	Reparar: Soldar patín superior e inferior. Remover y reemplazar soldadura descendente Corregir: Maquillar mordeduras.



	Nudo A3	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.	Progresión de soldadura descendente*.	<p>Reparar:</p> <p>Soldar patín superior e inferior.</p> <p>Remover y reemplazar soldadura descendente.</p>
	Nudo B4	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.	Progresión de soldadura descendente*.	<p>Reparar:</p> <p>Soldar patín superior e inferior.</p> <p>Remover y reemplazar soldadura descendente.</p>
	Nudo B3	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.	Mordeduras.	<p>Reparar:</p> <p>Soldar patín superior e inferior.</p> <p>Corregir:</p> <p>Maquillar mordeduras</p>
	Nudo B2	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.	Mordeduras Progresión de soldadura descendente*.	<p>Reparar:</p> <p>Soldar patín superior e inferior.</p> <p>Remover y reemplazar soldadura descendente.</p> <p>Corregir:</p> <p>Maquillar mordeduras.</p>
	Nudo de volado	Conexión rígida Longitud aproximada 2.5 metros.	Quemones Se constata un nudo inseguro.	<p>Reparar:</p> <p>Soldar patín superior e inferior.</p> <p>Colocar placa de refuerzo</p> <p>Remover quemones y soldar nuevamente</p>
	Nudo A2	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.	Mordeduras Progresión de soldadura descendente*.	<p>Reparar:</p> <p>Soldar patín superior e inferior.</p> <p>Remover y reemplazar soldadura descendente</p> <p>Corregir:</p> <p>Maquillar mordeduras.</p>
+5.40	Nudo A3	Fuera de norma la viga principal.	Progresión de soldadura descendente* Mordeduras.	<p>Reparar:</p> <p>Remover y reemplazar soldadura descendente.</p> <p>Corregir:</p> <p>Maquillar mordeduras.</p>
	Nudo B3	Fuera de norma la viga principal.	Progresión de soldadura descendente*	<p>Reparar:</p> <p>Remover y reemplazar soldadura descendente.</p>



			Longitud de piernas diferentes. Mordeduras.	Corregir: Maquillar mordeduras y dimensión de piernas.
Nudo B2	Fuera de norma la viga principal.		Longitud de piernas diferentes. Progresión de soldadura descendente*	Reparar: Remover y reemplazar soldadura descendente Corregir: Dimensión de piernas
Nudo A1	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.		Longitud de piernas diferentes. Progresión de soldadura descendente*.	Reparar: Soldar patín superior e inferior. Remover y reemplazar soldadura descendente. Corregir: Dimensión de piernas.
Nudo B1	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.		Longitud de piernas diferentes. Progresión de soldadura descendente*.	Reparar: Soldar patín superior e inferior. Remover y reemplazar soldadura descendente. Corregir: Dimensión de piernas.
Nudo C1	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.		Longitud de piernas diferentes Progresión de soldadura descendente*.	Reparar: Soldar patín superior e inferior. Remover y reemplazar soldadura descendente. Corregir: Dimensión de piernas.
Nudo C2	Conexión rígida, soldadura de patines incompleta.		Longitud de piernas diferentes Progresión de soldadura descendente*.	Reparar: Soldar patín superior e inferior. Remover y reemplazar soldadura descendente. Corregir: Dimensión de piernas.
Vigas secundarias.	---		Longitud de piernas diferentes Concavidad.	Corregir: Dimensión de piernas. Completar cara de soldadura.

Fuente: Datos de Campo

Elaboración: El Autor



* Por diseño de soldadura, las estructuras metálicas se deben soldar con electrodo E7018, al menos los nudos principales; es prohibido la soldadura descendente con este electrodo. Si se utilizó E6011 (Ver 1.3.2 Electrodo de Soldadura), este electrodo es prohibido en estructuras sísmo-resistentes.

Tabla 24. Cordones de soldaduras por nudos – E1, 2017

ITEM	SOLDADURA	
1	Aprobado	1%
2	Corregir	99%
TOTAL		100%

Fuente: Datos de campo

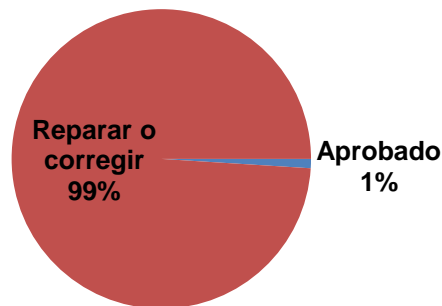


Gráfico 14. Cordones de soldadura por nudos – E1

Fuente: Datos de campo

De la tabla 24 y del gráfico 14 se deduce que el 99% de las soldaduras efectuadas en esta estructura tienen necesidad de ser reparadas. Según la inspección visual apenas el 1% del total de soldaduras es aceptable.

Por el porcentaje de cordones de soldadura para reparar o corregir, se concluye que los soldadores empleados para la construcción de esta estructura no fueron calificados.

Tabla 25. Nudos por nivel – E1

ITEM	NIVEL	APOYOS / NUDOS	
		INSPECCIONADO	DEFECTUOSOS
1	+0.00	7	7
2	+2.70	8	8
3	+5.40	9	9



Fuente: Datos de campo

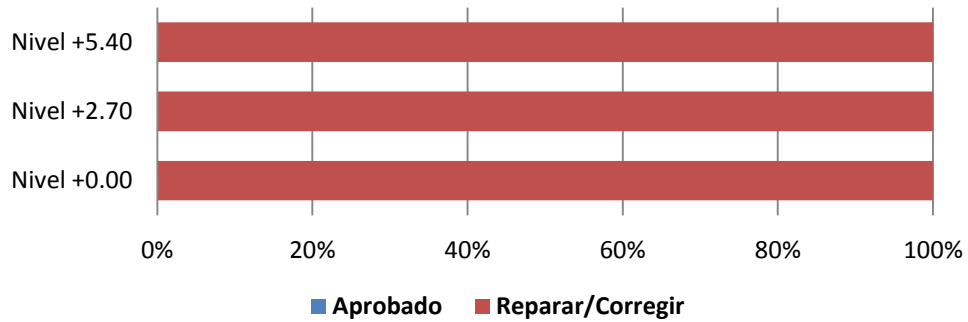


Gráfico 15. Nudos por nivel – E1

Fuente: Datos de campo

Como dato adicional, la tabla 25 y gráfico 15 muestran la cantidad de soldaduras en los nudos analizadas por niveles y los porcentajes de aceptación y reparación. Esta edificación de acero no se montó con dirección técnica adecuada, por lo que las fallas son generalizadas en todos los niveles.

El defecto principal de esta estructura inspeccionada es no haber soldado las juntas a penetración completa (Ver figura 29).



Figura 29. Junta a penetración completa no soldada

Fuente: Fotografía de Campo

El ultrasonido sirve para inspeccionar y detectar defectos dentro de la soldadura, las ondas necesitan un medio donde circular. Al verificar con inspección visual que no hay soldadura, no es necesario aplicar ultrasonido industrial.



Estas conexiones son rígidas y al no soldar los patines de los perfiles I representa un defecto de soldadura grave, el contratista que realiza el montaje no cumple los diseños estructurales.

- **Defectos constructivos considerables en obra. Estructura E1**

Los defectos constructivos críticos en general, se tratan y desarrollan según el siguiente esquema:

- Imagen del defecto constructivo
- Esquema del defecto constructivo y
- Propuesta de solución al defecto constructivo

A. Defecto unión placa base – columna tipo I

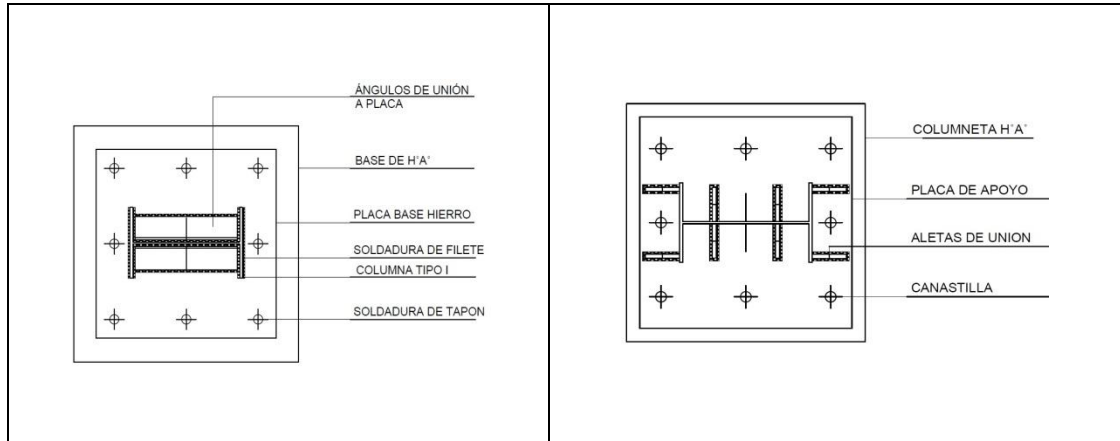


Figura 30. Unión placa base – columna tipo I

Fuente: Fotografía de Campo

En la figura 30 se muestra la imagen del defecto de unión entre placa base y columna tipo I. En la figura 31 se detalla los esquemas de defecto y una propuesta de solución.

ESQUEMA DE UNIÓN PLACA BASE COLUMNA TIPO I	
COMO ESTÁ CONSTRUIDO	PROPUESTA DE SOLUCIÓN



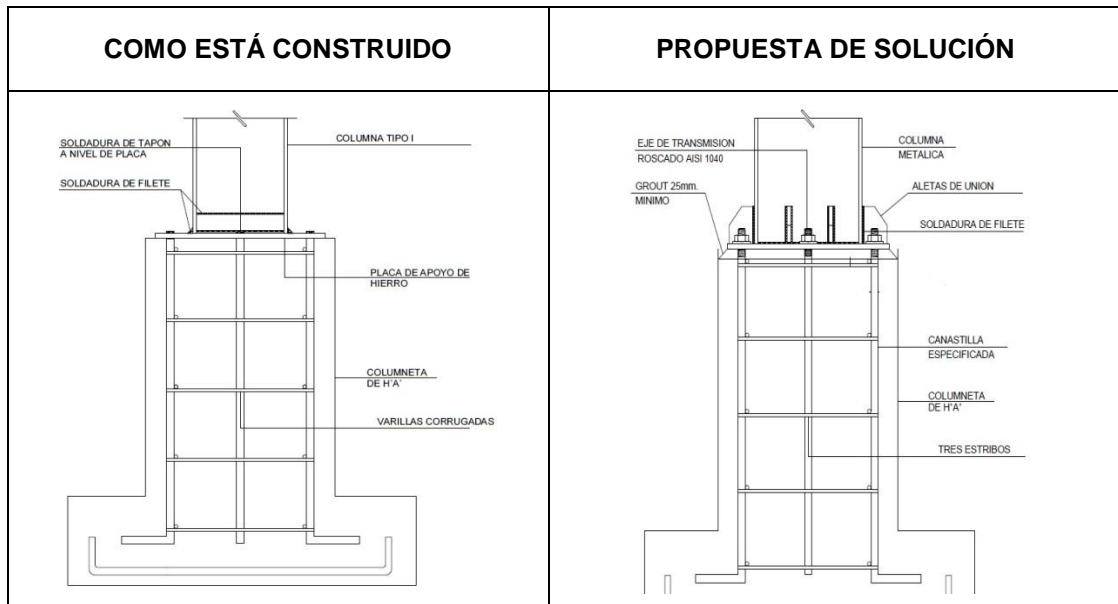


Figura 31. Esquema placa base – columna tipo I

Fuente: El Autor

B. Defecto de unión placa base – columna tipo cajón



Figura 32. Unión placa base – columna tipo cajón

Fuente: Fotografía de Campo

En la figura 32 se presenta la imagen de unión entre la base y la columna con ángulos colocados sin criterio técnico. Se debería colocar aletas de unión a los lados de la columna, para rigidizar la base de la misma.

La placa base sobre la columna de hormigón no es la adecuada, no tiene la dimensión correcta; se encuentra empotrada con varillas corrugadas, mediante soldadura de tapón, el conjunto está fuera de norma.



La sección de columna está conformada por tres perfiles doblados en frío tipo G, unidas con soldadura alterna. Este tipo de columna está fuera de la norma según la NEC.

En la figura 33 se detalla los esquemas de defecto y una propuesta de solución.

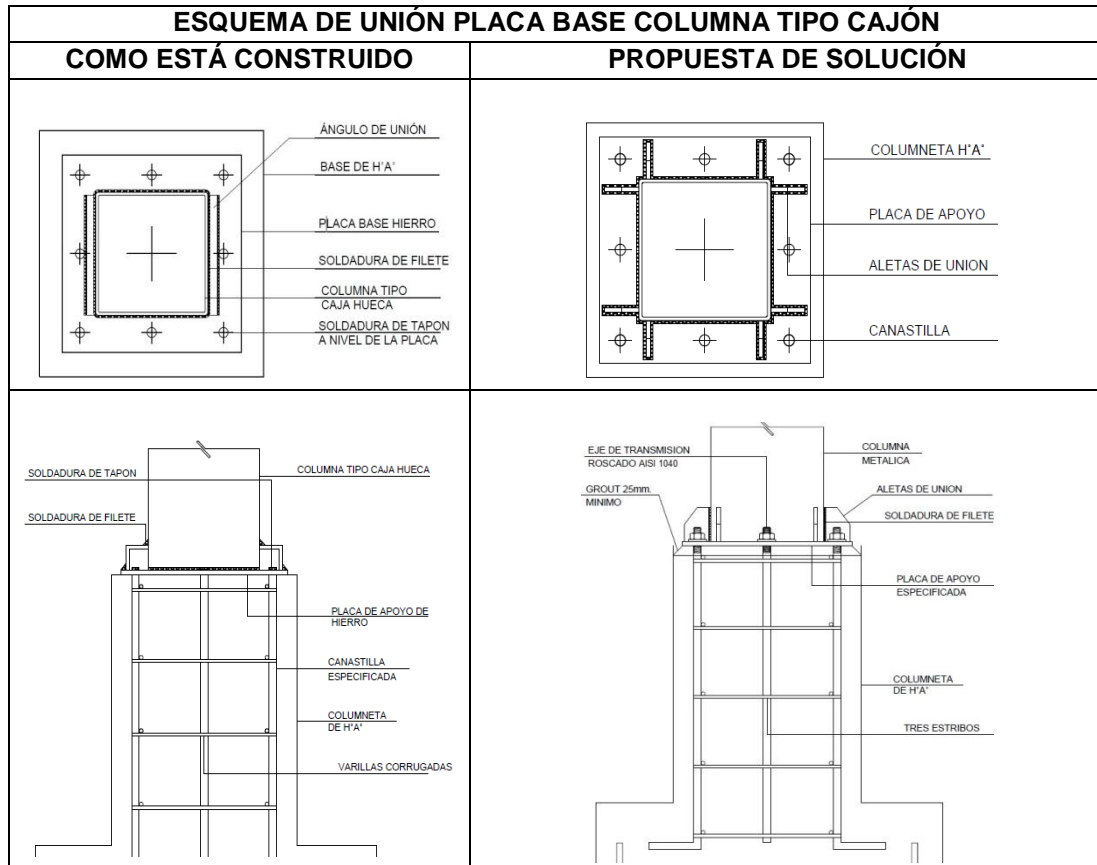


Figura 33. Esquema placa base – columna tipo cajón

Fuente: El Autor

C. Defecto de viga principal de volado



Figura 34. Vigas de volado, tipo I y tipo cajón



Fuente: Fotografía de Campo.

En la figura 34 se muestra una parte de la estructura construida como volado. La estructuración del volado expuesto en la fotografía es defectuosa desde su concepción por cuanto existe una mezcla de secciones tipo I y vigas tipo cajón, situación que, en nuestro concepto, contraviene un diseño estructural racional.

La figura 35 muestra un detalle de la viga tipo I del volado, donde se encontró que solamente se encuentra soldado el alma a la viga principal sin que exista soldadura de los patines.

No existen elementos que ayuden a rigidizar la viga principal en la conexión del volado ni elementos metálicos de refuerzo que ayuden a transmitir de forma correcta los esfuerzos de compresión y tracción que transmite la viga de volado a la viga principal



Figura 35. Conexión de Volado

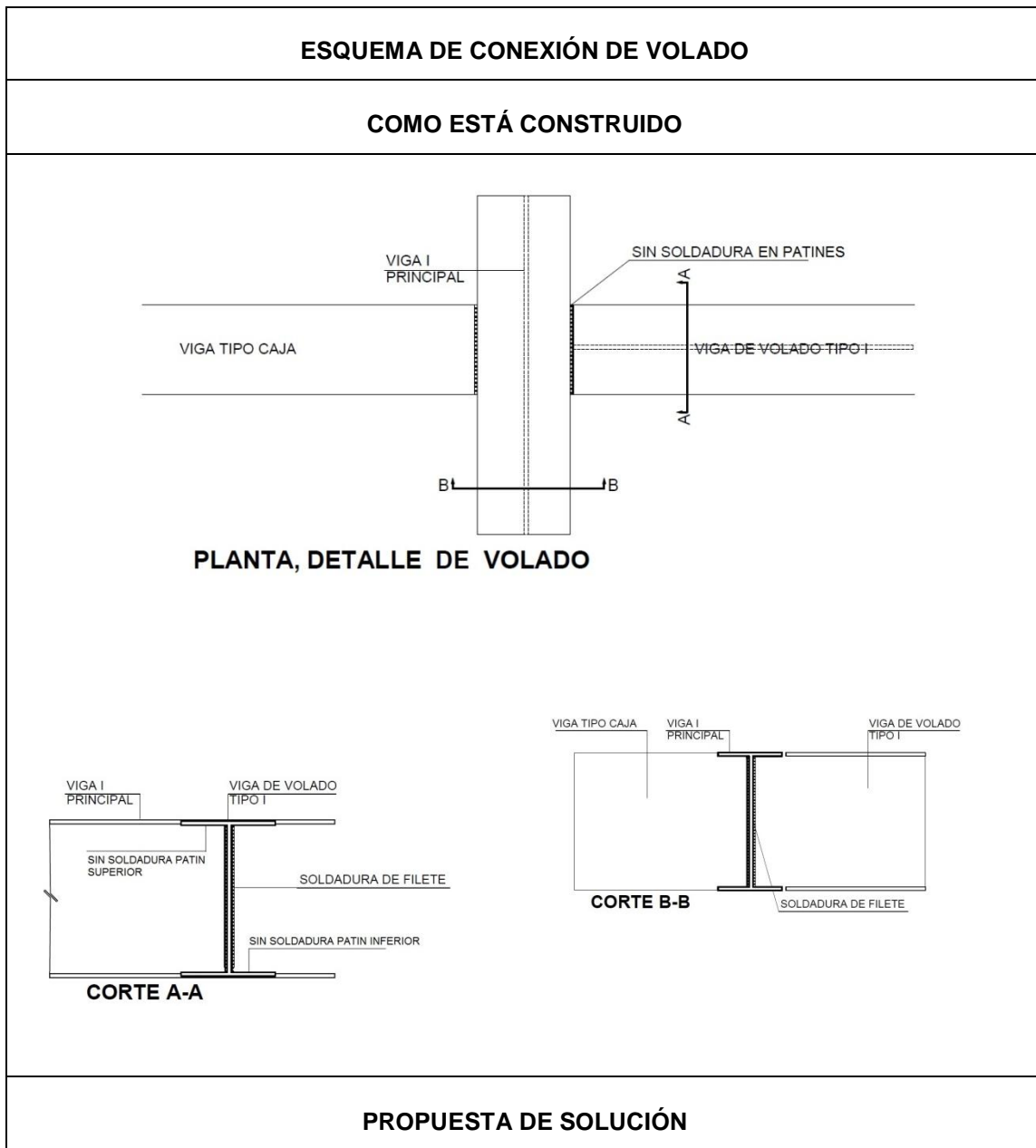
Fuente: Fotografía de Campo

En la figura 36 se propone una solución para el refuerzo y soldadura de vigas en volado de este tipo.

Entre los detalles se propone mejorar mediante una platina de refuerzo que debería ser colocada en la parte superior de la unión del patín con la viga principal con soldadura de filete más la colocación de una placa de refuerzo en el alma de la viga principal para contrarrestar los esfuerzos de torsión y así evitar



el pandeo de la viga principal entre otras cosas que se pudieran implementar como refuerzos.



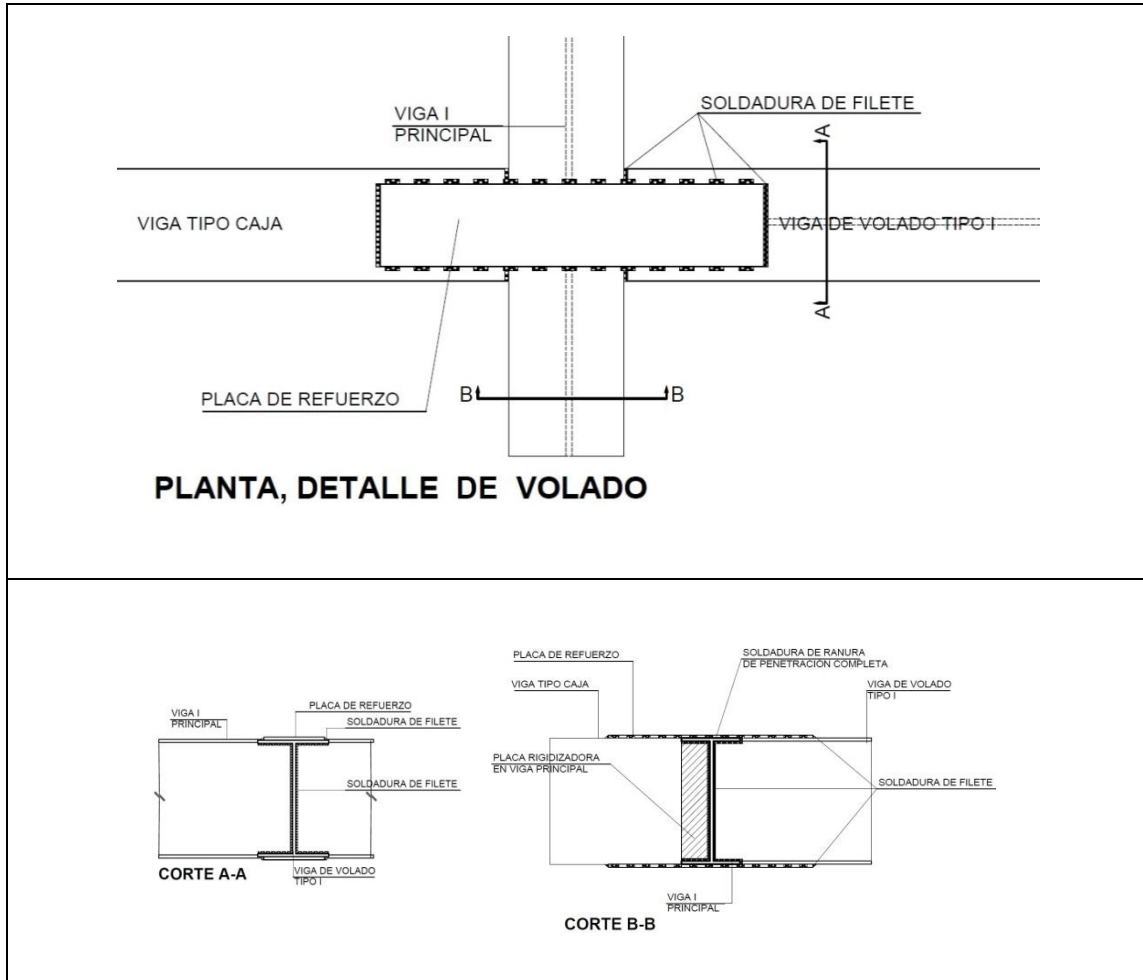


Figura 36. Esquema conexión de volado

Fuente: el Autor

Como comentario se puede añadir que en esta construcción se encontraron varias columnas, vigas principales y vigas en volado con perfiles conformados en caliente, cuyas relaciones de ancho y espesor para estas secciones cumplen con la norma.

4.1.1 ESTRUCTURA E2

En esta estructura se realizaron observaciones de soldadura tanto en las columnas de entrepisos como en la mayoría de los nudos. En las correspondientes tablas y gráficos se exponen los resultados.

En la tabla 26 se presenta las características de la edificación analizada y seguidamente en la tabla 27 se presenta el análisis correspondiente.



Tabla 26. *Características de la estructura – E2*

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tipo	Edificio – estructura metálica
Estructura metálica	Columnas, vigas principales, laminado en frío
Pisos	Cuatro (04)
Cimentación	Hormigón armado
Mampostería	Bloque
Losa	Tipo nova losa (plancha metálica)
Estado en el momento de inspección	En construcción, colocan mampostería

Fuente: Datos de Campo

- **Norma de referencia**

AWS D1.1 Structural welding code

AWS D1.8 Seismic supplement - Lincoln Electric

AWS D1.3 Sheet Steel Structural Welding Code

Tabla 27. *Inspección de soldadura en obra columnas– E2*

NIVEL	TIPO	TIPO DE CONEXIÓN	VT	OBSERVACIONES
	Base de columna	Columna – placa base	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	Base de columna	Columna – placa base	Diferencia catetos Mordeduras	Corregir: Diferencia de catetos y mordeduras
+0.00	Base de columna E5	Columna – placa base	Diferencia catetos Mordeduras	Corregir: Diferencia de catetos y mordeduras
	Base de columna C5	Columna – placa base	Diferencia catetos Mordeduras	Corregir: Diferencia de catetos y mordeduras
	Base de columna E4	Columna – placa base	Diferencia catetos Mordeduras	Corregir: Diferencia de catetos y mordeduras



	Base de columna E3	Columna – placa base	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	Base de columna D4	Columna – placa base	---	Aprobada
	Base de columna D5	Columna – placa base	Diferencia catetos Mordeduras	Corregir: Diferencia de catetos y mordeduras
	Base de columna A1	Columna – placa base	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	Base de columna D3	Columna – placa base	Socavado o mordedura Falta de llenado	Corregir: Mordedura y completar bisel de soldadura
	Base de columna D2	Columna – placa base	Diferencia catetos Falta de llenado	Corregir: Diferencia de catetos y completar bisel de soldadura
	Base de columna D1	Columna – placa base	Falta de llenado	Corregir: Completar bisel de soldadura
	Base de columna C3	Columna – placa base	Mordedura	Corregir: Mordedura
	Base de columna B1	Columna – placa base	Mordedura	Corregir: Mordedura
	Base de columna B2	Columna – placa base	Falta de llenado	Corregir: Completar bisel de soldadura
	Base de columna H3	Columna – placa base	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
+3.00	Base de columna H4	Columna – placa base	Diferencia catetos Falta de llenado	Corregir: Diferencia de catetos y completar bisel de soldadura
	Base de columna F3	Columna – placa base	Falta de llenado	Corregir:



				Completar bisel de soldadura
			Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	Base de columna F4	Columna – placa base	Falta de llenado	Completar bisel de soldadura.
			Mordedura	Maquillar mordedura

Fuente: Datos de Campo

En la tabla 27, como un trabajo adicional, se describe las fallas de soldadura encontradas en columnas que en ese momento estuvieron expuestas.

Tabla 28. *Inspección de soldadura de fabricación columnas – E2*

ENTREPISO	TIPO	TIPO DE CONEXIÓN	VT	OBSERVACIONES
+0.00 a +3.00	Columna E4	A tope	Mordedura	Corregir: Maquillar mordedura
			Falta de llenado	Completar bisel de soldadura.
+5.50 a +8.00	Columna D2	A tope	Mordedura Falta de llenado	Corregir: Maquillar mordedura Completar bisel de soldadura.
	Columna D3	A tope	Mordedura Falta de penetración	Corregir: Maquillar mordedura Completar bisel de soldadura.
	Columna D4	A tope	Mordedura Poros	Corregir: Maquillar mordedura Eliminar poros y soldar.
	Columna E5	A tope	Poros	Corregir: Eliminar poros y soldar..
	Columna E4	A tope	Falta de llenado	Corregir: Completar bisel de soldadura.



Columna E3	A tope	Mordedura Falta de llenado	Corregir: Maquillar mordedura Completar bisel de soldadura.
Columna F3	A tope	Falta de llenado	Corregir: Completar bisel de soldadura.
Columna F4	A tope	Falta de llenado	Corregir: Completar bisel de soldadura.
Columna H3	A tope	Mordedura	Corregir: Maquillar mordedura

Fuente: Datos de Campo



Tabla 29. Soldaduras en columnas – E2

ITEM	SOLDADURA	
1	Aprobado	32%
2	Corregir	68%
TOTAL		100%

Fuente: Datos de Campo

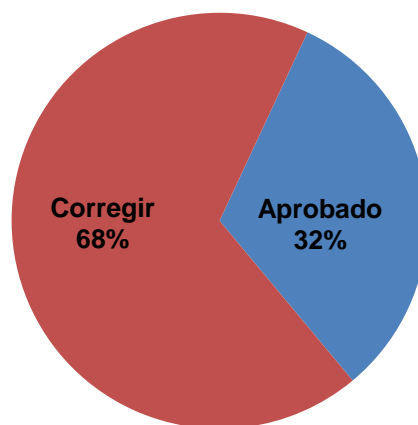


Gráfico 16. Cordones de soldaduras por columnas – E2

Fuente: Datos de Campo

De la tabla 29 y del gráfico 16 se puede observar que el 68% de las soldaduras necesitan corrección y el 32% puede ser considerado como soldaduras aceptables en la elaboración de las columnas. La mayor cantidad de corrección de soldadura es a consecuencia de la diferencia de longitud de catetos en las placas base.

En la tabla 30 se presenta el análisis de las soldaduras efectuadas a los nudos de los diferentes niveles en esta estructura.



Tabla 30. Inspección de soldadura en obra nudos – E2

NIVEL	TIPO	TIPO DE CONEXIÓN	VT	OBSERVACIONES
+3.00	Nudo E5	Viga – columna	Socavación o mordedura	Corregir: Mordedura
	Nudo E4	Viga – columna	---	Aprobada
	Nudo E3	Viga – columna	Diferencia catetos Falta de penetración (CJP)	Reparar: Soldar patines Corregir: Diferencia de catetos
	Nudo D5	Viga – columna	---	Aprobada
	Nudo D4	Viga – columna	Falta de penetración (CJP) Mordedura	Reparar: Soldar patines Corregir: Mordeduras
	Nudo D3	Viga – columna	Mordedura	Corregir: Mordeduras
	Nudo D2	Viga – columna	Mordedura	Corregir: Mordeduras
	Nudo A1	Viga – columna	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	Nudo B1	Viga – columna	Diferencia catetos Falta de penetración (CJP)	Reparar: Soldar patines Corregir: Diferencia de catetos
	+5.50	Nudo A1	Viga – columna	Diferencia catetos Falta de penetración (CJP)
Nudo D1		Viga – columna	---	Aprobado
Nudo D2		Viga – columna	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos



	Nudo B1	Viga – columna	Falta de penetración (CJP)	Reparar: Soldar patines
	Nudo D3	Viga – columna	Falta de llenado	Corregir: Completar bisel de soldadura.
	Nudo C3	Viga – columna	---	Aprobado
	Nudo D4	Viga – columna	Mordedura	Corregir: Maquillar mordedura
	Nudo D5	Viga – columna	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	Nudo E4	Viga – columna	Falta de penetración (CJP)	Reparar: Soldar patines
	Entrepiso E4	Columna	Mordedura Falta de llenado	Corregir: Maquillar mordedura Completar bisel de soldadura.
	Nudo E3	Viga – columna	Mordedura	Corregir: Maquillar mordedura
	Nudo F4	Viga – columna	Falta de penetración (CJP)	Reparar: Soldar patines
	Nudo F3	Viga – columna	Diferencia catetos Mordedura	Corregir: Maquillar mordedura Completar bisel de soldadura.
	Nudo H3	Viga – columna	Falta de penetración (CJP)	Reparar: Soldar patines
	Nudo H4	Viga – columna	Mordedura	Corregir: Maquillar mordedura
	Nudo F6	Viga – columna	---	Aprobado
	Nudo H5	Viga – columna	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
+8.00	Nudo A1	Viga – columna	Diferencia catetos	Reparar: Soldar patines Corregir:



		Falta de penetración (CJP)	Diferencia de catetos
Nudo D1	Viga – columna	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
Nudo B2	Viga – columna	---	Aprobada
Nudo D2	Viga – columna	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
Nudo D3	Viga – columna	Mordedura	Corregir: Maquillar mordedura
Nudo D4	Viga – columna	---	Aprobada
Nudo D5	Viga – columna	---	Aprobada
Nudo E5	Viga – columna	---	Aprobada
Nudo E4	Viga – columna	Diferencia catetos Mordedura	Corregir: Diferencia de catetos Maquillar mordedura
Nudo E3	Viga – columna	---	Aprobada
Nudo F3	Viga – columna	Diferencia catetos Mordedura	Corregir: Diferencia de catetos Maquillar mordedura
Nudo F4	Viga – columna	---	Aprobada
Nudo F6	Viga – columna	---	Aprobada
Nudo H3	Viga – columna	---	Aprobada
Nudo H4	Viga – columna	Diferencia catetos Mordedura	Corregir: Diferencia de catetos Maquillar mordedura
Nudo H5	Viga – columna	Mordedura	Corregir: Maquillar mordedura

Fuente: Datos de Campo



Tabla 31. *Cordones de soldaduras por nudos – E2*

ITEM	SOLDADURA	
1	Aprobado	61%
2	Corregir	39%
TOTAL		100%

Fuente: Datos de Campo

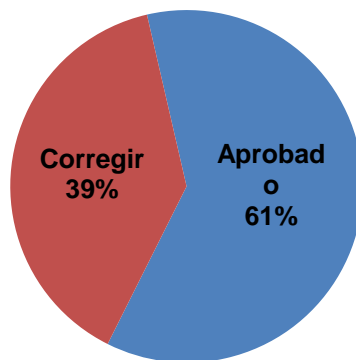


Gráfico 17. Soldaduras por nudos – E2

Fuente: Datos de Campo

La tabla 31 y el gráfico 17 indican el 61% de soldaduras aprobadas que se puede considerar aceptables, el 39% son juntas a penetración completa, es decir, críticas. Todas las juntas críticas se deben reparar.

Tabla 32. *Resumen de datos por nivel – E2*

ITEM	NIVEL	APOYOS / NUDOS	APOYOS / NUDOS
		POR NIVEL	DEFECTUOSOS
1	+0.00	20	19
2	+3.00	9	7
3	+5.50	17	14
4	+8.00	16	8

Fuente: Datos de Campo

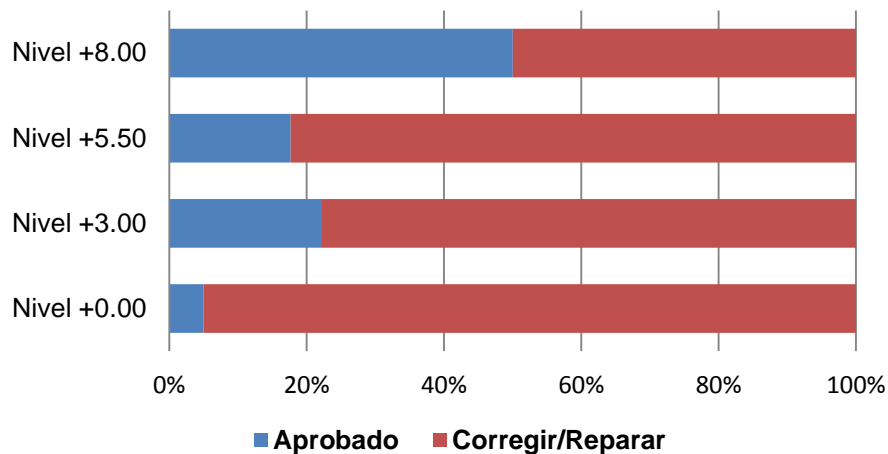


Gráfico 18. Soldadura de montaje por nivel – E2

Fuente: Datos de Campo

Los datos y gráfico no toman en cuenta la inspección de soldadura de columnas de los entrepisos. Nuevamente se hace énfasis en que el objetivo del proyecto es la soldadura de montaje, no de fabricación. Si se inspecciona la soldadura de fabricación, se debe incluir vigas principales, secundarias, rigidizadores de columna, etc. La fábrica debería realizar las correcciones pertinentes de la soldadura.

Por el tipo de defectos detectados, ningún soldador es calificado. A cada nivel baja el porcentaje de correcciones, sin embargo, los errores llegan al 50% de lo ejecutado. El máximo porcentaje de falla es del 95%.

La estructura no tiene dirección técnica adecuada, los niveles de error son consistentes, las reparaciones críticas son de especial consideración.

El ultrasonido se aplica una vez realizada la inspección visual. Si visualmente se verifica que en una conexión rígida no se suelda los patines, se suelda trozos de varillas para que llegue el patín a la columna o se utiliza electrodo E6011, las juntas a penetración completa no son de buena calidad (Ver figura 37), por lo tanto, no es necesario aplicar ultrasonido. Este defecto constructivo es grave.



Figura 37. Juntas a penetración completa de mala calidad

Fuente: Fotografía de Campo

El defecto recurrente en la unión columna – placa base es la diferencia de catetos que se produce por una mala técnica del soldador en posición horizontal (Ver figura 38).

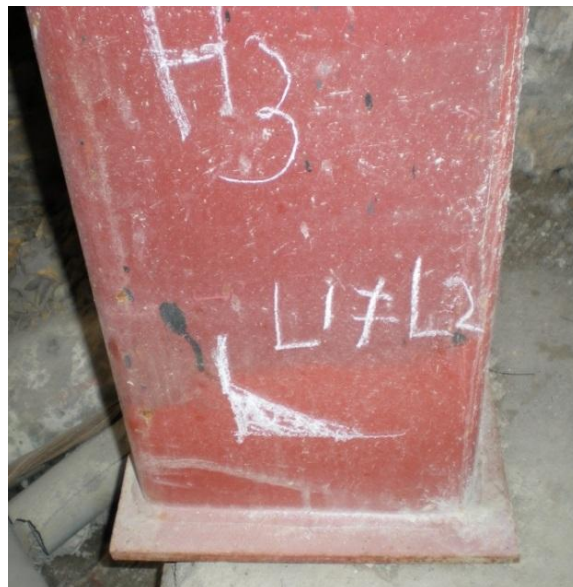


Figura 38. Defecto de soldadura en unión placa base – columna

Fuente: Fotografía de Campo

- **Defectos constructivos considerables en obra. Estructura E2**

Los defectos constructivos considerables, se tratan y desarrollan según el siguiente esquema:



- Imagen del defecto constructivo
- Esquema del defecto constructivo y
- Propuesta de solución al defecto constructivo

A. Defecto unión placa base – columna



Figura 39. Unión placa base - columna

Fuente: Fotografía de Campo

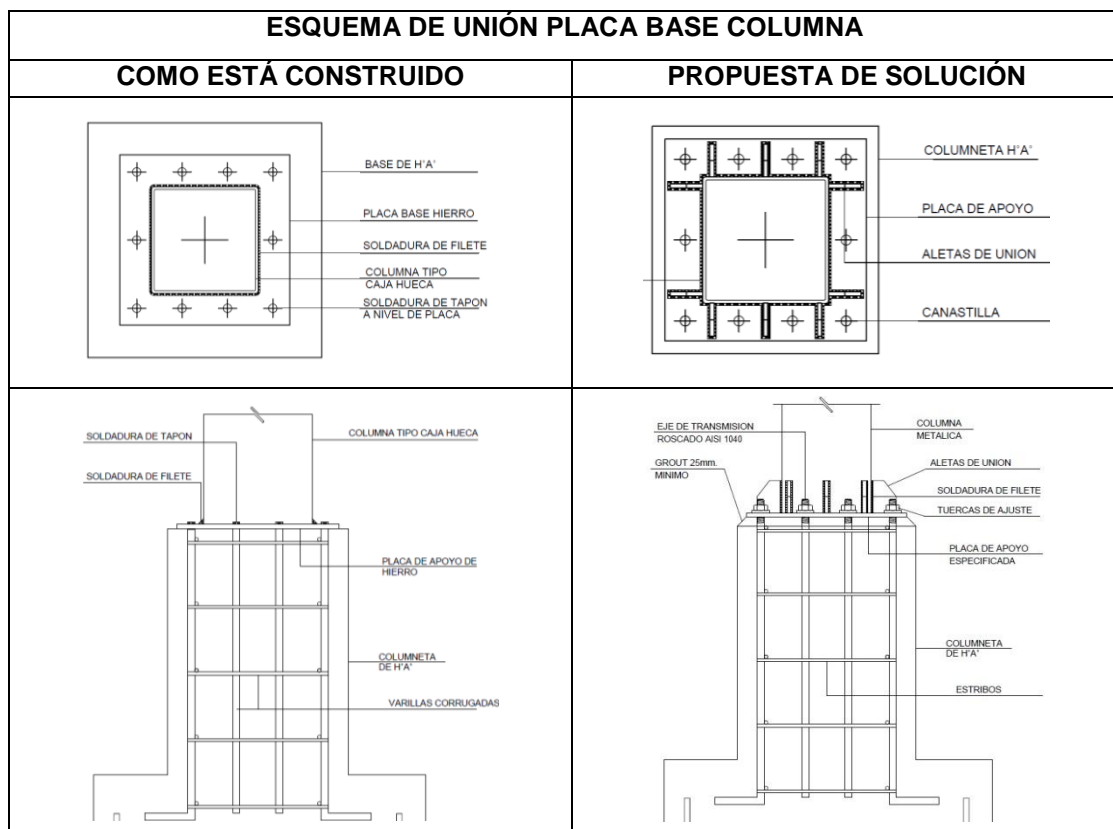


Figura 40. Esquema de unión placa base – columna

Fuente: Fotografía de Campo

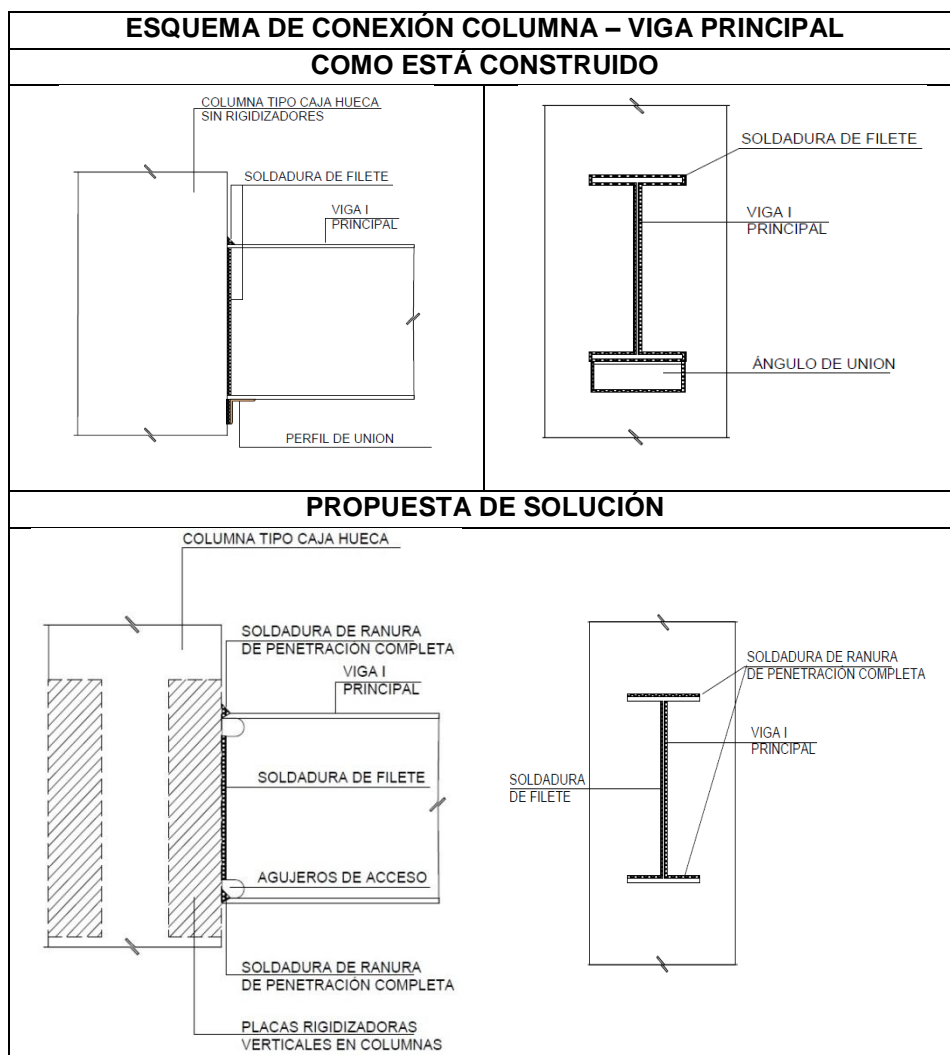


B. Defecto de conexión columna – viga principal



Figura 41. Conexión columna – viga principal

Fuente: Fotografía de Campo



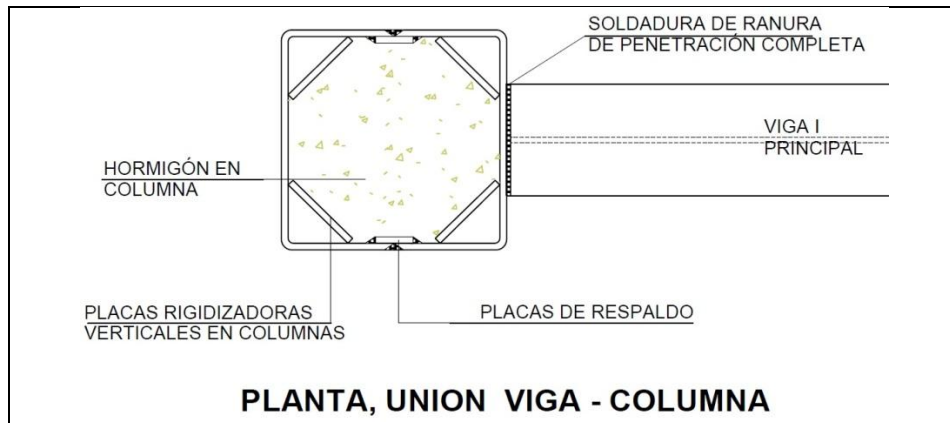


Figura 42. Esquema conexión columna – viga principal

Fuente: Fotografía de Campo

4.1.2 ESTRUCTURA E3

Esta edificación se encuentra construida al momento hasta el primer piso con hormigón armado y sobre las columnas en este nivel, que no tienen vigas de amarre, se ha levantado tres niveles con estructura metálica, siendo sus anclajes la misma varilla corrugada que sobresale de las columnas de hormigón.

Por lo tanto, esta estructura no cumple con la NEC, desde su concepción como diseño. Se procede con la inspección de soldadura por investigación del proyecto.

En la tabla 33 se expone las características de la estructura y en la tabla 34 el análisis de la soldadura efectuado.

Tabla 33. Características de la estructura – E3

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tipo	Edificio – estructura metálica
Estructura metálica	Columnas, vigas principales, laminado en frío a partir de segunda planta
Pisos	Cuatro (04)
Cimentación	Hormigón armado
Mampostería	Bloque, primer piso
Losa	Tipo nova losa (plancha metálica)
Estado en el momento de inspección	En construcción



Fuente: Datos de Campo

• **Norma de referencia:**

AWS D1.3 Sheet Steel Structural Welding Code.

Tabla 34. *Inspección de soldadura en obra – E3*

NIVEL	NUDO	TIPO DE CONEXIÓN	VT	OBSERVACIONES
+6.00	E1	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	E2	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	E3	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	D1	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	D3	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	D4	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	C1	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	C3	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	B1	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	A3	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos



	A4	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	E2	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	E3	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	E4	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	D1	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	D3	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	D4	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
+9.00	C1	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	C3	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	C4	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	C5	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	B1	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	A2	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos



	A4	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	E2	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	E3	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	E4	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	D1	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	D3	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	D4	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
+12.00	C3	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	C2	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	C1	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	B1	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado
	A3	Fuera de norma la viga principal	Diferencia catetos	Corregir: Diferencia de catetos
	A4	Fuera de norma la viga principal	---	Aprobado

Fuente: Datos de Campo



Tabla 35. Cordones de soldaduras por nudos – E3

ITEM	SOLDADURA	
1	Aprobado	54%
2	Corregir	46%
TOTAL		100%

Fuente: Datos de Campo

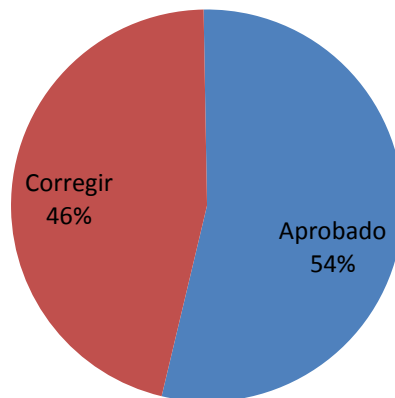


Gráfico 19. Resumen cordones de soldaduras por nudos.

Fuente: Datos de Campo

En la tabla 35 y del gráfico 19 se desprende que el 54% de soldaduras analizadas es aceptable en relación al 46% que debe ser corregida. El principal error por corregir es la diferencia de catetos, a consecuencia de la mala técnica de soldadura.

Tabla 36. Soldadura de nudos por nivel – E3

NIVEL	APOYOS / NUDOS	
	INSPECCIONADOS	DEFECTUOSOS
	POR NIVEL	
+6.00	11	8
+9.00	13	8
+12.00	12	7

Fuente: Datos de Campo

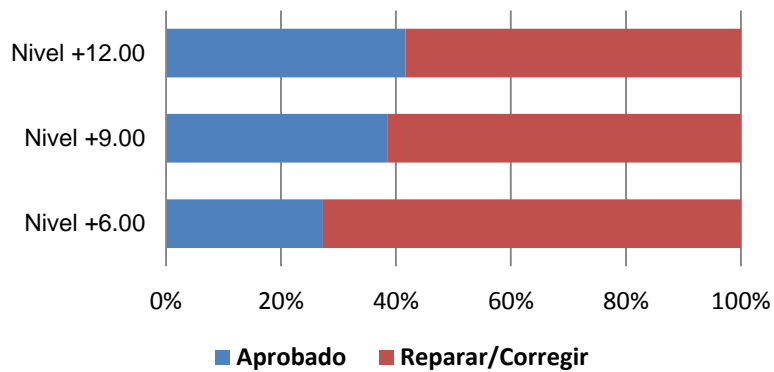


Gráfico 20. Discontinuidades en nudos por nivel – E3

Fuente: Datos de Campo

En nuestra opinión esta edificación posee algunos defectos de diseño estructural como constructivos siendo el más crítico la transición hormigón – estructura metálica. El empotramiento de las placas metálicas a la base de hormigón es totalmente inadecuado.

Otro defecto que se detectó fue que el electrodo utilizado en la soldadura es el E6011 y se lo realizó en más del 90% de la estructura; este electrodo no se utiliza en estructuras sismo – resistentes.

El defecto de la soldadura común es la concavidad, que se produce por mala técnica del soldador en posición vertical descendente con ese aporte.

Es recomendable la inspección con ultrasonido industrial en elementos con espesores iguales o mayores a 6 mm. En esta estructura al estar casi todos sus elementos expuestos, por ejemplo, las vigas principales son de tipo caja metálica doblado en frío, con espesores menores que 6mm, por lo tanto, técnicamente no es factible aplicar el ultrasonido.

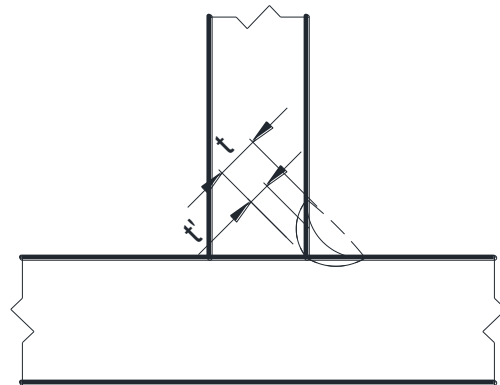
En esta estructura es evidente que no se levantó con dirección técnica en ningún proceso de construcción: diseño, fabricación, montaje e inspección.

Otro defecto recurrente en esta estructura es la convexidad en los cordones de soldadura verticales, que se produce por mala técnica del soldador, al aplicar mucha velocidad en la progresión descendente. Cuando la junta es en T y la soldadura es en filete, los cálculos estructurales toman en cuenta la garganta de

la soldadura (t), la convexidad reduce la resistencia del cordón de la soldadura y se genera una garganta insuficiente (t'), figuras 43 (a y b).



a) Soldadura en obra



b) Diferencia garganta solicitada (t) y garganta realizada (t')

Figura 43. Convexidad en soldadura vertical

Fuente: Fotografía de Campo

- **Defectos constructivos considerables en obra. Estructura E3**

Los defectos constructivos considerables, se tratan y desarrollan según el siguiente esquema:

- Imagen de defecto constructivo
- Esquema de defectos constructivos y
- Propuesta de solución al defecto constructivo

A. Defecto unión columna – placa base



Figura 44. Unión columna – placa base



Fuente: Fotografía de Campo

Se hace hincapié en algunos defectos constructivos con el propósito de sacar a la luz principalmente los errores de diseño que se están cometiendo en la realidad.

- Defectos constructivos en la obra civil: mal encofrado de la columna, mala vibración de la mezcla al fundir la columna, por las características de la columna terminada es muy probable que la confección del hormigón se realizó a mano. (Ver figura 44)
- Defecto constructivo en la obra mecánica: varilla corrugada de las columnas, utilizada como anclaje; se une la varilla de anclaje a la placa base con soldadura de tapón y las vigas principales se conectan a la columna y a la placa base. (Ver figura 45)



Figura 45. Transición columna de hormigón – columna metálica

Fuente: Fotografía de Campo

Las consecuencias en este tipo de estructuras pueden ser catastróficas en eventos sísmicos.



Exponer un tipo de solución para este caso, es complejo, se debería analizar varias alternativas, cargas, requerimientos del inmueble, modelar, etc.

Se requiera de un trabajo completo para analizar y proponer soluciones idóneas para el reforzamiento de toda esta estructura; a continuación, se propone una solución esquemática columna-placa, (ver figura 46).

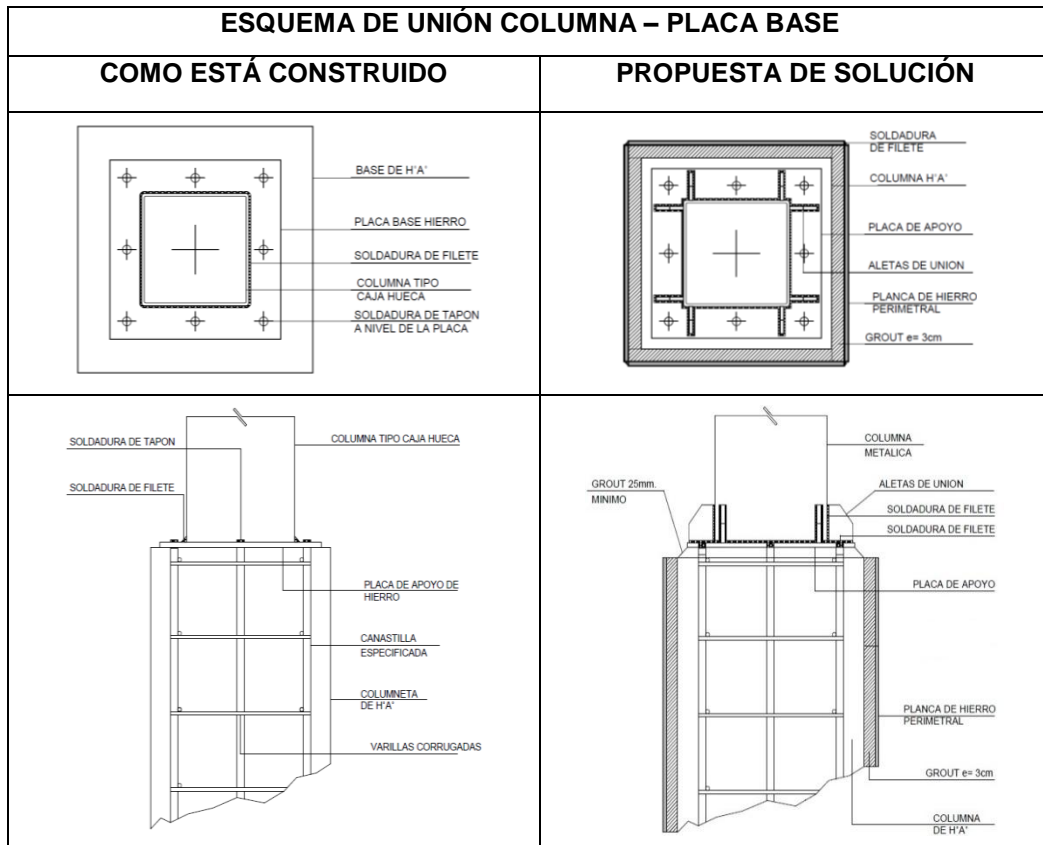


Figura 46. Esquema unión columna – placa base

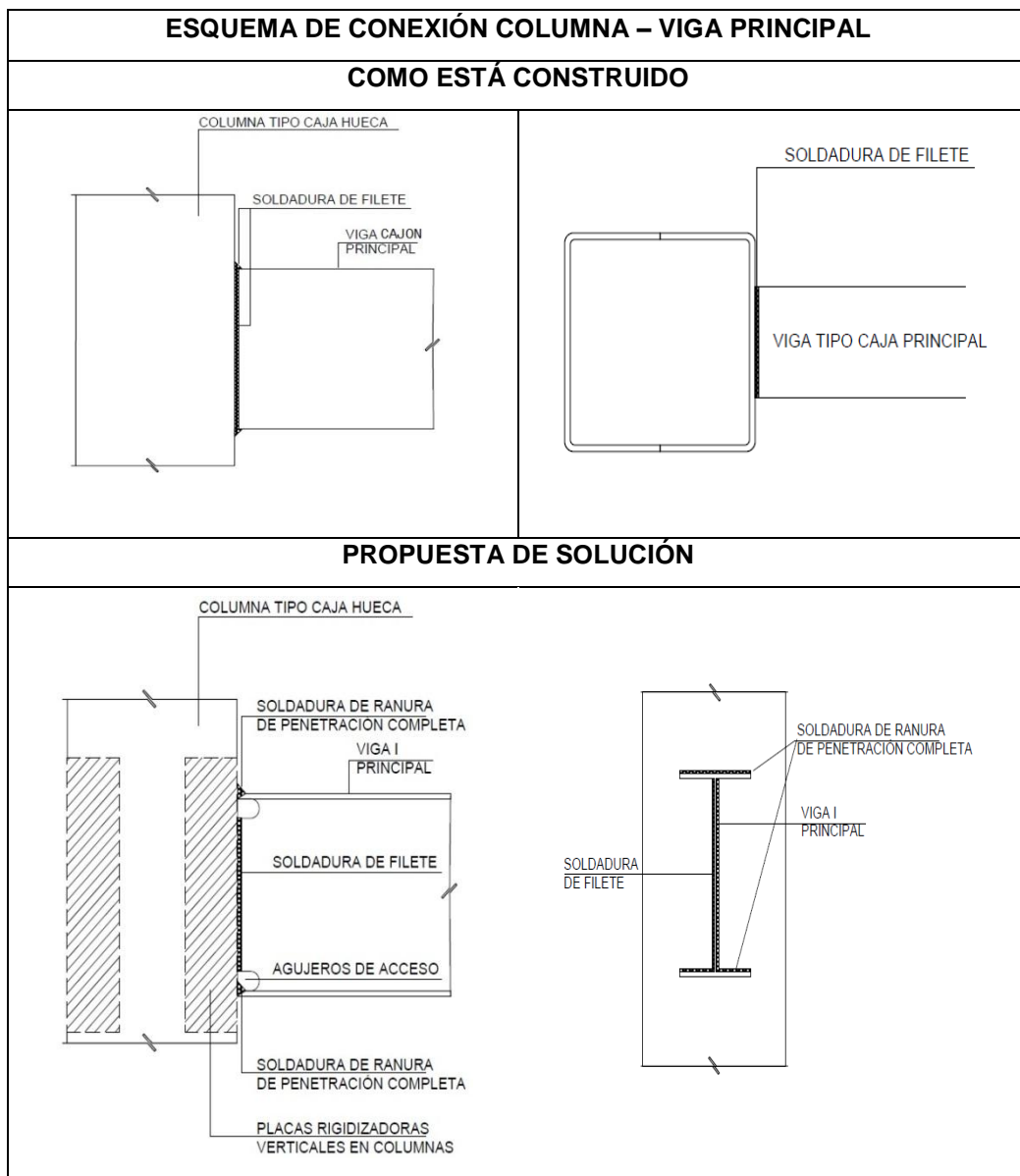
Elaboración: El Autor

B. Defecto conexión columna – viga principal



Figura 47. Conexión columna – viga principal

Fuente: Fotografía de Campo



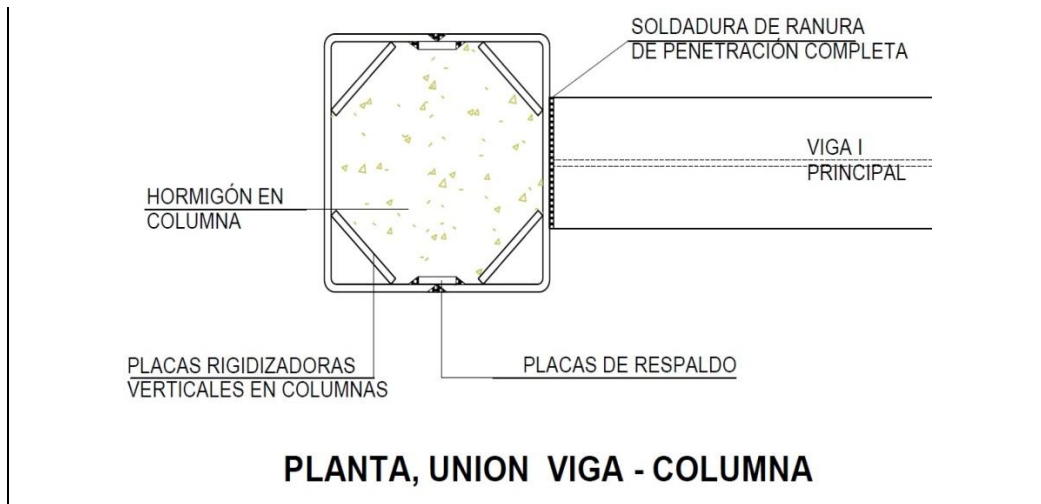


Figura 48. Esquema conexión columna – viga principal

Fuente: El Autor

C. Defecto transición columna – columna



Figura 49. Transición columna – columna

Fuente: Fotografía de Campo

ESQUEMA DE TRANSICIÓN COLUMNA – COLUMNA	
COMO ESTÁ CONSTRUIDO	PROPUESTA DE SOLUCIÓN
<p>PLACA DE TRANSICION SOLDADURA DE FILETE PERIMETRAL VIGA PRINCIPAL TIPO CAJA</p>	<p>Soldadura de ranura a penetración completa con placa de respaldo Viga I - Principal Hormigón dentro de la columna Soldadura de ranura a penetración completa Placas rigidizadoras verticales.</p> <p style="text-align: center;">CONEXIÓN VIGA - COLUMNA PLANTA</p>

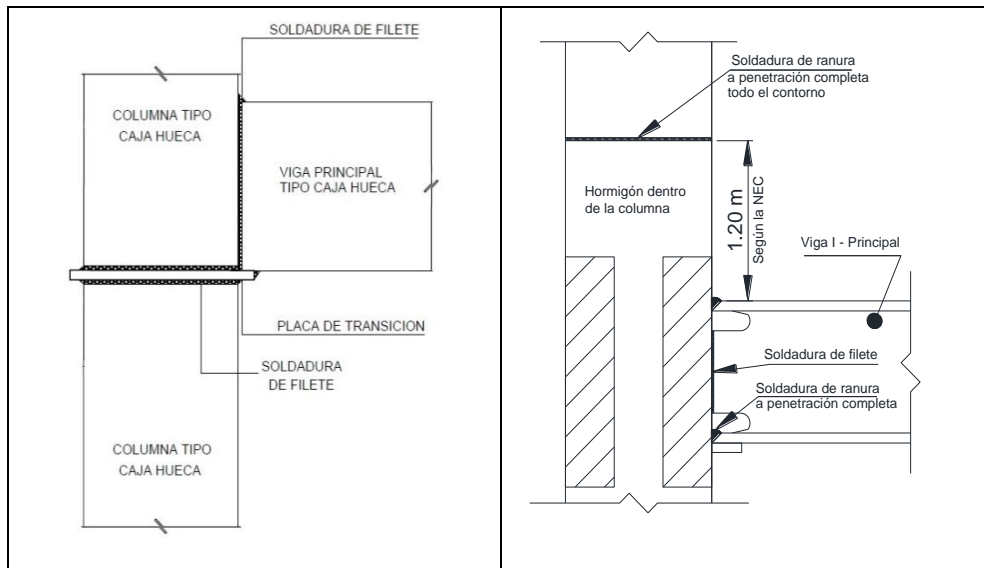


Figura 50. Esquema transición columna – columna

Elaboración: El Autor

4.1.3 ESTRUCTURA E4

Se trata de una estructura que sirve actualmente como parqueadero con tres pisos.

Los dos pisos inferiores son de hormigón y el tercer nivel restante se encuentra construido íntegramente con estructura metálica. En la tabla 37 se encuentran tabuladas las características de la edificación y en la tabla 38 los análisis de las soldaduras.

Tabla 37. Características de la superestructura – E4.

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tipo	Parqueadero – estructura metálica
Estructura metálica	Columnas, vigas principales, laminado en frío
Pisos	Tres (03)
Cimentación	Hormigón armado
Mampostería	Bloque perimetral



Losas H. A. y Nova losa

Estado en el momento de inspección En operación

Fuente: Datos de Campo

Elaboración: El Autor

• **Norma de referencia:**

AWS D1.1 Structural welding code

AWS D1.8 Seismic supplement - Lincoln Electric

Tabla 38. *Inspección de soldadura en obra – E4*

NIVEL	TIPO	TIPO DE CONEXIÓN	VT	OBSERVACIONES
+7.00	A3	Viga – viga – placa base	Diferencia catetos Poros Mordeduras	Corregir /Reparar
	A2	Viga – viga – placa base	Diferencia catetos Poros Mordeduras Progresión descendente	Corregir /Reparar
	A1	Viga – viga – placa base	Poros Progresión descendente	Corregir /Reparar
	B3	Viga – viga – placa base	Diferencia catetos Poros Mordeduras Progresión descendente	Corregir /Reparar
	B2	Viga – viga – placa base	Diferencia catetos Mordeduras	Corregir /Reparar
	B1	Viga – viga – placa base	Poros Mordeduras	Corregir /Reparar



C2	Viga – viga – placa base	Diferencia catetos Progresión descendente	Corregir /Reparar
C2'	Viga – viga – placa base	Diferencia catetos	Corregir /Reparar
C1	Viga – viga – placa base	Progresión descendente	Corregir /Reparar
C1'	Viga – viga – placa base	Poros Mordedura Progresión descendente	Corregir /Reparar
D2	Viga – viga – placa base	Mordeduras Progresión descendente	Corregir /Reparar
D2'	Viga – viga – placa base	Progresión descendente	Corregir /Reparar

Fuente: Datos de Campo

Elaboración: El Autor

Tabla 39. Inspección de soldadura fabricación vigas – E4

NIVEL	REFERENCIA	TIPO DE VIGA	VT	OBSERVACIONES
+7.00	Concurre nudo A3	I	Diferencia catetos Mordeduras	Corregir
	Concurre nudo A1	I	Diferencia catetos Mordeduras	Corregir
	Concurre Nudo B2	I	Diferencia catetos Mordeduras	Corregir
	Concurre Nudo C2	I	Diferencia catetos	Corregir

Fuente: Datos de Campo

Tabla 40. Cordones de soldaduras nudos – E4

ITEM	SOLDADURA
------	-----------



1	Aprobado	0%
2	Corregir	100%
TOTAL		100%

Fuente: Datos de Campo

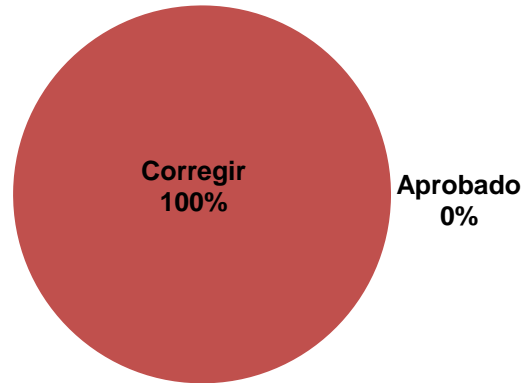


Gráfico 21. Cordones de soldaduras por nudo – E4

Fuente: Datos de Campo



En la tabla 40 y el gráfico 21, se puede observar que el 100% de las soldaduras de los nudos de esta edificación deben ser corregidos. Se desprende de aquí, que la mano de obra no es calificada como exigen las normas.

Tabla 41. Resumen de datos por nivel – E4

NIVEL	APOYOS / NUDOS	
	INSPECCIONADO POR NIVEL	DEFECTUOSOS
+7.00	9	9

Fuente: Datos de Campo

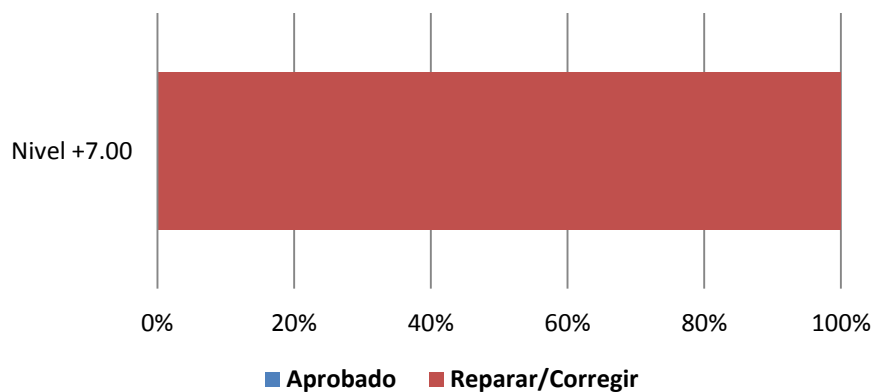


Gráfico 22. Discontinuidades en nudos por nivel – E4

Fuente: Datos de Campo

Se observa una mala técnica del soldador en posición vertical, sobre cabeza y horizontal.

La estructura metálica tiene poca o ninguna dirección técnica en los procesos de fabricación y montaje. La estructura se encuentra en funcionamiento.

Los principales defectos de esta mano de obra es la diferencia de catetos, mordeduras y progresión inadecuada. Las mordeduras son de especial atención.

Los defectos de soldadura en esta estructura son recurrentes, así por ejemplo en la figura 51 se muestra un nudo donde se puede observar defectos acumulados de soldadura: calza con varilla en patines superiores; por efecto de la progresión descendente, el cordón de la soldadura de filete es convexo



afectando la garganta, diferencia de catetos en patín inferior a consecuencia de la mala técnica en la soldadura sobre cabeza, concavidad excesiva en soldadura de patín inferior en posición horizontal; en la unión de alma y patín con viga se detecta la soldadura fuera de parámetros regulares para GMAW con tramos de viga no soldados.



Figura 51. Errores generalizados de estructura E4

Fuente: Fotografía de Campo

Toda soldadura de montaje se debe corregir o reparar según sea el caso

4.1.4 ESTRUCTURA E5

Se trata de una edificación construida con cimentación de hormigón armado, en la parte superior íntegramente conformada por estructura metálica. Consta de tres bloques de 30 metros de longitud cada uno, en la parte frontal de la edificación posee tres niveles y en su parte posterior cuatro.

En la tabla 42 se informa las características principales del edificio y en la tabla 43 se describe únicamente el análisis de las soldaduras defectuosas que se encontraron al realizar un análisis de la calidad de la soldadura en los diferentes niveles del edificio. Se ha creído conveniente no tabular el resultado de todo el análisis, la información se encuentra en los anexos, además, sería repetitivo y no tendría mucho interés.



Tabla 42. *Características estructura – E5*

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tipo	Centro de enseñanza
Estructura metálica	Columnas, laminado en frío Vigas principales, fabricadas
Pisos	Tres bloques
Cimentación	Hormigón armado
Mampostería	Bloque
Losa	Tipo nova losa (plancha metálica)
Estado en el momento de inspección	En funcionamiento

Fuente: Datos de Campo

• **Norma de referencia:**

AWS D1.1 Structural welding code

AWS D1.8 Seismic supplement - Lincoln Electric

Tabla 43. *Inspección de soldadura en obra – E5*

NIVEL	TIPO DE CONEXIÓN	No. SOLDADURAS APROBADAS	VT	OBSERVACIONES
+3.00	Viga - Columna	25	Quemón Diferencia de cateto Calza en el alma	Corregir: Perfilar soldadura Diferencia de cateto
+6.00	Viga - Columna	38	Mordedura Diferencia de cateto Calza en el alma	Corregir: Maquillar mordedura Diferencia de cateto
+9.00	Viga - Columna	41	Diferencia de cateto	Corregir: Diferencia de cateto
+12.00	Viga - Columna	17	Quemón Calza en el alma	Corregir: Perfilar soldadura

Fuente: Datos de Campo



Tabla 44. *Cordones de soldadura – E5*

ITEM	SOLDADURA	
1	Aprobado	90%
2	Corregir	10%
TOTAL		100%

Fuente: Datos de Campo

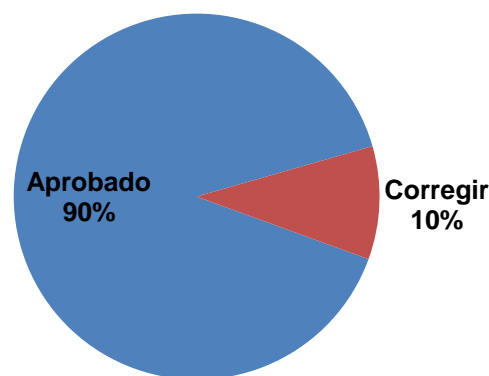


Gráfico 23. *Cordones de soldadura – E5*

Fuente: Datos de Campo

La tabla 44 y gráfico 23 muestran el 90% de soldadura aceptada como de calidad y el 10% de soldaduras defectuosas. De este porcentaje, el 4.5% es consecuencia de la colocación de calzas en la obra por los defectos de construcción de vigas en el taller; cuando en la obra es necesario aumentar la longitud de las vigas, se aumenta las dimensiones, con calzas.

A manera de comentario, no es necesariamente un defecto la calza, cuando se realiza de forma apropiada, es decir se puede colocar extensiones de viga. Se rechaza cuando se coloca varilla corrugada o cualquier elemento extraño a la viga para llegar a la columna, esta situación es considerada normal en nuestro medio.

La calza es un defecto dimensional, si se detecta en la etapa de fabricación de las vigas, no se rechaza la viga, se repara. Se corta y se coloca placas para alcanzar las dimensiones requeridas. En otras ocasiones, a consecuencia de



errores en la implantación de cimientos, la dimensión entre columnas varía, ocasionando que las vigas ya no correspondan a los planos, algunas quedan muy cortas y otras muy largas. En este caso se corta y coloca placas para alcanzar las dimensiones requeridas en la obra. Toda dimensión en la obra mecánica se mide en milímetros.



Figura 52. Calza en el alma para llegar a la columna

Fuente: Fotografía de Campo

Considerando lo expuesto en el párrafo anterior, el porcentaje real de la soldadura sería:

- Aprobado 94.5%
- Diferencia de catetos y quemones 2.2% cada uno
- Mordedura 1.1%.

La fabricación, montaje e inspección de esta edificación se realizó antes de ser obligatorio el uso de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Esta obra es una muestra, en nuestro medio, de un proceso de calidad para obtener edificaciones seguras, cumpliendo los códigos y normas nacionales e internacionales. Se anexa a la tesis parte de la documentación generada por el control de calidad de soldadura realizado en el proceso de montaje.

Dentro de la documentación generada para este proyecto se encuentra:

- Procedimientos de soldadura (WPS).
- Registros de calificación del personal de soldadura (WPQ).



- Procedimientos de inspección.
- Registro de inspecciones.
- Mapas de soldadura.
- Informes técnicos.
- Acta de liberación de soldadura.

4.2 RESUMEN DEL CAPÍTULO III

En este capítulo se obtienen los datos de campo, con la inspección de algunas estructuras metálicas en nuestro medio, para su posterior análisis. Se elaboró un cronograma de inspección de las diferentes estructuras metálicas, en donde se utilizan o se ha utilizado mano de obra local. Se efectúa inspección de soldadura, en especial de las conexiones soldadas en campo, columna – placa base y viga – columna por ser consideradas las más críticas en las estructuras de este tipo de edificaciones.

Se planificó utilizar dos métodos de ensayo no destructivo: inspección visual e inspección con ultrasonido industrial. Luego de realizar la inspección visual sobre todo en las cuatro primeras estructuras, fue evidente el estado crítico de las soldaduras, por lo que no fue necesario aplicar ultrasonido industrial.

Cada construcción metálica inspeccionada se registra con fotografías, para posteriormente conformar tablas en las que se describe ubicaciones de soldaduras, defectos de soldadura y mejoras o reparaciones necesarias que se deberían realizar en los diferentes cordones de soldadura, para tener algún grado de seguridad.

Se detectó no solamente defectos de soldadura, se observa también que existe en cada estructura inspeccionada defectos constructivos, se describe cada error de construcción y se propone una posible solución.

Para obtener construcciones metálicas con calidad de soldadura es necesario generar para cada edificación: procedimientos de soldadura (WPS), registros de calificación del personal de soldadura (WPQ) y registro de inspecciones.



CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DEL DOSSIER DE CALIDAD

El Dossier de Calidad es un conjunto de documentos, informes técnicos, inspecciones y certificados, que garantizan al cliente una construcción de calidad. El alcance del Dossier de calidad se establece desde el inicio de una obra.

Está dirigido a profesionales del sector público y privado, con el propósito de apoyar el control de la construcción de estructuras metálicas, en el proceso de montaje, así como también para contribuir a mantener un registro técnico por parte del ente regulador, como serían los GAD Municipales, en todo el montaje de estructuras metálicas de nuestro medio.

La principal referencia en la elaboración del presente “Dossier de Calidad” es la NEC – Norma Ecuatoriana de la Construcción complementada con la ANSI/AISC 360-10.

Se espera que el mismo, sea un aporte para los dueños de inmuebles, inversionistas de proyectos, arquitectos e ingenieros responsables de la dirección técnica y trabajadores de la construcción para contribuir de forma responsable al desarrollo de las edificaciones metálicas.

Para que sea obligatorio elaborar el dossier de calidad, es necesario que éste forme parte de los contratos firmados entre el dueño del proyecto y el contratista.

De lo analizado en el capítulo anterior se desprende que en la actualidad las construcciones no cumplen la normativa vigente; en relación a la forma como se construye actualmente; cuando los GADS Municipales podrían hacer cumplir la NEC, implicaría un incremento de costos a lo largo de todo el proceso constructivo.

En este sentido se aboga por la contratación de profesionales especializados del sector, es posible que se incrementen algunas cantidades de obra y se incrementen los costos en beneficio de cumplir con un proceso de calidad adecuado a lo largo de los estudios y la ejecución de obra, como puede haber



también el requerimiento de ciertos estudios técnicos o la contratación de ensayos de calidad en los materiales. Por lo tanto, existe incidencia principalmente en los siguientes puntos: (Vivienda, 2017).

- Requerimiento de contratación especializada (técnicos, obreros, etc).
- Incremento de cantidades de obra debido a los dimensionamientos.
- Requerimiento de ensayos de calidad.
- Requerimiento de estudios complementarios.

El incremento de costos en el componente estructural, respecto de lo que se practica en la actualidad será variable, de acuerdo al alcance de los proyectos. Es decir, para los proyectos de pequeña envergadura, el incremento no será muy alto, alrededor de un 7% sobre el componente estructural de las edificaciones (Vivienda, 2017).

En los proyectos de grandes superficies que requieren esfuerzos y cargas mayores, el incremento de costos podría alcanzar aproximadamente el 20% sobre el componente estructural de las edificaciones, lo que podría representar un incremento final sobre los costes totales de obra entre un 5-10% (Vivienda, 2017).

Importancia

El Dossier busca construir estructuras metálicas que cumplan con los códigos y normas nacionales e internacionales a través del seguimiento en el montaje de estructuras para llevar un control de las exigencias establecidas por la norma y el aseguramiento de la calidad.

En este contexto, son necesarias iniciativas para contribuir a mejorar las construcciones, en especial, en el proceso de montaje, a través del fortalecimiento de políticas de calidad en insumos y mano de obra, que son un pilar fundamental en edificaciones metálicas. Esto implica formar equipos técnicos de inspección para estructuras metálicas con el propósito de mejorar los controles de calidad en las edificaciones.



Objetivo

Contribuir al fortalecimiento de la construcción de edificaciones metálicas, prioritariamente en la elaboración de documentos y certificados en el proceso de montaje.

El Dossier podría ser utilizado como referencia para entidades públicas e incluso podría ser incorporado como Ordenanza Municipal. Se busca de esta manera dejar de lado las construcciones informales.

A continuación, se exponen algunos tópicos que constan en la NEC, 2015 sobre los términos que se usan en un Dossier y posteriormente se desarrollará una propuesta que podría aplicarse a nuestro medio.

4.1 RESPONSABILIDADES

La construcción de estructuras metálicas o de acero estructural está dividida en tres etapas: diseño, fabricación y montaje. Los profesionales responsables por la fabricación y el montaje de las estructuras de acero deberán tener como mínimo las siguientes credenciales profesionales: (NEC, 2015)

- Poseer un título de tercer nivel en ingeniería civil o
- Poseer un título de tercer nivel en ingeniería mecánica y un título de cuarto nivel en ingeniería estructural.

En casos en los cuales no se disponga de profesionales con la formación indicada, es permisible formar un equipo de trabajo para realizar la fabricación y el montaje que reúna los requisitos necesarios. Por ejemplo, es permisible que el fabricante y/o montador sea un profesional con título de tercer nivel en Ingeniería Civil y que adicionalmente, se cuente con la participación de un inspector de soldadura, con la credencial CWI, (Certified Welding Inspector) (NEC, 2015).

El profesional responsable por la fabricación y el montaje se denomina Contratista y será el encargado de desarrollar la documentación necesaria, inclusive en los casos en donde el contratista subcontrate las actividades relacionadas con la fabricación y el montaje de las estructuras de acero (NEC, 2015).



El profesional responsable por la supervisión de la adecuada ejecución de la obra se denominará Fiscalizador, el mismo que deberá tener las credenciales profesionales descritas anteriormente para las actividades de fabricación y de montaje (NEC, 2015).

4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PLANOS

Planos de montaje

Cuando los documentos contractuales así lo requieran, los planos de montaje deberán ser presentados por el Contratista al Fiscalizador del proyecto para su revisión y aprobación previo al inicio de las actividades relacionadas con el montaje de la estructura de acero. Los planos de montaje deberán presentar el trabajo a ejecutar de manera específica e incluir aspectos estipulados en la *Especificación AISC 360-10, el Código de Práctica Estándar para Puentes y Edificios* y lo siguiente según el caso lo amerite: (NEC, 2015)

- a. Identificación de los miembros y conexiones que son parte de los Sistemas Resistentes a Cargas Sísmicas.
- b. Especificaciones de los materiales de las conexiones (resistencia y tenacidad requerida y material de los pernos) a ejecutarse en obra.
- c. Conexiones de soldadura críticas de montaje
- d. Ubicación de pernos de ajuste completo

Planos as built

Los planos “as built” deberán representar la obra terminada. El Contratista preparará los planos “as built” (tomando como referencia los planos de diseño) los mismos que serán revisados y aprobados por el Fiscalizador de la estructura.

4.3 PLANES DE CONTROL DE CALIDAD Y GARANTÍA DE CALIDAD

Alcance (NEC, 2015)

Cuando sean requeridos por el Fiscalizador de estructuras los documentos contractuales, se deberá proporcionar: el Código de Construcción, el Plan de Control de Calidad (PCC) y el Plan de Garantía de Calidad (PGC).



El PCC incluye aquellos trabajos de inspección realizados por el Contratista para asegurar que el material, los procesos y la mano de obra de ejecución empleados cumplan con los requisitos de calidad del proyecto.

El PGC deberá ser elaborado por el Fiscalizador, el mismo que incluye las tareas de inspección ejecutadas por una firma o empresa diferente a la del Contratista. El PGC incluye también el proceso de monitoreo del rendimiento del Contratista para implementar su propio control de calidad PPC. El plan PGC incluye también los procesos de ensayos no destructivos, cuando estos sean requeridos; este plan es también llamado “Inspecciones de Verificación” en el AWS D1.1.

Los PCC y PGC deben ser preparados como parte de los documentos contractuales. Cuando una empresa de montaje cuenta con un plan de control de calidad entrega al Cliente estructuras metálicas garantizadas. Cuando una institución cuenta con planes de garantía de la calidad, está en la capacidad de asegurar que las estructuras que inspecciona son confiables y cumplen con la normativa vigente.

En algunos casos, el contratista ya ha implementado un control de calidad PCC como parte habitual de sus operaciones, especialmente aquellos que trabajan con Normas ISO o similares. Es responsabilidad del Fiscalizador de estructuras revisar el PCC y compararlo con las necesidades del PGC del proyecto, especialmente en lo que se refiere a las aplicaciones sísmicas.

Información que debe presentar el contratista

Los siguientes documentos serán remitidos por el Contratista al Fiscalizador de estructuras para su revisión, antes de la fabricación o montaje, según sea aplicable:

- Planos de fabricación
- Planos de montaje
- Procedimientos de soldadura WSP (Welding Procedure Specification), el cual deberá especificar todas las variables esenciales del AWS D1.1 y las siguientes, según sean aplicables:
 - Fuente de poder (corriente constante o voltaje constante)



- Para soldaduras de demanda crítica: el nombre del fabricante y el nombre comercial del metal de aporte.
- Copias de los certificados de conformidad del fabricante para todos los electrodos, alambres de soldadura y gases de protección que vayan a ser usados. Estos certificados de conformidad deberán satisfacer lo indicado por la AWS A5.
- Soldaduras de demanda crítica: Certificados del aporte del fabricante, con especial atención a los ensayos de tenacidad. En caso de que el fabricante no presente dichas certificaciones, el contratista deberá realizar los ensayos pertinentes y proporcionar los resultados de dichos ensayos.
- Hojas electrónicas o información de catálogos del fabricante para el material de aporte para los procesos SMAW, GMAW, FCAW y SAW. Las hojas electrónicas o catálogos deberán describir el producto, limitaciones y restricciones para su uso, parámetros típicos o recomendados para soldar, requisitos de almacenaje y exposición al medio ambiente, e indicar si se necesita placas de respaldo, si fuesen aplicables.

Cuando exista un contrato de montaje, deberán ser incluidos los siguientes documentos y estar a disposición de fiscalización antes de iniciar los trabajos:

- Procedimientos de soldadura que se apliquen a la estructura
- Registro de calificación de soldadores y ensayos de acuerdo a la estructura
- Procedimiento de montaje: estructura soldada o apernada
- En los procedimientos de inspección, código de referencia aplicable, de acuerdo al tipo de estructura a montar.

Puntos y frecuencias de inspección

También debe proporcionar los puntos y frecuencia de inspección para el PCC y las tareas y documentos generados por la PGC para los SRCS (Sistema Resistente a Cargas Sísmicas) de acuerdo a:



- Tabla 45. Tareas de inspección visual antes de soldar.
- Tabla 46. Tareas de inspección visual durante la soldadura.

Se utiliza las siguientes siglas en las tablas:

OBSERVAR (O) – El Inspector deberá observar todos los procesos diariamente, en forma aleatoria. Las operaciones de soldadura no deberán tener observaciones pendientes.

EJECUTAR (E) – las inspecciones y la ejecución de ensayos no destructivos previo a la aceptación final del ítem. Cuando la tarea vaya a ser revisada tanto por el PCC como por la PGC, será permitido coordinar ambas funciones, de manera que sea ejecutada por sólo una de las partes. Cuando la función de PGC dependa de las funciones de inspección ejecutadas por el PCC, se requiere de la aprobación del Fiscalizador de estructuras y de la autoridad competente.

DOCUMENTAR (D) – el Inspector deberá preparar informes indicando que el trabajo ha sido ejecutado en conformidad con los documentos contractuales. En el informe no se necesita que se proporcionen medidas detalladas de preparación de juntas, procedimientos de soldadura (WPS), soldaduras terminadas u otros puntos individuales indicados en las Tablas 45, 46 y 47 sobre: **Inspección visual de soldadura y otras inspecciones.**

Para el trabajo de montaje, el reporte indicará el o los ejes de referencia y el piso o nivel inspeccionado. El trabajo que no esté en conformidad con los documentos contractuales y los trabajos que inicialmente no haya sido aprobados y que después hayan sido satisfactoriamente reparados deberán constar en el reporte de inspección.

Inspección visual de soldadura

La inspección visual de soldadura es el método fundamental para confirmar que los procedimientos de soldadura, calificaciones de soldadores y calificaciones de material de aporte (si fuera necesario) sean los aprobados y especificados para el proyecto. Como mínimo, las tareas deberán ser las que se presentan en las tablas 45 y 46.



Ensayos no destructivos de soldaduras

Los ensayos no destructivos se aplican en soldaduras sometidas a tracción como parte del SRCS, o verificar discontinuidades en elementos críticos.

Todos los END (Ensayos No Destructivos) deberán ser documentados. Para los trabajos en campo, el reporte de END deberá identificar la soldadura ensayada mediante su ubicación en la estructura, marcas en el elemento y su ubicación en dicho elemento.

Donde sea aplicable, las siguientes tareas de inspección presentada en la tabla 47, deberán ser realizadas.

Tabla 45. *Tareas de inspección visual antes de soldar.*

TAREAS DE INSPECCIÓN VISUAL ANTES DE SOLDAR	PCC		PGC	
	TAREA	REGISTRO	TAREA	REGISTRO
IDENTIFICACION DEL MATERIAL (TIPO/GRADO)	O	-	O	-
Soldadura de ranura (Incluye la geometría de la junta)				
<ul style="list-style-type: none"> Preparación de la junta Dimensiones (alineación, apertura de la raíz, cara de la raíz, bisel) Limpieza (condiciones de las superficies de acero) Remate (calidad y ubicación de la soldadura de pre armado) Tipo de respaldo y ajustes (si es aplicable) Configuración y acabado de los agujeros de acero 	O	-	O	-
Soldadura de filete				
<ul style="list-style-type: none"> Dimensión (alineación, diferencias en la raíz) Limpieza (condiciones de las superficies de acero) Remate (calidad y ubicación de la soldadura de pre armado) 	E/O **	-	O	-

Fuente: (NEC, 2015)



** Esta tarea de inspección será realizada haciendo un seguimiento de 10 soldaduras por un soldador determinado.

Cuando un soldador demuestre un adecuado entendimiento de los requerimientos solicitados y tenga las destrezas y herramientas para realizar las tareas, la designación de E puede cambiar a O. si el Inspector determina que el soldador ha discontinuado su rendimiento, la tarea retornará a E hasta el momento en que el Inspector considere que el soldador ha restablecido la garantía en la ejecución de sus tareas.

Tabla 46. *Tareas de inspección visual durante la soldadura.*

TAREAS DE INSPECCIÓN VISUAL DURANTE LA SOLDURA	PCC		PGC	
	TAREA	REGISTRO	TAREA	REGISTRO
WPS				
<ul style="list-style-type: none"> • Ajustes del equipo de soldadura • Velocidad de desplazamiento • Materiales de soldadura seleccionados. • Tipo de Gas de protección, tipo/velocidad de flujo. • Precalentamiento aplicado • Temperatura mantenida inter pases (min./máx.). • Posición apropiada (plana, horizontal, vertical, sobre cabeza). • Evitar mezclar metales de aporte, a menos que sean aprobados. 	O	-	O	-
Utilización de soldadores calificados	O	-	O	-
Control y manipulación de consumibles de soldadura				
<ul style="list-style-type: none"> • Embalaje • Control a la exposición 	O	-	O	-
Condiciones ambientales	O	-	O	-



<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad del viento dentro de los límites • Lluvias y temperatura 				
Técnica de soldadura				
<ul style="list-style-type: none"> • Interpases y limpieza final • Cada pasada dentro de las limitaciones de la sección. • Cada pasada cumple los requisitos de calidad. 	O	-	O	-
No soldar sobre soldaduras de prearmado agrietadas.	O	-	O	-

Fuente: (NEC, 2015)

Otras tareas de inspección

Tabla 47. Otras tareas de inspección.

	PCC		PGC	
	TAREA	REGISTRO	TAREA	REGISTRO
OTRAS TAREAS DE INSPECCIÓN				
Requisitos de la sección de viga reducida, si fuese aplicable				
<ul style="list-style-type: none"> • Contorno y acabado • Tolerancias dimensionales 	E	D	E	D
Zonas protegidas – sin agujeros y detalles no aprobados realizados por el contratista	E	D	E	D

Fuente: (NEC, 2015)

4.4 ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA

Dibujo de planos estructurales y especificaciones (NEC, 2015)

El dibujo de planos estructurales y especificaciones deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:



- Conexiones en las que se debe remover las placas de respaldo, donde se considere conexiones simples.
- Conexiones en las cuales se permita dejar las placas de respaldo y donde se solicita soldadura de filete.
- Juntas de soldadura donde se requiera filete de refuerzo.
- Conexiones en las que se deba retirar las platinas de respaldo lateral (Weld tabs).
- Especificar las uniones o grupos de uniones en donde se pida: disposición específica de armado, orden de soldadura, proceso de soldadura, etc.

Información de los planos de montaje (NEC, 2015)

Los planos de montaje deben contener la siguiente información:

- Conexiones donde se solicita remover placas de respaldo.
- Conexiones donde se puede mantener placas de respaldo.
- Conexiones donde se deba retirar las platinas de respaldo lateral (Weld tabs).
- Especificaciones de las uniones o grupos de uniones en donde se pida: disposición específica de armado, orden de soldadura, proceso de soldadura, etc.

4.4.1 PERSONAL INVOLUCRADO

Inspectores de soldadura para el Control de Calidad (PCC)

Los profesionales responsables de la Inspección de Soldadura para el Control de Calidad (PCC) por parte del Contratista podrán ser inspectores de soldadura certificados por la AWS (inspectores CWI), o en su defecto ingenieros mecánicos, industriales o civiles, quienes tendrán un título de tercer o cuarto nivel en tecnología de la soldadura o inspección de soldadura. Todos ellos deberán



estar familiarizados con las Normas ANSI/AWS D1.1 y ANSI/AWS D1.8 para el diseño sísmico de edificios.

Inspectores de soldadura para Garantía de Calidad (PGC)

Los Inspectores de Soldadura para el Control de Garantía de Calidad (PGC) por parte de la Fiscalización podrán ser inspectores de soldadura certificados por la AWS (inspectores CWI), o, en su defecto, ingenieros mecánicos, industriales o civiles, quienes tendrán un título de tercer o cuarto nivel en tecnología de la soldadura o inspección de soldadura. Todos ellos deberán estar familiarizados con las Normas ANSI/AWS D1.1 y D1.8 para el diseño sísmico de edificios. Todos los inspectores deberán estar bajo la directa supervisión del Fiscalizador de estructuras del proyecto.

Técnicos para ensayos no destructivos

Los técnicos encargados de los Ensayos No Destructivos (END) deberán ser calificados como se indica:

- Los criterios de aprobación deberán cumplir o exceder los Criterios de la Sociedad Americana para Ensayos No Destructivos: SNT TC-1a. Práctica Recomendada para el Entrenamiento y Calificación del Personal de Ensayos No Destructivos (Recommended Practice for the Training and Testing of Non destructive Personnel), o de la ANSI/ASNT CP-189, Estándar para la Calificación y Certificación del Personal de Ensayos No Destructivos.
- Los ensayos de ultrasonido para el plan de Garantía de Calidad (QA) pueden ser ejecutados solo por técnicos certificados como ASNT Nivel III o certificados como Nivel II para la detección de defectos. Si el Fiscalizador aprueba el uso de técnicas para determinar el tamaño de los defectos, los técnicos deberán adicionalmente ser calificados y certificados para estas técnicas por la agencia que los contrata.
- Los Ensayos de Partículas Magnéticas (MT) y los ensayos de tintas penetrantes (PT) para la Garantía de Calidad pueden ser ejecutados solo por Técnicos Certificados como Nivel II por la agencia que los contrata o



certificados como ASNT Nivel III, a través de pruebas realizadas por la ASNT y certificados por la agencia que los contrata.

4.5 PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DEL DOSSIER DE CALIDAD PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS EN NUESTRO MEDIO.

Para la elaboración de un Dossier de Calidad es necesario recabar documentos, certificados, certificaciones, procedimientos de soldadura, calificación de soldadores e inspecciones no destructivas.

Para recabar la información, el ente o la persona encargada de elaborar el Dossier de Calidad, debe acudir a distintas fuentes, entre las principales: contratistas de obra y proveedores de insumos.

El Dossier es de acceso público, en especial debe estar disponible para los funcionarios públicos o privados, quienes deben, en el transcurso del montaje, revisar, aprobar y exigir documentación, en especial calificaciones de mano de obra y procedimientos de soldadura.

4.5.1 ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL DOSSIER DE CALIDAD

Para conseguir el objetivo general de este proyecto y cumplir con los requerimientos mínimos de la NEC, a continuación, se mencionan los elementos que se considera, debe contener el Dossier de Calidad.

- Identificación (portada).
- Índice.
- Tabla de contenido.
- Identificación de juntas soldadas.
- Mapa de soldadura.
- Registro de END (Ensayos No Destructivos) – método inspección visual.
- Registro de END (Ensayos No Destructivos) – inspecciones adicionales.

A. IDENTIFICACIÓN (PORTADA)

La identificación se refiere a la portada del Dossier en la que deben constar los siguientes elementos:



- Logotipo de la empresa que realiza el montaje.
- Nombre de la empresa, junto al logotipo.
- Nombre del proyecto, el que consta en los planos de diseño o fabricación.
- Provincia y Cantón donde se realiza el montaje.
- Clave del documento: en primer término, las siglas del proyecto en general, en segundo lugar, las siglas del Dossier de Calidad (DC), en tercer lugar, la fecha de inicio de inspección de la estructura. Entre las siglas debe colocarse un guion, centrado. La entidad de control debería emitir un número único por cada construcción, este número debería constar en lugar de la fecha de inicio de inspección.
- En la parte inferior y centrado debe constar el mes y año de la construcción, en negrilla.

En la portada no se debe colocar número de página. La portada del dossier de calidad debe elaborarse tomando como ejemplo la figura 53.

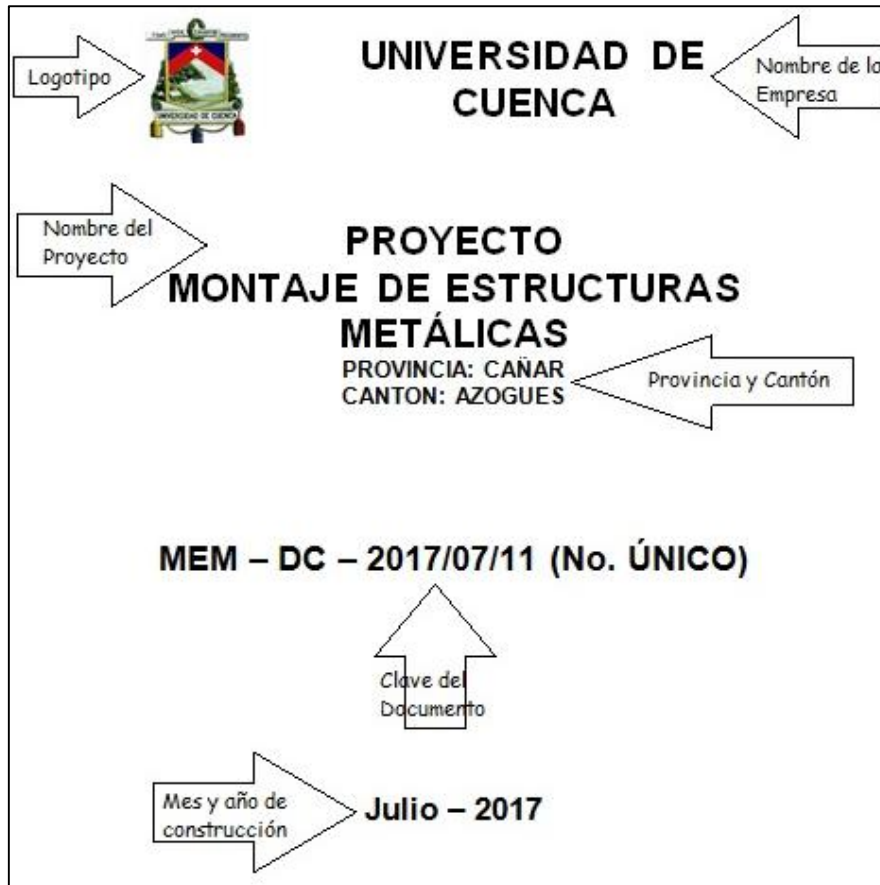


Figura 53. Portada de Dossier de Calidad.

Fuente: El Autor

B. ÍNDICE

Se presenta de forma sintética y ordenada; los apartados principales que constituyen el índice están en la figura 54.



ÍNDICE	
DESCRIPCION	SECCIÓN
TABLA DE CONTENIDO	1
REGISTRO DE MATERIAL DE APORTE	2
INVENTARIO MAQUINARIA	3
PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA	4
CALIFICACIÓN DE SOLDADORES	5
IDENTIFICACION DE JUNTAS DE JUNTAS DE SOLDADURA	6
MAPA DE SOLDADURA	7
PROCEDIMIENTOS	8
REGISTRO DE INSPECCIÓN	9

Figura 54. Índice de Dossier

Fuente: El Autor

C. TABLA DE CONTENIDO

Describe de forma ordenada los contenidos de cada sección del Dossier, complementa el índice, figura 55.



	TABLA DE CONTENIDO	FECHA:	
<p>INSPECCIÓN DE SOLDADURA ESTRUCTURA METÁLICA</p> <p>2.- REGISTRO DE MATERIAL DE APORTE</p> <p>3.- INVENTARIO MAQUINARIA DE SOLDADURA</p> <p>4.- PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)</p> <p>5.- CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ)</p> <p>6.- IDENTIFICACIÓN DE JUNTAS DE SOLDADURA</p> <p style="padding-left: 40px;">6.1.- Nomenclatura y Símbolos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de Juntas • Tipos de Soldadura • Discontinuidades <p style="padding-left: 40px;">6.2.- Tipo de Uniones</p> <p>7.- MAPA DE SOLDADURA</p> <p style="padding-left: 40px;">7.1.- Identificación de elementos removibles</p> <p style="padding-left: 40px;">7.2.- Localización de soldaduras de demanda crítica</p> <p>8.- PROCEDIMIENTOS</p> <p style="padding-left: 40px;">8.1.- Procedimiento de montaje</p> <p style="padding-left: 40px;">8.2.- Procedimientos de Inspección</p> <p>9.- REGISTRO DE INSPECCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro de Inspección Visual <ul style="list-style-type: none"> ▪ No conformidades • Registro de Inspección Ultrasonido Industrial <ul style="list-style-type: none"> ▪ No conformidades • Registro de Inspección Radiografía Industrial <ul style="list-style-type: none"> ▪ No conformidades 			
	INSPECTOR	FISCALIZADOR	CLIENTE
NOMBRE			
CARGO			
FIRMA			
FECHA			

Figura 55. Tabla de contenido

Fuente: El Autor

D. REGISTRO DE MATERIAL DE APORTE

En las cajas que contienen los electrodos, revestido o alambre, los fabricantes tienen registrado un número único con el que indica la calidad del insumo y garantiza que este material cumple con las propiedades físicas y químicas requeridas por AWS.



El inspector debe registrar debidamente todo material de aporte que se utilice en el proceso de montaje de la estructura metálica.

E. INVENTARIO MAQUINARIA DE SOLDADURA

Se debe llevar un registro de la maquinaria utilizada en el proyecto, se debe incluir la capacidad y polaridad de las máquinas.

F. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)

Enlistar los procedimientos de soldadura utilizados en el montaje de la estructura metálica. Cada procedimiento debe ser realizado por un inspector CWI y tener firmas de responsabilidad.

G. CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPQ)

Toda persona que realiza trabajos de soldadura debe ser certificada por un inspector CWI, este registro se debe incluir en el Dossier.

H. IDENTIFICACIÓN DE JUNTAS DE SOLDADURA

Se debe identificar los tipos de juntas, tipos de soldadura para que se cumpla con lo requerido en obra y este de acuerdo con los WPS. Se debe describir gráficamente los tipos de conexiones en la obra.

I. MAPA DE SOLDADURA

Identificar por nivel y en ejes cada conexión de soldadura, identificar elementos removibles, placas de montaje y localizar las juntas de soldadura de demanda crítica.

J. PROCEDIMIENTOS

Se debe incluir procedimiento de inspección por los métodos que se utilizan en la obra: visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido, radiografía, etc.

Los procedimientos de montaje comprenden la descripción de los métodos, equipos y maquinaria que se utilizará para elevar cargas, sostener cargas, etc.



K. REGISTRO DE INSPECCIÓN

Estos documentos son las inspecciones realizadas en la estructura metálica: visual, ultrasonido, líquidos, etc., las que se requieran. En cada inspección debe constar la firma de responsabilidad.

La tabla 48 enumera los requisitos básicos que serían necesarios para iniciar y establecer un control de calidad de las soldaduras en edificaciones metálicas en nuestro medio.

Tabla 48. *Requisitos básicos para edificaciones metálicas*

ÍTEM	DOCUMENTACIÓN
1	Procedimientos de soldadura
2	Calificación de soldadores
3	Inspección de soldadura

Fuente: dossier propuesto

4.6 PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR EL DOSSIER DE CALIDAD

Durante el desarrollo de la presente investigación se ha demostrado que, en nuestro medio, como constructores de edificaciones en estructuras metálicas se tienen graves falencias. Se está entregando un producto final (casas, edificios, parqueaderos) sin control de calidad adecuado.

Sin embargo, elaborar un Dossier de Calidad como documento técnico que garantice la “calidad”, no es suficiente, debe haber el compromiso de trabajar coordinadamente entre el sector público, una ordenanza municipal y el sector privado; además, cumplir las ordenanzas, capacitarse, conformar centros de capacitación, agruparse como profesionales de distintas ramas (Ingenieros Civiles, Arquitectos, Ingenieros Mecánicos) e involucrar a toda la ciudadanía.

Este procedimiento podría convertirse en una guía práctica, para lo cual se propone implementar progresivamente una estrategia general a nivel público – privado, en fases de aplicación, procesos y subprocesos a distinto nivel.



El objetivo es la aplicación de la Norma Ecuatoriana de Construcción en la práctica que será reflejada en la elaboración del Dossier de Calidad para cada construcción.

4.6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS FASES

Se propone un proceso de implementación organizado en cinco fases: detectar errores constructivos, diseño y preparación de la ordenanza municipal, plan de comunicación, implementación, plan de formación y nueva cultura. Cada una de ellas se define en procesos y subprocesos.

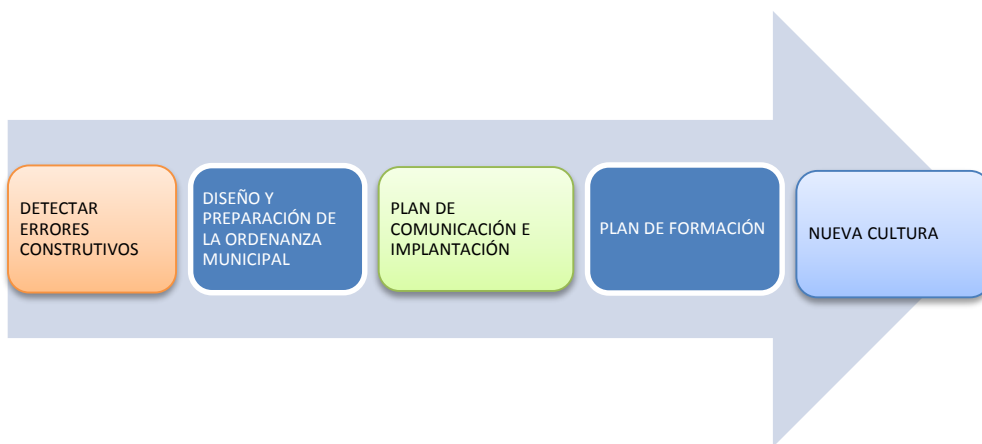


Figura 56. Fases del proceso de implementación

Fuente: El Autor

FASE I: Detectar errores constructivos

Es responsabilidad de los GAD Municipales.

El objetivo principal de esta fase es sustentar con documentación, la necesidad de diseñar y preparar la ordenanza municipal de la construcción.

Para cumplir con este objetivo es necesario cumplir con OCHO PROCESOS Y NUEVE SUBPROCESOS, los cuales pueden ser perfectibles

Proceso 1. Marco legal

- Subproceso 1: Levantamiento de catastro



Los departamentos de Obras Públicas de los Municipios pueden y deben elaborar un catastro de las construcciones que se han realizado con estructura metálica.

- Subproceso 2: Inspección

Inspeccionar con un técnico especialista o contratar una empresa para evaluar la calidad en las construcciones realizadas con estructura metálica.

Proceso 2. Informe

- Subproceso 3: Identificación de construcciones

Elaborar un informe técnico con todas las novedades encontradas, diferenciar construcciones como: seguras y defectuosas.

FASE II: Diseño y preparación de la Ordenanza Municipal

En base a la primera fase, el objetivo principal de la Fase II es elaborar la Ordenanza Municipal que se ajuste a la realidad de la ciudad.

Proceso 3. Organizar unidades de construcción

- Subproceso 4: Identificación de técnicos, instituciones y designación de labores.

Identificar a profesionales del sector público, privado o instituciones educativas dedicadas a la construcción con experiencia en estructuras metálicas.

- Subproceso 5: Constitución de grupos de trabajo

En conocimiento del informe e identificadas las personas o instituciones (que deben designar un representante) se formará grupos de trabajo técnicos.

Proceso 4. Elaboración de la Ordenanza

- Subproceso 6: Norma

En conocimiento del informe de catastro, se abrirá un plazo para que los grupos de trabajo técnicos definan una norma de construcción que se ajuste a cada ciudad y que cumpla con los requerimientos de la NEC.

- Subproceso 7: Ordenanza



Con el debido sustento técnico se presenta los documentos al Concejo Municipal, para su aprobación. Toda inquietud deberá ser aclarada por el grupo de trabajo, mismo que debe hacer el seguimiento del proceso.

FASE III: Plan de comunicación e implantación

Con la fase anterior se sustenta las bases para construcciones seguras y confiables, esta fase está orientada a la difusión y aplicación paulatina de la ordenanza para lograr el mayor grado de integración y compromiso de la ciudadanía en general.

Proceso 5. Difusión

El departamento de comunicación deberá organizar foros abiertos, contratar cuñas publicitarias en radio y prensa escrita, poner en conocimiento ciudadano la ordenanza de construcción.

Proceso 6. Implantación

A nivel profesional, ingenieros, arquitectos y obreros, se debe difundir la obligación de trabajar con la ordenanza.

FASE IV: Plan de formación

El objetivo de esta fase es cambiar ciertas actividades erróneas, impartir conocimientos con acciones formativas.

Proceso 7. Plan piloto

El sector público a través del Municipio puede organizar cursos de soldadura dirigido a profesionales y obreros. Formar inspectores en coordinación con instituciones privadas para hacer el seguimiento en las obras.

- Subproceso 8. Cursos a profesionales

Se debe organizar cursos dirigidos a profesionales, con temas relacionados a la ordenanza, normas, control de calidad.

- Subproceso 9. Curso a obreros



Organizar cursos de soldadura, procesos, control de calidad, lectura de procedimientos de soldadura.

Proceso 8. Instituciones educativas

Se debe identificar instituciones públicas o privadas para que impartan cursos relacionados a soldadura en estructuras metálicas.

Fase V: Nueva cultura

Es importante que los cambios sean estructurales y que sean liderados por los GAD Municipales, se crearían así nuevas formas de trabajo (inspectores), y se obtendrían construcciones seguras.

También es determinante que alguna institución se encargue del cumplimiento de lo planificado en la práctica constructiva, lo cual podría ser en convenio con los GADS Municipales, nombrando profesionales en la materia para que hagan el correspondiente seguimiento in situ, los cuales podrían ser remunerados.

Los resultados de este proceso son a largo plazo y debe ser lo suficientemente flexible para cambiar y plantear nuevos objetivos cuando sea necesario.

4.7 RESUMEN DEL CAPÍTULO IV

Es importante cumplir con la normativa vigente para construir estructuras metálicas seguras, por esta razón en este capítulo se plantea elaborar un DOSSIER de calidad por cada edificación en acero, donde se reúne documentos mínimos necesarios que garantizarán el correcto montaje de este tipo de edificaciones.

Si en una obra se realiza trabajos de soldadura sin tener procedimientos de soldadura, sin personal calificado y sin registros de inspección de calidad o aseguramiento de calidad, estas acciones dicen con claridad el tipo de construcciones que se están construyendo en nuestro medio.



CONCLUSIONES

Este proyecto plantea elaborar una serie de documentos reunidos en un Dossier de Calidad y que no son improvisados, es documentación mínima necesaria que exige la NEC.

En el primer capítulo se presenta una síntesis de los códigos normas que se utilizan en el diseño, fabricación y montaje de las estructuras metálicas entre ellas la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC, la cual es de uso obligatorio en todo el territorio nacional.

En el segundo capítulo de esta investigación se expone, por medio de encuestas, el conocimiento de los actores en el diseño y construcción de estructuras metálicas sobre las normativas vigentes. Se realizó las encuestas a tres sectores que se consideran claves, pudiendo evidenciarse que existen muchas falencias en el conocimiento del tema.

Se encuestó a tres grupos: profesionales, estudiantes de último nivel de universidad y trabajadores que realizan el montaje de las estructuras metálicas. En el formato de encuestas se hicieron varias preguntas que debieron ser contestadas por los entrevistados, de donde se deduce varias falencias en dos de los sectores mencionados ya que en el tercer grupo que era de los trabajadores de la construcción, no se logró encuestar un número representativo de personas; describimos los resultados que nos parecen los más relevantes:

En el sector profesional, el 68% de profesionales encuestados han trabajado con estructuras metálicas.

De los encuestados, el 25% ha tenido algún curso sobre estructuras metálicas.

Apenas el 5% ha tenido algún curso sobre control soldaduras.

Entre el 70% y el 65% no tienen conocimiento sobre la fabricación y montaje de las estructuras metálicas, por lo que se deduce de estos porcentajes la preocupación de que hayan trabajado con estructuras metálicas con un escaso



conocimiento del tema, es decir solamente el 25% de los encuestados tiene algún curso de preparación.

El 80% desconoce sobre el código AWS; el 70% tiene conocimiento de la NEC.

Apenas el 5% tiene conocimientos sobre procedimientos de soldadura y el 45% desconoce sobre el control de calidad de la soldadura.

Un 90% desconoce sobre posiciones de soldar.

De aquí se deduce que se diseña, trabaja, inspecciona o aprueba estructuras sin el debido criterio de conocimiento de código y normas de construcción.

En el sector de los estudiantes universitarios, se ha encuetado con el criterio de saber sobre sus conocimientos respecto de temas relacionados a las estructuras metálicas; el 75% desconoce lo que son estructuras metálicas. El 92% no tiene conocimientos sobre control de calidad, el 45% sabe poco de la NEC.

El 98% de los encuestados no sabe sobre control de calidad de la soldadura, mientras que el 100% desconoce sobre posiciones de soldar.

Por lo tanto, las universidades, tienen el deber de organizar cursos, seminarios, talleres a todo nivel, con el objetivo de divulgar la normativa nacional y de esta manera que se formen los futuros profesionales con la premisa de obtener posteriormente, en la vida profesional, estructuras metálicas seguras y confiables.

En lo que se refiere a los trabajadores, lastimosamente no se pudo encuestar sino solamente a tres por lo que, no es un número representativo para realizar un análisis confiable sobre sus conocimientos y capacitación en mano de obra calificada. Sin embargo, de ello, es evidente que este sector carece totalmente de capacitación en lo que se refiere a mano de obra calificada y certificada.

La capacitación de la mano de obra es una obligación para las empresas; en nuestro entorno lastimosamente gobierna la informalidad. Existen varios factores por los que no se capacita al personal de soldadura: costos, falta de un centro



de capacitación especializado, visión a la realidad de nuestro entorno, el tiempo, etc.

En el tercer capítulo de esta investigación, se realiza una recopilación de datos de campo efectuados en cinco estructuras los cuales nos han permitido realizar los correspondientes análisis sobre la calidad de las soldaduras utilizadas en la construcción de estas estructuras metálicas.

En la Estructura E1, luego del análisis correspondiente se encontró que un 99% de las soldaduras deberían de ser corregidas o reparadas contra apenas el 1% de soldaduras de calidad aceptable.

En esta estructura adicionalmente se encontraron fallas de unión entre placa base-columnas de hormigón armado, es decir un anclaje totalmente deficiente.

En la Estructura E2, el 68% de soldaduras necesitan o corrección o reparación. También se encontraron fallas de unión placa base-columna.

En la Estructura E3 se encontró que un 46% de soldaduras analizadas necesitan ser corregidas. De igual manera que las anteriores estructuras, se encontraron uniones placa base-columnas efectuadas de manera totalmente anti técnica.

En esta estructura es todavía más crítico este tipo de uniones por cuanto se lo hace en el segundo nivel de la estructura.

El error en estas tres estructuras anteriores es reiterativo por cuanto las placa base de las columnas están soldadas a las varillas corrugadas con soldadura de tapón lo cual es totalmente inadecuado.

En la Estructura E4 que pertenece a un parqueadero actualmente en servicio, se detectó que prácticamente el 100% de las soldaduras que se pudo analizar deberían de ser corregidas.

Por último, la Estructura E5, cuyo Dossier de Calidad se adjunta en los anexos de esta investigación, se analizó la mayor cantidad de soldaduras posible por cuanto esta edificación ya se encuentra en servicio, detectándose que apenas un 5% de las soldaduras necesitaría ser corregida por defectos secundarios de



las mismas. Esto refleja la diferencia de construir con control de calidad en todos los procesos de fabricación y montaje.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción especifica deberes y responsabilidades de todos los actores inmiscuidos en la construcción de estructuras: clientes, constructores, contratistas, diseñadores estructurales, profesionales y mano de obra en general; todos deben cumplir con la NEC. El estado, a través de los GADS Municipales, debe exigir el estricto cumplimiento de la norma.

Finalmente, en el cuarto capítulo, en función de lo determinado en los capítulos anteriores, se propone la elaboración de un documento denominado Dossier de Calidad, el cual tiene como propósito la construcción de edificaciones metálicas seguras, mediante la implementación de controles establecidos en este. Se hace una propuesta para la implementación del Dossier a través de ordenanzas que estarían a cargo de los GADS Municipales, ya que son ellos los que tienen la obligación de cumplir y hacer cumplir en la práctica constructiva lo que manifiesta la NEC.

Con este libro, elaborado de forma responsable, se garantizará que la estructura cumpla con las normas vigentes.



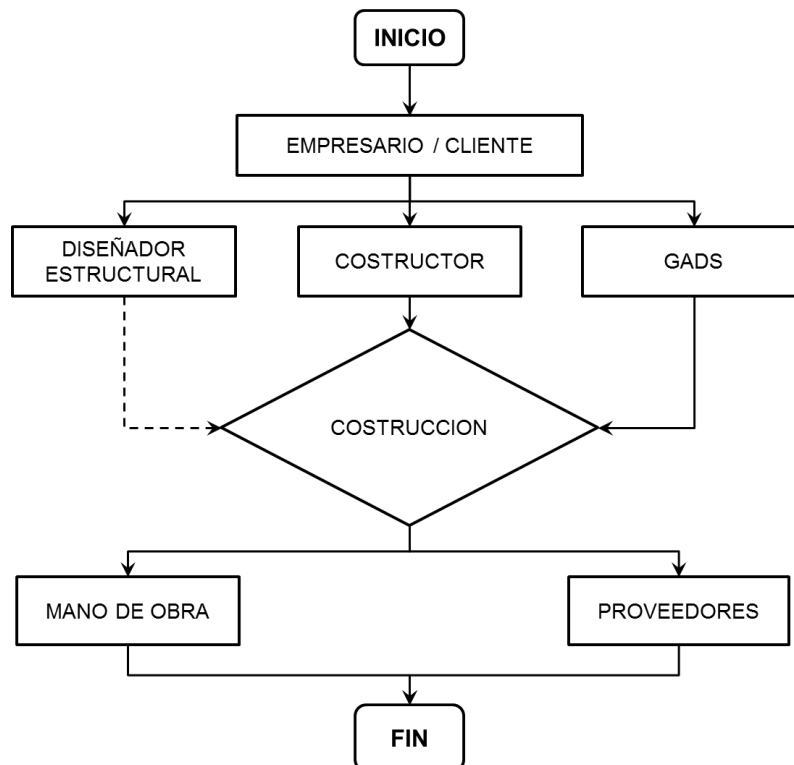
RECOMENDACIONES

En general, nuestro medio tiene deficiencia en edificar construcciones con acero estructural, la principal razón es el desconocimiento de códigos y normas a lo largo de todo el proceso constructivo: diseño, fabricación, montaje e inspección.

Es por eso que debemos sentar bases firmes en los conocimientos relacionados a edificar con acero, elaborando un plan integral a corto y mediano plazo, en el que estén inmiscuidos todos los actores relacionados con la construcción, por lo que formulamos las siguientes recomendaciones:

A corto plazo:

- Los GADS Municipales tienen la obligación de cumplir y hacer cumplir la normativa local de construcción y deben emitir ordenanzas para el estricto cumplimiento de la NEC.
- Todos los actores deben tener conocimiento de sus obligaciones y responsabilidades dentro del proceso de construcción de una edificación en acero.





- Difundir buenas prácticas de construcción en acero mediante seminarios, cursos, charlas a estudiantes universitarios, diseñadores, constructores y mano de obra. Utilizando medios de difusión masiva como radio, televisión y prensa escrita, los GADS deben difundir al público en general sobre la importancia de construir con seguridad y poner en conocimiento las obligaciones y responsabilidades de todos los actores dentro de la edificación en acero.

A mediano plazo:

- Los GADS Municipales, a través del departamento de planificación, deben exigir la elaboración de toda la documentación necesaria para aprobar estructuras en general.
- Estas entidades públicas deben contar con personal capacitado para desarrollar labores de inspección rápida en obra, verificando que se cumpla con documentación básica como procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.

Los diseñadores y constructores deben estar suficientemente capacitados para ejecutar construcciones seguras y el empresario o cliente debe asegurarse que la construcción y planificación de su edificación sea efectuado por un profesional adecuado. En el momento de tomar la decisión de contratar la construcción, el Cliente, no se debe limitar a pensar únicamente en la parte económica. El profesional, director técnico de la obra, debe afrontar la responsabilidad de la obra que diseñe o construya.

En el mapa de procesos elaborado, en referencia al sector privado, se recomienda (línea entre cortada) que el profesional, diseñador estructural, sea el responsable de la dirección técnica de la construcción, sobre todo en sector privado y realice labores de fiscalización al constructor; con este procedimiento se garantizaría que efectivamente se cumpla lo que se ha diseñado. Esta propuesta incrementaría los costos de la construcción, pero se debe tener en cuenta la urgencia y necesidad de eliminar las malas prácticas constructivas,



porque a excusa de ahorrar costos en obra, se contrata mano de obra barata (improvisada), sin preparación ni capacitación y sin el debido seguimiento.

A nivel operativo, es urgente crear centros de capacitación y certificación para obreros de la soldadura para contar con personal calificado de soldadura. A nivel profesional quienes ejecutan este tipo de obras deben tener la responsabilidad de contar con la documentación necesaria y clara como procedimientos de soldadura. Los empresarios, clientes o dueños de proyectos deben exigir mano de obra calificada, procedimientos de soldadura y estar conscientes que es un rubro necesario contar con proveedores que realicen control de calidad de soldadura y que se garantice la seguridad de las estructuras en su vida útil.



BIBLIOGRAFIA

- LinkedIn Learning . (7 de Septiembre de 2017). *Normas, discontinuidades y defectos en soldadura*. Obtenido de LinkedIn: <https://www.slideshare.net>
- AISC. (2010). *Specification for structural steel buildings*. Chicago: AISC.
- AMERICAN NATIONAL STANDAR . (2015). *ESTRUCTURAL WELDING CODE-STILL*. MIAMI: AWS.
- Arriaza Balmón, M. (2006). *Guía práctica de analisis de datos*. Andalucía: IFAPA.
- Arriaza, M. (s.f.). *Guía práctica de analisis de datos*. Andalucía: IFAPA.
- Ati, C. (2004). *Elaboracion de Procedimiento de Inspección Ultrasónica para Tubos, Estructuras Metálicas y Tanques de Almacenamiento*. Quito: EPN.
- AWS. (1991). *Manual de soldadura*. México: R. L. O'Brien.
- Blog SEAS. (7 de Septiembre de 2017). *Defectos internos en soldadura*. Obtenido de Defectos internos en soldadura: <https://www.seas.es>
- CEAACES. (2016). *CEAACES*. Recuperado el 2017, de Acreditación y categorización vigentes: <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/resultados-de-la-acreditacion-de-institutos-superiores/>
- CESOL. (11 de Mayo de 2017). *Conviertete en soldador: CESOL*. Recuperado el 27 de Julio de 2017, de CESOL: <http://www.augmentedtraining.org/>
- Corporación CIMEC. (2008). *Curso de Diseño, Fabricación y Montaje de Estructuras de Acero. Curso de Diseño, Fabricación y Montaje de Estructuras de Acero*. Quito: CIMEPI.
- Cruz, E. (7 de Septiembre de 2017). *END para inspección de soldadura*. Obtenido de Metodos superficiales: <http://endcoatza.blogspot.com>
- Ecuador, G. N. (2017). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Recuperado el Mayo de 2017, de www.habitatyvivienda.gob.ec



- ENDICSA. (7 de Septiembre de 2017). *Endicsa.com.ar*. Obtenido de Radiografía industrial: <http://www.endicsa.com.ar>
- ESAB. (01 de 09 de 2018). *Centro de Conocimiento ESAB*. Obtenido de ESAB Argentina - CONARCO: <https://www.esab.com.ar>
- Friego, E. (10 de Mayo de 2017). *Foro de seguridad*. Recuperado el 24 de Junio de 2017, de Foro de profesionales Latinoamericanos de seguridad: <http://www.forodeseguridad.com/artic/rrhh/7011.htm>
- GALGACONTROL. (7 de Septiembre de 2017). *Ensayos no destructivos*. Obtenido de Ingeniería y calidad: <http://www.galgacontrol.com>
- Galván, B. (10 de Abril de 2011). *Capacitación*. Recuperado el 24 de Junio de 2017, de Tipos de capacitación: <http://barbaragalvangnz.blogspot.com/2011/04/tipos-de-capacitacion.html>
- GAMMA END. (7 de Septiembre de 2017). *GAMMA END*. Obtenido de Ensayos no destructivos: <http://www.gammaend.com.ar>
- INGEMECANICA. (8 de Septiembre de 2017). *Patologías de las uniones soldadas*. Obtenido de Patologías de las uniones soldadas: <https://ingemecanica.com>
- INGEMECÁNICA. (8 de Septiembre de 2017). *Patologías de las uniones soldadas*. Obtenido de Patologías de las uniones soldadas: <https://ingemecanica.com>
- Lincoln. (2000). *The procedure handbook of arc welding*. Cleveland: Welding Fundation.
- McCormac. (2002). *Diseño de estructuras de acero*. México: alfaomega.
- METALFUSION. (8 de Septiembre de 2017). *Imperfecciones en soldadura*. Obtenido de Tipos de discontinuidades: <https://metfusion.wordpress.com>



- MIDUVI. (20 de Junio de 2017). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Recuperado el 1 de Agosto de 2017, de Sitio web de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- NEC, N. (2015). *NEC-SE-AC*. Quito: MIDUVI.
- OGJ. (22 de Septiembre de 2018). *OIL & GAS JOURNAL*. Obtenido de Dimensional metrology aids pipe manufacture, installation: <https://www.ogj.com>
- PIENDSA. (7 de Septiembre de 2017). *Capacitación en ensayos no destructivos*. Obtenido de Inspección visual, nivel I y II: <http://www.piendsa.com>
- Port, H. y. (1997). *Guía Nalco*. Mexico: McGraw Hill.
- Registro oficial No.413. (10 de Enero de 2015). Acuerdo Ministerial 0047. *Registro oficial No. 413*. Ecuador.
- Robles, J. C. (7 de Septiembre de 2017). *Inspección visual en soldadura*. Obtenido de Impurecciones más usuales: <https://josecarlosrobles.wordpress.com>
- Rojas, J. (8 de Septiembre de 2017). *Proceso de soldadura SMAW*. Obtenido de Proceso de soldadura SMAW: <http://instructorjrp.blogspot.com>
- SCALOFRIOS. (7 de Septiembre de 2017). *Scalofríos - Soldadura - Defectos*. Obtenido de Falta de fusión: <http://www.scalofrios.es>
- SECAP. (2015). *Certificación en metalmecánica*. Recuperado el 2017, de Certificación en metalmecánica: <http://www.secap.gob.ec/certificacion-en-metalmeccanica/>
- SENDADES. (7 de Septiembre de 2017). *Tintas penetrantes*. Obtenido de Servicio de ensayos no destructivos: <https://www.sendades.com.ec>
- Universidad Tecnológica de Pereira. (8 de Septiembre de 2017). *Capítulo 19. Soldadura*. Obtenido de Metalografía: <http://blog.utp.edu.co>



Vinnakota, S. (2006). *Estructuras de acero: comportamiento y LRFD*. Mexico: McGraw - Hill.

Vivienda, M. d. (2017). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Recuperado el 3 de Mayo de 2017, de Sitio web de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec>



ANEXOS



ANEXO 1

REGISTRO DE

INSPECCIÓN



CONSOLIDACIÓN DE DATOS							
SOLDADURAS ANALIZADAS							
NUDOS						49	
COLUMNAS						18	
TOTAL SOLDADURAS ANALIZADAS						67	
REPRESENTACIÓN PORCENTUAL							
L1#L2	SOLDADURA SIN PENETRACIÓN COMPLETA (CJP)	REPARAR	MORDEDURAS	DISCONTINUIDAD	APROBADO	PROGRESION DESCENDENTE	SOLDAR
6.0%	9.0%	52.2%	16.4%	7.5%	1.5%	3.0%	4.5%
ITEM							
SOLDADURA							
1	Aprobado	1%					
2	Corregir	99%					
TOTAL		100%					

NIVEL +2.70







NIVEL +5.4







REGISTRO DE INSPECCIÓN DE CAMPO			
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN EDIFICACIÓN:	Azogues	FECHA	feb-17
TIPO DE EDIFICACIÓN:	Vivienda - Mixta	PLANTAS EDIFICACIÓN:	Cuatro (04)
ESTADO AL MOMENTO DE INSPECCION:	En construcción, colocando mampostería. Se encuanta la estructura montada y soldada. Se inspecciona los nudos soldados y apoyos de columnas visibles. Varios elementos metálicos por montar		MARCA ASIGNADA: E2
DATOS TÉCNICOS			
COLUMNAS:	Doblado en frío	NORMA DE REFERENCIA:	
VIGAS PRINCIPALES:	Conformadas - soldadura	AWS D1.1	
VIGAS SECUNDARIAS:	Doblado en frío		

SOLDADURA EN NUDOS								
UBICACIÓN	L1≠L2	CJP	MORDEDURAS	DISCONTINUIDAD	CORRECTA	SOCAVACIÓN	MORDEDURAS	FALTA APORTE
NUDO E5 NIVEL +3.00					1	1		
NUDO E4 NIVEL +3.00					4			
NUDO E3 NIVEL +3.00	1	1						
NUDO D5 NIVEL +3.00					3			
NUDO D4 NIVEL +3.00		1	1		2			
NUDO D3 NIVEL +3.00			2		1			
NUDO D2 NIVEL +3.00				1	1			
NUDO A1 NIVEL +3.00	2							
NUDO B1 NIVEL +3.00	1	1			2			
NUDO A1 NIVEL +5.50	2	2						
NUDO D1 NIVEL +5.50					2			
NUDO D2 NIVEL +5.50	1				2			
NUDO B1 NIVEL +5.50		1			2			
NUDO D1 NIVEL +5.50					1			
NUDO D3 NIVEL +5.50					3			1
NUDO C3 NIVEL +5.50					1			
NUDO D4 NIVEL +5.50			1		3			
NUDO D5 NIVEL +5.50	1				3			
NUDO E4 NIVEL +5.50		1			2			
COLUMNA ENTREPISO E4							1	1
NUDO E3 NIVEL +5.50			1		3			
NUDO F4 NIVEL +5.50		1			3			
NUDO F3 NIVEL +5.50	1		1	1	1			



SOLDADURA EN NUDOS								
UBICACIÓN	L1≠L2	CJP	MORDEDURAS	DISCONTINUIDAD	CORRECTA	SOCAVACIÓN	MORDEDURAS	FALTA APORTE
NUDO H3 NIVEL +5.50		1		1				
NUDO H4 NIVEL +5.50				2				
NUDO F6 NIVEL +5.50					2			
NUDO H5 NIVEL +5.50	1				1			
NUDO A1 NIVEL +8.00	1	1			2			
NUDO D1 NIVEL +8.00	1				2			
NUDO B2 NIVEL +8.00					4			
NUDO D2 NIVEL +8.00	2				2			
NUDO D3 NIVEL +8.00				1				
NUDO D4 NIVEL +8.00					1			
NUDO D5 NIVEL +8.00					2			
NUDO E5 NIVEL +8.00					2			
NUDO E4 NIVEL +8.00	1		1		4			
NUDO E3 NIVEL +8.00					2			
NUDO F3 NIVEL +8.00	1		2		1			
NUDO F4 NIVEL +8.00					6			
NUDO F6 NIVEL +8.00					2			
NUDO H3 NIVEL +8.00					1			
NUDO H4 NIVEL +8.00	2			1	2			
NUDO H5 NIVEL +8.00				1	2			
SUBTOTALES DE SOLADURAS	18	10	9	8	78	1	1	2

SOLDADURAS ANALIZADAS EN NUDOS: 127

CONSOLIDACIÓN DE DATOS								
	L1≠L2	CJP	MORDEDURAS	DISCONTINUIDAD	CORRECTA	SOCAVACIÓN	MORDEDURAS	FALTA APORTE
PORCENTAJES:	14%	8%	7%	6%	61%	1%	1%	2%

ITEM	SOLDADURA	
1	Aprobado	61%
2	Corregir	39%
TOTAL		100%



SOLDADURA BASE DE COLUMNAS Y SOLDADURAS LONGITUDINALES EN LAS COLUMNAS													
UBICACIÓN	ANCLAJE CORRECTO DE PLACA	ANCLAJE INADECUADO DE PLACA	L1#L2	MORDEDURAS	DISCONTINUIDAD	CORRECTA	SOCAVACIÓN	MORDEDURAS	FALTA APORTE	FALTA LLENADO	FALTA DE PENETRACION	POROS	DISCONTINUIDADES
BASE DE COLUMNA NIVEL 0.00	X		1										
BASE DE COLUMNA NIVEL 0.00	X		1	1		2							
BASE DE COLUMNA E5 NIVEL 0.00		X	1	1		2							
BASE DE COLUMNA C5 NIVEL 0.00		X	2	2									
BASE DE COLUMNA E4 NIVEL 0.00			2			2	1	1					
BASE DE COLUMNA E3 NIVEL 0.00		X	2			2							
BASE DE COLUMNA E5 NIVEL 0.00		X											
BASE DE COLUMNA D4 NIVEL 0.00		X				2							
BASE DE COLUMNA D5 NIVEL 0.00		X	1	1		2							
BASE DE COLUMNA A1 NIVEL 0.00		X	1			1		1					
BASE DE COLUMNA D3 NIVEL 0.00		X					1		1				
BASE DE COLUMNA D2 NIVEL 0.00		X	2			1			1				
BASE DE COLUMNA D1 NIVEL 0.00		X				2			1				
BASE DE COLUMNA C3 NIVEL 0.00		X				3		1					
BASE DE COLUMNA B1 NIVEL 0.00		X				2		1					
BASE DE COLUMNA B2 NIVEL 0.00		X				1			1				
COLUMNA ENTREPISO E4								1	1				
BASE DE COLUMNA H3 NIVEL 3.00		X	2										
BASE DE COLUMNA H4 NIVEL 3.00		X	1		1	1			1				
BASE DE COLUMNA F3 NIVEL 3.00		X				1			1				
BASE DE COLUMNA F4 NIVEL 3.00		X	1			1		1		1			
BASE DE COLUMNA F6 NIVEL 3.00		X				1					1		
COLUMNA D2 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00								1		1			
COLUMNA D3 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00								1			1		
COLUMNA D4 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00								1				1	
COLUMNA E5 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00												1	1
COLUMNA E4 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00									1				
COLUMNA E3 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00								1		1			
COLUMNA F3 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00									1				
COLUMNA F4 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00									1				
COLUMNA H3 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00								1					
COLUMNA F4 ENTREPISO NIVELES 5.50-8.00													
SUBTOTALES DE SOLDADURAS			17	5	1	26	2	11	7	6	2	2	1
SOLDADURAS ANALIZADAS EN COLUMNAS:		80											
			L1#L2	MORDEDURAS	DISCONTINUIDAD	CORRECTA	SOCAVACIÓN	MORDEDURAS	FALTA APORTE	FALTA LLENADO	FALTA DE PENETRACION	POROS	DISCONTINUIDADES
	PORCENTAJES:		21.3%	6.3%	1.3%	32.0%	2.5%	13.8%	8.8%	7.5%	2.5%	2.5%	1.3%

ITEM	SOLDADURA	
1	Aprobado	32%
2	Corregir	68%
TOTAL		100%

NIVEL +0.00





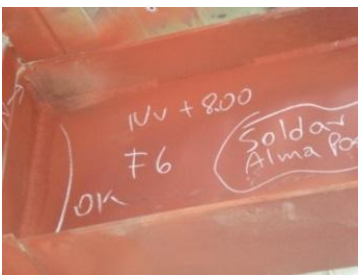




NIVEL +8.00









REGISTRO DE INSPECCIÓN DE CAMPO			
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN EDIFICACIÓN:	Azogues	FECHA	feb-17
TIPO DE EDIFICACIÓN:	Vivienda - Bodega	PLANTAS EDIFICACIÓN:	Cuatro (04)
ESTADO AL MOMENTO DE INSPECCION:		MARCA ASIGNADA:	E3
Se encuentra la estructura montada y soldada. Sin mampostería			
DATOS TÉCNICOS			
COLUMNAS:	Doblado en frío	NORMA DE REFERENCIA:	
VIGAS PRINCIPALES:	Unión perfil G doblado en frío (cajones)	AWS D1.3	
VIGAS SECUNDARIAS:	Doblado en frío		

SOLDADURA EN NUDOS							
UBICACIÓN	L1≠L2	CJP	REPARAR	MORDEDURAS	DISCONTINUIDAD.	CORRECTA	FALTA PROGRESION
NUDO E1 NIVEL +6.00						2	
NUDO E2 NIVEL +6.00						2	
NUDO E3 NIVEL +6.00	2						
NUDO D1 NIVEL +6.00	4					2	
NUDO D3 NIVEL +6.00	2					4	
NUDO D4 NIVEL +6.00	4						
NUDO C1 NIVEL +6.00	5					3	
NUDO C3 NIVEL +6.00	6					2	
NUDO B1 NIVEL +6.00	1					3	
NUDO A3 NIVEL +6.00	4						
NUDO A4 NIVEL +6.00						2	
NUDO E2 NIVEL +9.00						2	
NUDO E3 NIVEL +9.00						4	
NUDO E4 NIVEL +9.00	1					1	
NUDO D1 NIVEL +9.00	1					4	
NUDO D3 NIVEL +9.00	1					5	
NUDO D4 NIVEL +9.00	3					5	
NUDO C1 NIVEL +9.00						4	
NUDO C3 NIVEL +9.00	1					7	
NUDO C4 NIVEL +9.00	3					3	
NUDO C5 NIVEL +9.00						2	
NUDO B1 NIVEL +9.00	1						
NUDO A2 NIVEL +9.00	3					1	
NUDO A4 NIVEL +9.00						2	
NUDO E2 NIVEL +12.00			1				
NUDO E3 NIVEL +12.00						2	
NUDO E4 NIVEL +12.00	1						
NUDO D1 NIVEL +12.00	2						
NUDO D3 NIVEL +12.00	3						
NUDO D4 NIVEL +12.00	1					1	
NUDO D1 NIVEL +12.00	3						
NUDO C3 NIVEL +12.00	4						
NUDO C2 NIVEL +12.00						2	
NUDO C1 NIVEL +12.00						1	
NUDO B1 NIVEL +12.00						1	
NUDO A3 NIVEL +12.00	1					1	
NUDO A4 NIVEL +12.00						1	
TOTAL	57		1			69	



CONSOLIDACIÓN DE DATOS							
	L1#L2	CJP	REPARAR	MORDEDURAS	DISCONTINUIDAD	CORRECTA	FALTA PROGRESION
PORCENTAJES	45%		1%			54%	
NUMERO DE SOLDADURAS ANALIZADAS			127				
	ITEM	SOLDADURA					
	1	Aporbado	54%				
	2	Corregir	46%				
	TOTAL		100%				

NIVEL +2.70



NIVEL +6.00

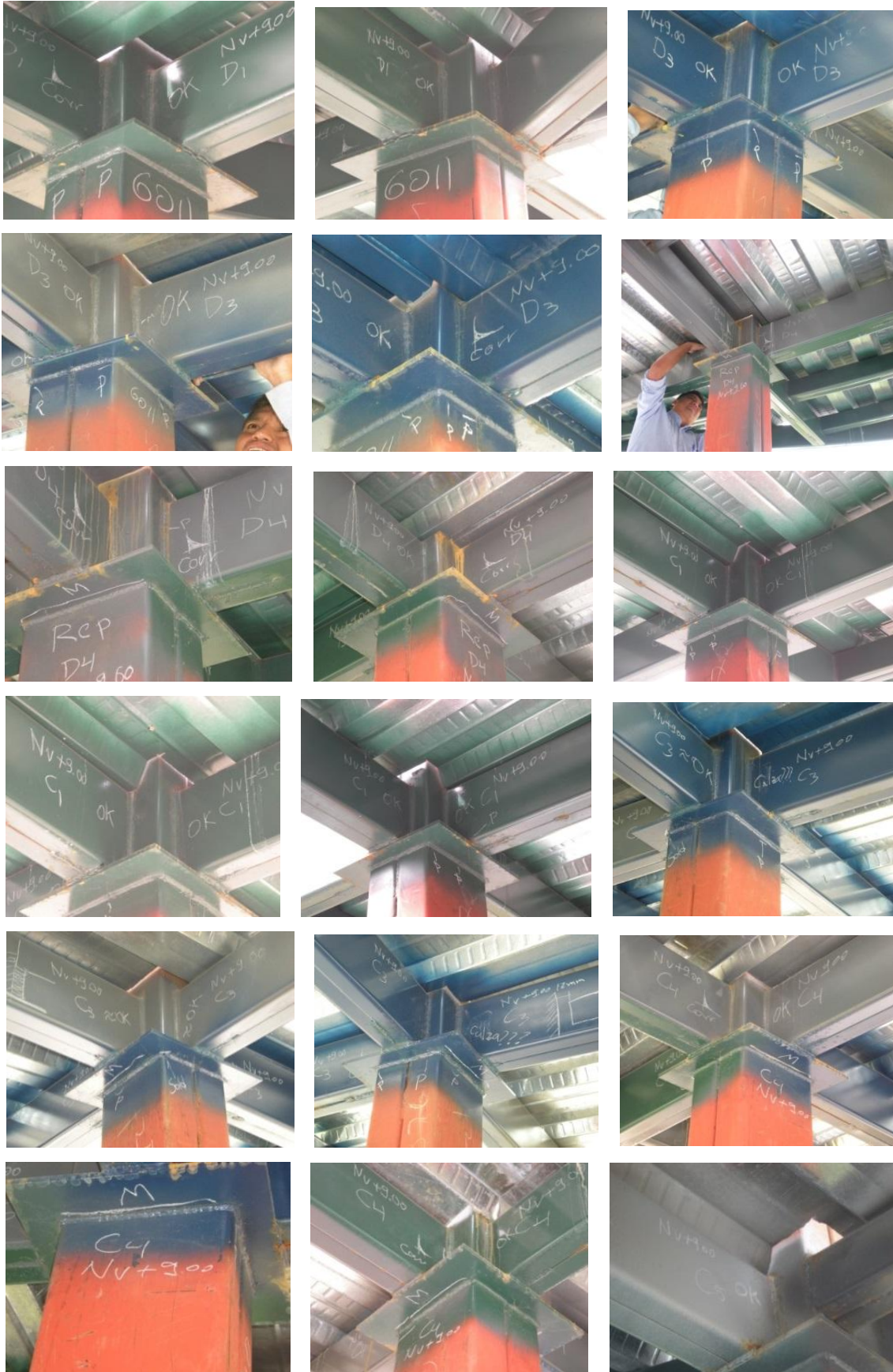


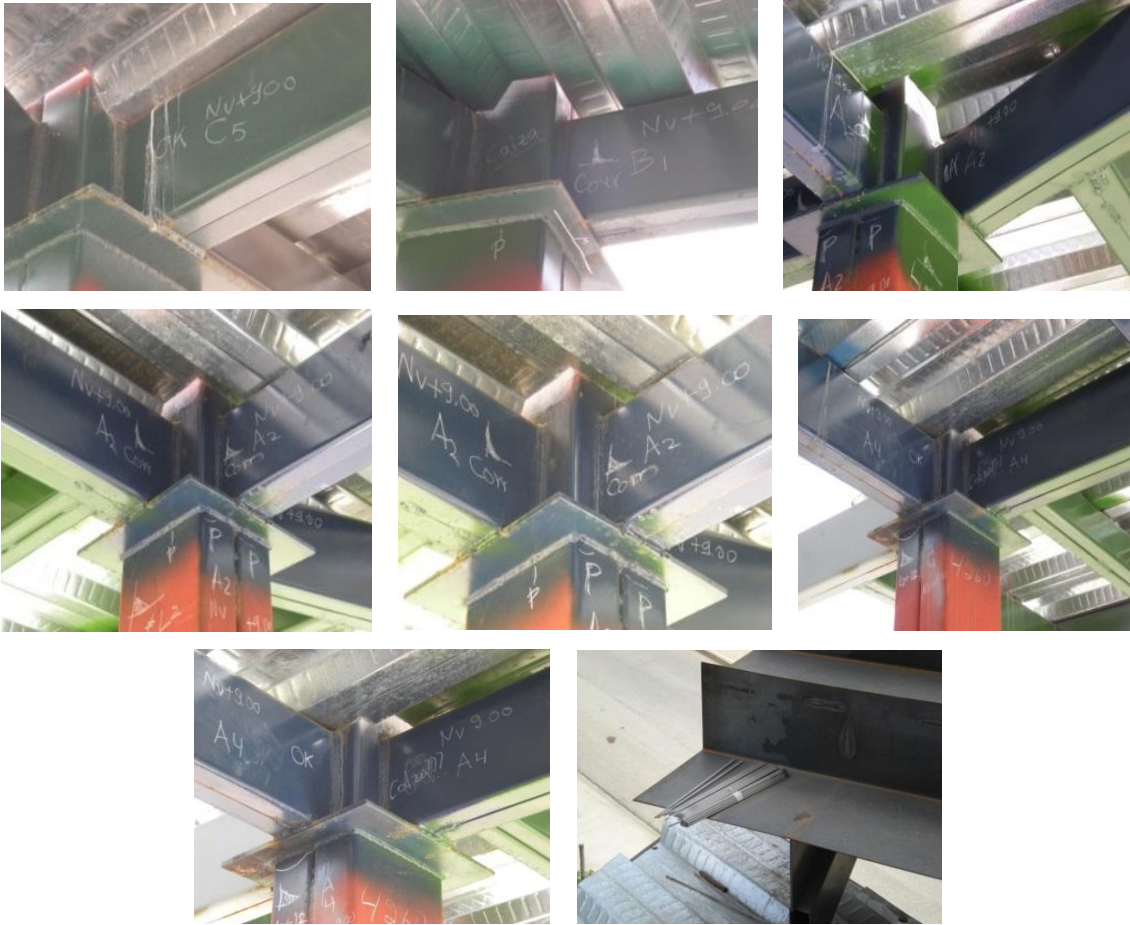




NIVEL +9.00







NIVEL 12+00







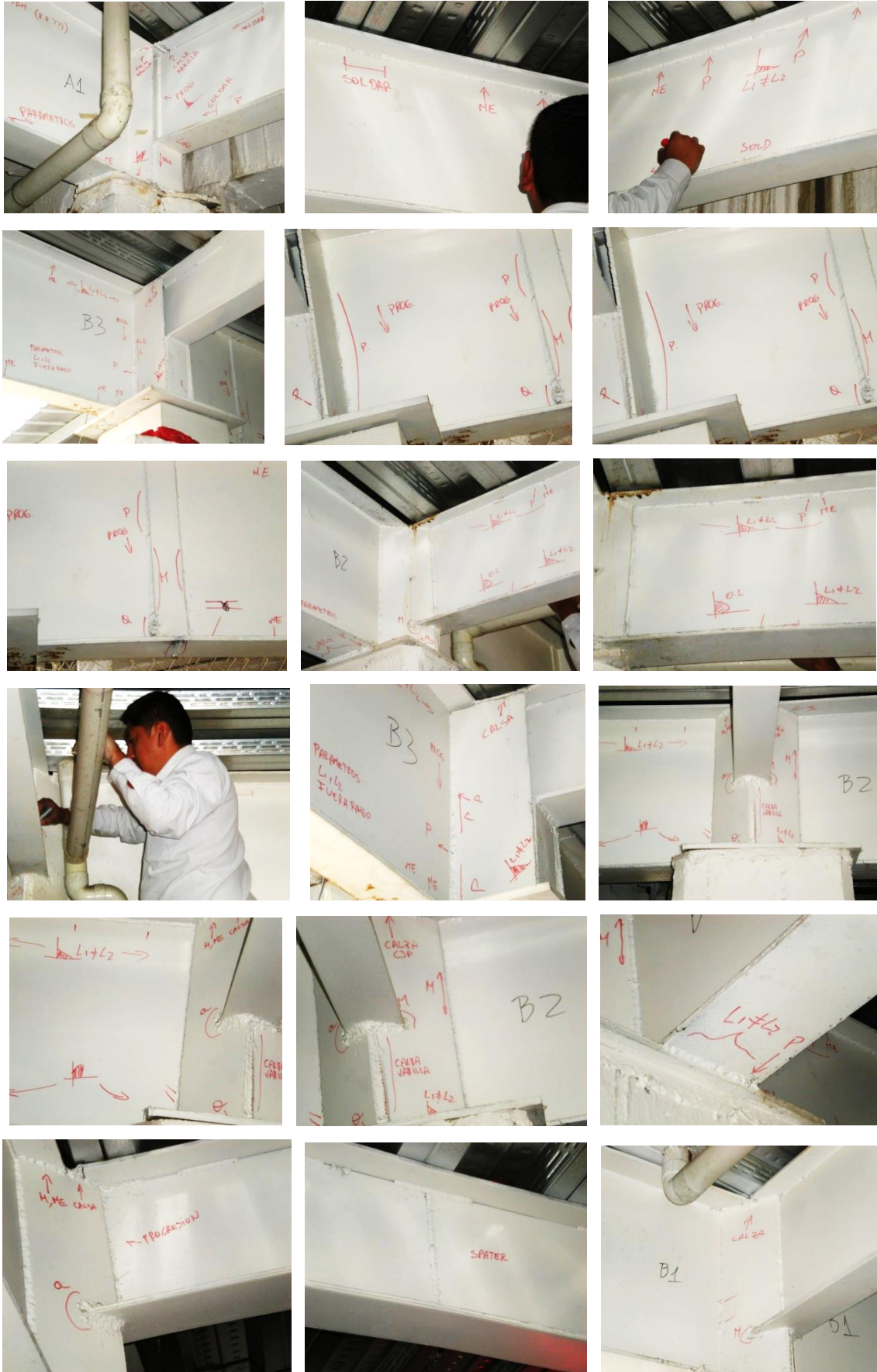


REGISTRO DE INSPECCIÓN DE CAMPO						
DATOS GENERALES						
UBICACIÓN EDIFICACIÓN:	Azogues		FECHA	feb-17		
TIPO DE EDIFICACIÓN:	Parqueadero		PLANTAS EDIFICACIÓN:	Cuatro (04)		
ESTADO AL MOMENTO DE INSPECCION:	En funcionamiento		MARCA ASIGNADA:	E4		
DATOS TÉCNICOS						
COLUMNAS:	Conformadas - soldadura		NORMA DE REFERENCIA:			
VIGAS PRINCIPALES:	Conformadas - soldadura		AWS D1.1			
VIGAS SECUNDARIAS:	Conformadas - soldadura					

SOLDADURA LONGITUDINAL EN NUDOS						
UBICACIÓN	L1≠L2	CJP	POROS	MORDEDU RAS	FALTA PROGRESION	FALTA DE LLENADO
NUDO A3 NIVEL +7.00	1		1	1		
NUDO A2 NIVEL +7.00	2		1	1	2	
NUDO A1 NIVEL +7.00			1		1	
NUDO B3 NIVEL +7.00	1		1	1	1	
NUDO B2 NIVEL +7.00	1			1		
NUDO B1 NIVEL +7.00			1	1		
NUDO C2 NIVEL +7.00	1				1	
NUDO C1 NIVEL +7.00					1	
NUDO C1' NIVEL +7.00			1	1		1
NUDO C2' NIVEL +7.00	1					
NUDO D2 NIVEL +7.00				1		1
NUDO D2' NIVEL +7.00					1	
TOTAL DE SOLDADURAS	7		6	7	7	2
NUMERO DE SOLDADURAS ANALIZADAS				29		
	L1≠L2	CJP	POROS	MORDEDU RAS	PROGRESIÓN DESCENDENTE	FALTA DE LLENADO
PORCENTAJES:	24%	0%	21%	24%	24%	7%

ITEM	SOLDADURA	
1	Aprobado	0%
2	Corregir	100%
TOTAL		100%







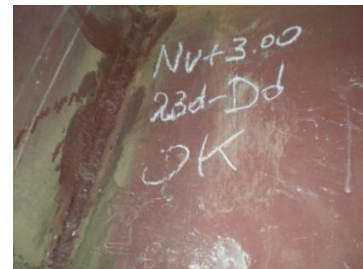


REGISTRO DE INSPECCIÓN DE CAMPO					
DATOS GENERALES					
UBICACIÓN EDIFICACIÓN:	Azogues	FECHA	mar-17		
TIPO DE EDIFICACIÓN:	Centro de enseñanza	PLANTAS EDIFICACIÓN:	Cinco (05) / varios bloques		
ESTADO AL MOMENTO DE INSPECCION:	En funcionamiento		MARCA ASIGNADA:	E5	
DATOS TÉCNICOS					
COLUMNAS:	Conformadas - soldadura	NORMA DE REFERENCIA:			
VIGAS PRINCIPALES:	Conformadas - soldadura	AWS D1.1			
VIGAS SECUNDARIAS:	Conformadas - soldadura				

SOLDADURA EN NUDOS					
UBICACIÓN	SOLDADURA CORRECTA	QUEMADURAS	MORDEDURAS	L1#L2	CALZAS
NUDOS EN NIVEL +3.00	25	1	0	1	1
NUDOS EN NIVEL +6.00	38	0	1	1	4
NUDOS EN NIVEL +9.00	41	0	0	1	0
NUDOS EN NIVEL +12.00	17	2	0	0	1
TOTAL DE SOLDADURAS	121	3	1	3	6
NUMERO DE SOLDADURAS ANALIZADAS:		134			
PORCENTAJES	90%	2.2%	1%	2.2%	4.6%

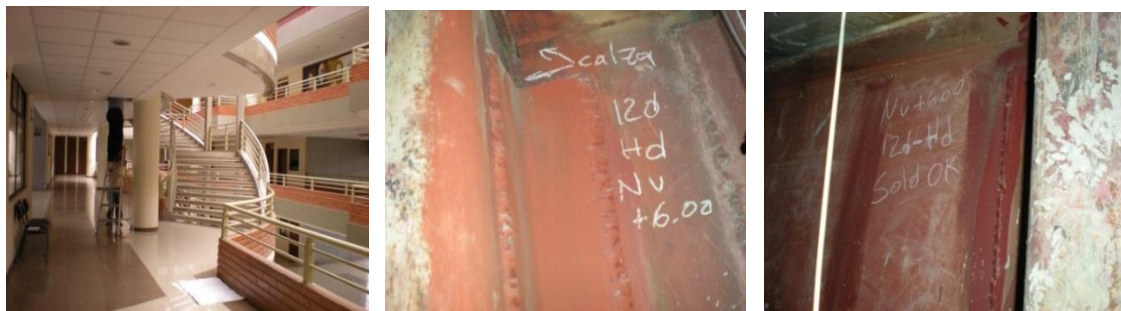
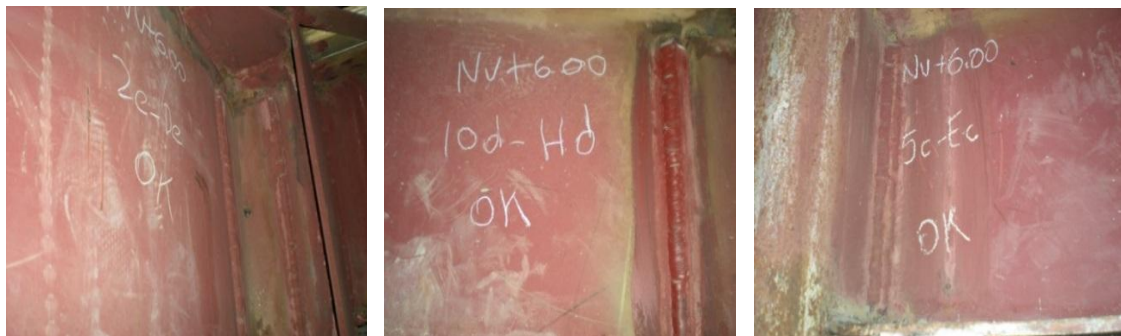
CONSOLIDADO		
ITEM	SOLDADURA	
1	Aprobado	90%
2	Corregir	10%
TOTAL		100%

NIVEL +3.00





NIVEL +6.00



NIVEL +9.00



NIVEL +12.00





ANEXO 2

ENCUESTA



1. ENCUESTA ACERCA DE CONSTRUCCIONES

Fecha: _____

Por favor, dedique unos momentos a completar esta encuesta. Los datos son anónimos, así que agradecemos su sinceridad en las respuestas ya que serán extremadamente útiles para elaborar una "Tesis de Maestría".

Esta encuesta dura aproximadamente 10 minutos, gracias

1. Sexo:

Masculino Femenino

2. ¿Cuál es su profesión?

Estudiante Universitario Nivel: _____

Empleado Privado

Tiempo de experiencia

Menos de un año

De 1 a 3 años

De 4 a 8 años

Más de 8 años

Empleado Público

Tiempo de experiencia

Menos de un año

De 1 a 3 años

De 4 a 8 años

Más de 8 años

3. ¿Ha trabajado con estructuras metálicas?

Si No

4. ¿Acude o acudió a algún curso relacionado a diseño de estructuras metálicas?

Si No

Mencione uno:

5. ¿Acude o acudió a algún curso relacionado a control de calidad de estructuras metálicas?

Si No

Mencione uno:

6. Se considera estructura metálica:

- a. Escritorio metálico
- b. Puente metálico



- c. Barandas metálicas
 - d. Una torre de transmisión de energía eléctrica
 - e. Un pupitre metálico
 - f. Un oleoducto
 - g. Una puerta metálica
 - h. Tanque de almacenamiento de petróleo
7. Las estructuras metálicas soldadas poseen las siguientes características:
- a. Relación peso – volumen baja
 - b. Estética
 - c. Gran resistencia al fuego
 - d. Mayor grado confiabilidad
 - e. Posibilidad de producción en serie
 - f. Gran resistencia a la corrosión
8. A continuación aparece una relación de contenidos. Por favor, indicar en qué medida considera que conoce cada uno de ellos:

SIGLAS	MUCHO	BASTANTE	SUFICIENTE	POCO	NADA
ASTM					
AISC					
NACE					
AWS					
SSPC					
NEC					
WPS					
WPQ					
END (NDT)					
QA/QC					

9. Señale la afirmación verdadera
- a. El control en obra no es necesario cuando antes se ha calificado el procedimiento de soldadura.
 - b. La soldadura puede contener poros
 - c. Se deben tolerar mano de obra que produzcan soldaduras que sean "lo suficientemente buenas".
 - d. La inspección visual de soldadura en el proceso de montaje, debe ser el método primario para confirmar que los procedimientos y trabajos realizados sea de calidad.



10. ¿Qué significan las siglas NEC? La respuesta puede ser en español o en inglés

N	
E	
C	

11. ¿Qué significan las siglas?

1G	
2F	

12. ¿Qué probabilidad hay de que tome un curso de “Estructuras con Acero”?

- a. Lo tomaría en cuanto estuviese disponible
- b. Lo tomaría en otra ocasión
- c. No creo que lo tomase
- d. No lo tomaría



ANEXO 3.

DOSSIER

ESTRUCTURA E-5



ÍNDICE

TABLA DE CONTENIDO	1
PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)	2
CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ)	3
IDENTIFICACION DE JUNTAS DE SOLDADURA	4
MAPA DE SOLDADURA	5
PROCEDIMIENTO DE INSPECCION	6
REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL	7
INFORMES	8



TABLA DE CONTENIDO

2.- PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)

2.1.- Soldadura Eléctrica con Electrodo Revestido

EPS N°	Designación
PREC - 001	En "T", ángulo recto
PREC - 002	En "T", ángulo diedrico
PREC - 003	A tope con cordón de respaldo
PREC - 004	A tope con placa de respaldo
PREC - 005	A tope, en "T", ángulo recto, placa de respaldo
PREC - 008	A tope, penetración parcial

2.2.- Soldadura Eléctrica con Alambre Sólido y Protección de Gaseosa

EPS N°	Designación
PREC - 006	En "T", ángulo recto
PREC - 007	A tope, en chafán
PREC - 009	A tope, penetración parcial

3.- CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ)

3.1.- Soldadura Eléctrica con Electrodo Revestido

Estampe N°	Nombre
S - 01	Xavier Barrera
S - 02	Vicente Criollo
S - 03	Eduardo Zangallimbay
S - 04	Segundo Sucunota
S - 06	Wilson Cajamarca
S - 07	Hipolito Criollo
S - 08	Oscar Suquitana
S - 09	Ángel Ayol
S - 10	Edison Brito
S - 11	Ángel Sanisaca

3.2.- Soldadura Eléctrica con Alambre Sólido y Protección de Gaseosa

Estampe N°	Nombre
S - 02	Vicente Criollo
S - 03	Eduardo Zangallimbay
S - 05	Diego Guzmán

4.- IDENTIFICACION DE JUNTAS DE SOLDADURA

4.1.- Nomenclatura y Símbolos

Tipos de Juntas
 Tipos de Soldadura
 Dimensiones
 Discontinuidades

4.2.- Tipo de Uniones

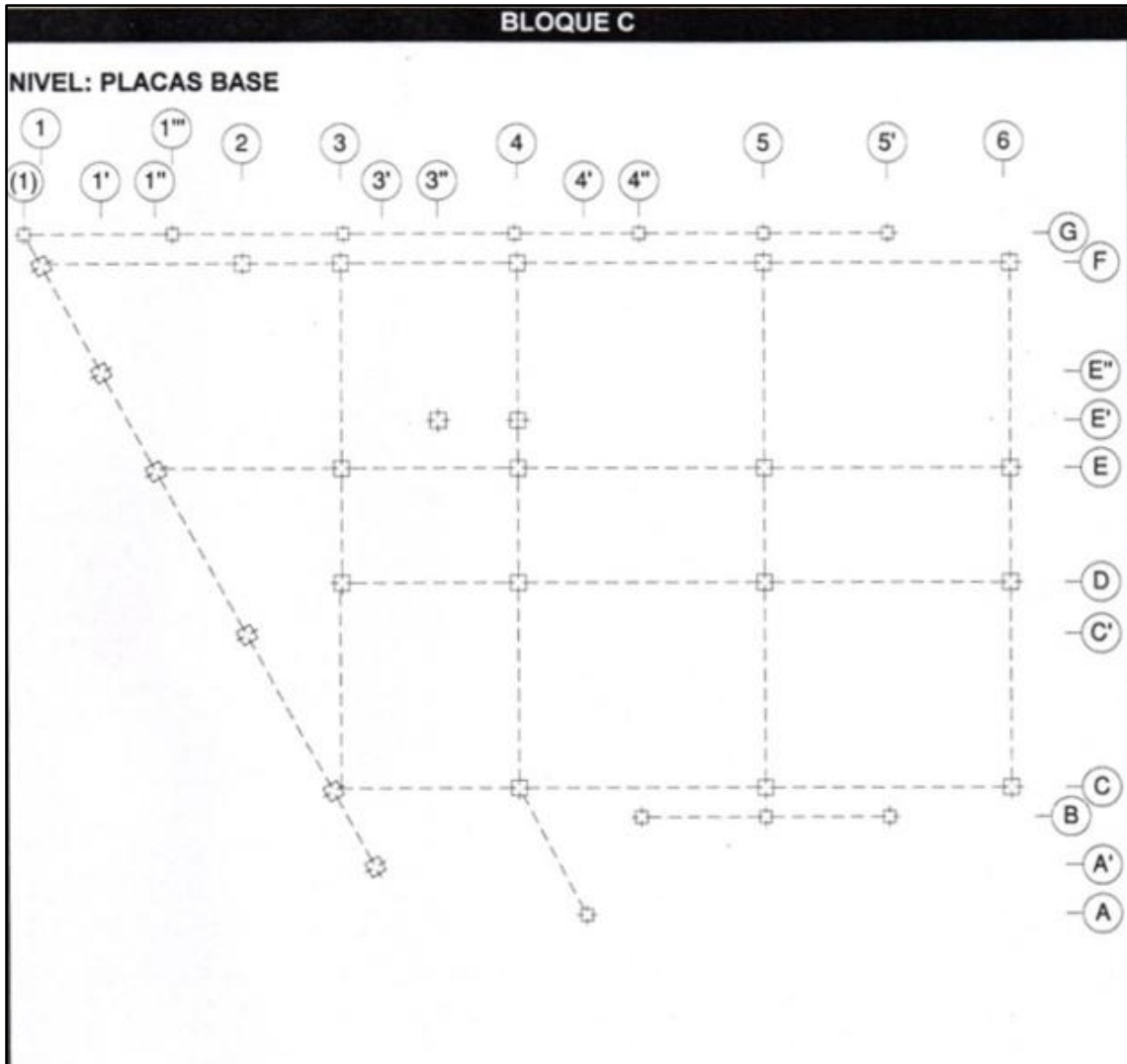
Columna - placa base
 Columna grada - placa base
 Columna - columna
 Refuerzo columna - columna
 Viga - columna, tipo I



IDENTIFICACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS

NOMENCLATURA Y SIMBOLOS (Sección 3, Norma de Referencia)										
TIPOS DE JUNTA										
B	C	T	L	F						
A tope	De esquina	En "T"	Traslape	Reborde						
TIPOS DE SOLDADURA										
1	2	3	4	5						
Ranura cuadrada	Ranura V simple	Ranura V doble	Ranura media V	Ranura media V doble						
6	7	8	9	10						
Ranura U simple	Ranura U doble	Ranura J	Ranura J doble	Ranura media reborde						
11	12	13								
Ranura V reborde	Filete simple	Filete doble								
DIMENSIONES		DISCONTINUIDADES								
L - Tamaño de pierna	C - Refuerzo de cara / raíz	T - Espesor de placa	t - Garganta de filete	NV - No visible						
F - Fisura	M - Mordedura	P - Poro (s)	D - Distorsión	C - Cráter						
PD - Perfil de soldadura defectuoso	FF - Falta de fusión	Q - Quemón	OL - Overlap	PI - Penetración incompleta						
S - Salpicaduras	I - Inclusiones	Co - Corregir	R - Reparar							
TIPO DE UNIONES										
A. Columna - Placa Base										
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DETALLE DE CONEXION</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">No. JUNTA</th> <th style="text-align: center;">DENOMINACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Soldadura de columna con placa base</td> </tr> </tbody> </table>			DETALLE DE CONEXION		No. JUNTA	DENOMINACIÓN	1	Soldadura de columna con placa base
DETALLE DE CONEXION										
No. JUNTA	DENOMINACIÓN									
1	Soldadura de columna con placa base									

MAPA DE SOLDADURA





PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL

1. *Objetivo*

Establecer los métodos, requerimientos y parámetros generales para ejecutar el ensayo no destructivo, por el método de inspección visual, durante la preparación, ejecución y una vez concluidas las juntas soldadas, en fabricación y/o montaje de estructuras metálicas, ceñido a los requerimientos de la norma de referencia del procedimiento END 04.

2. *Alcance*

2.1. Este procedimiento describe el método de inspección visual para detección de indicaciones expuestas a la superficie.

2.2. Este procedimiento se aplica a la inspección visual de soldadura a tope y soldadura de filete realizada en la fabricación o el montaje, así como inspección visual del material base.

3. *Definiciones*

3.1. **Supervisor de Control de Calidad.** Es el Ingeniero de Proyecto designado por Integra Engineers con probada experiencia en soldadura de fabricación, montaje de estructuras metálicas, apto para ejecutar END por distintos métodos.

3.2. **Inspector.** Es la persona que lleva a cabo la inspección visual de acuerdo con este procedimiento. Evaluar la soldadura.

3.3. **END.** Ensayo No Destructivo

4. *Responsabilidades*



ANEXO 4

ESQUEMA

CERTIFICACIÓN

SECAP



Tabla A49. Esquema de certificación EC-82: Soldador en Proceso SMAW

Código: Esquema de Certificación EC- 82; Perfil Ocupacional SOLDADOR EN PROCESO SMAW: Soldadura por arco con electrodo metálico revestido

Versión Esquema: 2.0

Fecha de revisión: 16/09/2016

1. DENOMINACIÓN DEL PERFIL OCUPACIONAL:

SOLDADOR EN PROCESO SMAW: Soldadura por arco con electrodo metálico revestido

POSICIONES 1G, 2G, 3G y 4G.

- a) Soldador en proceso SMAW para estructuras ligeras metálicas de 2 a 4 mm de espesor según aws d1.3, con perfilería (placas, tubos cuadrados, ángulos) en posición 1G y 2G.
- b) Soldador en proceso SMAW para estructuras ligeras metálicas de 2 a 4 mm de espesor según aws d1.3, (placas, tubos cuadrados, ángulos) en posición 3G.
- c) Soldador en proceso SMAW para estructuras ligeras metálicas de 2 a 4 mm según aws d1.3, con perfilería (placas, tubos cuadrados, ángulos) en posición 4G.

POSICIONES 1F, 2F, 3F y 4F

- a) Soldador en proceso SMAW para estructuras ligeras metálicas de 2 a 4 mm según aws d1.3, con perfilería (placas, tubos cuadrados, ángulos) en posición 1F y 2F.
- b) Soldador en proceso SMAW para estructuras ligeras metálicas de 2 a 4 mm según aws d1.3, con perfilería (placas, tubos cuadrados, ángulos) en posición 3F.
- c) Soldador en proceso SMAW para estructuras ligeras metálicas de 2 a 4 mm según aws d1.3, con perfilería (placas, tubos cuadrados, ángulos) en posición 4F.

2. ALCANCE DE LA CERTIFICACIÓN

	Tipo de soldadura	Posiciones	Ranura CJP	Ranura PJP	Filete (h)
PLACA	Ranura	1G	F	F	F
		2G	F y H	F y H	F y H
		3G	F, H, V	F, H, V	F, H, V
		4G	F, OH	F, OH	F, OH
		3G + 4G	TODAS	TODAS	TODAS

NOMENCLATURA

- F= Plana
- H= Horizontal
- V= Vertical
- OH= Sobre Cabeza



3. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS Y

3.1. Descripción del/los trabajo/s

UC1: Realizar actividades previas a la aplicación de soldadura por arco con electrodo metálico revestido (SMAW) aplicando las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental según las instrucciones de trabajo.

1.1 Verificar la seguridad del soldador y del equipo a emplear, las condiciones ambientales y el entorno de trabajo, aplicando las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental.

1.2 Revisar los conectores y cables del equipo a emplear de acuerdo a normas básicas de seguridad industrial.

1.3 Verificar las condiciones del material de aporte, de acuerdo a las recomendaciones técnicas del código AWS D1.3 definidas en el (H.T.S.).

UC2: Preparar el metal base a ser soldado, de acuerdo a las especificaciones técnicas requeridas en la orden de trabajo (H.T.S.) y la aplicación de las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental.

2.1 Verificar el tipo, las dimensiones y las condiciones del metal base, de acuerdo a los requerimientos técnicos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS).

2.2 Preparar la junta de los elementos del metal base a ser soldados, de acuerdo a los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS) y norma seleccionada.

UC3 (UC3 y UC5 del perfil ocupacional): Aplicar el proceso de soldadura por arco con electrodo metálico revestido en perfilería (placas, tubos cuadrados, ángulos) de acero al carbono, utilizando instrumentos y equipos necesarios, cumpliendo con las especificaciones técnicas, normas de soldadura, seguridad industrial, higiene y protección ambiental y controles de calidad.

3.1 Soldar por arco con electrodo metálico revestido en placas y perfiles de acero al carbono en posiciones 1G, 2G, 3G, 4G, 1F, 2F, 3F, 4F (según sea la experiencia y habilidad del candidato), de acuerdo al código AWS D1.1 para fabricar o reparar construcciones metálicas ligeras, aplicando controles de calidad y seguridad requeridas.

3.2 Eliminación de residuos en la soldadura ejecutada siguiendo parámetros de seguridad industrial.

TABLA C



3.2.

**Descripción
de la/s tarea/s**

UC1

1.1 Verificar la seguridad del soldador y del equipo a emplear, las condiciones ambientales y el entorno de trabajo, aplicando las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental. (trabajo)

1.1.1 Riesgos potenciales del proceso de soldadura identificado y evaluado para prevenir y mantener un ambiente seguro de trabajo de acuerdo a las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental.

1.1.2 Medidas de seguridad industrial aplicadas de acuerdo a la normativa legal vigente.

1.1.3 Condiciones climáticas, de ventilación, de iluminación revisada y equipos de auxilio del área de trabajos provistos, aplicando normas técnicas y de seguridad requeridas.



1.1.4 Equipo de protección personal utilizado, considerado el tipo de proceso de soldadura y las condiciones específicas del medio ambiente de trabajo en el cual se encuentra de acuerdo a las normas de seguridad industrial.

1.2 Revisar los conectores y cables del equipo a emplear de acuerdo a normas básicas de seguridad industrial. (Trabajo)

1.2.1 Capacidad y funcionamiento del equipo a emplear revisada, en función del trabajo de soldadura requerido y de las especificaciones de la HTS.

1.2.2 Revisar cables de conexión a fuente de poder, tierra y porta electrodos, teniendo conceptos básicos de seguridad industrial.

1.3 Verificar las condiciones del material de aporte, de acuerdo a las recomendaciones técnicas del código AWS D1.3 definidas en el (H.T.S.) (Trabajo)

1.3.1 Material de aporte seleccionado de acuerdo al tipo de metal base y del trabajo a ejecutar establecido en la hoja técnica de soldadura (HTS), en función de las recomendaciones técnicas del fabricante.

1.3.2 Condiciones del revestimiento del electrodo revisadas visualmente, verificando que no exista agrietamiento o irregularidades causadas por el medio, informando las novedades detectadas.

UC2

2.1 Verificar el tipo, las dimensiones y las condiciones del metal base, de acuerdo a los requerimientos técnicos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS). (Trabajo)

2.1.1. Condiciones físicas del metal base (golpes, corrosión, entre otros) revisadas, visualmente, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS) y de las especificaciones técnicas del material.

2.1.2 Tipo de metal base a ser soldado verificado, de acuerdo a los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS), según norma seleccionada.

2.1.3 Limpieza de los elementos del metal base, realizado de manera efectiva asegurando que las superficies a unir estén libres de contaminación según norma seleccionada y pueda afectar a la calidad de la soldadura.

2.2 Preparar la junta de los elementos del metal base a ser soldados, de acuerdo a los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS) y norma seleccionada. (Trabajo)

2.2.1 Juntas de los elementos del metal base preparadas de acuerdo a los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS) según norma o código seleccionado.

2.2.2 Instrumentos de medición (Flexómetro, escuadra, nivel y/o plomada, según sea aplicable) utilizados para verificar la geometría del metal base; confirmando que se cumpla con los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS), según norma seleccionada.



UC3 (UC3 y UC5 del perfil ocupacional)

3.1. Soldar por arco con electrodo metálico revestido en placas y perfiles de acero al carbono en posiciones: 1G, 2G, 3G, 4G, 1F, 2F, 3F, 4F (según sea la experiencia y habilidad del candidato), de acuerdo al código AWS D1.3 para fabricar o reparar construcciones metálicas ligeras, aplicando controles de calidad y seguridad requeridas. (Trabajo)

3.1.1 Equipos de protección personal utilizados, cumpliendo con las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental.

3.1.2 Armar (puntear) junta, cumpliendo con los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS) y los controles de calidad.

3.1.3 Proceso de soldadura por arco con electrodo metálico revestido ejecutado, según los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura

(HTS), las medidas de seguridad, de protección ambiental y cumpliendo con las normas de calidad requeridas.

3.2 Eliminación de residuos en la soldadura ejecutada siguiendo parámetros de seguridad industrial. (Trabajo)

3.2.1 Eliminación de residuos de soldadura realizados de acuerdo al código, norma o procedimiento requerido, para permitir supervisión del trabajo.

3.2.2 Área de trabajo, es mantenida en condiciones de orden y limpieza, de acuerdo al código, norma o procedimiento requerido.

4. CAPACIDAD REQUERIDA	4.1. Capacidades o Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> a) Reflejos rápidos, b) Coordinación motriz, c) Pulso firme y destreza manual para aplicar soldadura por arco con Electrodo Metálico Revestido (SMAW); d) Capacidad para transportar peso moderado; e) Soldar en diferentes posiciones; f) Relaciones Humanas, Liderazgo
	4.2. Conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> 1. Conocimientos sobre los Procesos de Soldadura; 2. Equipo Básico para Soldadura SMAW; 3. Cómo utilizar un Equipo de Soldadura SMAW; 4. Detalle de la ejecución de Soldadura SMAW en aceros al carbono y diferentes espesores; 5. Aplicaciones Industriales de la Soldadura SMAW y Variables del Proceso; 6. Vocabulario básico Técnico de Soldadura; 7. Procedimientos Estandarizados de Soldadura (wps); 8. Tipos de electrodos 9. Tipos de Juntas; 10. Fuentes de Poder para Equipos de Soldadura SMAW: CA, CD; 11. Posiciones en Soldadura; 12. Dibujo Técnico Básico y Trazado; 13. Metrología básica y conversión de unidades; 14. Seguridad Industrial, Higiene Laboral, Salud Ocupacional y Protección Ambiental en Proceso de Soldadura SMAW; 15. Lectura e Interpretación de planos.



5.	LAS APTITUDES (CUANDO CORRESPONDA)	Se entiende como aptitud a las capacidades de una persona para realizar adecuadamente ciertas actividades, funciones o servicios. Las aptitudes pueden incluir capacidades físicas tales como la visión, la audición, la movilidad, entre otras. Ante ello se establece como principio fundamental lo estipulado por la Ley Orgánica de Discapacidades art. 4 numeral 3, 7 y 8 Igualdad de Oportunidades, Participación e Inclusión y Accesibilidad respectivamente. Por lo tanto, no corresponde su aplicación a ningún perfil para no restringir el acceso al proceso inicial de certificación. El candidato deberá utilizar las ayudas técnicas necesarias que su discapacidad lo requiera para rendir las exámenes. N/A
6.	PRE-REQUISITOS (CUANDO CORRESPONDA).	<p>Experiencia de trabajo requerida en la ocupación: Experiencia de trabajo en la función a certificar mínimo 1 año como soldador en procesos SMAW.</p> <p>La experiencia será avalada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Certificados laborales o - Copia de RUP-RUC-RISE incluyendo facturas mínimo una por mes (total 12 facturas), o - Certificado emitido por un proveedor del tiempo y actividad que realiza o del tiempo y del/los producto/s que distribuye al taller persona, o - Certificados emitidos por una asociación, gremio o similares, legalmente constituida, de la actividad laboral que desempeña, o - Contratos de trabajo, o - Declaración juramentada del tiempo y actividad que realiza. <p>Escolaridad: Aprobación de algún grado de educación básica o su equivalente, o manejo de técnicas instrumentales básicas de lectura, escritura y comprensión de instrucciones verbales y escritas.</p> <p>Capacitación: N/A</p>
7-	CÓDIGO DE CONDUCTA (CUANDO CORRESPONDA).	Código de ética y conducta del SECAP para el examinado.
8.	CRITERIOS PARA LA CERTIFICACIÓN.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicación completa y firmada. 2. Evidenciar cumplimiento con pre-requisitos físico y digital. 3. Cancelar costos de certificación (de ser el caso) 4. Resultar "competente" en la evaluación del perfil ocupacional. 5. Firmar Código de ética y conducta para el examinado.



<p>9</p> <p>MÉTODOS DE EVALUACIÓN INICIAL DE LA CERTIFICACIÓN.</p>	<p>La evaluación tendrá dos componentes un teórico y un práctico.</p> <p>Teórico - Demostrar los conocimientos y capacidades (habilidades) del perfil, a través de una prueba teórica. En la evaluación teórica se permite un margen de error de hasta el 30% en conocimientos o de acuerdo a las políticas de calificación establecidas por el SECAP.</p> <p>Práctico - Realizar un ejercicio práctico del proceso de soldadura que permita evaluar las destrezas que los trabajos y tareas lo requieren (numerales 3 y 4 del presente esquema) No existe margen de error en la evaluación. Para acceder a la evaluación práctica es obligatorio aprobar la evaluación teórica.</p>
<p>10.</p> <p>CRITERIOS PARA LA RE-CERTIFICACIÓN.</p>	<p>1) Evaluación in situ. 2) Desarrollo profesional: N/A 3) Entrevistas estructuradas. 4) Confirmación de la continuidad de un trabajo satisfactorio y registros de la experiencia laboral: Haber obtenido una evaluación satisfactoria del desempeño laboral a través de un certificado de buen cumplimiento de trabajo por parte del empleador o cliente.</p> <p>Evidenciar el desarrollo ocupacional que permitan confirmar la experiencia laboral mínimo de 24 meses no continuos, dentro de los 3 años de vigencia de la certificación.</p> <p>5) Examen: Evaluación en las instalaciones que designe el SECAP, teórico y práctico, por parte de un profesional especializado en el área y el resultado debe ser "competente".</p> <p>6) Controles de capacidad física en relación con la competencia en cuestión: N/A 7) Certificación Vigente 8) Cumplir con las frecuencias de vigilancia. 9) Actualización del perfil de competencia laboral (de ser el caso).</p>
<p>11.</p> <p>MÉTODOS PARA LA RE-CERTIFICACIÓN.</p>	<p>a) Rendir un examen teórico-práctico en el lugar de trabajo o en las instalaciones que determine el SECAP, de cada una de las unidades de competencia vigentes en el perfil, según procedimientos de calificación establecidos por el SECAP.</p> <p>b) Realizar la entrevista estructurada a la persona a re-certificarse en temas relacionados al ámbito laboral, entorno de trabajo, seguridad y salud ocupacional. Se utilizará formato establecido por el SECAP.</p> <p>c) Revisión documental, donde demuestre experiencia laboral mínima de 24 meses no consecutivos, emitido por la entidad contratante, certificado vigente, evaluación del desempeño laboral.</p>
<p>12.</p> <p>TIEMPO DE VIGENCIA DE LA CERTIFICACIÓN</p>	<p>4 años</p>



13.	FRECUENCIA DE VIGILANCIA	Al menos una vez, durante el tiempo que dura la certificación,
14.	CRITERIOS DE VIGILANCIA	Actualizar la base de datos que lleva el SECAP vía on-line. • Poseer el certificado de buen cumplimiento de trabajo, o facturas, o actas de entrega recepción, o contratos.
15.	MÉTODOS DE VIGILANCIA (DE SER EL CASO).	Actualización de la base de datos que lleva el SECAP vía on-line (Empleabilidad, actividad laboral, seguridad social, entre otras). Revisión Documental: Revisión del certificado de buen cumplimiento, o facturas, o actas de entrega recepción, o contratos.
16.	CRITERIOS PARA SUSPENDER O RETIRAR LA CERTIFICACIÓN	Por incumplimiento de normativa legal y reglamentaria relativa a la certificación estipulado en el procedimiento SGCP-95 "Procedimiento de Renovación, Suspensión, Modificación del alcance o Retiro de la Certificación".
17.	CRITERIOS PARA CAMBIOS DEL ALCANCE DE LA CERTIFICACIÓN (DE SER EL CASO)	Que se modifique el perfil ocupacional o norma técnica u otro documento normativo superior desde el organismo regulador.
18	FECHA APROBACIÓN POR EL COMITÉ DE ESQUEMA	16 de septiembre de 2016

Nota. Fuente: SECAP (2015)



Tabla A2. Esquema de certificación EC-82: Soldador en Proceso GTAW

Código: Esquema de Certificación EC-82; Perfil Ocupacional SOLDADOR EN PROCESO GTAW: para estructuras ligeras en acero inoxidable de 2 mm de espesor según aws d1.6, con tubo de perfil redondo en posición 2G,5G,6G.

Versión Esquema: 2.0

Fecha de revisión: 16/09/2015

1. DENOMINACIÓN DEL PERFIL OCUPACIONAL:

SOLDADOR EN PROCESO GTAW: Soldadura por arco con tungsteno y gas.

SOLDADOR EN PROCESO GTAW PARA ESTRUCTURAS LIGERAS EN ACERO INOXIDABLE DE 2 MM DE ESPESOR SEGÚN AWS D1.6, CON TUBO DE PERFIL REDONDO EN POSICIÓN 2G.

SOLDADOR EN PROCESO GTAW PARA ESTRUCTURAS LIGERAS EN ACERO INOXIDABLE DE 2 MM DE ESPESOR SEGÚN AWS D1.6, CON TUBO DE PERFIL REDONDO EN POSICIÓN 5G.

SOLDADOR EN PROCESO GTAW PARA ESTRUCTURAS EN ACERO INOXIDABLE DE 2 MM DE ESPESOR SEGÚN AWS D1.6, CON TUBO DE PERFIL REDONDO EN POSICIÓN 6G.

2. ALCANCE DE LA CERTIFICACIÓN

	Tipo de soldadura	Posiciones	Ranura CJP	Ranura PJP	Filete (h)
PLACA	Bisel (Tubo sección circular y Tubo sección rectangular)	1G Rotado	F	F	F
		2G	F y H	F y H	F y H
		3G	F,V,OH	F,V,OH	F,V,O H
		4G	TODAS	TODAS	TODAS

NOMENCLATURA

F= Plana
H= Horizontal
V= Vertical
OH= Sobre Cabeza



3. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS Y TAREAS

3.1. Descripción del/los trabajos/s

UC1: *Realizar actividades previas a la aplicación de soldadura por arco con tungsteno y gas inerte (GTAW / TIG), aplicando las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental según las instrucciones de trabajo y normativa legal vigente.*

1.1 Verificar la seguridad del soldador y del equipo a emplear, las condiciones ambientales y el entorno de trabajo, aplicando las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental.

1.2 Verificar la preparación de superficie de los elementos y piezas a unir mediante el proceso GTAW (TIG) y el área para aplicar la soldadura, de acuerdo al tipo de trabajo requerido, planos y/o los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS).

UC2 *Aplicar el proceso de soldadura por arco con tungsteno y gas inerte GTAW (TIG) en tubería de acero inoxidable, con o sin material de aporte, cumpliendo con las especificaciones técnicas, normas de soldadura y controles de calidad, seguridad industrial, higiene y protección ambiental.*

2.1 Verificar la junta y su geometría para aplicar soldadura por arco con tungsteno y gas inerte en tubería de acero inoxidable, con o sin material de aporte, de acuerdo a los planos y/o requisitos de la Hoja Técnica de Soldadura y las normas de soldadura, seguridad industrial, higiene y protección ambiental.

2.2 Aplicar el proceso de soldadura por arco con tungsteno y gas inerte en tubería de acero inoxidable, con o sin material de aporte, de forma que cumpla con las especificaciones técnicas, normas de soldadura, seguridad industrial, higiene y protección ambiental y controles de calidad.



3.2. Descripción de la/s tarea/s

UC1

1.1 Verificar la seguridad del soldador y del equipo a emplear, las condiciones ambientales y el entorno de trabajo, aplicando las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental. (trabajo)

1.1.1 Riesgos potenciales del proceso de soldadura identificado y evaluado para prevenir y mantener un ambiente seguro de trabajo de acuerdo a las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental.

1.1.2 Medidas de seguridad industrial aplicadas de acuerdo a la normativa legal vigente.

1.1.3 Condiciones climáticas, de ventilación, de iluminación revisada y equipos de auxilio del área de trabajos provistos, aplicando normas técnicas y de seguridad requeridas.

1.1.4 Equipo de protección personal utilizado, considerado el tipo de proceso de soldadura y las condiciones específicas del medio ambiente de trabajo en el cual se encuentra de acuerdo a las normas de seguridad industrial.

1.2 Verificar la preparación de superficie de los elementos y piezas a unir mediante el proceso GTAW (TIG) y el área para aplicar la soldadura, de acuerdo al tipo de trabajo requerido, planos y/o los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS). (Trabajo)

1.2.1 Dimensiones, geometría, identificación y limpieza de elementos metálicos a ser armados son comprobadas, de acuerdo con las instrucciones de trabajo y los planos.



UC2

2.1 Verificar la junta y su geometría para aplicar soldadura por arco con tungsteno y gas inerte en tubería de acero inoxidable, con o sin material de aporte, de acuerdo a los planos y/o requisitos de la Hoja Técnica Soldadura y las normas de soldadura, seguridad industrial, higiene y protección ambiental. (Trabajo)

2.1.1. 1La junta preparada es revisada, utilizando las herramientas adecuadas, de acuerdo a lo establecido en el esquema de la hoja Técnica de soldadura (HTS) y las normas de soldadura, seguridad industrial, higiene y protección ambiental.

2.1.2 El electrodo de tungsteno, es seleccionado, en función del tipo del metal base.

2.2 Aplicar el proceso de soldadura por arco con tungsteno y gas inerte en tubería de acero inoxidable, con o sin material de aporte, en posiciones:

2G, 3G, 6G (según sea la experiencia y habilidad del candidato) de forma que cumpla con las especificaciones técnicas, normas de soldadura, seguridad industrial, higiene y protección ambiental y controles de calidad. (Trabajo)

2.2.1 Equipo de protección personal utilizado durante el proceso, cumpliendo las normas de seguridad industrial, higiene y protección ambiental.

2.2.2 El cambio o afilado del electrodo de tungsteno durante el proceso, se realiza, cuando es necesario o de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante.

2.2.3 Proceso de soldadura, ejecutado, cumpliendo con los requisitos establecidos en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS) normas de soldadura, seguridad industrial, higiene y protección ambiental y controles de calidad.

2.2.4 El depósito de material de aporte, es aplicado, sobre la tubería de acero inoxidable, de acuerdo a lo establecido en la Hoja Técnica de Soldadura (HTS) y/o normas de soldadura, seguridad industrial, higiene y protección ambiental y controles de calidad

Z4. CAPACIDAD REQUERIDA

4.1. Capacidades o Habilidades

Capacidad o Habilidad	Numeral o Literal del perfil o norma técnica u otra normativa vigente.
a) Reflejos rápidos, b) Coordinación motriz, c) pulso firme; d) Capacidad para transportar peso moderado; e) Soldar en diferentes posiciones; f) Relaciones Humanas, Liderazgo	a) 2.1.1; 2.2.2; 2.2.3; 2.2.4. b) 1.1; 1.2; 2.1; 2.2.1; 2.2.2; 2.2.3; 2.2.4 c) 2.1; 2.2.2; 2.2.3; 2.2.4 d) 1.2; 2.1.1; 2.2.1 e) 2.2.2; 2.2.3; 2.2.4 f) 1.1, 1.2, 2.1, 2.2;



**4.2.
Conocimientos**

1. Equipo Básico para Soldadura GTAW;
2. Cómo utilizar un Sistema GTAW;
3. Proceso y Variables de Soldadura GTAW en diferentes metales;
4. Aplicaciones Industriales de la Soldadura GTAW;
5. Vocabulario Técnico de Soldadura;
6. Procedimientos Estandarizados de Soldadura;
7. Tipos de Material de Aporte;
8. Gases Protectores para el proceso GTAW;
9. Reguladores y Medidores de Flujo de Gases;
10. Antorcha para Soldadura GTAW: Características y Conservación;
11. Sistemas de Enfriamiento para Equipos de Soldadura GTAW;
12. Características del Arco Eléctrico para Soldadura GTAW;
13. Características de las Puntas de los Electrodo para GTAW;
14. Posiciones en Soldadura;
15. Introducción a las Normas Internacionales de Soldadura (AWS, ASME, API).
16. Metrología básica y conversión de unidades (Normas Técnicas Ecuatorianas);
17. Cálculos estimativos de tiempos, dimensiones, rendimientos y costos de trabajos de soldadura;
18. Simbología de soldadura;
19. Lectura e interpretación de planos.
20. Seguridad Industrial, Higiene Laboral, Salud Ocupacional y Protección Ambiental en Proceso de Soldadura GTAW.

**5.
LAS APTITUDES
(CUANDO
CORRESPONDA)**

Se entiende como aptitud a las capacidades de una persona para realizar adecuadamente ciertas actividades, funciones o servicios. Las aptitudes pueden incluir capacidades físicas tales como la visión, la audición, la movilidad, entre otras. Ante ello se establece como principio fundamental lo estipulado por la Ley Orgánica de Discapacidades art. 4 numeral 3, 7 y 8 *Igualdad de Oportunidades, Participación e Inclusión y Accesibilidad* respectivamente. Por lo tanto, no corresponde su aplicación a ningún perfil para no restringir el acceso al proceso inicial de certificación. El candidato deberá utilizar las ayudas técnicas necesarias que su discapacidad lo requiera para rendir las exámenes.



<p>6. PRE-REQUISITOS (CUANDO CORRESPONDA).</p>	<p>Experiencia de trabajo requerida por la ocupación: Experiencia de trabajo en la función a certificar mínimo 2 años como soldador en procesos GTAW.</p> <p>La experiencia será avalada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Certificados laborales o - Copia de RUP-RUC-RISE incluyendo facturas mínimo una por mes (total 24 facturas), o - Certificado emitido por un proveedor del tiempo y actividad que realiza o del tiempo y del/los producto/s que distribuye al taller persona, o - Certificados emitidos por una asociación, gremio o similares, legalmente constituida, de la actividad laboral que desempeña, o - Contratos de trabajo, o - Declaración juramentada del tiempo y actividad que realiza. <p>Escolaridad: Aprobación de algún grado de educación básica o su equivalente, o manejo de técnicas instrumentales básicas de lectura, escritura y comprensión de instrucciones verbales y escritas.</p> <p>Capacitación: N/A</p>
<p>7- CÓDIGO DE CONDUCTA (CUANDO CORRESPONDA).</p>	<p>Se alinea a las políticas internas de certificación como el Código de ética y conducta del SECAP para el examinado.</p>
<p>8. CRITERIOS PARA LA CERTIFICACIÓN.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación completa y firmada. - Evidenciar cumplimiento de los pre-requisitos de forma física y/o digital. - Resultar "competente" en la evaluación del perfil ocupacional. - Firmar Código de ética y conducta del SECAP para el examinado. - Cancelar los costos de certificación (de ser el caso).
<p>9 MÉTODOS DE EVALUACIÓN INICIAL DE LA CERTIFICACIÓN.</p>	<p>La evaluación tendrá dos componentes un teórico y un práctico.</p> <p>Teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demostrar los conocimientos y capacidades (habilidades) del perfil, a través de una prueba teórica. En la evaluación teórica se permite un margen de error de hasta el 30% en conocimientos o de acuerdo a las políticas de calificación establecidas por el SECAP. <p>Práctico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar un ejercicio práctico del proceso de soldadura que permita evaluar las destrezas que los trabajos y tareas lo requieren (numerales 3 y 4 del presente esquema) No existe margen de error en la evaluación. <p>Para acceder a la evaluación práctica es obligatorio aprobar la evaluación teórica.</p>



10.	CRITERIOS PARA LA RE-CERTIFICACIÓN.	<p>1) Evaluación in situ.</p> <p>2) Desarrollo profesional: N/A</p> <p>3) Entrevistas estructuradas.</p> <p>4) Confirmación de la continuidad de un trabajo satisfactorio y registros de la experiencia laboral: Haber obtenido una evaluación satisfactoria del desempeño laboral a través de un certificado de buen cumplimiento de trabajo por parte del empleador o cliente.</p> <p>Evidenciar el desarrollo ocupacional que permitan confirmar la experiencia laboral mínimo de 24 meses no continuos, dentro de los 3 años de vigencia de la certificación.</p> <p>5) Examen: Evaluación en las instalaciones que designe el SECAP, teórico y práctico, por parte de un profesional especializado en el área y el resultado debe ser "competente".</p> <p>6) Controles de capacidad física en relación con la competencia en cuestión: N/A</p> <p>7) Certificación Vigente</p> <p>8) Cumplir con las frecuencias de vigilancia.</p> <p>9) Actualización del perfil de competencia laboral (de ser el caso).</p>
11.	MÉTODOS PARA LA RE-CERTIFICACIÓN.	<p>a) Rendir un examen teórico-práctico en el lugar de trabajo o en las instalaciones que determine el SECAP, de cada una de las unidades de competencia vigentes en el perfil, según procedimientos de calificación establecidos por el SECAP.</p> <p>b) Realizar la entrevista estructurada a la persona a re-certificarse en temas relacionados al ámbito laboral, entorno de trabajo, seguridad y salud ocupacional. Se utilizará formato establecido por el SECAP.</p> <p>c) Revisión documental, donde demuestre experiencia laboral mínima de 24 meses no consecutivos, emitido por la entidad contratante, certificado vigente, evaluación del desempeño laboral.</p>
12.	TIEMPO DE VIGENCIA DE CERTIFICACIÓN	3 años
13.	FRECUENCIA DE VIGILANCIA	Al menos una vez, durante el tiempo que dura la certificación,
14.	CRITERIOS DE VIGILANCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizar la base de datos que lleva el SECAP vía on-line. • Poseer el certificado de buen cumplimiento de trabajo, o facturas, o actas de entrega recepción, o contratos.
15.	MÉTODOS DE VIGILANCIA (DE SER EL CASO).	<p>a. Actualización de la base de datos que lleva el SECAP vía on-line (Empleabilidad, actividad laboral, seguridad social, entre otras).</p> <p>b. Revisión Documental: Revisión del certificado de buen cumplimiento, o facturas, o actas de entrega recepción, o contratos.</p>



16.	CRITERIOS PARA SUSPENDER O RETIRAR LA CERTIFICACIÓN	Por incumplimiento de normativa legal y reglamentaria relativa a la certificación estipulado en el procedimiento SGCP-95 "Procedimiento de Renovación, Suspensión, Modificación del alcance o Retiro de la Certificación".
------------	--	--

17.	CRITERIOS PARA CAMBIOS DEL ALCANCE DE LA CERTIFICACIÓN (DE SER EL CASO)	Que se modifique el perfil ocupacional o norma técnica u otro documento normativo superior desde el organismo regulador.
------------	--	--

18	FECHA APROBACIÓN POR EL COMITÉ DE ESQUEMA	16 de septiembre de 2016
-----------	--	---------------------------------

Nota. Fuente: SECAP (2015)