



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL.**

TEMA

**“VADEMÉCUM SOBRE ERRORES Y SOLUCIONES DURANTE LOS PROCESOS
CONSTRUCTIVOS EN ESTRUCTURAS MIXTAS.”**

TUTOR

MSC. ALEX SALVATIERRA ESPINOZA.

AUTORES

HÉCTOR JOEL BENAVIDES OBREGÓN.

JORGE ISRAEL FLORES SÁNCHEZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

2021



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO:

Vademécum sobre errores y soluciones durante los procesos constructivos en estructuras mixtas.

AUTORES/ES:

Benavides Obregón Héctor Joel
Jorge Israel Flores Sanchez

REVISORES O TUTORES:

MsC. Alex Salvatierra Espinoza.

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de
Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Ingeniería, Industria y Construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2021**N. DE PAGS:**

146

ÁREAS TEMÁTICAS:

Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Normativa, Estructura Metálica, Errores Comunes, Procesos Constructivos.

RESUMEN:

El presente trabajo de investigación responde al análisis, evaluación y documentación de los errores que se presentan durante los procesos constructivos de estructuras mixtas (acero estructural y hormigón armado), con el propósito de ofrecer resultados específicos.

N. DE REGISTRO (en base de datos):**N. DE CLASIFICACIÓN:**

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Benavides Obregón Héctor Joel Flores Sánchez Jorge Israel	Teléfono: 0987531776 0983516609	E-mail: Hjbo708.hj@gmail.com israelflores1010@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	MAE. Ing. Alex Salvatierra Espinoza; Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

16/3/2021 Turnitin Visualizador de documentos

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 16-mar.-2021 14:14 -05
Identificador: 1534753525
Número de palabras: 26346
Entregado: 1

TESIS Por Jorge Flores

Índice de similitud	8%	Similitud según fuente	
		Internet Sources:	8%
		Publicaciones:	3%
		Trabajos del estudiante:	1%

[excluir citas](#) [Excluir bibliografía](#) [excluir las coincidencias menores](#) modo:
ver informe en vista quickview (vista clásica)

- <1% match (Internet desde 27-sept.-2018)
<http://marte21music.blogspot.com>
- <1% match (Internet desde 12-mar.-2021)
<https://www.doccity.com/es/geotecnia-y-cimentaciones/5745627/>
- <1% match (Internet desde 02-ene.-2020)
<https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1V55VM1M0-2BP9G1K-7DVP/Sin%20T%C3%ADtulo%201.cmap>
- <1% match (Internet desde 17-ago.-2017)
<https://www.gerdau.com/gerdaucorsa/es/productsservices/products/Document%20Gallery/construccion-compuesta-acero-concreto.pdf>
- <1% match (Internet desde 30-oct.-2016)
<http://documents.tjgs>
- <1% match (Internet desde 18-jun.-2018)
<https://documents.mx/engineering/aws-d1-portugues.html>
- <1% match (Internet desde 16-dic.-2020)
<https://procesosmetalurgicositc2014-2.blogspot.com/2014/>
- <1% match (Internet desde 26-feb.-2021)
<https://metodologia-de-investigacion-vbt.blogspot.com/>
- <1% match (Internet desde 11-jun.-2015)
<http://malaysia.shafiqna.com>
- <1% match (Internet desde 21-jul.-2020)
<https://ingeododo.com/2018/11/10/normativa-geotecnica/>
- <1% match (Internet desde 12-ene.-2021)
<https://aprenderly.com/doc/3307006/universidad-internacional-del-ecuador-facultad-de>
- <1% match (Internet desde 12-ene.-2021)
<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/96446/D-CD70174.pdf>
- <1% match (Internet desde 31-jul.-2018)
<http://nimaazmoon.com>
- <1% match (Internet desde 12-dic.-2020)
<https://coggle.it/diagram/X5-idsxk2CamsJWw/1/metodolog%C3%ADa-investigativa-m%C3%A9todos%2C-t%C3%A9cnicas-e-instrumentos>

https://www.turnitin.com/newreport_classic.asp?lang=es&oid=1534753525&t=1&bypass_cv=1 1/39

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados Benavides Obregón Héctor Joel y Flores Sánchez Jorge Israel, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Vademécum sobre errores y soluciones durante los procesos constructivos en estructuras mixtas, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

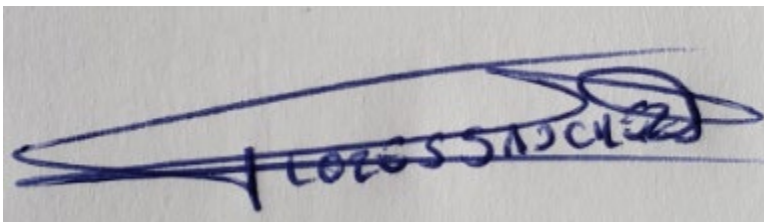
De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es):



Benavides Obregón Héctor Joel

C.I. 0930258389



Flores Sánchez Jorge Israel

C.I. 0927087114

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **“VADEMÉCUM SOBRE ERRORES Y SOLUCIONES DURANTE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN ESTRUCTURAS MIXTAS”**, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de **INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN** de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **“VADEMÉCUM SOBRE ERRORES Y SOLUCIONES DURANTE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN ESTRUCTURAS MIXTAS”**, presentado por los estudiantes **HÉCTOR JOEL BENAVIDES OBREGÓN Y JORGE ISRAEL FLORES SÁNCHEZ** como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.


MSC. Ing. Alex Salvatierra Espinoza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios ya que en todos mis caminos siempre me ha bendecido, a mi hermano y mi padre que siempre estuvieron alado mío apoyándome en todo sentimental y físicamente, a mi madre que, aunque no estuvo siempre físicamente siempre me brindó su apoyo de la manera que pudo, familia de España y Ecuador que siempre se alegran de mis logros.

Agradecimientos especiales a los ingenieros Ricardo Armijos y Santiago Vélez por siempre contestar mis llamadas y contestar alguna duda. Y por último a mi amigo Israel Flores Sánchez sin el cual no habría sido posible concluir este tema de tesis.

Héctor Joel Benavides Obregón.

Agradezco a Dios por guiarme durante todo mi proceso tanto personal como educativo para poder superar cada obstáculo y vicisitud a lo largo de este camino llamado vida.

Agradezco así también el apoyo incondicional que solo te lo da una madre, que sin duda alguna es el pilar de base de todos mis logros.

A mi hermana, que a pesar de su corta edad me ha sabido cuidar y enseñar el amor hacia las cosas sencillas.

A mi padre, que a pesar de su forma de ser me ha enseñado hacer responsable conmigo mismo y con los demás y que celebra cada logro mío como suyo.

Agradezco encarecidamente a mi familia la de sangre y la familia que uno conoce en el caminar de la vida por el apoyo y por los consejos para cada etapa de mi vida.

Agradezco a mis parientes que ya no están en este mundo, pero que siempre los he sentido presente en mi vida. Y sé que estarían llenos de orgullo del logro que el alcanzado.

Finalmente, a Héctor Benavides y a los Profesionales amigos por la ayuda brindada para poder hacer posible este proyecto y por la calidad humana que me han brindado con su amistad.

Jorge Israel Flores Sánchez.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi padre que siempre me enseñó con el ejemplo las virtudes y beneficios del estudio y directamente de la ingeniería civil, a ser honrado y responsable.

A mi hermano el cual siempre me motivo a superar cualquier conflicto en el camino de la vida. A mi madre que me enseñó que la educación era importante aun cuando ella no la tuvo.

A Dios todo poderoso que me enseñaron mis padres por el cual estoy vivo.

Mi amigo Jorge flores compañero desde el inicio de la carrera y ahora compañero de trabajo y Dios mediante compañero en proyectos futuros.

Héctor Joel Benavides Obregón.

El presente trabajo de titulación se lo dedico a Dios, por darme la fortaleza para seguir adelante a pesar de los obstáculos y momentos difíciles que te pone la vida, por esto y por más dedico primeramente mi tesis a Dios, a mi madre, por ser ese apoyo incondicional y demostrarte siempre su cariño a lo largo de este desarrollo como persona y profesional en todas las etapas de mi vida, a mi padre, que a pesar de su carácter, siempre me apoyo a su manera y agradezco, porque gracias a eso aprendí lo que es ser responsable con las cosas y que uno mismo, a mi hermana que siempre me ha brindado su apoyo y a pesar de su corta edad me ha sabido cuidar cuando lo necesite, a mi familia de sangre, a la familia que uno conoce en el camino y a los que ya no tengo cerca de mí, por haberme brindado su apoyo, sus consejos y por compartir conmigo cada etapa de mi vida, a mi amigo Héctor Benavides por su apoyo para lograr este trabajo.

Jorge Israel Flores Sánchez.

INDICE GENERAL

FICHA DE REGISTRO DE TESIS.....	II
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	V
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
INDICE GENERAL	IX
INDICE DE TABLAS	XIII
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
INDICE DE ANEXOS	XVI
RESUMEN	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
ABREVIATURAS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Formulación del Problema	2
1.4 Sistematización del Problema	3
1.5 Objetivos de la Investigación	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos específicos	3

1.6	Justificación.....	4
1.7	Delimitación del Problema.....	4
CAPÍTULO II.....		6
2.	MARCO TEÓRICO	6
2.1	Antecedentes	6
2.2	Marco Conceptual	7
2.2.1	Las estructuras	7
2.2.2.	Soldadura	10
2.2.3.	Procedimientos de diseño de elementos estructurales en hormigón.....	18
2.2.4.	Requisitos para materiales y mezclas en concreto.....	19
2.3	Marco Legal	23
CAPÍTULO III.....		26
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
3.1	Metodología	26
3.2	Tipo de investigación.....	27
3.3	Enfoque.....	27
3.4	Técnica e instrumentos	28
3.5	Población.....	28
3.6	Profesionales entrevistados y directores de obra	29
3.7	Entrevistas dirigidas a profesionales de las obras analizadas	29
3.8	Análisis de resultados	34
3.8.1	Generación de tablas de resultados.....	35
CAPÍTULO IV.....		38
4.	INFORME FINAL	38

4.1 Problemas y Soluciones que se observaron y encontraron dentro del proyecto Ocean Suites II.....	39
Problema # 01: Mala colocación de placa de corte en viga metálica provoca perdida de material base.....	40
Problema # 02: Montaje erróneo de estructuras	42
Problema # 03: Oquedad o “ratonera” causada por segregación y mal vibrado durante la fundición	43
Problema # 04: Hidratación de capa de sub-base clase III con tanquero sin uso de acople para tanquero o flauta previo a cimentación.....	45
Problema # 05: No realizar estudios de suelo con métodos de sondeo profunda para encontrar nivel freático	47
Problema # 06: Discontinuidad en cordón de soldadura	48
Problema # 07: Acero de refuerzo doblado y parcialmente embebido en hormigón	50
Problema # 08: La placa de empalme en esta columna metálica se encuentra solo 80 centímetros por encima de la conexión viga columna.....	52
Problema # 09: Error muy común conectores de corte internos a la columna separados 50 cm	54
Problema # 10: Agujero de acceso a soldadura.....	55
Problema # 11: No remover ángulos de soportes de las piezas estructurales en conexión viga-columna	58
Problema # 12: Socavación o mordedura	60
4.2 Problemas y Soluciones que se observaron y encontraron dentro del proyecto Jardines de la Esperanza Edificio de bóvedas bloque 8 - 9 y Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado.....	61
Problema # 13: Traslape mínimo incorrecto en malla electro soldada para losa Steel Deck metálico	63
Problema # 14: Falta de uso de separadores de losa para losas o contra pisos	65

Problema # 15: Contaminación de soldadura por aceite, pintura, grasa o cualquier hidrocarburo.....	67
Problema # 16: Completar vacíos con varilla corrugada para soldar. Acero A 36	69
Problema # 17: Falta de conectores de corte sobre vigas secundarias Soldado a Steel panel	71
Problema # 18: Mala colocación en obra de placa “Gusset” para refuerzo en diagonales....	73
Problema # 19: Agujeros en placa base hechos con oxicorte.....	76
Problema # 20: Mal diseño de Angulo de bisel.....	77
Problema # 21: Mal uso del proceso de soldadura y electrodo	78
4.3 Problemas y Soluciones que se observaron y encontraron dentro del proyecto Vivienda multifamiliar Mirador del Norte.....	81
Problema # 22: Paso de tubería eléctrica embebida en elemento estructural.....	82
Problema # 23: Acero de refuerzo longitudinal con gancho no calculado técnicamente.....	84
Problema # 24: Acero de refuerzo por fuera Del estribo $d_b = 12\text{mm}$	86
Problema # 25: Traslape mínimo no respetado en viga de hormigón armado	88
Problema # 26: Mal armado de hierro longitudinal en conexión viga columna.....	91
Problema #27: Falta de espacio entre encofrado y acero para asegurar recubrimiento	96
Problema #28: Mal dimensionamiento y Detallamiento de estribos.....	98
Problema # 29: Hormigón mal colocado causa segregación.....	102
Problema # 30: Mal armado de estribos en vigas de hormigón armado.....	104
CONCLUSIONES	106
RECOMENDACIONES.....	107
ANEXOS	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de investigación FIIC.....	5
Tabla 2 Propiedades a tensión establecidas en la norma Astm.....	9
Tabla 3 Normas para materiales cementados.....	19
Tabla 4 Requerimientos mínimos ACI 318 tabla 19.2.1.1	21
Tabla 5 Materiales típicos en Ecuador.....	22
Tabla 6 Errores que causarían el colapso en las estructuras documentados en la entrevista.....	35
Tabla 7 Análisis económico, rendimiento según lo recolectado en obra.....	36
Tabla 8 Metales base y metales de aporte.....	70
Tabla 9 Proceso aprobado para acero ASTM grado 50	80
Tabla 10 Gancho estándar para estribos	85
Tabla 11 Distancias de traslapes para adherencia.....	90
Tabla 12 Recubrimiento libre en condiciones normales y mínimas.....	97

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Proceso de solidificación	11
Ilustración 2 : Proceso de soldadura (SMAW).....	13
Ilustración 3 : Procesos de soldadura (GMAW).....	14
Ilustración 4 Proceso de soldadura SAW.....	15
Ilustración 5 Acciones Típicas en el diafragma.....	19
Ilustración 6 Análisis de afectación Economía.....	36
Ilustración 7 Análisis de retraso en el tiempo.....	37
Ilustración 8 Ocean Club Ocean Suits II.....	39
Ilustración 9: Pérdida de material base en placa de corte	40
Ilustración 10 Falla en conexión soldada.....	41
Ilustración 11 Corrección de placa de corte.....	41
Ilustración 12 Montaje erróneo de estructuras.....	42
Ilustración 13 Manejo de estructuras	42

Ilustración 14 Ratonera por segregación.....	43
Ilustración 15 Tanquero sin uso de acople.....	45
Ilustración 16: uso de acople para hidratación de material.....	46
Ilustración 17: Búsqueda del nivel freático	47
Ilustración 18 construcción de junta	48
Ilustración 19 Tipo Weld Tabs a utilizar	49
Ilustración 20 Uso de Weld Tabs.....	50
Ilustración 21 Acero de refuerzo doblado.....	50
Ilustración 22 Placa de empalme	52
Ilustración 23 Placa de empalme ubicación correcta.....	53
Ilustración 24 Conectores de corte internos.....	54
Ilustración 25 Conectores cada 25 cm	55
Ilustración 26 Agujero sísmico de acceso a soldadura	56
Ilustración 27 diseño óptimo de agujeros de acceso para soldadura	57
Ilustración 28 diseño óptimo de agujeros de acceso para soldadura ANSI, AISC 360	57
Ilustración 29 No remoción de ángulos de soportes en la conexión viga-comuna.....	58
Ilustración 30 Marca con “x” el lugar donde no debe ir la soldadura de filete.....	59
Ilustración 31 correcta ubicación del filete y remoción de Angulo.....	59
Ilustración 32 socavación en cordón de soldadura por penetración completa.....	60
Ilustración 33 Corrección de relleno de cordón de soldadura y ultrasonido.....	61
Ilustración 34 Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 para Bóvedas	61
Ilustración 35 Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado.....	62
Ilustración 36 Traslape mínimo incorrecto	63
Ilustración 37 longitud del empalme por traslape.....	64
Ilustración 38 Falta de uso de separadores	65
Ilustración 39 Solución # 4 diseño de soportes.....	66
Ilustración 40 Contaminación de soldadura por cualquier hidrocarburo.....	67
Ilustración 41 Problemas de porosidad en cordones.....	67
Ilustración 42 Retirando contaminantes en la parte a soldar	68
Ilustración 43 Relleno De Espacio Entre Acero Grado 50 Y Varillas De Acero A36	69

Ilustración 44 Falta de conectores de corte sobre vigas secundarias	71
Ilustración 45 Falta de conectores de cortantes	71
Ilustración 46 conectores de cortes aislados	72
Ilustración 47 Viga atravesando Steel Deck	73
Ilustración 48 Placa Gusset.....	73
Ilustración 49 Ubicación de una placa estructural	74
Ilustración 50 Solución # 9	75
Ilustración 51 Agujero en placa base hechos con oxicorte	76
Ilustración 52 bisel incorrecto para el tipo de junta.....	77
Ilustración 53 AWS D1.1 unión tipo T.....	78
Ilustración 54 Mal uso de proceso de soldadura.....	79
Ilustración 55 Vivienda multifamiliar mirador del norte	81
Ilustración 56 Paso de Tubería Eléctrica	82
Ilustración 57 Tubería de Aluminio.....	83
Ilustración 58 Acero de refuerzo longitudinal con gancho	84
Ilustración 59 Armado de acero de refuerzo.....	84
Ilustración 60 Diámetro de la barra 75 mm	86
Ilustración 61 Acero de Refuerzo fuera del estribo	86
Ilustración 62 Detalles para elementos de hormigón armado.....	87
Ilustración 63 Viga de Hormigón Armado	88
Ilustración 64 Traslape incorrecto en barra de refuerzo	89
Ilustración 65 Falta de espacio entre encofrado.....	91
Ilustración 66 Elaboración de la armadura de acero	92
Ilustración 67 Viga en cruz de menor espesor que la columna.....	92
Ilustración 68 Viga en T de igual espesor que la columna	93
Ilustración 69 Vigas en T de menor espesor que la columna	93
Ilustración 70 Viga en T de menor espesor que la columna.....	94
Ilustración 71 Viga en Cruz de Igual espesor que la columna.....	94
Ilustración 72 Barras con mayor recubrimiento superior	95
Ilustración 73 Encuentro de vigas con columna de esquina	95
Ilustración 74 Falta de espacio entre encofrado.....	96

Ilustración 75 Mal dimensionamiento de estribos	98
Ilustración 76 Secciones típicas de columna caso (A-D).....	99
Ilustración 77 Secciones Típicas de Columnas (E-G2)	100
Ilustración 78 Secciones Típicas de Columna (G3-J).....	101
Ilustración 79 Hormigón mal colocado.....	102
Ilustración 80 uso de vibradores	103
Ilustración 81 Mal armado de estribos en vigas de hormigón armado	104
Ilustración 82 Estribos en Vigas rectangulares.....	104
Ilustración 83 Formas típicas de los estribos	105

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Entrevista a Profesionales de las Obras Analizadas	113
Anexo 2 Vademécum.....	116

“VADEMÉCUM SOBRE ERRORES Y SOLUCIONES DURANTE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN ESTRUCTURAS MIXTAS”

Autor(es): HECTOR JOEL BENAVIDES OBREGON – JORGE ISRAEL FLORES SANCHEZ

Tutor: ING. ALEX SALVATIERRA ESPINOZA. MSC.

RESUMEN

El proyecto de investigación tiene como objetivo el desarrollo de la propuesta de rehabilitación estructural-constructiva a las siguientes infraestructuras Ocean Club “Ocean Suits II”, jardines de la esperanza Edificio de bóvedas bloque 8 y 9 para Bóvedas, reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado y la vivienda multifamiliar Mirador del Norte ubicadas Guayaquil.

El análisis, evaluación y documentación de los errores que se presentan durante los procesos constructivos de estructuras mixtas (acero estructural y hormigón armado) son claves para las intervenciones aplicando el criterio técnico, inducción de materiales, como acero y hormigón, efectos por agentes externos, errores constructivos provocando patologías.

Los diagnósticos son procesos patológicos afectados por la inspección visual que se realizó, permiten dar el diagnóstico, recomendaciones y tratamiento adecuado rehabilitación prolongando la vida útil de las infraestructuras.

Palabras clave: Normativa, Estructura Metálica, errores comunes, procesos constructivos.

“VADEMÉCUM ON ERRORS AND SOLUTIONS DURING CONSTRUCTION PROCESSES IN MIXED STRUCTURES”

Author(s): HECTOR JOEL BENAVIDES OBREGON – JORGE ISRAEL FLORES SANCHEZ

Advisor: ING. ALEX SALVATIERRA ESPINOZA. MSC.

ABSTRACT

The objective of the research project is to develop the structural-constructive rehabilitation proposal for the following infrastructures Ocean Club "Ocean Suits II", Esperanza Gardens Building with vaults block 8 and 9 for Vaults, reinforcement of the structure for assembly of games with metallic elements and reinforced concrete and the Mirador del Norte multifamily house located in Guayaquil.

The analysis, evaluation and documentation of the errors that occur during the construction processes of mixed structures (structural steel and reinforced concrete) are key for interventions applying technical criteria, induction of materials, such as steel and concrete, effects by external agents, constructive errors causing pathologies.

The diagnoses are pathological processes affected by the visual inspection that was carried out, they allow to give the diagnosis, recommendations and adequate treatment, rehabilitation and prolonging the useful life of the infrastructures.

Keywords: Regulations in force, Metallic Structure, Common errors, Construction processes

ABREVIATURAS

AWS: American Welding Society

ACI: American Concrete Institute

ANSI: American National Standards Institute

NEC: Norma Ecuatoriana de la Construcción

NCH: Norma Chile

NEC: Norma Ecuatoriana de la Construcción.

ACI: The american concrete institute

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de titulación es la investigación mediante la cual se documentarán los errores más frecuentes que se presentan durante el proceso constructivo de estructuras mixtas sean estas de hormigón armado o acero estructural.

Como principal objetivo de esta investigación tenemos la elaboración de un vademécum mediante el cual se pueda difundir información necesaria sobre los procesos constructivos correctos respaldados por la normativa nacional o internacional. De esta manera fomentar la buena práctica en los procesos de construcción actuales en la provincia del Guayas.

Para llevar a cabo una intervención constructiva en una infraestructura es necesario realizar un diagnóstico acorde a las indicaciones de los proyectistas la mayor cantidad de información sobre la edificación objeto de estudio, deterioros, las causas, mecanismos de actuación, patología de fallas, evolución y posibles tratamientos a emplear para su reparación.

Los procesos constructivos de infraestructuras se evidencia errores repetitivos, esto se debe a la escasa documentación de buenas prácticas constructivas y la difusión de los mismos. La metodología aplicada corresponderá a una investigación bibliográfica y una recolección de información en obras para así por medio de diferentes métodos de recopilación de información documentar los errores que estén contra las normativas nacionales e internacionales estos mismos analizarlos para poder proporcionar una solución que satisfaga las necesidades de diseño y al mismo tiempo cumpla con las normativas vigentes.

CAPÍTULO I

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

“Vademécum sobre errores y soluciones durante los procesos constructivos en estructuras mixtas”.

1.2 Planteamiento del Problema

Para entender los errores encontrados en las estructuras mixtas (de hormigón armado y metálica), se debe profundizar en el conocimiento de la tecnología de este material mundialmente utilizado, problemas de estabilidad relacionados con la metalurgia, la alteración que sufre cuando la soldadura se le aplica tratamientos térmicos, los mecanismos que se ven son la corrosión y la forma de controlarlos.

(Velez Manrique, 2017) “El escaso conocimiento de las conexiones del acero estructural en sus etapas de fabricación, traslado y montaje” es el principal problema para que no se pueda identificar los errores en los procesos de construcción de estructuras.

En Ecuador se requiere que el trabajo sea realizado siguiendo las NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN (NEC-SE-AC, 2015) & (NEC-SE-HM, 2015), sin embargo, sólo los ingenieros en estructuras la usan, mientras que muchas estructuras metálicas de pequeños tamaños son hechas en talleres, de la mano de “carpinteros metálicos” (metalmecánicos), es decir, por soldadores empíricos y no certificados.

“Los requerimientos para cualquier tipo de estructura soldada realizada con acero al carbono y de baja aleación para construcción, reglas para la regulación de soldaduras en la construcción con acero” (American Welding Society (AWS), 2015).

1.3 Formulación del Problema

El escaso número de investigaciones y documentos técnicos que estudien el proceso de armado en las estructuras mixtas, de acero-hormigón, que ofrezcan propuestas como soluciones y

metodologías a aplicar en escala constructiva, ante los errores que se presenten para que los profesionales y estudiantes con carreras a fines de la construcción lo acojan como una guía para sus labores y estudio técnico.

1.4 Sistematización del Problema

- ¿Dé que manera afecta la escasa divulgación de textos e informes técnicos de errores en el montaje de estructuras mixtas?
- ¿Cuáles son los errores constructivos que se detectan durante el proceso de edificación de las estructuras mixtas?
- ¿La detección de errores en la fase de la elaboración de piezas de acero evita que se desencadenen patologías en la estructura en la fase de montaje?
- ¿En qué forma afectan los errores constructivos al resultado final de la edificación de la estructura?

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo General

- Efectuar un análisis que permita la elaboración un vademécum sobre los errores y soluciones constructivos en estructuras mixtas apegado a la norma.

1.5.2 Objetivos específicos

- Recopilar información de los errores comunes durante los procesos fabricación, diseño y montaje en estructuras de acero.
- Estandarizar según las normativas vigentes en qué parte del proyecto de obra se cometió el error, exponiendo la fase y periodo de tiempo en que se suscitó.
- Sugerir soluciones técnicas basadas en las normativas nacionales e internacionales vigentes, para los errores en estructuras mixtas.

1.6 Justificación

En la actualidad las construcciones presentan tautologías de fallas ya sea por un mal proceso constructivo o debido a un fenómeno natural como los es un sismo. Cuando las propiedades mecánicas se ven afectadas por la humedad producen efectos desastrosos. Los errores en las estructuras de acero y hormigón armado, ya que las obras civiles en la provincia del Guayas continúan creciendo y muchas de estas usan el acero estructural como principal material de construcción para estructuras como cerchas, vigas, columnas y losas. Los errores en las obras son frecuentes, por lo que la inspección de soldadura es muy importante en el montaje de estructuras de acero, se debe garantizar la correcta unión de los elementos y corregir los errores en su debido tiempo.

Las normas actuales de construcción para estructuras en hormigón armado están documentadas en su mayoría por el ACI (The American Concrete Institute).

Estas razones, hacen importante realizar una investigación sobre los errores en estas estructuras y proponer soluciones aplicables en obra mediante el uso de normas vigentes, lo que será de gran ayuda para los proyectistas y demás personas involucradas en obra civil, montaje, etc.

1.7 Delimitación del Problema

Las soluciones de los errores que se presentan durante los procesos constructivos de estructuras mixtas el tema de investigación se limitará:

- Tiempo:** periodo 2018-2019.
- Espacio:** Facultad de Ingeniería Industria y Construcción, Escuela Ingeniería Civil Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Tema:** Vademécum sobre errores y soluciones durante los procesos constructivos en estructuras mixtas.
- Propuesta:** Elaboración de un texto que exponga los principales errores cometidos en el proceso de construcción de estructuras mixtas para promover la difusión de conocimiento y ayudar a la buena práctica en la construcción.
- Problema:** La poca difusión de las normativas nacionales e internacionales vigentes.

1.8 Línea de Investigación Institucional/ Facultad

Tabla 1

Línea de investigación FIIC

ULVR	FIIC:	SUBLÍNEA:
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Materiales de construcción

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte (2021)

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El primer antecedente es una investigación titulada “Estudio de las patologías en elementos constructivos de albañilería estructural, aplicado en un proyecto específico y recomendaciones para controlar, regular y evitar los procesos físicos en las edificaciones que se desarrollan en la ciudad de Guayaquil”, realizada por Julieta Herrera Valdivieso en la Universidad de Guayaquil para optar por el título de Arquitectura en el año 2016. El aporte obtenido es el método de recolección de datos aplicado por medio de entrevistas a profesionales, el cual se pretende aplicar en algún punto de la presente investigación (Herrera Valdivieso, 2016).

El segundo antecedente es una investigación titulada “Identificación de las fallas estructurales más comunes en viviendas de interés social emplazadas en los barrios periféricos de la ciudad de Loja afectadas por el invierno del 2012 para su estudio y evaluación”, elaborada por el Ingeniero Ramiro Guarnizo Valdivieso de la Universidad Nacional de Loja para optar por el título de Máster en Desarrollo Civil en Edificaciones Sustentables en el año 2015. El aporte obtenido es el método de análisis de casos documentado por fotografías, el cual será aplicado en la investigación (Guarnizo Valdivieso, 2015).

El tercer antecedente es una investigación titulada “Identificación de errores comunes y soluciones según normas vigentes para estructuras de acero” realizada por el Ingeniero Santiago Vélez Manrique de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo para optar por el título de Ingeniero Civil en el año 2017. En este caso, el aporte obtenido es el método de relación de hechos concretos con la normativa vigente (Velez Manrique S. , 2017).

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Las estructuras

Desde el enfoque de la Ingeniería Civil se puede vincular las estructuras a las actividades de construcción de edificaciones, como puentes, edificios, torres, etc. En términos concretos, se puede definir las estructuras como aquellas partes de las edificaciones destinadas a soportar los diferentes esfuerzos y fuerzas que actuarán sobre las mismas (peso propio, cargas vivas, cargas muertas, etc.).

A lo largo de la historia de la construcción de obras civiles, el método de construcción de estructuras ha ido evolucionando en relación al tiempo. Sin duda alguna el aumento de la tecnología ha ayudado a tener un abanico amplio de posibles procesos constructivos y materiales para las mismas. Los dos principales tipos de estructuras utilizadas son las estructuras metálicas o acero estructural y estructuras en hormigón armado, para cada una de las cuales se manejan diferentes procesos constructivos.

2.2.1.1. El Hormigón

Probablemente los romanos fueron los primeros en fabricar hormigón en gran escala utilizando arena, grava y aglutinantes naturales hidráulicos como cemento natural, así como también tierras y rocas volcánicas llamadas también puzolanas. En la actualidad, el hormigón o concreto está formado por un aglomerante como el cemento al que se le añade los llamados agregados (fino y gruesos) y agua.

En la actualidad la mayoría de las estructuras son construidas con hormigón y armadura de hierro (acero de refuerzo) para que así el concreto de las estructuras pueda lograr la resistencia a la compresión y los distintos esfuerzos.

2.2.1.1.1. Propiedades del Hormigón armado

El hormigón armado u hormigón estructural posee excelentes propiedades de resistencia y durabilidad, las cuales lo han convertido en uno de los materiales estructurales por excelencia. La

mayor parte de los elementos estructurales elaborados para las edificaciones del siglo pasado están hechas de la combinación de hormigón y armadura de hierro (Hormigón armado).

La teoría lógica del hormigón armado se fundamenta en que el concreto se deforma igual y que el acero de refuerzo es capaz de desarrollar lo que se llama esfuerzo de fluencia. Estas teorías son válidas siempre que se tome en cuenta la adherencia entre hormigón y acero.

2.2.1.1.2. Ventajas del hormigón

- Posee una gran durabilidad a lo largo de los años. El costo de mantenimiento de una estructura de hormigón es mínimo.
- Las estructuras construidas con hormigón armado forman un solo cuerpo continuo, lo que permite un comportamiento monolítico.
- Los procesos constructivos son relativamente sencillos a diferencia de otros materiales como el acero.

2.2.1.2. El acero

“Se conoce al acero como una aleación lograda al combinar hierro y carbono. Esta aleación resulta muy beneficiosa ya que brinda propiedades muy específicas al hierro, tales como alta resistencia, homogeneidad y ductilidad. Estas propiedades permiten darle diferentes formas al material para así crear las estructuras modernas” (Ostrovski, 2015).

Hoy en día la mayoría de las edificaciones tienen partes de acero estructural y se pueden hallar obras civiles como puentes, edificios, muelles y demás. Se ha constatado que en varias construcciones el acero es un desarrollo constructivo mucho más eficiente que el hormigón.

2.2.1.2.1. Propiedades del acero como material estructural

El acero estructural posee ciertas propiedades específicas que lo hacen un material excelente para la construcción y entre las principales están la ductilidad, resistencia a la tensión y la fluencia máxima o esfuerzo de fluencia.

Tabla 2

Propiedades a tensión

Especificación técnicas Astm	Esfuerzo de fluencia (fy) (ksi)	Resistencia a la tensión (fu) (ksi)
Astm A 36	36	58-80
Astm A 527 gr 50	50	65
Astm A 588 gr 50	50	70

Nota: La Norma ASTM determina las propiedades a tensión donde se exponen especificaciones técnicas del fy y fc
Fuente: (NEC-SE-AC, 2015)

2.2.1.2.2. Ventajas del acero estructural

- La densidad media del acero es 7850 kg/cm². (ANSI, 2005). El acero posee una alta resistencia por unidad de peso, lo cual es útil ya que la estructura terminal tendrá un bajo peso propio, siendo esto de gran utilidad para edificaciones de gran tamaño.
- El acero se comporta de acuerdo a la ley de Hooke hasta llegar a los esfuerzos más altos.
- La ductilidad es la cualidad que poseen los elementos para que se produzca la deformación antes de fallar. Por otra parte, en el acero dulce o bajo contenido de carbono este soporta considerables deformaciones antes de que falle.

2.2.1.2.3. Desventaja del acero

Cuando se trata del acero como material estructural pueden encontrarse fundamentalmente dos reacciones, como son: oxidación y corrosión.

Oxidación: es un proceso químico que se produce por la combinación de oxígeno que se encuentra en el medio ambiente y el metal. Cabe recalcar que el óxido en pequeñas cantidades no es perjudicial.

Corrosión: es el proceso en el cual una pieza metálica se ve deteriorada químicamente, comprometiendo así la totalidad de la misma.

2.2.1.2.4. Conexiones soldadas en acero estructurales

Entre las conexiones más importantes o más críticas dentro de una estructura se encuentran la conexión viga-columna y placa-columna, debido a que estas deberán resistir los esfuerzos causados por los elementos estructurales en caso de movimientos sísmicos (Ramón Pineda, 2015).

“La construcción en estructuras metálicas debe entenderse como prefabricada por excelencia, lo que significa que los diferentes elementos que componen una estructura deben ensamblarse o unirse de alguna manera que garantice el comportamiento de la estructura según fuera diseñada. El proyecto y detalle de las conexiones puede incidir en forma significativa en el costo final de la estructura. La selección del tipo de conexiones debe tomar en consideración el comportamiento de la conexión (rígida, flexible, por contacto, por fricción, etc.)” (alAcero, 2019)

2.2.2. Soldadura

Es la manera más común de realizar conexiones en el acero estructural con o sin el aporte de material agregado entre dos piezas metálicas, lo que se puede definir como fusión entre las caras superficiales de las piezas (American Welding Society (AWS), 2015).

Composición química: carbono equivalente (Ceq) que es una interpretación que se utiliza para establecer cuál es el resultado combinado que los diversos elementos de aleación tienen en el endurecimiento del acero.

El espesor del metal base: La energía calorífica mezclado con las secciones más gruesas provoca enfriamientos más precipitados del cordón de soldadura, por consiguiente, cuando se unen secciones gruesas se especifica algunos requerimientos como el precalentamiento para disminuir la rata de enfriamiento y así aumentar las propiedades mecánicas proveniente en la zona comprometida por el calor.

Cantidad de calor aportado: Si se aporta poco calor se enfriará rápidamente las zonas de soldadura (1500 °C -> 350 °C).

Tratamiento Térmico: Pre calentamiento Y Pwht: Reducir el enfriamiento en la soldadura y la zona comprometida producida por el calor, lo que causa una mayor ductilidad. Cuando no se emplea pre calentamiento la zona comprometida es relativamente estrecha y tiene una resistencia más alta. En algunos sucesos, dependiendo del contenido de aleación se podría formar martensita.

2.2.2.1. Solidificaciones de materiales cuando se suelda

Las siguientes imágenes enseñan el proceso donde pasan los materiales soldados por todos sus estados hasta llegar a la solidificación, obteniendo como resultado final la nueva conexión.

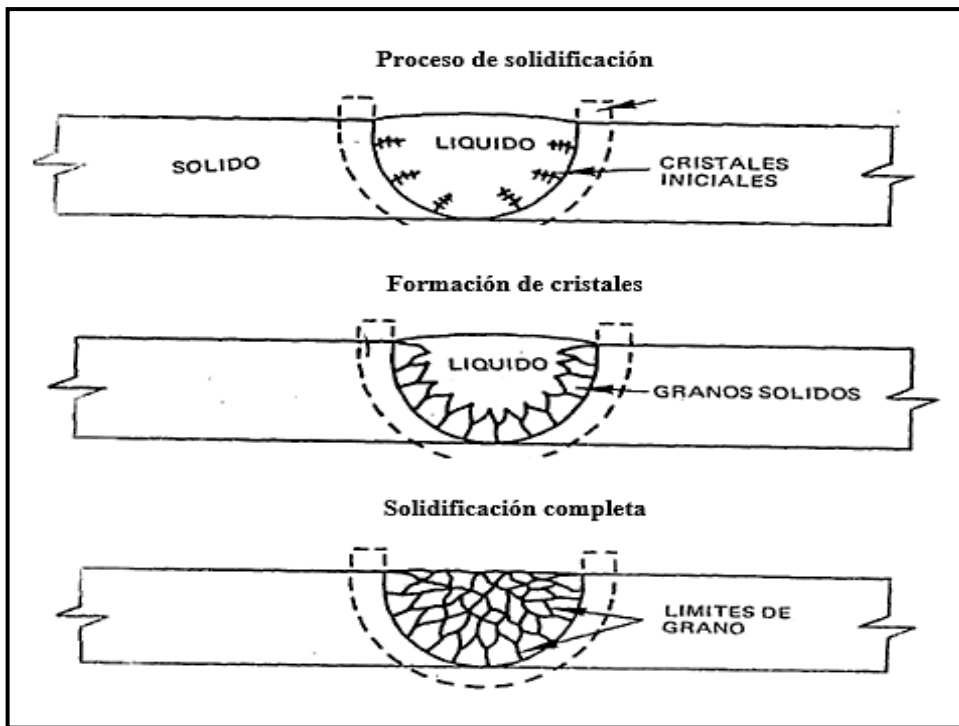


Ilustración 1 Proceso de solidificación

Fuente: (RAG INGENIERÍA ESTRUCTURAL, 2020)

2.2.2.2. Entrada de calor

“El pre-calentamiento puede ser definido como la aplicación de calor a un metal base o sustrato, antes de la respectiva soldadura. Los sopletes de gas, calentadores eléctricos, o calentadores de paneles radiantes infrarrojos pueden ser utilizados para realizar el pre-calentamiento, lo cual reduce la velocidad de enfriamiento de soldadura y por tanto evita el agrietamiento en frío de las soldaduras” (Kobelco, 2020).

$$\text{Entrada de calor} \left[\frac{J}{\text{pulg}} \right] = \frac{\text{voltios} \times \text{amperios} \times 60}{\text{Veloc. De desplazamiento} \left[\frac{\text{pulg}}{\text{min}} \right]}$$

Fuente: *Recuperado de* (American Welding Society (AWS), 2015)

2.2.2.3. Tipos de procesos de soldadura

Existen varios tipos de proceso de soldadura que comprenden principalmente 3 conceptos que son: fuente de energía, material de aporte y fuente de protección.

SMAW: consiste en un alambre que posee un revestimiento que se funde por acción del arco eléctrico generado entre ambas piezas; el alambre revestido toma el lugar del metal que al fundirse rellena los espacios entre las piezas (NEC-SE-AC, 2015).

Ventajas del proceso SMAW

- Se puede implementar este proceso tanto en trabajos de campo como en talleres de fabricación.
- Se puede aplicar para un amplio margen de espesores.
- El equipo de trabajo es sencillo y económico
- Se puede soldar casi en cualquier posición, dependiendo del electrodo usado.

Desventajas o limitaciones del proceso SMAW

- Bajo factor de operación
- Debe existir una limpieza previa excelente antes de aplicar

- La calidad de las uniones depende de la habilidad del profesional
- Porosidad
- Salpicaduras

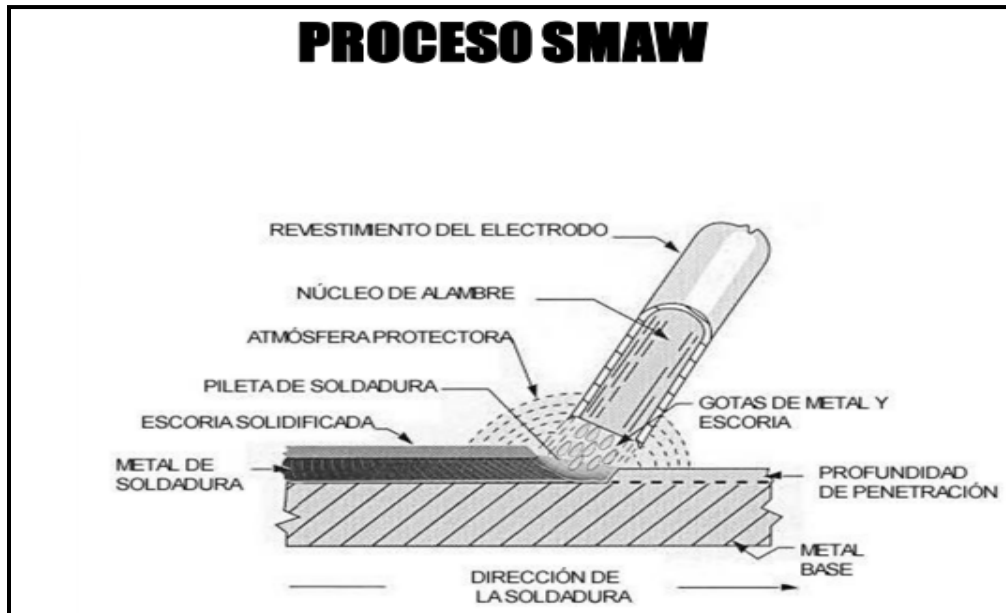


Ilustración 2 : Proceso de soldadura (SMAW)

Fuente: (ANSI Z49.1, 2012)

GMAW: Soldadura por arco metálico y protección gaseosa donde se encuentran mezclados los gases inertes de metal (MIG) y el gas metal activo (MAG); la unión de las piezas metálicas se debe al calentamiento entre el electrodo metálico sólido continuo y la pieza metálica a soldar. Este proceso se realiza con la presencia de gas de protección (Esquicha Larico, 2017).

Ventajas del proceso GMAW

- Es un proceso semiautomático
- Provee un proceso limpio
- Tiene una alta productividad, ya que necesita una alimentación continua del material de aporte.

Desventajas o limitaciones del proceso GMAW

- No se recomienda la implementación en campo abierto
- Poca tolerancia a contaminación
- Se recomienda que se aplique en talleres cubiertos sin accesos de viento.

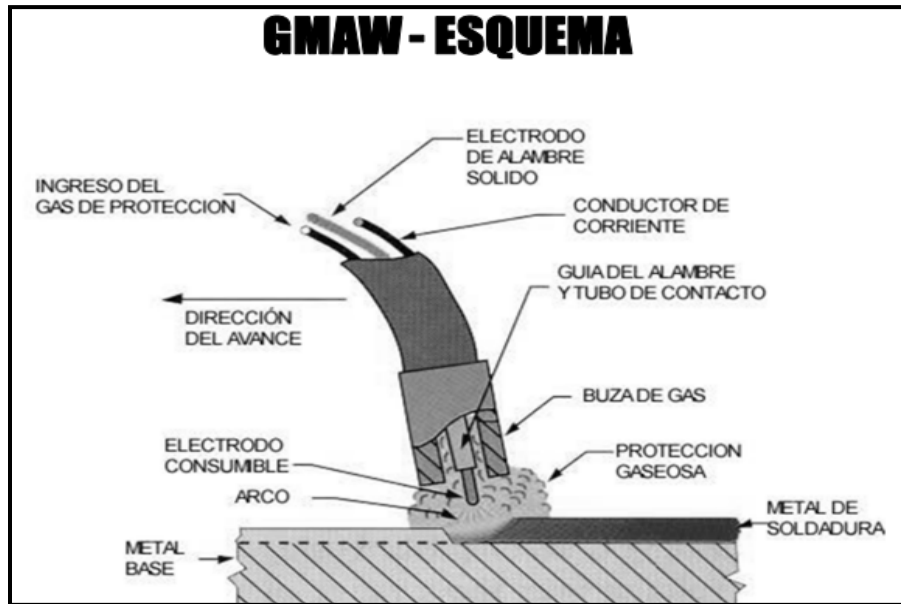


Ilustración 3 : Procesos de soldadura (GMAW)

Fuente: (ANSI Z49.1, 2012)

SAW: la soldadura por arco sumergido es un sistema que utiliza un arco eléctrico y un sistema gaseoso generado por la combustión del revestimiento del electrodo. La energía para el circuito eléctrico proviene de una máquina que debe proporcionar CC (corriente continua) o CA (corriente alterna). El contacto entre el electrodo y la pieza de metal cierra el circuito (Velez Manrique S. , 2017).

Ventajas del proceso SAW

- Provee una penetración profunda
- Es ideal para cubrir grandes áreas
- Alto índice de deposición.

Desventajas o limitaciones del proceso

- Únicamente planos horizontales o filetes
- El arco no es visible por el operador
- Luego se realiza la remoción de escoria
- Extensivo tiempo de instalación.

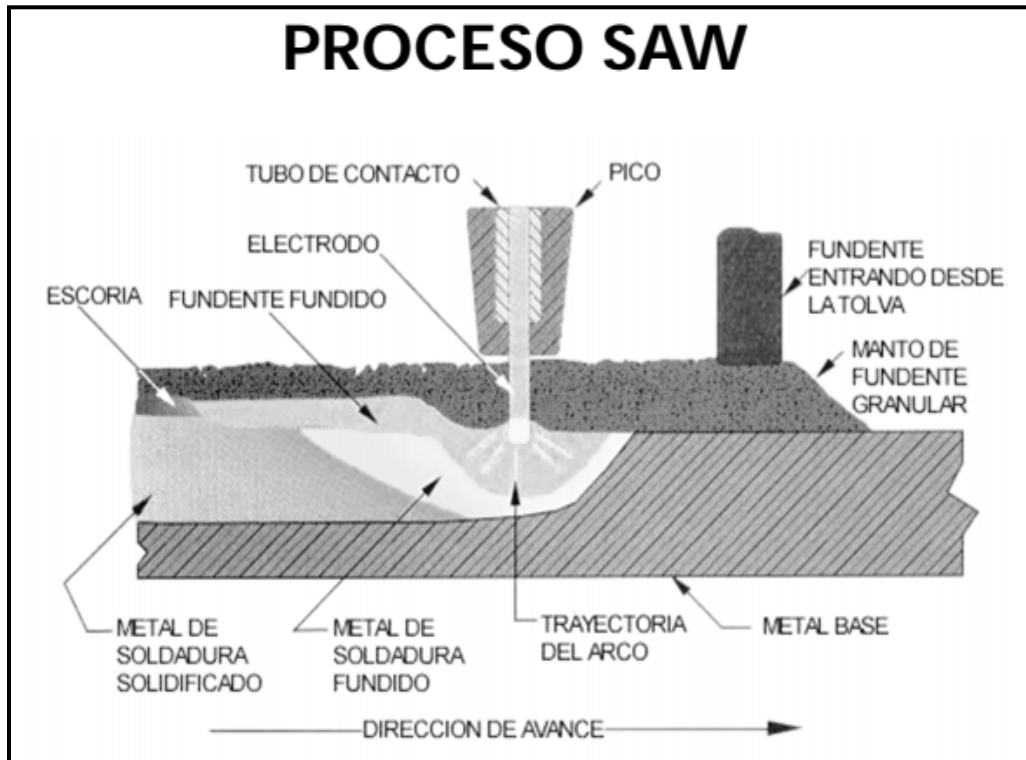


Ilustración 4 Proceso de soldadura SAW

Fuente: (ANSI Z49.1, 2012)

2.2.2.4. Procesos de inspección de soldadura

2.2.2.4.1. Documentos aplicables en la inspección y calificación de la soldadura

Tipos de documento

- Documentos Contractuales
- Órdenes de Compra
- Códigos
- Estándares - Especificaciones
- Prácticas recomendadas

- Dibujos del diseño
- WPS, PQR, WPQ

Todos estos documentos son necesarios para un correcto control y conocimiento de cada inspector ya sea de parte del contratista o la fiscalización.

2.2.2.4.2. Información de la inspección y calificación de la soldadura

- Inspección visual u otros END
- Diferentes métodos de prueba
- Correcto procedimiento en cada prueba
- Definir los lugares a para la respectiva inspección
- Extensión de la inspección.

Se recomienda la utilización de planos de fabricación y de montaje en obra para evitar pérdidas y confusión en piezas similares, ya que en la construcción de edificaciones de varios pisos se podrían repetir diseños de elementos por piezas.

2.2.2.4.3. Detalles de la soldadura

- Ubicación y localización
- Tamaño
- Longitud
- Configuración de la junta
- Tipo de material
- Requerimientos de END
- Requerimientos del procedimiento.

2.2.2.4.4. Inspecciones de estructuras soldadas

Se pueden dividir las inspecciones en 3 tiempos: antes, durante y después de la soldadura.

Antes de la soldadura: se debe revisar de manera minuciosa los planos de fabricación, planos de diseño y los procedimientos manuales que se van a realizar, de esta forma, el técnico encargado podrá optar por la mejor vía de procedimiento en cada proceso constructivo.

Aceptación de materiales: se deben identificar los materiales que se van a utilizar en la fabricación y el montaje, revisando las órdenes de compra y la ficha técnica que proporciona cada empresa acerera.

Preparación de los bordes: lo más importante en esta etapa es revisar los biselados y la preparación de la raíz de la soldadura, incluyendo las platinas de respaldo.

Durante la soldadura

Pre calentamiento y temperatura entre pases.

- Controles.
- Métodos de medición.

Electrodos y material de aporte.

- Identificación.
- Control.
- Manipuleo

Ensayos no-destructivos requeridos durante la soldadura.

- Inspección Visual
- Líquidos Penetrantes
- Ensayos con equipos de Ultrasonidos-Emisiones Acústicas
- Partículas Magnéticas
- Radiografías
- Corrientes de Eddy
- Equipos de Termografía

Después de la soldadura

El inspector debe solicitar:

- Tratamientos térmicos
- Inspección final

- Limpieza y accesibilidad
- Refuerzo y acabado de los pases finales
- Conformidad de las soldaduras con planos y especificaciones.

Pruebas destructivas

- Análisis químicos.
- Pruebas mecánicas (tensión, dobléz, impacto, dureza, etc.).
- Metalografías.
- Defectos y reparaciones.
- Evaluación para aceptación o rechazo.
- Métodos de reparación.
- Inspección durante la reparación.

Elaboración de informes

- Los informes se deben escribir legiblemente y con tinta de manera que sean permanentes.
- Si se comete un error en un informe escrito a mano, el error se debe tachar por medio de una línea simple sobre el error y corregido al lado. El error no debe ser borrado por ningún motivo. Las correcciones realizadas deben ser comenzadas por el personal responsable de corregirlos y con fechas.
- Los informes deben describir completa y detalladamente la identificación del trabajo, la localización precisa del lugar inspeccionado, la información específica de las inspecciones, las pruebas y ensayos efectuados y sus resultados. Cuando se utilicen instrumentos o equipos de medición y pruebas, estos se deben identificar por medio de su número de serie o de identificación, en el respectivo reporte de inspección o de prueba.
- Los informes, una vez concluidos, deben ser firmados en tinta por el inspector que elaboró el trabajo, dejando también asentadas las fechas.

2.2.3. Procedimientos de diseño de elementos estructurales en hormigón

En el diseño de elementos de estructuras de hormigón armado se debe considerar lo siguiente:

- Fuerzas en el plano del diafragma exigidas a cargas laterales que son ejercidas en las infraestructuras
- Fuerzas de transmisión en el diafragma.
- Fuerzas de unión entre el diafragma
- Fuerza de unión en estructuras verticales y no estructurales.
- Fuerzas provocadas por el amarre de los componentes verticales o inclinados de la construcción.
- Fuerzas afuera en el del diafragma provocadas por cargas gravitacionales.

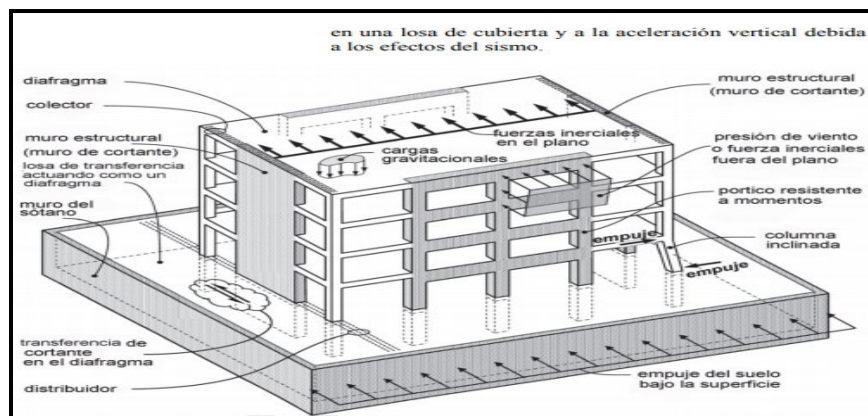


Ilustración 5 Acciones Típicas en el diafragma

Fuente: ACI 318S-14 (2014)

2.2.4. Requisitos para materiales y mezclas en concreto

Cada tipo de mezcla y cada diseño de hormigón, dependiendo de su requerimiento en obra, debe cumplir con una normativa internacional que se ajusta al tipo de cemento. Es de suma importancia que el personal técnico maneje esta información.

Tabla 3

Normas para materiales cementados

Materiales con cementantes	Normas establecidas vigentes
Cemento portland	ASTM C150M
Cementos hidráulicos adicionados	ASTM C595M, se excluyen los tipos IS (≥ 70) y tipo IT ($S \geq 70$)

Cementos hidráulicos	ASTM C1157M
Ceniza volante y puzolana natural	ASTM C618
Cemento de escoria	ASTM C989M
Humo de sílice	ASTM C1240
Cementos hidráulicos expansivo	ASTM C845M

Nota: Materiales con cementales bajo la norma vigente ASTM American Society for Testing and Materials
Fuente: (Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14), 2014)

2.2.4.1. Agregados

Los agregados son áridos, materiales inertes que son mezclados con varios aglomerantes formando un mortero hecho con cal, cemento, agua dando una variedad de concreto Los agregados obligatoriamente deben satisfacer una de estas dos normas:

- Normativa para agregado de peso normal: ASTM C33M
- Normativa para agregado liviano: ASTM C330M

2.2.4.2. Agua

- Las cantidades de agua deben cumplir las normas ASTM C1602M.

2.2.4.3. Aditivos

“Los aditivos son tan viejos como el concreto. Es sabido que durante el imperio Romano se empezaron a adicionar sustancias, tales como, sangre y leche de animales, a los materiales cementantes, y así mejorar las propiedades y aumentar la durabilidad. Sin embargo, sólo hasta el siglo XX con la industrialización del cemento y del concreto, se ha iniciado el estudio sistemático de los aditivos para las múltiples aplicaciones que hoy en día tiene el concreto” (Tecnología del concreto, 2019)

Los aditivos deben cumplir las normas ACI 26.4.1.4.1(a), en la actualidad muchos de estas marcas comerciales son sometidas a pruebas en laboratorios y se someten bajo la aprobación de un profesional especializado.

2.2.4.4. Tamaño de agregado grueso

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe exceder menos de:

- 1/5 para una separación entre los lados del encofrado;
- 1/3 establecido en las fundiciones de losas
- 3/4 es recomendado para varillas de acero o alambres aplicado como refuerzo

2.2.4.5. Tamaño de agregado fino o árido

Podemos definir los áridos como materiales con forma granular que puede ser de origen natural u origen artificial, el cual está directamente relacionado con el volumen y la resistencia de la futura mezcla de concreto.

Para el análisis del agregado fino se tiene que considerar la granulometría del material, según la norma (ASTM C136), los tamices de malla de alambre en forma cuadrada tienen diferentes tamaños de abertura de malla. De acuerdo con la norma (ASTM A33) son 7 tamices para agregado fino que van desde tamiz de abertura No. 100 (150 micras) hasta 9.52 mm.

2.2.4.6. Propiedades del concreto

Resistencia a la compresión: los hormigones están diseñados para que cumplan las especificaciones establecidas y sean aceptable dependiendo de cada estructura. Las normas internacionales proporcionan requerimientos mínimos, pero no máximos de resistencia a la compresión o (f'_c), a menos que especificaciones técnicas o códigos lo establezcan.

Tabla 4

Requerimientos mínimos ACI 318 tabla 19.2.1.1

Aplicación	Concreto	f'_c mínimo kg/cm ²	f'_c máximo kg/cm ²
General	Peso normal y liviano	170 $\left[\frac{Kg}{cm^2} \right]$	ninguno

Pórticos especiales resistentes a momentos y muros estructurales	Peso normal	210 $\left[\frac{Kg}{cm^2}\right]$	ninguno
	liviano	210 $\left[\frac{Kg}{cm^2}\right]$	350 $\left[\frac{Kg}{cm^2}\right]$

Nota: Se establecen el Esfuerzo de fluencia (f_y) y la resistencia a la tensión f_y
Fuente: (Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14), 2014)

Módulo de elasticidad: se define como una relación directa del esfuerzo normal y f_y deformación unitaria para esfuerzos tanto de tracción como compresión

Donde:

E_a : Módulo de elasticidad del agregado.

f'_c : Resistencia a la compresión del hormigón.

$$EC = 1.15 * \sqrt{E_a} * \sqrt{f'_c}$$

A continuación, en base a la norma se presenta una tabla mediante la cual se puede calcular el E_a (Elasticidad de los agregados) de materiales típicos en el Ecuador.

Tabla 5 *Materiales típicos en Ecuador*

Tipo	Procedencia	E_a (GPa)
Caliza (Formación. San Eduardo)	Guayaquil- Guayas	67.9
Chert (formación. Guayaquil)	Guayaquil- Guayas	15.8
Diabasa (Formación. Piñón)	Chivería - Guayas	89.3
Tonalita	Pascuales- Guayas	74.9
Basalto (formación. Piñón)	Picoazá-Manabí	52.5
Basalto	Pifo-Pichincha	27.2
Ígnea (Andesitas, Basaltos, Granodioritas)		110.5
Volcánica	Rio Jubones-El Oro La península-Tungurahua	17.5

Nota: Se detalla materiales utilizan de acuerdo a la zona donde se construye o requerimientos en obras de infraestructuras

Fuente: (NEC-SE-HM, 2015)

2.3 Marco Legal

El presente trabajo de titulación se fundamenta en las normativas del “Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda”.

Misión

Formular los lineamientos para la política pública de ciudades; formular la normativa que regula el planeamiento y la gestión del suelo en el marco de la garantía brindando un hábitat seguro; conceptualizar, y gestionar proyectos y servicios para dar cumplimiento a la política pública de ciudades; y, ejercer la rectoría en materia catastral a nivel nacional, a través de la formulación y control de regulaciones catastrales.

Atribuciones y responsabilidades

1. Formular lineamientos de la Política de Hábitat Sustentable y Asentamientos Humanos;
2. Evaluar el cumplimiento de la Política de Hábitat Sustentable y Asentamientos Humanos;
3. Supervisar la aplicación de la normativa técnica nacional enfocadas en el diseño y construcción de viviendas, vivienda universal, urbanizaciones integrales, gestión de espacio público, y planeamiento y gestión del suelo;
4. Establecer regulaciones y normativa técnica que garanticen el acceso a un hábitat sustentable, el desarrollo equilibrado de asentamientos humanos y la gestión del espacio público
5. Formular normativa técnica para determinar estándares nacionales para la gestión de hábitat, el espacio público, el desarrollo de asentamientos humanos, y el planeamiento y gestión del suelo;
6. Aprobar proyectos y servicios de hábitat y asentamientos humanos;
7. Determinar estándares nacionales para la gestión del hábitat;

8. Coordinar el diseño de instrumentos de gestión del hábitat y desarrollo de asentamientos humanos;
9. Articular la aplicación de los estándares nacionales para la gestión de hábitat;
10. Evaluar la aplicación de normativa técnica para determinar estándares nacionales para la gestión de hábitat;
11. Dirigir la administración del Sistema Nacional de Catastros;
12. Proponer y evaluar las regulaciones para la conformación del Sistema Nacional de Catastros de hábitat y vivienda;
13. Asistir técnicamente a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en materia de avalúos y catastros;
14. Supervisar la aplicación de regulaciones del Sistema Nacional de Catastros;
15. Aprobar el Plan Anual de la Subsecretaría;
16. Validar los informes técnicos de predios de cooperativas de vivienda

Gestión de desarrollo de hábitat y Espacio público

Misión: Desarrollar y revisar los lineamientos de la política de ciudades; para emitir normativa nacional en materia de urbanismo, espacio público, producción social del hábitat y gestión del suelo para un desarrollo urbano sostenible y ordenado; y formular y gestionar proyectos y servicios dirigidos a mejorar la calidad del hábitat, del espacio público, y los procesos de planeación y gestión del suelo en el país.

- NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 1
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 2
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 3

- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 4
- NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras
- NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
- NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 1
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 2
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 3
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 4
- NEC-SE-GUADÚA: Estructuras de Guadúa

Guías prácticas de diseño de conformidad con la nec – 15

- Guía para estructuras de hormigón armado
- Guía para estructuras de acero
- Guía para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras

Servicios básicos

- NEC-SB-IE: Instalaciones Eléctricas
- NEC-SB-TE: Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones

Además, se describe el uso de Normas internacionales

- ACI 319. (2014). Requisitos de reglamento para concreto estructural.
- AISC. (2016). Steel design guide Serie 1. California.
- AWS D1.1 estructuras en acero.
- Manual de Detallamiento de Hormigón Armado ICH 2009

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Metodología

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo elaborar un análisis que documente errores comunes en los procesos constructivos en estructuras mixtas, para lo cual se estudian cuatro obras civiles ubicadas en la provincia del Guayas. Los errores documentados en la investigación fueron treinta, los mismos que fueron identificados por los encargados de cada obra por medio de entrevistas, además de recorridos por las construcciones.

(Ibáñez, 2018, pág. 1) “El método científico puede definirse como el conjunto de tácticas que se emplean para constituir conocimiento. Son estos los pasos e instrumentos que nos llevan a explicar fenómenos, o a establecer relaciones entre hechos. Las tácticas empleadas son diversas, aunque es común distinguir entre dos tipos de métodos: el método deductivo y el método inductivo o empírico”.

Método análisis- síntesis. - Detalla comportamiento que puede tener la infraestructura ante las posibles patologías evidenciadas que es un peligro para las personas que transitan a su alrededor.

Método descriptivo. - “Consiste en aplicar principios generales a casos particulares, a partir de ciertos enlaces de juicios. Esto pasa por: 1) encontrar principios desconocidos a partir de los ya conocidos, y 2) descubrir consecuencias desconocidas de principios ya conocidos” (Universidad Católica de Valparaíso, 2018).

Método inductivo. - “Propone el camino inverso: a partir de premisas particulares, se infieren conclusiones universales o generales, ya sea mediante inducciones completas (se consideran todos los elementos que integran el objeto de estudio) o incompletas (se consideran solamente algunos de los elementos que lo componen)” (Universidad Católica de Valparaíso, 2018),.

Método deductivo. - “Se trata del método que parte de una hipótesis o explicación inicial, para luego obtener conclusiones particulares de ella, que luego serán a su vez comprobadas experimentalmente” (Universidad Católica de Valparaíso, 2018) .

3.2 Tipo de investigación.

El presente trabajo de titulación es un estudio exploratorio sobre los problemas o errores constructivos que se presentan frecuentemente en la construcción de estructuras mixtas. El principal propósito de esta investigación de campo es fomentar la buena práctica de la Ingeniera Civil y promover el uso de normas tanto nacionales como internacionales en la construcción.

La metodología aplicada responde a una exhaustiva investigación bibliográfica, así como a una investigación de campo en múltiples infraestructuras, en las que se maneja estrictos parámetros de confidencialidad. En el presente trabajo se analizan los problemas o patologías producidos en las estructuras metálicas y se proveen acciones a implementar para garantizar que esto no afecte el comportamiento estructural del edificio.

3.3 Enfoque

Para el presente trabajo de titulación se desarrolló una investigación de campo de tipo exploratorio, en vista de que los errores existentes dentro de los procesos constructivos de estructuras mixtas no han sido objeto de estudio común pese a la trascendencia de su análisis.

Las diferentes técnicas constructivas exigen reforzar el conocimiento sobre los errores presentes durante el proceso de construcción de los elementos estructurales y conformación de estructuras. Este estudio muestra la viabilidad de la identificación de errores y posibles soluciones aceptadas tanto por normas nacionales como internacionales.

Desde el origen de las construcciones civiles se ha dado un exponencial proceso de mejora en los materiales que forman parte de los procesos constructivos y en estos en sí.

3.4 Técnica e instrumentos

El estudio consiste en una investigación cualitativa de campo a obras en proceso de construcción, con la finalidad de documentar los errores cometidos en procesos constructivos, y de esta manera solucionarlos a través del uso de las normas nacionales e internacionales.

Una técnica implementada en el proyecto de investigación es la recopilar información, mediante encuestas y entrevistas, donde la información relevante permite poder realizar los gráficos y tablas.

Observación. – La observación nos permitió adquirir la información de nuestro entorno de forma activa, empleando el sentido de la vista.

Análisis documental. – Se tomó datos relevantes de libros, sitios web, normativas, artículos científicos, informes y los códigos de la Norma Ecuatoriana de la construcción.

3.5 Población

En base al principio estadístico, cuando la población es muy pequeña se convierte directamente en la muestra a trabajar. La población y muestra del presente trabajo investigativo se basa en 4 obras descritas a continuación.

- **Edificación 1:** Ocean Club “Ocean Suits II”
- **Edificación 2:** Jardines de la esperanza Edificio de bóvedas bloque 8 y 9 para Bóvedas.
- **Edificación 3:** Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado.
- **Edificación 4:** Vivienda multifamiliar Mirador del Norte

3.6 Profesionales entrevistados y directores de obra

- Arquitecto Edgar Tapia Dapelo, Gerente general de “ESDIOBRAS S.A”, participó como jefe de fiscalización del proyecto “Ocean Suites II”, 40 años de experiencia en construcciones y diseños de todo tipo de obras civiles. Ex profesor de la Universidad Estatal De Guayaquil Facultad De Arquitectura.
- Ing. Ricardo Armijos, (Jefe de Fiscalización proyecto Malecón 2000 y Jardines de la Esperanza), 25 años de experiencia en calculo y fiscalización de edificaciones, reforzamientos, puentes en hormigón armado y acero estructural. Profesor de estructuras en la Universidad Espíritu Santo.
- Ingeniero Jimmy Pazmiño Anda, contratista en vivienda multifamiliar en el Mirador del Norte, 30 años de experiencia en construcciones y carreteras.

3.7 Entrevistas dirigidas a profesionales de las obras analizadas

ENTREVISTA N° 1

Nombre: Edgar Tapia Dapelo

Profesión: Arquitecto

1.- ¿Cuántos años de experiencia tiene usted en el sector de las construcciones civiles?

40 años de experiencia en construcción de obras civiles de todo tipo.

2.- ¿Podría nombrar algunas de las edificaciones más representativas en las que ha trabajado?

- Edificio River Plaza- Guayaquil, como constructor.
- Proyecto Casa Blanca- Playas Villamil, como constructor.
- Edificio Fortius-Duran, como constructor.
- Plaza oro – Machala, como constructor.

3.- ¿En qué proyecto está colaborando para el proyecto de titulación cuyas infraestructuras presentan errores en los procesos constructivos?

Proyecto Ocean Suites II, como fiscalizador de la obra.

4.- ¿Qué opinión nos puede dar sobre proyecto de titulación propuesto?

Me parece como ex profesor de la facultad de arquitectura de la universidad estatal de Guayaquil que este tipo de investigación debe ser apoyada por el cuerpo académico ya que es de vital importancia que los estudiantes recién graduados tengan un criterio técnico para ejecutar sus trabajos, respaldados por normas internacionales.

5.- ¿Acorde a su experiencia, que errores ha encontrado en los procesos constructivos que comprometan la integridad de una edificación?

Por supuesto, la dirección técnica es importante, pero Gracias a Dios el 90% de los errores en los procesos constructivos se corrigen antes de que la estructura se vea afectada.

6.- ¿De qué manera afecta el desconocimiento de las normas internacionales en las etapas de los procesos constructivos?

En mi experiencia el desconocimiento de estas normas afecta tanto en el rendimiento de las actividades y en el costo monetario de las mismas.

Hasta un 15 % de tiempo se desperdicia al tener personal que no conoce normas nacionales e internacionales.

Y un 20 % de gastos económicos se ahorrarían en reparaciones y correcciones en procesos constructivos.

7.- ¿Por es común los errores en los procesos constructivos en muchas infraestructuras?

En mi experiencia profesional, los constructores tienen conocimientos de la norma ACI y la NEC, pero no capacitan a su personal de obra “residentes de obra” lo cual genera atrasos, la implementación de un vademécum facilitaría la unificación de criterios a implementar en las construcciones.

8.- ¿Qué errores constructivos han desencadenado una falla grave en la estructura?

- No apuntalamiento de losa, durante el hormigonado.
- Desencofrar elementos horizontales antes de 7 días.
- Error al dosificar el hormigón preparado en obra.

ENTREVISTA N° 2

Nombre: Ricardo Armijos Galarza

Profesión: Ingeniería Civil

1.- ¿Cuántos años de experiencia tiene usted en el sector de las construcciones civiles?

25 años de experiencia en construcción y diseño estructural de obras civiles de todo tipo.

2.- ¿Podría nombrar algunas de las edificaciones más representativas en las que ha trabajado?

- Edificio Jardines de la esperanza para bóvedas- Guayaquil, como diseñador estructural y fiscalizador.
- Diseño de aula Magna de la ESPOL-Guayaquil, como diseñador estructural.
- Edificio business Plaza- Guayaquil, como diseñador y fiscalizador.
- Paso elevado Peatonal aeropuerto José Joaquín de Olmedo-Guayaquil, como Diseñador.

3.- ¿En qué proyecto está colaborando para el proyecto de titulación cuyas infraestructuras presentan errores en los procesos constructivos?

Jardines de la esperanza y proyecto Safary Xtreme

4.- ¿Qué opinión nos puede dar sobre proyecto de titulación propuesto?

Como profesor de la Universidad Espíritu Santo puedo afirmar que cada vez el conocimiento de normas internacionales y nacionales es más importante tanto para el diseño estructural como para el desarrollo del proceso constructivo.

5.- ¿Acorde a su experiencia, que errores ha encontrado en los procesos constructivos que comprometan la integridad de una edificación?

Toda obra civil tiene errores en los procesos constructivos el 85% de ellos se soluciona durante antes de la entrega final del proyecto, el 90% de los errores constructivos son cometidos por los maestros de obra y el otro 10% son cometidos por personal técnico con poca experiencia.

6.- ¿De qué manera afecta el desconocimiento de las normas internacionales en las etapas de los procesos constructivos?

Las obras deben realizarse por personal capacitado y con experiencia.

Hasta un 10% de tiempo se desperdicia al tener personal que no conoce normas nacionales e internacionales.

Y un 15 % de gastos económicos se ahorrarían en reparaciones y correcciones en procesos constructivos. Uno de los rubros más caros en una obra es la mano de obra y esta no debe realizar un trabajo dos veces.

7.- ¿Por es común los errores en los procesos constructivos en muchas infraestructuras?

El vademécum podría ser el inicio de un grupo de textos realizados en las universidades y así mejorar los procesos constructivos en las edificaciones de todo el país.

8.- ¿Qué errores constructivos han desencadenado una falla grave en la estructura?

- No apuntalamiento de losa, durante el hormigonado.
- Calentar varillas de acero de refuerzo para ser dobladas en obra.
- No mejorar el suelo bajo la cimentación.
- No revisar nivel freático del suelo y que este cause corrosión en la cimentación.

ENTREVISTA N° 3

Nombre: Jimmy Pazmiño Anda

Profesión: Ingeniería Civil

1.- ¿Cuántos años de experiencia tiene usted en el sector de las construcciones civiles?

35 años de experiencia en construcción de obras civiles de todo tipo.

2.- ¿Podría nombrar algunas de las edificaciones más representativas en las que ha trabajado?

- Torre Mediterránea-Playas Villamil, como súper intendente de obra.
- Proyecto Casa Blanca- Playas Villamil, como súper intendente de obra.
- Vía de acceso Cascol Shangrila-playas Villamil, como constructor.
- Executive center-Guayaquil, súper intendente de obra.
-

3.- ¿En qué proyecto está colaborando para el proyecto de titulación cuyas infraestructuras presentan errores en los procesos constructivos?

Vivienda multifamiliar, Mirador del Norte.

4.- ¿Qué opinión nos puede dar sobre proyecto de titulación propuesto?

Como profesional dedicado a la construcción de edificaciones puedo decir que el gran error de los contratistas es no capacitar constantemente a su personal, al personal técnico y a los obreros, este tema de tesis podría impulsar la creación de textos que contengan lineamientos de seguridad y salud ocupacional y diseño.

5.- ¿Acorde a su experiencia, que errores ha encontrado en los procesos constructivos que comprometan la integridad de una edificación?

El 80% de los errores cometidos en los procesos constructivos radican en la falta de personal técnico supervisando las obras, a esto me refiero que los residentes de obra no pueden estar al 100% en cada lugar de trabajo y si se consideran muchos residentes se encarecen los costos indirectos por lo cual capacitar con estos textos que con tienen normas y soluciones resumidas podrían ayudar a minimizar los errores que se cometen.

6.- ¿De qué manera afecta el desconocimiento de las normas internacionales en las etapas de los procesos constructivos?

No trabajar con normativas aprobadas puede traer problemas, si se ejecuta el contrato como contratista y se incurre en errores en los procesos la fiscalización podría ejecutar una multa que depende del contrato

Hasta un 17 % de tiempo se desperdicia al tener que corregir un error constructivo y considerando la mano de obra y los materiales a utilizar puede ser un 20% en gastos económicos.

Y un 22 % de gastos económicos se ahorrarían en reparaciones y correcciones en procesos constructivos.

7.- ¿Por es común los errores en los procesos constructivos en muchas infraestructuras?

La falta de actualización de conocimientos constantes publicados por la academia, como en el caso del terremoto. Ese punto de inflexión en la historia del país corrigió varios procesos que terminaron en catástrofe.

8.- ¿Qué errores constructivos han desencadenado una falla grave en la estructura?

- No apuntalamiento de losa, durante el hormigonado.
- No mejorar el suelo bajo la cimentación.
- Error al dosificar hormigón preparado en obra.

3.8 Análisis de resultados

Luego de la investigación en las 4 obras antes mencionadas, se llegó a la conclusión de que los métodos no técnicos son muy utilizados en obras, lo cual debería ser remplazado por los métodos normados ya sea por institutos universitarios de investigación o entidades públicas.

- Los errores documentados no contribuirían al colapso de la estructura.
- El personal técnico encargado de las obras generalmente tiene poca experiencia.
- El personal técnico tiene obligación de resolver los errores antes de que se cometan “ser preventivo mas no correctivo”.
- El personal en obra puede ser capacitado con éxito para evitar procedimientos no técnicos.

3.8.1 Generación de tablas de resultados.

Debido al resultado de las entrevistas realizadas a profesionales que dirigen estas obras se detalla a continuación los errores más comunes que se aprecian mediante una observación en las obras a estudiar detalladas a continuación.

Tabla 6 Errores que causarían el colapso en las estructuras documentados en la entrevista.

Arq. Edgar Tapia Dapelo
- No apuntalamiento de losa, durante el hormigonado.
- Desencofrar elementos horizontales antes de 7 días.
- Error al dosificar el hormigón preparado en obra.
Ing. Ricardo Armijos Galarza
- No apuntalamiento de losa, durante el hormigonado.
- Calentar varillas de acero de refuerzo para ser dobladas en obra.
- No mejorar el suelo bajo la cimentación.
- No revisar nivel freático del suelo y que este cause corrosión en la cimentación.
Ing. Jimmy Pazmiño Anda
- No apuntalamiento de losa, durante el hormigonado.
- No mejorar el suelo bajo la cimentación.
- Error al dosificar hormigón preparado en obra.

Nota: Se muestra los errores más comunes en las obras determinadas por los profesionales entrevistados

Fuente: Experiencias del Arq. Edgar Tapia Dapelo, Ing. Ricardo Armijos Galarza & Ing. Jimmy Pazmiño Anda

En los procesos de construcciones la negligencia se puede definir como una actitud descuidada y poco diligente en aplicar las condiciones necesarias que producen eventos dañosos provocando altos costos en reparaciones.

Tabla 7 Análisis económico, rendimiento según lo recolectado en obra.

Análisis de afectación económica			
Edgar Tapia Dapelo	Ricardo Armijos	Jimmy Pazmiño	Promedio Total
20%	15%	22%	19%
Análisis de retraso en tiempo			
15%	10%	17%	14%
Promedio de retraso			16.5%

Nota: acorde a las entrevistas se evidencia la afectación económica que tienen los dueños de las obras a evaluar

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

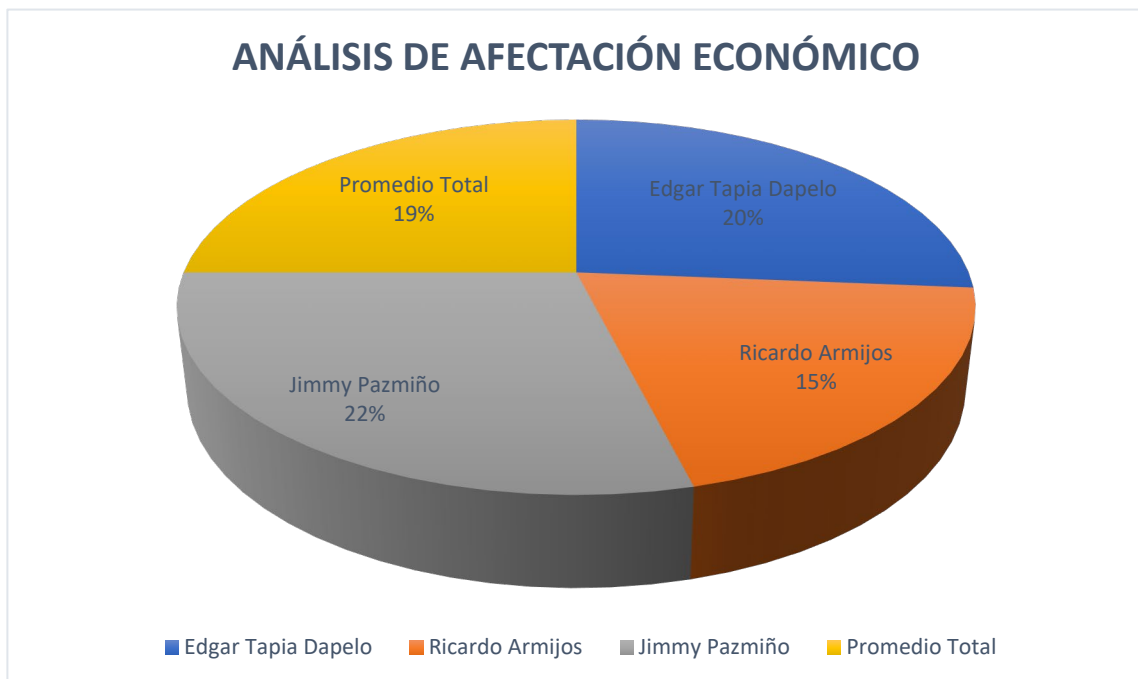


Ilustración 6 Análisis de afectación Economía

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

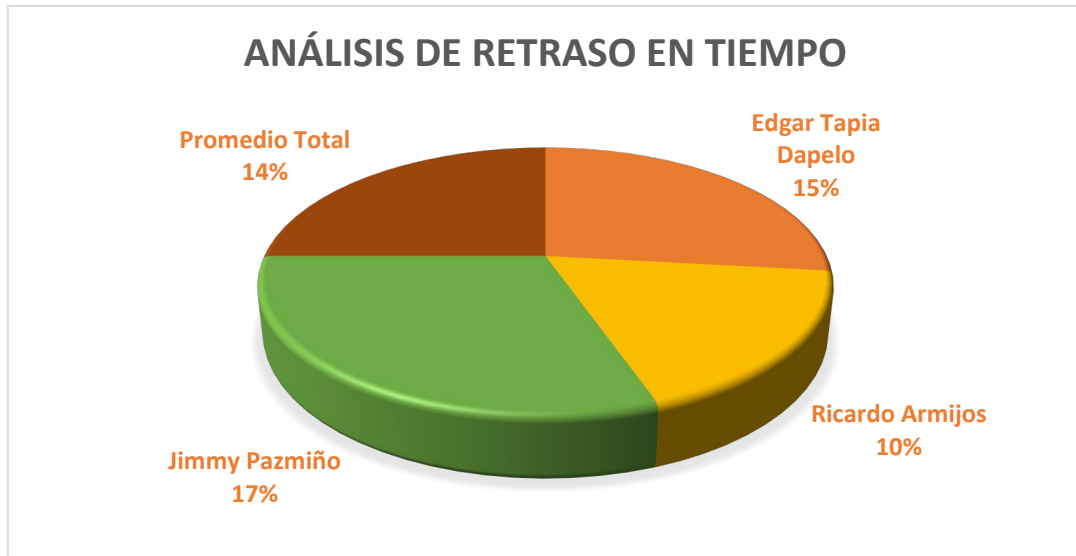


Ilustración 7 Análisis de retraso en el tiempo

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Las obras civiles se podrían optimizar un 16.5% si capacitáramos al personal con normas nacionales e internacionales. 16.5% que es el promedio entre la afectación económica y el retraso en tiempo.

La afectación económica es un 5% superior al retraso en tiempo según la opinión de cada experto entrevistado.

Recomendaciones en los procesos constructivos de una obra

- Estas tareas puntuales requieren supervisión estricta del personal técnico
- Es necesario verificar que los elementos de hormigón armado estén acordes a lo reflejado en los planos
- Tener un control de las dosificaciones del hormigón
- garantizar el nivel de servicio de la infraestructura.

CAPÍTULO IV

4. INFORME FINAL

Como se mencionó anteriormente, este se enfoca en cuatro obras civiles ubicadas en la provincia del Guayas (Ocean Club “Ocean Suits II”, Jardines de la Esperanza Edificio de bóvedas bloque 8 y 9, Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado y Vivienda multifamiliar Mirador del Norte), cada una con un proceso constructivo diferente, de las cuales se documentaron 30 errores en su totalidad.

- Muros
- Entrepisos
- Techo y cubierta
- Elementos de hormigón armado
- Conexión viga - columna
- Montaje de elementos de estructura metálica
- Consideraciones de traslapes
- Niveles freáticos del suelo
- Placas de empalmes
- Ángulos de soportes de las piezas estructurales
- Escaleras
- Mamposterías
- Losas

4.1 Problemas y Soluciones que se observaron y encontraron dentro del proyecto Ocean Suites II.

- **Edificación 1:** Ocean Club “Ocean Suites II”



Ilustración 8 Ocean Club Ocean Suites II

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Uso: alquiler y venta de departamentos a la orilla del mar.

- Área: 5000 m²
- Duración: 18 meses
- Fecha de inicio de obra: 7 de agosto 2019
- Fecha de fin de obra: En ejecución.

Problema # 01: Mala colocación de placa de corte en viga metálica provoca pérdida de material base



Ilustración 9: Pérdida de material base en placa de corte

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Se puede observar que la mala colocación de la placa de corte “PC” en la unión viga-columna puede causar pérdida de material base, la cual trae como consecuencia mordeduras. Este problema es causado por varios motivos, entre ellos una mala calibración de amperaje y una posible mala técnica del soldador.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

- Toda mordedura no reparada en una conexión soldada crea un punto crítico o frágil en donde son atraídas tensiones o esfuerzos, y someter una conexión a esfuerzos para los cuales no fueron diseñados podría provocar fallas en la conexión. Las fallas en las conexiones soldadas a su vez causarían deflexiones grandes en los elementos horizontales.
- El elemento no pasará ensayos de ultrasonido, ya que la pérdida de material base causa que sea imposible lograr penetración completa. La SDRP (soldadura de ranura de penetración completa) es necesaria para que el elemento sea un cuerpo uniforme.



Ilustración 10 Falla en conexión soldada

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Solución # 01

La solución es pulir con disco de desbaste las zonas comprometidas luego de la inspección visual y recuperar el material base con la fusión entre el electrodo y el acero. De esta manera se logra reemplazar el material perdido por uno con mayor resistencia.



Ilustración 11 Corrección de placa de corte

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Recomendación

En este caso para reponer el material base se utilizó alambre tubular continuo, el cual se detalla a continuación: Proceso Fcaw (alambre tubular con núcleo fundente y protección gaseosa) E71T-C1.

Problema # 02: Montaje erróneo de estructuras

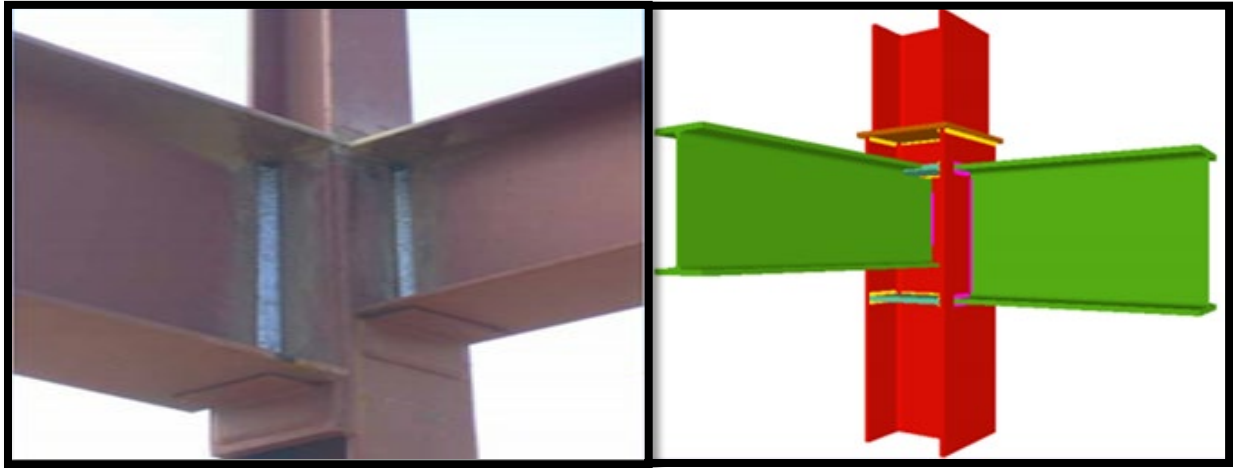


Ilustración 12 Montaje erróneo de estructuras

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

El siguiente error es muy común en los procesos de montaje de estructuras debido a la similitud de dimensiones que expresan los planos estructurales y la falta de capacitación de los instaladores en la interpretación de los mismos.

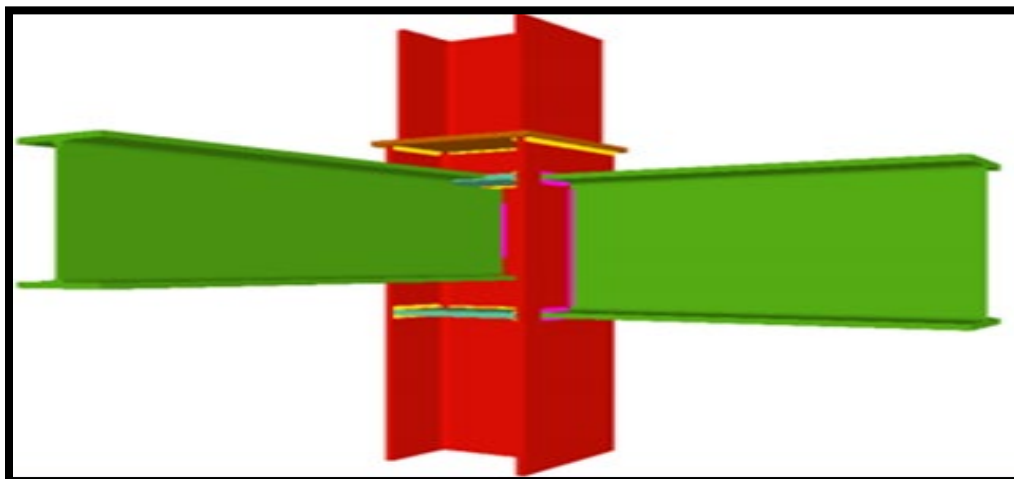


Ilustración 13 Manejo de estructuras

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema

Al tener una mala instalación de las piezas estructurales su trabajabilidad para la que fue diseñada no tendrá un desempeño óptimo y las cargas que transmitiría podrían ocasionar un daño en la estructura a largo plazo. Los manuales de diseño normados internacionalmente como los es el ANSI-AISC 360 especifican que las secciones en ningún caso pueden ser variables, ya que estas forman los nudos estructurales donde se concentran las cargas.

Solución # 02

El (ANSI/AISC 360-16) en la sección de fabricación solicita la implementación de los planos de diseños de las estructuras en los cuales se aprecien de manera clara cada detalle y medida necesaria para ejecutar correctamente el montaje de los elementos estructurales.

Problema # 03: Oquedad o “ratonera” causada por segregación y mal vibrado durante la fundición



Ilustración 14 Ratonera por segregación

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Durante los procesos de hormigonados de estructuras se debe tener en cuenta dos factores primordiales para evitar este tipo de fallas:

- La caída libre del hormigón debe ser máximo 2 metros caso contrario podrían generarse “ratoneras” por segregación.
- El contacto del vibrador de hormigón con la armadura de acero genera segregación localizada que al desencofrar la estructura da como resultado oquedades.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los posibles daños que se está ocasionando al encontrar discontinuidades en la superficie luego de quitar el encofrado, es que la durabilidad del elemento se ve comprometida ya que da acceso directo a agente agresivos como (cloruros, gases, h₂O, etc.). Estos agentes, por ende, aceleran el proceso de degradación de las armaduras por corrosión. La corrosión está ligada directamente a la exposición según ACI-318 capítulo R19.3 que identifica a esta obra ubicada en Playas Villamil como clase C2, alta exposición a cloruros. La durabilidad del elemento se verá comprometida si no se arregla de manera correcta.

Solución # 03

La solución consiste en utilizar dos productos que se deben aplicar casi al mismo tiempo, como son mortero para reparación estructural y ligante epóxico, luego de picar los contornos del área afectada y retirar la mayor parte de hormigón segregado.

- Utilizar ligante epóxico para asegurar que el mortero de reparación de alta resistencia se adhiera de manera excelente al hormigón antiguo, formando así un solo cuerpo.
- Luego de preparar el área se aplica mortero de reparación para estructuras. Como condición, este mortero debe ser capaz de adquirir una resistencia mayor a la del hormigón que está siendo reparado.

Recomendación

Ligante Para Mortero Y Mortero Expansivo Tipo Grout.

Problema # 04: Hidratación de capa de sub-base clase III con tanquero sin uso de acople para tanquero o flauta previo a cimentación



Ilustración 15 Tanquero sin uso de acople

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Las capas de base y sub-base deben ser hidratadas de manera continua y uniforme utilizando el respectivo acople con manguera directo de diámetro grande podría remover la capa secundaria de base causando irregularidades y oquedades que forman estancamiento de agua en el suelo como se observa en la imagen.

Posibles daños a la estructura sino se soluciona el problema.

Uno de los posibles daños es que al verter el agua directamente de la manguera se ejerce presión en el suelo recién compactado, partiendo del principio de presión o fuerza son mayores si el área de salida del flujo disminuye, el suelo se saturara por una zona y por otra no, no recibirá la hidratación necesaria y luego podrían existir oquedades ya que hidratar las capas de sub-base sin el acople o 'flauta' genera un chorro directo que ejerce carga puntual sobre la capa de mejoramiento lo cual podría remover sus partículas.

Solución # 04

Uso de acople apropiado en tanquero para hidratación uniforme de terreno usando el mismo principio de riego por goteo, en donde se utiliza la cantidad correcta de agua de manera uniforme sin excesos que podrían impedir que pase la prueba de densidad de campo.

(NEC-SE-GC, 2015).



Ilustración 16: uso de acople para hidratación de material.

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Problema # 05: No realizar estudios de suelo con métodos de sondeo profunda para encontrar nivel freático



Ilustración 17: Búsqueda del nivel freático

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Este problema surgió en la etapa de trazado y replanteo de la cimentación durante la cual se detectó humedad y un aumento del nivel freático. Los trabajos se paralizaron y se realizó la respectiva inspección técnica en donde se determinó que esta deberá ser canalizada debido a la aparición de una corriente de agua subterránea.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los posibles daños que surgen por no realizar los respectivos estudios geotécnicos, es la pérdida de recursos y atraso en la planificación del desarrollo del proyecto. No obstante, un flujo de agua en un sector de terreno en donde se construirá una cimentación de cualquier tipo es un punto crítico. Si no se realizan sondeos profundos necesarios podríamos exponer la cimentación a humedad y cloruros, lo cual podría debilitar la estructura a construirse. Se ha confirmado que un flujo subterráneo puede causar asentamientos en la edificación.

Solución # 05

De acuerdo con el capítulo 3.4 de la Norma Ecuatoriana De La Construcción-Geotecnia en el capítulo 3.4.2, que detalla los procedimientos para los aspectos generales el subsuelo, se exige la elaboración de un informe completo, en el cual se estimen los posibles asentamientos que pueda sufrir la estructura para de esta manera decidir qué medidas tomar. El sondeo por SPT (Ensayo de penetración estándar) indicará el correcto nivel freático y con el resultado la correcta cimentación en este caso zapata bidireccional.

Problema # 06: Discontinuidad en cordón de soldadura



Ilustración 18 construcción de junta

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Se evidencia en la figura 18 discontinuidades en un cordón de soldadura transversal. Al intentar soldar un fleje de manera horizontal puede ocurrir falta de relleno en el inicio y fin del cordón.

Tipos de Weld Tabs.

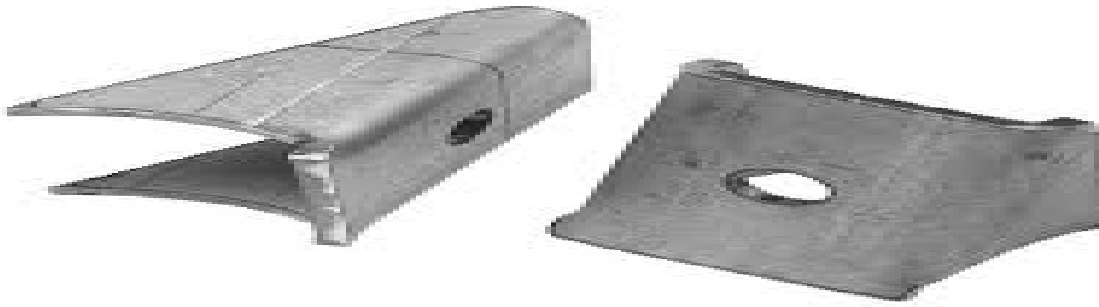


Ilustración 19 Tipo Weld Tabs a utilizar

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los posibles daños que se está ocasionando al tener una discontinuidad en la soldadura es que exista un rompimiento o fractura de las piezas. Las discontinuidades en los extremos de una junta soldada horizontal pueden generar poros, por los cuales puede entrar humedad, cloruros y sulfatos que favorecen la corrosión.

Solución # 06

Se recomienda el uso del Weld Tabs o platinas de soldadura para que así todo cordón pueda garantizar la penetración completa de lado a lado de cualquier fleje según recomendación sísmica (American Welding Society (AWS), 2009). Las Weld Tabs son pequeñas piezas de acero que se colocan en los bordes de la conexión entre flejes que serán soldados.



Ilustración 20 Uso de Weld Tabs

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Problema # 07: Acero de refuerzo doblado y parcialmente embebido en hormigón



Ilustración 21 Acero de refuerzo doblado

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

La figura 21 evidencia un mal procedimiento en el armado parcial de la armadura de refuerzo de un muro de contención. Como el hormigonado de muro es parcial debido a la longitud del muro se procedió a dejar continuidad en el acero estructural, pero al pasar del tiempo se incurrió en un mal procedimiento constructivo como es doblar el acero de refuerzo parcialmente embebido, causando fatiga en el acero estructural.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los posibles daños que se está ocasionando al doblar el acero de refuerzo de manera no técnica es que este se debilite y por ende pierda sus propiedades físico-mecánicas. En el caso de que los elementos sean cargados al límite de su capacidad, la armadura podría fracturarse en los puntos donde se sometió a fatiga a las barras. De acuerdo a los requerimientos mínimos para construcciones sísmicas del Ministerio De Desarrollo Urbano Y Vivienda Capítulo 1.2, cualquier acción no dúctil en el acero de refuerzo está contraindicada.

Solución # 07

La solución técnica para esta situación es cortar los hierros que han sido doblados más allá del límite de fluencia que el acero A36 permite, y traslapar con acero nuevo con una distancia de desarrollo de empalme que dependerá del diámetro de la barra utilizada. Este error incumple la norma ACI 318 26.6.3 literal B, que indica que ningún doble en barras debe darse en obra al menos que así lo indique el plano y que de ninguna manera puede volver la barra a su posición original.

Problema # 08: La placa de empalme en esta columna metálica se encuentra solo 80 centímetros por encima de la conexión viga columna

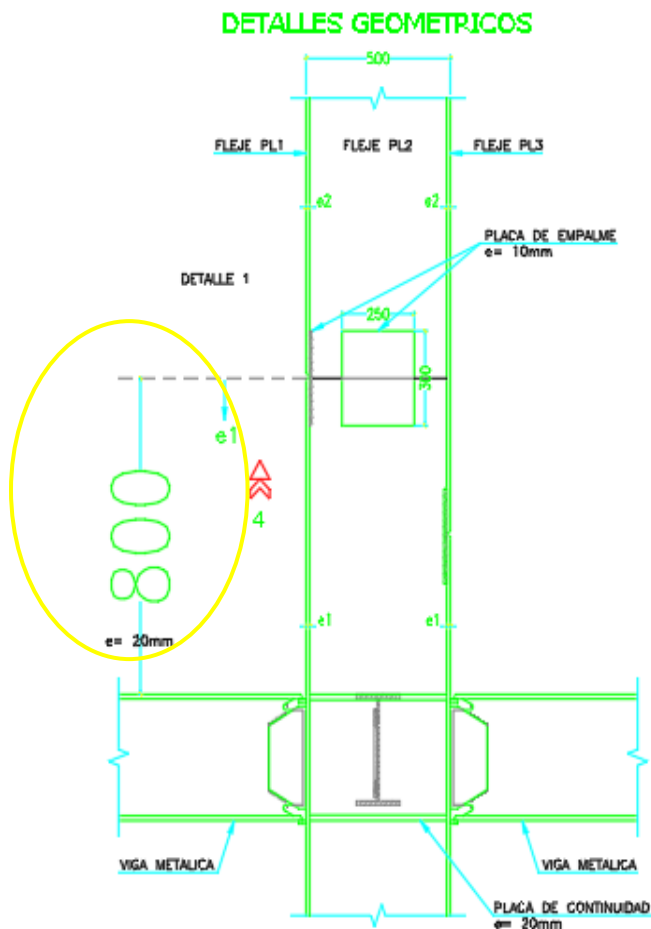


Ilustración 22 Placa de empalme

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

En la fabricación de elementos metálicos, en este caso columnas de un edificio, se debe considerar el empate entre flejes en algún punto. Para esto se debe usar un elemento de refuerzo interno llamado Placa de continuidad. Como muestra la figura 22, la ubicación de la placa de continuidad en este caso se encuentra 80 cm por encima de la conexión viga columna, lo cual no es recomendable y es contraindicado por las normativas vigentes.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Todo empalme entre columnas debe ser reforzado según AWS d1.1 sección de empalmes y según la NEC-2105 capítulo 7.4. De ser necesario un empalme deberá contar con una placa que garantice que los esfuerzos que se concentran en el entre piso no colapsen la columna. El empalme en los tercios del elemento podría causar falla por esfuerzo cortante.

Solución # 08

Se debe considerar la ubicación de la placa de continuidad de este elemento en particular. Como es una columna de estructura metálica se sabe que los esfuerzos se concentran en los tercios de la altura entre pisos; el centroide del empalme debe de estar en el entrepiso, como referencia 1.20 metros de la conexión viga-columna de acuerdo a la NEC 2015 capítulo 7.4. Esto aplica en toda columna soldada en el empalme por filete o con penetración parcial.

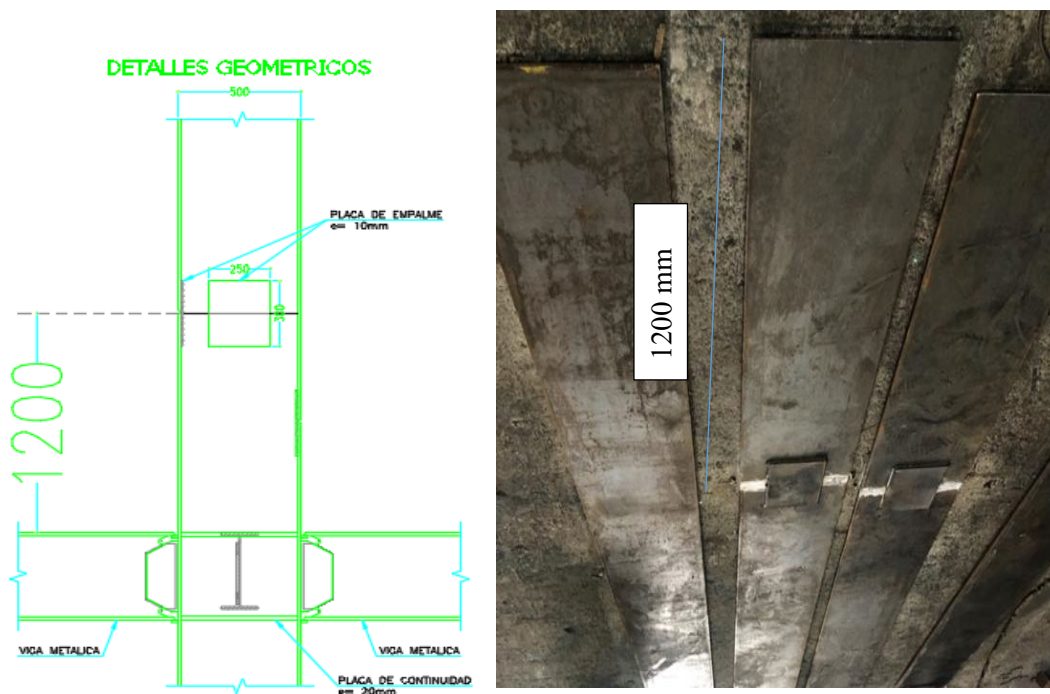


Ilustración 23 Placa de empalme ubicación correcta

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Problema # 09: Error muy común conectores de corte internos a la columna separados 50 cm

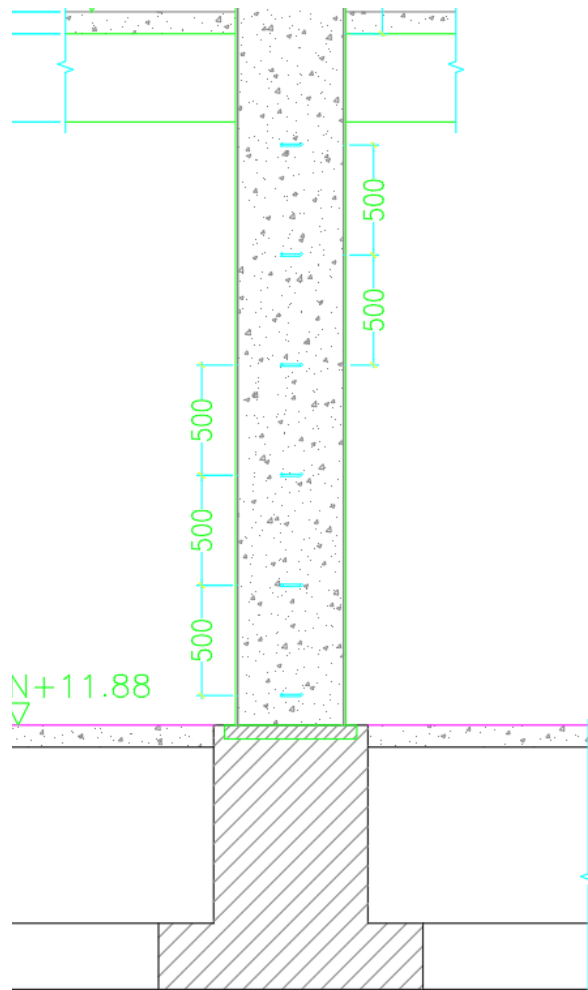


Ilustración 24 Conectores de corte internos

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

En el armado de columnas metálicas sobre bases de hormigón armado como observamos en la figura 24, se debe usar conectores de cortante internos a la columna para que una vez rellenas de hormigón, los conectores de corte internos aseguren que la columna y el hormigón trabajen como un solo cuerpo. El espaciamiento entre los conectores internos es primordial y en este se encuentran espaciados 50 cm entre ellos.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

De acuerdo con ANSI/AISC 358-05, los conectores de corte internos de columnas sirven para conectar el hormigón autonivelante vertido en la columna con el elemento estructural. De no ser así o de estar muy espaciados, el hormigón podría tener una reacción diferente que el acero a las cargas axiales provocando que el elemento tenga deformaciones no admisibles.

Solución # 09

Un buen criterio de diseño para el espaciamiento mínimo de conectores de corte internos a columnas debe ser de 30 cm como mínimo o intercalados entre ellos. Para este caso en particular, si están cada 50 cm se los coloca cada 25 cm para corregirlos, como se muestra en la siguiente imagen:

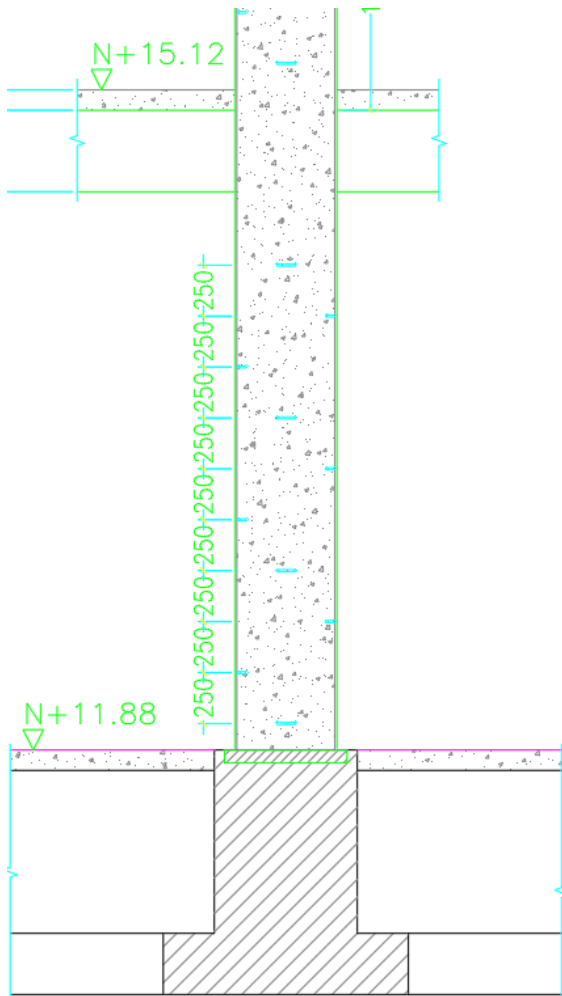


Ilustración 25 Conectores cada 25 cm

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Problema # 10: Agujero de acceso a soldadura



Ilustración 26 Agujero sísmico de acceso a soldadura

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

La geometría de acceso a la soldadura tiene como finalidad asegurar la correcta disposición del material de aporte (soldadura). Si durante el proceso de fabricación de estructuras se cometen errores, al realizar estas perforaciones se podrían generar dificultades en el proceso de soldadura por penetración completa, lo cual a su vez afectaría los ensayos no destructivos como ultrasonido.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

El agujero de acceso a la soldadura es parte de la junta pre calificada aprobada por el AWS capítulo 3. Si el agujero de acceso a la soldadura no queda de acuerdo al diseño, dificultará la colocación de platina de respaldo que va entre el patín superior y la cara de la columna, en este caso conexión viga columna. En el caso de la conexión del patín inferior no dificulta la colocación de la platina de respaldo ya que esta va por debajo del patín inferior, pero obstruye y dificulta lograr SRPC.

Solución # 10

El correcto diseño de estas perforaciones depende de cada tipo de viga. La solución más clara sería apegarse al diseño estructural propuesto. Se adjunta diseño correcto pre calificado AISC 360.

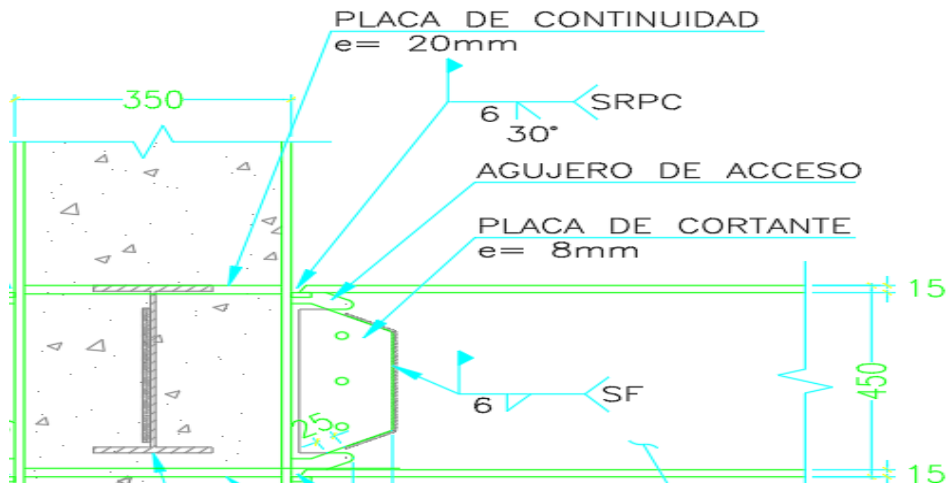


Ilustración 27 diseño óptimo de agujeros de acceso para soldadura

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Este diseño es puntal para esta obra en específico, pero debe cumplir con los requerimientos del (ANSI/AISC 360-10, 2010).

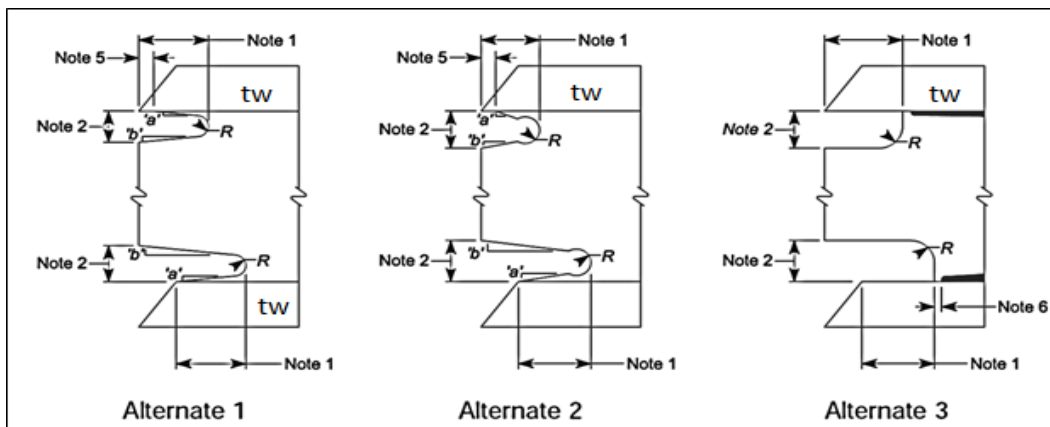


Ilustración 28 diseño óptimo de agujeros de acceso para soldadura ANSI, AISC 360

Fuente: ANSI, AISC 360

Problema # 11: No remover ángulos de soportes de las piezas estructurales en conexión viga-columna



Ilustración 29 No remoción de ángulos de soportes en la conexión viga-comuna
Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Durante el proceso de montaje de vigas se suele colocar un ángulo de soporte bajo las vigas y así ayudar a lograr penetración completa entre el patín inferior y una cara de la columna. Parte del proceso de control de calidad es la instalación y remoción de estos soportes para evitar los inconvenientes antes mencionados.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

No retirar los soportes utilizados para facilitar el montaje puede producir todo tipo de complicaciones y pérdidas de tiempo de obra. Este procedimiento está contraindicado por normas internacionales ya que luego de realizar la penetración completa entre el patín inferior y la columna el AISC 360 Guide 21 (2017), se debe realizar una limpieza profunda y rematar con filete de mínimo 8 mm o dos cordones de soldadura. Esto es imposible de realizar si no se remueve el ángulo de soporte. En algunos casos los obreros menos instruidos realizan filete usando el ángulo como material base.

Solución # 11

Respetar los criterios de diseño y procesos de montaje correcto de acuerdo a ANSI-AISC 360 (2017), en la cual se observa el acabado final de la conexión viga columna y la soldadura respecto a la platina de respaldo. Se adjunta detalle a continuación con una x señalando el montaje incorrecto y un círculo señalando el correcto procedimiento.

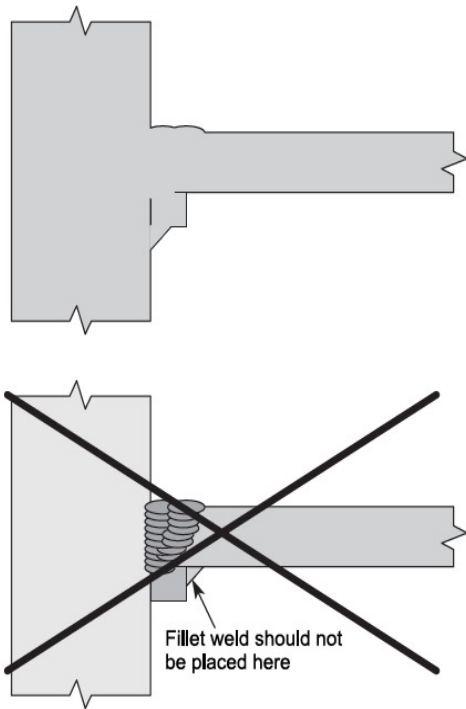


Ilustración 30 Marca con "x" el lugar donde no debe ir la soldadura de filete.

Fuente: Guide 21 (2017)

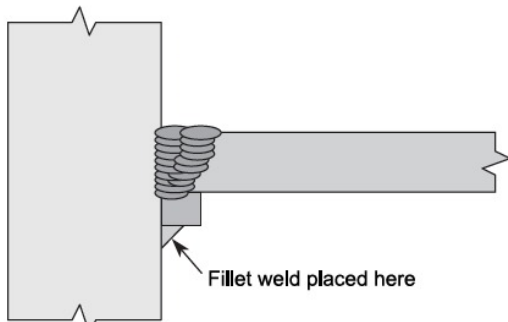


Ilustración 31 correcta ubicación del filete y remoción de Angulo.

Fuente: Guide 21 (2017)

Problema # 12: Socavación o mordedura



Ilustración 32 socavación en cordón de soldadura por penetración completa

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Como refleja la figura número 32, el cordón de soldadura en esta conexión, conformada por 2 flejes para soldadura de penetración completa, presenta mordedura o socavación. En otras palabras, el cordón no está completo y uniforme, lo que atrae esfuerzos y tensiones innecesarias. Se considera que la socavación de la base no puede exceder de $t/32$ pulg. [1 mm]. AWS D1.1 4.9.1.2

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los posibles daños sería que la pieza reciba esfuerzo y tensiones innecesarias. Es una condición en la cual el material base ha sido fundido, lo cual puede traer cristalización en el proceso de soldadura; atraer tensiones podría provocar cristalización de los elementos, pero en sí el control de calidad es suficiente para rechazar el elemento.

Solución # 12

Se debe someter la conexión a un proceso de pulido y relleno con el respectivo material de aporte hasta lograr el espesor indicado por el espesor del fleje, detalle que debe ser suministrado por el responsable mecánico. Como ayuda adicional, se recomienda utilizar platina de respaldo

para soldadura a lo largo de toda la junta, platina que deberá ser punteada a una cara de la columna cada 15 cm máximo NEC- 11.1.

Para identificar estas fallas se sugiere la contratación de cualquier laboratorio especializado en NDT (ensayos no destructivos).



Ilustración 33 Corrección de relleno de cordón de soldadura y ultrasonido

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

4.2 Problemas y Soluciones que se observaron y encontraron dentro del proyecto Jardines de la Esperanza Edificio de bóvedas bloque 8 - 9 y Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado

Edificación 2: Jardines de la esperanza Edificio de bóvedas bloque 8 y 9 para Bóvedas.



Ilustración 34 Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 para Bóvedas

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Uso: Edificio para bóvedas

- Área: 7500 m²
- Duración: 12 meses
- Fecha de inicio de obra: enero 2018
- Fecha de fin de obra: enero 2019

Edificación 3: Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado.



Ilustración 35 Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado.

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

- Uso: centro comercial y entretenimiento
- Área: 2500 m²
- Duración: 3 meses
- Fecha de inicio de obra: 1 de mayo 2018
- Fecha de fin de obra: 31 de julio 2018

Problema # 13: Traslape mínimo incorrecto en malla electro soldada para losa Steel Deck metálico



Ilustración 36 Traslape mínimo incorrecto

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del error

Podemos observar en la figura 36 que, en la elaboración de la armadura metálica de hierro de varilla lisa electrosoldada, no se ha respetado la distancia mínima de traslape. Esto incumple la norma ACI 318 R25.5.4.1 que puede traer consecuencias como fisuras en la superficie de la losa, lo cual podría causar debilitamiento de la estructura en el peor de los casos.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Cuando no existe un correcto empalme provoca que el hormigón se rodee de ambas barras provocando excesivas deformaciones en la estructura. En el caso de losas de hormigón armado y contrapisos, la correcta disposición de la malla de alambre soldado o malla electrosoldada se usa para controlar los agrietamientos por contracción del hormigón y las tensiones causadas por la temperatura. Si no se coloca y traslapa la malla correctamente como indica ACI-318 se puede arruinar el acabado final de la losa o contrapiso.

Solución # 13

La longitud de los traslapes deben cumplir a tracción, lo refleja un informe de (Lloyd 1971) en otras referencias se establece la multiplicación de veces el diámetro de la varilla . El requerimiento mínimo debe ser mayor a 150 mm o 50 mm después del acero de refuerzo transversal.

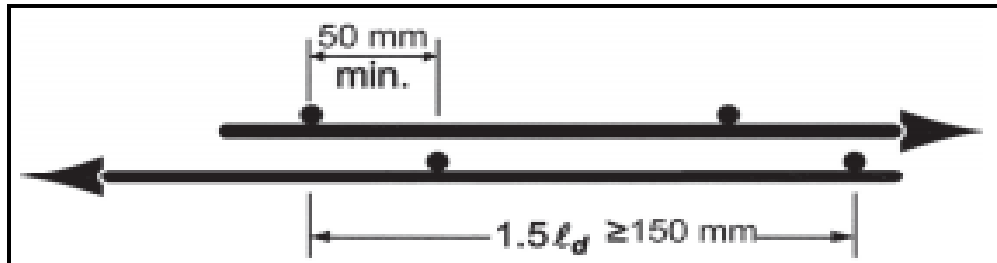


Ilustración 37 longitud del empalme por traslape

Fuente: R25-ACI 318RSUS-14, (2014)

La resistencia de los desarrollos de empalmes por traslape de refuerzo electrosoldada para depender mucho del diámetro de la barrilla. Los traslapes en los planos deben ir detallados y tener en cuenta las zonas de confinamientos y los momentos, las especificaciones de superposición en los alambres transversales (en mm) y no en diámetros del alambre o longitud se evidencian en la imagen como debe ser un correcto traslape.

Recomendación

Se utilizó malla electrosoldada conformada por varilla corrugada de acuerdo con norma técnica NTE INEN 2209. 6.25 x 2.40 metros.

Problema # 14: Falta de uso de separadores de losa para losas o contra pisos

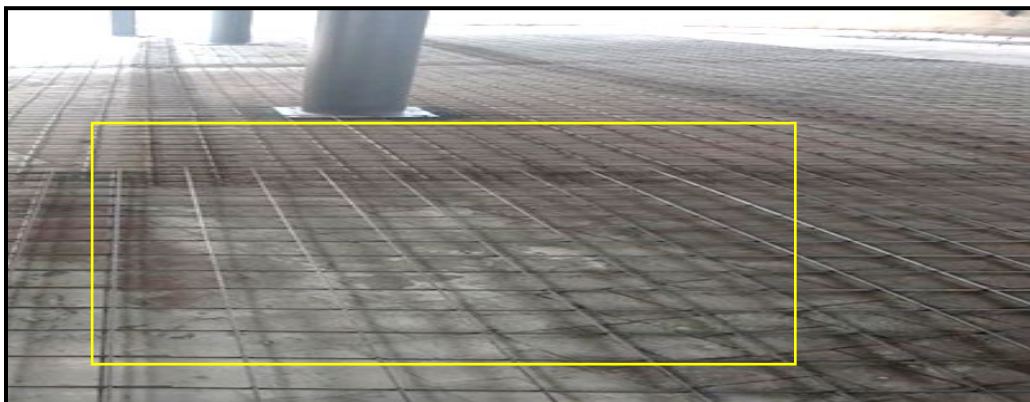


Ilustración 38 Falta de uso de separadores

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del error

Este error es uno de los más cometidos en el proceso de instalación de malla de refuerzo previo al hormigonado. Comúnmente se elaboran pequeños soportes cuadrados que se llaman “galletas”, las cuales sirven para separar el acero de refuerzo y así asegurar el correcto espesor de la capa de hormigón y evitar el desacomodo de las barras metálicas que conforman la armadura.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

El principal daño es que al no tener el correcto espaciado se afecta a las armaduras de acero del hormigón armado, ya que el contacto prolongado con el suelo provoca que se oxiden y acaben siendo un punto de fallo del elemento, lo cual afecta su durabilidad, es decir, el periodo de tiempo en que el elemento de hormigón mantiene sus propiedades resistentes. En muchos casos el elemento no colapsa, pero sí su tiempo de vida útil y su correcto comportamiento ante un evento sísmico.

Solución # 14

La Norma Ecuatoriana De La Construcción (NEC-SE-HM, 2015, pág. 85) “elaborar cubos de hormigón cuya resistencia sea igual o mayor a la del diseño original a utilizar. De esta manera, se unirán uniformemente al elemento que se esté conformando, en este caso un contrapiso. La norma también recomienda el uso de separadores plásticos normados de diferentes marcas con la

finalidad de mejorar el proceso constructivo, evitando así que se realicen los cubos de hormigón de manera incorrecta, lo cual permitiría ahorrar tiempo y una separación más precisa”.

A continuación, se muestra una imagen con posibles diseños de soportes:

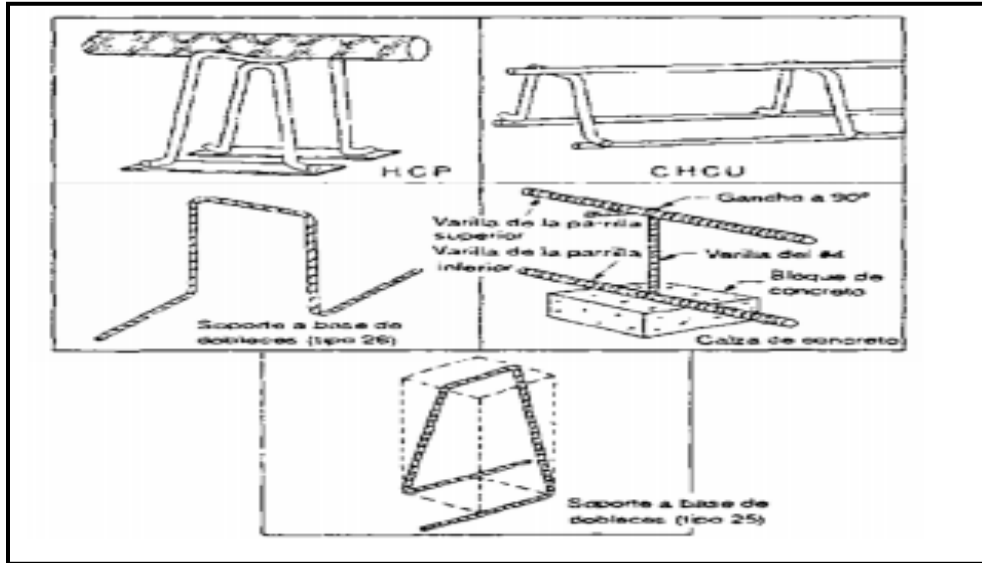


Ilustración 39 Solución # 4 diseño de soportes

Fuente: (NEC-SE-HM, 2015)

Recomendación

Separadores plásticos para el posicionamiento correcto de la armadura de acero de refuerzo. En el presente caso se utilizó el separador tipo torre código 189138 espaciados cada 25 cm de acuerdo a la ficha técnica del producto.

Problema # 15: Contaminación de soldadura por aceite, pintura, grasa o cualquier hidrocarburo



Ilustración 40 Contaminación de soldadura por cualquier hidrocarburo

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción de problema

De acuerdo con la norma internacional (AWS D.1 CAPÍTULO 5.14.4.1 MATERIALES EXTRAÑOS) todo exceso de materiales a base de hidrocarburos debe ser removido principalmente antes de empezar el proceso de soldadura de cualquier tipo, ya que varios estudios han relacionado los problemas de porosidad que se dan en los cordones de soldadura con la contaminación química por hidrocarburos, debido a que la pintura libera grandes cantidades de gas cuando se someten a altas temperaturas y el metal fundente se ve perjudicado.



Ilustración 41 Problemas de porosidad en cordones

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los daños que se aprecia son en la pintura, grasa, corrosión por humedad, pegamento o altos volúmenes de gas considerando la temperatura de soldadura por arco.

En el diseño estructural no se consideró la contaminación provocando porosidad donde el metal de soldadura se convierte en un gas atrapado. Los gases resultados de la aplicación de la antorcha hacia el metal tratado absorben al metal fundido y provocan la solidificación.

La porosidad se ve la presencia hoyos redondeados también llamado porosidad esférica, en muchas investigaciones determinan que los hoyos son alargados, el defecto podría llamarse agujeros ribetes, esto es causado por el rechazo de la soldadura. La porosidad tiene varios niveles aceptables, considerando que no es un defecto peligroso.

Solución # 15

Remover cualquier tipo de hidrocarburo grasas de las superficies a soldarse, con el fin de que la soldadura cumpla con los requisitos de calidad. Para ahorrar tiempo y cumplir los estándares de calidad se podría proceder de la siguiente manera:

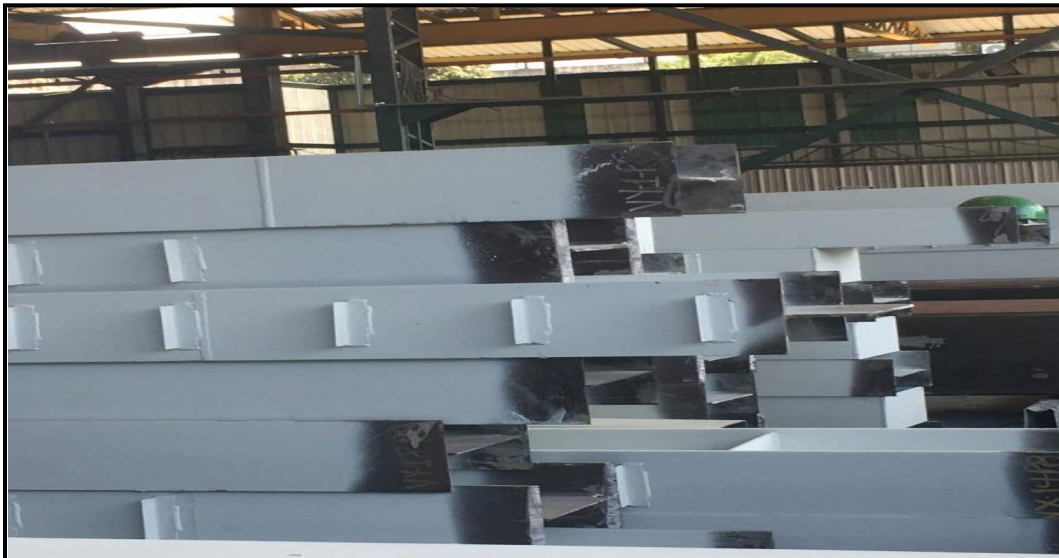


Ilustración 42 Retirando contaminantes en la parte a soldar

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Dejando limpio de contaminantes la parte a soldar de la conexión y el resto del elemento pintado con anticorrosivo.

Recomendación

Se utilizó removedor de pintura. Se recomienda usar de cualquier marca siguiendo los procedimientos de uso en la ficha técnica de cada fabricante.

Problema # 16: Completar vacíos con varilla corrugada para soldar. Acero A 36

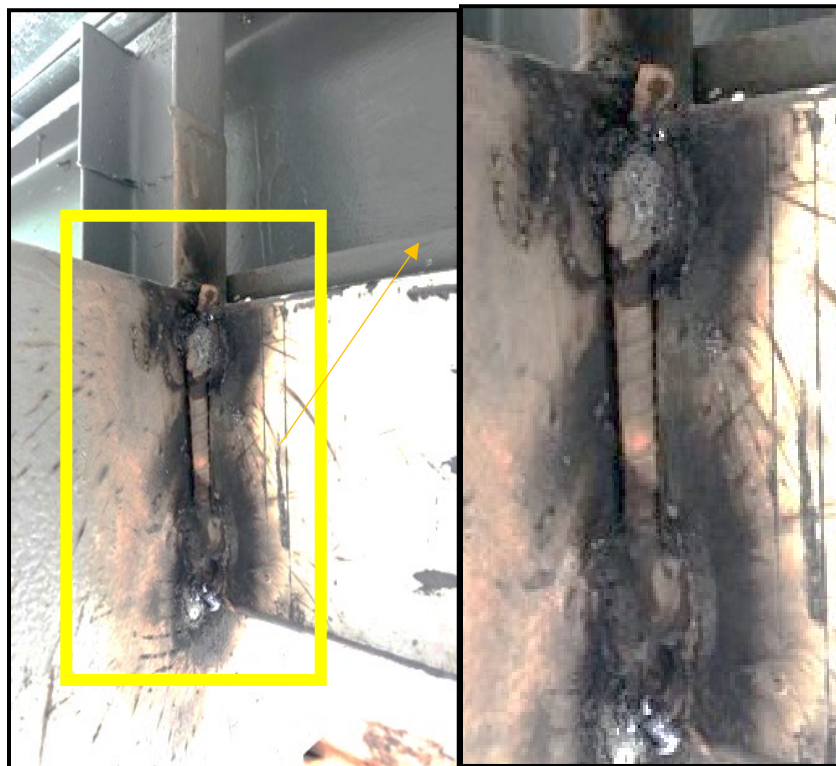


Ilustración 43 Relleno De Espacio Entre Acero Grado 50 Y Varillas De Acero A36

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción de problema

La figura 43 muestra la combinación no técnica de dos tipos diferentes de acero con el propósito de rellenar los espacios vacíos que pueden quedar en algunas conexiones, más comúnmente (viga-columna). Se puede analizar dos errores muy importantes como son la combinación de acero A36 y varilla corrugada grado 60, que causan problemas estructurales ya que tienen fluencias diferentes. Norma (ASTM A36 y ASTM 706).

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema

Se genera grandes cantidades de calor en un arco eléctrico, el calor provoca varias transformaciones en las barras de refuerzo creando el ZAC “Zona Afectada por el Calor”. Las características dependen del contenido de carbono de las barras de refuerzo.

Solución # 16

Como solución se proporciona una tabla que exprese claramente las fluencias de cada uno de los tipos de aceros y los respectivos procesos de soldaduras recomendados.

Tabla 8

Metales base y metales de aporte

Metal Base					Metal de aporte de resistencia similar			Temperatura mínima de precalentamiento y entrepasado			
Especificación	Punto/limite elástico mínimo		Rango de tracción		Proceso	Especificación de electrodos de AWS	Clasificación de electrodos	Espesor del metal base. T		°F	°C
	ksi	MPa	ksi	MPa				pulgadas	mm		
ASTM A871, Grado 60	60	415	75 min	520 min	SMAW	A5.5	E8015-X	Hasta 3/4 Mas de 3/4 hasta 1-1/2 Mas de 1-1/2 hasta 2-1/2 Mas de 2-1/2	Hasta 20 Mas de 20 hasta 38 Mas de 38 hasta 65 Mas de 65	50	10
Grado 65	65	450	80 min	550 min			E8016-X				
						E8018-X					
					SAW	A5.23	F8XX-EXXX-XX				
							F8XX-EXXX-XX				
					GMAW	A5.28	ER80S-XXX				
							E80C-XXX				
					A5.36	E8XTX-XAX-XXX	E8XTX-X				
							E8XTX-XC				
					FCAW	A5.29	E8XTX-XM				
							E8XTX-AX-XXX				
					A5.36	E8XTX-XAX-XXX	E8XTX-XM				
							E8XTX-AX-XXX				
ASTM A514 (Más de 2-1/2 pulgadas [65 mm])	90	620	100-130	690-895	SMAW	A5.5	E10015-X	Mas de 1-1/2 hasta 2-1/2 Mas de 2-1/2	Mas de 38 hasta 65 Mas de 65	125	50
							E10016-X				
						E10018-X					
						E10018M					
ASTM A514 Grado HPS 100W [HPS 690W] (Más de 2-1/2 pulgadas a 4 pulgadas [65 mm a 100 mm])	90	620	100-130	690-895	SAW	A5.23	F10XX-EXXX-XX				
							F10XX-ECXXX-XX				
ASTM A710 Grado A, Clase 1 ≤ 3/4 pulgadas [20 mm]	80-85	550-585	90 min.	620 min.	GMAW	A5.28	ER100S-XXX				
							E100C-XXX				
					A5.36	E10TX-XAX-XXX	E10TX-XC				
							E10TX-XM				
ASTM A710 Grado A, Clase 3 ≤ 2 pulgadas [50 mm]	75-80	515-550	85 min.	585 min.	FCAW	A5.29	E10XTX-XC				
							E10XTX-XM				
					A5.36	E10TX-XAX-XXX	E10TX-XC				
							E10TX-XM				

Nota: se detalla los procesos para el punto de fusión aproximadamente igual o por debajo del metal que se está soldando

Fuente: AWS D1.1/D1.1M (2015)

Recomendación

Se recomienda en este caso usar las normas de Acero ASTM A36, fabricación NTE INEN 1 623:2009.

Problema # 17: Falta de conectores de corte sobre vigas secundarias Soldado a Steel panel



Ilustración 44 Falta de conectores de corte sobre vigas secundarias

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

En la siguiente figura se muestra la falta de conectores de cortante sobre los paneles metálicos para losa, lo cual generará problemas de adherencia de la losa de hormigón armado ocasionando reacciones diferentes a esfuerzos.

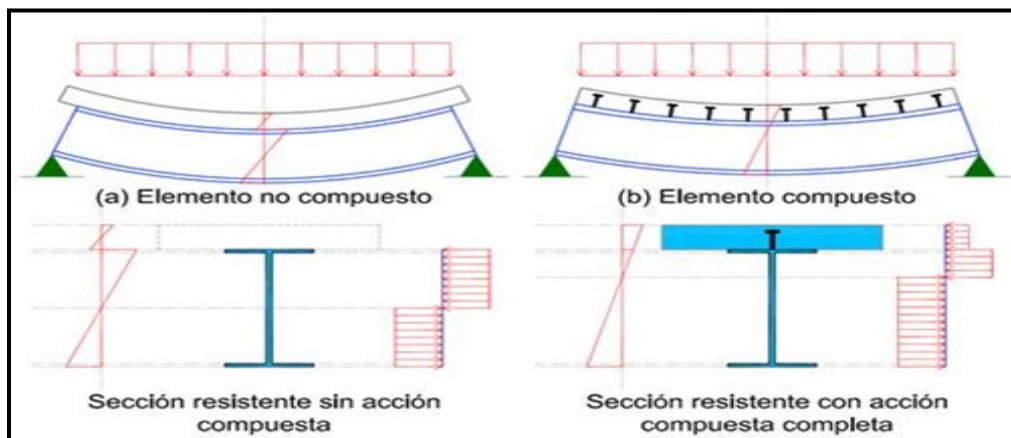


Ilustración 45 Falta de conectores de cortantes

Fuente: (RAG INGENIERÍA ESTRUCTURAL, 2020)

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

La resistencia en la tensión del concreto agrega el grado de complejidad al momento de determinar la rigidez en los elementos estructurales. La fluencia lenta o creep y la retracción en el concreto es mayor que en las estructuras de concreto reforzado con varilla de acero.

Solución #17

Se recomienda el uso de conectores de corte instalados y soldados a lo largo de las vigas metálicas secundarias espaciadas para así asegurar la adherencia de toda la losa. Como muestra la imagen, se busca conseguir una acción compuesta completa norma (AWS D1.1/D1.1M).

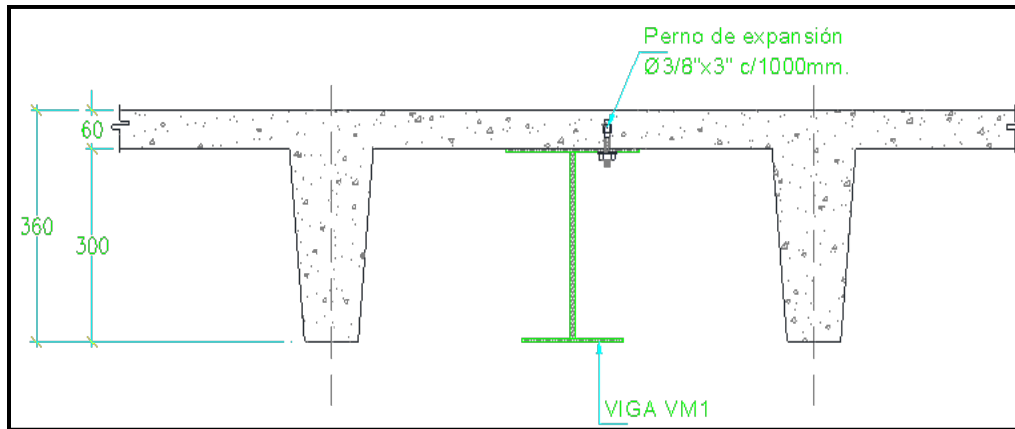


Ilustración 46 conectores de cortes aislados

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Para maximizar la uniformidad entre el hormigón y los paneles metálicos, una recomendación muy útil es soldar a cierta distancia conectores de corte de tipo canal usando U60x60x3 mm en todas las vigas que se encuentran atravesando el Steel Deck, espaciados por 300 mm.

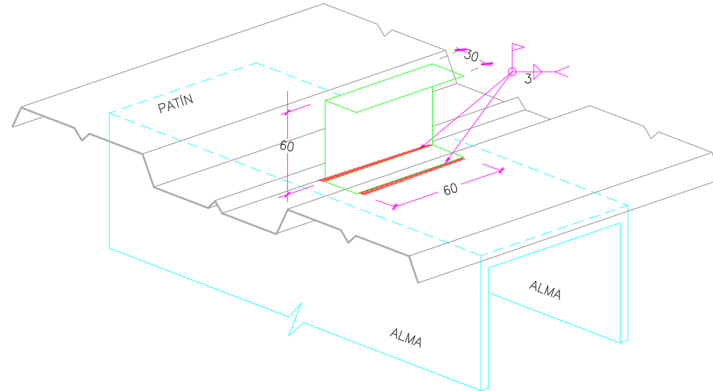


Ilustración 47 Viga atravesando Steel Deck

Fuente: (RAG INGENIERÍA ESTRUCTURAL, 2020)

Recomendación

Utilizar U 80x40x3 mm acero ASTM A36

Problema # 18: Mala colocación en obra de placa “Gusset” para refuerzo en diagonales



Ilustración 48 Placa Gusset

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Este caso muestra la ubicación de una placa estructural llamada Gusset. Un error muy común es fabricar en taller y colocar en obra estas placas de manera incorrecta debido a la similitud en las medidas de diseño de cada lado y el poco conocimiento de la clase obrera sobre este tipo de placas de conexión.

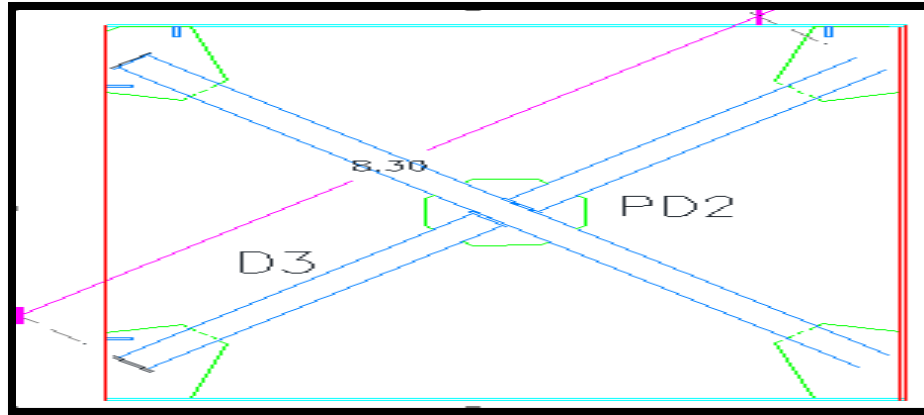


Ilustración 49 Ubicación de una placa estructural

Fuente: (RAG INGENIERÍA ESTRUCTURAL, 2020)

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Si las Placas Gusset, superior e inferior no son bien colocadas no podrá transmitir las cargas de las diagonales del contraviento a las columnas y vigas de la estructura. Según AWS D1.1, las fuerzas horizontales oscilantes son absorbidas directamente por las diagonales. Al no estar bien ubicada la placa, los esfuerzos se distribuyen de manera no uniforme afectando los elementos al cual está anclado. De haber paredes de mampostería que cubren las diagonales, estas se romperán y perjudicará los acabados.

Solución # 18

Verificar una por una la correcta colocación de estas placas de acuerdo con el diseño estructural realizado previamente. (NEC - SE – AC CAPÍTULO 8.2) Capacitar a los obreros que realizarán la colocación de estas placas de manera que puedan identificar los ángulos y las distancias que posee la placa según los planos estructurales. Solicitar al estructurista el diseño de placa Gusset con ángulos respecto a la horizontal para verificar la correcta ubicación.

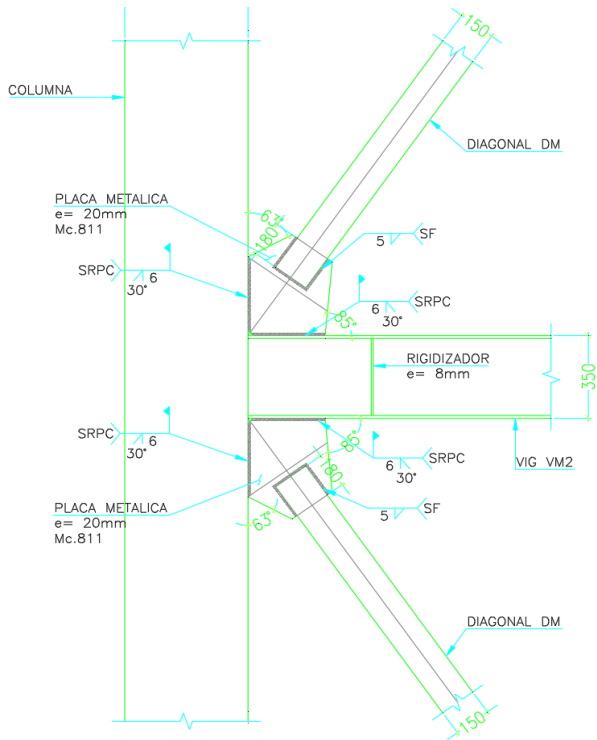


Ilustración 50 Solución # 9

Fuente: (RAG INGENIERÍA ESTRUCTURAL, 2020)

Capacitar a la clase obrera en la lectura de planos e interpretación de los mismos. De esta manera se cometerían menos errores y se ayudaría al correcto cumplimiento de la obra de acuerdo a sus cronogramas.

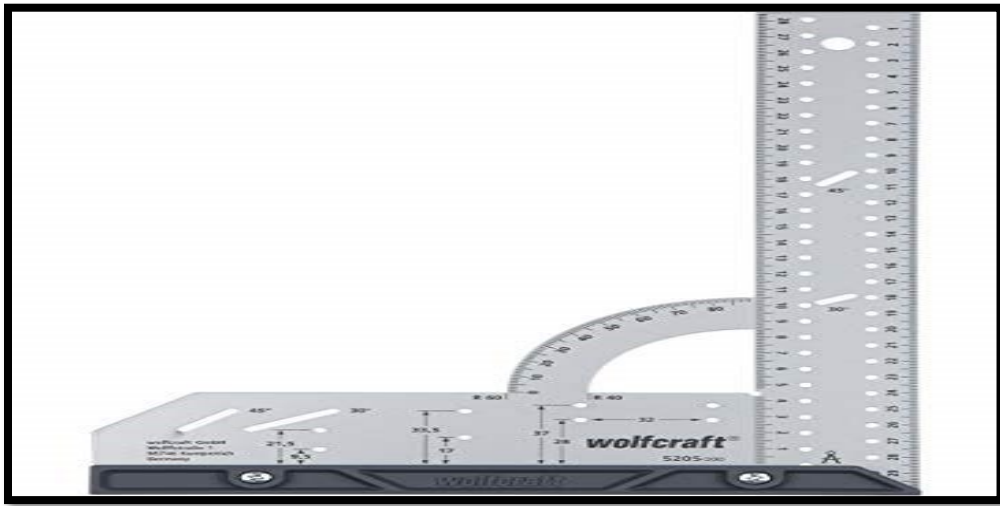


Figura 1 Verificación de la ubicación en los planos

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Recomendación

Utilizar medidores de Angulo o graduadores digitales magnéticos.

Problema # 19: Agujeros en placa base hechos con oxicorte



Ilustración 51 Agujero en placa base hechos con oxicorte

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Este es uno de los problemas más comunes en los procesos constructivos de estructuras en el Ecuador, el uso de oxicorte o en otras palabras la aplicación de fuego y gas a cierta presión para fundir el material por donde pasaran los pernos, lo cual es un gran error, ya que de todas formas se debe evitar que el acero estructural alcance su temperatura de fusión. Adicionalmente, al realizar la perforación por oxicorte sumergen la pieza en agua para poder adelantar la velocidad de enfriamiento y así también los trabajos, causando un problema mayor que es el cambio de temperatura drástico en una pieza de metal. Previo a la perforación para los pernos el material base no debe estar oxidado.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Cuando no se tiene un buen tratamiento térmico con las piezas, en este caso placas, se puede ocasionar daños como rigidez y fragilidad, lo que puede desencadenar fisuras por fatiga, debilitando a su vez el elemento de anclaje sea este un dado estructural.

Solución # 19

Realizar las perforaciones a la placa de anclaje por medio de taladro en el taller de fabricación. Remover cualquier tipo de escama, humedad, hidrocarburo que esté sobre el material base. Realizar con taladros las perforaciones del material base para así cumplir con los detalles máximos de espaciamiento que pueden variar en máximo una pulgada. De acuerdo con la norma (AWS D1.1/D1.1M, 2015, pág. 224).

Recomendación

Taladro magnético HMD904 se pueden realizar los orificios con pantógrafo o cualquier máquina de control numérico computarizado.

Problema # 20: Mal diseño de Angulo de bisel



Ilustración 52 bisel incorrecto para el tipo de junta

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema.

En toda soldadura de ranura de penetración completa entre elementos se debe considerar el bisel indicado en los planos de detalle de soldadura. Este depende de varios factores como son el proceso de soldadura a utilizar y el espesor de los flejes que conforman el elemento. Si el bisel no es correctamente realizado en taller se podría encontrar fisuras internas en la conexión de penetración completa y a su vez luego del ensayo de ultrasonido puede ser rechazado el elemento entero. El bisel considerado en este caso en particular es de 45°.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los posibles daños que se está ocasionando al no tener el bisel correcto es que la SRPC (soldadura de ranura de penetración completa) no se complete y esto cause que la conexión no logre la resistencia requerida. La Norma Ecuatoriana de la Construcción en el capítulo 7.4 literal a, especifica que toda soldadura a tope en toda zona donde los esfuerzos a tensión en el ala excedan $0.30F_y$ o $0.20F_y$ del diseño por factor de carga y resistencia, debe llevar bisel y debe ser diseñado de acuerdo a AWS D1.8 sección 4.2.

Solución # 20

Para solucionar este problema en unión soldada se deben reconocer varios puntos.

- Reconocer el tipo de junta: esta junta en particular se puede identificar como “Junta en T, en ranura con bisel simple”.
- Identificar la soldadura en cada proceso: el procedimiento que se usa es el GMAW.
- La abertura de Raíz en este caso 1/8 pulgada.

De acuerdo con esta información y con las normas establecidas en el AWS D1.1 en la figura 3.3 que adjunta, el bisel correcto debe ser de 45° con respecto a la horizontal. El elemento a usar Galga para inspección de soldadura.

Soldadura en ranura con bisel simple (4)
Junta en T (T)
Junta en esquina (C)

Proceso de soldadura	Designación de junta	Espesor del metal base (U = ilimitado)		Preparación de la ranura			Posiciones de soldadura permitidas	Gas de protección para FCAW	Notas
		T ₁	T ₂	Abertura de la raíz Cara de la raíz Ángulo de la ranura	Tolerancias				
					Según detalle (ver 3.13.1)	Según acoplamiento (ver 3.13.1)			
SMAW	TC-U4b	U	U	R = 0 a 1/8 f = 0 a 1/8 $\alpha = 45^\circ$	+1/16, -0 +1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -1/8 ilimitado 10°, -5°	Todas	—	d, e, g, j, k
GMAW FCAW	TC-U4b-GF	U	U				Todas	No se requiere	a, d, g, j, k
SAW	TC-U4b-S	U	U	R = 0 f = 1/4 máx. $\alpha = 60^\circ$	± 0 +0, -1/8 +10°, -0°	+1/4, -0 $\pm 1/16$ 10°, -5°	F	—	d, g, j, k

Ilustración 53 AWS D1.1 unión tipo T

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Problema # 21: Mal uso del proceso de soldadura y electrodo



Ilustración 54 Mal uso de proceso de soldadura

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción de problema

Al tener acero de grados diferentes o con fluencias diferente en una conexión pre calificada se crea una inconsistencia al escoger el proceso correcto de soldadura y esto podría causar que la conexión no encaje dentro de los (wps) que son las juntas pre calificadas indicadas en el AWS D1.1 2015. Cada junta pre calificada tiene sus propios procesos de soldadura. Se adjunta tabla para escoger el correcto proceso, en este caso Smaw con electrodos que no sean de bajo hidrógeno.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema

Cada tipo diferente de acero tiene un tipo de diferente proceso de soldadura y un tipo diferente de electrodo aprobado por las normas internacionales. El hecho de rellenar un vacío con acero corrugado grado 60 en acero A36 genera al menos un proceso de soldadura incorrecto y el uso de un electrodo incorrecto a su vez.

Solución # 21

La solución es escoger correcta y técnicamente el electrodo adecuado y proceso de soldadura. El acero debe cumplir con Astm A 1018 para acero grado 50, debe ser proceso smaw con electrodos que no sean de bajo hidrógeno.

Tabla 9

Proceso aprobado para acero ASTM grado 50

AWS D1.1/D1.1M:2015

SECCIÓN 3. PRECALIFICACIÓN DE WPS

Tabla 3.3
Temperatura precalificada mínima de precalentamiento y entre pasadas (véase 3.5)

C a t e g o r í a	Especificación del acero	Proceso de soldadura	Espesor de la parte más gruesa del punto de soldadura		Temperatura mínima de precalentamiento y entre pasadas		
			pulgadas	mm	°F	°C	
A	ASTM A36	SMAW con electrodos que no sean de bajo hidrógeno					
	ASTM A53						
	ASTM A106		Grado B				
	ASTM A131		Grados A, B, CS, D, DS, E				
	ASTM A139		Grado B				
	ASTM A381		Grado Y35				
	ASTM A500		Grado A				
			Grado B				
			Grado C				
			Grado A				
	ASTM A501		Grado A	1/8 a 3/4 incl.	3 a 20 incl.	32 ^a	0 ^a
	ASTM A516		Grados I y II				
	ASTM A524		Grado 65				
	ASTM A573		Grado 36	Más de 3/4 hasta 1-1/2 incl.	Más de 20 hasta 38 incl.	150	65
	ASTM A709		Grado 30				
	ASTM A1008 SS		Grado 33 Tipo I				
			Grado 40 Tipo I				
	ASTM A1011 SS		Grado 30	Más de 1-1/2 hasta 2-1/2 incl.	Más de 38 hasta 65 incl.	225	110
			Grado 33				
			Grado 36 Tipo I				
	Grado 40						
	Grado 45	Más de 2-1/2	Más de 65	300	150		
	Grado 50						
	Grado 55						
	ASTM A1018 SS	Grado 30					
		Grado 33					
		Grado 36					
		Grado 40					
	API 5L	Grado B					
		Grado X42					
	ABS	Grados A, B, D, CS, DS					
		Grado E					

Nota: Los aceros ASTM A529 Grado 50 son aceros al carbono-manganeso de alta resistencia para usos industriales que cumplen los requisitos de las normas ASTM A529/ A 529M

Fuente: AWS D1.1/D1.1M (2015)

4.3 Problemas y Soluciones que se observaron y encontraron dentro del proyecto Vivienda multifamiliar Mirador del Norte

Edificación 4: Vivienda multifamiliar Mirador del Norte



Ilustración 55 Vivienda multifamiliar mirador del norte

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Uso: alquiler de departamentos

Área: 300 m²

Duración: 3 meses

Fecha de inicio de obra: 1 de noviembre 2018

Fecha de fin de obra: 20 de febrero 2019

Problema # 22: Paso de tubería eléctrica embebida en elemento estructural



Ilustración 56 Paso de Tubería Eléctrica

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Se puede observar en esta viga de hormigón armado el paso de una tubería eléctrica que alimenta varios puntos de luz local y podría generar diferentes tipos de fallas a nivel estructural. Este tipo de tuberías eléctricas pueden ser de diferentes materiales como son PVC, aluminio etc.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Se prohíbe el embebido o pase del aluminio a través de elementos estructurales de hormigón como vigas y columnas, a menos que esté perfectamente revestido y alejado de los nudos, pues el aluminio puede reaccionar electroquímicamente con el acero y provocar fisuración y descascaramiento del concreto. También podría causar corrosión galvánica que es un proceso en que dos metales, uno más puro que el otro, comparten electrones por contacto.

Solución # 22

En base a la normativa vigente ACI 318 R20.7.1 cualquier elemento que deba estar embebido en un elemento estructural tiene que cumplir con ciertos requerimientos, tales como:

- Los elementos embebidos no deben afectar de manera significativa la resistencia del concreto.

- El recubrimiento específico para tuberías embebidas en hormigón debe ser 0.4 centímetros para concreto expuesto, los minerales del suelo deben estar a la intemperie, y que sean menores al 0.2 centímetros en el hormigón no expuesto.
- En el caso de tubería de aluminio, está prohibido embeberlas en algún elemento estructural, al menos que el aluminio esté envuelto totalmente o recubierto.
- El refuerzo se debe colocar en un área al menos igual a 0.002 veces a el área de la sección de concreto en las tuberías embebidas.

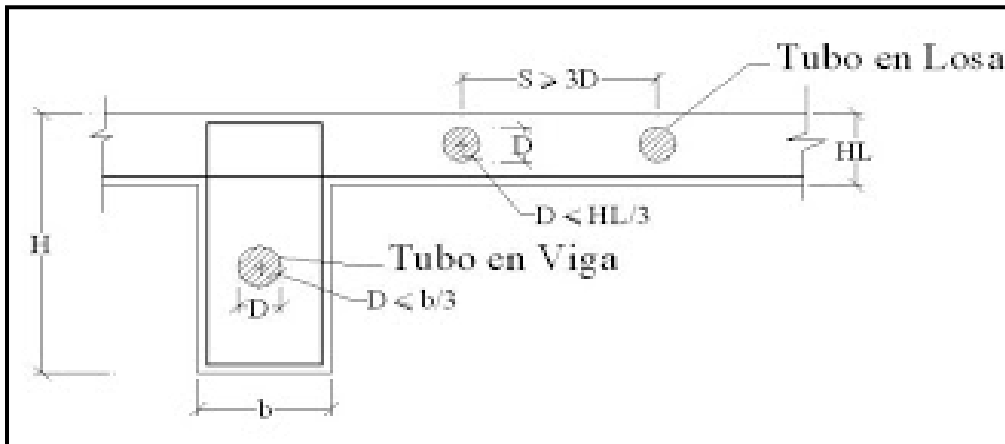


Ilustración 57 Tubería de Aluminio

Fuente: ACI 318S-14 (2014)

Para el caso de tuberías de aluminio se recomienda el uso de aditivos como ligante para mortero para prevenir que el aluminio tenga contacto con el acero de refuerzo y de esta manera no se produzca corrosión galvánica.

Recomendación

LIGANTE – LIGANTE CONCENTRADO, Concentra la adherencia de cualquier mezcla de cemento a superficies no rugosas.

Problema # 23: Acero de refuerzo longitudinal con gancho no calculado técnicamente



Ilustración 58 Acero de refuerzo longitudinal con gancho

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Se puede apreciar en la imagen, en el armado del acero de refuerzo de una viga, una de las varillas longitudinales que arman la misma. Termina con un gancho que pasa por fuera del estribo lo cual disminuye su capacidad de anclaje y provoca futuras fallas en la estructura.

Los ganchos de anclaje dependen de d_b : diámetro nominal de la varilla y el tipo de gancho necesario. Estos parámetros deben cumplirse según la norma (ACI 318S-14 capítulo 25.3.2) o para un lenguaje más sencillo cuya información esta detallada en el Manual para Elementos de Hormigón Armado capítulo 5.2).



Ilustración 59 Armado de acero de refuerzo

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los daños que se están ocasionando son los problemas por el recubrimiento en las armaduras de los elementos estructurales de hormigón armado que afectaría tanto su comportamiento mecánico como su durabilidad. El ACI 318-14 especifica los requerimientos mínimos de recubrimiento para elementos horizontales que pueden verse comprometidos. El recubrimiento y los factores ambientales como la humedad pueden afectar el acero y favorecer la corrosión, lo cual daña toda la armadura y por ende, puede provocar el colapso.

Solución #23

Para solucionar este problema se deben revisar los parámetros proporcionados por la normativa internacional.

Tabla 10
Gancho estándar para estribos

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ^[1] ℓ_{ext} , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

Nota: Los ganchos estándar se pueden aplicar en piezas longitudinales o en estribos

Fuente: (ACI 318S-14),

En este caso, si la varilla tenía un diámetro de 12 mm se realizará un gancho de 90° con diámetro de 48 mm quiere decir que es 4 veces el diámetro de la varilla y su distancia recta de 80 mm, ya que debe ser mayor que 6 el diámetro de la barra o mayor a 75mm.

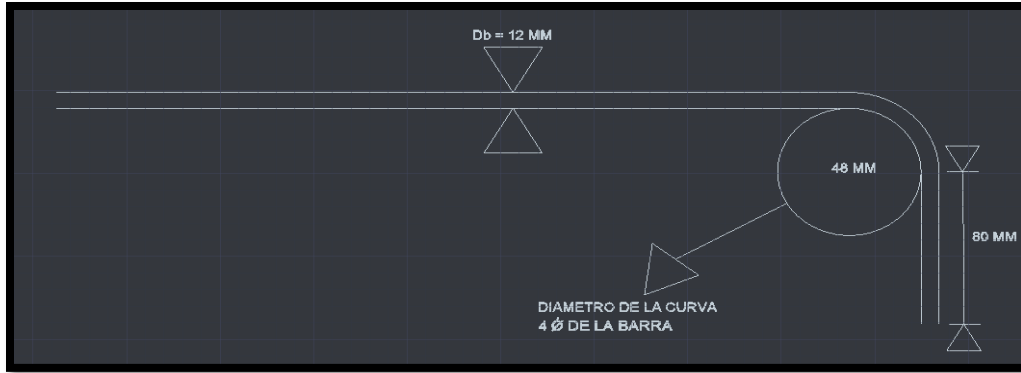


Ilustración 60 Diámetro de la barra 75 mm

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Problema # 24: Acero de refuerzo por fuera Del estribo db= 12mm



Ilustración 61 Acero de Refuerzo fuera del estribo

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Se nota que en una conexión viga columna el acero de refuerzo superior de la viga que llega a la columna termina por fuera de esta. Este proceso no solo está normado, sino que incumple los lineamientos del diseño de hormigón armado de acuerdo a cualquier manual de diseño, como lo es ACI 318-14.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Colocar el gancho o pata del acero por fuera es una contravención directa a los procesos de armado de hierro que especifica el ACI 318-14 y el manual de Detallamiento Chileno de Hormigón armado, ya que cuando el elemento experimente cargas sísmicas el gancho o pata mal ubicada no proporcionará el correcto anclaje, por lo que el elemento podría fisurarse y toda fisura no supera el control de calidad posterior al hormigonado.

Solución #24

El gancho debe de colocarse por dentro del confinamiento de los estribos. Información detallada en el Manual para Elementos de Hormigón Armado en el capítulo 6. De esta manera el anclaje correcto proporciona que el nudo o conexión viga-columna trabaje monolíticamente.

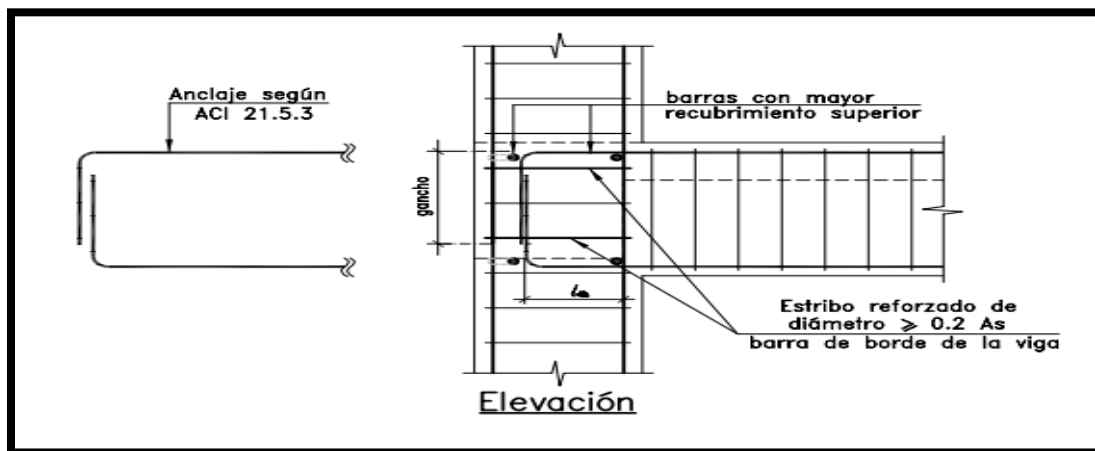


Ilustración 62 Detalles para elementos de hormigón armado

Fuente: (Manual de Detallamiento para Elementos de Hormigón Armado, 2019)

Recomendación

Como este caso se trató de la longitud de desarrollo de traslapes se utilizó el mismo tipo de barra de acero grado 60 corrugado ASTM A615.

Problema # 25: Traslape mínimo no respetado en viga de hormigón armado



Ilustración 63 Viga de Hormigón Armado

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Este error es otro muy común. Se denota una barra de acero de refuerzo longitudinal que forma la armadura de una viga unida por un traslape incorrecto con otra barra, ambas de 12mm de diámetro.



Ilustración 64 Traslape incorrecto en barra de refuerzo

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Al no tener un correcto traslape mínimo necesario, ya que las vigas trabajan a compresión y reciben la fuerza y las barras de acero trabajan de igual manera, este no resistiría la fuerza que se aplica sobre el elemento, por lo tanto, existiría una rotura del mismo.

Solución #25

Se presenta una tabla que relaciona los diámetros de las barras de acero y las distancias en cm de traslape para buena y mala adherencia. Con la elaboración y difusión de este tipo de herramientas se puede calcular directamente las distancias apropiadas de traslape. (ACI 318SR-14 Tabla 25.4.2.2).

Tabla 11

Distancias de traslapes para adherencia

Espaciamiento y recubrimiento	Barras No. 19 ó menores y alambres corrugados	Barras No. 22 y mayores
<p>Espaciamiento libre entre barras o alambres que se están desarrollando o empalmado por traslape no menor que d_b, recubrimiento libre al menos d_b, y no menos estribos a lo largo de ℓ_d que el mínimo del Reglamento</p> <p>o</p> <p>espaciamiento libre entre barras o alambres que están siendo desarrollados o empalmados por traslape no menor que $2d_b$ y recubrimiento libre no menor que d_b</p>	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{2.1\lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1.7\lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$
<p>Otros casos</p>	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1.4\lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e \lambda}{1.1\lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$

Nota: Longitud de desarrollo para barras corrugadas y alambre corrugado en tracción

Fuente: ACI 318-14 (2014)

De acuerdo con las fórmulas las longitudes admisibles son.

- Para barras número 19 o menores de un $F'c = 21$ MPA **43.6** veces el diámetro de la varilla
- Para barras número 19 o menores de un $F'c = 30$ MPA **36.52** veces el diámetro de la varilla
- Para barras número 20 o mayores de un $F'c = 21$ MPA **53.91** veces el diámetro de la varilla
- Para barras número 20 o mayores de un $F'c = 30$ MPA **45.11** veces el diámetro de la varilla

Problema # 26: Mal armado de hierro longitudinal en conexión viga columna



Ilustración 65 Falta de espacio entre encofrado

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

El siguiente error es cometido mediante la elaboración de la armadura de acero en una viga que se conecta a una columna con un grosor igual. Se puede apreciar que las barras de acero longitudinal se encuentran sobrepasando el área de la columna y chocando con el encofrado. En ocasiones este error es intencional para asegurar la separación y recubrimiento del hormigón y las barras de acero, pero la conexión en el nudo debe terminar con gancho en los aceros superiores e inferiores, exceptuando las barras que funcionen como guías.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Los manuales de diseño del hormigón como son el ACI y el Manual de Detallamiento de Hormigón Armado Chileno, hacen mucho énfasis en la utilización de ganchos estructurales al final del desarrollo de los hierros que conforman la armadura de la viga tanto superior como inferior, en este caso conexión viga-columna, ya que este gancho a la mitad del elemento estructural de anclaje asegurará que el nudo trabaje monolíticamente. De no ser así el nudo podría fallar por esfuerzo cortante.

Solución #26



Ilustración 66 Elaboración de la armadura de acero

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Tomando en consideración que la conexión viga columna se puede clasificar, el tipo de conexión se debe realizar de la siguiente manera Manual para Elementos de Hormigón Armado capítulo 6.4 al 6.4.6

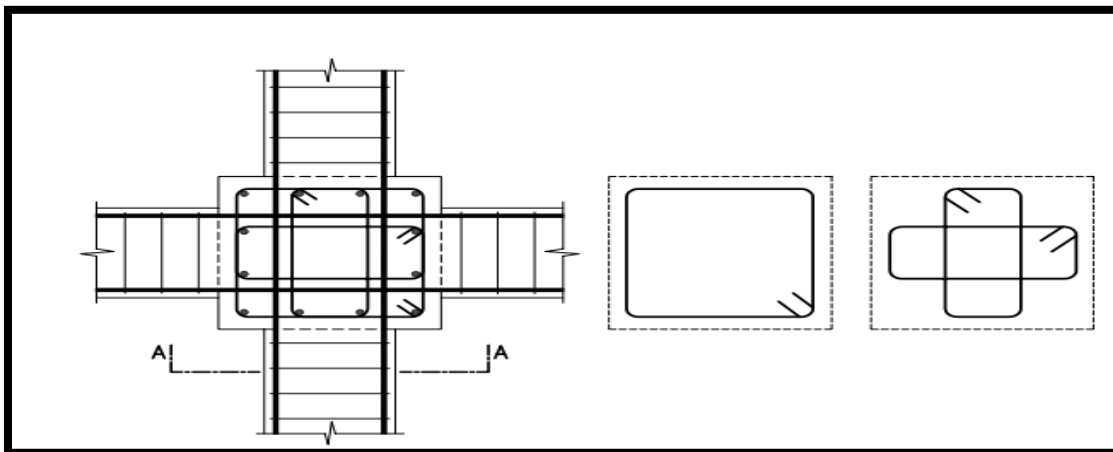


Ilustración 67 Viga en cruz de menor espesor que la columna

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

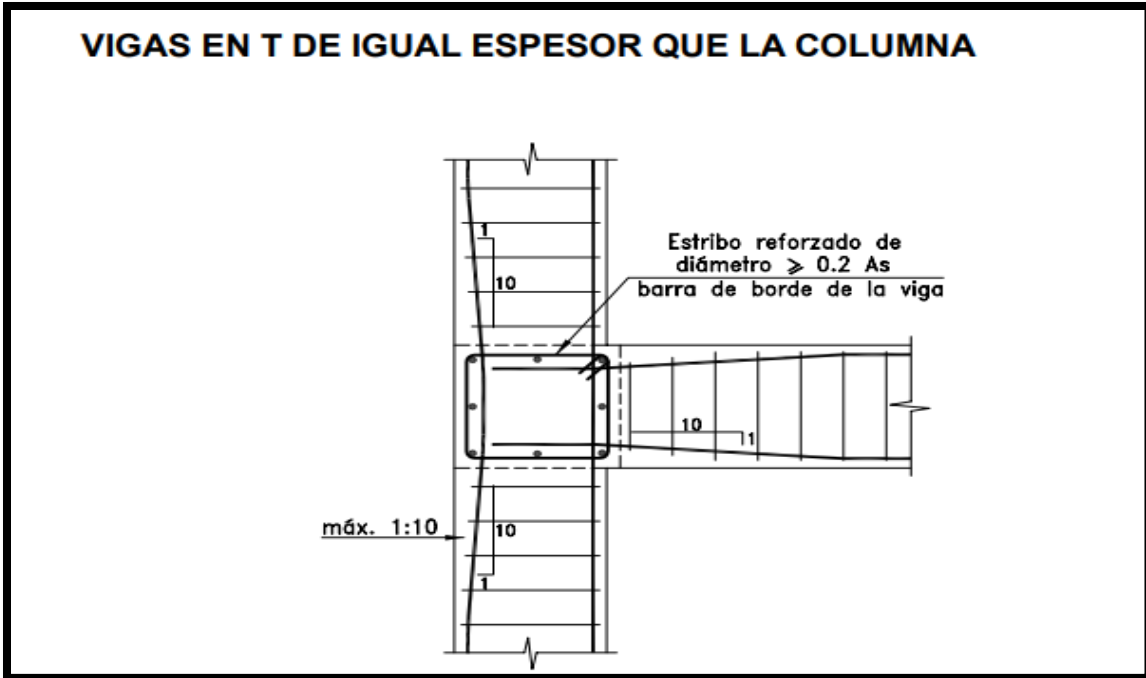


Ilustración 68 Viga en T de igual espesor que la columna

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

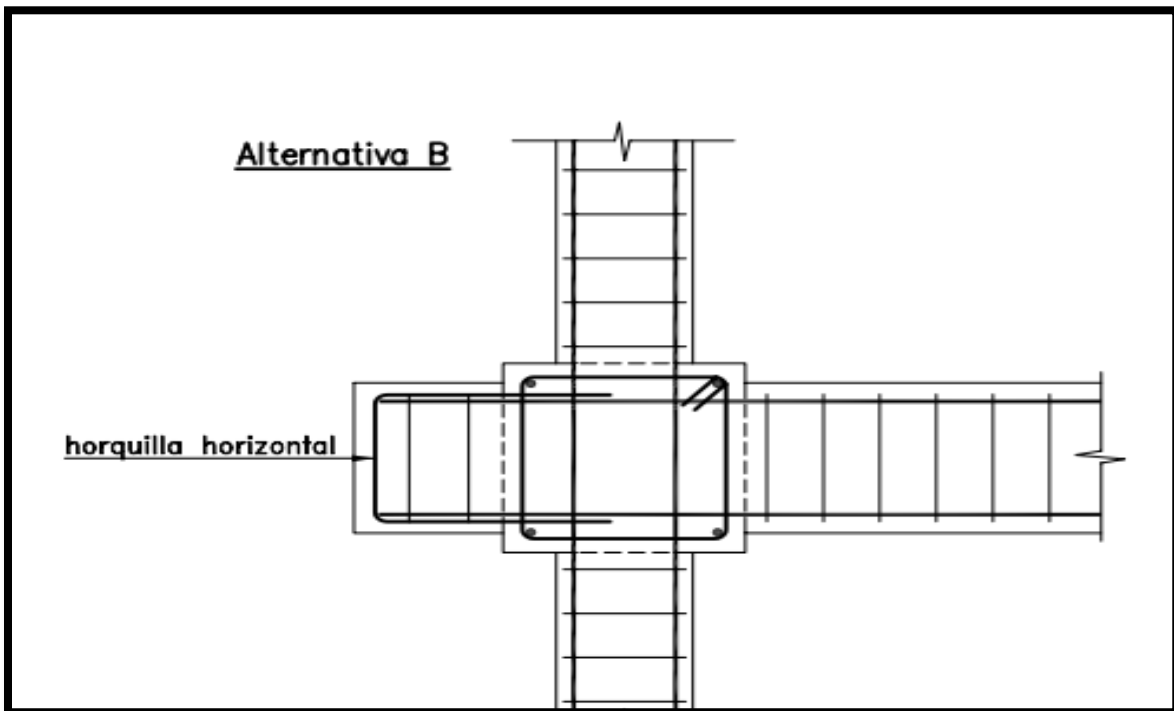


Ilustración 69 Vigas en T de menor espesor que la columna

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

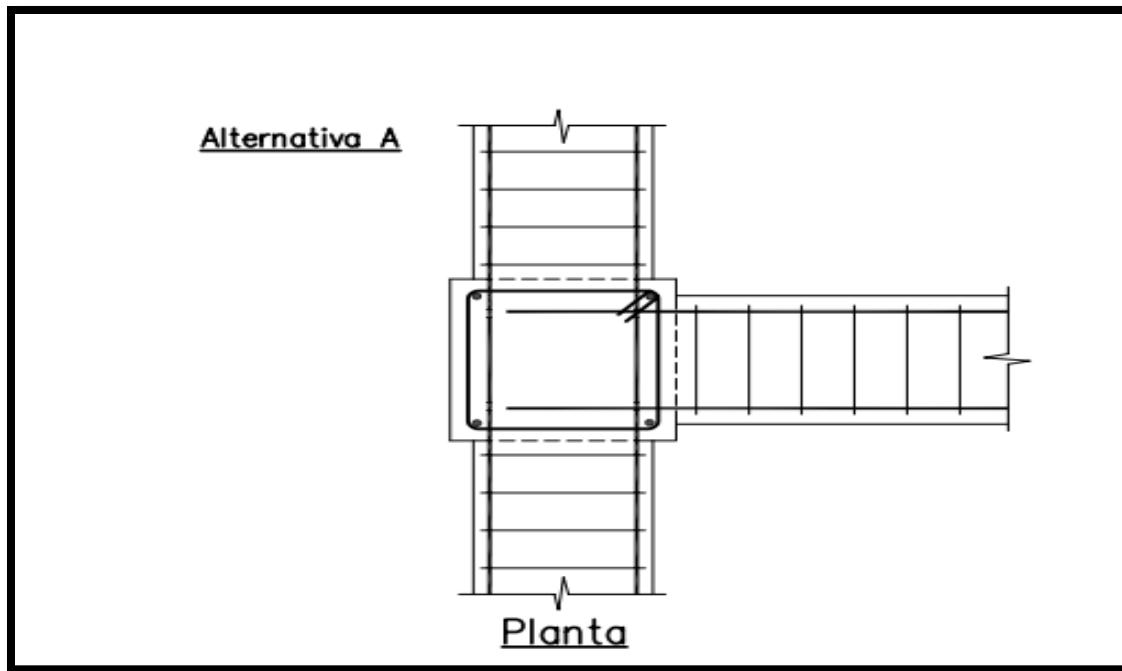


Ilustración 70 Viga en T de menor espesor que la columna

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

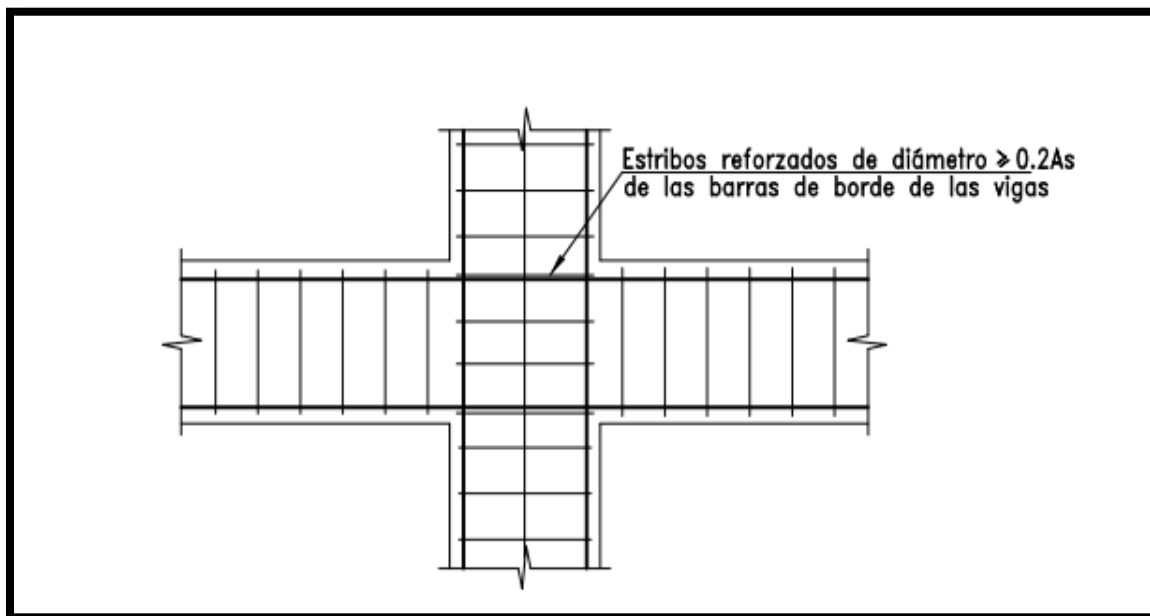


Ilustración 71 Viga en Cruz de Igual espesor que la columna

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

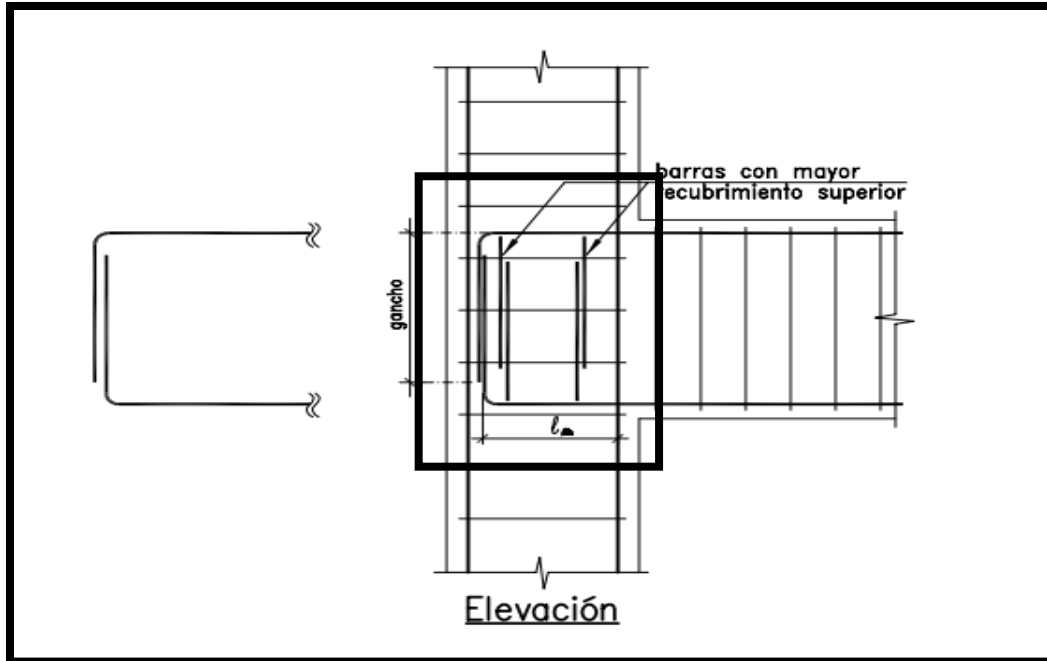


Ilustración 72 Barras con mayor recubrimiento superior

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

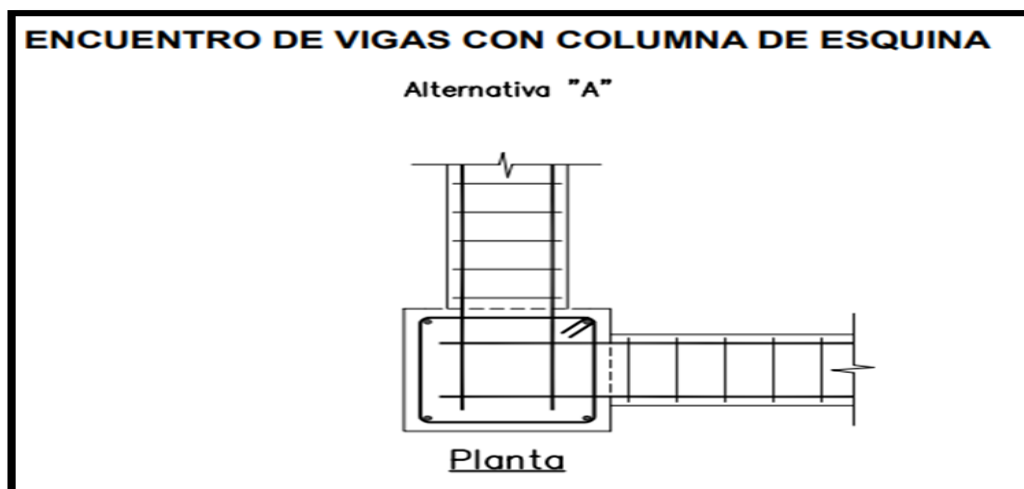


Ilustración 73 Encuentro de vigas con columna de esquina

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

Este caso es de viga columna de esquina, en el cual se puede notar la correcta colocación de la armadura de acero, donde también las terminaciones de las barras de acero son en gancho para mejorar el anclaje de las mismas.

Problema #27: Falta de espacio entre encofrado y acero para asegurar recubrimiento



Ilustración 74 Falta de espacio entre encofrado

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Como muestra la imagen, una barra de acero superior de la viga se encuentra en total contacto con el encofrado. La mala práctica de la ingeniería acostumbra a reemplazar los separadores de hormigón o como se llaman en el medio local “galletas”, elementos que correctamente dosificados e instalados aseguran el recubrimiento entre la barra y el encofrado.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los posibles daños se evidencia en el recubrimiento de las armaduras en varios elementos estructurales de hormigón armado, lo que afectaría tanto en su comportamiento mecánico como en la durabilidad de la misma, ya que sin el recubrimiento necesario el elemento podría exponerse a humedad, sulfatos y cloruros, lo cual favorece la corrosión en la armadura de acero. Se puede observar óxido en las barras, pero de acuerdo al ACI 318 la corrosión que determina si un elemento debe ser rechazado es cuando ha comprometido el diámetro de la barra, caso contrario ayuda a la adherencia con el hormigón.

Solución # 27

Asegurar la distancia correcta de separación y las barras de acero para que así durante el hormigonado quede el espesor mínimo aceptable dado a continuación. (**Capítulo 7.7 del código ACI 318-08.**) En este caso 20 mm en condiciones normales y 30 mm en condiciones severas.

Tabla 12

Recubrimiento libre en condiciones normales y mínimas

Tabla 1	Recubrimiento libre mínimo, mm	
	Condiciones normales	Condiciones severas
(a) Hormigón colocado contra el suelo y permanentemente expuesto a él	50	75
(b) Hormigón expuesto al suelo o al aire libre:		
Barras ø18 a ø56	40	50
Barras ø16 y diámetros menores	30	40
(c) Hormigón no expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo:		
Losas, muros, nervaduras:		
Barras ø44 y ø56	40	40
Barras ø16 a ø36	20	20
Barras ø12 y menores	15	20
Vigas, columnas:		
Armadura principal	30	40
Amarras, estribos, zunchos	20	30
Cáscaras y placas plegadas:		
Barras ø18 y mayores	20	20
Barras ø16, alambres de 16mm de diámetro y menores	15	15

Nota: Este recubrimiento evita el pandeo bajo ciertas condiciones de carga

Fuente: ACI 318-08 (2016)

Problema #28: Mal dimensionamiento y Detallamiento de estribos



Ilustración 75 Mal dimensionamiento de estribos

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Se puede observar uno de los errores más comunes que se da en la ejecución de la práctica de la Ingeniería Civil, la mala colocación de estribos en columnas. Es posible encontrar errores parecidos en armaduras de vigas y en ambos casos podría causar problemas en el confinamiento del hormigón.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Los estribos cumplen una función muy importante dentro de la armadura de un elemento estructural vertical. En el caso de un movimiento sísmico, los estribos confinan un núcleo de hormigón, el cual no debe ser afectado ante los movimientos telúricos; si los estribos están mal dimensionados podrían fallar y comprometer el elemento o en su defecto causar debilitamiento del elemento y provocar que falle por cortante. ACI 318 capítulo 8.7.6 Refuerzo de cortante – Estribos.

Solución # 28

Para resolver el problema del incorrecto armado de estribos se debe usar las siguientes secciones típicas en columnas.

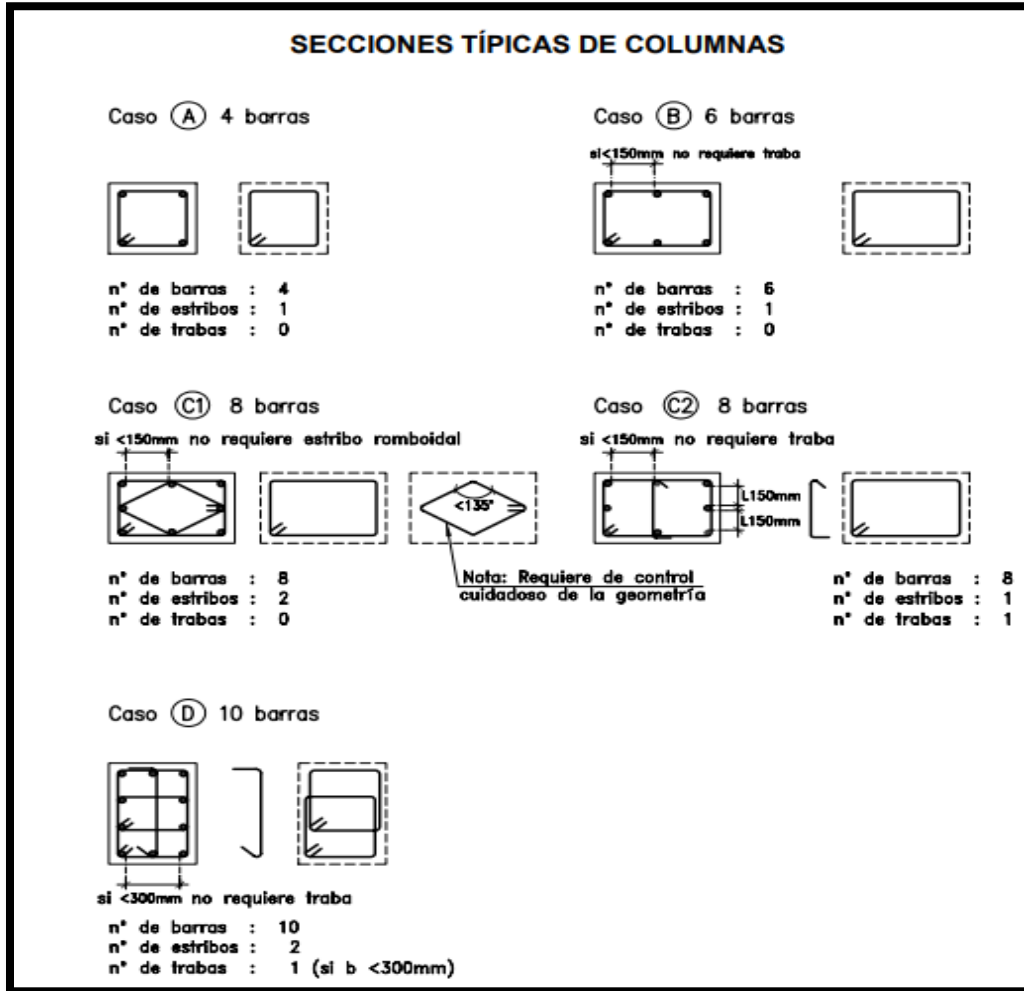


Ilustración 76 Secciones típicas de columna caso (A-D)

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

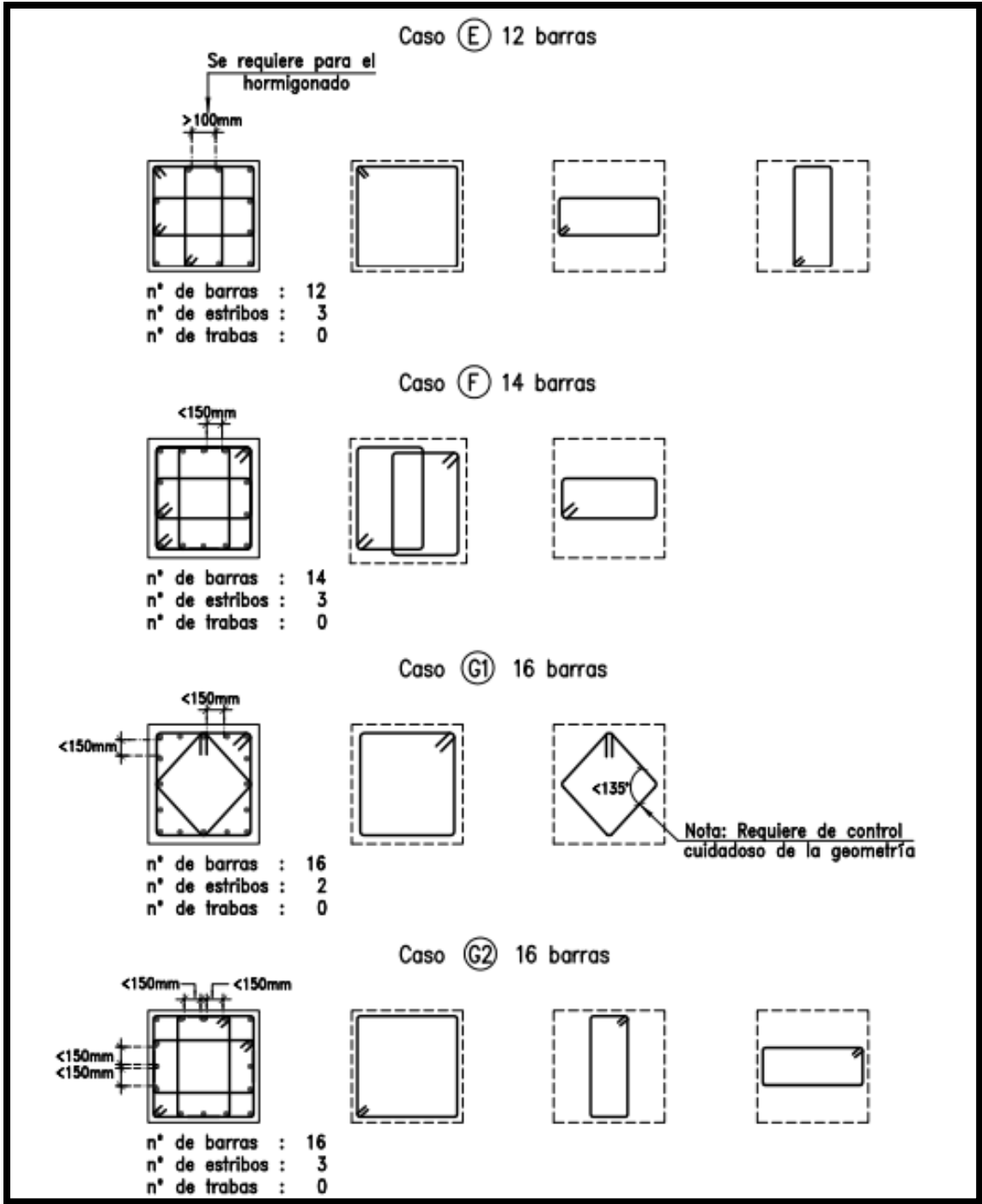


Ilustración 77 Secciones Típicas de Columnas (E-G2)

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

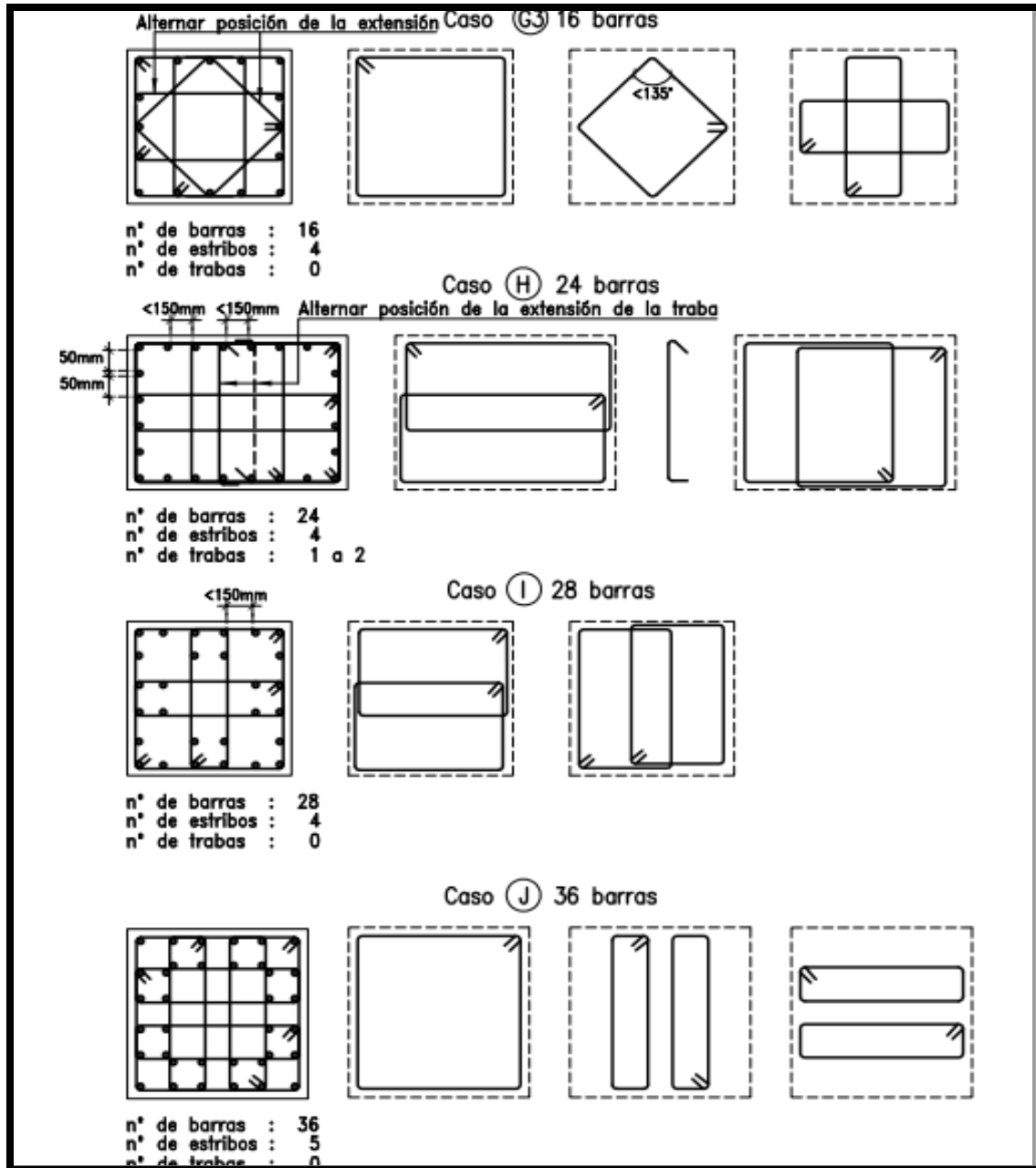


Ilustración 78 Secciones Típicas de Columna (G3-J)

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

Todos estos son casos típicos de estribos en columnas dependiendo del número de barras a confinar y los requerimientos mínimos de trabas (Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH), 2009).

Problema # 29: Hormigón mal colocado causa segregación



Ilustración 79 Hormigón mal colocado

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Se puede observar claramente un hormigón pobre o segregado que se define como un hormigón cuyas partículas no se acomodan de manera homogénea, lo cual puede causar gran pérdida de resistencia debido al mal vibrado o colocación desde una altura mayor a 1.20 de acuerdo con la NEC-estructuras en hormigón armado.

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Al tener un hormigón segregado en una sección de un elemento estructural, en este caso una columna, se forma una zona frágil en la cual cuando la edificación esté totalmente construida y habitada su propio peso podría colapsar el elemento, pudiendo causar derrumbe de un piso en el peor de los casos. Generalmente, el hormigón segregado disminuye la durabilidad general de los elementos.

Solución # 29

Como solución para hormigón segregado se puede recomendar algunos pasos. Para empezar, es importante saber que mayormente la segregación en el hormigón se debe a la mala colocación del mismo, minimizando también de esta manera las grietas

El hormigón debe vestirse verticalmente y se tiene que usar canaletas de descarga para evitar algún golpe abrupto con las barras de acero estructural y el encofrado.

Uso de vibradores: no usar vibradores para conducir el hormigón de un lugar a otro porque causa segregación de los agregados. En la siguiente imagen se muestra el uso correcto del mismo:

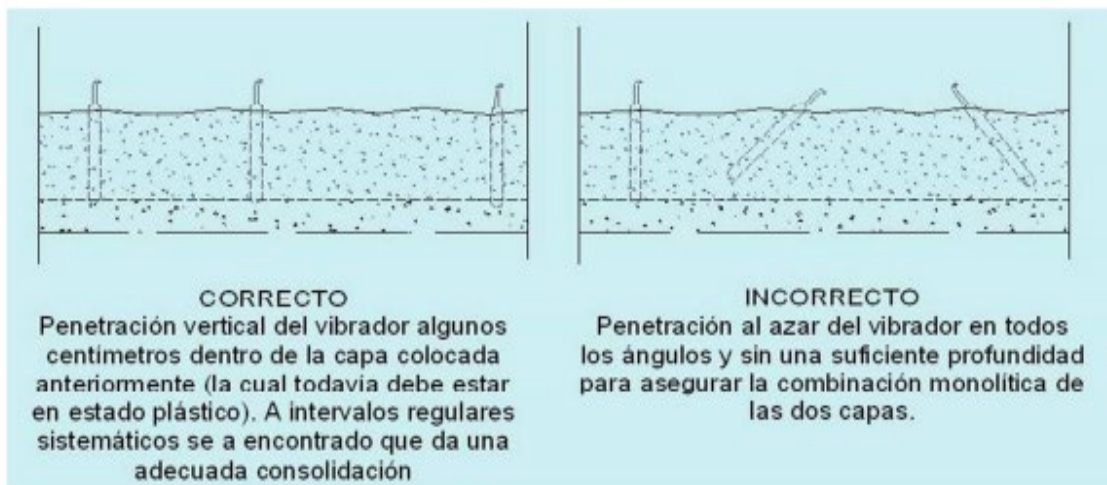


Ilustración 80 uso de vibradores

Fuente: Norma Ecuatoriana De La Construcción (NEC-SE-AC, 2015)

Agregados: como recomendación final se debe asegurar que los agregados cumplan con los requerimientos establecidos en la dosificación de diseño del hormigón para asegurar uniformidad. (NEC-SE-HM CAPITULO 9.3.2, 9.5.2)

Problema # 30: Mal armado de estribos en vigas de hormigón armado



Ilustración 81 Mal armado de estribos en vigas de hormigón armado

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Descripción del problema

Los estribos en vigas rectangulares cumplen varias funciones como aumentar la resistencia al corte en vigas columnas y muros. Además, y como principal objetivo de los estribos está confinar el hormigón de zonas comprimidas de las vigas y ayudar a la colocación de la armadura de los elementos. Los estribos cerca de empalmes ayudan a la confinación de estas áreas que podrían ser más sensibles a fuerzas. Cabe recalcar que la viga de la imagen no cumple los requerimientos.



Ilustración 82 Estribos en Vigas rectangulares

Elaborado: Benavides & Flores (2019)

Posibles daños a la estructura si no se soluciona el problema.

Uno de los posibles daños que se está ocasionando es que la armadura principal no se mantenga con las dimensiones de diseño y por esto ocasiona cambios en el comportamiento de las estructuras. Si bien es cierto, las columnas trabajan a tensión y el esfuerzo de corte no representa un riesgo, pero si la armadura no es correctamente calculada podría aumentar el riesgo de la columna por pandeo.

Solución #30

Debemos considerar las formas típicas de los estribos y las dimensiones mínimas requeridas que se mencionan a continuación:

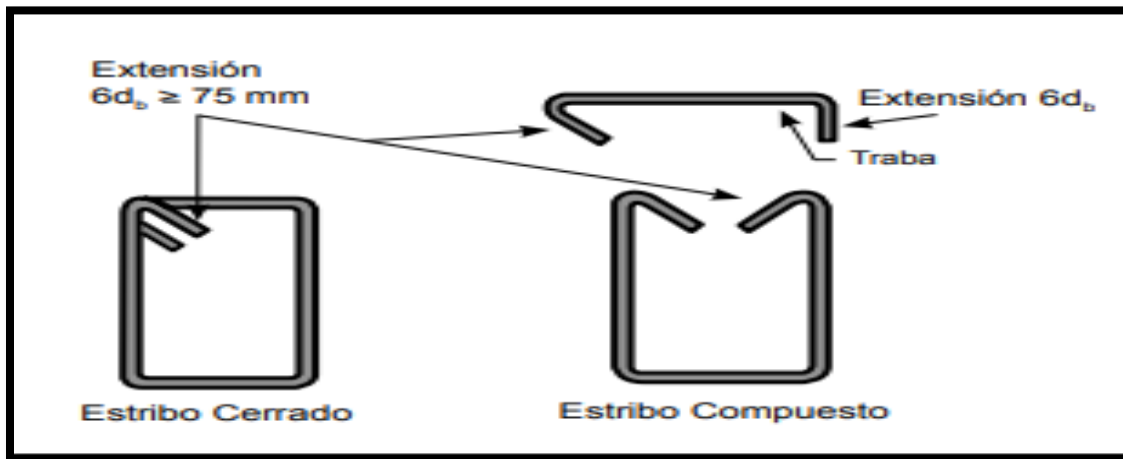


Ilustración 83 Formas típicas de los estribos

Fuente: (Manual de detallamiento de Armaduras , 2009)

Se debe tomar en cuenta en su mayoría el uso de estribos cerrados y usar estribos compuestos cuando por alguna geometría sea imposible usar los cerrados.

El manual para elementos de hormigón armado en su capítulo 5.3 determina que el diámetros interiores de doblado tienen que ser 4db, su barra hasta 16mm de diámetro según el diseño y los ganchos tienen que estar doblados a 135° y contar con un largo mínimo de 6db, pero inferior a 75mm.

CONCLUSIONES

- Como resultado del presente trabajo, se puede concluir que este tipo de investigación es muy útil para divulgar información y fomentar la buena práctica de la construcción, aumentando de esta manera la calidad del tipo de obras civiles dentro del Ecuador.
- Al ser una investigación de tipo exploratorio, es bastante extensa y requiere cuantioso seguimiento, pero los resultados son invaluable ya que brinda una visión clara de las falencias y errores más comunes cometidos en el caso de las construcciones mixtas. Cabe recalcar que, gracias a estos resultados, se puede realizar investigaciones similares en otro tipo de edificaciones como puentes, muelles, puertos, etc.
- En todos los errores documentados se ha evidenciado daños que no fueron detectados y solucionados, concluyendo así que la mayoría de los errores no causarían un colapso total de la estructura, pero sí podrían causar daños parciales en la misma y ocasionar gastos de reparación y mantenimiento en las edificaciones.
- Todas las soluciones que se han propuesto técnicamente para cada error mencionado, están respaldadas por normativas nacionales e internacionales, de tal manera que son soluciones aplicables y entendibles tanto para profesionales y maestros de construcción.
- En las entrevistas que se realizaron a expertos, nos determina que las obras civiles en general se pueden optimizar hasta un 16.5% capacitando al personal en obra con normativas nacionales e internacionales.
- El daño económico a la obra es un 5% superior al retraso en el rendimiento de la obra, cualquier retraso en rendimiento afecta directamente la parte económica de la obra, considerando que las multas económicas por retraso en las reparaciones por malos procesos constructivos implican gastos en material y horas hombre.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta las conclusiones de este trabajo de investigación, se establecen las siguientes recomendaciones, las cuales están encaminadas a formar textos que permitan mejorar las técnicas constructivas mediante procesos ajustados a las normas de construcción nacionales e internacionales.

- Fomentar las investigaciones exploratorias para proyectos de investigación o para proyectos de titulación direccionadas a la carrera de Ing. Civil, con el fin de combinar la experiencia en obras y las técnicas aprendidas en este tipo de estudios.
- Promover manuales de patología de edificaciones donde se presenten varias alternativas a errores comunes en obras civiles, con el propósito evitar errores en los procesos constructivos garantizando el nivel de servicio de la infraestructura.
- En la ejecución de obras civiles se verifique las secciones, que estén acordes a lo reflejado en los planos y que sus traslapes sean los correctos acordes a lo establecido en la NEC 2015.
- Capacitar tanto al personal técnico como a los obreros con procesos adecuados y eficientes para la construcción, fortaleciendo su calidad en el Ecuador e impulsando la buena práctica de la profesión.
- Realizar reuniones de profesionales en los respectivos colegios para analizar e interpretar los cambios anuales que se dan en las normativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Institute (ACI). (2016). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. ACI-318-08.
- American Concrete Institute (ACI). (2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14). 592. Obtenido de <https://civilmas.net/aci/norma-aci-318-14-en-espanol/>
- American Concrete Institute (ACI). (2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318SUS-14) y Comentario a Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318RSUS-14). (ACI 318SUS-14). Obtenido de <https://www.civilmas.net/wp-content/uploads/2019/05/ACI-318SUS-14-SPANISH.pdf>
- American Welding Society (AWS). (2015). Structural Welding Code-Steel .
- American Welding Society (AWS). AWS D1.1/D1.1M. Obtenido de https://pubs.aws.org/Download_PDFS/D1.1-D1.1M-2015-PV.pdf
- American Welding Society (AWS). (2009). AWS D1.8/D1.8M. Miami. Obtenido de https://pubs.aws.org/Download_PDFS/D1.8-D1.8M-2009PV.pdf
- American Welding Society (AWS). (2012). Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes. Obtenido de <https://www.aws.org/standards/page/safety-health>
- Amijos Galarza, R. A. (2020). RAG INGENIERÍA ESTRUCTURAL. Obtenido de RAG INGENIERÍA ESTRUCTURAL Web site: <https://ingenieriaestructuralrag.jimdo.com/>
- ANSI. (2005). Seguridad en Soldadura, Corte y Procesos Relacionados. Miami: ANSI.
- ANSI/AISC 360-10. (2010). Specification for Structural Steel Buildings. Chicago: American Institute of Steel Construction, Inc.
- Asamblea Nacional. (2010). COPCI. Quito: Editora Nacional.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito: Editora Nacional.

- Baeza, A. (1991). Productividad: Las visiones neoclásica y marxista. *Investigación Económica*, 59(198), 45-69. Recuperado el 7 de agosto de 2020, de www.jstor.org/stable/42842299
- Baldomir, L. A., Plaza R., I. E., & Ignoto, V. (2005). Evaluación de procedimientos de soldadura para revestimientos duros aplicados por el Proceso FCAW con transferencia metálica pulsada. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 20(4). Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652005000400003
- Barradas, M. (2014). *Seguimiento de Egresados: Una excelente estrategia para garantizar una educación de calidad*. Bloomington: Palibrio.
- Cárdenas, M. S. (2010). Diseño, construcción y ensayo de una estructura de sección mixta madera laminada-hormigón para su uso en puentes. *Revista de la construcción*, 9(2), 63-75. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2010000200007>
- Chazaro Rosario, C. (s.f.). GERDAU CORSA. Obtenido de gerdaucorsa.com.mx: https://www.gerdaucorsa.com.mx/sites/mx_gerdau/files/PDF/DISENO%20DE%20CONEXIONES_2019-min-min.pdf
- Cruelles, J. (2012). *Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona: Marcombo.
- Cruz, L., & Cruz, V. (17 de Abril de 2010). Repositorio Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Escuela Politécnica Nacional: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjABahUKewjvwOy4lJPIAhWFF5AKHUAyBFA&url=http%3A%2F%2Fbibdigital.epn.edu.ec%2Fbitstream%2F15000%2F388%2F1%2FCD-0795.pdf&usg=AFQjCNHr5JIvEUFu2GkrhscjBJ-tStFQQA&sig2=a>
- Esquicha Larico, E. D. (2017). *Control de Parametros del Proceso GMAW- MIG en Soldaduras del Acero A-36 Para Optimizar la Recuperación de Piezas*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín, Unidad de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de Procesos, Arequipa. Obtenido de

<http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2447/PPeslaed.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

florez, b. & (2018). verde. Obtenido de <https://outlook.live.com/mail/0/inbox/id/AQQkADAwATY3ZmYAZS1iZGQANS00OGE4LTAwAi0wMAoAEADpV0HqxBH0RbOcSqNDe%2Bz>

Guarnizo Valdivieso, R. (2015). dspace.unl.edu.ec. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/13606>

Hernández, S. 2.-H. (2014). COMPORTAMIENTO DE VIGAS DE HORMIGON. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/402291400>

Herrera Valdivieso, J. (2016). repositorio.ug.edu.ec. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12001>

Higueta-López, D. (2011). Del manejo de personal a la dirección de personas. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, 21(40), 67-79. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=818/81822453006>

Instituto del Cemento y del Hormigón Armado (ICH). (junio de 2019). Manual de Detallamiento para Elementos de Hormigón Armado, Segunda. Santiago, Chile.

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH). (agosto de 2009). Manual de detallamiento de Armaduras . Manual de Detallamiento para Elementos de Hormigón Armado, Primera . Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Normalización. (2007). NCh430-2007. Hormigón Armado-Requisitos de diseño y calculo. Chile.

Macías, G., & Parada, L. (2013). Mujeres, su participación económica en la sociedad. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Miller, D. K. (2017). Guide 21 / Welded Connections A Primer For Engineers.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2015). Estructuras de Acero. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI. Obtenido de

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2015). Estructuras de Hormigón Armado. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI. (enero de 2015). Geotécnia y Cimentaciones. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN. Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.

OIT. (2008). Calificaciones para la mejora de la productividad el crecimiento del empleo y el desarrollo. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo-OIT. Obtenido de <https://www.oitcinterfor.org/node/6407>

Ostrovski, N. (2015). ASÍ SE TEMPLÓ EL ACERO. TOLEDO-ESPAÑA: Ediciones Akal, España.

Peralta, N. (24 de Septiembre de 2010). Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2695/1/T0878-MT-Peralta-Industria%20maderera.pdf>

Quimbiulco, C. (3 de Marzo de 2012). Dspace Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Dspace Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/903/1/T-UCE-0003-51.pdf>

Ramón Pineda, M. V. (ENERO de 2015). Inspección y Control de Calidad en Conexiones Soldadas de Miembros Estructurales de Acero de Edificio Torre Piamonte. Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay, Facultad de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/browse?type=author&value=Ram%C3%B3n+Pineda%2C+Mois%C3%A9s+Valent%C3%ADn>

- Risco, L. (2013). Economía de la empresa: Prueba de acceso a la Universidad para mayores de 25 años. Bloomington: Palibrio.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2012). Transformación de la Matriz Productiva: Revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano. Quito: SENPLADES. Obtenido de https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf
- Velasteguí Zurita, J. E. (2014). Estudio de los Procesos de Soldadura SMAW y GMAW Sobre Acero ASTM a 36, A-500 y su Incidencia en las Propiedades Mecánicas en las Juntas Soldadas de la Estructura de Buses. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/8305>
- Velez Manrique, S. (2017). Identificación de Errores Comunes y Soluciones Según Normas Vigentes Para Estructuras de Acero. Tesis de Pregrado, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil, Samborondon. Obtenido de <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/3195>

ANEXOS

Anexo 1 Entrevista a Profesionales de las Obras Analizadas

1. Arquitecto Edgar Tapia Dapelo, fue entrevistado el día lunes 2 de diciembre del 2019, el cual permitió identificar de la obra “Ocean Suites II” y a su vez colaboro con su experiencia en las soluciones de los siguientes problemas. Obra Ocean Suites II.

- Mala colocación de placa de corte en viga metálica provoca perdida de material base
- Montaje erróneo de estructuras y no remoción de soportes.
- Oquedad o ratonera causada por segregación y mal vibrado durante la fundición.
- Hidratación de capa de sub-base clase III con tanquero sin uso de acople para tanquero o flauta previo a cimentación.
- No realizar estudios de suelo con métodos de sondeo profunda para encontrar nivel freático.
- Discontinuidad en cordón de soldadura.
- Acero de refuerzo doblado y parcialmente embebido en hormigón.
- La placa de empalme en esta columna metálica se encuentra solo 50 centímetros por encima de la conexión viga columna.
- Error muy común conectores de corte internos a la columna separados 50 cm.
- Mala fabricación de agujeros de acceso a soldadura.



2. Ingeniero Ricardo Armijos, fue entrevistado el día martes 1 de octubre del 2019, permitió en la entrevista y recorrido de obra, los siguientes errores ocurridos en la obra “Jardines de la esperanza edificio de bóvedas” y “reforzamiento de estructura existente junto con el proyecto safari park” a su vez colaboro con su experiencia en la resolución de los mismos. En esta entrevista participo el Ingeniero Santiago Vélez como Súper Intendente de estas obras.

- Traslape mínimo incorrecto en malla electro soldada para losa Steel Deck metálico.
- Uso incorrecto o falta de uso de separadores de losa para losas o contra pisos.
- Contaminación de soldadura por aceite, pintura, grasa o cualquier hidrocarburo.
- Completar vacíos con varilla. Acero A 36 y mal uso del proceso de soldadura y electrodo.
- Falta de conectores de corte sobre vigas secundarias Soldado a Steel panel.
- Mala colocación en obra de placa “Gusset” para refuerzo en diagonales.
- Agujeros en placa base hechos con oxicorte.
- Montaje erróneo de estructuras y no remoción de soportes.
- La placa de empalme en esta columna metálica se encuentra solo 50 centímetros por encima de la conexión viga columna.
- Mal diseño de Angulo de bisel.
- Proceso de soldadura escogido incorrectamente.



3. Ingeniero Jimmy Pazmiño Anda, constructor de proyecto de vivienda multifamiliar mirador del norte, fue entrevistado el día 25 de mayo del 2020, el ingeniero dio seguimiento a todo el proyecto e intervino en la identificación de los siguientes errores y la solución técnica de los mismo.

- Paso de tubería eléctrica embebida en elemento estructural.
- Acero de refuerzo longitudinal con gancho no calculado técnicamente y por fuera Del estribo $d_b = 12\text{mm}$.
- Traslape mínimo no respetado en viga de hormigón armado.
- Mal armado de hierro longitudinal en conexión viga columna y falta de espacio entre encofrado y acero para asegurar recubrimiento.
- Mal dimensionamiento y Detallamiento de estribos – hormigón mal colocado causa segregación.
- Mal armado de estribos en vigas de hormigón armado.
- Oquedad o ratonera causada por segregación y mal vibrado durante la fundición.



Anexo 2 Vademécum



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



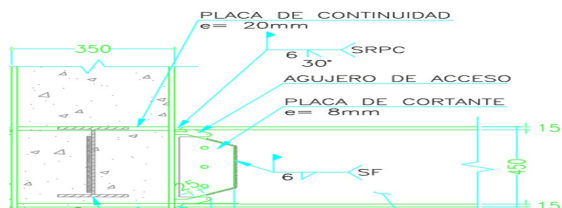
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.

“VADEMÉCUM SOBRE ERRORES Y SOLUCIONES DURANTE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN ESTRUCTURAS MIXTAS.

Obra	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	POSIBLE DAÑO A LA ESTRUCTURA	NORMA APLICABLE	SOLUCION
1 OCEAN SUITES II	Mala colocación de placa de corte en viga metálica provoca pérdida de material base	Toda mordedura no reparada en una conexión soldada crea un punto crítico o frágil en donde son atraídas tensiones o esfuerzos y someter una conexión a esfuerzos para los cuales no fue diseñada podría provocar falla en la conexión, las fallas en las conexiones soldadas podrían provocar deflexiones grandes den los elementos horizontales.	Norma Ecuatoriana de la construcción capítulo 9.4 estructuras en acero.	La solución es únicamente es pulir con disco de desbaste las zonas comprometidas luego de la inspección visual y recuperar el material base con la fusión entre el electrodo y el acero, de esta manera lograr remplazar el material perdido por uno con mayor resistencia.
2 OCEAN SUITES II	Montaje erróneo de estructuras.	Al tener una mala instalación de las piezas estructurales su trabajabilidad para la que fue diseñada no tendrá en desempeño óptimo y las cargas que transmitiría podrían ocasionar un daño a la estructura a largo plazo, los manuales de diseño Normados internacionalmente como los es el ANSI-AISC 360 especifican que las secciones en ningún caso pueden ser variables ya que estas forman los nudos estructurales donde se concentran las cargas	ANSI-AISC 360 capítulo de montaje	El (ANSI/AISC 360-16) en la sección de fabricación solicita la implementación de planos de fabricación y planos de montaje de las estructuras en los cuales se aprecien de manera clara cada detalle y medida necesario para ejecutar correctamente el montaje de los elementos estructurales.

3 OCEAN SUITES II	Oquedad o ratonera causada por segregación y mal vibrado durante la fundición	Uno de los posibles daños que se está ocasionando al encontrar discontinuidades en la superficie luego de quitar el encontrado es que la durabilidad del elemento se ve comprometida ya que da acceso directo a agente agresivos como (cloruros, gases, h2o, etc.), estos agentes por ende aceleran el proceso de degradación de las armaduras por corrosión. La corrosión está ligada directamente a la exposición según ACI-318 capítulo R19.3 que identifica a esta obra ubicada en playas Villamil como clase C2, alta exposición a cloruros. La durabilidad del elemento se verá comprometida si no se arregla de manera correcta.	ACI-318 capítulo R19.3	La solución consiste en utilizar dos productos que se deben aplicar casi al mismo tiempo como son mortero para reparación estructural y ligante epóxico, luego de picar los contornos del área afectada y retirar la mayor parte de hormigón segregado. <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar ligante epóxico para asegurar que el mortero de reparación de alta resistencia se adhiera de manera excelente al hormigón antiguo formando un solo cuerpo. • Luego de preparar el área se aplica mortero de reparación para estructuras como condición este mortero debe poder adquirir una resistencia mayor a la del hormigón que está siendo reparado.
4 OCEAN SUITES II	Hidratación de capa de sub-base clase III con tanquero sin uso de acople para tanquero o flauta previo a cimentación	Uno de los posibles daños que se está ocasionando es que al no ser una hidratación continua y uniforme el suelo se saturara por una zona y por otra no, no recibirá la hidratación necesaria luego podrían existir oquedades ya que hidratar las capas de sub-base sin el acople o 'flauta' genera un chorro directo que ejerce carga puntual sobre la capa de mejoramiento lo que podría remover sus partículas.	(NEC-SE-GC, 2015).	Uso de acople apropiado en tanquero para hidratación uniforme de terreno usando el mismo principio de riego por goteo, en donde se utiliza la cantidad correcta de agua de manera uniforme sin excesos que podrían impedir que pase la prueba de densidad de campo.

5 OCEAN SUITES II	No realizar estudios de suelo con métodos de sondeo profunda para encontrar nivel freático.	Uno de los posibles daños que se está ocasionando al no realizar los respectivos estudios geotécnicos, es la pérdida de recursos y atraso en la planificación del desarrollo del proyecto. Al no realizar métodos de sondeos profundos para hallar nivel freático podríamos encontrar en el proceso de cimentación con afluyente de agua que podría comprometer toda la estructura los afluentes cerca la cimentación pueden remover la compactación y mejoramiento del suelo causando asentamientos.	NEC-SE-CM capítulo 3.4.2	De acuerdo con el capítulo 3.4 de la Norma Ecuatoriana De La Construcción-Geotecnia en el capítulo 3.4.2, que detalla los procedimientos para los aspectos generales el subsuelo, exige la elaboración de un informe entero en el cual se estimara los posibles asentamientos que pueda sufrir la estructura y de esta manera decidir qué medidas tomar, el sondeo por SPT (Ensayo de penetración estándar) nos dará el correcto nivel freático y con el resultado la correcta cimentación en este caso zapata bidireccional.
6 OCEAN SUITES II	Discontinuidad en cordón de soldadura	Uno de los posibles daños que se está ocasionando al tener una discontinuidad en la soldadura es que exista un rompimiento o fractura de las piezas las discontinuidades en los extremos de una junta soldada horizontal es que pueden generarse poros por los cuales puede entrar humedad, cloruros y sulfatos que favorecen la corrosión.	(American Welding Society (AWS), 2009)	Se recomienda el uso del Weld Tabs o platinas de soldadura para de esta manera todo cordón pueda garantizar la penetración completa de lado a lado de cualquier fleje según recomendación sísmica. Las Weld Tabs son pequeñas piezas de acero que se coloca en los bordes de la conexión entre flejes que serán soldados.
7 OCEAN SUITES II	Acero de refuerzo doblado y parcialmente embebido en hormigón	Uno de los posibles daños que se está ocasionando al doblar el acero de refuerzo de manera no técnica es que este se fatigue y por ende pierda sus propiedades físico-mecánicas en el caso que los elementos sean cargados al límite de su capacidad la armadura podría fracturarse en los puntos donde se sometió a fatiga a las barras .según los requerimientos mínimos para construcciones sísmicas del ministerio de habitad y vivienda capítulo 1.2 especifica que cualquier acción no dúctil en el acero de refuerzo está contraindicada.	ACI 318 26.6.3 literal B	La solución técnica para esta situación es cortar los hierros que han sido doblados más allá del límite de fluencia que el acero A36 permite y traslapar con acero nuevo con una distancia de desarrollo de empalme que dependerá del diámetro de la barra utilizada. Este error incumple la norma ACI 318 26.6.3 literal B, que indica que ningún doble en barras debe darse en obra al menos que así lo indique el plano y de ninguna manera puede volver la barra a su posición original.

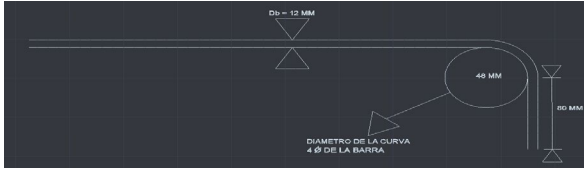
8 OCEAN SUITES II	La placa de empalme en esta columna metálica se encuentra solo 50 centímetros por encima de la conexión viga columna	Todo empalme entre columnas debe ser reforzado según AWS d1.1 sección de empalmes y según la NEC-2105 capítulo 7.4 de ser necesario un empalme el cual será ejecutado con soldadura parcial debe ser reforzado con una placa que asegure que los esfuerzos que se concentran en el entre piso no colapsen la columna. En el caso que el empalme este en los tercios del elemento podría causar falla por esfuerzo cortante.	NEC-2105 capítulo 7.4	Si consideramos la ubicación de la placa de continuidad de este elemento en particular como es una columna de estructura metálica sabemos que los esfuerzos se concentran en los tercios de la altura entre pisos, el cancroide del empalme debe de estar en el entrepiso como referencia 1.20 metros de la conexión viga-columna. Sistema resistente a carga sísmica
9 OCEAN SUITES II	Error muy común conectores de corte internos a la columna separados 50 cm	De acuerdo con ANSI/AISC 358-05 los conectores de corte internos de columnas sirven para conectar el hormigón auto nivelante vertido en la columna con el elemento estructural y de no ser así o de estar muy espaciados el hormigón podría tener una reacción diferente que el acero a las cargas axiales provocando que el elemento tenga deformaciones no admisibles	ANSI/AISC 358-05	Un buen criterio de diseño para el espaciamiento mínimo de conectores de corte internos a columnas debe ser 30 cm como mínimo o intercalados entre ellos. Para este caso particular si están cada 50 cm, para corregir este error los hemos colocado cada 25 cm.
10 OCEAN SUITES II	Mala fabricación de agujeros de acceso a soldadura	El agujero de acceso a la soldadura es parte de la junta pre calificada aprobada por el AWS capítulo 3, si el agujero de acceso a la soldadura no queda de acuerdo al diseño dificultaría la colocación de platina de respaldo que va entre el patín superior y la cara de la columna en este caso conexión viga columna, en el caso de la conexión del patín inferior no dificulta la colocación de la platina de respaldo ya que esta va por debajo del patín inferior, pero obstruye y dificulta lograr SRPC	AWS capítulo 3 D1.1	El correcto diseño de estas perforaciones depende de cada diseño, la solución más clara sería apegarse al diseño estructural propuesto. Se adjunta diseño correcto pre calificado AISC 360. 

11 OCEAN SUITES II	No remover ángulos de soportes de las piezas estructurales en conexión viga-columna	No retirar los soportes utilizados para facilitar el montaje puede producir todo tipo de complicaciones y pérdidas de tiempo de obra, este procedimiento está contraindicado por normas internacionales ya que luego de realizar la penetración completa entre el patín inferior y la columna el AISC 360 Guide 21 (2017) , indica que se debe realizar una limpieza profunda y rematar con filete de mínimo 8 mm o dos cordones de soldadura. Esto es imposible de realizar si no se remueve el Angulo de soporte, en algunos casos los obreros menos instruidos realizan filete usando el ángulo como material base.	AISC 360 Guide 21 (2017)	Respetar los criterios de diseño y procesos de montaje correcto de acuerdo a ANSI-AISC 360 (2017) en la cual se observa el acabado final de la conexión viga columna y la soldadura respecto a la platina de respaldo. Se adjunta de talle a continuación con una x señalando el montaje incorrecto y un círculo señalando el correcto procedimiento.
12 OCEAN SUITES II	Socavación o mordedura	Uno de los posibles daños que se está ocasionando es que la pieza atraiga esfuerzo y tensiones innecesarias es una condición en la cual el material base ha sido fundido lo cual puede traer cristalización en el proceso de soldadura, atraer tensiones podría provocar cristalización de los elementos, pero en si el control de calidad es suficiente para rechazar el elemento.	AWS D1.1 4.9.1.2	Se debe someter a la conexión a un proceso de pulido y relleno con el respectivo material de aporte hasta lograr el espesor indicado por el espesor del fleje detalle que debe de ser suministrado por el responsable mecánico. Como ayuda adicional se recomienda utilizar platina de respaldo para soldadura a lo largo de toda la junta, platina que deberá ser punteada a una cara de la columna cada 15 cm máximo NEC- 11.1
13 Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 - Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado	Traslape mínimo incorrecto en malla electro soldada para losa Steel Deck metálico	Cuando no existe un correcto empalme por traslape, la transferencia de esfuerzo de una barra a otra, que se hace a través del hormigón que rodea ambas barras puede provocar que se desintegre o se induzcan excesivas deformaciones en la estructura en el caso de losas de hormigón armado y contrapisos la correcta disposición de la malla de alambre soldado o malla electrosoldada se usa para controlar los agrietamientos por contracción del hormigón y las tensiones causas por la temperatura si no se coloca Y traslapa la malla correctamente como indica ACI-318 podríamos arruinar el acabado final de la losa o contrapiso.	R25-ACI 318RSUS-14, (2014)	La longitud de empalme por traslape de alambre liso a tracción de acuerdo a la investigación de (Lloyd 1971) ha demostrado que se requiere una longitud mayor cuando se empalman. El requerimiento mínimo debe ser mayor a 150 mm o 50 mm después del acero de refuerzo transversal.

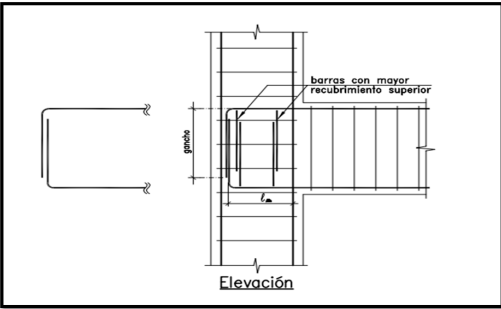
14	<p>Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 - Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado</p>	<p>Uso incorrecto o falta de uso de separadores de losa para pisos</p>	<p>Se puede producir la carbonatación esta no daña al hormigón (más bien incrementa su dureza, sino que afecta a las armaduras de acero del hormigón armado, ya que provoca que se oxiden y acaben siendo un punto de fallo del elemento de hormigón y afectando a la durabilidad del hormigón, es decir, el periodo de tiempo durante el que el elemento de hormigón mantiene sus propiedades resistentes.</p>	<p>(NEC-SE-HM, 2015, pág. 85)</p>	<p>Los soportes de hormigón a elaborarse deben ser preferiblemente de una resistencia mayor a la del hormigón de diseño de esta manera evitar la falla o rompimiento de los soportes mientras el personal técnico camina sobre la armadura durante el proceso de hormigonado. En caso de losa a base de paneles metálicos se podría utilizar Angulo de metal cortado y soldado a la malla electro soldada.</p>
15	<p>Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 - Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado</p>	<p>Contaminación de soldadura por aceite, pintura, grasa o cualquier hidrocarburo</p>	<p>La pintura, la grasa, el aceite, el pegamento y el sudor liberan grandes volúmenes de gas cuando se exponen a temperaturas de soldadura por arco. Esto es especialmente cierto con GMAW de alambre sólido y soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW), pero también los procesos de FCAW y SMAW son vulnerables. La estructura del fundente no se diseñó para manejar dicha contaminación. Debido a esto ocurre La porosidad que es la contaminación del metal de soldadura en forma de un gas atrapado. Los gases de protección o gases emitidos como resultado de la aplicación de la antorcha al metal tratado son absorbidos en el metal fundido y emitidos conforme ocurre la solidificación. En otros casos, el gas de protección no llega por completo al pozo de soldadura y el aire atmosférico afecta adversamente al cordón de soldadura.</p>	<p>AWS D.1 CAPÍTULO 5.14.4.1 MATERIALES EXTRAÑOS)</p>	<p>Remover cualquier tipo de hidrocarburo grasas de las superficies a soldarse a fin de que la soldadura cumpla con los requisitos de calidad. Para ahorrar tiempo y cumplir los estándares de calidad</p>
16	<p>Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 - Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado</p>	<p>Completar vacíos con varilla. Acero A 36 y mal uso del proceso de soldadura y electrodo</p>	<p>El arco eléctrico genera una gran cantidad de calor para fundir el electrodo, este calor induce transformaciones en la microestructura de la barra de refuerzo creando una región conocida como "Zona Afectada por el Calor" (ZAC). Las características de esta región dependen del contenido de carbono de las barras de refuerzo, Si tenemos acero de grados diferentes al fundir estos materiales crearemos una zona frágil no uniforme lo que podría provocar que dicha región se fracture.</p>	<p>ASTM A36 y ASTM 706</p>	<p>Como solución proporcionaremos una tabla que exprese claramente las fluencias de cada uno de los tipos de aceros y los respectivos procesos de soldaduras recomendados. Ver tabla 5 AWS D1.1 MATERIALES DE APORTE.</p>

17	<p>Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 - Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado</p>	<p>Falta de conectores de corte sobre vigas secundarias Soldado a Steel panel</p>	<p>La resistencia despreciable a la tensión del concreto agrega un grado de complejidad a la hora de determinar la rigidez de los elementos estructurales. Además, el efecto de fenómenos como la fluencia lenta o creep y la retracción del concreto puede ser mayor que en el caso de estructuras de concreto reforzado con varilla solamente.</p>	<p>(AWS D1.1/D1.1M).</p>	<p>Se recomienda el uso de conectores de corte instalados y soldados a lo largo de las vigas metálicas secundarias espaciadas para así asegurar la adherencia de toda la losa como muestra la imagen se busca conseguir una acción compuesta completa. De conveniencias con la siguiente norma (AWS D1.1/D1.1M).</p>
18	<p>Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 - Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado</p>	<p>Mala colocación en obra de placa "Gusset" para refuerzo en diagonales</p>	<p>Si las Placas Gusset, superior e inferior no son bien colocadas no podrá transmitir las cargas de las diagonales del contraviento a las columnas y vigas de la estructura en este caso según AWS D1.1, las fuerzas horizontales oscilantes son absorbidas directamente por las diagonales al no estar bien ubicada esta placa los esfuerzos se distribuyen de manera no uniforme causando daños en los elementos al cual está anclado y si hay paredes de mampostería cubriendo las diagonales están se romperán causando daños en acabados.</p>	<p>NEC - SE – AC CAPÍTULO 8.2)</p>	<p>Verificar una por una la correcta colocación de estas placas de acuerdo con el diseño estructural realizado previamente. (NEC - SE – AC CAPÍTULO 8.2) Capacitar a los obreros que realizaran la colocación de estas placas de manera que puedan identificar los ángulos y las distancias que posee la placa de acuerdo con los planos estructurales. Pedir el diseño de placa Gusset al estructurista con ángulos respecto a la horizontal para de esta manera comprobar el mismo y verificar la correcta ubicación.</p>
19	<p>Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 - Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado</p>	<p>Agujeros en placa base hechos con oxicorte</p>	<p>Cuando no se tiene un buen tratamiento térmico a las piezas en este caso placas puede ocasionar daños a las piezas metálicas como rigidez y fragilidad a las piezas que puede desencadenar en Fisuras por fatiga al material, debilitando a su vez el elemento de anclaje sea este un dado estructural.</p>	<p>AWS D1.1/D1.1M, 2015, pág. 224</p>	<p>Realizar las perforaciones a la placa de anclaje por medio de taladro en el taller de fabricación. Remover cualquier tipo de escama, humedad, hidrocarburo que este sobre el material base. Realizar con taladros las perforaciones del material base para así cumplir con los detalles máximos de espaciamiento que pueden variar en máximo una pulgada. De acuerdo con la norma (AWS D1.1/D1.1M, 2015, pág. 224). Recomendación de producto a utilizar Taladro magnético HMD904 se pueden realizar los orificios con pantógrafo o cualquier máquina de control numérico computarizado.</p>

<p>20</p> <p>Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 - Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado</p>	<p>Mal diseño de Angulo de bisel</p>	<p>Uno de los posibles daños que se está ocasionando al no tener el bisel correcto es que la SRPC (soldadura de ranura de penetración completa) no se complete y esto causa que la conexión no logre la resistencia requerida la norma ecuatoriana de la construcción en el capítulo 7.4 literal a especifica que toda soldadura a tope que en toda zona donde los esfuerzos a tensión en el ala excedan $0.30F_y$ o $0.20F_y$ del Diseño por factor de carga y resistencia debe llevar bisel y este debe ser diseñado de acuerdo a AWS d1.8 sección 4.2.</p>	<p>AWS D1.1 en la figura 3.3</p>	<p>Solución # 20 Para solucionar este problema en unión soldada se deben reconocer varios puntos. • Reconocer el tipo de junta: esta unta en panicular podemos identificar como “Junta en T, en ranura con bisel simple”. • Identificar el proceso de soldadura: el proceso usado en este caso particular es GMAW. • La abertura de Raíz en este caso 1/8 pulgada. De acuerdo con esta información y con las normas establecidas en el AWS D1.1 en la figura 3.3 que adjunta. El bisel correcto debe ser de 45° con respecto a la horizontal. Elemento a usar Galga para inspección de soldadura</p>
<p>21</p> <p>Jardines de la esperanza edificio de bóvedas bloque 8 y 9 - Reforzamiento de estructura para montaje de juegos con elementos metálicos y hormigón armado</p>	<p>Mal uso del proceso de soldadura y electrodo</p>	<p>Al tener acero de grados diferentes o con fluencias diferente en una conexión pre calificada creamos una inconsistencia al escoger el proceso correcto de soldadura y esto podría causar que la conexión no encaje dentro de los (wps) que son las juntas pre calificadas indicadas en el AWS D1.1 2015, cada junta pre calificada tiene sus propios procesos de soldadura se adjunta tabla para escoger el correcto proceso en este caso Smaw con electrodos que no seas de bajo hidrogeno</p>	<p>AWS D1.1 2015</p>	<p>La solución es escoger correctamente de manera técnica el correcto electro y proceso de soldadura el acero debe cumplir con Astm A 1018 para acero grado 50, debe ser proceso smaw con electrodos que no sean de bajo hidrogeno</p>

22 vivienda multifamiliar mirador del norte	Paso de tubería eléctrica embebida en elemento estructural	Se prohíbe el embebido o pase del aluminio a través del concreto a menos que este perfectamente revestido, pues el aluminio puede reaccionar electrolíticamente con el acero y provocar fisuración y descascara miento del concreto también podría causar corrosión galvánica la corrosión galvánica es un proceso en que dos metales uno más puro que el otro comparten electrones por contacto y este intercambio causa corrosión	ACI 318 R20.7.1	<p>Si nos basamos en la normativa vigente ACI 318 R20.7.1 donde expresa que cualquier elemento que deba estar embebido en un elemento estructural tiene que cumplir con ciertos requerimientos como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los elementos embebidos no deben afectar de manera significativa la resistencia del concreto. • El recubrimiento específico para tuberías embebidas en hormigón debe ser 0.4 centímetros para concreto expuesto ya sea a minerales del suelo o a la intemperie y al menos 0.2 centímetros para hormigón no expuesto. • En el caso de tubería de aluminio está prohibido embeberlas en algún elemento estructural al menos que el aluminio este envuelto del todo o recubierto. • Se debe colocar refuerzo con un área al menos igual a 0.002 veces el área de la sección de concreto perpendicularmente a las tuberías embebidas.
23 vivienda multifamiliar mirador del norte	Acero de refuerzo longitudinal con gancho no calculado técnicamente	Uno de los posibles daños que se está ocasionando es problemas en el recubrimiento de las armaduras en las estructuras de hormigón armado que afectaría tanto en su comportamiento mecánico como su durabilidad de la misma el ACI 318-14 especifica los requerimientos mínimos de recubrimiento para elementos horizontales a verse comprometido el recubrimiento los factores ambientales como la humedad pueden afectar el acero y favorecer la corrosión lo cual afectaría toda la armadura provocando el colapso.	ACI 318S-14 capítulo 25.3.2	<p>En el nuestro caso si la varilla tenía un diámetro de 12 mm realizaremos un gancho de 90°. Con diámetro de 48 mm que es 4 veces el diámetro de la barra y distancia recta de 80 mm ya que debe ser mayor que 6 el diámetro de la barra o mayor a 75mm</p> 

24 vivienda multifamiliar mirador del norte	Acero de refuerzo por fuera del estribo db=12mm	Colocar el gancho o pata del acero por fuera es una contravención directa a los procesos de armado de hierro que especifica el ACI 318-14 y el manual de Detallamiento chileno de hormigón armado. Ya que cuando el elemento experimente cargas sísmicas el gancho pata mal ubicada no proporcionara el correcto anclaje así el elemento podría fisurarse y toda fisura no supera el control de calidad posterior al hormigonado.	Manual de Detallamiento para Elementos de Hormigón Armado capítulo 6	El gancho debe de colocarse por dentro del confinamiento de los estribos. (Manual de Detallamiento para Elementos de Hormigón Armado capítulo 6 Detalles de esta manera el anclaje correcto proporciona que el nudo o conexión viga-columna trabaje monolíticamente. Revisar Manual de Detallamiento para Elementos de Hormigón Armado capítulo 6												
25 vivienda multifamiliar mirador del norte	Traslape mínimo respetado en viga hormigón armado	Al no tener un correcto traslape mínimo necesario ya que las vigas trabajan a compresión y esta recibe las fuerzas, las barras de acero están trabajan de igual manera por ende al no tener un correcto traslape este no resistiría las fuerza que se aplica sobre el elemento por lo tanto existiría una rotura del elemento.	ACI 318SR-14 Tabla 25.4.2.2	<p>Proporcionamos una tabla que relaciona los diámetros de las barras de acero y las distancias en cm de traslape para buena y mala adherencia. Con la elaboración y difusión de este tipo de herramientas podemos calcular directamente las distancias apropiadas de traslape. (ACI 318SR-14 Tabla 25.4.2.2). De acuerdo con las fórmulas las longitudes admisibles son.</p> <table border="0"> <tr> <td>Para barras número 19 o menores de un $F'c = 21$ MPA</td> <td>43.6</td> <td>veces el diámetro de la varilla</td> </tr> <tr> <td>Para barras número 19 o menores de un $F'c = 30$ MPA</td> <td>36.52</td> <td>veces el diámetro de la varilla</td> </tr> <tr> <td>Para barras número 20 o mayores de un $F'c = 21$ MPA</td> <td>53.91</td> <td>veces el diámetro de la varilla</td> </tr> <tr> <td>Para barras número 20 o mayores de un $F'c = 30$ MPA</td> <td>45.11</td> <td>veces el diámetro de la varilla</td> </tr> </table>	Para barras número 19 o menores de un $F'c = 21$ MPA	43.6	veces el diámetro de la varilla	Para barras número 19 o menores de un $F'c = 30$ MPA	36.52	veces el diámetro de la varilla	Para barras número 20 o mayores de un $F'c = 21$ MPA	53.91	veces el diámetro de la varilla	Para barras número 20 o mayores de un $F'c = 30$ MPA	45.11	veces el diámetro de la varilla
Para barras número 19 o menores de un $F'c = 21$ MPA	43.6	veces el diámetro de la varilla														
Para barras número 19 o menores de un $F'c = 30$ MPA	36.52	veces el diámetro de la varilla														
Para barras número 20 o mayores de un $F'c = 21$ MPA	53.91	veces el diámetro de la varilla														
Para barras número 20 o mayores de un $F'c = 30$ MPA	45.11	veces el diámetro de la varilla														

<p>26 vivienda multifamiliar mirador del norte</p>	<p>Mal armado de hierro longitudinal en conexión viga columna</p>	<p>Los manuales de diseño del hormigón como son el ACI y el manual de Detallamiento de hormigón armado chileno, hacen mucho énfasis en la utilización de ganchos estructurales al final del desarrollo de los hierros que conforman la parte superior e inferior de la armadura de la viga en este caso conexión viga-columna ya que este gancho a la mitad del elemento estructural de anclaje asegurara que el nudo trabaje monolíticamente de no ser así el nudo podría fallar por esfuerzo cortante</p>	<p>Manual de Detallamiento para Elementos de Hormigón Armado capítulo 6.4 al 6.4.6</p>	<p>Nuestro caso es encuentro de viga columna de esquina en el cual podemos notar la correcta colocación de la armadura de acero. Donde denotamos que las terminaciones de las barras de acero son en gancho para mejorar el anclaje de las mismas.</p> 
<p>27 vivienda multifamiliar mirador del norte</p>	<p>Falta de espacio entre encofrado y acero para asegurar recubrimiento</p>	<p>Uno de los posibles daños que se está ocasionando es problemas en el recubrimiento de las armaduras en las estructuras de hormigón armado que afectaría tanto en su comportamiento mecánico como su durabilidad de la misma ya que sin el recubrimiento necesario el elemento podría exponerse a humedad, sulfatos y cloruros lo cual favorece la corrosión en la armadura de acero. Podemos observar oxido en las barras, pero de acuerdo al ACI 318 la corrosión que determina si un elemento debe ser rechazado es cuando esta ha comprometido el diámetro de la barra caso contrario ayuda a la adherencia con el hormigón</p>	<p>Capítulo 7.7 del código ACI 318-08.)</p>	<p>Asegurar la distancia correcta de separación para encontrado y las barras de acero para así durante el hormigonado quede el espesor mínimo aceptable dado a continuación. (Capítulo 7.7 del código ACI 318-08.) Este caso 20 mm en condiciones normales y 30 mm en condiciones severas.</p>

28	vivienda multifamiliar mirador del norte	Mal dimensionamiento y Detallamiento de estribos	Los estribos cumplen una función muy importante dentro de la armadura de un elemento estructural vertical en el caso de un movimiento sísmico los estribos confinan un núcleo de hormigón el cual no debe ser afectado ante los movimientos telúricos si los estribos están mal dimensionados podrían fallar y comprometer el elemento o en su defecto causar debilitamiento del elemento y provocar que falle por cortante. ACI 318 capítulo 8.7.6 Refuerzo de cortante – Estribos.	ACI 318 capítulo 8.7.6 Refuerzo de cortante – Estribos.	Para resolver el problema del incorrecto armado de estribos se debe usar las siguientes secciones típicas en columnas. Revisar Manual de Diseño de Hormigón Armado capítulo 6.1 o en su defecto. Vademécum sobre errores comunes en estructuras mixtas error número 28.
29	vivienda multifamiliar mirador del norte	(Hormigón mal colocado causa segregación	Al tener un hormigón segregado en una sección de un elemento estructural en este caso una columna se forma una zona frágil en la cual cuando la edificación este totalmente construida y habitada su peso propio podría colapsar el elemento pudiendo causar derrumbe de un piso en el peor de los casos generalmente el hormigón segregado disminuye la durabilidad general de los elementos.	NEC-estructuras en hormigón armado calidad del hormigón	Solución para hormigón segregado, podemos recomendar un grupo de pasos necesarios a seguir para de esta manera solucionar la posible segregación del hormigón. Para empezar, debemos saber que mayormente la segregación en el hormigón se debe a la mala colocación del hormigón minimizando también de esta manera las grietas por contracción. Dirección y localización de caiga de hormigón: El hormigón debe caer verticalmente y se debe usar canaletas de descarga para evitar un golpe abrupto con las barras de acero estructural y el encofrado. Uso de vibradores: no use vibradores para conducir el hormigón de un lugar a otro lo cual causa segregación de los agregados en la siguiente imagen mostramos el uso correcto del mismo.
30	vivienda multifamiliar mirador del norte	Mal armado de estribos en vigas de hormigón armado	Uno de los posibles daños que se está ocasionando es que la armadura principal no se mantenga con las dimensiones de diseño y por esto ocasiona cambios en el comportamiento de las estructuras si bien es cierto las columnas trabajan a tensión y el esfuerzo de corte no representa un riesgo pero si la armadura no es correctamente calculada podría aumentar el riesgo de que la columna por pandeo.	(Manual de Detallamiento para Elementos de Hormigón Armado capítulo 5.3)	Se debe considerar el uso de estribos cerrados en su mayoría y usar estribos compuestos solo en casos que por alguna geometría sea imposible usar estribos cerrados. Sus diámetros interiores de doblado deben ser mayores que 4db, para barras hasta 16mm de diámetro y sus ganchos deben estar doblados en 135° y tener un largo mínimo de 6db, pero no menor a 75mm.