

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**ELABORACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN Y
MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA DE ACERO PARA UN EDIFICIO
TIPO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

ANA CAROLINA GAVIDIA GONZÁLEZ

ana.gavidia@epn.edu.ec

ANA MARICELA SUBÍA SÁNCHEZ

ana.subia@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. MDI. CARLOS BALDEÓN VALENCIA

carlos.baldeon@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. GABRIEL VELASTEGUI

gabriel.velastegui@epn.edu.ec

Quito, Abril del 2015

DECLARACIÓN

Nosotros, Ana Carolina Gavidia González y Ana Maricela Subía Sánchez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ana Carolina Gavidia González

Ana Maricela Subía Sánchez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ana Carolina Gavidia González y Ana Maricela Subía Sánchez, bajo mi supervisión.

ING. MDI.

CARLOS BALDEÓN VALENCIA

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING.

GABRIEL VELASTEGUI

CO-DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser la principal guía de mi vida, a mi madre, Lic. Ana Elizabeth González Alba, por haberme regalado la vida y nunca desampararme, por formar mi carácter y cuidarme, a mis hermanos, Andrés, por ser mi amigo incondicional, mi cómplice, mi respaldo y mi soporte en todo momento y David por haber sido como un padre, por confiar y apoyarme, a mi familia, los coloraditos, por tener siempre confianza en mí y en mis decisiones y tener una sonrisa en todo momento.

A la Escuela Politécnica Nacional, a la Facultad de Ingeniería Mecánica, por brindarme la oportunidad pertenecer a tan prestigiosa entidad, a mi director de tesis Ing. Carlos Baldeón y codirector Ing. Gabriel Velasteguí por su amistad, respaldo y guía para que el presente proyecto finalice con éxito.

Al Ing. Oswaldo Idrobo, docente de la Unidad Educativa Experimental “Manuela Cañizares”, por brindarme sus palabras de apoyo, fortaleza y seguridad que me incentivaron a plantearme sueños y luchar por conseguirlos en la vida.

A mis amigos y compañeros de clase, con los cuales he compartido los años de formación a lo largo de mi vida académica. A mi gran amiga Andrea, por estar presente en todo momento y convertirse en mi hermana a lo largo de estos 5 años de estudio.

Y a todas las personas que me extendieron su mano para ver este sueño hecho realidad.

Anita G.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía fundamental en todas las áreas de mi vida.

A mis padres, Jorge y Maricela y a mis hermanos, Gaby, David y Daniela por su apoyo tanto económico como emocional, herramientas con las cuales he podido salir adelante y formarme como profesional.

Al Ingeniero Carlos Baldeón por direccionar nuestro proyecto exitosamente con la guía y recomendaciones adecuadas.

A los ingenieros Gabriel Velastegui y Oscar Sotomayor por su buena predisposición y colaboración.

A nuestro amigo Pablo Tipán por su colaboración.

A mis familiares y amigos por estar presentes en todos los momentos importantes de mi vida.

Maricela

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto al Ing. Andrés Fernando Zapata González, por guiarme, por su apoyo incondicional, por brindarme su amor y su comprensión en todo momento. Gracias por cada palabra de aliento, porque siempre estuvo cuando lo necesite, le agradezco por indicarme la realidad de cada sueño y por incentivarme a cumplirlos, por hacerme ver que este proyecto marca el inicio de un futuro mejor, pero también existen más retos que debo conseguir. Gracias por confiar en mí.

A mi madre, Anita González, por enseñarme que todo se consigue con esfuerzo y trabajo y que el ser mejor depende de uno mismo, que no hay limitaciones para salir adelante.

A Dios, a mi hermana gemela y a mis abuelitas Bachita y Rosita por cuidarme desde el cielo.

Anita G.

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, quien ha sido el eje fundamental de mi vida.

A mi madre Maricela Sánchez quien ha sido mi motivación principal apoyándome incondicionalmente en la culminación de este proyecto, y en general en mi formación profesional y personal.

A mi padre Jorge por su lucha incansable y todo el esfuerzo realizado por el bienestar de los suyos.

A hermana Gabriela por su sacrificio y sustento desinteresado.

A mis hermanos Daniela y David por ser mi compañía y ejemplo a seguir.

A mi abuelito Ángel por su apoyo.

Maricela

CONTENIDO

DECLARACIÓN	i
CERTIFICACIÓN	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	v
CONTENIDO.....	vii
FIGURAS	xvi
TABLAS	xix
FLUJOGRAMAS	xxi
NOMENCLATURA	xxii
RESUMEN	1
PRESENTACIÓN	3
ALCANCE	4
CAPITULO 1	5
1. GENERALIDADES.....	5
1.1 INTRODUCCIÓN	5
1.2 ACERO Y SU APLICACIÓN EN ESTRUCTURAS METÁLICAS	5
1.3 ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL	6
1.3.1 UTILIZACIÓN DEL ACERO ASTM A36	7
1.4 PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL ACERO	9
1.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS	12
1.5.1 VENTAJAS.....	12
1.5.2 DESVENTAJAS	12
CAPITULO 2	13
2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 INTRODUCCIÓN	13
2.2 REQUERIMIENTOS.....	13

2.2.1	PLANOS.....	13
2.2.1.1	Sistema de unidades.....	13
2.2.1.1.1	<i>Tolerancias dimensionales</i>	13
2.2.1.2	Planos no arquitectónicos	17
2.2.1.3	Planos estructurales.....	17
2.2.1.4	Planos de corte	18
2.2.1.5	Planos de taller	19
2.2.1.6	Planos de detalle.....	20
2.3	FABRICACIÓN DE UNA ESTRUCTURA TIPO	20
2.3.1	PEDIDO DEL MATERIAL.....	22
2.3.2	TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DEL MATERIAL AL TALLER	22
2.3.3	ENDEREZADO	24
2.3.4	TRAZO Y PREPARACIÓN.....	26
2.3.4.1	Elementos	26
2.3.5	CORTE DEL MATERIAL.....	27
2.3.5.1	Tipos de corte	27
2.3.6	LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE JUNTAS.....	31
2.3.6.1	Preparación de la superficie.....	31
2.3.7	PRE - ARMADO EN TALLER	35
2.3.8	INSPECCIÓN EN TALLER	37
2.3.9	PINTURA EN TALLER.....	37
2.3.9.1	Almacenamiento y mezclado	37
2.3.9.2	Aplicación.....	38
2.3.10	SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	39
2.3.10.1	Placas base.....	39
2.3.10.2	Conexiones emperradas	39
2.3.10.3	Tornillos.....	40

2.3.10.4	Columnas	40
2.3.10.5	Vigas	41
2.3.10.5.1	<i>Consideraciones de armado de las alas de las vigas</i>	42
2.3.10.6	Largueros	43
2.3.10.7	Tensores	43
2.3.10.8	Arriostres	44
2.3.10.8.1	<i>Consideraciones de armado de arriostres laterales en vigas</i>	44
2.3.10.8.2	<i>Consideraciones de armado de arriostres laterales de conexión viga-columna</i>	44
2.3.10.9	Marcos Estructurales.....	45
2.3.10.9.1	<i>Marcos rígidos</i>	45
2.3.10.9.2	<i>Marcos arriostrados</i>	45
2.3.10.10	Consideraciones de disipación de energía.....	46
2.3.10.10.1	<i>Marcos especiales a momento</i>	46
2.3.10.10.2	<i>Marcos arriostrados excéntricamente</i>	46
2.3.10.11	Armaduras	47
2.3.10.12	Derivas de piso.....	48
2.4	MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA TIPO.....	49
2.4.1	TRANSPORTE DE PIEZAS	50
2.4.2	RECEPCIÓN Y MANEJO DEL EMBARQUE EN LA OBRA.....	51
2.4.2.1	Condiciones del sitio de trabajo	52
2.4.3	PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS EN LA OBRA	53
2.4.3.1	Instalación de varillas de anclaje, pernos y otros elementos incrustados.....	53
2.4.3.2	Instalación de dispositivos de rodamiento.....	54
2.4.3.3	Uniones.....	54
2.4.3.4	Consideración de los efectos de acortamiento columna.....	55

2.4.3.5	Tolerancias en la posición y alineación	55
2.4.4	ARMADO IN SITU.....	56
2.4.4.1	Alineación de las Bases de Columna	56
2.4.4.2	Arriostramientos	56
2.4.4.3	Alineación.....	56
2.4.4.4	Ajuste de las Uniones de Compresión y Planchas de Base.....	56
2.4.5	SOLDADURA IN SITU	57
2.4.5.1	Inspección de soldadura	62
2.4.6	PINTURA IN SITU.....	66
2.4.6.1	Procedimiento de pintura	67
2.4.7	ENTREGA DE LA OBRA	68
2.5	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	68
2.5.1	Equipo de protección.....	68
2.5.2	Caída del personal de trabajo a distinto nivel.....	70
2.5.4	Caída de la estructura por desplome o derrumbe	70
2.5.5	Manipulación de objetos.....	71
2.5.5.1	Contactos eléctricos y térmicos.....	71
CAPITULO 3.		72
3.	PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE.....	72
3.1	INTRODUCCION	72
3.2	UBICACIÓN	72
3.3	FABRICACIÓN DE UN EDIFICIO TIPO	73
3.3.1	FLUJO GRAMA DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN LA CONSTRUCCIÓN.....	74
3.3.2	PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	75
3.3.3	DOCUMENTACIÓN	76
3.3.3.1	Normas de referencia a utilizarse.....	76

3.3.3.2	Requisitos administrativos.....	76
3.3.3.3	Criterios de seguridad para los procesos de fabricación.....	77
3.3.3.4	Requisitos y responsabilidades del personal para fabricación	77
3.3.3.4.1	<i>Requisitos y responsabilidades del propietario de la estructura.</i>	<i>77</i>
3.3.3.4.2	<i>Requisitos y responsabilidades del diseñador de la estructura.</i>	<i>78</i>
3.3.3.4.3	<i>Requisitos y responsabilidades del fabricante de la estructura.</i>	<i>78</i>
3.3.3.4.4	<i>Requisitos y responsabilidades del fiscalizador de la estructura.</i>	<i>79</i>
3.3.3.4.5	<i>Requisitos y responsabilidades del personal del taller mecánico.</i>	<i>80</i>
3.3.3.4.6	<i>Requisitos y responsabilidades del personal de soldadura.</i>	<i>81</i>
3.3.3.5	Planos requeridos	83
3.3.4	REQUERIMIENTOS DEL MATERIAL.....	84
3.3.4.1	Acero Estructural.....	84
3.3.4.2	Perfiles	86
3.3.5	CIMENTACIÓN	87
3.3.6	SISTEMA CONSTRUCTIVO LOSA ENTREPISO- DECK METÁLICO ...	89
3.3.6.1	Elementos del sistema	89
3.3.6.2	Fabricación losa entrepiso	92
3.3.7	EQUIPOS.....	97
3.3.7.1	Transporte.....	97
3.3.7.2	Enderezado.....	98
3.3.7.3	Trazado	98
3.3.7.4	Corte	98
3.3.7.5	Pre- Armado.....	100
3.3.7.6	Soldadura.....	100
3.3.7.7	Limpieza.....	101
3.3.7.8	Pintura en taller	101
3.3.8	PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL EDIFICIO TIPO.....	101

3.3.8.1	Enderezado.....	102
3.3.8.2	Trazado.....	102
3.3.8.2.1	<i>Inspección de trazado</i>	103
3.3.8.3	Corte	103
3.3.8.3.1	<i>Inspección en Corte</i>	104
3.3.8.4	Limpieza y Preparación de juntas	105
3.3.8.4.1	<i>Inspección en Limpieza y preparación de Juntas</i>	106
3.3.8.5	Pre-Armado.....	107
3.3.8.6	Pintura en taller	108
3.3.8.7	Inspección y Control de calidad general en taller	109
3.3.9	FABRICACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE CONFORMAN EL ENTRAMADO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO “DIAMANTE PREMIUM CORP.”	109
3.3.9.1	Perfiles	109
3.3.9.2	Pernos de anclaje	110
3.3.9.3	Placa base	110
3.3.9.4	Columnas.....	110
3.3.9.5	Ángulos de conexiones	111
3.3.9.6	Elementos de asiento - Ménsula.....	111
3.4	MONTAJE DE UN EDIFICIO TIPO	112
3.4.1	REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MONTAJE.....	112
3.4.1.1	Requisitos del Contratista	112
3.4.1.2	Responsabilidades del Contratista.....	112
3.4.1.3	Requisitos del Fiscalizador.....	113
3.4.1.4	Responsabilidades del Fiscalizador	113

3.4.2	FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA TIPO.....	114
3.4.3	PROCESO DE MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA TIPO	115
3.4.3.1	Transporte de Piezas	116
3.4.3.2	Recepción y manejo del embarque en la obra	116
3.4.3.3	Preparación de las piezas en la obra	117
3.4.3.4	Proceso de Armado in situ	118
3.4.3.5	Inspección del Proceso de Armado in situ	119
3.4.3.6	Soldadura in situ	120
3.4.3.7	Inspección de Soldadura in situ	124
3.4.3.7.1	<i>Inspección y control de calidad para el proceso de Soldadura</i>	124
3.4.3.8	Pintura final	131
3.4.3.9	Inspección de Pintura final	132
3.4.3.10	Entrega de la obra.....	132
3.5	FORMATOS PARA CONTROL DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL EDIFICIO TIPO	133
3.6	PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA TIPO	133
3.6.1	MODELACIÓN ESTRUCTURAL Y OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO	133
3.6.1.1	Modelación estructural	133
3.6.1.2	Cargas estructurales	137
3.6.1.2.1	<i>Carga Muerta</i>	137
3.6.1.2.2	<i>Calculo carga viva</i>	142
3.6.1.2.3	<i>Cargas de viento</i>	142
3.6.1.2.4	<i>Cargas de sismo</i>	142
3.6.1.2.5	<i>Carga sobre la estructura</i>	144
3.6.2	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CARGA.....	145

CAPÍTULO 4.	152
4. ANALISIS DE COSTOS	152
4.1 INTRODUCCIÓN	152
4.2 CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS.....	152
4.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS POR SU IDENTIFICACIÓN	152
4.2.1.1 Costos Directos.....	152
4.2.1.1.1 <i>Costos de Equipos y Herramientas</i>	152
4.2.1.1.2 <i>Costos por Instalaciones</i>	153
4.2.1.1.3 <i>Descripción de Costos por Instalaciones</i>	154
4.2.1.1.4 <i>Costo de Propiedad</i>	154
4.2.1.1.5 <i>Inversión</i>	154
4.2.1.1.6 <i>Vida Útil económica</i>	154
4.2.1.1.7 <i>Interés, Seguros e Impuestos</i>	155
4.2.1.1.8 <i>Costos de inversión para el Taller tipo</i>	155
4.2.1.1.9 <i>Costos de Operación</i>	157
4.2.1.1.10 <i>Costo de Mantenimiento</i>	157
4.2.1.1.11 <i>Conservación y Bodegas</i>	158
4.2.1.1.12 <i>Mano de Obra</i>	158
4.2.1.1.13 <i>Materiales y Consumibles</i>	160
4.2.1.1.14 <i>Descripción de Costos por Materiales y Consumibles</i>	160
4.2.1.2 Costos Indirectos	160
4.2.1.2.1 <i>Descripción de Costos Indirectos</i>	161
4.2.1.3 Análisis de Precios Unitarios	161
4.3 PRESUPUESTO	175
4.4 PROGRAMACION DE RUBROS	176
4.5 CRONOGRAMA VALORADO DE ACTIVIDADES	176
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	180

BIBLIOGRAFIA	183
ANEXOS	187
ANEXO 1. ESPECIFICACION DE LOS PERFILES	188
ANEXO 2. ESPECIFICACION DE KUBILOSA.....	189
ANEXO 3. HOJAS DE PROCESOS DE SOLDADURA WPS	191
ANEXO 4. CHECK LIST.....	197
ANEXO 5. DISPOSITIVOS PARA PRUEBAS DE CARGA	208
ANEXO 6. PLANOS	209

FIGURAS

Figura 1. 1 Proceso de Fabricación del Acero- Etapa 1	10
Figura 1. 2 Proceso de Fabricación del Acero – Etapa 2	11
Figura 1. 3 Proceso de Fabricación del Acero - Etapa 3	11
Figura 2. 1 Transporte del acero	23
Figura 2. 2 Enderezado	25
Figura 2. 3 Puntas de señalar	26
Figura 2. 4 Corte con cizalla	27
Figura 2. 5 Proceso Oxicorte	29
Figura 2. 6 Corte con arco de plasma	30
Figura 2. 7 Corte con laser	31
Figura 2. 8 Herramientas para pintura.....	37
Figura 2. 9 Placa base	39
Figura 2. 10 Pernos y uniones empernadas.....	40
Figura 2. 11 Columnas compuestas.....	41
Figura 2. 12 Perfiles para columnas.....	41
Figura 2. 13 Marco rígido con vigas de alma cerrada	42
Figura 2. 14 Marco rígido con vigas de alma abierta.....	42
Figura 2. 15 Larguero.....	43
Figura 2. 16 Tensor	43
Figura 2. 17 Arriostres.....	44
Figura 2. 18 Zonas que presentan deformación inelástica	46
Figura 2. 19 Comportamiento inelástico.....	47
Figura 2. 20 Armadura	47
Figura 2. 21 Tipos comunes de armaduras	48
Figura 2. 22 Equipos de Montaje.....	50
Figura 2. 23 Descarga de elementos estructurales	51
Figura 2. 24 Apoyos de elementos estructurales	52
Figura 2. 25 Posiciones de soldadura	58
Figura 2. 26 Conexiones de perfiles y planchas por soldadura.....	59

Figura 2. 27 Tipos de soldaduras	59
Figura 2. 28 Biseles en los perfiles o planchas	59
Figura 2. 29 Zona afectada por el calor (ZAC – HAZ)	60
Figura 2. 30 Interpretación de resultados Prueba acústica y magneto-acústica ..	65
Figura 2. 31 Equipos de Protección	69
Figura 3. 1 Esquema de conexión Columna-Placa Base	88
Figura 3. 2 Elementos del sistema Deck Metálico	89
Figura 3. 3 Equipo de Oxicorte	98
Figura3. 4 Equipo Oxicorte Master 4 KIT	99
Figura 3. 5 Equipo de soldadura SMAW	100
Figura3. 6 Equipo Soldadura THUNDERBOLT XL 300-200 CA/CC	101
Figura 3. 7 Trazado	103
Figura 3. 8 Características técnicas de Corte.....	105
Figura 3. 9 Biselado	106
Figura 3. 10 Recepción y manejo del embarque en la obra	116
Figura 3. 11 Soldadura de Campo	117
Figura 3. 12 Proceso de Armado.....	118
Figura 3. 13 Inspección visual	124
Figura 3. 14 Herramienta de precisión	125
Figura 3. 15 Pase de raíz	128
Figura 3. 16 Procedimiento Tintas Penetrantes	130
Figura 3. 17 Inspección por Tintas penetrantes	131
Figura 3. 18 Modelación estructural Edificio Diamante Premium Corp.	134
Figura 3. 19 Resultados de optimización	135
Figura 3. 20 Selección de Perfil IPE240	135
Figura 3. 21 Selección de Perfil IPE 330	136
Figura 3. 22 Selección de Perfil IPE 180	136
Figura 3. 23 Selecccion Columnas.....	137
Figura 3. 23 Dimensiones paredes de Hormigón	139
Figura 3. 24 Vista isométrica del edificio Diamante Premium Corp.	145
Figura 3. 25 Representación del primer piso edificio Diamante Premium Corp.	146

Figura 3. 26 Colocación Strain Gage sobre superficie	147
Figura 3. 27 Ubicación de Carga de prueba.....	147
Figura 3. 28 Obtención de resultados Strain Gage	148
Figura 3. 29 Resultados obtenidos de la simulación del Edificio Diamante Premium Corp.	149
Figura 3. 30 Deformación Inicial.....	149
Figura 3. 31 Gráfico de dispersión Deflexión Real vs Deflexión Experimental ...	150
Figura 4. 1Columnas	169
Figura 4. 2 Diagrama de Gantt.....	176
Figura 4. 3 Recursos - Desembolsos	177

TABLAS

Tabla 2. 1 Tolerancias Dimensionales	15
Tabla 2. 2 Tolerancias en Agujeros.....	15
Tabla 2. 3 Tolerancias dimensionales de soldadura	16
Tabla 2. 4 Especificaciones para las Placas de Apoyo	16
Tabla 2. 5 Métodos de preparación de superficies.....	34
Tabla 2. 6 Métodos de aplicación de pinturas	38
Tabla 3. 1 Acero ASTM A36.....	85
Tabla 3. 2 Perfiles utilizados en cada piso	86
Tabla 3. 3 Perfiles utilizados edificio Diamante Premium Corp.	87
Tabla 3. 4 Procesos de corte utilizados edificio Diamante Premium Corp.	104
Tabla 3. 5 Parámetros de inspección del Proceso de corte	105
Tabla 3. 6 Parámetros de inspección de técnicas de bisel.....	107
Tabla 3. 7 Columnas requeridas en el edificio Diamante Premium Corp.	111
Tabla 3. 8 Amperajes recomendados para electrodos E6010 Y E 7018	120
Tabla3. 9 Parámetros de Soldadura aplicada	121
Tabla 3. 10 Tabla Especificaciones para el Proceso de Soldadura según elemento del edificio Diamante Premium Corp.	122
Tabla 3. 11 Resultados de optimización.....	134
Tabla 3. 12 Peso Muerto por unidad de área	138
Tabla 3. 13 Peso de la losa según el piso	139
Tabla 3. 14 Metros lineales para las paredes y vidrios.....	141
Tabla 3. 15 Carga Muerta total.....	141
Tabla 3. 16 Parámetros de carga de sismo.....	143
Tabla 3. 17 Carga sísmica.....	144
Tabla 3. 18 Check List para la Prueba de carga	151
Tabla 4. 1 Descripción de Costos de Equipos y Herramientas.....	153
Tabla 4. 2 Descripción de los costos de inversión para el Taller Tipo.....	157
Tabla4. 3 Salarios según la Cámara de Construcción de Quito	159

Tabla 4. 4 Costos por Materiales y Consumibles	160
Tabla 4. 5 Costos Indirectos.....	161
Tabla 4. 8 Perfiles laminados en caliente.....	161
Tabla 4. 7 Rubro Suministro de Acero	162
Tabla 4. 8 Placas base.....	163
Tabla 4. 9 Fabricación Placa base	164
Tabla 4. 10 Pernos de anclaje.....	165
Tabla 4. 11 Rubro Fabricación pernos de anclaje	167
Tabla 4. 12 Ménsulas	167
Tabla 4. 13 Rubro Fabricación de Ménsula.....	168
Tabla 4. 14 Rubro Fabricación de columnas y vigas.....	171
Tabla 4. 15 Rubro Ángulos de corte.....	173
Tabla 4. 16 Rubro Montaje de columnas y viga	175
Tabla 4. 17 Presupuesto	175
Tabla 4. 23 Recursos – Desembolsos.....	176
Tabla 4. 24 Cronograma Valorado	178

FLUJOGRAMAS

Flujograma 2. 1 Procedimientos de construcción de una estructura metálica para un edificio tipo.	21
Flujograma 2. 2 Métodos de preparación de superficies.....	32
Flujograma 3. 1 Fabricación de estructuras metálicas en la construcción.	74
Flujograma 3. 2 Procesos de fabricación de estructuras metálicas.....	75
Flujograma 3. 3 Fabricación losa entrepiso.....	92
Flujograma 3. 4 Proceso de montaje de una estructura tipo	114
Flujograma 3. 5 Proceso de montaje de una estructura tipo	115

NOMENCLATURA

AISC.- American Institute of Steel Construction

AISI.- American Iron and Steel Institute

ASTM.- American Society of Testing Materials

AWS D1.1.- American Welding Society, Structural Welding Code- Steel

DC+.- Polaridad inversa

DC-.- Polaridad directa

SMAW.- Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido

HSLA.- Aceros de alta resistencia y baja aleación

NTE.- Norma Técnica Ecuatoriana

RTE INEN.- Reglamento Técnico Ecuatoriano, Diseño, Fabricación y Montaje de estructuras de Acero

RTFMEA.- Reglamento Técnico para la Fabricación y Montaje de Edificaciones de Acero

UBC.- Uniform Building Code

RESUMEN

Basados en el beneficio del empleo de estructuras metálicas en la construcción de edificios por su resistencia y durabilidad y en la efectividad del uso de soldadura en la fabricación de las juntas de la estructura metálica, se ha visto la necesidad de un análisis profundo de los procedimientos para fabricación y montaje de edificios de estructuras metálicas.

Conociendo que el acero estructural es la materia prima de toda estructura metálica, en el capítulo 1, se presenta una reseña de la obtención del acero, sus propiedades, los procesos para la obtención del acero, ventajas y desventajas que ofrece el mismo durante su aplicación.

En el capítulo 2, se describen los procedimientos de fabricación y montaje para estructuras metálicas así como las consideraciones que se deben tener en cuenta para cualquier elemento estructural que conforme la estructura; además del análisis de riesgos y medidas preventivas para el personal durante el desarrollo de los procedimientos anteriormente descritos.

Para el desarrollo del capítulo 3, se tomó como referencia la Tesis correspondiente al Diseño del entramado de acero de la estructura soporte del edificio "Diamante Premium Corp." ubicado en la ciudad de Guayaquil. Proyecto elaborado a cargo de los ingenieros Erazo Diego y Ordoñez Leonardo, 2013. Se considerarán los elementos estructurales utilizados tales como vigas IPE 330, IPE 240, IPE180 seleccionadas en el proyecto, columnas perfiles cuadrados de 300x300x10 y 300x300x5, arriostres, maquinaria entre otros para llevar a cabo la fabricación y montaje de este edificio, además se encuentra detalle de los requisitos administrativos y técnicos y los requisitos y responsabilidades que tiene el personal que está inmerso en el desarrollo de la fabricación y montaje de la estructura. En esta sección se describe también el procedimiento para las pruebas de carga sobre el prototipo de la estructura de acero para un edificio tipo. Todos los procedimientos se encuentran respaldados por un check list en la parte de anexos.

En el capítulo 4 el análisis de costos permitirá evaluar el total de gastos previstos para la estimación del presupuesto del proyecto mediante la suma total de los gastos que implica la fabricación y montaje del edificio tipo.

Finalmente en el capítulo 5 se establecen conclusiones y recomendaciones del proyecto.

PRESENTACIÓN

En el Ecuador, las técnicas de construcción para edificaciones se han basado en el empleo de hormigón, sin embargo, los últimos años la tendencia ha ido cambiando al uso de acero estructural dadas sus ventajas en peso, costos y facilidad para el montaje, sobre todo en diseños arquitectónicos complejos.

Las estructuras metálicas de acero poseen una gran resistencia mecánica, esto le confiere la capacidad de lograr soluciones de gran envergadura como cubrir grandes luces, soportar cargas importantes, alcanzar formas varias.

A lo largo de su formación, el Ingeniero Mecánico adquiere conocimiento y destreza en la maquinabilidad y soldabilidad de diversos elementos estructurales y de su respectiva aplicación en la industria de construcción de estructuras.

Con éste proyecto de titulación se ratifica la capacidad técnica de los Ingenieros Mecánicos quienes mediante su firma puedan aprobar los proyectos que implican el diseño y construcción de un edificio de acero, abriendo paso a la amplia gama de aplicación industrial por medio del uso de Estructuras Metálicas, elaborar los procedimientos y lineamientos a seguir en lo concerniente a la fabricación y montaje de un edificio con base estructural de acero para garantizar un nivel adecuado de seguridad, confiabilidad y durabilidad del uso de edificaciones de este tipo.

Por tal razón el Ingeniero Mecánico tiene la necesidad de involucrarse en esta tendencia del diseño estructural, aportando al desarrollo de la ingeniería en nuestro país

ALCANCE

El presente proyecto de titulación detalla los procedimientos técnicos, requisitos que deben cumplir el personal, materiales, equipos y herramientas que intervienen en las siguientes actividades:

Fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio tipo.

Análisis de sistemas, subsistemas y elementos estructurales que conforman la estructura de acero para un edificio tipo.

Estos procedimientos no son aplicables para fabricación y montaje concerniente a tanques y recipientes de presión, puentes carreteros o ferroviarios tenso-estructurales, construcciones hidráulicas de acero, torres especiales, construcciones sometidas a temperaturas críticas o para toda estructura de acero para el que exista un manual de procedimientos vigente.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Las técnicas de construcción para edificaciones se han basado principalmente en el empleo de hormigón. En los últimos años la tendencia ha ido cambiando por el uso de acero estructural dadas sus ventajas en peso, costos y facilidad de montaje, sobre todo en diseños arquitectónicos complejos.

El presente capítulo da una introducción al uso del acero como material estructural así como su clasificación y propiedades.

1.2 ACERO Y SU APLICACIÓN EN ESTRUCTURAS METÁLICAS

El acero es una aleación metálica de hierro carbono con máximo 2.11% de carbono a la cual se adicionan varios elementos de aleación que confieren mejoras en las propiedades mecánicas específicas según su aplicación en la industria.

Los principales elementos de aleación son: cromo, tungsteno, manganeso, níquel, vanadio, cobalto, molibdeno, cobre, azufre y fósforo. Los productos ferrosos con más de 2.11% de carbono denominan fundiciones de hierro.

Con el pasar del tiempo el hombre ha investigado sobre materiales de construcción, buscando una forma más versátil que la anterior. El apareamiento de la siderurgia dio una notable mejoría en las técnicas de fabricación, montaje y construcción, empleando el acero como material principal debido a la alta resistencia que este presenta en relación a otro material de construcción. Esto confiere la posibilidad de cubrir grandes luces y soportar cargas importantes dando soluciones de gran envergadura por medio del empleo de estructuras metálicas a base de acero.

En el Ecuador, los edificios a base de estructuras de acero iniciaron su auge por el año de 1982 siendo preferidas frente a edificios convencionales gracias a su rapidez de construcción, ventajas en plazos de obra, relación costo de mano de obra- costo de materiales, financiación, etc.

La estructura de común aplicación es de entramados con nudos articulados, con vigas apoyadas o continuas, o con complementos singulares de celosía para arriostrar el conjunto estructural.

Según el uso que tengan las estructuras de acero de las puede clasificar de forma general en:

- Puentes: carreteros, ferrocarriles y de uso peatonal
- Edificios: estructuras de marco rígido, marco conectado, muros de carga, soportados por cables y en voladizo, estructuras de armaduras simples o alternadas.
- Otras estructuras: incluyen torres de transmisión de potencia, torres par instalaciones de radar, transmisión telefónica, comunicación, servicios de suministro de agua y de terminales de transporte.¹

1.3 ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

El acero como material estructural es versátil, económico y resistente para la industria de construcción, su elevada ductilidad permite resistir deformaciones con niveles altos de esfuerzos sin llegar a la ruptura.

Las aplicaciones de este material para la construcción incluyen perfiles estructurales de diferentes secciones como son: I, H, L, T, C, etc., como también en instalaciones para industrias como: puentes colgantes, varillas, mallas etc.²

¹ *josmvala*. (27 de julio de 2011). Obtenido de <https://tapuchino.wordpress.com/2011/07/27/ensayos-del-acero-estructural>

1.3.1 UTILIZACIÓN DEL ACERO ASTM A36

El acero más comúnmente utilizado para la construcción de estructuras y equipo menos pesado es el A36.

La producción del acero se lo realiza de acuerdo a la especificación ASTM A36 donde se puede conseguir todo tipo de perfiles, placas, barras de calidad para atornillados o soldados en la construcción de edificios, puentes y estructuras en general.

1.3.1.1 Características del Acero A36

1.3.1.1.1 Composición Química del Acero A36

PRODUCTO	VIGAS*	PLACAS**					BARRAS			
ESPESOR (in)	TODAS	¾"	¾" - 1 ½"	1 ½" - 2 ½"	2 ½" - 4"	Sobre 4"	¾"	¾" - 1 ½"	1 ½" - 4"	Sobre 4"
(mm)		Hasta 20mm	20mm a 40mm	40mm a 65mm	65mm a 100mm	Sobre 100mm	Hasta 20mm	20mm a 40mm	40mm a 100mm	Sobre 100mm
%C – máx.	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
%Mn – máx.	0.80-1.20	0.80-1.20	0.85-1.20	...	0.60-0.90	0.60-0.90	0.60-0.90
%P – máx.	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
%S	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
%Si	0.40 Max	0.40 Max	0.40 Max	0.15-0.40	0.15-0.40	0.15-0.40	0.40 Max	0.40 Max	0.40 Max	0.40 Max
% Cu – mín. cuando el cobre es especificado en el acero	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

*El contenido de manganeso de 0.85 a 1.35%, y el contenido de silicio de 0.15 a 0.40% es requerido en vigas por encima de 426lb/ft o 634kg/m.
 ** por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo de carbono especificado, un aumento del 0,06% de manganeso por encima del máximo especificado se permitirá hasta un máximo de 1,35%

Tabla 1. 1 Composición Química del Acero A36

Fuente: (Ferrocortes)

² Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). Obtenido de Ingeniería Estructural I: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/ACERO%20ESTRUCTURAL.htm>

1.3.1.1.2 Soldabilidad

De acuerdo a la especificación ASTM A36, para el proceso soldadura se debe proceder según el grado de acero y el uso o servicio previsto. Por lo que se recomienda consultar el Apéndice X3 de la Especificación A 6/A 6M para obtener información sobre soldabilidad.

1.3.1.1.3 Requerimientos de tensión

Debido a su propiedad isotrópica, su resistencia se determina mediante ensayos a tensión, y sus elementos pueden unirse mediante procesos como soldadura, pernos o remaches.

Su esfuerzo de fluencia mínimo de 3600psi. Además, es el único acero que puede obtenerse en espesores mayores a 8 pulgadas, aunque estas placas como excepción, solo están disponibles con esfuerzo de fluencia mínimo inferior especificado, siendo este 32ksi.

Para el material de conexión normalmente se especifica cómo A-36, sin importar el grado de sus propios componentes primarios. El esfuerzo último de tensión de este acero varía de 58ksi a 80 ksi; para cálculos de diseño se utiliza el valor mínimo especificado.

Requerimientos a tensión*		
Láminas, Vigas* y barras	Ksi (Mpa)	*ver orientación del espécimen bajo la prueba a tensión según especificación A6. para la gama formas de brida sobre 426lb/ft (634kg / m), el 80 KSI (550Mpa) resistencia a la tensión máxima no se aplica una elongación mínimo en 2in (50mm) de 19% se aplica.
Esfuerzo último	50-80 (400-550)	*** Punto de fluencia 32 KSI (220 MPa) para las placas de más de 8in (200mm) de espesor. Alargamiento de que no es obligatorio determinarle para placa de piso. Las placas de más de 24 en (600 mm) el requisito de elongación se reduce dos puntos porcentuales. Ver los ajustes de elongación en la sección de ensayo de tracción de la especificación A6
Esfuerzo de fluencia	36 (250)	
Láminas y Barras,**,***		
Elongación en 8in. (200mm), min, %	20	
Elongación en 2in. (50mm), min, %	23	
Dureza	120-135 HB	HB: Dureza Brinell

Tabla 1. 2 Requerimientos a tensión para Aceros ASTM A 36

Fuente: (Ferrocortes)

1.4 PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL ACERO

Fundamentalmente se tiene el mineral de hierro formado por óxidos de Fe y ganga que, al ser tratado en los altos hornos se obtiene hierro con 4% de carbono aproximadamente, ésta nueva composición se conoce como Arrabio.

Las características de este nuevo material son la dureza y fragilidad, sin embargo para su uso es necesario reducir el porcentaje de carbono afinando el arrabio en convertidores que se utilizan para quemar el carbono sobrante obteniéndose el acero en bruto con el porcentaje de carbono en torno al 2%, figura 1.1.

La nueva composición se vierte en lingoteras para su enfriamiento y acabado por los diferentes métodos de conformado.

Con el fin de alcanzar las propiedades mecánicas deseadas se realiza un tratamiento térmico (revenido, templado, recocido).

Para la obtención de los perfiles a utilizarse en este tipo de construcción es necesario realizar el proceso de conformado por laminado con el uso de máquinas y herramientas de alta potencia formadas por cilindros paralelos, figura 1.2 (laminadoras). Este proceso de conformado mecánico asegura un acero homogéneo y con menos imperfecciones del lingote, alta resistencia a la compresión y tracción y buenas cualidades de elasticidad, figura 1.3.



Figura 1. 1 Proceso de Fabricación del Acero- Etapa 1

Fuente: (Junta de andalucia)



Figura 1. 2 Proceso de Fabricación del Acero – Etapa 2

Fuente: (Junta de andalucia)

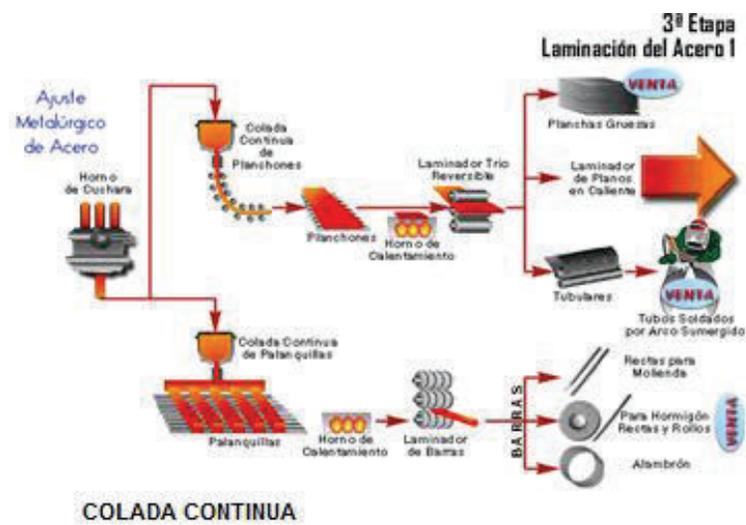


Figura 1. 3 Proceso de Fabricación del Acero³ - Etapa 3

Fuente (Junta de andalucia)

³ Junta de andalucia. (s.f.). Obtenido de Junta de andalucia:
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesalfonso_romero_barcojo/trabajos_alumnado/el%20hierro/el%20hierro.html

1.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

1.5.1 VENTAJAS

- Alta resistencia mecánica y reducido peso propio.
- Facilidad de montaje y transporte debido a su ligereza.
- Rapidez de ejecución, se elimina el tiempo necesario para el fraguado, colocación de encofrados, que exigen las estructuras de hormigón.
- Facilidad en realización de refuerzos y reformas sobre la estructura ya construida.
- Valor residual alto como chatarra.
- Ventajas en la prefabricación, los elementos se pueden fabricar en taller y unir posteriormente en obra de forma sencilla.
- Buena resistencia al choque y solicitaciones dinámicas como los sismos.
- Alta fiabilidad, el material es homogéneo y de calidad controlada

1.5.2 DESVENTAJAS

- Sensibilidad frente al fuego. las características mecánicas de un acero disminuyen rápidamente con la temperatura.
- Dificultades de adaptación a formas variadas.
- Excesiva flexibilidad. el diseño de las estructuras metálicas suele estar muy limitado por las deformaciones, además de por las tensiones admisibles, lo que provoca una resistencia desaprovechada al limitar las deformaciones máximas para evitar vibraciones.
- Sensibilidad a la rotura frágil, la selección de un inadecuado tipo de acero o una mala ejecución de las uniones soldadas pueden provocar la fragilidad del material y la rotura brusca e inesperada.

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

En cuanto a la fabricación y montaje del edificio tipo, en éste capítulo se describe el procedimiento a seguir, tomando en cuenta los parámetros previos a la fabricación y montaje así como los requisitos del personal.

2.2 REQUERIMIENTOS

2.2.1 PLANOS

Los planos son documentos contractuales en base a los cuales se construye la estructura metálica. Los planos que se manejan durante la elaboración de un proyecto son: Planos de diseño, planos de fabricación, y planos de montaje.

2.2.1.1 Sistema de unidades

El sistema de unidades a utilizarse en los planos, manuales y documentación en general empleados a lo largo de la fabricación y montaje del edificio tipo es el sistema internacional de numeración SI.

2.2.1.1.1 Tolerancias dimensionales

Los elementos estructurales deberán ajustarse las tolerancias dimensionales de fabricación expuestas a continuación, en caso de utilizar tolerancias diferentes, estas deben ser registradas en el plano correspondiente del elemento estructural.

Tomando L como la distancia desde el punto en que comienza la desviación especificada hasta el punto de apoyo más cercana en mm, la tolerancia para esa

desviación se calcula como $l / 800$. L debe ser igual o inferior a la mitad de la distancia.

En el pliego de especificaciones del proyecto deberán estar registradas las tolerancias utilizadas a lo largo de la fabricación y montaje de la estructura.

Todo elemento estructural fabricado en el taller cumplirá con las siguientes tolerancias dimensionales:

- Para miembros con extremos de apoyo por contacto aislados (con rugosidad ANSI máxima de 500.) una variación de 1 mm en la longitud total es aceptable.
- Los miembros con extremos para apoyo por contacto sin aislar que deberán ser ensamblados podrán tener una variación en la longitud de no más de 2 mm para miembros de 10 m de longitud, y no más de 3 mm para miembros con longitud mayor a 10 m.
- La tolerancia en la desviación de la rectitud de miembros en compresión es $1/1000$ de la distancia entre soportes laterales.
- Los miembros estructurales terminados deben estar libres de torceduras, dobleces, juntas abiertas o deformaciones del material, de existir serán causa de rechazo del elemento
- Si los miembros estructurales requieren de contra flechado, la tolerancia de taller permitida esta especificada en el rango desde cero a 13 mm (0/+13) para miembros de 15 m de longitud o menor, para miembros de mayor longitud en el rango desde cero a 3,2 mm por cada 3 m de longitud.
- Para inspección la contraflecha debe ser medida en taller y sin acción de cargas
- El borde de la junta soldada debe reunir las especificaciones estipuladas en el código AWS.
- Tolerancias entre agujeros a bordes cortados:

Barras 0/+3mm

Chapas metálicas 0/+4mm

- Tolerancias longitudinales, especificado en la tabla 2.1

Tolerancias dimensionales	
Longitud en mm	Tolerancias en mm
Hasta 1000	± 2
De 1001 a 3000	± 3
De 3001 a 6000	± 4
De 6001 a 10000	± 5
De 10001 a 15000	± 6
De 15001 a 25000	± 8
De 25001 o mayor	± 10

Tabla 2. 1 Tolerancias Dimensionales

- Tolerancias de flecha en todo elemento estructural recto, de longitud L, será el menor de los dos valores siguientes: L/1500 o 10mm
- Tolerancias en Agujeros, especificado en la tabla 2.2.

Tolerancia en los agujeros		
Diámetro del agujero en mm	Separación y alineaciones en mm	Diámetros para pernos y otros tornillos en mm
11	± 1,0	± 1
13, 15, 17	± 1,5	
19, 21, 23	± 2,0	
25, 28	± 3,0	

Tabla 2. 2 Tolerancias en Agujeros

Tolerancias dimensionales	
Longitud en mm	Tolerancias en mm
Hasta 15	$\pm 0,5$
De 16 a 50	$\pm 1,0$
De 51 a 150	$\pm 2,0$
De 151 o mayor	$\pm 3,0$

Tabla 2. 3 Tolerancias dimensionales de soldadura

a) Bases de columnas y placas de apoyo

Las placas de apoyo de acero de espesor igual o menor a 50 mm con superficie satisfactoria de contacto podrán no maquinarse, tabla 2.4.

Placas de apoyo	Especificación
0 a 50 mm	Con superficie de contacto satisfactoria podrán no maquinarse
50 mm a 100 mm	Podrán ser enderezadas por prensado, excepto casos especificados.
Mayor a 100 mm	Deberán ser maquinadas en toda la superficie de apoyo

Tabla 2. 4 Especificaciones para las Placas de Apoyo

- Las superficies inferiores de las placas de apoyo y bases de columnas que serán rellenadas con mortero no requieren ser maquinadas

- Si se emplean cordones de soldadura a tope de penetración completa entre columna y placa de apoyo, las superficies no requieren maquinado.

2.2.1.2 Planos no arquitectónicos

Son los planos que no están registrados bajo norma pero sirven para a correcta interpretación el proceso.

2.2.1.3 Planos estructurales

Los planos estructurales son dibujos preparados por el diseñador estructural para el propietario. Los planos y las especificaciones técnicas forman parte de los documentos contractuales, deben contener un adecuado conjunto de notas, detalles y toda aquella información necesaria para armar la estructura; además deben presentarse en tal forma que puedan interpretarse rápida y correctamente.

La responsabilidad del diseñador estructural es entonces proporcionar los planos estructurales que permitan construir la obra sin dificultades. Los requisitos de diseño de las normas deben estar contenidos en los detalles. El diseñador deberá interpretar las disposiciones del reglamento y plasmarlas correctamente en los planos.

El Proyecto de Estructura deberá constar de los siguientes documentos para su presentación:

- Planos de ejes con indicaciones de las solicitaciones: cargas, momentos y empujes que se transmiten a las fundaciones.
- Fundaciones con indicación clara y precisa de sus ejes.
- Cortes longitudinales y transversales del plano de fundaciones que deberán extenderse a una distancia prudencial de las estructuras proyectadas, para describir adecuadamente el terreno original y el nivel o niveles proyectados, de modo que se vea claramente la situación de las bases de columnas, vigas de riostra, pavimentos, muros, brocales, túneles

o ductos, gradas, escaleras, andenes y, en general, de cualquier estructura que este a nivel o bajo tierra, con respecto a dichos niveles. Cuando el caso lo requiera, se harán cortes parciales en una escala mayor de modo que descarten la posibilidad de soluciones diferentes a la concebida por el proyectista.

- Detalles de Fundaciones.
- Envigado y losas de entrepisos y azoteas.
- Estructura de techos.
- Detalles de techos y formas.
- Columnas, Machones, Dinteles y Vigas de Corona.
- Escaleras con sus detalles.
- Juntas de dilatación con sus detalles.
- Cortes Estructurales y detalles.
- Estanque subterráneo y/o elevado. En los planos estructurales se deberá indicar las resistencias de los materiales utilizados. En los planos de envigados, se indicará claramente cualquier detalle estructural que deba vaciarse conjuntamente con la placa o que necesite raíces en la misma para un vaciado posterior. (Ej.: brocales, barandas, pantallas, etc.)

2.2.1.4 Planos de corte

En ocasiones, debido a la complejidad de los detalles internos de una pieza, su representación se hace confusa, con gran número de aristas ocultas, y la limitación de no poder acotar sobre dichas aristas. La solución a este problema son los cortes y secciones, que estudiaremos en este tema.

También en ocasiones, la gran longitud de determinadas piezas, dificultan su representación a escala en un plano, para resolver dicho problema se hará uso de las roturas, artificio que nos permitirá añadir claridad y ahorrar espacio. Las reglas a seguir para la representación de los cortes, secciones y roturas, se recogen en la norma UNE 1-032-82, "Dibujos técnicos: Principios generales de representación", equivalente a la norma ISO 128-82.

2.2.1.5 Planos de taller

Los Planos de Construcción o de Taller son Planos de Trabajo para la colocación del acero de refuerzo. Estos planos incluyen detalles de cómo colocar el acero de refuerzo en los elementos estructurales que componen una construcción, debe mostrarse la longitud y ubicación de los empalmes traslapados, la ubicación de los empalmes mecánicos o soldados, la posición de las varillas dobladas. Esto incluye la lista de las varillas, detalle de doblado, plantas o elevaciones de construcción. Estos planos se pueden elaborar a mano o incluir impresiones a computadora.

El objetivo fundamental de los Planos de Construcción es comunicar al personal de campo en la obra, la intención del diseñador estructural expresada en los Planos Estructurales y Especificaciones Técnicas.

Estos planos deben incluir toda la información detallada para la completa colocación de todo el refuerzo y los apoyos de las varillas y deben ser preparados en función del diseño estructural, contenidas en los documentos contractuales.

El contratista proporcionara toda la información pertinente y relevante adicional sobre las condiciones particulares de campo; como por ejemplo variaciones en las profundidades de desplante de las cimentaciones, variaciones de las dimensiones del edificio, juntas de construcción o secuencia del colado del concreto. Una vez aprobados los Planos de Taller o Construcción, el personal de campo debe seguirlos para el armado de cada uno de los elementos estructurales.

Al recibir los planos estructurales y las Especificaciones Técnicas, el contratista deberá realizar lo siguiente:

1. Preparar los planos de Construcción o Planos de Taller, incluyendo los detalles de doblado de las varillas.

2. Obtener la aprobación de los Planos de Taller elaborados por parte del Supervisor o del Diseñador Estructural.
3. Preparar las listas de varillas y proceder a preparar los cuadros de varillas de acuerdo al listado elaborado.
4. Etiquetar, agrupar y entregar en el sitio de la obra las varillas de refuerzo ya preparadas.

La responsabilidad de quien prepare los planos de construcción está limitada a seguir cada una de las instrucciones contenidas en los Planos Estructurales y Especificaciones Técnicas.

2.2.1.6 Planos de detalle

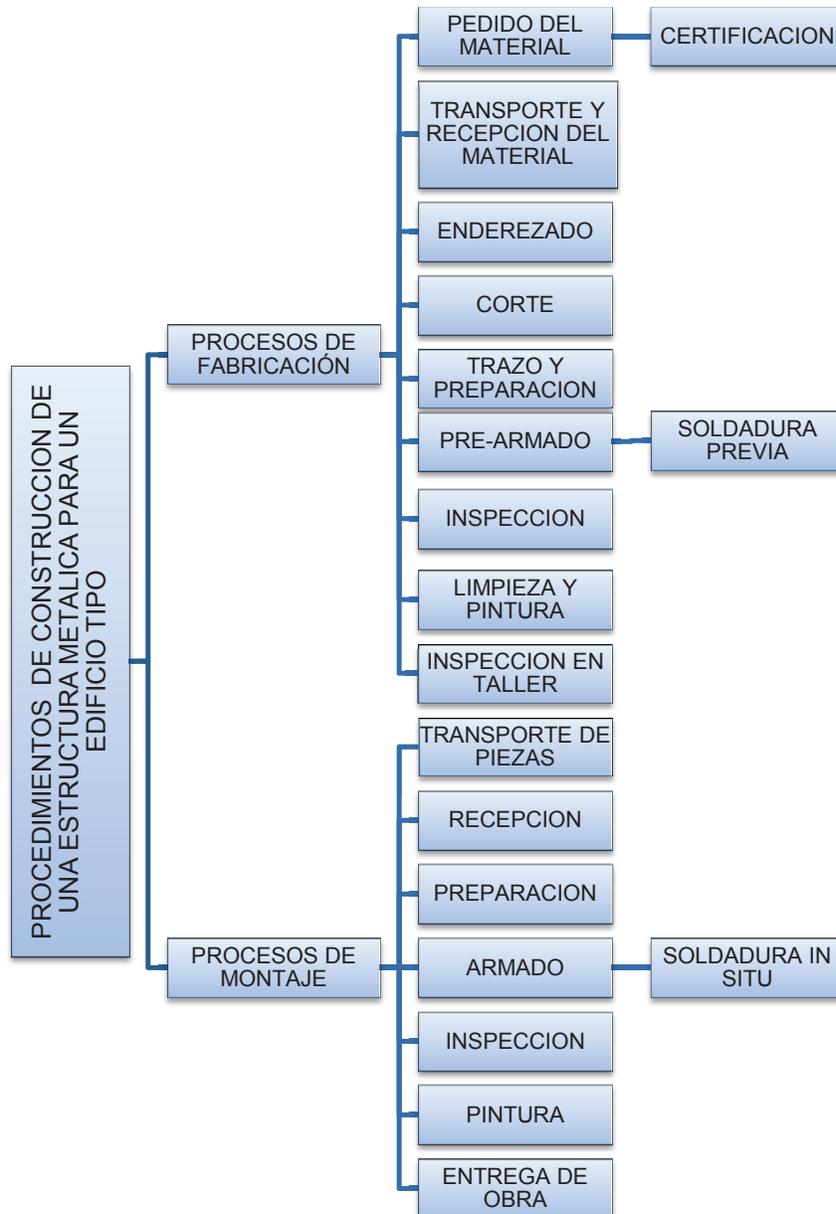
Este plano contiene la información de los planos generales, a una escala menos reducida siendo esta información: secciones de muros típicos, detalles de elementos, tales como, gradas, jardineras, cenefas, etc. pero también se incluyen dentro de estos, detalles de carpintería, herrería y del mobiliario detalles de base y su base del piso, etc. la manera de representar los detalles de base y su base del piso, etc. la manera de representar los detalles, consiste en proyecciones ortogonales.

2.3 FABRICACIÓN DE UNA ESTRUCTURA TIPO

El proceso de fabricación de una estructura tipo se realiza en áreas especializadas para el desarrollo de cada procedimiento con sus respectivos equipos y personal capacitado para ejercer el trabajo respectivamente designado, lo cual se vigila con constancia, mediante un programa de control de calidad de cada proceso por el que pasa la pieza de la estructura metálica.

Las instalaciones deben brindar el confort y seguridad necesaria para la ejecución del trabajo, esto garantiza la excelencia en la mano de obra y la mayor confianza en el proceso.

Contando con un diseño racional, un acero estructural de alta calidad, Implementando tecnología en los procesos de fabricación, empleo de materiales de aportación de fabricación controlada, una mano de obra calificada y apegado a la norma especificada, tendremos como resultado una estructura de alta confiabilidad, que responde a las condiciones que sirvieron para su análisis y diseño.



Flujograma 2. 1 Procedimientos de construcción de una estructura metálica para un edificio tipo.

2.3.1 PEDIDO DEL MATERIAL⁴

Para realizar el pedido de material, se deberá tener en cuenta las dimensiones, tolerancias, juntas y ajustes que deben tener las piezas, evitando desperdicios, desde el punto de vista estructural y económico, el material deberá ajustarse a las medidas comerciales, entendiéndose por esto las medidas estándar de fabricación de cada pieza o elemento necesario para la estructura.

2.3.1.1 Certificación

Es de gran importancia contar con el Certificado de Conformidad de la Producción del Acero caso contrario se debe realizar pruebas de laboratorio con el fin de determinar su composición.

2.3.2 TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DEL MATERIAL AL TALLER

La gestión en cuanto al transporte debe ir en función de suplir las necesidades del espacio asignado para la obra.

El transporte de láminas, perfiles y todo lo que implica la fabricación del edificio se debe realizar de manera que éstos no sufran ningún daño causado por el inadecuado embalaje de los mismos. Para evitar daños físicos, se acondicionan “cunas” que imposibilitan el movimiento y contacto entre el material a utilizar, figura 2.1.

⁴ VILLASEÑOR RUIZ, O. (JUNIO de 1990). Tesis Fabricación y Montaje de una Estructura Metalica. Mexico: Instituto Tecnológico de la Construcción, A.C.

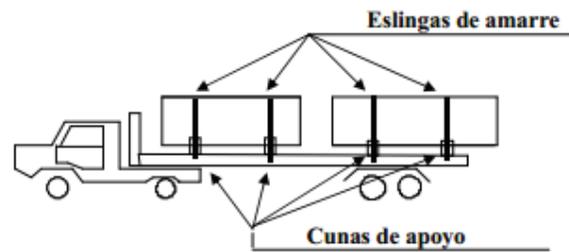


Figura 2. 1 Transporte del acero

Fuente: (S.A. P. D., pág. 1)

Cuando el transporte se realice en camiones sin techo, es necesario utilizar un protector plástico para evitar corrosión.

Por parte de la logística encargada de la obra, se debe adecuar el acceso apto para permitir la entrada de camiones tipo tráiler. Se debe limitar el acceso a camiones de acceso estrechos o con limitaciones de peso, además la pendiente máxima que admiten este tipo de camiones es del 6%. Los tráileres utilizados como medio de transporte deben cumplir con las leyes de tránsito vigentes. La descarga de los elementos constituyentes en la obra se realizara con la ayuda de grúas o elementos adecuados al peso.

Al recibir el material, deberá hacerse una selección cuidadosa de éste, seleccionándolo de acuerdo con las longitudes y secciones requeridas, con objeto de evitar pérdidas de operación del material en el taller.

Es indispensable dotar de un área adecuada para el almacenamiento. El espacio destinado a la realización de la obra debe constar de dos bodegas, la primera para almacenar los elementos estructurales (materia prima) y una adicional para el almacenamiento de herramientas y equipo de seguridad (guantes, cascos, etc.).⁵

⁵ VILLASEÑOR RUIZ, O. (JUNIO de 1990). Tesis Fabricación y Montaje de una Estructura Metalica. Mexico: Instituto Tecnológico de la Construcción, A.C.



2.3.3 ENDEREZADO

Contraflecha, curvado y enderezado son procedimientos que se usan para corregir deformaciones en perfiles o chapas metálicas dadas por el almacenaje, transporte, fabricación, efectos térmicos, empalme. Se puede realizar por conformado mecánico o térmico.

El enderezado por medio de llama resulta una práctica común en el procesado de aceros estructurales. El objetivo que se persigue con dicha técnica consiste en introducir o revertir modificaciones en la forma del componente metálico con el fin de ajustarse a una geometría dada. Las deformaciones introducidas, de origen térmico, se consiguen mediante la aplicación de un flujo de calor sobre el componente, dando lugar a expansiones térmicas durante el proceso y a contracciones permanentes tras el enfriado.

El enderezado en frío con prensa o trenes de rodillos ofrecen resultados satisfactorios, figura 2.2.



Figura 2. 2 Enderezado

Fuente: (ECKOLD)

La contraflecha y curvado de la placa es medida en el proceso y no estará presente de igual manera a lo largo de la sección de la viga. La contraflecha es una ligera curvatura, convexa, que se realiza en una viga o cercha para compensar cualquier flecha prevista cuando soporte un peso. También llamada combadura.

La longitud máxima que puede ser contraflechada depende de la longitud a la cual una sección puede ser rolada con un máximo de 30m.

La operación de curvado es un proceso de fabricación que busca darle forma a perfiles metálicos.

El curvado depende del diámetro del caño a doblar, así como el espesor del mismo y el material con el que se ha confeccionado. La maquinaria usada para el curvado debe proveer de una energía suficiente como para poder deformar la pieza, sin generar efectos adversos como tensiones innecesarias o dobleces excesivos.

2.3.4 TRAZO Y PREPARACIÓN

El proceso de trazado consiste en reproducir sobre una superficie metálica las cotas o referencias necesarias para el desarrollo de los procesos de fabricación posteriores. El trazo se realizara conforme las indicaciones de los planos de taller.

El trazador también se encargara de la preparación de piezas para efectos de soldadura, tales como biseles, cortes especiales, etc.

Para que el acople de las juntas tenga mayor precisión se realiza un perforado simultaneo en las partes mediante equipos automáticos de trazado y perforado.

La aprobación del procedimiento está a cargo del jefe de taller

2.3.4.1 Elementos

Puntas de trazar o marcar, es una varilla de acero delgado terminado en un extremo en punta plana y en el otro extremo doblada unos 90° afilada y endurecida por temple. Se los utiliza para señalar o marcar sobre toda superficie.



Figura 2. 3 Puntas de señalar

Granete o punta de marcar, varilla de acero de unos 18 o 20 cm de largo su filo es un cono de unos 60° o 70° . Se lo utiliza para marcar centros.

Comparadores, sirven para la comparación de unas medidas con otras. Constan de un eje cilíndrico que al deslizarse sin holgura entre una guía hace girar una aguja alrededor de un cuadrante dividido en 100 partes.

2.3.4.2 Inspección de Trazado y Enderezado

Se debe verificar el correcto proceso de trazado y enderezado, de existir alguna falla en el proceso se realizará el levantamiento de no conformidades.

2.3.5 CORTE DEL MATERIAL

El corte de los elementos estructurales debe realizarse teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:

- Si el corte es recto se controla mediante topes, en el caso de cortes con forma se los realiza por control numérico o con fotocélulas que siguen las figuras trazadas a escala.
- Los bordes del corte deben estar libres de rebabas, filos o irregularidades.
- Los cortes realizados deben registrarse a los planos de taller.

2.3.5.1 Tipos de corte

2.3.5.1.1 *Proceso de corte con cizalla (guillotina)*

Proceso en el que las piezas se separan al aplicar sobre el elemento o chapa metálica fuerzas iguales pero de sentido opuesto, figura 2.4. El empleo de la cizalla se permite para chapas pequeñas y finas, planas y angulares. ($e < 15\text{mm}$).



Figura 2. 4 Corte con cizalla⁶

Fuente : www.freewebs.com

⁶(s.f.). Obtenido de <http://www.freewebs.com>

2.3.5.1.2 *Proceso Oxicorte*

El proceso de oxicorte se debe a la reacción química entre oxígeno y el material base a temperaturas elevadas facilitando el corte del material.

El proceso se basa en la rápida formación de óxido de hierro, producido cuando se introduce una corriente de oxígeno puro a alta presión dentro del perímetro de corte. El hierro se oxida rápidamente debido al oxígeno de alta pureza y esta reacción libera calor. El flujo de oxígeno y los gases de combustión desplazan el óxido fundido y el metal arde a su paso, produciendo un corte estrecho.

El oxicorte es un método rentable para cortar chapas con o sin preparación. Las aplicaciones de oxicorte se limitan al acero al carbono y de baja aleación. Estos materiales pueden cortarse con rangos de espesor comprendidos entre 1,6 mm y 10,2 mm mediante el oxicorte manual y espesores mayores se cortan mediante el uso de máquinas de corte con buenos resultados.

“La técnica del oxicorte comienza con el precalentamiento. Para ello, con el soplete utilizando parte del oxígeno y el gas combustible crea una llama de precalentamiento formada por un anillo perimetral en la boquilla de corte.

Una vez alcanzada la temperatura de ignición en la pieza, se actúa sobre el soplete para permitir la salida por el orificio central de la boquilla del chorro de oxígeno puro, con lo que se consigue enriquecer en oxígeno la atmósfera que rodea la pieza precalentada, y así, utilizando la llama de precalentamiento como agente iniciador se da lugar a la combustión figura 2.5.

El óxido resultante de la combustión fluye por la ranura del corte, a la vez que sube la temperatura de las paredes, ayudando a mantener el proceso.”⁷

(Ingemecánica)

⁷ *Ingemecánica*. (s.f.). Obtenido de Ingemecánica:
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn44.html>

Estación correcta y segura para soldadura y oxicorte con soplete de gas.

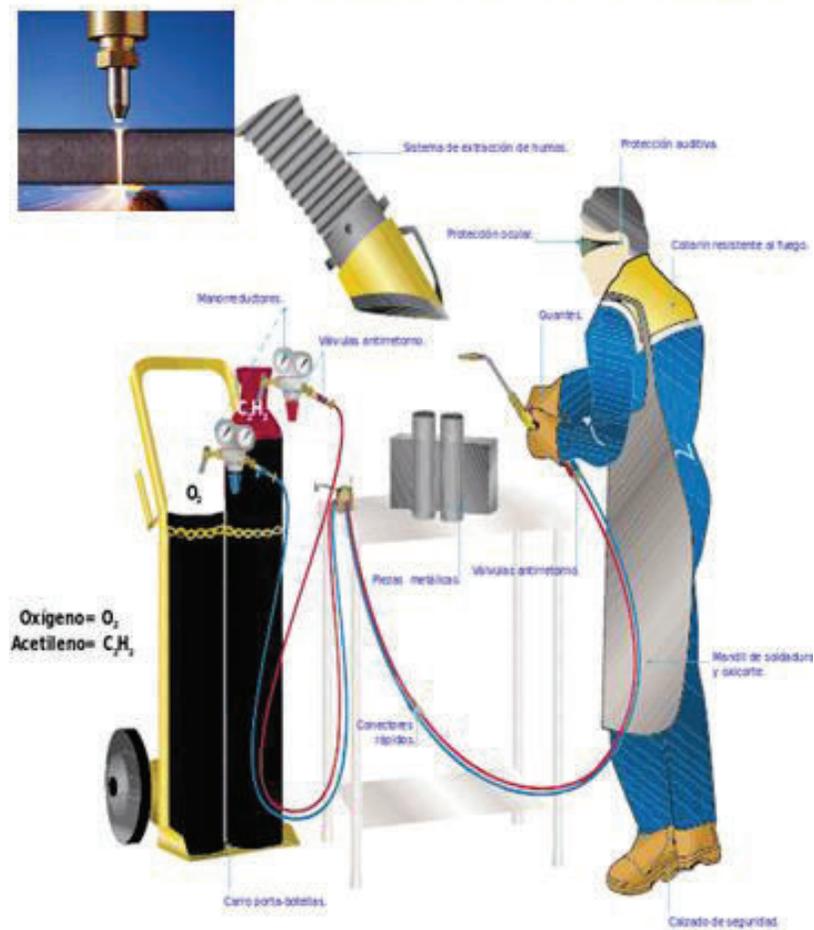


Figura 2. 5 Proceso Oxicorte⁸

Fuente: (CIERREX, 2009)

2.3.5.1.3 Proceso de corte con arco de plasma

Este proceso corta metales al fundir un área localizada del material mediante un arco eléctrico restringido que elimina el material fundido con un chorro de gas ionizado caliente a alta velocidad.

⁸ CIERREX. (06 de abril de 2009). WIKIMEDIA COMMONS. Obtenido de http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oxygas_welding_station.jpg?uselang=es

El corte plasma puede utilizarse para cortar cualquier metal conductor de electricidad si su espesor y forma permiten la plena penetración del chorro de plasma. Es una alternativa económica para muchas aplicaciones industriales, figura 2.6.

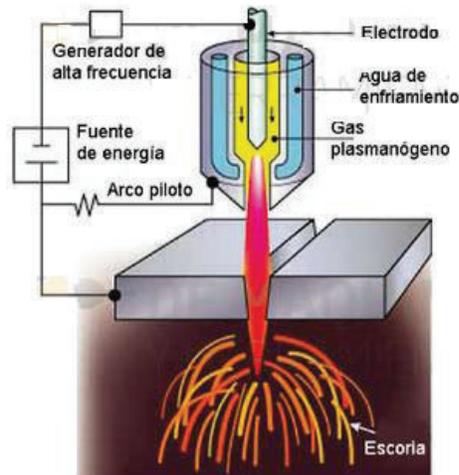


Figura 2. 6 Corte con arco de plasma ⁹

Fuente: (DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS)

2.3.5.1.4 *Proceso de corte con laser*

El corte láser es un proceso de corte térmico basado en la fusión o vaporización altamente localizadas que produce un haz de luz coherente de alta energía, por lo general con la ayuda de un gas de asistencia. El gas de asistencia desaloja el material fundido de la zona de corte, figura 2.7. Es aplicable tanto en los materiales metálicos como en los no metálicos. Los equipos de corte láser producen un corte de alta calidad y elevada reproductibilidad con una zona afectada térmicamente mínima y poca o ninguna distorsión.

⁹ DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS. (s.f.). Obtenido de DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS: <http://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/corte-por-plasma-generalidades>

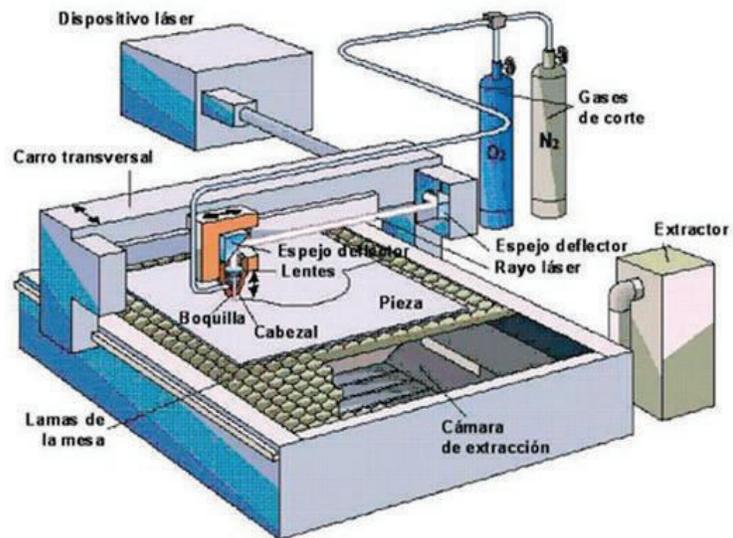


Figura 2. 7 Corte con laser¹⁰

Fuente: (Interempresas, 2003)

2.3.5.2 Inspección de proceso de Corte

Se debe verificar el correcto proceso de corte, de existir alguna falla en el proceso se realizará el levantamiento de no conformidades.

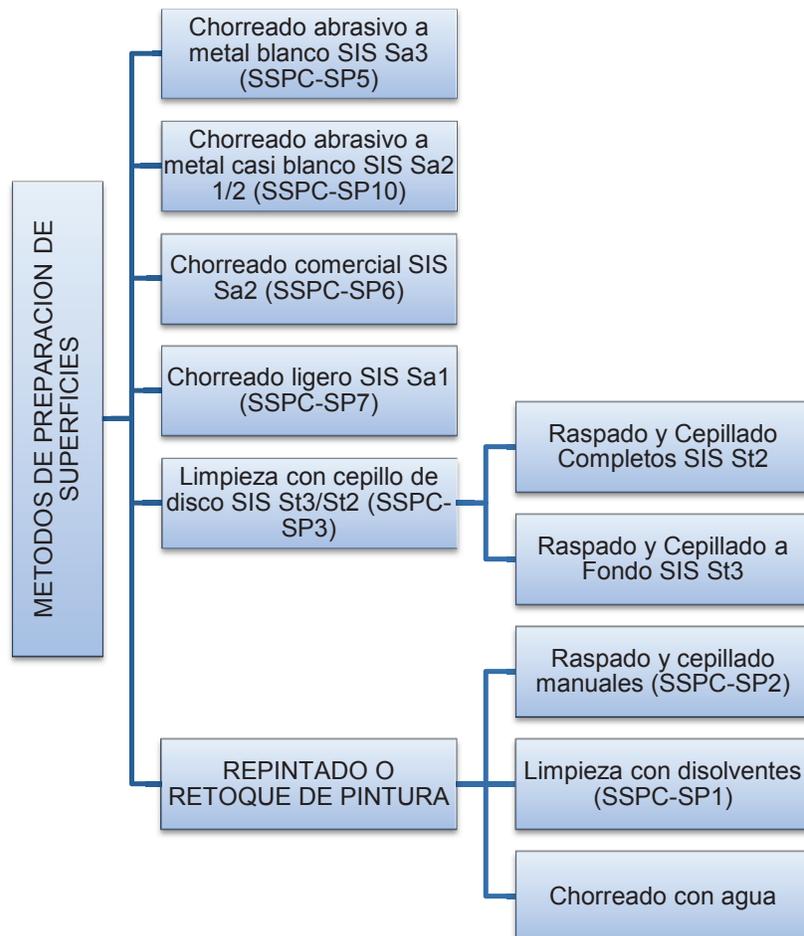
2.3.6 LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE JUNTAS

2.3.6.1 Preparación de la superficie

Antes de pintar se deberá eliminar la grasa, el aceite, el polvo y cualquier otro contaminante depositado sobre la superficie a tratar después de ser preparada.

¹⁰ Interempresas. (1 de Febrero de 2003). Obtenido de Interempresas: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/12110-Tecnologias-de-corte-de-chapa.html>

En el caso de que aparezcan zonas oxidadas después de haber preparado la superficie, éstas deberán ser nuevamente limpiadas.



Flujograma 2. 2 Métodos de preparación de superficies

A continuación se indican las equivalencias de la preparación de superficies entre las Normas SSPC, SIS 05.59.00 y el British Standard 4232:

La superficie debe estar libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación restos de pintura sin excepciones.

Descripción	PSC	SIS 05.59.00	BS 4232	OBSERVACIONES
Chorroado Abrasivo a Metal Blanco	SSPC- SP-5	Sa3 Grados A,B,C,D	Primera Calidad	Es utilizada donde las condiciones son extremadamente severas, con contaminantes ácidos, sales en solución, etc.
Chorroado Abrasivo a Metal Casi Blanco	SSPC- SP-10	Sa2 1/2 Grados A,B,C,D	Segunda Calidad	Es la especificación comúnmente utilizada. Reúne las características de buena preparación y rapidez en el trabajo. Se lo utiliza para condiciones regulares a severas.
Chorroado Comercial	SSPC- SP-6	Sa2 Grados A,B,C,D	Tercera Calidad	La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido y los restos de capa de laminación no deben superar al 33% de la superficie en cada pulgada cuadrada de la misma. Los restos deben verse sólo como de distinta coloración. Generalmente se lo especifica en aquellas zonas muy poco solicitadas sin ambientes corrosivos.
Chorroado Ligero	SSPC- SP-7	Sa1 Grados B,C,D.		Conserva la capa de laminación donde está firmemente adherida. Estas partes no deben desprenderse mediante un

				objeto punzante. Es utilizado sólo en los casos de condiciones muy poco severas y presentará áreas de probables fallas.
Efecto Intemperie con Chorreado	SSPC-SP-9	Sa2, 2 1/2 ó 3 Grados B,C,D.		Sa 1, Sa 2, Sa 2 1/2, Sa 3 mediante proyección de partículas abrasivas (arenado- granallado)
Limpieza con Cepillo de disco	SSPC-SP-3	St2/St3 Grados B,C,D.		ST 2 y ST 3: para raspado y cepillado
Limpieza con Soplete del acero nuevo	SSPC-SP-4			
Raspado y Cepillado Manuales	SSPC-SP-2			
Limpieza con Disolventes	SSPC-SP-1			

Tabla 2. 5 Métodos de preparación de superficies

Fuente: (Ingemecánica)

2.3.6.2 Inspección en el proceso de limpieza y preparación de juntas

Un aspecto importante en la preparación de uniones y conexiones es la determinación, que se debe hacer en la etapa de proyecto de estructura, del tipo de conexión que se diseña: si es rígida o articulada (flexible).

Se llaman conexiones rígidas aquellas que conservan el ángulo de los ejes entre las barras que se están conectando, en tanto serán articuladas o flexibles, aquellas que permitan una rotación entre los elementos conectados.

Se pueden ejecutar juntas por soldadura o juntas empernadas, pero será determinante el diseño, el uso de elementos complementarios (ángulos, barras de conexión, nervaduras de refuerzo, etc.), la posición de los elementos de conexión y las holguras o los elementos que permitan la rotación relativa de un elemento respecto del otro.¹¹

- Verifica tolerancias
- Verifica biseles
- Verifica Perpendicularidad

2.3.7 PRE - ARMADO EN TALLER

Es la etapa más importante dentro del proceso de fabricación de elementos estructurales ya que tiene como objetivo el ensamblado de las piezas elaboradas, en la posición relativa que tendrán cuando se realicen las uniones definitivas.

Para las uniones se debe seguir lo descrito a continuación:

- Si la unión se realizará con tornillos calibrados o de alta resistencia se fijarán con tornillos de armado, de diámetro menor a 2 mm, menor que el diámetro nominal del agujero correspondiente.

¹¹ VILLASEÑOR RUIZ, O. (JUNIO de 1990). Tesis Fabricación y Montaje de una Estructura Metalica. Mexico: Instituto Tecnológico de la Construcción, A.C.

Se debe colocar el número suficiente de tornillos apretados fuertemente con la llave manual asegurando la inmovilidad de las piezas armadas.

- Para piezas que se unirán con soldadura, se fijarán entre sí con medios adecuados que garanticen, sin una excesiva coacción, la inmovilidad durante el soldeo y enfriamiento subsiguiente, para conseguir exactitud en la posición y facilitar el trabajo de soldeo.

Para este proceso de fijación no se permite realizar taladros o rebajos que no estén especificados en los planos de taller.

- Si como medio de fijación se emplean puntos de soldadura el número y el tamaño será el mínimo necesario para asegurar la inmovilidad.

Los puntos de soldadura se depositarán entre los bordes de las piezas que van a unirse y pueden englobarse en la soldadura definitiva siempre y cuando se haya realizado la limpieza de escoria y presente fisuras u otros defectos.

2.3.7.1 Inspección en el Pre-Armado

Se debe verificar el correcto proceso de pre-armado, de existir alguna falla en el proceso se realizará el levantamiento de no conformidades.

Para la inspección, se debe comprobar su exactitud para proceder a la unión definitiva de las piezas que posteriormente se llevarán la obra.

No se retirarán las fijaciones de armado hasta que quede asegurada la indeformabilidad de las uniones.

Finalmente este proceso el pre- armado debe ser constituido de tal manera que cumpla los parámetros de resistencia a la flexión.

La resistencia a la flexión requerida (bases de columnas, elementos de unión) debe ser igual a la suma de las resistencias a flexión requeridas por los elementos de acero conectados a la base.

2.3.8 INSPECCIÓN EN TALLER

Finalizado el proceso de soldado, unión o conexiones de las piezas, deberá realizarse un inspección del proceso, revisando cada junta , tomando en consideración el tamaño de la soldadura o unión, es decir longitud y aspecto exterior de la misma, comprobando que no exista distorsiones que excedan a las permitidas en las normas de aceptación o rechazo del proceso.

2.3.9 PINTURA EN TALLER¹²

2.3.9.1 Almacenamiento y mezclado

Las pinturas y disolventes deberán ser almacenados en lugares con buena ventilación y alejados del calor, del fuego, de las chispas y de los rayos solares. El mezclado de los componentes de la pintura se realizará de acuerdo con las instrucciones del fabricante el mismo que indicara el periodo de caducidad de los productos mezclados. La pintura debe mantenerse en buenas condiciones de homogeneidad.



Figura 2. 8 Herramientas para pintura

¹² Ingemecánica. (s.f.). *Ingemecánica Tutorial N° 20*. Obtenido de Ingemecánica: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn20.html>

2.3.9.2 Aplicación

Etapa final de presentación de los elementos estructurales, en la cual se da un buen acabado rigiéndose a normas de colores en cuanto a estructuras de edificaciones, tabla 2.6.

Método de Aplicación	Imprimación	Capas intermedias	Capa de acabado	Pinturas de gran viscosidad
Brocha	Sí	Sí	Sí	No
Rodillo	No	Sí	Sí	No
Pistola convencional (atomización por aire)	No	Sí	Sí	No
Pistola sin aire (Airless)	No	Sí	Sí	No
Pistola en caliente	No	Sí	Sí	Sí
Atomización con pistola de alta presión	No	No	No	Sí
Espátula	No	No	No	Sí

Tabla 2. 6 Métodos de aplicación de pinturas

Fuente: (Ingemecánica)

2.3.10 SISTEMAS ESTRUCTURALES

2.3.10.1 Placas base

Elemento destinado a distribuir y transmitir la carga proveniente de la columna de acero a la cimentación, figura 2.9.

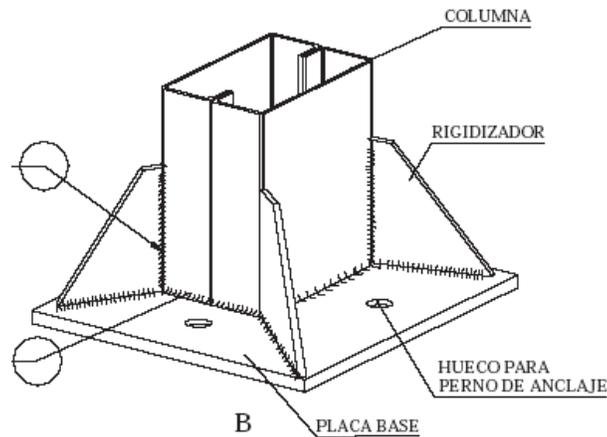


Figura 2. 9 Placa base

2.3.10.2 Conexiones empernadas

Las conexiones empernadas presentan ciertas características que las hacen más o menos apropiadas dependiendo de la aplicación. Las principales ventajas de las conexiones empernadas están en la rapidez de ejecución, el bajo nivel de calificación requerido para construirlas, la facilidad de inspección y reemplazo de partes dañadas y la mayor calidad que se obtiene al hacerlas en obra comparadas con conexiones soldadas. Entre las desventajas se pueden mencionar el mayor trabajo requerido en taller, lo que puede significar un costo alto, el mayor cuidado requerido en la elaboración de los detalles de conexión para evitar errores en la fabricación y montaje; la mayor precisión requerida en la geometría, para evitar interferencias entre conectores en distintos planos; el peso mayor de la estructura, debido a los miembros de conexión y los conectores y, el menor amortiguamiento.

Cada estructura es un ensamblaje de partes o miembros individuales que deben unirse de alguna manera, usualmente en sus extremos. La soldadura es una de esas maneras y fue tratada en el tema anterior. La otra es por medio de pasadores, como remaches o pernos, figura 2.10.



Figura 2. 10 Pernos y uniones empernadas

Fuente: (Arq. Ansaldo)

2.3.10.3 Tornillos

Los tornillos son elementos roscados autoajustables que sirve para realizar conexiones rápidas utilizadas en estructuras de acero livianas, para fijar chapas o para perfiles conformados de bajo espesor (steel framing). Las fuerzas que transfieren este tipo de conexiones son comparativamente bajas, por lo que normalmente se tienen que insertar una cantidad mayor de tornillos (hay que tener presente que los tornillos deben ser utilizados preferentemente para unir chapas delgadas). Los tornillos pueden ser autorroscantes o autoperforantes, no necesitan de perforación guía y se pueden utilizar para metales más pesados.

2.3.10.4 Columnas

Son elementos que trabajan principalmente bajo carga axial por compresión o, además de ésta, combinada con flexión, figura 2.11.

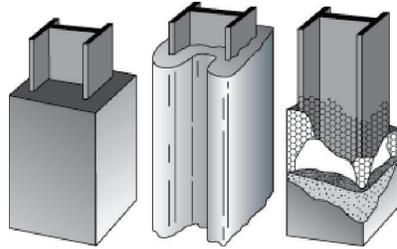


Figura 2. 11 Columnas compuestas

Fuente: (AISC 358-05/ANSI)

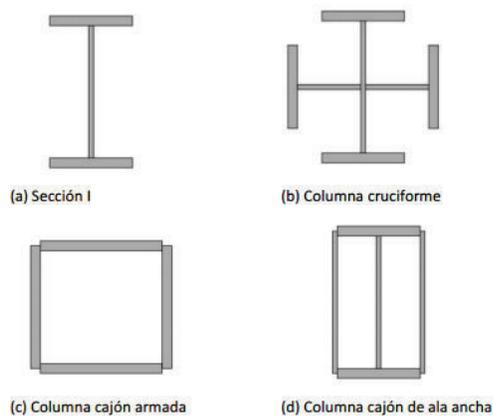


Figura 2. 12 Perfiles para columnas

Fuente: (AISC 358-05/ANSI)

2.3.10.5 Vigas

Son elementos estructurales que principalmente trabajan bajo cargas a flexión.

Tienen la función de soportar cargas verticales permanentes, muertas, vivas y accidentales que actúen sobre ella, así como contribuir a la rigidez estructural.

Existen vigas de alma cerrada, figura 2.13, y vigas de alma abierta, figura 2.14 como se puede ver a continuación:

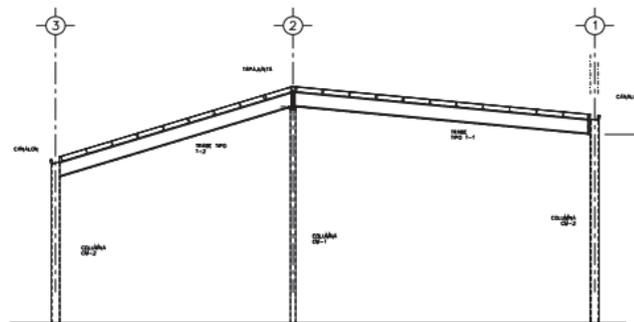


Figura 2. 13 Marco rígido con vigas de alma cerrada

FUENTE: (PTOLOMEO)

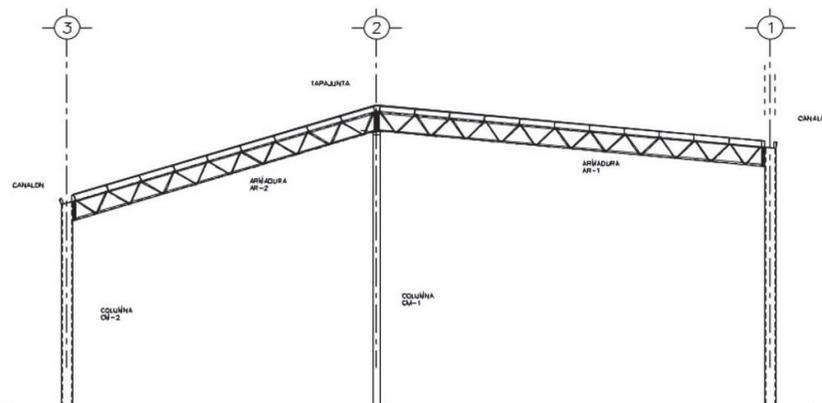


Figura 2. 14 Marco rígido con vigas de alma abierta

FUENTE: (PTOLOMEO)

2.3.10.5.1 Consideraciones de armado de las alas de las vigas

El armado debe evitar cambios abruptos en la zona de las alas de las vigas ubicadas en las regiones de articulaciones plásticas.

Por consiguiente, el taladrado en alas o recorte del ancho del ala se permite si se cuenta con las pruebas necesarias que demuestren el comportamiento estable en las articulaciones plásticas

2.3.10.6 Largueros

Viga de acero utilizada para cubrir el claro existente entre los marcos, figura 2.15.

Son los encargados de transmitir las cargas provenientes del sistema de techo.

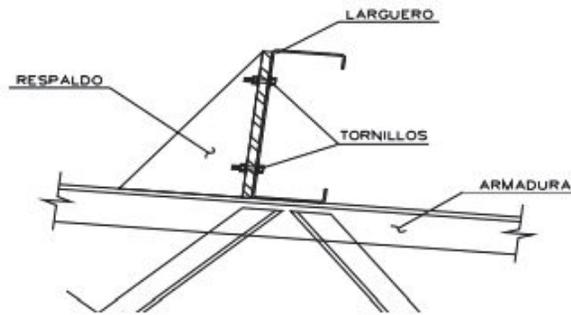


Figura 2. 15 Larguero

FUENTE: (PTOLOMEO)

2.3.10.7 Tensores

Son elementos que se utilizan para transferir las cargas de gravedad paralelas al sistema de techo o para minimizar la deflexión en el plano débil del larguero, además de proporcionar una mayor rigidez, figura 2.16.

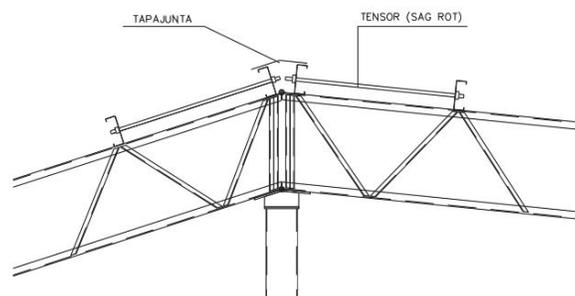


Figura 2. 16 Tensor

FUENTE: (PTOLOMEO)

2.3.10.8 Arriostres

Son elementos que trabajan a carga axial de tensión o compresión utilizada para otorgar una mayor resistencia evitando el ladeo de la estructura, figura 2.17.

Los perfiles más comúnmente utilizados con arrostroamiento son los de tipo: W, S, C y angulares.

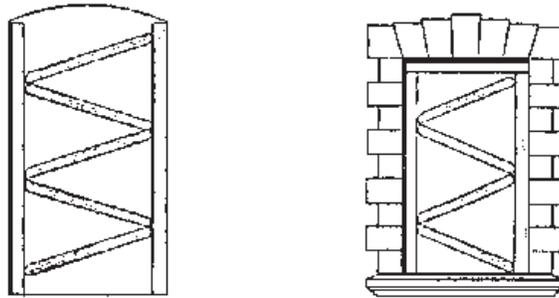


Figura 2. 17 Arriostres

Fuente: (Barberot, 1911 Traducido por Daniel Torrealva 2003)

2.3.10.8.1 Consideraciones de armado de arriostres laterales en vigas

Los arrostros laterales se colocarán cerca de cambios de sección, cargas concentradas y/o lugares en los que, según el diseño se presentará articulación plástica durante las deformaciones inelásticas del pórtico.

2.3.10.8.2 Consideraciones de armado de arriostres laterales de conexión viga-columna

El arrostroamiento en conexiones requiere que las alas de las columnas en la conexión viga-columna se coloque únicamente en el nivel del ala superior de la viga.

A lo largo de la línea de arrostroamiento, las placas diagonales se deben colocar alternadamente.

2.3.10.9 Marcos Estructurales

Son estructuras destinadas a soportar cargas externas sin presentar cambios apreciables en su geometría cuyo comportamiento es influenciado principalmente por la carga a flexión.

Existen dos tipos que se describen a continuación.

2.3.10.9.1 Marcos rígidos

Están compuestos por la unión rígida de columnas y trabes para soportar cargas no únicamente verticales sino también horizontales otorgando así mayor resistencia y mayor capacidad de limitar desplazamientos horizontales (rigidez).

2.3.10.9.2 Marcos arriostrados

Se forman de la misma manera que los marcos rígidos además de contar con elementos diagonales (arriostramientos) que trabajan a carga axial de tensión o compresión.

a) Marcos arriostrados tipo Chevron en v y v invertida

Las vigas se deben colocar continuamente entre columnas.

Para la intersección de la diagonal tipo V o V invertida se requiere un conjunto de arriostres laterales a menos que exista la resistencia y rigidez suficiente que asegure la estabilidad entre puntos arriostrados adyacentes.

2.3.10.10 Consideraciones de disipación de energía.

2.3.10.10.1 Marcos especiales a momento

Deben ser capaces de resistir deformaciones inelásticas significativas al ser sujetos a fuerzas debidas a su propio diseño, figura 2.18.

Se espera que estas deformaciones ocurran en las articulaciones plásticas de las vigas con limitado punto de fluencia, así como en las bases de las columnas.

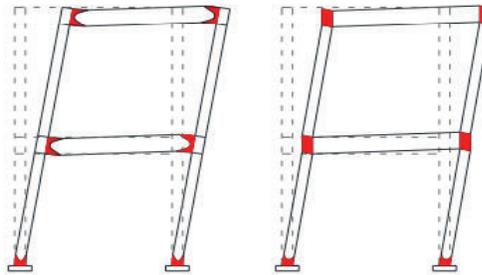


Figura 2. 18 Zonas que presentan deformación inelástica

Fuente: (NEC, Estructuras de acero , 2011)

2.3.10.10.2 Marcos arriostrados excéntricamente

Deben ser capaces de resistir deformaciones inelásticas significativas al ser sujetos a fuerzas debidas a su propio diseño, figura 2.19.

Los arriostres diagonales, segmentos de vigas y columnas se deben diseñar con el fin de oscilar dentro del rango elástico de máximas cargas en la zona de fluencia y de endurecimiento por deformación.

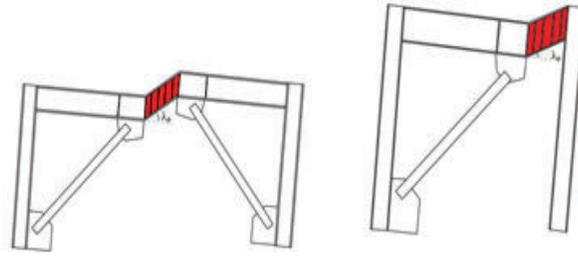


Figura 2. 19 Comportamiento inelástico

Fuente: (NEC, Estructuras de acero , 2011)

2.3.10.11 Armaduras¹³

Son estructuras compuestas de elementos esbeltos unidos entre sí en sus puntos extremos.

Estas conexiones en los nudos se los realizan por lo general, empernando o soldando los extremos a una placa, denominada placa de nudo, y son usadas para soportar cubiertas y puentes.

En la figura 2.20, la carga del techo se transmite a la armadura en los nodos por medio de una serie de largueros.

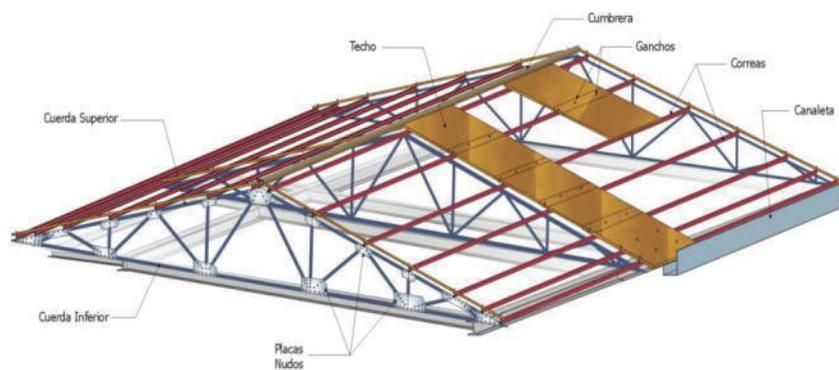


Figura 2. 20 Armadura¹⁴

Fuente: (SHIGLEY, 2008, pág. sec. 6.1)

¹³ ¹⁴ SHIGLEY, J. (2008). "Manual de Diseño Mecánico". México: Editorial Limusa. 8° edición.

A continuación, en la figura 2.21 se presentan los tipos de armadura más utilizados en el campo de la construcción.

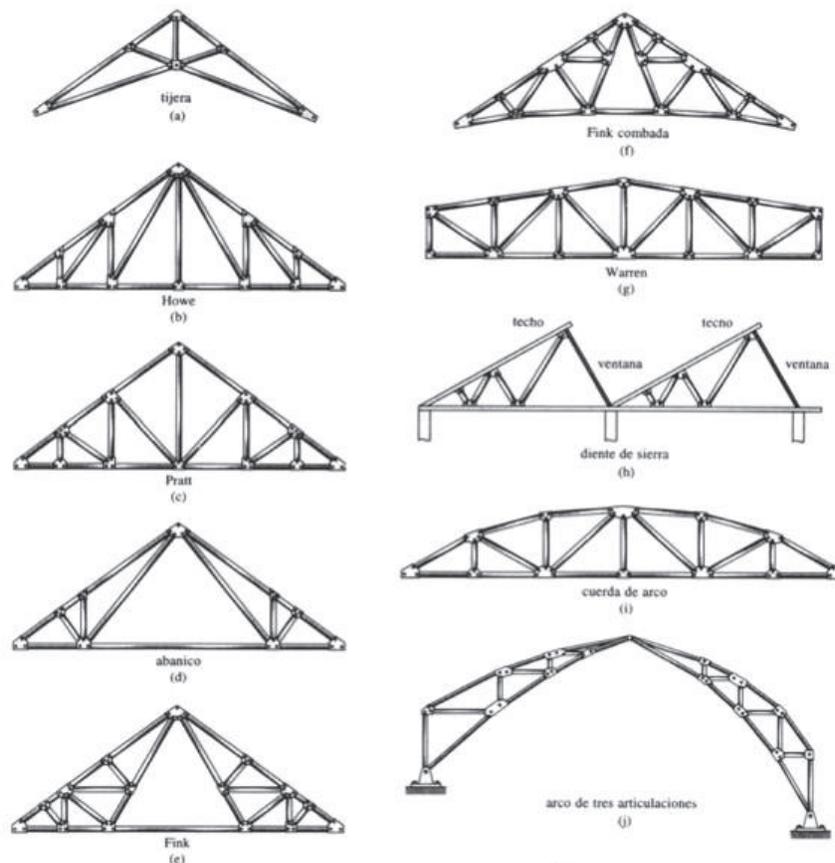


Figura 2. 21 Tipos comunes de armaduras

Fuente: (SHIGLEY, 2008, pág. sec. 6.1)

2.3.10.12 Derivas de piso

Es la deformación relativa que sufre el piso por la acción de una fuerza horizontal.

No existen valores estandarizados que determinen la deriva máxima, sin embargo, el índice de deriva (relación entre la deriva y la altura del piso) no debe exceder el 1%.

El armado debe asegurar que la deriva presentada adicionalmente debido a la deformación en la conexión puede ser acomodada por la estructura.

2.4 MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA TIPO

El montaje de las estructuras se lo realiza desde el centro para que las piezas sucesivas puedan acoplarse a las construcciones de soldadura evitando sobre sollicitaciones. Previo al montaje de estructuras, se debe considerar las formas indicadas en los planos, ubicando los elementos de la misma manera. Posteriormente se debe realizar mediciones el número de veces que sea necesario para comprobar su correcta posición. Es necesario asegurar la resistencia y estabilidad de las estructuras, el equipo utilizado durante el montaje (apuntalamientos) no debe retirarse hasta obtener las condiciones estáticamente seguras. Para comenzar con el proceso de soldadura es necesario que las piezas estén correctamente aseguradas y ajustadas, sólo se lo realizará cuando el armazón se haya completado.

Para la verificación de calidad de soldadura realizada, deben ser accesibles todos los cordones, roblones y pernos utilizados, si no se tiene acceso, se debe comprobar previamente.

Para realizar el montaje adecuado es necesario basarse de métodos secuenciales que brinden el desempeño eficiente y sobre todo económico del proceso a llevarse a cabo.

Si el propietario, encargado o representante de la edificación presenta un plan o método diferente al tradicional, o especifica que ciertos procesos no se pueden montar de forma normal, deberá presentar documentado en el contrato el método que se elegirá.

Si existe una modificación en cuanto a los procesos a llevarse a cabo, es necesario informar previamente al fabricante antes de la preparación de planos.

2.4.1 TRANSPORTE DE PIEZAS

La maquinaria utilizada para el transporte de miembros estructurales se clasifica en plataformas elevadoras, y grúas de ser el caso.

Después de definir el orden en el que se realizara el montaje, se debe establecer un cronograma de actividades con fecha de entrega para de este modo evitar el almacenaje innecesario de elementos constituyentes del edificio.

El encargado de la fabricación conjuntamente con el encargado del montaje debe llevar registros de todas las piezas a montar, en los cuales deben ir incluidas las dimensiones como las marcas correspondientes.

El jefe de taller será el encargado de verificar las piezas en correspondencia con el pedido autorizando la salida de las mismas para el montaje.

A continuación se clasifican los equipos y herramientas a utilizar

EQUIPOS DE MONTAJE	Plataforma Elevadora	
	Grúa	

Figura 2. 22 Equipos de Montaje

2.4.2 RECEPCIÓN Y MANEJO DEL EMBARQUE EN LA OBRA

El jefe de taller de la obra será el encargado de verificar las piezas que se descarguen, las cuales deberán concordar con lo establecido en marca dimensiones y material.

Para el manejo adecuado de los elementos estructurales dentro de la obra es necesario por parte del personal encargado que haya una capacitación previa al traslado y montaje de las piezas

Los flejes que unen las piezas se retirarán una vez descargados del camión.

La descarga a la obra se realizará con la ayuda de grúas o elementos adecuados de acuerdo al peso del elemento a utilizar utilizando bandas textiles para evitar el daño en la superficie de los perfiles.

Si no se pueden montar los elementos inmediatamente, es necesario acoplarlos lo más cercanos posible al sitio de montaje para evitar movimientos posteriores.

A continuación se muestra una ilustración de como los elementos estructurales deben ser descargados.

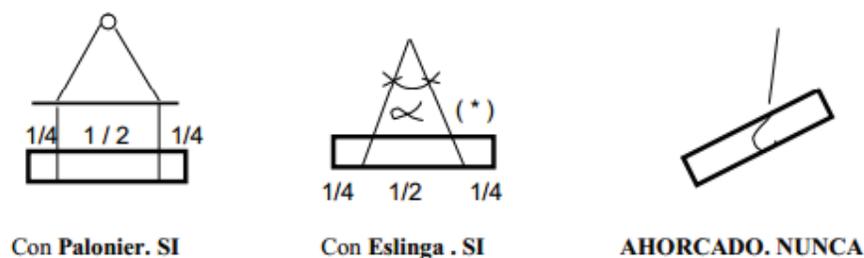


Figura 2. 23 Descarga de elementos estructurales

Fuente: (S.A. P. D., pág. 3)

Además se debe colocar los elementos en la superficie sobre madera o material exento de elementos punzantes, piedras, lodo, arena etc. evitando así el daño superficial o corrosión del material a montar, figura 2.24.

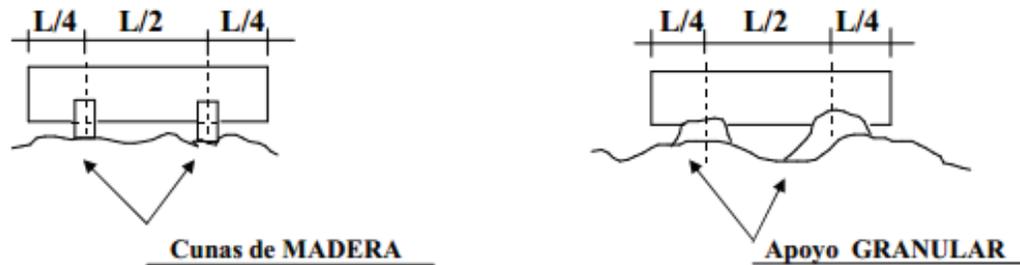


Figura 2. 24 Apoyos de elementos estructurales

Fuente: (S.A. P. D., pág. 3)

2.4.2.1 Condiciones del sitio de trabajo

Es necesario considerar las condiciones adecuadas de trabajo a continuación se describen ciertos puntos a tomar en cuenta:

Se debe determinar vías de acceso para el transporte del material destinado a la obra así como el equipo adecuado.

Se debe disponer del espacio conveniente y adecuado para la operación de los equipos de montaje libre de obstrucciones tales como cables eléctricos, líneas telefónicas o similares.

Se debe disponer del espacio adecuado para el almacenamiento luego de haber recibido el material para la construcción. Como no se utiliza al mismo tiempo todo lo adquirido, el almacenamiento es de gran importancia. Si se dispone de un sitio limitado para éste uso, el tipo de entrega por parte del fabricante debe ser tal que prevea este inconveniente.

2.4.3 PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS EN LA OBRA

Antes de comenzar con el montaje de las piezas es recomendable marcarlas o enumerarlas para evitar equivocaciones.

Se empieza con el ensamble de las piezas tomando en consideración lo indicado en cada uno de los planos de montaje.

Como es lógico, las piezas necesarias para la edificación son de grandes dimensiones, por lo que la fabricación de las mismas se realiza por partes para facilitar el transporte. Estas partes son posteriormente soldadas en la obra, es decir se debe adecuar un sitio para ésta actividad y optimizar el tiempo de trabajo.

2.4.3.1 Instalación de varillas de anclaje, pernos y otros elementos incrustados.¹⁵

Serán fijados por la persona responsable del montaje, de acuerdo con la información proporcionada en los planos de montaje previamente aprobados.

La variación en la ubicación o las dimensiones se podrán tolerar de la siguiente manera:

La variación en la distancia entre los centros de dos varillas de anclaje será igual o menor a 3mm [$\frac{1}{8}$ pulg].

- a) La variación en la distancia entre los lados adyacentes de dos varillas de anclaje será igual o menor a 6mm [$\frac{1}{4}$ pulg].
- b) La variación en la elevación de la parte superior de la varilla de anclaje deberá ser igual o menor a 13 mm [$\frac{1}{2}$ pulg].
- c) La variación en la distancia entre los centros de las varillas a lo largo de la columna para varios grupos de anclaje deberá ser igual o menor a 6mm por 100 pies pero no exceder un total de 25.4 mm [1pulg].

¹⁵ AISC. (18 de MARZO de 2005). Code of Standard Practice for Steel Buildings and. Chicago: American Institute of Steel Construction, Inc.; cap 7.1 pag 17.3-35

- d) La variación en la distancia desde el centro de la varilla de anclaje a la línea de columna será igual o inferior a 6 mm [$\frac{1}{4}$ pulg].

Las tolerancias mencionadas en los puntos b), c) y d) se aplicarán para compensar distancias que se muestran en los dibujos de diseño estructural, medida en paralelo y perpendicular a la línea de columna más cercana, para las columnas individuales que se muestran en los dibujos de diseño estructural como desviación de líneas de la columna.

A menos que se especifique lo contrario en el contrato se establecerán varillas de anclaje con su eje longitudinal perpendicular a la superficie de apoyo teórico.

Los elementos y materiales de conexión que formarán parte de los elementos estructurales, serán situados y fijados por el jefe encargado del montaje de acuerdo a lo especificado en los planos de montaje.

2.4.3.2 Instalación de dispositivos de rodamiento

Los elementos tales como placas de nivelación, nivelación de tuercas, bases libres y placas de carga se pueden manejar sin una grúa. Si es necesario el uso de grúa, el encargado del montaje informara al propietario o representante.

La tolerancia para las placas de apoyo permitirá una variación en la elevación relativa al grado establecido igual o menor a 3mm [$\frac{1}{8}$ pulg] permitiendo cierta variación en la configuración del dispositivo de rodamiento.

Además para lograr la estabilidad en el montaje, se utilizan las tuercas y arandelas de nivelación, no se recomienda cuando las placas base presentan menos de cuatro pernos de anclaje.

2.4.3.3 Uniones

Para elementos tales como pernos tuercas, arandelas, etc.; se deberá disponer de la cantidad suficiente establecida y adicionalmente del 2% para cada tamaño de los elementos (diámetro y longitud).

Utilizar elementos roscados con el mismo sistema de unidades y especificaciones.

2.4.3.4 Consideración de los efectos de acortamiento columna.

En algunos casos puede ocurrir por la variabilidad en la acumulación de carga muerta entre las diferentes columnas, o, puede ser característica del sistema estructural empleado en el diseño.

Cuando se reduce el espesor de la losa, los elementos eléctricos o accesorios similares deben estar al ras del piso.

La expansión y contracción en un marco de acero estructural debe ser considerada en el diseño, siendo admisible una expansión o contracción de aproximadamente 2 mm por cada 10 000 mm para cada cambio de 15 ° C [1/8 pulg. por cada 100 pies por cada cambio de 15° F].

2.4.3.5 Tolerancias en la posición y alineación

Para una columna individual, la variación angular será igual o inferior a 1/500 de la distancia entre los puntos de trabajo, con sujeción a las siguientes limitaciones adicionales:

- Para una pieza que está al lado del eje un ascensor, el desplazamiento de los puntos de trabajo será igual o menor de 1 de cada Columna fundada en los primeros 25 mm [20 pies].
- Por encima de este nivel, se permite un aumento en el desplazamiento de 1 mm [1/32 pulg] para cada piso adicional hasta un desplazamiento máximo de 50 mm de la columna establecida.

2.4.4 ARMADO IN SITU

Previo al armado de las columnas se debe determinar la altura o nivel de replanteo de los dados de cimentación para posteriormente colocar una cuna metálica en la que se apoyará la columna quedando al nivel de replanteo.

2.4.4.1 Alineación de las Bases de Columna

Iniciado el armado se debe tomar en cuenta la verticalidad de cada uno de los elementos estructurales, son las columnas las que definen este factor en toda la estructura. Deben estar niveladas.

2.4.4.2 Arriostramientos

El procedimiento de armado de arriostres definitivos como los temporales deben ser en base a lo estipulado en el Código de Práctica Estándar para edificios de acero y puentes AISC (Code of Estándar Practice for Steel Buildings and Bridges).

Los arriostres se deben colocar el tiempo que sea necesario brindando las condiciones óptimas de seguridad.

2.4.4.3 Alineación

Antes de realizar actividades tales como la soldadura permanente o el empernado se debe asegurar la correcta alineación estructural.

2.4.4.4 Ajuste de las Uniones de Compresión y Planchas de Base

Para el caso de superficies con una separación de máximo 2mm [1/16 pulg] se admite la falta de contacto.

Para el caso de superficies con una separación mayor a 2mm [1/16 pulg] y menor de 6mm [¼ pulg] se debe someter a investigación ingenieril que determine que no existe suficiente superficie de contacto. Se debe evitar este problema llenando el espacio con planchas de acero de relleno de caras paralelas, para lo cual se puede utilizar acero templado.

2.4.5 SOLDADURA IN SITU

La soldadura es la forma más común de conexión del acero estructural y consiste en unir dos piezas de acero mediante la fusión superficial de las caras a unir en presencia de calor y con o sin aporte de material agregado. Cuando se trabaja a bajas temperaturas y con aporte de un material distinto al de las partes que se están uniendo. Las ventajas de las conexiones soldadas son lograr una mayor rigidez en las conexiones, menor costos por reducción de perforaciones, una mayor limpieza y acabado en las estructuras. Sin embargo, tienen algunas limitaciones importantes que se relacionan con la posibilidad real de ejecutarlas e inspeccionarlas correctamente en obra. Hoy en día, una tendencia recomendada es concentrar las uniones soldadas en trabajos en el taller y hacer conexiones apernadas en obra.

Las posiciones de soldadura típicas son: plana, vertical, horizontal y sobre cabeza, figura 2.25.

Posiciones en soldadura

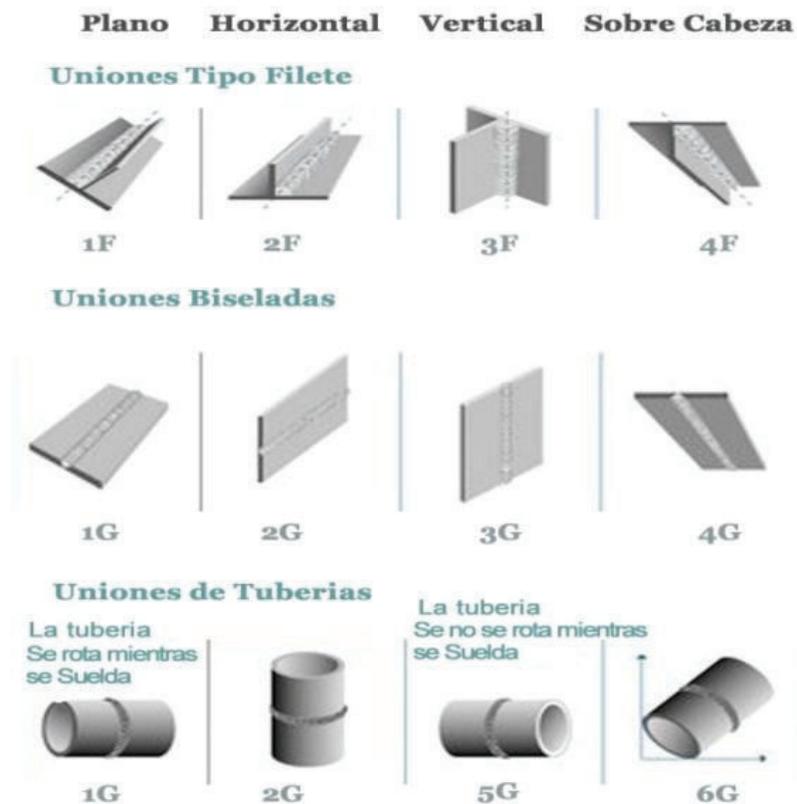


Figura 2. 25 Posiciones de soldadura¹⁶

Fuente: (Uniones y conexiones de acero estructural, 2012)

Los tipos de conexiones de perfiles y planchas por soldadura dependen de factores como el tamaño y forma de los miembros que forman la junta, el tipo de carga, la cantidad de área en la junta disponible para soldar y el costo relativo de varios tipos de soldaduras. Existen 4 tipos básicos de juntas soldadas, aunque en la práctica se consiguen muchas variaciones y combinaciones, son las siguientes:

¹⁶ *Uniones y conexiones de acero estructural*. (8 de julio de 2012). Obtenido de Uniones y conexiones de acero estructural: <https://unionesacero.files.wordpress.com/2012/07/soldadura.jpg>

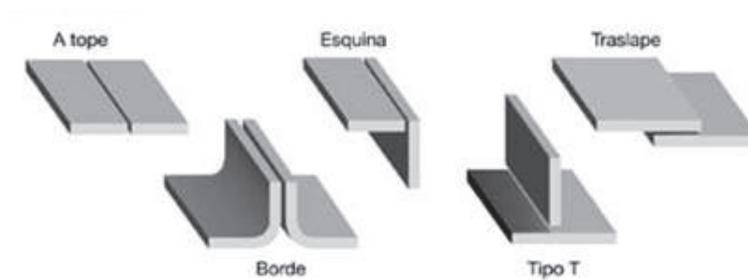


Figura 2. 26 Conexiones de perfiles y planchas por soldadura¹⁷

Fuente: (Uniones y conexiones de acero estructural, 2012)

Los tipos de soldadura que se pueden realizar son:

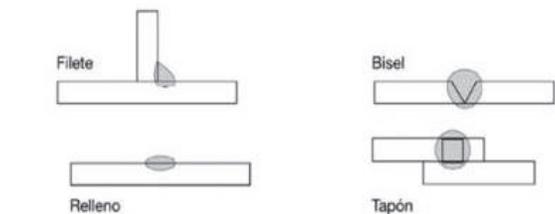


Figura 2. 27 Tipos de soldaduras¹⁸

Fuente: (Uniones y conexiones de acero estructural, 2012)

Los biseles en los perfiles o planchas a soldar se muestran en la siguiente figura:

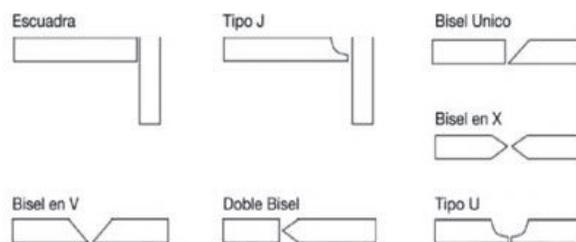


Figura 2. 28 Biseles en los perfiles o planchas¹⁹

Fuente: (Uniones y conexiones de acero estructural, 2012)

^{17 18 19} *Uniones y conexiones de acero estructural*. (8 de julio de 2012). Obtenido de Uniones y conexiones de acero estructural: <https://unionesacero.files.wordpress.com/2012/07/soldadura.jpg>

La soldadura es una operación que requiere un trabajo delicado, realizado por un operario calificado. Una soldadura mal realizada puede quedar porosa y frágil y expone a la totalidad de la estructura a un desempeño diferente con el consecuente riesgo de colapso.

En muchos países la calificación de los soldadores se hace ante instituciones certificadoras y debe revalidarse cada cierta cantidad de años. Muchos factores distintos influyen en la calidad de soldadura como el método de soldadura, la cantidad y la concentración de la entrada de calor, el material base, el material de relleno, el material fundente, el diseño del empalme, y las interacciones entre todos estos factores. Para probar la calidad de una soldadura se usan tanto ensayos no destructivos como ensayos destructivos, para verificar que las soldaduras están libres de defectos, tienen niveles aceptables de tensiones y distorsión residuales, y tienen propiedades aceptables de zona afectada por el calor, figura 2.29 (ZAC - HAZ). Existen códigos de soldadura para guiar a los soldadores en técnicas apropiadas de soldadura y en cómo juzgar la calidad éstas.

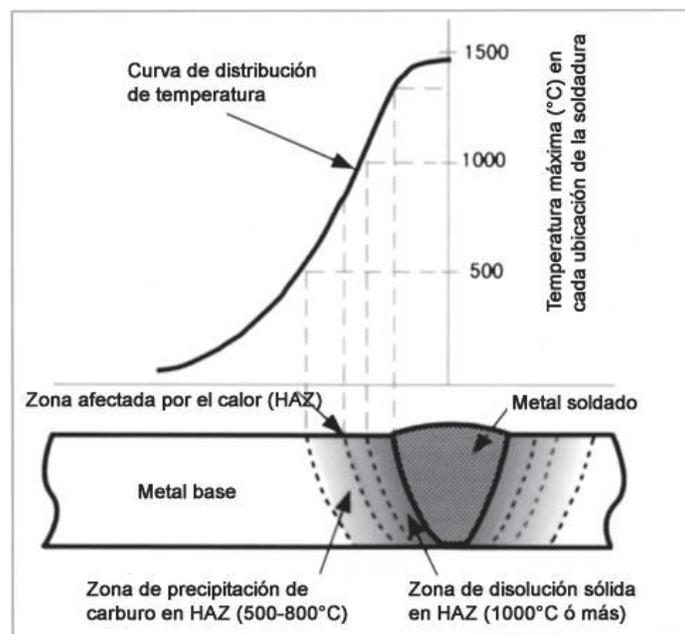


Figura 2. 29 Zona afectada por el calor (ZAC – HAZ)

Fuente: (KOBELCO)

Entre los variados tipos de soldadura se pueden mencionar:

- **Soldadura oxiacetilénica**

Procedimiento que se logra encendiendo una mezcla de gases de oxígeno y acetileno en el soplete capaz de fundir los bordes de las planchas a unir a la que se le agrega el material de aporte proveniente de una varilla con la que se rellena el borde a soldar. El principio de la soldadura con mezcla de oxígeno y acetileno se emplea también en el corte de planchas.

- **Soldadura al arco**

Los procesos más utilizados hoy son la soldadura por arco eléctrico en que se genera un arco voltaico entre la pieza a soldar y la varilla del electrodo que maneja el operador que produce temperaturas de hasta 3.000°C. Los materiales que revisten el electrodo se funden con retardo, generando una protección gaseosa y neutra en torno al arco eléctrico, evitando la oxidación del material fundido a tan alta temperatura. Este proceso puede ser manual, con electrodo revestido o automática con arco sumergido.

- **Soldadura por electrodo manual revestido (stick metal arc welding)**

Consiste en un alambre de acero, consumible, cubierto con un revestimiento que se funde bajo la acción del arco eléctrico generado entre su extremo libre y la pieza a ser soldada. El alambre soldado constituye el metal de relleno, que llena el vacío entre las partes, soldándolas.

- **Soldadura por arco de metal y gas (GMAW)**

La soldadura G.M.A.W - MIG/MAG, es el proceso más popular y difundido en la industria, puede utilizarse con todos los metales comerciales importantes, como los aceros al carbono y de aleación, inoxidable, aluminio, magnesio, cobre, hierro, titanio y zirconio. Emplea un arco entre un electrodo, el cual incorpora la alimentación automática continua de metal de aporte protegido por un gas suministrado externamente y el charco de soldadura.

No existe restricción de tamaño del electrodo, se pueden realizar cualquier posición, se pueden soldar todos los metales y aleaciones comerciales, se puede

depositar largas soldaduras continuamente sin detenerse, se requiere mínima limpieza después de la soldadura, sin embargo, el equipo es más costoso y difícil de transportar, el arco debe estar protegido contra corrientes de aire evitando la dispersión del gas protector y presenta una cantidad relativamente alta de calor radiado e intensidad de arco. Para piezas que están unidas a elementos insertos, la soldadura debe ser tal que evite la excesiva expansión térmica evitando que se generen tensiones en los anclajes o agrietamientos.

2.4.5.1 Inspección de soldadura

Existen varios ensayos que permiten determinar la calidad de la soldadura obtenida. A continuación se describirán las pruebas que pueden realizarse:

a) Ensayo Semi-destructiva

Se toman muestras las cuales se sospeche su estado, sin destruir la junta rehaciendo el cordón de soldadura.

b) Ensayo no destructivo

Si, por medio de la inspección visual se determinó que existe alguna falla probable, es necesario realizar un ensayo no destructivo como los que se describen a continuación:

- *Tintes Penetrantes*

Este método consiste en aplicar líquidos sobre la superficie a inspeccionar el cual, después de un tiempo determinado reaccionará detectando las discontinuidades superficiales.

Los tintes penetrantes nos permiten determinar discontinuidades tales como grietas, rechupes, poros, traslapes, laminaciones, etc.

Este método es uno de los más utilizados por su bajo costo y por su resultado bajo inspección visual, además no destruye el material y los resultados se

obtienen en corto tiempo, sin embargo únicamente se detectan fallas superficiales.

- Requisitos de la Inspección

El uso del líquido penetrante va a depender de la pieza que se va a analizar. Se emplearán penetrantes fluorescentes para casos en los que se requiera alta sensibilidad y penetrantes visibles para una sensibilidad normal.

- Procedimiento de la Inspección

Limpieza previa: Se deben eliminar todos los contaminantes existentes.

Aplicación del penetrante: Se debe humedecer totalmente la zona a inspeccionar ya sea por rociado, inmersión o brocha. Dependiendo del tipo de superficie se puede aplicar penetrante lavable con agua para superficies rugosas o removible con solvente para mayor sensibilidad.

Eliminación del exceso de penetrante: Se debe eliminar el penetrante que no se introdujo en la discontinuidad existente.

El tiempo de permanencia del penetrante varía dependiendo del tipo de discontinuidad; para discontinuidades grandes será de mínimo 5 minutos, mientras que para discontinuidades de menor tamaño podría esperarse un tiempo de hasta 45 minutos.

Aplicación del Revelador: El revelador es aplicado con el fin de absorber el exceso de penetrante que puede causar confusión al momento de determinar discontinuidades, existen del tipo secos, en suspensión, en suspensión acuosa, en suspensión no acuosa, en solución dependiendo del tipo de material a examinar.

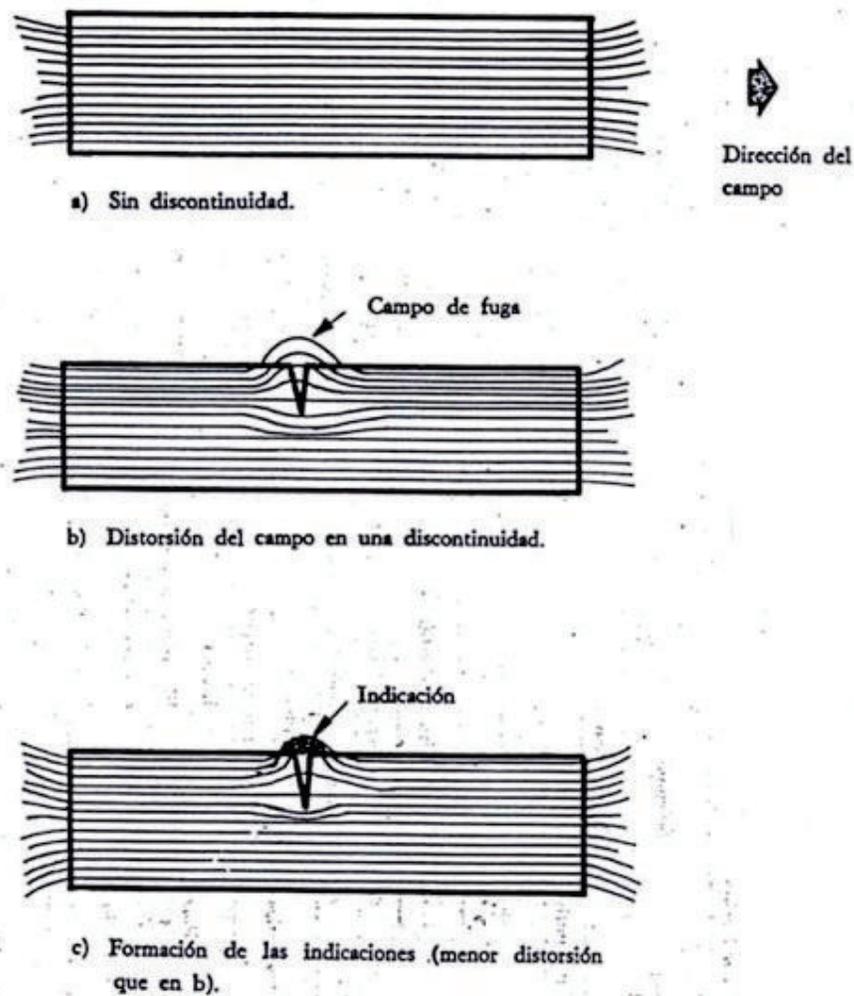
Para el tiempo de revelado se considerará el mismo tiempo que el empleado para el tiempo de aplicación del penetrante.

Interpretación: La iluminación para este paso es de suma importancia. Se puede realizar la limpieza mediante enjuague a presión, inmersión o con la ayuda de un removedor

- *Partículas Magnéticas*

Se utiliza para determinar discontinuidades en materiales ferromagnéticos y es mayormente utilizada cuando se desea una inspección más rápida que con tintes penetrantes.

El método consiste en la inducción de partículas en el material ferromagnético generando distorsiones de campo magnético. Las distorsiones presentes determinarán la existencia de discontinuidades perpendiculares a las líneas de campo magnético como se puede ver en la figura 2.30.





d) Discontinuidad paralela a las líneas de fuerza (no hay distorsión apreciable).

Figura 2. 30 Interpretación de resultados Prueba acústica y magneto-acústica

Para la realización de este ensayo se tienen los siguientes pasos:

Limpieza: La pieza debe encontrarse libre de impurezas como aceites, grasas etc.

Magnetización de la pieza: Se lo realizará con la ayuda de un imán permanente, electroimán o pasando corriente eléctrica por toda la pieza.

Magnetización de la pieza: Dependiendo de la aplicación, para nuestro caso como es el de aceros al carbono se recomienda la técnica de magnetización continua, es decir, la presencia constante del campo magnético externo

Corriente de magnetización: Se debe determinar los lugares de posibles discontinuidades y se aplica corriente alterna generando mayor sensibilidad y mejores resultados, sin embargo este método no es eficiente para discontinuidades sub-superficiales.

Interpretación de resultados: Se determinará mediante inspección visual. Las discontinuidades se indicarán por medio de la retención de las partículas magnéticas.

- *Prueba por conducción eléctrica*

Se basa en la vibración producida por la conductividad eléctrica generada al detectar un defecto.

Para realizar la prueba se compara la medida de la resistencia eléctrica en dos puntos equidistantes en el metal base y el fundido. Sin embargo no es un método confiable ya que carece de sensibilidad a menos que sean defectos importantes.

Además se cuenta con otras pruebas que determinan el defecto:

Prueba Magnética: Este método es sensible para defectos por discontinuidad.

Prueba radiográfica con rayos X: es la mejor prueba existente para determinar fallas producidas por la mala ejecución de soldadura o uso de electrodos defectuosos.

Prueba por ultra sonido: Se atraviesa la pieza por una energía ultrasónica determinando así la energía disipada generada por el defecto encontrado.

2.4.6 PINTURA IN SITU

La responsabilidad por la pintura debe ser establecida explícitamente en los documentos de diseño. Para el recubrimiento y protección de superficies metálicas contra la corrosión se empleara la pintura según la norma UNE-EN ISO-12944.

Adicional existen normas particulares según el trabajo a realizarse que son:

- Preparación superficial
 - ISO 8501
 - ISO 8503
 - SSPC-SP
 - SIS -055900
- Espesor de la película (seca)
 - SSPC - PA2
 - ISO-2178
- Adherencia
 - ASTM D 3359
- Color de pintura
 - RAL 840

2.4.6.1 Procedimiento de pintura

a) Preparación de Superficies

Para proceder a pintar la superficie debe estar libre de grasas, polvos, cemento y en general todos los residuos de cualquier proceso previo optimizando recursos y evitando repetir el proceso.

Existen dos métodos de limpieza de superficies tales como: Chorreado ligero SIS Sa1 (SSPC-SP7) y Cepillo de disco SIS St3/St2 (SSPC-SP3) siendo el segundo la mejor alternativa por su buena eficacia.

b) Retoques de pintura y repintado

Raspado y cepillado (SSPC-SP2): Se lo realizará manualmente con el fin de eliminar la mayor cantidad de residuos que, a futuro provoquen corrosión por el descascarado de la pintura anterior.

Limpieza con disolventes (SSPC-SP1): Se eliminará cualquier aceite, o impureza en general con la utilización de disolventes o detergentes compatibles con la pintura utilizada considerando su punto de inflamación mínimo de 40°C

Chorreado con agua: Se puede eliminar la pintura que esté mal adherida por medio de este método.

c) Condiciones de Aplicación

- La temperatura de la superficie es de gran importancia. Si la superficie está a menos de 5°C o superior a los 50°C no se puede aplicar la pintura.
- Es necesario contar con un clima adecuado, no se podrá pintar si hay lluvias en el medio ambiente.
- Se debe verificar que la primera capa de pintura esté completamente seca para proceder con las siguientes.

- Después de la limpieza de la superficie no se debe exceder las 4/6 horas siguientes para comenzar a pintar.

2.4.7 ENTREGA DE LA OBRA

Terminado el montaje se presenta al fiscalizador, se realiza una carta certificando la fecha de terminación de la obra, así como el cumplimiento de los trabajos antes establecidos en el contrato, con actas de entrega y recepción.

El certificado será recibido por el propietario o representante encargado y firmará en respuesta a la aceptación de lo elaborado.

2.5 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

2.5.1 Equipo de protección

Todo personal que trabaje o desarrolle alguna labor en la estructura debe portar un equipo de protección personal:

- Casco de Seguridad
- Protector de oídos
- Lentes Policarbonato (Foto cromático).
- Visor Basculante Tonalidad N°6.
- Escudo facial para protección de temperatura
- Respirador medio rostro con filtro P100.
- Capucha Soldador ignífuga.
- Camisa manga larga.
- Chaqueta anti flama con broche y velcro.
- Coletos.60 x 110
- Pantalón largo anti flama
- Calzado de Seguridad Fundidor con punta de acero y planta con lamina anti perforación.

- Polainas con Velcro.
- Guantes de descarnado mosquetero con forro en la palma

Dispositivos de sujeción del cuerpo y equipos de protección anti caídas:

- Arnés de seguridad
- Cinturones anti caídas
- Equipos con freno "absorbente de energía cinética"

Para resguardar la integridad personal en caso de darse alguna accidente en la estructura.

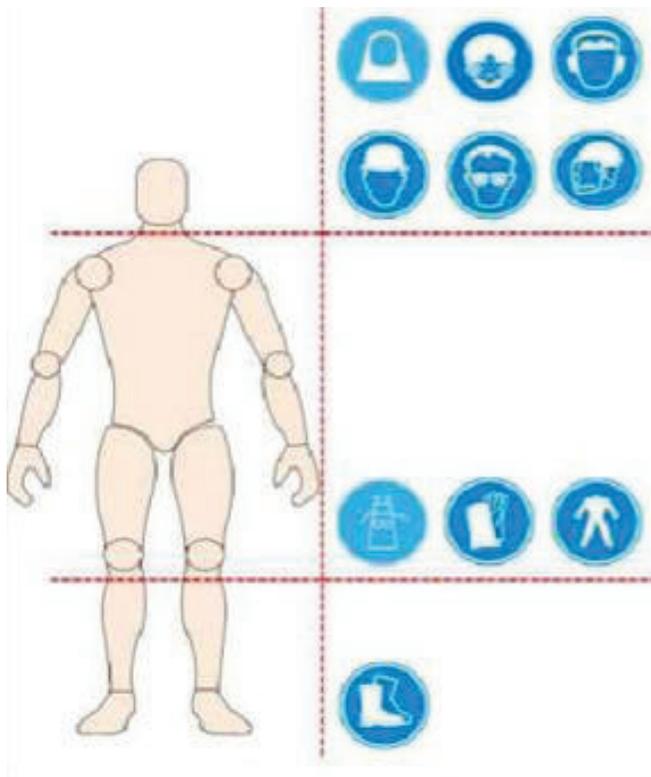


Figura 2. 31 Equipos de Protección²⁰

Fuente: (HARSCO, 2013, pág. 3)

²⁰ HARSCO, M. (30 de 01 de 2013). *Academia.edu*. Obtenido de PROCEDIMIENTO OXICORTE: http://www.academia.edu/7105389/PROCEDIMIENTO_OXICORTE

2.5.2 Caída del personal de trabajo a distinto nivel

Se puede producir caídas ya sea por el desplazamiento o el montaje de la estructura en sí.

- Se debe determinar las medidas de seguridad necesarias previas al montaje, evitando improvisaciones. Se recomienda enlistar las actividades a realizar sistemáticamente.
- Para el posicionamiento se provisionará el número necesario de andamios, plataformas y todos los elementos que ayuden al montaje evitando realizar el trabajo directamente sobre la estructura.
- Es indispensable el uso del equipo de seguridad, debe haber estricto control sobre el cumplimiento.
- Se debe contar con la señalización preventiva necesaria (redes de seguridad horizontal y/o vertical).

2.5.3 Caída del personal de trabajo al mismo nivel

Son las causadas en el interior de la obra, a la misma altura de desplazamiento.

- Orden y limpieza, no debe haber escombros, se los retirará diariamente ubicándolos en los lugares destinados para su almacenamiento.
- Se debe establecer zonas de paso peatonal evitando obstáculos, o la utilización de éste espacio para otros fines.
- Iluminación adecuada y suficiente para zonas que lo amerite.

2.5.4 Caída de la estructura por desplome o derrumbe

Los elementos estructurales pueden desplomarse o derrumbarse; ya sea por falla en la soldadura, durante la fase del montaje o falta de arriostres.

- Establecer sistemáticamente los pasos para la ejecución del trabajo, evitar improvisaciones.
- Utilizar obligatoriamente el equipo de seguridad asignado, principalmente cascos y botas de seguridad con punta de acero.

2.5.5 Manipulación de objetos

Se consideran los objetos manipulables durante el montaje tales como perfiles, pletinas y herramientas en general.

- Se recomienda la implementación de redes para evitar accidentes por caída de objetos cuando se trabaje en altura considerable, así como barandillas.
- Información necesaria sobre el manejo de objetos.
- Utilizar obligatoriamente el equipo de seguridad asignado, principalmente guantes y botas de seguridad con punta de acero.
- Uso de portaherramientas.

2.5.5.1 Contactos eléctricos y térmicos²¹

Se debe tener cuidado con los materiales sometidos a soldadura así como la presencia de cables de las instalaciones eléctricas en la zona de trabajo

- Utilizar el equipo de protección adecuada (casco, guantes térmicos, mascarillas, overall)
- Revisar el estado del conexionado asegurando un buen estado y posicionamiento. Si se trabaja en zonas húmedas se debe utilizar un transformador.
- Se debe realizar mantenimiento preventivo una vez cada 6 meses para evitar accidentes de ésta índole.

²¹ FEMEVAL. (s.f.). *FEMEVAL*. Obtenido de ESTUDIO DE ACCIDENTABILIDAD SECTOR METAL-MECANICO:

http://www.femeval.es/proyectos/ProyectosAnteriores/SSeguridad/Documents/montaje_estructuras.pdf

CAPITULO 3.

3. PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE

3.1 INTRODUCCION

Para el desarrollo de este capítulo se tomará como referencia la Tesis correspondiente al Diseño del entramado de acero de la estructura soporte del edificio “Diamante Premium Corp.” ubicado en la ciudad de Guayaquil. Proyecto elaborado a cargo de los ingenieros Erazo Diego y Ordoñez Leonardo, 2013.

Los procesos descritos a continuación se los realizará en base a la normativa vigente en el Distrito Metropolitano de Quito debido al fácil acceso a la información, siendo similar a la normativa de Guayaquil.

Se considerarán los elementos estructurales utilizados tales como vigas, columnas, arriostres, maquinaria entre otros para llevar a cabo la fabricación y montaje de este edificio.

3.2 UBICACIÓN

Ciudad: Guayaquil

Provincia: Guayas

Cantón: Guayaquil

Parroquia: Guayaquil

Calles: Neptali Zuñiga y Ponpilio Ulloa Reyes

Linderos y Medidas: 21m x 15 m x 16 m

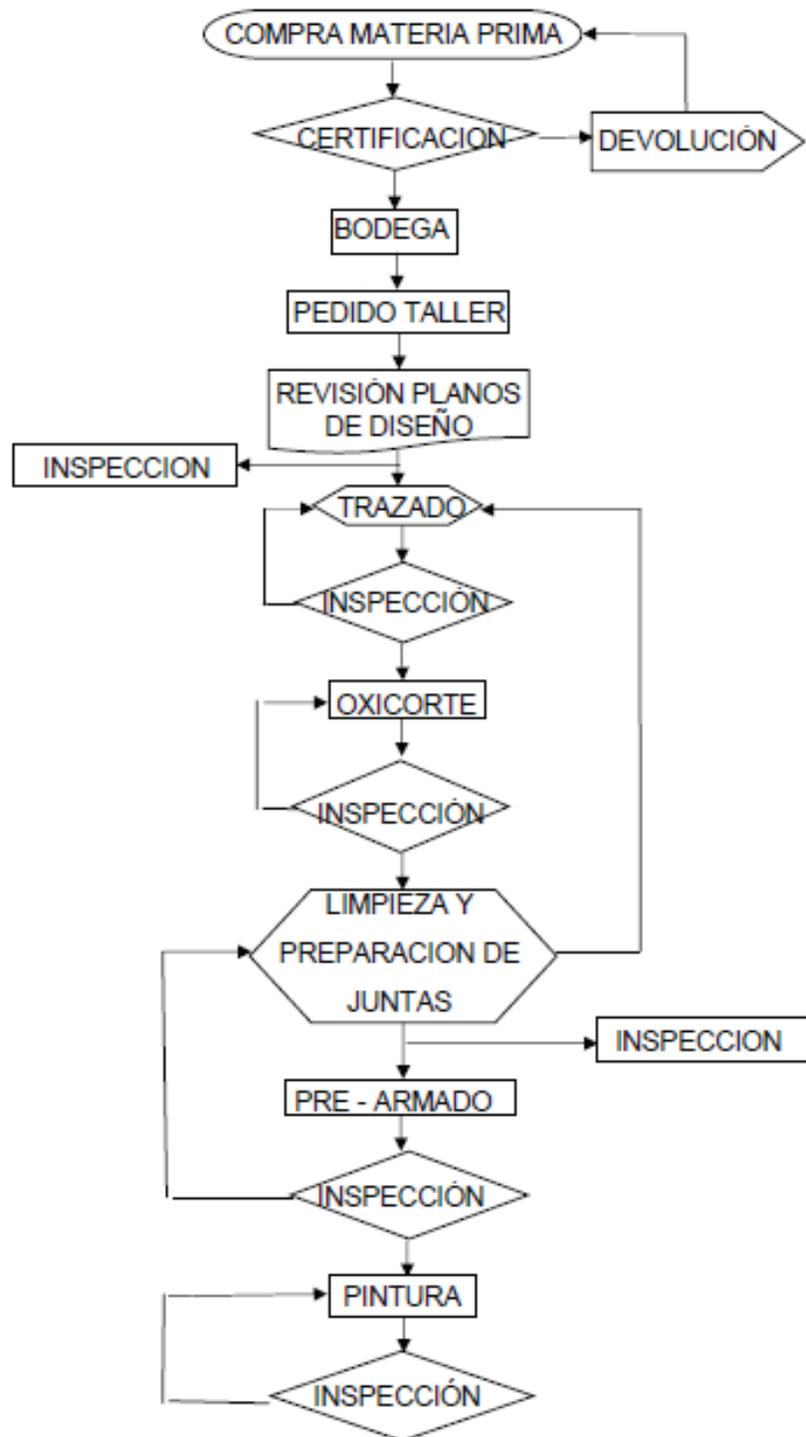
Diseño y Cálculo Estructural: Ingenieros Diego Erazo y Leonardo Ordoñez

3.3 FABRICACIÓN DE UN EDIFICIO TIPO

La fabricación de edificaciones de acero, comprende los requisitos y responsabilidades de las partes que intervienen en el proceso de construcción de la estructura de acero y del cumplimiento de procedimientos, normas y código específicos en la fabricación de los elementos estructurales que forman parte de la estructura metálica.

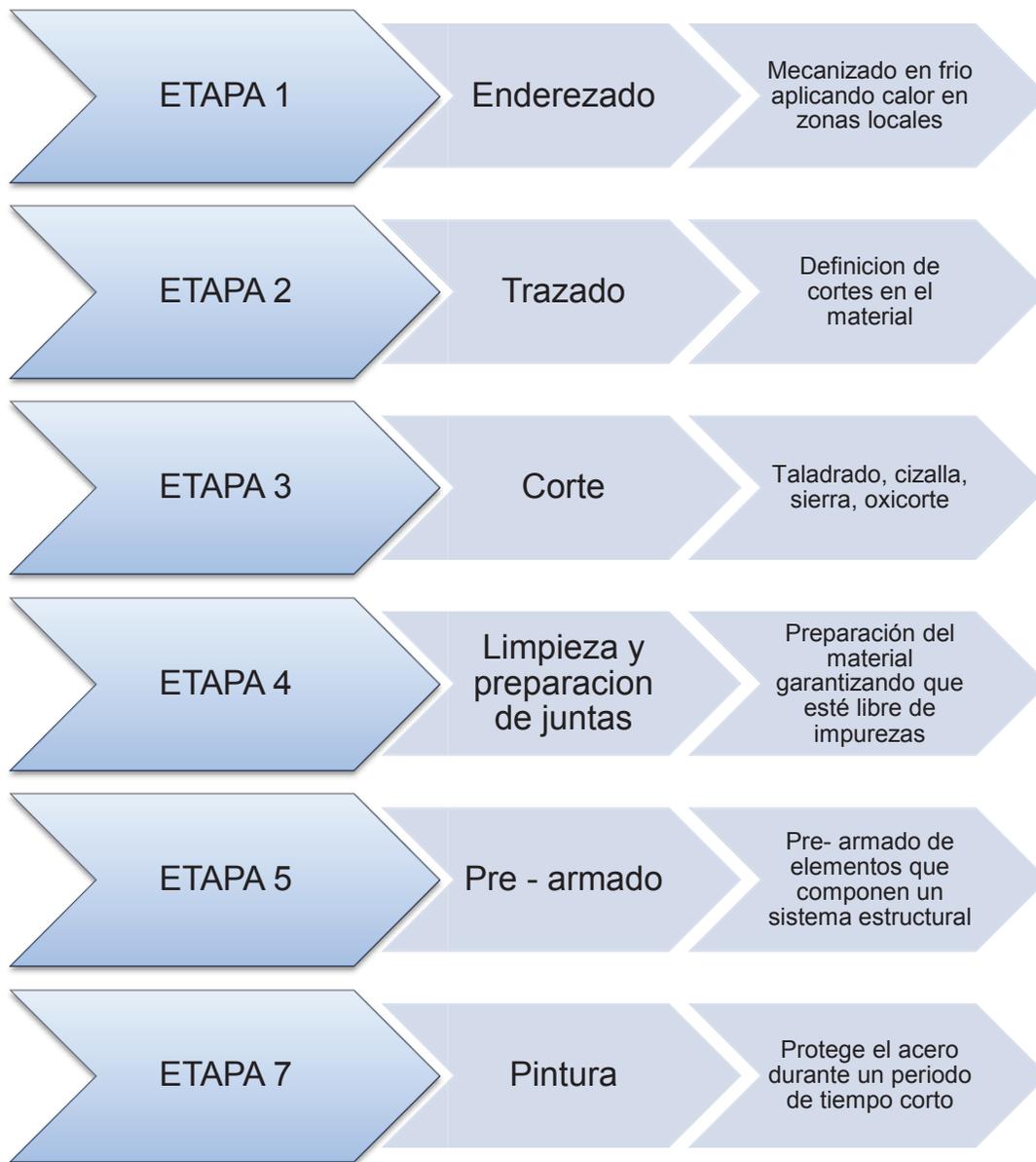
Todos los proyectos metálicos desarrollan un proceso de análisis que establecen los recursos necesarios para su ejecución, determinados por los siguientes aspectos: Áreas de fabricación o almacenamiento, procesos de manufactura, maquinaria, equipos y herramientas, insumos para fabricación, mantenimiento, manejo, pruebas y ensayos, actividades de seguimiento y verificación de la estructura.

3.3.1 FLUJO GRAMA DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN LA CONSTRUCCIÓN.



Flujograma 3. 1 Fabricación de estructuras metálicas en la construcción.

3.3.2 PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS



Flujograma 3. 2 Procesos de fabricación de estructuras metálicas

3.3.3 DOCUMENTACIÓN

3.3.3.1 Normas de referencia a utilizarse

La presente tesis se regirá a:

Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC)

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 037:2009

Código Ecuatoriano de la Construcción CPE INEN 5 Parte 1:2001

Código de Práctica Estándar para edificios y puentes de acero. (Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges) AISC 303-05

Norma de construcción del Distrito Metropolitano de Quito

Todo documento normativo empleado en el desarrollo del proyecto debe estar vigente en el momento de su aplicación.

3.3.3.2 Requisitos administrativos

El procedimiento legal para dar inicio con la construcción debe contar con:

- Informe de regularización metropolitana, este informe posee información de inscripción de catastro, ubicación del predio e informe de planificación vial.
- Planos con el aval de un profesional y aprobado por parte del municipio.
- Licencia de construcción emitida por el cabildo.

Comprobantes de pago de:

- Certificado de garantía
- Pago a la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable (EMAAP)
- Si la edificación supera los tres pisos o dará cabida a más de 25 personas, debe tener el permiso del Cuerpo de Bomberos.

- Si el diseño incluye excavaciones que superen los tres metros deberá presentar los estudios de suelo.

Los permisos de construcción, trámites, certificaciones, etc., serán los especificados en el Código Ecuatoriano de la Construcción.²²

3.3.3.3 Criterios de seguridad para los procesos de fabricación

El constructor o compañía de construcción de estructuras de acero está en la obligación de proveer a los trabajadores y terceros con equipos de seguridad en cada área de trabajo y de un ambiente propicio para su desenvolvimiento.

3.3.3.4 Requisitos y responsabilidades del personal para fabricación²³

3.3.3.4.1 Requisitos y responsabilidades del propietario de la estructura.

El propietario deberá presentar al director de obra, de acuerdo a los documentos de contrato, los planos completos de fabricación y montaje y especificaciones estructurales de diseño liberados para la construcción, así también, los permisos de construcción, permiso del cuerpo de bomberos y pagos respectivos para dar inicio a la construcción.

En caso de modificaciones en los planos estructurales, de fabricación o de montaje, deberá notificarse por escrito con anticipación, por lo cual, una vez liberados los planos para la construcción la revisión de documentos deberá congelarse para evitar modificaciones que afecten los procesos o costo de la obra.

²² Comercio, E. (s.f.). *El Portal*. Obtenido de El Portal:
<http://elportal.com.ec/index.php/post/noticias-y-tendencias/tramites-construccion-quito/8453#.VPdJLuH3Oss>

²³ INEN. (2001). Código Ecuatoriano de la Construcción Requisitos Generales de Diseño CPE INEN5 PARTE 1:2001. En INEN, *Código de Practica Ecuatoriano*. QUITO.

3.3.3.4.2 *Requisitos y responsabilidades del diseñador de la estructura.*

a) Requisitos del diseñador de la estructura.

El diseñador de la estructura metálica debe tener amplio conocimiento y manejo de normas estructurales y programas de dibujo técnico para el diseño de una estructura.

b) Responsabilidades del diseñador de la estructura.

El diseñador de estructuras de acero es el profesional responsable de:

- Diseñar todos los miembros y conexiones de la estructura cumpliendo el Reglamento Técnico Ecuatoriano vigente.
- Establecer el sistema de montaje.
- Firmar los planos estructurales

3.3.3.4.3 *Requisitos y responsabilidades del fabricante de la estructura.*

a) Requisitos del fabricante de la estructura.

El fabricante de la estructura debe ser un profesional de la ingeniería que posea:

- Certificación vigente para ejercer su función
- Afiliación a su respectivo colegio

b) Responsabilidades del fabricante de la estructura.

- La transferencia de la información de los documentos contractuales de forma correcta y presentar de forma clara planos de fabricación y montaje de la estructura

- Desarrollo de la información tridimensional precisa y detallada para el seguimiento de las piezas en el campo.
- Revisión específica de los elementos estructurales claramente identificados.
- Control de los procesos de fabricación en taller y en campo, materiales utilizados, proveedores, certificación por medio de ensayos en los elementos estructurales.

Cuando el fabricante presenta una solicitud para cambiar los detalles de conexión que se describen en los documentos del contrato, el fabricante deberá notificar al propietario o a su representante por escrito, el profesional designado para el diseño deberá revisar y aprobar o rechazar el solicitar en el momento oportuno.

Si la documentación antes descrita no está preparada en su totalidad, el fabricante de la estructura no podrá ser responsable de la integridad o exactitud de la fabricación y montaje de la estructura.

3.3.3.4.4 Requisitos y responsabilidades del fiscalizador de la estructura.

a) Requisitos del fiscalizador de la estructura.

El fiscalizador encargado del edificio tipo debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Contar con el título de Ingeniero Mecánico especializado en estructuras metálicas o de Ingeniero Civil de cuarto nivel con especialidad en estructuras metálicas.
- Certificación vigente para ejercer su función.
- Afiliación a su respectivo colegio.

b) Responsabilidades del fiscalizador de la estructura.²⁴

El Fiscalizador de estructuras de acero es el profesional responsable de:

- Asegurar que el constructor cumpla con lo dispuesto en los documentos de diseño (planos estructurales, memorias de cálculo) y con las especificaciones indicadas en el Reglamento Técnico Ecuatoriano vigente.
- Asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad de los materiales.
- Aprobar el sistema de montaje en caso de que el constructor haya propuesto un sistema de montaje alternativo al establecido por el diseñador
- Asegurar el cumplimiento de los procedimientos de fabricación y montaje.
- Asegurar el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en cuanto a seguridad en el trabajo, prevención de accidentes de los trabajadores y terceros, según lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas.
- Asegurar el cumplimiento de disposiciones legales vigentes.

3.3.3.4.5 Requisitos y responsabilidades del personal del taller mecánico.

El personal del taller mecánico deberá tener conocimiento de los procesos de los cuales está encargado a realizar durante la fabricación de la estructura, además de cumplir con las normas de seguridad detalladas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439:1984 y NTE INEN 2 239:2000, que detallan la accesibilidad de las personas al medio físico, señalización y colores, señales y símbolos de seguridad respectivamente.

²⁴ INEN. (2001) . Código Ecuatoriano de la Construcción Requisitos Generales de Diseño CPE INEN5 PARTE 1:2001. En INEN, *Código de Practica Ecuatoriano*. QUITO.

3.3.3.4.6 *Requisitos y responsabilidades del personal de soldadura.*

a) Requisitos del fiscalizador de soldadura.

Debe ser un ingeniero, profesional en su campo de actividad consignado en las leyes y reglamentos de ejercicio profesional, ordenanzas y disposiciones legales vigentes. Es recomendable que sea un experto en soldadura que demuestre su competencia a través de los certificados vigentes pertinentes.

b) Responsabilidades del fiscalizador de soldadura.

- Determinar la aplicabilidad y/o conveniencia de la ejecución de las juntas de soldadura.
- Desarrollar los documentos contractuales que rigen la soldadura de estructuras de acero, producidas según el alcance de este Reglamento Técnico Ecuatoriano.
- Especificar en los documentos contractuales, según sea necesario.
- Cualquier otro END adicional a los establecidos en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano.
- La inspección de soldadura del fiscalizador, cuando sea requerido por el Ingeniero o Fiscalizador.
- Criterios de tenacidad para ensayos “Charpy” para el metal de soldadura, metal base cuando se requieran dichos ensayos.
- Para estructuras no tubulares debe especificarse si están sometidas a cargas cíclicas o estáticas.
- Otros criterios adicionales de aceptación de soldadura a los especificados en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano.
- Cualquier otro requisito adicional a los especificados en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano.
- Para fabricantes de estructuras prefabricadas FEMP, debe especificar las responsabilidades de las partes involucradas.

- Cuando sea aplicable, definir en los documentos contractuales los requisitos específicos, como por ejemplo orden de ensamble, técnica de soldadura u otras consideraciones especiales del proyecto. Dichos requisitos no pueden contraponerse a los indicados en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano.

c) Requisitos del inspector de soldadura.

Los inspectores de soldadura deben ser calificados. El Fiscalizador o Ingeniero debe especificar las bases de la calificación del Inspector, las mismas que deben estar establecidas en los documentos de contrato. Las bases mínimas aceptables de calificación son:

1. Certificación vigente como Inspector de Soldadura otorgado por un organismo acreditado según la Ley del sistema Ecuatoriano de Calidad, o;
2. Un ingeniero profesional en el campo de actividad correspondiente que, con entrenamiento y experiencia en soldadura, fabricación metalmecánica, inspección y ensayos, es competente para realizar la inspección de soldadura y cumpla con las bases de calificación establecidas por el Fiscalizador o Ingeniero. Esta alternativa debe ser fijada por las partes en forma contractual.

d) Requisitos del personal de Ensayos No Destructivos (END).

El personal de END debe ser certificado en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1: 625 por un organismo legalmente acreditado según la Ley del Sistema Ecuatoriano de Calidad.

e) Responsabilidad del personal de Ensayos No Destructivos (END).

Responsabilidad (funciones) del personal de END. Deben ser las indicadas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 625.

f) Requisitos de los soldadores

Deben ser soldadores calificados por un inspector de soldadura.

g) Responsabilidad del contratista

Elaboración de planos de detalle de soldaduras teniendo en cuenta:

- Los planos estructurales,
- Los planos de secuencia de montaje, cuando sean requeridos por el Fiscalizador o Ingeniero.
- Desarrollo y calificación de los EPS (WPS) con un inspector de soldadura.
- Calificación de los soldadores con un Inspector de soldadura según lo indicado en el numeral del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano.
- Inspección de las uniones soldadas con un Inspector de soldadura, en base a los códigos referenciados en el Reglamento Técnico Ecuatoriano vigente.
- Dar las condiciones de seguridad relacionada con el personal, maquinaria, instalaciones, materiales, etc., cumpliendo con el Reglamento Técnico Ecuatoriano, las leyes, reglamentos, ordenanzas y disposiciones legales vigentes.

Las demás responsabilidades especificadas en los códigos de referencia (AWS D1.1, AWS D1.3, AWS D1.4, AASHTO/AWS D1.5, AWS D1.6, AWS D1.8) según corresponda.

3.3.3.5 Planos requeridos

En esta sección haremos referencia a los planos realizados para la construcción de la armadura del edificio “Diamante Premium Corp.”

Plano 1. Plano isométrico de la estructura del edificio tipo.

Plano 2. Vista frontal de la estructura del edificio tipo. Plano de montaje, plano de detalle de elementos estructurales y plano de taller.

Plano 3. Vista lateral de la estructura del edificio tipo. Plano de montaje, plano de detalle de juntas y plano de taller.

Plano 4. Vista superior de la estructura del edificio tipo. Plano de montaje, plano de detalle de juntas y plano de taller

Plano 5. Celosía de la estructura del edificio tipo. Plano de montaje, plano de detalle de juntas.

Plano 6. Sub- suelo entrepiso planta baja de la estructura del edificio tipo. Plano de montaje

Plano 7. Terraza de la estructura del edificio tipo. Plano de montaje

Los planos citados se encuentran en el anexo 6.

3.3.4 REQUERIMIENTOS DEL MATERIAL

3.3.4.1 Acero Estructural

El material seleccionado para utilizar en el presente proyecto es el acero estructural ASTM A 36, tabla 3.1, acero estructural al carbono, utilizado en la fabricación de estructuras metálicas.

Se emplea este material bajo criterios favorables de soldabilidad, disponibilidad y por ende un costo moderado en el país.

COMPOSICION	
ELEMENTO	PORCENTAJE
Carbono (C)	0,29%
Hierro (Fe)	98%
Manganeso (Mn)	1%
Cobre (Cu)	0,2%
Silicio (Si)	0,15%
Azufre (S)	0,05%
Fosforo (P)	0,04%
PROPIEDADES	
Densidad	7,85 g/cm ³
Resistencia a la tracción	58 ksi
Resistencia a la fluencia	36 ksi
Elongación	23% en 50 mm
	20% en 200mm
Módulo de Elasticidad	29000 ksi
Carbono equivalente	0,47

Tabla 3. 1 Acero ASTM A36

Fuente: propia

3.3.4.2 Perfiles

Los perfiles que se van a utilizar son los siguientes:

	COLUMNAS		VIGAS		CELOSIA	
	PERFIL	CANTIDAD	PERFIL	CANTIDAD	PERFIL	CANTIDAD
Subsuelo	T 300x300x10	16	IPE 330	14	T 100x100x5	0
			IPE 240	12		
			IPE 180	0		
			IPE140	0		
planta baja	T 300x300x10	12	IPE 330	14	T 100x100x5	0
			IPE 240	12		
			IPE 180	0		
			IPE140	0		
planta 1	T 300x300x8	12	IPE 330	14	T 100x100x5	16
			IPE 240	12		
			IPE 180	0		
			IPE140	0		
planta 2	T 300x300x8	12	IPE 330	14	T 100x100x5	16
			IPE 240	12		
			IPE 180	0		
			IPE140	0		
planta 3	T 300x300x8	12	IPE 330	14	T 100x100x5	16
			IPE 240	12		
			IPE 180	0		
			IPE140	0		
Terraza	T 300x300x8	4	IPE 330	0	T 100x100x5	0
			IPE 240	0		
			IPE 180	4		
			IPE140	0		

Tabla 3. 2 Perfiles utilizados en cada piso

Fuente: propia

SECCION	CANTIDAD	TIPO	LONGITUD (m)	PESO	
				Unit (kg/m)	Total (kg)
IPE 180	152	STEEL	85880	18,8	16145,44
IPE 240	78	STEEL	26651,786	30,7	8182,1
IPE 330	92	STEEL	32171,2776	49,1	15796,09
T100x100x5	48	STEEL	19119,768	14,99	2866,02
T300x300x10	28	STEEL	10080	91,978	9271,42
T300x300x8	31	STEEL	11160	74,235	8284,66

Tabla 3. 3 Perfiles utilizados edificio Diamante Premium Corp.

Fuente: propia

- T 100x100x5 .- Tubo estructural de sección cuadrada de 100mm x100mm x5 mm

3.3.5 CIMENTACIÓN

La cimentación es el primer paso en el proceso de fabricación y montaje de una estructura metálica, siendo de gran importancia, ya que, deberá soportar y transmitir todas las cargas de la estructura.

La estructura del Edificio “Diamante Premium CORP” ubicado en la ciudad de Guayaquil, tendrá cimentación por zapatas, ya que, este tipo de cimentación es aplicable para zonas con tipo de suelos arcillosos, conglomerados o rocosos. El tipo de suelo en el área de implantación de la estructura es de tipo D según el capítulo 2 de NEC-1134, arcilloso compacto.

Antes de proceder con la cimentación, se deberá realizar un análisis de la zona y un informe geotécnico, a cargo de un ingeniero civil.

Para dar inicio con la cimentación se realizara trabajos previos de desmonte, dejando preparada la superficie, verificando que no existan zonas blandas de peligro o agua en el terreno para la colocación de las zapatas.

El hormigón a utilizar deberá someterse a ensayos de ejecución previos para comprobar su efectividad, así mismo los equipos de transporte, colocación y vibrado.

La estructura se ancla a los cimientos por medio de las placas base, que distribuyen la carga de la columna sobre una área basta para evitar sobreesfuerzos y se fijan a través de pernos de anclaje y ganchos, figura 3.1.

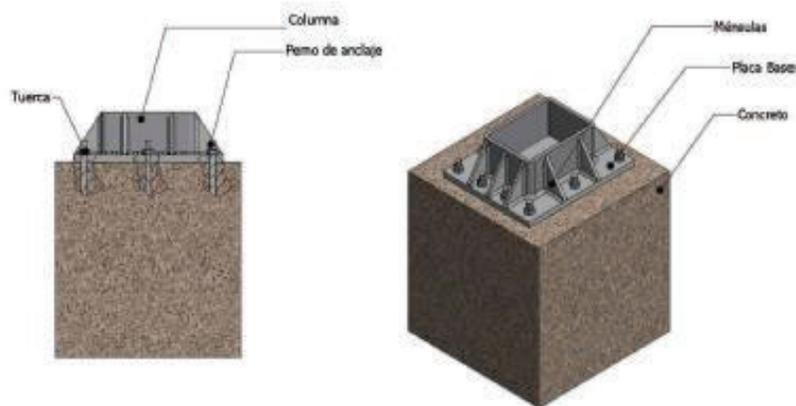


Figura 3. 1 Esquema de conexión Columna-Placa Base²⁵

Fuente:(Erazo Carvajal, Ordoñez González, & Ing. Baldeón Valencia, 2013)

Se debe verificar la correcta unión de las partes, es decir, de la estructura por medio de las placas base a la cimentación, y se sigue con el montaje de los demás elementos de la estructura.

²⁵ Erazo Carvajal, D., Ordoñez González, L., & Ing. Baldeón Valencia, C. (abril de 2013). Tesis Diseño de Entramado de Acero de la Estructura Soporte del Edificio "Diamante Premium Corp" ubicado en la ciudad de guayaquil. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.

3.3.6 SISTEMA CONSTRUCTIVO LOSA ENTREPISO²⁶- DECK METÁLICO

Estructura metálica conformada por planchas preformadas hechas de acero estructural con protección galvánica, conectores de corte y una malla de temperatura, sistema constructivo cuya finalidad es proporcionar un refuerzo en la estructura, ser una plataforma de trabajo y suplantar al encofrado perdido del concreto, sistema compuesto acero – concreto, figura 3.2.

Sistema constructivo regulado por Steel Deck Institute (SDI).

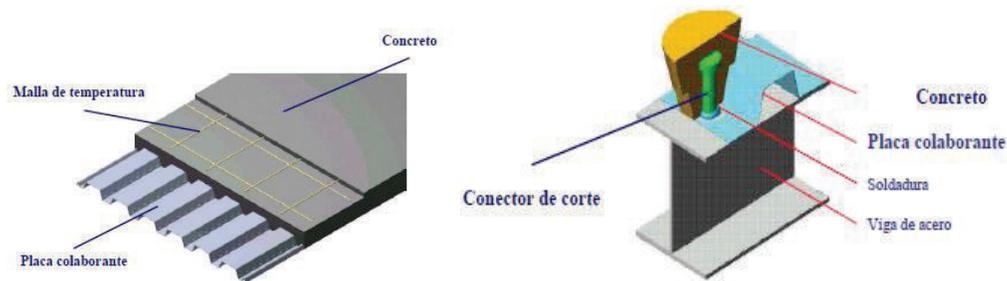


Figura 3. 2 Elementos del sistema Deck Metálico

Fuente: (Ing. Díaz Figueroa & Ing.Salinas Miguel, 2000)

3.3.6.1 Elementos del sistema

3.3.6.1.1 Plancha colaborante

La plancha colaborante es elaborada de bobinas de acero estructural con protección galvánica pesada G-90 que se somete a un proceso de rolado en frío para obtener la geometría deseada. Esta tiene un esfuerzo de fluencia mínimo de 33 ksi o 2325 kgf/cm², con un módulo de elasticidad de 2.1x10⁶ kgf/cm², cumpliendo con las normas del ASTM A653 y ASTM A611 para los grados C y D.

²⁶ PROCESADOS, A. (2000). *Manual Técnico "Sistema Constructivo Placa Colaborante Acero-Deck"*. Perú: Aceros Procesados.

Los calibres o espesores del acero utilizados para la formación de las planchas del Sistema constructivo ACERO DECK son calibrados en gages (gauges) o como espesores en milímetros o pulgadas.

Con el fin de proporcionar adherencia mecánica entre el concreto de la losa y la plancha de acero proceso de formación de la plancha Acero-deck incluye también un tratamiento en su superficie que le proporciona relieves o muescas ubicadas en las paredes de los valles.

3.3.6.1.2 Concreto

El concreto a utilizarse en la construcción de la losa deberá cumplir con los requisitos establecidos según la Norma Ecuatoriana de Estructuras.

En lo que respecta a las “Especificaciones Estándar de los Agregados del Concreto” nos referiremos a las normas ASTM C33. En el caso de utilizar concretos con menor peso específico, nos referiremos entonces a la norma ASTM C330 “Especificaciones Estándar para agregados livianos para la elaboración de concreto Estructural”.

Las recomendaciones más relevantes son:

- La Resistencia a la compresión de diseño mínima será de 210 kgf/cm². No se tomarán en cuenta los concretos de resistencias mayores a los 580 kgf/cm².
- Se realizará obligatoriamente el proceso de vibrado al concreto para garantizar así la adherencia mecánica entre el acero y el concreto, y para lograr la uniformidad del concreto.
- El curado del concreto se efectuará como mínimo hasta 7 días posteriores al vaciado. No se utilizarán aditivos que contengan sales clorhídricas en su composición por que pueden producir efectos corrosivos en la plancha de acero.

3.3.6.1.3 Malla de temperatura

El refuerzo de la malla de temperatura es esencial en cualquier tipo de losa estructural para evitar fisuras en la misma, debido a los efectos de temperatura y contracción de fragua que sufre el concreto.

- El recubrimiento mínimo de la malla de temperatura será de 2 cm
- El acero diseñado para soportar los momentos negativos, pasará por debajo de la malla de temperatura y podrá estar sujetado a ésta. El diseño de la malla de temperatura se puede referir a las normas del ACI

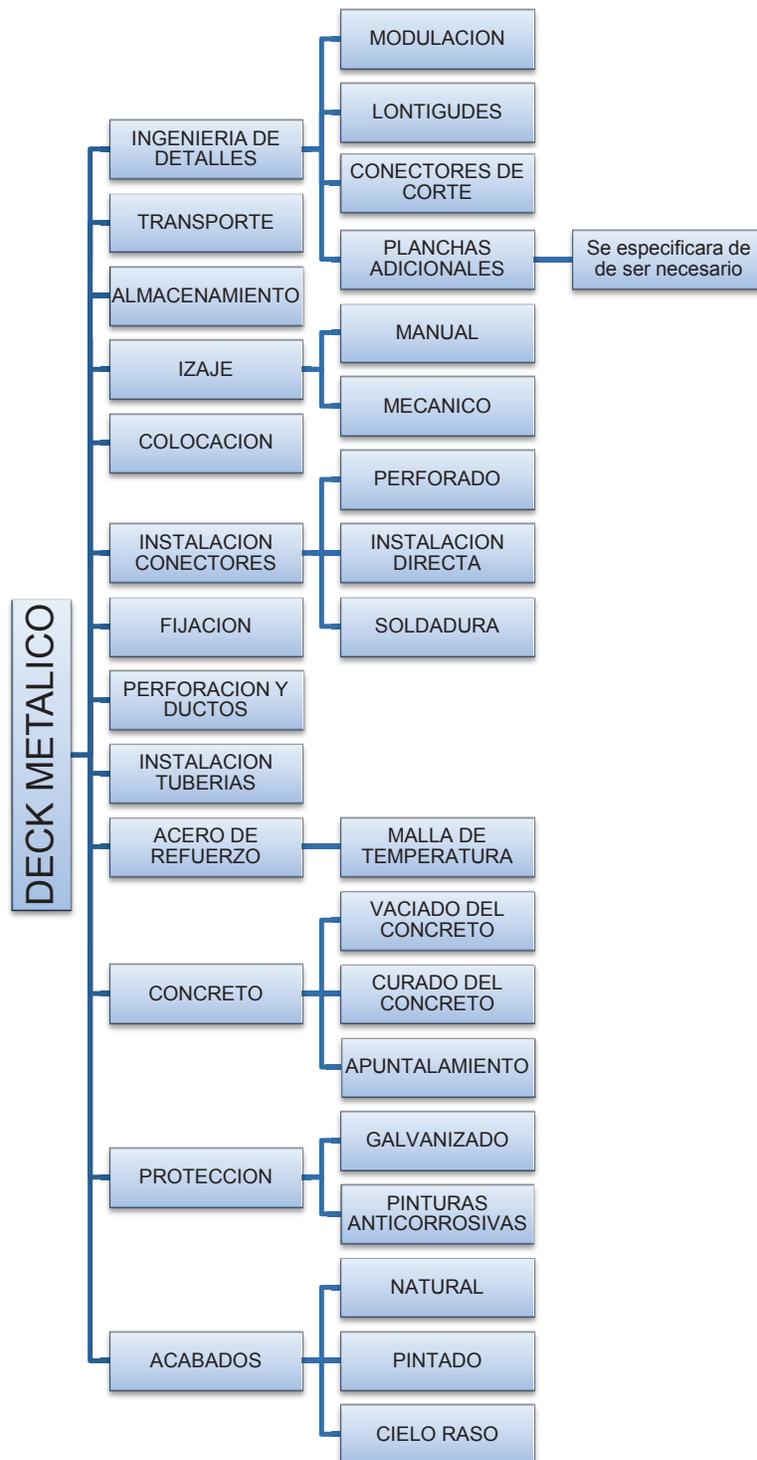
3.3.6.1.4 Conector de corte (para sistemas con vigas metálicas)

Los conectores de corte son elementos de acero que tienen como función primordial tomar los esfuerzos de corte que se generan en la sección compuesta (acero -concreto) controlando y reduciendo las deformaciones. Tiene la forma de un perno con cabeza cilíndrica, no posee hilos (roscas) y es soldado al ala superior de la viga soporte a ciertos intervalos, quedando embebidos dentro de la losa. Estos conectores están sujetos a corte en el interface concreto-acero.

La losa transfiere las cargas de gravedad por una interacción de fuerzas de compresión sobre la viga en la cual se apoya. Además, en la parte de contacto de la losa se producen fuerzas de corte a lo largo de su longitud.

- Algunas consideraciones en la utilización de los conectores de corte son:
- Los conectores de corte son elementos de una sola pieza con protección galvánica electroquímica de zinc conforme a ASTM B633.
- La cantidad de conectores por valle no debe ser mayor a 3 en el sentido transversal.
- La altura del conector de corte debe estar entre 76mm [3 pulg.] a 178mm [7 pulg.].
- La longitud de los conectores mínima $\geq 4 \text{ stud } d$
- El diámetro del conector de corte no debe ser mayor de 19mm [$\frac{3}{4}$ pulg.].

3.3.6.2 Fabricación losa entrepiso



Flujograma 3. 3 Fabricación losa entrepiso

En los planos arquitectónicos se establece el sistema de losa deck con un espesor de 8cm, parámetro normalizado. Se toman los datos empleados en la tesis Diseño del entramado para el edificio “Diamante Premium Corp.”:

$e_k = 0,08 \text{ m}$, espesor deck

$P_k = 6,37 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$, peso por unidad de área del deck

$V_h = 0,1 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$, Volumen de hormigón por unidad de área

$\rho_h = 2490 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, densidad del hormigón

3.3.6.2.1 *Modulación*

Las medidas usuales de modulación varían en un rango entre 4 m y 8 m de longitud.

3.3.6.2.2 *Longitudes*

Se debe tomar en cuenta la penetración especificada en los planos para las vigas, entre 4 a 5 cm, de preferencia 5 cm. Los empalmes debe ser a topes o con un traslape menor a 10 cm.

3.3.6.2.3 *Conectores de corte*

El metrado de los conectores se realizara según las especificaciones de los planos estructurales.

3.3.6.2.4 *Transporte*

Para el transporte de los elementos estructurales se empleara camiones de 15 Ton.

3.3.6.2.5 *Almacenamiento*

El almacenamiento se realizara de acuerdo al tiempo de permanencia.

Para paquetes compuestos de 25 planchas y su exposición en lugares abiertos, tiempo menor a 5 días, se debe cubrir con mantas plásticas o planchas. El apoyo

se hará sobre una superficie uniforme, plana; distancia recomendada entre apoyos de 0,60m.

3.3.6.2.6 Izaje

Ordenamiento de las planchas en la estructura

- **MANUAL** Se emplean sogas para el transporte y manejo de las planchas, procurando no dañar las placas, el personal deberá utilizar equipo de seguridad para este procedimiento.
- **MECANICO** Se emplean medios de transporte mecánicos como son grúas, plumas, etc., por lo general este procedimiento se emplea cuando se requiere izar planchas a diferentes alturas.

3.3.6.2.7 Colocación

Ubicación de las planchas sobre la viga de apoyo, posicionamiento final.

Se empezara colocando la pestaña mayor, de la primera plancha, en el extremo de la viga paralela a la misma, para permitir que las pestañas mayores de las planchas subsiguientes calcen sobre las menores.

Los cortes en la planchas se podrá realizar con esmeril, disco de corte, cizallas o cualquier método evitando afectar la geometría de la plancha.

3.3.6.2.8 Instalación de conectores de corte

Los conectores con empleados para conformar el sistema placa colaborante y viga metálica.

Antes de instalar los conectores se debe perforar la placa con brocas sacabocados o un sistema de perforación mecánico, la perforación debe realizarse al reverso de la placa de tal manera que no perjudique la viga metálica de apoyo. Paso seguido se instalara el conector de corte directamente en la viga de apoyo mediante soldadura.

El espesor y tipo de soldadura son especificados en los planos constructivos, el electrodo a utilizar debe ser tipo E6010.

3.3.6.2.9 Fijación

Este procedimiento adhiere una mayor fijación entre las partes por medio de colocación de tornillos auto perforantes, clavos de dispar o simples clavos. Este procedimiento se realizara en los extremos de las planchas y en los puntos de apoyo.

3.3.6.2.10 Perforación y ductos

En caso de ser necesario se realizan perforaciones en las planchas para el paso de ductos o accesorios eléctricos mecánicos.

3.3.6.2.11 Instalación de tuberías

En el diseño de las instalaciones eléctricas, electromecánicas e instalaciones sanitarias, se utilizan frecuentemente el paso de tuberías a través de la losa de entepiso, debido a esto se tendrán algunas consideraciones cuando se utilicen losas colaborante.

Las tuberías que vayan dentro de la losa colaborante serán las que puedan pasar entre el valle superior de la plancha y el acero de temperatura.

En las tuberías de desagüe se debe tener en cuenta la pendiente, por lo que se recomienda en general que se instalen por debajo de las losas colaborantes.

Las conexiones eléctricas exteriores – es recomendable - se instalen dentro de los valles.

3.3.6.2.12 Acero de refuerzo

El acero de refuerzo vendrá especificado en los planos de estructuras y tiene como objetivo tomar los esfuerzos de flexión negativa en los apoyos y brindar anclaje en los bordes de losa mediante bastones que están anclados a la viga. Se

debe respetar el diseño en cuanto a longitudes de varillas y posiciones de colocación según los planos.

3.3.6.2.13 Malla de temperatura

Su objetivo es resistir los efectos de temperatura y contracción de fragua que sufre el concreto, por lo cual se ubicará siempre en el tercio superior de la losa. Se puede utilizar como malla de temperatura las varillas de acero de refuerzo amarradas con alambre.

La posición de las varillas dentro de la losa se dará según planos de estructuras y deberá estar 2 cm por debajo de la superficie superior de la losa y apoyados sobre tacos de concreto o dados pre-fabricados.

3.3.6.2.14 Concreto

a) Vaciado del concreto

Antes de realizar el vaciado del concreto, las planchas deberán limpiarse para evitar una mala adherencia del concreto con la plancha.

El proceso de vaciado del concreto se procederá a realizar mediante bombas o carretillas.

En el caso de utilizar carretillas para el vaciado, se habilitará una ruta de circulación mediante tablonés de 20 cm aproximadamente.

Realizar el vaciado de manera uniforme a través de toda la planta.

b) Curado del concreto

Este se realiza después del vaciado cuando el concreto inicia su pérdida de humedad superficial, es decir durante los primeros 7 días.

El curado del concreto se hará con agua limpia libre de impurezas, en forma permanente durante el periodo especificado.

c) Apuntalamiento

En el caso que se utilicen apuntalamientos en las losas, el desapuntalamiento se realiza 7 días después del día de vaciado, asegurando que el concreto ha llegado a un 75% de su capacidad de resistencia a la compresión.

3.3.6.2.15 Protección

Para el caso de medio ambientes altamente corrosivos, se sugiere utilizar algún tipo de pintura de alta resistencia a la corrosión.

3.3.6.2.16 Acabados

- NATURAL Plancha galvanizada sin recubrimiento
- PINTADO se emplea pintura anticorrosiva
- CIELO RASO se fijan directamente a la losa colaborante

3.3.7 EQUIPOS

3.3.7.1 Transporte

Para transportar los materiales hacia el taller de fabricación se emplean:

- Camiones de 15 Ton.
- Para transportar los materiales en el taller de fabricación se emplean:
- Montacargas 5 ton
- Tecles 2 ton
- Grúas 10 ton con brazo de 40 m

3.3.7.2 Enderezado

- Equipo de protección para el operario
- Yunque para fijar el elemento
- Martillo
- Martillo de goma

3.3.7.3 Trazado

- Puntas de trazar o marcar
- Granete o punta de marcar

3.3.7.4 Corte

- Equipo de oxicorte

Para este procedimiento de OXICORTE se utilizarán cilindros portátiles con el equipo que se describe a continuación:

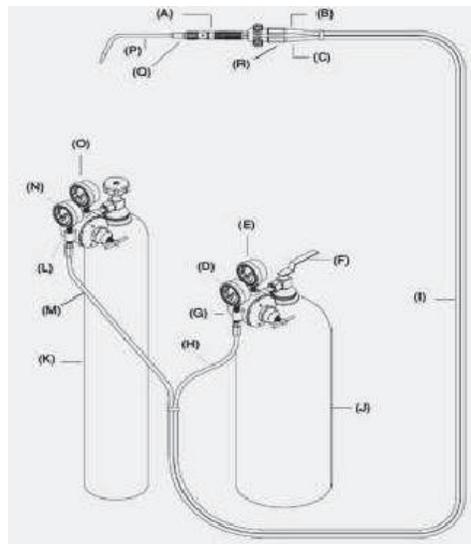


Figura 3. 3 Equipo de Oxicorte

Fuente: (HARSCO, 2013)

- A. Soplete de Soldar.
- B. Conexión para la manguera de Oxígeno
- C. Conexión para la manguera de Acetileno.
- D. Manómetro, Presión de Trabajo.
- E. Manómetro, presión de Cilindro.
- F. Llave para la Válvula de Acetileno.
- G. Regulador del gas Acetileno.
- H. Manguera para Acetileno.
- I. Mangueras Gemelas.
- J. Cilindro de Acetileno.
- K. Cilindro de Oxígeno.
- L. Regulador de Oxígeno.
- M. Manguera para Oxígeno.
- N. Manómetro, Presión de Trabajo.
- O. Manómetro, Presión de Cilindro.
- P. Boquilla.
- Q. Mezclador.
- R. Válvulas de control

Para este proyecto se utilizará el equipo descrito a continuación:

C. MASTER 4 KIT

Para cortar de uso profesional.

Características:

- Apto para trabajos tipo medianos.
- Capacidad de corte hasta 200 mm. de espesor.
- Uso oxígeno - propano.

Nota: Como dispositivo de seguridad se sugiere agregar bloqueadores de llama para soplete y reguladores.

Modelo	MASTER 4 KIT		
Codigo	Cant.	El Conjunto Incluye	Nº Stock
1001653	1	SOPLETE 142-F	142-F
1001523	1	Regulador oxígeno 801	801-10 OX
1000627	1	Regulador propano 801	801-4 L PG
1000656	1	Boquilla para cortar 15-25 mm	6290-1NX
1000658	1	Boquilla para cortar 50-75 mm	6290-3NX
1000660	1	Boquilla para cortar 150-200 mm	6290-5NX
1001526	6	mts. manguera duplex	4300500
1000427	1	Antiparra Sacit	1320705
1001521	1	Chispero tipo copa con	26-L



Figura3. 4 Equipo Oxicorte Master 4 KIT

Fuente: (INDURA)

3.3.7.5 Pre- Armado

- Grúas 10 ton con brazo de 40 m
- Apoyos, arriostramientos temporales

3.3.7.6 Soldadura

- Una fuente de poder
- Porta electrodo
- Pinza de masa
- Cable de fuerza.
- Cable de masa
- Equipo de protección para el soldador

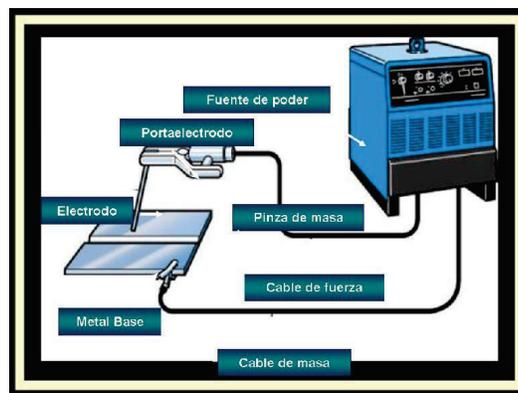


Figura 3. 5 Equipo de soldadura SMAW

Fuente: (HARSCO, 2013)

Para este proyecto se utilizará el electrodo E6010 conjuntamente con el equipo descrito a continuación:

Máquinas Soldadoras Miller

A. THUNDERBOLT XL 300 - 200 CA/CC

Proceso:

- Arco Manual
- TIG (adicionando unidad alta frecuencia HF 251-2)

Características:

- Ventilación forzada
- Soldadora que entrega corriente alterna y continua con excelente soldabilidad para todo tipo de electrodos
- Dos amplios rangos de corriente
- Máquina de uso semi industrial
- Soldadora de conexión 220 volts. monofásica o 380 volts. Bifásica.

Incluye:

- Kit de accesorios con portaelectrodo y grampa, cable y conectores

Modelo	THUNDERBOLT XL 300 - 200 CA/CC incluye accesorios
Código	1002461
N° Stock	903687
Conexión a la Red	220/400 volts, 1-2 Ph, 50-60 Hz
Salida Nominal	200 amps DC, 300 amps AC
Ciclo de Trabajo	20%
Rango de Amperaje	25 - 300 amps
Peso	62 kgs

Requiere adicionar carro de arrastre N° Stock 04392, Código 1002371



Figura3. 6 Equipo Soldadura THUNDERBOLT XL 300-200 CA/CC

Fuente: (INDURA)

3.3.7.7 Limpieza

- Raspado y cepillado manuales SSPC-SP-2

3.3.7.8 Pintura en taller

- Brocha
- Pistola convencional (Atomización por aire) HVLP
- Compresor de aire 2hp

3.3.8 PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL EDIFICIO TIPO

Los procesos de fabricación se dan inicio cuando ya se ha finalizado la etapa de recepción y control de materiales y planos estructurales.

En el taller se procederá con el enderezado, trazado, corte, habilitado y armado de los elementos estructurales.

3.3.8.1 Enderezado

Para dar inicio con el proceso de enderezado es necesario seguir los siguientes pasos:

- Conocer que el material sea plásticamente deformable.
- Eliminar defectos mínimos de laminación
- Enderezar las piezas antes del mecanizado, y de haber fallas durante las fases.
- Para enderezar secciones grandes se aplica enderezado en caliente.
- Para enderezar secciones de pequeñas dimensiones se puede utilizar martillo.
- Delimitar con precisión los puntos y cuñas calientes.

Para los elementos estructurales como placa base se requiere una precisión en el planeado, ya que, su superficie debe ser lo más plana posible; para enderezado en perfiles, vigas, columnas y celosías, se fija el perfil a un yunque o dispositivo de sujeción y se puede requerir enderezado por flexión y torsión, también de ser secciones pequeñas, se puede enderezar con martillo.

Los trabajos de curvado y plegado se realizaran en frio si el espesor de la placa metálica no supera los 9 mm, de efectuarse en caliente, se lo realizara de manera posible en horno, con enfriamiento al ambiente, no se debe alterar la estructura metálica del acero ni sus propiedades.

3.3.8.2 Trazado

Para proceder con el proceso de trazado se requiere:

- Planos estructurales, en los cuales se definan las dimensiones de los elementos estructurales, planos 01,02,03,04,05,06,07.
- Definición del corte del material evitando desperdicios.

Marcar los perfiles en las zonas de soldadura y perforaciones que se requieran, así mismo las placas bases, marcar perforaciones para pernos de anclaje y soldaduras, figura 3.7.



Figura 3. 7 Trazado

Fuente: (Bricolaje, 2013)

3.3.8.2.1 Inspección de trazado

Se debe verificar el correcto proceso de trazado, de existir alguna falla en el proceso se realizará el levantamiento de no conformidades.

3.3.8.3 Corte

Para este proceso se utilizará el equipo oxicorte siendo el mismo en toda la instalación.

Para su funcionamiento, el gas de trabajo utilizado será oxígeno-propano y la fuente de este gas será por medio de cilindros portátiles.

Antes de realizar el corte se debe verificar las conexiones en el equipo de oxicorte como:

- Rasgaduras en las mangueras
- Mangueras y uniones limpias y libres de grasa
- Llave reguladora de válvula en buen estado
- Marcar la presión de cada tanque de acuerdo a la actividad a realizar
- Instalación del equipo en una zona segura

Una vez marcado el perfil o placa según los planos estructurales, se procede a realizar el corte.

El cortador que realiza este procedimiento debe portar un equipo de protección personal.

El óxido adherido y rebabas, irregularidades en borde producidas en el corte, se eliminarán finalizado el corte mediante piedra esmeril, buril y esmerilado, cepillo o fresa, terminándose con esmerilado fino.

En la siguiente tabla se enlistados procedimientos de corte a emplearse en la fabricación del cada elemento estructural.

Proceso de Corte	Elementos Estructurales
Oxicorte/Amoladora	Placa Base
	Perno de Anclaje
	Ménsula
	Ángulos de corte
Oxicorte	Columnas
	Vigas

Tabla 3. 4 Procesos de corte utilizados edificio Diamante Premium Corp.

Fuente: propia

3.3.8.3.1 Inspección en Corte

a) Características técnicas de Corte

Viga IPE180 Viga IPE330 Ménsula Columna	Corte recto 90°	1200 X 450mm (Ancho por Alto)
--	-----------------	-------------------------------

Viga IPE330 Viga IPE180 Viga IPE 240	Corte en ángulo 30°	870 X 450mm (Ancho por Alto)
Viga IPE180 Viga IPE 240	Corte en ángulo -30°	820 X 450mm (Ancho por Alto)
	Máximo largo de perfiles	19812mm (65ft)

Tabla 3. 5 Parámetros de inspección del Proceso de corte

Fuente: propia



Figura 3. 8 Características técnicas de Corte

3.3.8.4 Limpieza y Preparación de juntas

La limpieza se realizará con el método de Raspado y Cepillado manuales (SSPC-SP-2)

En la presente etapa los elementos estructurales se preparan para el resto de procesos de fabricación y montaje a realizarse para la estructura metálica.

Se preparan los perfiles para el proceso de soldadura, realizando los respectivos biseles según los WPS. Los biseles se realizarán con las dimensiones y los ángulos marcados en los planos de taller, se empleara para su elaboración los equipos de oxicorte con posterior esmerilado, figura 3.9.



Figura 3. 9 Biselado

Fuente: (Rodríguez Ordás, 2011)

Se eliminan impurezas superficiales y aristas vivas en los filos de los elementos estructurales.

El punzón debe estar en perfecto estado, sin ningún desgaste ni deterioro. Se permite el punzonado en piezas de acero A36 cuyo espesor no sea mayor que 15 mm, que no se destinen a estructuras sometidas a cargas dinámicas.

En todas las piezas de acero, los agujeros deben ejecutarse con taladro autorizándose el uso de punzón en los casos particulares.

El taladro se realizará a diámetro definitivo, salvo en los agujeros en que sea previsible rectificación para coincidencia con 1 mm de tolerancia.

3.3.8.4.1 Inspección en Limpieza y preparación de Juntas

Se verificará que la superficie se encuentre libre de impurezas superficiales.

Para la inspección de biselado se debe cumplir con lo descrito a continuación:

b) *Características técnicas bisel*

Ancho de trabajo	3 m (10')
Longitud Máxima de trabajo	24 m (80')
Espesor máximo de corte comenzando Borde	80 mm (3")
Espesor máximo con perforación	50 mm(2")

Tabla 3. 6 Parámetros de inspección de técnicas de bisel

Fuente: propia

3.3.8.5 Pre-Armado

Esta operación tiene por objetivo el pre - ensamble de las piezas en una posición relativa de la estructura.

Se armara el conjunto del elemento, tal como se realizara en la obra verificando que las uniones estén de forma correcta.

Las piezas que han de unirse con tornillos calibrados o tornillos de alta resistencia que se fijarán fuertemente de forma manual, de diámetro no más de 2 mm o menor que el diámetro nominal del agujero correspondiente.

Los elementos cuya unión es con soldadura, se fijarán entre garantizando poca coacción.

Con el pre-armado se verifica que la disposición y la dimensión del elemento se ajuste a las indicadas en los planos de taller.

Deberán rectificarse o suplantarse todas las piezas que no sean aprobadas en el pre-armado de la estructura.

Finalizado el pre-armado, y comprobada su exactitud, se procede a realizar la unión definitiva de las piezas en la obra.

3.3.8.6 Pintura en taller

Como paso final de fabricación de los elementos estructurales se procede a la fase de pintura. Todo el acero debe ser limpio de materiales extraños antes de ser pintado.

Las superficies deben recibir una capa de pintura anticorrosiva.

Las superficies de acero serán pintadas con brocha si su dimensión es corta, caso contrario, cuando la superficie es amplia se emplea pistola de aire (Atomizado por aire HVLP), garantizando un recubrimiento satisfactorio en corto tiempo.

Superficies en contacto entre los perfiles, juntas o biseles no deben ser pintadas.

El taller debe estar exento de carreras y sobresaltos que no permitan un correcto secado o curado de la pintura antes de ser manipulados.

Los elementos estructurales deben tener marcas de orientación y especificación de acuerdo a los planos de diseño

Finalizando con éxito esta primera etapa, los elementos constitutivos están en condiciones de embarque hacia el área de montaje, y entrega de obra.

3.3.8.7 Inspección y Control de calidad general en taller

La inspección es el aspecto más importante al momento de calificar la fiabilidad en estructuras de edificación ya que evalúa los resultados obtenidos sobre los perfiles de acero y su montaje mediante uniones soldadas o mecánicas.

Terminada la fabricación en el Taller se realiza un control dimensional y geométrico de elementos estructurales y conjuntos revisando los siguientes aspectos:

- Control de las operaciones de ejecución de taladros en uniones atornilladas y placas base.
- Control de operaciones de plegados, conformados, aportaciones localizadas de calor, etc.
- Control de armados y fijaciones provisionales de piezas.
- Control de acopio de elementos individuales y terminados.
- Control de ajustes en los armados y presentaciones de uniones.
- Control de deformaciones, excentricidades, alineaciones, etc.
- Ajuste de la estructura a su forma teórica en los montajes en blanco.
- Tolerancias.

3.3.9 FABRICACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE CONFORMAN EL ENTRAMADO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO “DIAMANTE PREMIUM CORP.”

3.3.9.1 Perfiles

La empresa DIPAC es seleccionada como proveedora de los perfiles estructurales. En lo que confiere al proceso de fabricación, solo se controlara el transporte de los elementos.

Los perfiles empleados son lo especificados en la tabla 3.7

3.3.9.2 Pernos de anclaje

El perno será fabricado en taller a partir de una varilla de 20mm de diámetro con una longitud de 150mm de roscado M18x2, 5; por lo tanto para cada perno se requiere varilla 800 mm de longitud y 20 mm de diámetro. Se realiza corte con amoladora u oxicorte, después se envía a roscarse y seguido al doblado, labor que realiza un armador y un ayudante.

3.3.9.3 Placa base

Se utiliza acero A36 para la fabricación de placas base; se requieren 20 placas base con dimensiones 460 x460x25 mm y en taller se realizara la perforación de 4 agujeros a las esquinas de 34mm de diámetro, finalizada la perforación se pinta con tintura anticorrosiva a las placas. Los procesos que serán controlados en este elemento estructural son: transporte de elementos, perforación de agujeros, pintura.

3.3.9.4 Columnas

Para la edificación se requiere de 16 columnas, las mismas que están clasificadas en 3 grupos por su ubicación y dimensiones.

TIPO	Columnas perimetrales	Columnas centrales	Columnas laterales
Ubicación	En la zona delantera del edificio, 7 elementos estructurales	Columnas que conforman el centro de la estructura, 4 elementos estructurales	Se ubican en la sección posterior de la edificación, 5 elementos estructurales
Dimensiones	3,45m altura 10mm espesor	21m altura 7,20 m de altura con 10mm espesor 13,8 m de altura con 8mm espesor	18,5m altura 7,20 m de altura con 10mm espesor 11,3 m de altura con 8mm espesor
Fabricación	Se unen por soldadura intermitente, con longitud de intermitencia de 14cm y espaciado de 20cm		

Tabla 3. 7 Columnas requeridas en el edificio Diamante Premium Corp.

Fuente: (Erazo Carvajal, Ordoñez González, & Ing. Baldeón Valencia, 2013)

3.3.9.5 Ángulos de conexiones

Para las todas las conexiones se fabricaran en taller ángulos laminados 65x6, personal para este trabajo será 2 obreros ayudantes.

3.3.9.6 Elementos de asiento - Ménsula

Se requiere 160 ménsulas viga – columna 3inx3inx10mm y 80 ménsulas columna – placa base de 3inx5inx10mm; cortado y habilitado en taller con un acabado de pintura anticorrosiva. Para este proceso de fabricación se necesitara 1 cortador y 2 obreros ayudantes.

3.4 MONTAJE DE UN EDIFICIO TIPO

Para el Montaje del edificio Diamante Premium Corp. se seguirá la secuencia establecida a continuación determinando previamente los requisitos y responsabilidades para el personal de trabajo así como los requisitos para los planos de montaje.

Para el montaje de toda la estructura se necesitara 1 soldador calificado 2 ayudantes de soldador y un armado, se estima 2 meses para el montaje de la estructura.

3.4.1 REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MONTAJE

3.4.1.1 Requisitos del Contratista

El personal encargado del montaje del edificio tipo debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Contar con el título de Ingeniero Mecánico; ó,
- Contar con el título de Ingeniero Civil, y adicionalmente el título de tercer o cuarto nivel en Tecnología de Soldadura, o a su vez poseer la respectiva Certificación de Soldador Calificado según la especificación AWS D1.1

3.4.1.2 Responsabilidades del Contratista

El personal encargado del montaje del edificio tipo se lo denomina contratista y debe cumplir con las siguientes responsabilidades:

De acuerdo a la información proporcionada en las especificaciones técnicas y planos del diseño estructural, el Contratista deberá implementar e instalar toda la indumentaria necesaria para el montaje. Los soportes a utilizar deben ser suficientes para asegurar el correcto ensamblaje del Sistema Estructural con el fin

de evitar accidentes causados por las cargas producidas al momento de realizar el montaje.

3.4.1.3 Requisitos del Fiscalizador

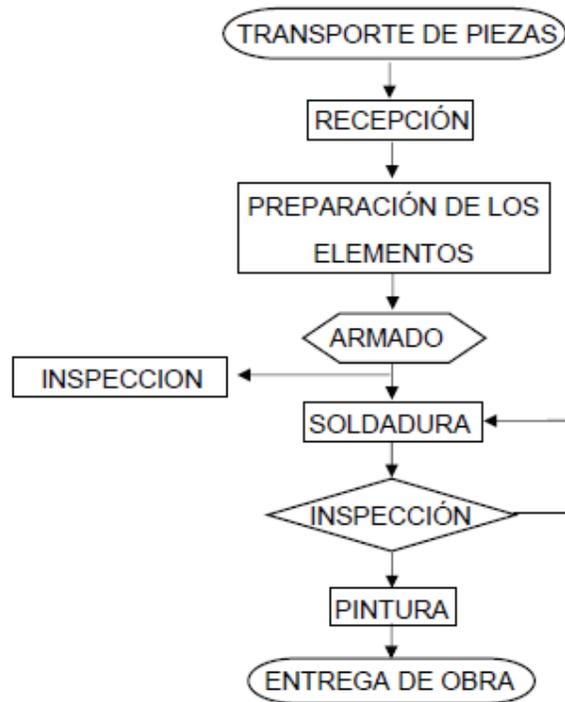
El personal encargado del montaje del edificio tipo debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Contar con el título de Ingeniero Mecánico; ó,
- Contar con el título de Ingeniero Civil

3.4.1.4 Responsabilidades del Fiscalizador

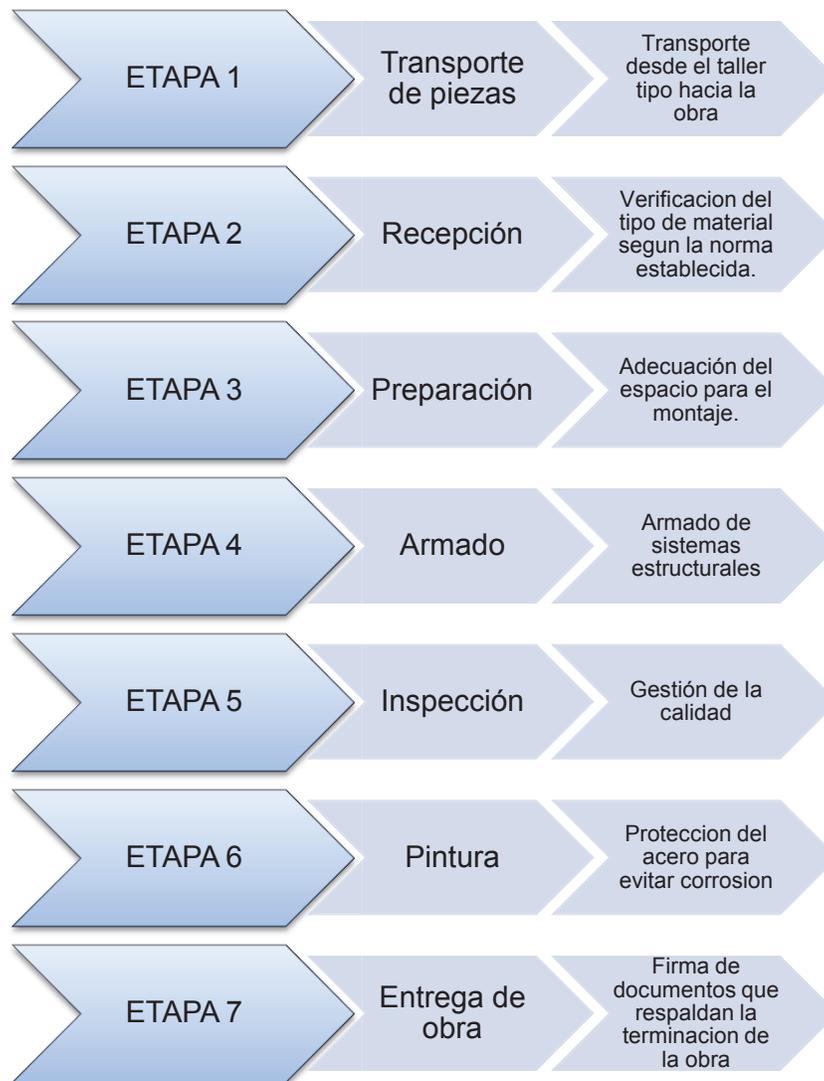
Será el responsable de la verificación del cumplimiento de normas de diseño; verificación del cumplimiento de los requisitos del personal, materiales y equipos utilizados; verificación del cumplimiento en cuanto a tiempos de control de la obra; verificación del cumplimiento de procesos administrativos, es decir que cada empleado cumpla con sus deberes y goce de sus derechos establecidos por el código de trabajo; por último el fiscalizador realizará una verificación del cumplimiento del control económico del proyecto.

3.4.2 FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA TIPO



Flujograma 3. 4 Proceso de montaje de una estructura tipo

3.4.3 PROCESO DE MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA TIPO



Flujograma 3. 5 Proceso de montaje de una estructura tipo

3.4.3.1 Transporte de Piezas

El transporte de los elementos estructurales desde el taller tipo hacia la obra se realizará por medio de camiones de 15 Ton. Mientras que dentro de la obra el transporte será con la ayuda de una grúa y tecles los cuales deben cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 048:2010.

Para este proceso, el personal encargado del transporte contará con un horario diferente al resto de personal encargado del montaje con el fin de evitar pérdida de tiempo.

El horario para el transporte será fuera de las horas pico para optimizar recursos.

3.4.3.2 Recepción y manejo del embarque en la obra

El personal encargado de la recepción de los elementos debe contar con un programa de montaje que detalle las piezas embarcadas de acuerdo a las fechas previamente establecidas. Llegado el camión, el encargado de la recepción se pondrá de acuerdo con el encargado del transporte y verificaran cada elemento descargándolo en orden y arrumándolos en el espacio establecido para estos elementos verificando su buen estado.



Figura 3. 10 Recepción y manejo del embarque en la obra

Cada pieza fabricada debe contar con un código que establecerá una posición única para el armado.

Para el caso de columnas se marcarán con las letras KT, puntales y tensores con las letras PT y TE respectivamente, las placas base llevarán las letras PR, y, finalmente las vigas llevará las marcas TC.

3.4.3.3 Preparación de las piezas en la obra



Figura 3. 11 Soldadura de Campo

Para el montaje se seleccionarán las piezas de acuerdo a la secuencia lógica establecida, figura 3.11.

De acuerdo con las dimensiones descritas en las tablas 3.2, 3.5 y 3.7 para las vigas y columnas del edificio Diamante Premium Corp. Se debe realizar soldadura de campo o preparación de piezas por lo que se no pueden transportar enteras.

Para el transporte de las piezas desde el sitio de desembarque al montaje en sí, se establece una señalización por donde circulará el personal de montaje evitando el mayor traslado de las piezas.

Por último se debe verificar que:

- Las secciones con las que trabajaremos coincidan con las marcas establecidas en los planos de montaje.

- Verificar que las piezas estén listas para ser soldadas es decir alineadas y niveladas en ambas direcciones, y
- Las partes que se van a soldar estén limpias y con la preparación adecuada.

3.4.3.4 Proceso de Armado in situ

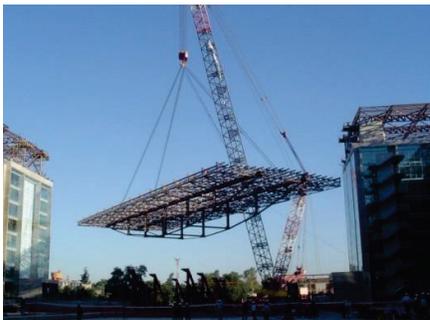


Figura 3. 12 Proceso de Armado

- Apoyar las placas base sobre las cimentaciones previamente ejecutadas. Para nuestro caso se desplantará la estructura con zapatas aisladas.
- Verificar la alineación de las zapatas así como los niveles de los dados de cimentación cuyos ejes de referencia serán marcados en ambos sentidos.
- Nivelar las placas base con la ayuda de cuñas de acero dejando una separación entre 40 y 80 mm
- Verificar dimensiones de nivel de los dados de cimentación.
- Acuñadas las placas base se colocarán las columnas para el subsuelo únicamente punteadas para después de alinearlas y aplomarlas proceder a soldarlas definitivamente.

El espacio existente entre la base de la columna y la cimentación debe ser limpiada para posteriormente llenarla por completo con mortero u hormigón de cemento portland y árido.

Nota: La dimensión del árido no superará el $\frac{1}{5}$ del espesor del espacio a rellenarse y su dosificación no será menor a $\frac{1}{2}$.

- Se asegurarán provisionalmente los elementos estructurales con la ayuda de arriostramientos temporales para resistir cualquier posible esfuerzo producido durante el montaje.
- Ensamblar los distintos elementos como puntales y tensores a las columnas por medio de las placas de montaje (PR) colocadas en la parte superior de los puntales con el fin de que la estructura se adapte a la forma previamente establecida en los planos correspondientes respetando las debidas tolerancias dimensionales y evitando el posible movimiento.

Los puntales ayudan a sostener cada piso evitando derrumbes por lo tanto serán retirados terminado el montaje.

- Realizar finalmente el montaje de las vigas (TC)
- Alinear definitivamente la estructura.
- Realizar la verificación dimensional definitiva tanto horizontal como vertical antes de proceder al atornillado o soldado de las uniones de montaje comprobando la posición de los elementos con el fin de que cada unión coincida con su posición definitiva.
- Proceder al atornillado y a la soldadura de acuerdo a lo establecido en las normas previamente descritas.

El proceso descrito anteriormente se lo realizará para el subsuelo. Para los pisos subsiguientes, se seguirá el orden descrito de armado de columnas y vigas.

Para las plantas dos, tres y cuatro se realizará el montaje de arriostres con la ayuda de tecles.

3.4.3.5 Inspección del Proceso de Armado in situ

La inspección se la realizará concluido el armado para cada planta, verificando el cumplimiento de cada proceso satisfactoriamente

3.4.3.6 Soldadura in situ

3.4.3.6.1 Variables en el proceso de soldadura por arco sumergido con electrodo revestido SMAW

Entre las principales variables tenemos:

a) *Intensidad de corriente*

La intensidad de corriente depende de:

- Espesor de junta
- Posición de soldadura
- Tipo de junta
- Revestimiento del electrodo

Valores de amperaje recomendados:

TIPO	E6010		E7018	
	1/8	5/32	1/8	5/32
\emptyset [in]	1/8	5/32	1/8	5/32
$A_{m\acute{a}x}$ [Amp]	80	110	100	140
A_{min} [Amp]	120	150	140	190

Tabla 3. 8 Amperajes recomendados para electrodos E6010 Y E 7018²⁷

Fuente: (Bueno, pág. 590)

b) *Voltaje²⁸*

El voltaje se relaciona con la longitud del arco, que es la distancia entra la punta derretida del electrodo hasta el charco de soldadura, de forma directa; dicha longitud no debe exceder el diámetro del núcleo del electrodo, para evitar incrementos de amperaje.

²⁷ Bueno, H. (s.f.). Catalogo de electrodos comunes. En H. Bueno, *Manual para procesos de soldadura en estructuras metalicas de acero A36* (pág. 590).

²⁸ EPN, L. d. (2007). Folleto de "Tecnologia de Soldadura"- Practica N°5 SMAW. En L. d. EPN, *Folleto*

El voltaje para el proceso de soldadura en la estructura analizada esta entre 22 – 30 voltios

c) Velocidad de soldadura

La velocidad de soldadura o de desplazamiento es la rapidez con la que el electrodo se traslada a lo largo de la unión. La velocidad de recorrido influye en el aporte de calor, y por lo tanto afecta la estructura metálica de la soldadura y de la zona afectada por el calor.

La velocidad de avance para el proceso de soldadura en la estructura analizada esta entre 150 y 300 mm/min dependiendo el pase y numero de pases.

Las piezas habilitadas deberán ser soldadas de acuerdo con el WPS correspondientes, desarrollados en el anexo 3

CONEXIÓN				
	PARAMETRO	VIGA IPE240- VIGA IPE 330	VIGA IPE180- VIGA IPE 180	VIGA IPE330- VIGA IPE 330
DESPATINAMIENTO	K [in]	1	1	¾
	L recorte [in]	3	3	2
	W garganta [in]	3/16	1/8	¼
	Angulo [in]	3x3x1/4	3x3x1/4	3x3x1/4
	Electrodo	E6010	E6010	E6010
	L unitaria [in]	1,4	1,5	3,5
CAPACIDA DE LA SOLDADURA	Resistencia del metal base [kip]	4	2,86	13,36
	Resistencia de soldadura [kip]	5,08	3,64	16,7

Tabla3. 9 Parámetros de Soldadura aplicada

Fuente: (Erazo Carvajal, Ordoñez González, & Ing. Baldeón Valencia, 2013)

UNION	CORRIENTE		TIPO DE JUNTA	TECNICA DE SOLDADURA		METAL BASE	METAL DE APORTE
	TIPO Y POLARIDAD			PROCESO DE SOLDADURA	POSICION DE SOLDADURA		
VIGA IPE330 – COLUMNA	AC		Bisel único - 2 lados	SMAW	1G	ASTM A 36	E6010
VIGA IPE240 – COLUMNA	AC		Bisel único - 2 lados	SMAW	1G	ASTM A 36	E6010
VIGA IPE180 - VIGA IPE330	AC		FILETE TRASLAPADA - 1 lado	SMAW	2F	ASTM A 36	E6010
VIGA IPE240 - VIGA IPE330	AC		FILETE TRASLAPADA - 1 lado	SMAW	2F	ASTM A 36	E6010
VIGA IPE180 - VIGA IPE180	AC		FILETE TRASLAPADA - 1 lado	SMAW	2F	ASTM A 36	E6010
VIGA IPE330 - VIGA IPE330	AC		FILETE TRASLAPADA - 1 lado	SMAW	2F	ASTM A 36	E6010
MENSULA – COLUMNA	AC		FILETE T - 2 lados	SMAW	3F	ASTM A 36	E6010
COLUMNA - PLACA BASE	AC		FILETE T - 2 lados	SMAW	2F	ASTM A 36	E6010
VIGA IPE180 - COLUMNA	AC		TIPO V con talón - 1 lado	SMAW	2G	ASTM A 36	E6010
TUBO100x100x5 - VIGA IPE240	AC		TIPO V con talón - 1 lado	SMAW	2G	ASTM A 36	E6010

Tabla 3. 10 Tabla Especificaciones para el Proceso de Soldadura según elemento del edificio Diamante Premium Corp.

Para realizar la soldadura con el procedimiento SMAW se emplea el electrodo E6010, a través del mismo se hace circular corriente AC, con amperaje determinado en cada WPS. Se establece un corto circuito entre el electrodo y el material base que se desea soldar ASTM A36, este arco eléctrico puede alcanzar temperaturas de 5500 °C, se debe evitar excesivos calentamientos concentrados, depositándose el núcleo del electrodo fundido al material que se está soldando, se genera mediante la combustión del recubrimiento una atmosfera que permite la protección del proceso y se produce escoria que recubre el cordón de soldadura.

El soldador que realiza este procedimiento debe ser calificado para la soldadura a realizar y portar un equipo de protección personal:

- Casco de Seguridad
- Protector de oídos
- Lentes Policarbonato (Foto cromático).
- Visor Basculante Tonalidad N°6.
- Escudo facial para protección de temperatura
- Respirador medio rostro con filtro P100.
- Capucha Soldador ignífuga.
- Camisa manga larga.
- Chaqueta anti flama con broche y velcro.
- Coletos.60 x 110
- Pantalón largo anti flama
- Calzado de Seguridad Fundidor con punta de acero y planta con lamina anti perforación.
- Polainas con Velcro.
- Guantes de descarnado mosquetero con forro en la palma

Al finalizar la fase de soldadura se debe realizar una limpieza, para quitar escoria o residuos de la soldadura alrededor del cordón de soldadura, esta limpieza se realiza con amoladora para el primer pase y con cepillo metálico los pases siguientes, como se especifica en los WPS.

3.4.3.7 Inspección de Soldadura in situ

3.4.3.7.1 Inspección y control de calidad para el proceso de Soldadura ²⁹

A continuación se realiza el procedimiento a seguir para la inspección y control de calidad para los procesos de soldadura empleados en el edificio.

a) Pre-requisitos

- Agudeza Visual



Figura 3. 13 Inspección visual

Es un pre-requisito obvio con el que debe constar el inspector. Su agudeza visual debe responder a objetos cercanos y lejanos con visión natural o corregida, figura 3.13.

Es un requisito contar con una inspección visual documentada por parte de la AWS como un inspector de soldadura (CWI) o Inspector de Soldadura Asociado (CAWI).

²⁹ Saavedra, M. J. (s.f.). *Guía para la Inspección Visual de Soldaduras AWS B1.1*. GEND-PUCP.

- Equipamiento



Figura 3. 14 Herramienta de precisión

Para la inspección muchas veces se necesita de herramientas o equipos especiales, como galgas o comparadores, figura 3.14, que permitan obtener mediciones precisas, es por eso que el inspector debe tener el conocimiento necesario sobre el uso de estas herramientas, y dicho conocimiento se adquiere por medio de cursos y capacitaciones.

- Experiencia y entrenamiento

Es otro de los aspectos obvios para la inspección visual. La experiencia adquirida sería preferente más no indispensable, mientras que el entrenamiento es un requisito.

b) Procedimiento

Para garantizar un resultado consistente y preciso, es necesario establecer procedimientos estándares elaborados por el empleador básicamente consiste en instrucciones detalladas en los cuales se interrelacionan los varios procesos de fabricación, los requerimientos detallados por el comprador y una línea base de criterio de inspección.

- Programas de Certificación

Para asegurar resultados confiables, es necesario que el personal a inspeccionar cuente con los debidos certificados. La AWS ofrece programas de CWI (Inspector de Soldadura Certificado) y CAWI (Inspector de Soldadura Asociado).

Pueden usarse otros programas para la certificación de la inspección visual de inspectores de soldadura.

- Seguridad

El inspector debe contar con capacitaciones sobre seguridad industria ya que en el proceso se pueden presentar problemas de electricidad, gases, humos, luz ultravioleta, calor, etc.

c) Previo a la Soldadura

- Se deben considerar los siguientes aspectos fundamentales.
- Revisar dibujos y especificaciones.
- Revisar la calificación para los procedimientos y el personal responsable.
- Determinar los puntos de inspección.
- Establecer un plan para el registro de los resultados.
- Revisar los materiales a ser utilizados
- Revisar las discontinuidades del material base.
- Revisar la disposición y alineación de las juntas soldadas.
- Chequear el precalentamiento, si es requerido

Si se consideran estos ítems con responsabilidad, muchos de los problemas futuros pueden ser prevenidos.

d) Procedimientos de Soldadura

Previo al proceso de soldadura se deben revisar los documentos que garanticen un proceso confiable tales como certificaciones dibujos y especificaciones. Estos documentos serán revisados individualmente.

- Material base

Previo a la soldadura es necesario realizar una identificación del tipo de material base a utilizarse, así como sus especificaciones, ya que si no se detectan fallas importantes puede verse afectada la integridad del edificio.

De igual manera, en el material base, el área más importante será la zona preparada para recibir el metal de soldadura, por lo tanto la preparación de juntas es importante, tomando a consideración los siguientes ítems:

- Angulo del canal
- Abertura de raíz.
- Alineamiento de la junta
- Respaldo
- Insertos consumibles
- Limpieza de la junta
- Soldaduras de apuntalamiento
- Pre calentamiento

e) Durante la soldadura

Como se describió anteriormente, la inspección visual es el método primario para determinar fallas, sin embargo, es necesario considerar los siguientes aspectos de fabricación a ser chequeados.

- Calidad del pase de raíz de la soldadura
- Preparación de la raíz de la junta previo a la soldadura del segundo
- Temperaturas de pre calentamiento e internases.
- Secuencia de los pases de soldadura.
- Capas subsecuentes para la calidad aparente de la soldadura
- Limpieza entre pases.
- Conformidad con el procedimiento aplicable: por ejemplo voltaje, amperaje, calor aportado, velocidad.

Es importante considerar cada uno de estos aspectos para evitar discontinuidades que degraden la calidad.

- Pase de Raíz



Figura 3. 15 Pase de raíz

La mayoría de defectos posteriormente descubiertos se ven asociados con el pase de raíz, figura 3.15, por lo tanto al momento de realizar la inspección visual es necesario considerar su estado.

- Temperaturas de Pre calentamiento e Interpase

Según el caso se deben establecer medidas de temperatura máximas así como temperaturas de trabajo seguras. Para asegurar un buen resultado es recomendable realizar la inspección por cada pase realizado inspeccionando también su limpieza entre pases.

f) Después de la soldadura

Si se ha empleado especial cuidado en los aspectos anteriores, este no resultará tan complicado; por lo tanto será necesario considerar los siguientes aspectos como revisión final:

- Apariencia final de la soldadura

- Tamaño final de la soldadura
- Longitud de la soldadura
- Precisión dimensional
- Cantidad de distorsión
- Tratamiento post soldadura

Considerando estos ítems aseguramos la calidad de la soldadura.

Existen ciertas discontinuidades que se pueden presentar y calificar como aceptables. A continuación presentaremos las que se pueden encontrar en la soldadura:

a) Discontinuidades

- Porosidad
- Fusión incompleta
- Penetración de junta incompleta
- Socavación
- Traslape
- Fisuras
- Inclusión de escoria
- Sobremonta excesiva

Para la inspección del montaje terminado se empleará el ensayo no destructivo con Tintes penetrantes que indican discontinuidades abiertas a la superficie de materiales sólidos no porosos siendo de igual manera aplicable para la examinación de los acabados de soldadura.

Para este caso se necesita detectar discontinuidades mayores a 2.5mm por lo que se utilizará un penetrante contraste, lavable con agua y revelador en suspensión acuosa.

Además el penetrante a utilizar debe tener control muy rígido de contaminantes, como son los compuestos halógenos o de azufre evitando así futuras fracturas o fragilidad del material.

Para este procedimiento se debe seguir la siguiente secuencia:

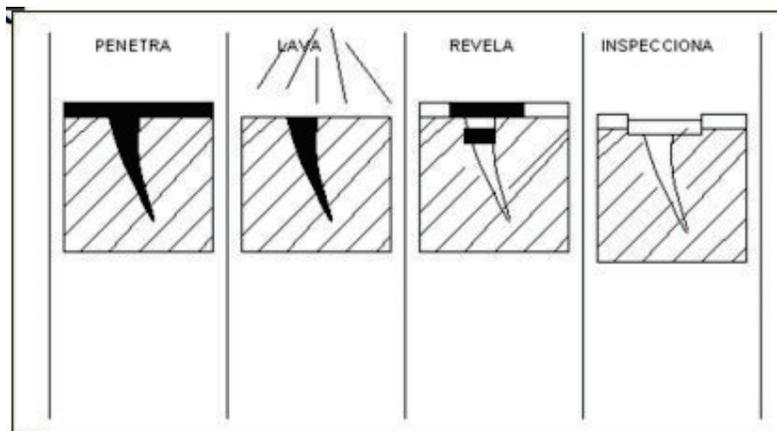


Figura 3. 16 Procedimiento Tintas Penetrantes

Fuente: (Folleto END, EPN)

- Verificar el certificado de pureza del penetrante entregado por el proveedor de acuerdo con las normas internacionales ASME, API O AWS.
- Limpiar y preparar la superficie que se va a analizar (juntas soldadas).
- Aplicar el líquido penetrante por medio del método de rociado debido a la disposición de las juntas soldadas asegurando que cubra totalmente la superficie a analizar.
- Esperar el tiempo de penetración, para discontinuidades relativamente grandes se establecerá un mínimo de 5 minutos, mientras que para discontinuidades cerradas o pequeñas será de hasta 45 minutos.
- Eliminar el exceso de penetrante.
- Aplicar el revelador de tipo “en suspensión” el cual permanecerá en el material el mismo tiempo que el tinte.
- Interpretar y evaluar los resultados obtenidos.
- Enjuagar el área inspeccionada con agua a presión.



Figura 3. 17 Inspección por Tintas penetrantes

Fuente: (SISTENDCA)

3.4.3.8 Pintura final³⁰

Este proceso se realizará por segunda vez después de terminado el montaje con el fin de evitar la corrosión del acero.

Las superficies metálicas deben estar totalmente limpias y libres de elementos tales como polvo, oxido, suciedad grasa, entre otros caso contrario se procederá de la siguiente manera:

- Limpiar la superficie a pintar con la ayuda de trapos o brochas disolventes. Para la eliminación de polvos o cemento se utilizaran cepillos de alambre o fibra.
- A todas las superficies se les realizará el chorreado abrasivo al grado SA 2 ½ bajo la norma ISO-8501 obteniendo un perfil de rugosidad de 50-100 micras únicamente con bajo luz diurna suficiente.
- Se utilizara aire a presión seco manteniendo el estándar de chorro especificado con un gasto igual a 6m³/min para cada boquilla de 10mm.
- El abrasivo a utilizar será de granalla de acero específica en la norma SSPC. No se chorearán superficies con temperaturas menores al 3°, y la humedad relativa del aire no deberá ser superior al 85%.

³⁰ Ingemecánica. (s.f.). *Ingemecánica Tutorial N° 20*. Obtenido de Ingemecánica: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn20.html>

- La superficie chorreada se cubrirá con una capa de imprimación el mismo día o máximo de 4 a 6 horas después.

Nota: Las superficies de acero que se encuentren humedecidas por lluvia volverán a ser chorreadas.

Si se observan manchas de óxido entre la limpieza y la pintura se debe pintar nuevamente.

- Las superficies deben recibir una capa de pintura anticorrosiva.
- Las superficies de acero serán pintadas con brocha si su dimensión es corta, caso contrario, cuando la superficie es amplia se emplea pistola de aire (Atomizado por aire HVLP), garantizando un recubrimiento satisfactorio en corto tiempo.

3.4.3.9 Inspección de Pintura final

Para la inspección de este proceso se verificará un espesor de 20 a 30 micras de pintura para la primera capa.

3.4.3.10 Entrega de la obra

La entrega de la obra es el último paso a seguir después de terminada la obra, se lo realizará en presencia del fiscalizador quien elaborará una inspección adicional que garantice que el trabajo realizado sea satisfactorio de acuerdo a lo estipulado.

Se deberá presentar una carta al propietario o encargado en la que se especifique la fecha del proyecto concluido y el cumplimiento de los trabajos asignados en el contrato previamente elaborado.

El propietario y encargado verificará lo necesario firmando y dado por concluida la obra.

3.5 FORMATOS PARA CONTROL DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL EDIFICIO TIPO

Con la recopilación de toda la información descrita para los procedimientos de fabricación y montaje para un edificio tipo se han realizado listados check con su respectiva codificación, los cuales permitirán un control sistemático para cada proceso realizado, desde el suministro del material hasta la entrega de obra; haciendo constancia a los responsables de cada proceso así como y fecha de realización y aprobación del mismo como se indica en el anexo 4.

3.6 PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA TIPO

3.6.1 MODELACIÓN ESTRUCTURAL Y OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO

SAP2000 es un programa estructural que por medio del método de elementos finitos analiza deformaciones, esfuerzos y fuerzas, en elementos superficiales y sólidos.

3.6.1.1 Modelación estructural

La estructura del entramado de la estructura del edificio “Diamante Premium Corp.” se dibuja en AUTOCAD y se lo analiza en el programa SAP 2000, para su dimensionamiento se toman los resultados obtenidos en el diseño estructural, detallado en la tesis Diseño del entramado de la estructura del edificio “Diamante Premium Corp.”. Obteniéndose el siguiente diagrama de la estructura.

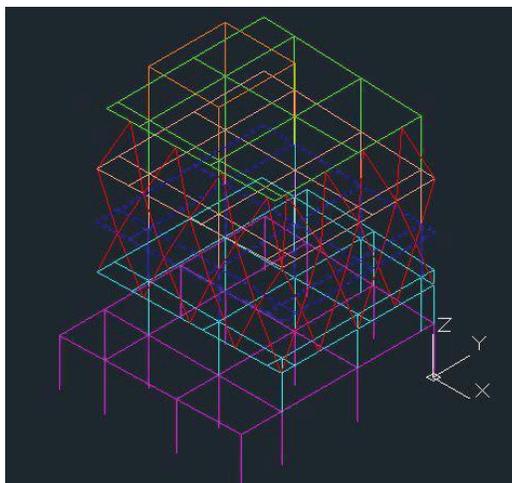


Figura 3. 18 Modelación estructural Edificio Diamante Premium Corp.

Fuente: Propia

Del análisis resultado de la tesis Diseño del entramado de la estructura del edificio “Diamante Premium Corp.”, se requiere que para un rendimiento óptimo los elementos estructurales a utilizar en la estructura sean:

ELEMENTO	TIPO	INDICE DE CARGA		FALLA
		MENOR	MAYOR	
VIGAS PRINCIPALES	IPE 330	0,46	0,94	0
VIGAS VOLADIZO	IPE330	0,75	0,84	0
VIGAS PERIMETRALES	IPE240	0,45	0,8	0
VIGAS SECUNDARIAS	IPE180	0,5	0,67	0
COLUMNAS	T 300X300X10	0,5	0,9	0
	T 300X300X8	0,75	0,89	0
CELOSIA	T 100X100X5	0,48	0,88	0

Tabla 3. 11 Resultados de optimización

Fuente: Propia

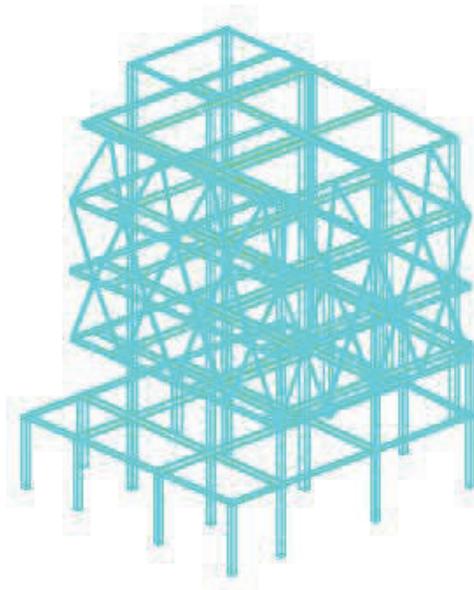


Figura 3. 19 Resultados de optimización

Fuente: Propia

La geometría de los elementos estructurales se detalla a continuación.

A screenshot of the IPE 240 section properties dialog box. The dialog box is titled "Section Name" and contains the following fields and controls:

- Section Name:** IPE 240
- Section Notes:** Modify/Show Notes...
- Properties:** Section Properties...
- Property Modifiers:** Set Modifiers...
- Material:** + A36
- Dimensions:**
 - Outside height (t3): 0.24
 - Top flange width (t2): 0.12
 - Top flange thickness (tf): 9.800E-03
 - Web thickness (tw): 6.200E-03
 - Bottom flange width (t2b): 0.12
 - Bottom flange thickness (tfb): 9.800E-03
- Display Color:** A blue square icon.
- OK** and **Cancel** buttons.

A diagram of the IPE 240 section is shown on the right side of the dialog box, with dimensions 2 and 3 indicated.

Figura 3. 20 Selección de Perfil IPE240

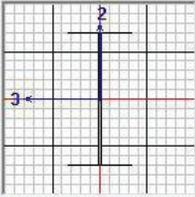
Section Name		IPE 330	
Section Notes		Modify/Show Notes...	
Properties	Property Modifiers	Material	
Section Properties...	Set Modifiers...	+ A36	
Dimensions:			
Outside height (t3)	0.33		
Top flange width (t2)	0.16		
Top flange thickness (tf)	1.150E-03		
Web thickness (tw)	7.500E-03		
Bottom flange width (t2b)	0.16		
Bottom flange thickness (tfb)	1.150E-03		
		Display Color <input type="checkbox"/>	
		OK Cancel	

Figura 3. 21 Selección de Perfil IPE 330

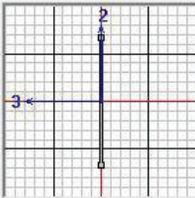
Section Name		IPE 180	
Section Notes		Modify/Show Notes...	
Properties	Property Modifiers	Material	
Section Properties...	Set Modifiers...	+ A36	
Dimensions:			
Outside height (t3)	0.18		
Top flange width (t2)	9.100E-03		
Top flange thickness (tf)	8.000E-03		
Web thickness (tw)	5.300E-03		
Bottom flange width (t2b)	9.100E-03		
Bottom flange thickness (tfb)	8.000E-03		
		Display Color <input type="checkbox"/>	
		OK Cancel	

Figura 3. 22 Selección de Perfil IPE 180

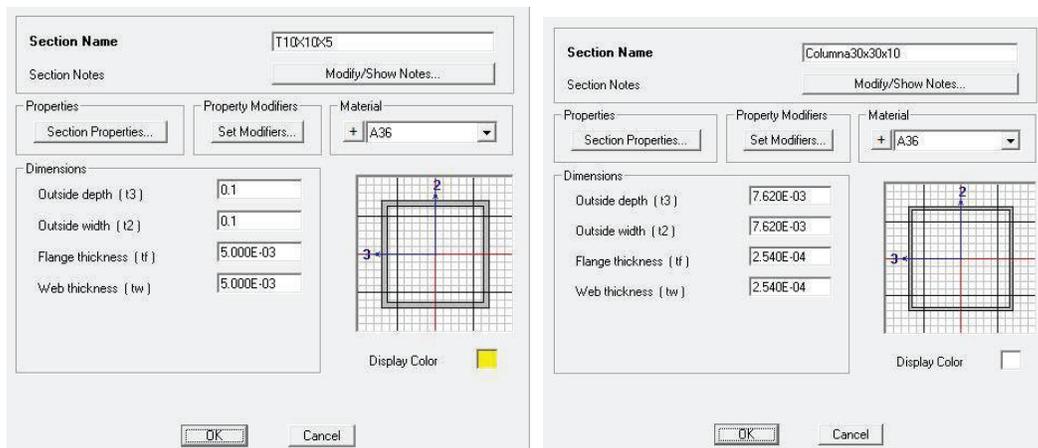


Figura 3. 23 Selección Columnas

3.6.1.2 Cargas estructurales³¹

Las cargas son fuerzas que resultan del peso propio de los materiales de construcción del edificio, de sus ocupantes y pertenencias, efectos del medio ambiente, diferenciales de movimiento y cambios dimensionales moderados. Las cargas permanentes son aquellas cuyas variaciones respecto al tiempo son escasas o de mínima magnitud. Todas las demás clases de cargas son llamadas cargas variables.

3.6.1.2.1 Carga Muerta

Carga muerta es la carga permanente que constituyen la edificación, tales como: mampostería, instalaciones de tuberías, paredes, techo, etc. Para la armadura del edificio "Diamante Premium Corp." se consideran los siguientes parámetros para la determinación de la carga muerta.

³¹ Mc Cormac, J. (2002). *"Diseño de estructuras de acero Método LRFD"*. México: Editorial AlfaOmega.

En los planos arquitectónicos se establece el sistema de losa deck con un espesor de 8cm, parámetro normalizado. Se toman los datos empleados en la tesis del edificio "Diamante Premium Corp."³²:

$$e_k = 0,08 \text{ m} \text{ , espesor deck}$$

$$P_k = 6,37 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ , peso por unidad de área del deck}$$

$$V_h = 0,1 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \text{ , Volumen de hormigón por unidad de área}$$

$$\rho_h = 2490 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ , densidad del hormigón}$$

Para el cálculo del peso muerto de la losa se toma en cuenta el cielo raso y las instalaciones sanitarias como son tuberías y canales suspendidos.

Según la norma ASCE 7 – 05 en la tabla C3.1

COMPONENTE	PESO POR UNIDAD DE AREA
	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
Cielo raso	48
Tuberías y canales suspendidos	20
Baldosa de $\frac{3}{4}$ " con mortero	20,5

Tabla 3. 12 Peso Muerto por unidad de área

Fuente: Propia

³² Erazo Carvajal, D., Ordoñez González, L., & Ing. Baldeón Valencia, C. (abril de 2013). Tesis Diseño de Entramado de Acero de la Estructura Soporte del Edificio "Diamante Premium Corp" ubicado en la ciudad de Guayaquil. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.

El peso total de los componentes anteriormente descritos, por planta, es:

PISOS	LOSA	CIELO RASO	TUBERIAS	BALDOSA	PESO TOTAL <i>kg</i> <i>m²</i>
Planta baja, planta 1, 2, 3	254,22	48	20	20,5	342,72
Terraza y cabina	254,22	48	20	0	322,22

Tabla 3. 13 Peso de la losa según el piso

Fuente: Propia

Para las paredes se utiliza bloque alivianado de hormigón vibro comprimido de 10x20x40 cm con 1,0 cm enlucido por cada lado; para el cálculo se toma las dimensiones de pared 3X1 m^2

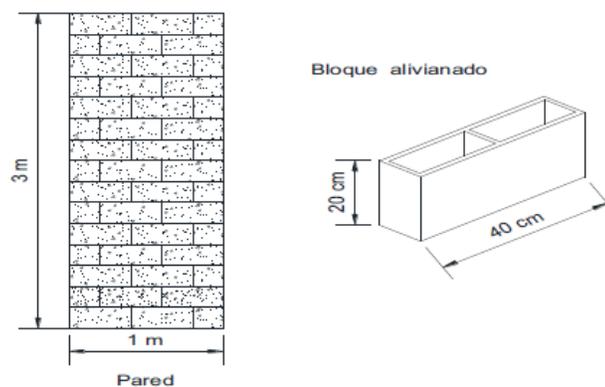


Figura 3. 24 Dimensiones paredes de Hormigón

Fuente: (Erazo Carvajal, Ordoñez González, & Ing. Baldeón Valencia, 2013)

Se tiene la altura de la pared de 3 m donde se ocupan 35 bloques por metro lineal, tomando de catálogos, el peso de un bloque es 9,2 kg; también el espesor

de enlucido es de 1 cm en un área de 3 m² de pared y el volumen de enlucido de 0,06 m³, se conoce que la densidad de enlucido es de 1836 kg/m³ tenemos:

$$B = 35 \frac{\text{bloques}}{\text{metro lineal}}, \text{ número de bloques}$$

$$P_B = 9,2 \text{ kg}, \text{ peso de cada bloque}$$

$$PT_B = 322 \frac{\text{kg}}{\text{m}}, \text{ peso total de bloques}$$

$$E = 1 \text{ cm}, \text{ enlucido}$$

$$A_E = 3 \text{ m}^2, \text{ área enlucida}$$

$$V_E = 0,06 \text{ m}^3, \text{ volumen de enlucido}$$

$$\rho_E = 1836 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \text{ densidad de enlucido}$$

$$PT_E = 110 \frac{\text{kg}}{\text{m}}, \text{ peso total de enlucido}$$

Por lo tanto el peso muerto de la pared enlucida es de:

$$P_p = 432 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Para el cálculo del peso muerto que ejercen los vidrios en la estructura se toma como parámetros:

$$h_v = 3,75 \text{ m}, \text{ longitud de vidrio}$$

$$e_v = 10 \text{ mm}, \text{ espesor de vidrio}$$

$$\rho_v = 2200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \text{ densidad de vidrio}$$

$$V_v = 0,0375 \text{ m}^2, \text{ volumen de vidrio por metro lineal}$$

$P_v = 82,5 \text{ kg}_m$, peso de vidrio por metro lineal

La cantidad de metros lineales de pared y vidrio se detallan a continuación:

PISO	Metros lineales de pared [m]	Metros lineales de vidrio[m]	Peso de pared [kg]	Peso de vidrio [kg]
Planta baja	82	0	35424	0
Planta alta 1, 2, 3	55	28	23760	2310
Terraza	18	0	7776	0

Tabla 3. 14 Metros lineales para las paredes y vidrios

Fuente: Propia

Carga muerta:

PISO	CARGA MUERTA kg_m
Planta baja	80,6
Planta 1	72,3
Planta 2	73,7
Planta 3	67,2
Terraza	46,5
Cabina	10,2
TOTAL	270

Tabla 3. 15 Carga Muerta total

Fuente: Propia

3.6.1.2.2 *Calculo carga viva*

La carga viva es carga de uso, depende de la utilidad de la estructura, en esta carga se considera el peso de personas, muebles, equipos, accesorios que pueden ser móviles o temporales en la estructura.

Se considera al edificio El Diamante, seleccionado para el análisis como una edificación destinado para oficinas, por lo tanto, la norma NEC 2011 en la tabla 1.2 capitulo 1 proporciona un valor aproximado para la carga viva de un edificio con estas características, para planta baja, planta 1,2 y 3 el valor aproximado es de $245 \frac{kg}{m^2}$ y de $102 \frac{kg}{m^2}$ para terraza.

3.6.1.2.3 *Cargas de viento*

La magnitud de la carga de viento depende de la zona geográfica de ubicación de la estructura, según la norma ASCE 07 se considera a los edificios como estructuras rígidas que requieren una gran cantidad de energía para generar una reacción dinámica, con respecto a una carga de viento. Por tratarse de un edificio de poca altura en la tesis “Diamante Premium Corp.” se emplea un valor de:

$$C_{viento} = 30,28 \frac{kg}{m^2}$$

3.6.1.2.4 *Cargas de sismo*

El fenómeno de cargas de sismo es dinámico, y se la obtiene por el método LRDF, al multiplicar la carga muerta por un factor de carga.

$$\text{Carga de sismo} = 0,4 \times \text{carga muerta}$$

Es decir, la carga de sismo es el 40% de la carga muerta.

Los parámetros que se consideran en la carga de sismo se detallan a continuación:

PARAMETRO	VALOR		DESCRIPCION
Factor de Zona Z	Z	0,4	definido en la norma NEC - 11
Perfil de suelo	TIPO	D	Suelo de zona arcilloso compacto NEC- 1134 capitulo 2
Coeficientes de Amplificación Dinámica	Fa	1,25	aceleraciones de la roca NEC-11 TABLA 2.5
	Fd	1,5	desplazamientos de la roca NEC-11 TABLA 2.6
	Fs	1,4	comportamiento no lineal de los suelos NEC-11 TABLA 2.7
Coeficiente de importancia		1	Estructura para oficinas, NEC- 11 capitulo 2
Coeficientes de configuración estructural	φP	0,9	irregularidad penalizada en planta
	φE	0,9	irregularidad penalizada en elevación
Periodo de vibración	T	0,61	definido en la norma NEC – 11
Espectro de diseño	Sa	0,9	definido en la norma NEC – 11
Cortante basal de diseño	V	56,33 ton	
Distribución vertical de fuerzas laterales	Planta baja	5,6	calculado base la norma NEC - 11 capitulo 2
	Planta 1	18,66	calculado base la norma NEC - 11 capitulo 2
	Planta 2	16,21	calculado base la norma NEC - 11 capitulo 2
	Planta 3	10,4	calculado base la norma NEC - 11 capitulo 2
	Terraza	5,07	calculado base la norma NEC - 11 capitulo 2
	Subsuelo	0	calculado base la norma NEC - 11 capitulo 2

Tabla 3. 16 Parámetros de carga de sismo³³

Fuente: (Erazo Carvajal, Ordoñez González, & Ing. Baldeón Valencia, 2013)

³³ Erazo Carvajal, D., Ordoñez González, L., & Ing. Baldeón Valencia, C. (abril de 2013). Tesis Diseño de entramado de acero de la estructura soporte del edificio "Diamante Premium Corp" ubicado en la ciudad de guayaquil. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.

La carga de sismo obtenida sobre cada piso se presenta en la siguiente tabla:

CARGAS SISMICAS		
PLANTA	F [ton]	CARGA SISMICA [ton]
Planta baja	5,6	2,2
Planta 1	18,66	7,4
Planta 2	16,21	6,5
Planta 3	10,4	4,1
Terraza	5,07	2
Subsuelo	0	0

Tabla 3. 17 Carga sísmica

Fuente: Propia

3.6.1.2.5 Carga sobre la estructura

Se conoce de los cálculos realizados en la tesis Diseño del entramado de la estructura del edificio “Diamante Premium Corp.”, que las cargas que influyen sobre la estructura son:

$$\text{Carga muerta} = 270 \frac{kg}{m^2}$$

$$\text{Carga viva} = 246 + 102 = 348 \frac{kg}{m^2}$$

$$\text{Carga Total} = 1.2 (C_m) + 1.6 (C_v) + C_s + C_{viento}$$

$$\text{Carga Total} = 1.2 (270 \frac{kg}{m^2}) + 1.6 (348 \frac{kg}{m^2}) + 0.4 (270 \frac{kg}{m^2}) + 30.28 \frac{kg}{m^2}$$

$$\text{Carga Total} = 1102.28 \frac{kg}{m^2}$$

Los resultados obtenidos en el programa computación SAP 2000, después de la aplicación de cargas sobre la estructura son:

3.6.2 PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CARGA

El siguiente protocolo de prueba tiene como objetivo asegurar el trabajo ejecutado por medio de la evaluación estructural debido a una de las siguientes razones:

- Verificación de la capacidad portante.
- Determinación de la reserva de carga de servicio.
- Estructuras sometidas a sobrecargas poco comunes.
- Estructuras defectuosas (deficiencias en el material, mano de obra, etc.)
- Estructuras reparadas.

Se realizará este protocolo de prueba con el fin de determinar los límites de carga que presente el edificio tipo.

3.6.2.1 Procedimiento de Pruebas de Carga

- Previo a la carga de prueba es necesario determinar los puntos críticos presentes en el edificio como se muestra en la siguiente figura de acuerdo a los resultados obtenidos en la simulación.

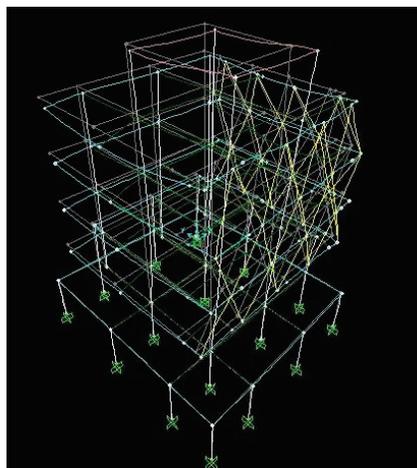


Figura 3. 25 Vista isométrica del edificio Diamante Premium Corp.

Fuente: Propia

Como se indica en el siguiente gráfico se procederá a realizar el análisis para el primer piso que será el que va a soportar todo el peso de la estructura. Dicho análisis se realiza en laboratorios destinados para este fin provisto de instrumentos de medida y simuladores de carga descritos a continuación.

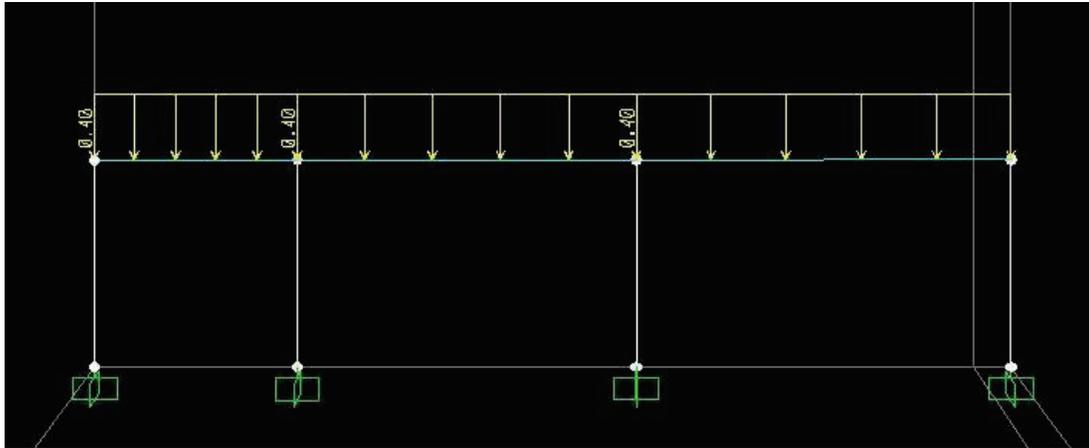


Figura 3. 26 Representación del primer piso edificio Diamante Premium Corp.

Fuente: Propia

- Para la prueba de carga es necesario determinar las deformaciones generadas en la sección a analizar para lo cual se utilizarán medidores de deflexión. A continuación se describe el procedimiento de prueba a realizarse en laboratorios especiales:

Se colocará primeramente el medidor de esfuerzo (Strain gage) sobre la superficie horizontal para posteriormente cargar la estructura con carga de prueba (sacos de cemento, sacas de arena, piscinas de agua).

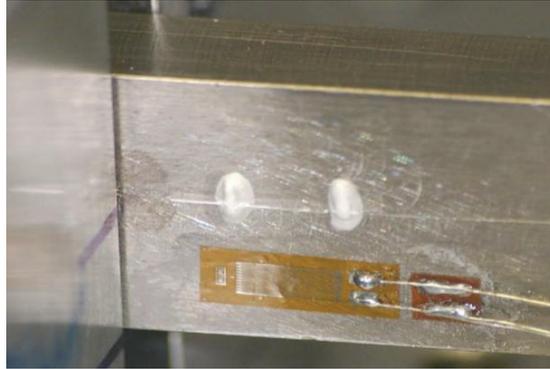


Figura 3. 27 Colocación Strain Gage sobre superficie

Fuente: (ENGINEERING, 1997)

Para la colocación de la carga de prueba se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Se debe tener cuidado de no formar arco en el piso analizado incrementando la misma cantidad de carga en intervalos similares.
- Se debe colocar sistemáticamente por separado permitiendo el paso del personal encargado con el fin de cubrir toda el área a analizar.
- Se debe asegurar una correcta posición de la carga de prueba permitiendo una buena distribución de carga como se puede observar a continuación.

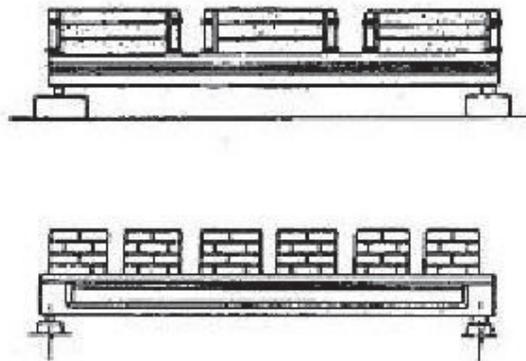


Figura 3. 28 Ubicación de Carga de prueba

Para representar la carga de viento se debe utilizar un pistón de desplazamiento horizontal que genere este fenómeno sobre el nudo de la sección analizada.

Transcurridas 24 horas después de colocar la carga de prueba se realizará la toma de datos tanto para el esfuerzo de deformación como para la deflexión generada para lo cual se colocará un reloj palpador en la mitad de cada viga.

Después de realizada la lectura se retirará la carga de prueba, y, 24 horas después se tomarán nuevamente las medidas para la deflexión final.

3.6.2.2 Interpretación de resultados

El transductor Strain Gage entrega resultados de deformación lineal ε_z , por lo tanto para la evaluación de los resultados obtenidos es necesario relacionarlos primeramente con esfuerzos lineales σ_z , para finalmente relacionarlos con valores de esfuerzo cortante, normal y momento.

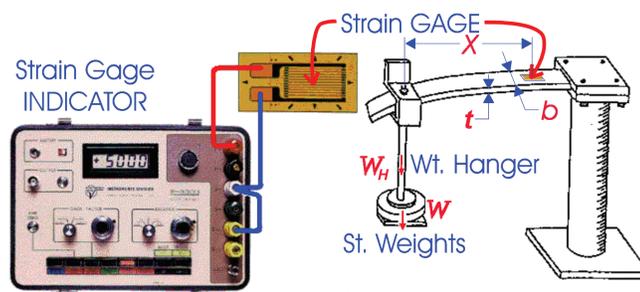


Figura 3. 29 Obtención de resultados Strain Gage

Fuente: (ENGINEERING, 1997)

Por medio de la simulación realizada se puede obtener resultados de esfuerzo cortante, normal y momento como se puede ver en el siguiente gráfico que se podrán comparar con los resultados obtenidos experimentalmente.

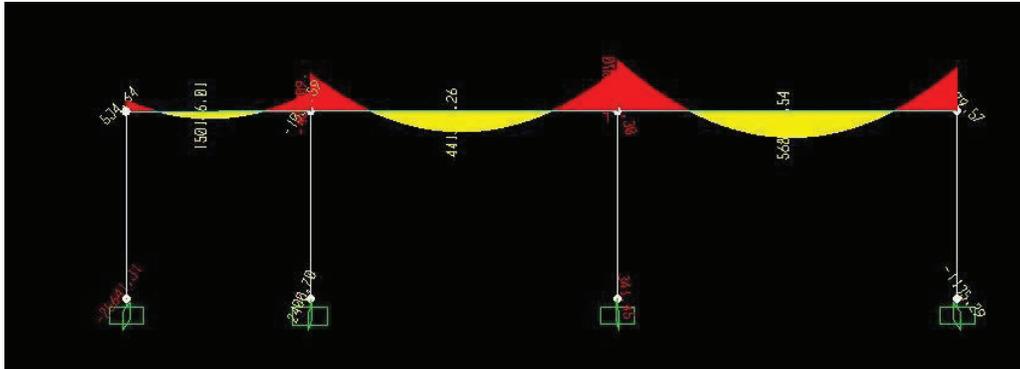


Figura 3. 30 Resultados obtenidos de la simulación del Edificio Diamante Premium Corp.

Fuente: Propia

3.6.2.3 Evaluación de Resultados

Para la evaluación de resultados se compararán los datos obtenidos para la deflexión obtenida experimentalmente con los datos obtenidos en la simulación como se indica en el siguiente gráfico.

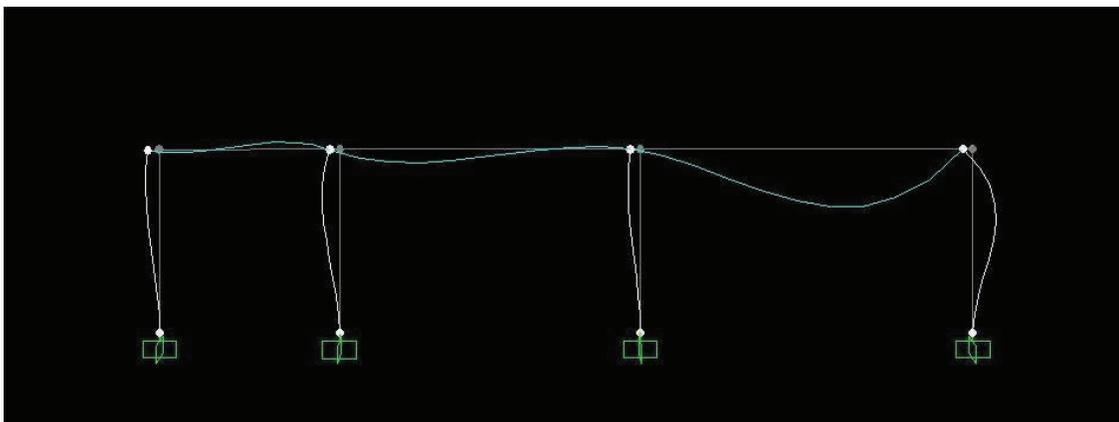


Figura 3. 31 Deformación Inicial

Fuente: Propia

Finalmente se realizará un gráfico de dispersión en el que se compare la deformación real con la deformación experimental. Si el factor de correlación es cercano a cero significa que el grado de confiabilidad del modelo computacional de la estructura es bajo es decir tiende a fallar, si por el contrario el factor de

dispersión es cercano a uno su grado de confiabilidad será alto, el modelo estructural será seguro.

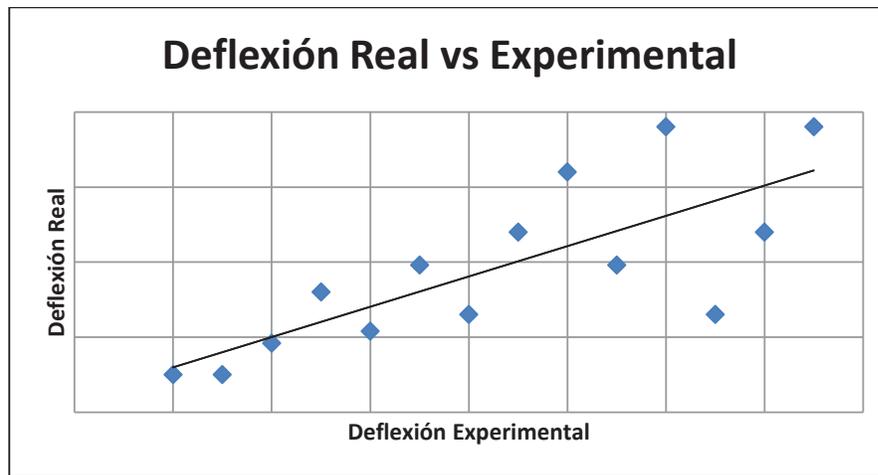


Figura 3. 32 Gráfico de dispersión Deflexión Real vs Deflexión Experimental

Fuente: Propia

3.6.2.4 Informe de Prueba

El encargado presentará un informe detallado en el que consten las fechas de realización de cada prueba (deflexión inicial y deflexión final), cantidad y tipo de carga de prueba utilizada, estado de carga, situación inicial y final del área analizada etc. como se muestra a continuación en el siguiente check list.

PRUEBA DE CARGA			
Código:		N°	
NOMBRE CONSTRUCTORA:		FECHA:	
INSPECTOR RESPONSABLE:			
REGISTROS PRELIMINARES			
DOCUMENTACION	DESCRIPCIÓN		
Ubicación área de prueba			
Área de prueba			
Tipo de material			
Carga de prueba	Quintales de Cemento		
Cantidad de carga de prueba			
Instrumento de medida			
REGISTRO DURANTE LA EVALUACIÓN			
REGISTROS HORARIOS DE PRUEBA	DESCRIPCION	Cumple	No cumple
Hora inicio (con carga de prueba)			
Hora finalización (1ra toma de datos)			
Hora inicio (retirada la carga de prueba)			
Hora finalización (2da toma de datos)			
intervalo entre pruebas (24 horas)	cumple/no cumple		
RESULTADOS OBTENIDOS	DESCRIPCION	Cumple	No cumple
Deflexión Inicial			
Deflexión Final			
Evidencia visible de falla	si / no		
OBSERVACIONES:			
Comparación con los resultados previstos en la simulación.			
Firma Responsables:		Firma Coordinador	
Nombre:		Nombre :	

Tabla 3. 18 Check List para la Prueba de carga

Fuente: Propia

CAPÍTULO 4.

4. ANALISIS DE COSTOS

4.1 INTRODUCCIÓN

El análisis de costos permitirá evaluar el total de gastos previstos frente al total de beneficios obtenidos con el fin de seleccionar la mejor alternativa, obteniendo de éste modo la opción más rentable.

Por lo tanto, costo es una estimación de la suma total de los gastos que implica la fabricación y montaje del edificio tipo.

4.2 CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS

4.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS POR SU IDENTIFICACIÓN

4.2.1.1 Costos Directos

Son los costos que se pueden determinar con un valor exacto. Corresponden a costos como: equipos y herramientas, instalaciones, tiempo de trabajo, patentes, mano de obra, etc.

4.2.1.1.1 Costos de Equipos y Herramientas

Son los costos en que tiene que incurrir el inversionista para la operación, alquiler, mantenimiento y reparaciones de las máquinas y herramientas con el fin de obtener una adecuada operación.

a) *Descripción de Costos de Equipos y Herramientas*

La Cámara de Comercio de Quito ha establecido los costos referenciales en cuanto a la maquinaria a utilizarse en base a la capacidad y el tiempo de uso.

Descripción	Unidad	Precio inc I.V.A \$.	Precio Mensual inc. I.V.A.\$
Soldadora Eléctrica 300 Amp.	Día	30,00	600,00
Amoladora 2Hp	Día	5,00	100,00
Compresor de aire 2 Hp	Día	5,00	100,00
Equipo Oxicorte	Día	5,00	100,00
Taladro de Pedestal 2Hp	Día	10,00	200,00
Grúa 10Ton	Día	400,00	8.000,00
Montacargas 2 Ton	Día	150,00	3.000,00
Andamios-modulo	Día	1,50	30,00
Herramienta menor	Día	4,00	80,00

Tabla 4. 1 Descripción de Costos de Equipos y Herramientas³⁴

Fuente: (Erazo Carvajal, Ordoñez González, & Ing. Baldeón Valencia, 2013)

4.2.1.1.2 *Costos por Instalaciones*

Es el costo por el espacio adecuado para el almacenamiento y fabricación de las columnas, así como instalaciones eléctricas y sanitarias que den como resultado un buen proceso productivo.

³⁴ Erazo Carvajal, D., Ordoñez González, L., & Ing. Baldeón Valencia, C. (abril de 2013). Tesis Diseño de Entramado de Acero de la Estructura Soporte del Edificio "Diamante Premium Corp" ubicado en la ciudad de Guayaquil. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.

4.2.1.1.3 Descripción de Costos por Instalaciones

Se debe definir los elementos que se fabricaran en las instalaciones de la planta, en este caso serán únicamente las columnas, el resto de elementos como los perfiles laminados serán almacenados en el taller tipo para su montaje.

4.2.1.1.4 Costo de Propiedad

Para el análisis de costos de propiedad se consideran costos por inversión, depreciación, conservación y bodegas, impuestos y recuperación del capital.³⁵

4.2.1.1.5 Inversión

Es el proceso por el cual se destina cierta cantidad de dinero con el fin de vincular estos recursos a cambio de obtener beneficios y generar nuevos ingresos a un tiempo conocido como vida útil de la inversión.

4.2.1.1.6 Vida Útil económica

Es el periodo de tiempo durante el cual una maquinaria realiza su trabajo de manera eficiente desarrollando trabajo económico sin que sus costos operarios sean mayores a los ingresos económicos producidos por dicha máquina.

Cuando las utilidades generadas son menores significa que se deben realizar erogaciones en refacciones o reparaciones.

³⁵ Pillajo Narvaez, J. V., Sarmiento Borja, E. F., & Baldeon Valencia, C. (Abril de 2009). Diseño de la Estructura de Acero para un Edificio de Apartamentos para ser Utilizado en la Region Litoral. Quito, Pichincha, Ecuador.

4.2.1.1.7 Interés, Seguros e Impuestos³⁶

El capital invertido genera un interés cuando se calcula las amortizaciones anuales de la maquinaria, este capital esta además gravado con impuestos y seguros que respalden la inversión.

4.2.1.1.8 Costos de inversión para el Taller tipo

a) Descripción de los costos de inversión para el Taller Tipo³⁷

Ítem	Referencia	Costo
Terreno:	Municipio del "Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui"	
-Localización	Sangolquí - Vía Amaguaña Sector el Carmen (Zona Industrial)	\$ 13.484,52
-Costo Unitario	21 [USD/ m2]	
-Área taller tipo	600 [m2]	
Estructura Metálica: -Tipo Celosía	Ingeniero Constructor Walter Arauz	\$ 14.982,80

³⁶ Pillajo Narvaez, J. V., Sarmiento Borja, E. F., & Baldeon Valencia, C. (Abril de 2009). Diseño de la Estructura de Acero para un Edificio de Apartamentos para ser Utilizado en la Region Litoral. Quito, Pichincha, Ecuador.

³⁷ CHUSIN MORALES, A., REIMUNDO LOACHAMÍN, R., & ING BALDEON VALENCIA, C. (ENERO de 2008). Proyecto de Titulacion Reglamento Tecnico para la Fabricacion y Montaje de Edificaciones de Acero. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL.

<p style="text-align: center;">Cubierta:</p> <p>1. Forma:</p> <p>2. Material:</p> <p>3. Costo Unitario:</p> <p>4. Área:</p>	<p style="text-align: center;">Manual de Costos de la Cámara de la Construcción de Quito.</p> <p style="text-align: center;">Dos caídas</p> <p style="text-align: center;">Eurolit P-7</p> <p style="text-align: center;">7.2 USD/m²</p> <p style="text-align: center;">500m²</p>	<p style="text-align: right;">\$ 3.852,72</p>
<p style="text-align: center;">Cerramiento exterior.</p> <p>1. Bloque Alivianado, piedra, malla</p> <p>2. 10 Columnas</p>	<p style="text-align: center;">Manual de Costos de la Cámara de la Construcción de Quito.</p>	<p style="text-align: right;">\$ 1.150,47</p>
<p>Paredes de galpón.</p> <p>-Área</p>	<p style="text-align: center;">Manual de Costos de la Cámara de la Construcción de Quito.</p> <p style="text-align: center;">190.4m²</p>	<p style="text-align: right;">\$ 1.498,28</p>
<p>Piso:</p> <p>1. Contrapiso:</p> <p>- Precio Unitario:</p> <p>- Área:</p> <p>2. Alisado:</p> <p>- Precio Unitario</p> <p>- Área:</p>	<p style="text-align: center;">Manual de Costos de la Cámara de la Construcción de Quito.</p> <p style="text-align: center;">180kg/cm² E= 6cm, piedra bola, E= 15 cm</p> <p style="text-align: center;">12 USD/m²</p> <p style="text-align: center;">18x25=450m²</p> <p style="text-align: center;">Mortero 1:3, E=1.5 cm</p> <p style="text-align: center;">3.2 USD/m²</p> <p style="text-align: center;">18X25=450 m²</p>	<p style="text-align: right;">\$ 7.320,17</p>
<p style="text-align: center;">Acometidas:</p> <p>1. De agua (Tubería, medidor, llaves, válvulas, impuestos, permisos)</p> <p>2. De alcantarillado (Tubos de drenaje, cajas de revisión, permisos y pagos de impuestos)</p>	<p style="text-align: center;">Municipio del "Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui"</p>	<p style="text-align: right;">\$ 2.140,40</p>
<p style="text-align: center;">Instalaciones Eléctricas</p>	<p style="text-align: center;">Empresa Eléctrica Quito</p>	<p style="text-align: right;">\$ 6.153,65</p>

(Transformador, medidor, panel de control, cables de tendido, iluminación)	S.A. y proveedores de insumos. Valor Consulta Ing. Miguel Zea EEQQ	
Maquinaria	Ver Tabla xx	\$ 21.832,08
	Total	\$ 72.415,08

Tabla 4. 2 Descripción de los costos de inversión para el Taller Tipo

Fuente: (CHUSIN MORALES , REIMUNDO LOACHAMÍN, & ING BALDEON VALENCIA, 2008)

4.2.1.1.9 Costos de Operación

Son los gastos necesarios para que la maquinaria trabaje en óptimas condiciones enfocándonos al consumo de combustible y el mantenimiento necesario como uso de lubricantes, reemplazo de filtros y líquidos hidráulicos, etc. para su normal funcionamiento.

4.2.1.1.10 Costo de Mantenimiento

Son los costos que se generan para mantener la maquinaria operando en buen estado de funcionamiento. Estos costos pueden ser generados por pérdida de producción debido a la falla en los equipos, o pérdidas por fallas en la calidad del producto final.

Se han establecido valores para reparaciones en función de su impacto, es decir, para reparaciones pequeñas, se multiplica al 62.5% del valor para amortizar VPA, y para reparaciones pequeñas el 6,25% del VPA.

4.2.1.1.11 Conservación y Bodegas

Este rubro es utilizado para el almacenamiento de máquinas y herramientas durante el proceso de fabricación y montaje así como la vigilancia de los mismos.

4.2.1.1.12 Mano de Obra

Se considera como mano de obra al trabajo realizado por el ser humano ya sea en el ámbito físico o intelectual.

El costo por mano de obra es el sueldo que se asigna a cada trabajador de acuerdo a las funciones de trabajo para las cuales ha sido contratado.

a) Descripción de Costo por Mano de Obra³⁸

A continuación se presenta un listado de personal previamente calificado para llevar a cabo la fabricación y montaje del edificio. Los requisitos y obligaciones constan en el capítulo 3, sección 3.1.3.2.

Existe una normativa que indica el precio a pagar por función desempeñada según la Cámara de Comercio de Quito.

³⁸ Erazo Carvajal, D., Ordoñez González, L., & Ing. Baldeón Valencia, C. (abril de 2013). Tesis Diseño de Entramado de Acero de la Estructura Soporte del Edificio "Diamante Premium Corp" ubicado en la ciudad de Guayaquil. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.

CAMARA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION DEPARTAMENTO TÉCNICO		ENERO 2015 (SALARIOS EN DÓLARES)											
		SALARIOS MÍNIMOS POR LEY	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO			
CATEGORIAS OCUPACIONALES													
REMUNERACIÓN BÁSICA UNIFICADA MÍNIMA CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTÓNICOS		354											
Peón, Ayudante soldador, ayudante en general.		363,74	363,74	363,74	354	530,33	363,74	5.976,69	25,43	3,18			
Tomero		368,48	368,48	368,48	354	537,24	368,48	6.049,96	25,74	3,22			
Pintor		368,48	368,48	368,48	354	537,24	368,48	6.049,96	25,74	3,22			
Topógrafo 2: título experto, mayor a 5 años(Estr.Oc.C1)		410,82	410,82	410,82	354	598,98	410,82	6.704,46	28,53	3,57			
Grúa puente de elevación		410,82	410,82	410,82	354	598,98	410,82	6.704,46	28,53	3,57			
Soldador Calificado		544,94	544,94	544,94	354	794,52	544,94	8.777,68	37,35	4,67			
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más de 4 toneladas (Estr. Oc. C1)		544,94	544,94	544,94	354	794,52	544,94	8.777,68	37,35	4,67			

Tabla4. 3 Salarios según la Cámara de Construcción de Quito

4.2.1.1.13 Materiales y Consumibles

Es el costo de los materiales con los que se va a realizar la fabricación de la estructura metálica tales como planchas de acero, perfiles, entre otros. De igual manera se tienen los materiales consumibles que, como están definidos, por su uso van desgastándose, estos son los electrodos, discos de corte, etc.

4.2.1.1.14 Descripción de Costos por Materiales y Consumibles

Los perfiles laminados se fabricaran con acero A36 por ser el más comercial y existente en el mercado.

Material	Unidad	Precio (USD)
Varillas Φ 20mm	kg	\$ 1,00
Perfiles laminados en caliente	Kg	\$ 1,30
Gratas	U	\$ 2,78
Piedras de Esmeril	U	\$ 12,52
Oxígeno	m ³	\$ 4,48
Electrodo E6010	Kg	\$ 3,50
Anticorrosivo	Galón	\$ 10,25

Tabla 4. 4 Costos por Materiales y Consumibles

4.2.1.2 Costos Indirectos

Son los costos provenientes de los gastos administrativos y gastos técnicos que se utilizan para llevar a cabo la elaboración del edificio. Estos costos se originan desde el gerente general hasta el puesto más modesto dentro de la contratación.

4.2.1.2.1 Descripción de Costos Indirectos

TOTAL COSTOS DIRECTOS (Q)	Q =(M+N+O+P)	
COSTOS INDIRECTOS Y GASTOS GENERALES (R)	6%Q	
UTILIDAD (S)	12%(Q+R)	
FISCALIZACION (T)	3% (Q+R+S)	
IMPUESTOS	2%(Q+R+S+T)	
GASTOS FINANCIEROS	1%(Q+R+S+T)	
TOTAL PRECIO OFERTADO		

INDIRECTOS Y UTILIDADES	24,00%
--------------------------------	---------------

Tabla 4. 5 Costos Indirectos

4.2.1.3 Análisis de Precios Unitarios

En la presente sección se va a describir los materiales a utilizar, dimensiones, el número de elementos y su costo de fabricación.

a) RUBRO N° 1.- Suministro de acero perfiles laminados

Los perfiles laminados en caliente que se van a utilizar son perfiles IPE 180, 240 y 330, además, perfiles tubulares cuadrados 100X100X5

Para su manipulación se requiere de 3 estibadores y una grúa de 4 toneladas de carga.

ELEMENTO	MATERIAL	UNIDADES	LONGITUD m	PESO kg
IPE 330	A36	92	32171,28	15796,1
IPE 240	A36	78	26651,78	8182,1
IPE 180	A36	152	85880	16145,44
T100X100X5	A36	48	19119,77	2866,02
			TOTAL	42989,66

Tabla 4. 6 Perfiles laminados en caliente

Fuente: Propia

RUBRO: 1 K(hora / unidad): 796,104
 DETALLE: SUMINISTRO DE ACERO ESTRUCTURAL R(unidad/ hora): 0,00125
 ASTM A36
 TIEMPO: 54 HORAS UNIDAD: kg

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
HERRAMIENTA MENOR	1	0,50	0,5000	0,001	0,0006	0,037
HERRAMIENTA DE MEDICION	1	2,00	2,0000	0,001	0,0025	0,147
MONTACARGA	1	18,75	18,7500	0,001	0,0236	1,374
PORTICO DE IZAJE	1	0,19	0,1875	0,001	0,0002	0,014
SUBTOTAL M					0,03	1,571

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA HORA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
ARMADOR	1	3,57	3,57	0,001	0,0045	0,2616
ESTIBADORES	3	3,18	9,54	0,001	0,0120	0,6991
SUBTOTAL N					0,02	0,96

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	%	
PERFIL LAMINADO ASTM A 36	kg	1,03	1,30	1,34	78,11	
SUBTOTAL O				1,34	78,11	

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/KM	DISTANCIA	TARIFA	COSTO	%
						0,00	
SUBTOTAL P						0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,38	80,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES	24,00%	0,33 19,35
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,71	100,00
VALOR OFERTADO	1,71	

NOTA: Estos precios No incluyen IVA

Tabla 4. 7 Rubro Suministro de Acero

Fuente: Propia

b) RUBRO N° 2.- Placas base

En la estructura se emplean 16 columnas, por lo tanto, se requiere de 16 placas base de acero estructural A36.

Según el diseño de la placa base, las dimensiones son, 460 x 460 x 25 mm con 4 agujeros de diámetro de 34 mm. Las placas se van a adquirir ya con las dimensiones establecidas para evitar desperdicios.

Se considera que el proceso de habilitado de la placa base será de 1,25 horas por placa, como se debe realizar el procedimiento para 20 placas, tomara un tiempo aproximado de 3 días laborables de 8 horas de trabajo cada uno.

ELEMENTO	MATERIAL	CANTIDAD	PESO kg
Placa base	placa 460x460x25	20	830,53

Tabla 4. 8 Placas base

Fuente: Propia

RUBRO: 2 K(hora / unidad): 34,6054
 DETALLE: FABRICACION DE PLACA BASE R(unidad/ hora): 0,02889
 TIEMPO: 24 HORAS UNIDAD: kg

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENT O R	COSTO D=CxR	%	
HERRAMIENTA MENOR	1	0,50	0,50	0,03	0,01	1,97	
TALADRO DE PEDESTAL	1	1,25	1,25	0,03	0,04	7,87	
COMPRESOR 2hp	1	0,63	0,63	0,03	0,02	3,93	
EQUIPO OXICORTE	1	0,63	0,63	0,03	0,02	3,93	
AMOLADORA	1	0,63	0,63	0,03	0,02	3,93	
SUBTOTAL M					0,11	21,64	
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDA D A	JORNADA HORA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENT O R	COSTO D=CxR	%	
TECNICO OXICORTE	1	4,67	4,67	0,03	0,13	25,57	
AYUDANTE MECANICO	1	3,22	3,22	0,03	0,09	17,70	
SUBTOTAL N					0,22	43,27	
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	%		
ANTICORROSIVO (1GL)	GL	0,00487804	10,25	0,05	9,83		
DISCO DE DESVASTE	U	0,012	2,30	0,03	5,43		
SUBTOTAL O					0,08	15,74	
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/KM	DISTANCIA	TARIFA	COSTO	%
						0,00	
SUBTOTAL P						0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,41	80,65	
INDIRECTOS Y UTILIDADES					24,00%	0,10 19,35	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,51	100,00	
VALOR OFERTADO					0,51		

NOTA: Estos precios No incluyen IVA

Tabla 4. 9 Fabricación Placa base

Fuente: Propia

c) RUBRO N° 3.- Pernos de anclaje

La estructura está conformada por 20 placas base, cada una requiere 4 pernos de anclaje para su sujeción, por lo cual para el ensamble de la estructura se requieren 80 pernos de anclaje.

El perno de anclaje se fabricara a partir de una varilla de 20 mm de diámetro y 800 mm de longitud, con una longitud de roscado de 150 mm, el roscado deberá ser M18x2.5, realizado en taller.

Para la fabricación de los 80 pernos de anclaje se necesita 64 m de varilla corrugada de 20mm de diámetro.

Se considera que para el proceso de corte se empleara 1,5 horas, para el roscado y doblado 2,5 horas, por lo tanto para la fabricación de los pernos se considera un tiempo de 4 horas aproximadamente.

ELEMENTO	MATERIAL	CANTIDAD	LONGITUD m	PESO kg
Perno de anclaje	Varilla grado 32	80	0,8	158,08

Tabla 4. 10 Pernos de anclaje

Fuente: Propia

RUBRO: 3 K(hora / unidad): 6,58666
 DETALLE: SUMINISTRO Y FABRICACION DE R(unidad/ hora): 0,15182
 PERNOS DE ANCLAJE UNIDAD: kg
 TIEMPO: 24 HORAS

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
HERRAMIENTA MENOR	1	0,50	0,50	0,15	0,08	1,64
TORNO	2	0,63	1,25	0,15	0,19	3,90
EQUIPO OXICORTE	1	0,63	0,63	0,15	0,09	1,85
AMOLADORA	1	0,63	0,63	0,15	0,09	1,85
SUBTOTAL M					0,45	9,23

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA HORA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR	%
AYUDANTE MECANICO	3	3,22	9,66	0,15	1,47	30,16
TORNERO	2	3,22	6,44	0,15	0,98	20,11
SUBTOTAL N					2,45	50,27

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	%	
VARILLAS DE 20 mm DIAMETRO	kg	1,03	1,00	1,03	21,1	
DISCO DE CORTE	u	0,001	2,83	0,003	0,06	
SUBTOTAL O					1,03	21,14

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/KM	DISTANCIA	TARIFA	COSTO	%
						0,00	
SUBTOTAL P						0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,93	80,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES	24,00%	0,94	19,35
COSTO TOTAL DEL RUBRO		4,87	100
VALOR OFERTADO		4,87	

NOTA: Estos precios No incluyen IVA

Tabla 4. 11 Rubro Fabricación pernos de anclaje

Fuente: Propia

d) RUBRO N° 4.- Ménsulas

Para conexiones resistentes se emplean ángulos de 65 x 6 mm para todas las conexiones. Se requiere 480 ángulos elaborados en 1 día por 2 obreros.

ELEMENTO	MATERIAL	CANTIDAD	PESO kg
Ángulos	ángulos 65x6	480	113,81

Tabla 4. 12 Ménsulas

Fuente: Propia

RUBRO: 4 K(hora / unidad): 113,81
 DETALLE: SUMINISTRO Y FABRICACION DE R(unidad/ hora): 0,00878
 MENSULAS 7
 TIEMPO: 8 HORAS UNIDAD: kg

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
HERRAMIENTA MENOR	1	0,50	0,50	0,01	0,00	0,00
EQUIPO OXICORTE	1	0,63	0,63	0,01	0,01	1,06
SUBTOTAL M					0,01	1,06

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDA D A	JORNADA HORA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
TECNICO OXICORTE	1	4,67	4,67	0,01	0,04	4,24
AYUDANTE MECANICO	1	3,22	3,22	0,01	0,03	3,18
SUBTOTAL N					0,07	7,43

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	%	
PLACA A36 e=10mm	kg	1,03	0,65	0,67	71,04	
GRATAS(2 U)	U	0,00062	2,78	0,00	0,18	
OXIGENO	m3	0,0012	4,48	0,01	0,57	
SUBTOTAL O					0,68	72,16

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/KM	DISTANCIA	TARIFA	COSTO	%
						0,00	
SUBTOTAL P						0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,76	80,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES	24,00%	0,18 19,35
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,94	100
VALOR OFERTADO	0,94	

NOTA: Estos precios No incluyen IVA

Tabla 4. 13 Rubro Fabricación de Ménsula

Fuente: Propia

e) RUBRO N° 5.- Fabricación de columnas

Se requiere fabricar 16 columnas con distintas especificaciones descritas en la sección 3.3.3.9.4.

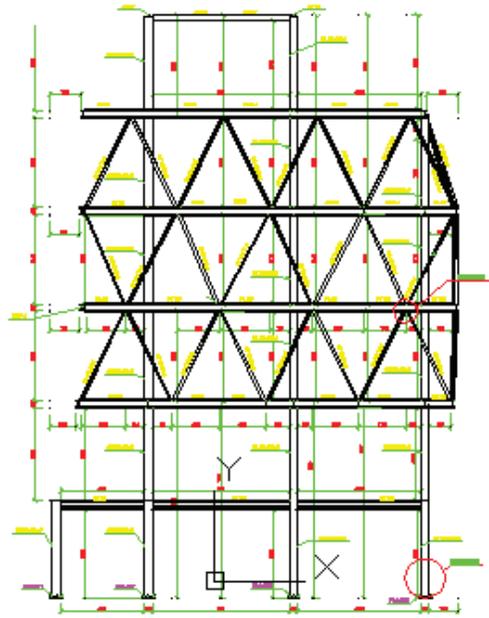


Figura 4. 1Columnas

Fuente: Propia

RUBRO: 5 K(hora / unidad): 13,56
 DETALLE: FABRICACION DE COLUMNAS Y VIGAS R(unidad/ hora): 0,07374
 TIEMPO: 64 HORAS UNIDAD: kg.

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
HERRAMIENTA MENOR	1	0,50	0,50	0,07	0,04	4,81
COMPRESOR 2hp	1	0,63	0,63	0,07	0,05	6,02
AMOLADORA	1	0,63	0,63	0,07	0,05	6,02
SUBTOTAL M					0,14	16,85

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDA D A	JORNADA HORA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
AYUDANTE MECANICO	1	3,18	3,18	0,074	0,23	27,68
PINTOR	1	3,22	3,22	0,074	0,24	28,89
SUBTOTAL N					0,47	56,57

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	%	
ANTICORROSIVO	GL	0,00054	10,25	0,01	0,67	
DISCOS DE CORTE	U	0,01204	2,83	0,03	4,10	
GRATAS	U	0,0063	2,78	0,02	2,11	
SUBTOTAL O					0,06	7,22

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/K M	DISTANCIA	TARIFA	COSTO	%
						0,00	
SUBTOTAL P						0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0,67	80,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES	24,00%	0,16	19,35
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,83	100
VALOR OFERTADO		0,83	

NOTA: Estos precios No incluyen IVA

Tabla 4. 14 Rubro Fabricación de columnas y vigas

Fuente: Propia

f) RUBRO N° 6.- Fabricación de ángulos de corte

Para fabricar los ángulos de corte se necesitara de una cortador y un ayudante, el procedimiento de fabricación se detalla en la sección 3.3.3.9.5.

RUBRO: 6 K(hora / unidad): 274,2
 DETALLE: SUMINISTRO Y FABRICACION DE ANGULOS DE CORTE R(unidad/ hora): 0,00364
 TIEMPO: 8 HORAS UNIDAD: kg

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
HERRAMIENTA MENOR	1	0,50	0,50	0,004	0,0018	0,2
AMOLADORA	1	0,63	0,63	0,004	0,0023	0,2
EQUIPO OXICORTE	1	0,63	0,63	0,004	0,0023	0,2
SUBTOTAL M					0,0064	0,70

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA HORA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
TECNICO OXICORTE	1	4,67	4,67	0,00	0,02	2,18
AYUDANTE MECANICO	1	3,18	3,18	0,00	0,01	1,09
SUBTOTAL N					0,03	3,27

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	%	
ANGULOS LAMINADOS 65X6	kg	1,01	0,65	0,66	71,55	
DISCOS DE CORTE (20 U)	u	0,01	2,83	0,03	3,08	
GRATAS(2 U)	u	0,0062	2,78	0,02	1,88	
OXIGENO	m3	0,0012	4,48	0,01	0,59	
SUBTOTAL O					0,71	77,09

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/KM	DISTANCIA	TARIFA	COSTO	%
						0,00	
SUBTOTAL P						0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,74	80,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES	24,00%	0,18
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,92	100,00
VALOR OFERTADO	0,92	

NOTA: Estos precios No incluyen IVA

Tabla 4. 15 Rubro Ángulos de corte

Fuente: Propia

g) RUBRO N° 7.- Montaje de columnas y vigas

El montaje de columnas y vigas se detalla en la sección 3.4.3.4.

RUBRO:	7	K(hora / unidad):	271,2
DETALLE:	MONTAJE DE COLUMNAS Y VIGAS	R(unidad/ hora):	0,0036873
TIEMPO:	240 HORAS	UNIDAD:	kg

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
HERRAMIENTA MENOR SOLDADORA ELÉCTRICA PROCESO SMAW	5	0,50	2,50	0,0037	0,01	1,58
AMOLADORA	2	3,75	7,50	0,0037	0,03	4,74
PORTICO DE IZAJE	3	0,63	1,88	0,0037	0,01	1,58
COMPRESOR 2hp	3	0,19	0,56	0,0037	0,002	0,33
	2	0,63	1,25	0,0037	0,005	0,73
SUBTOTAL M					0,06	9,49

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA HORA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
ARMADOR SOLDADOR CALIFICADO	1	3,57	3,57	0,0037	0,01	1,58
PINTOR	2	4,67	9,34	0,0037	0,03	4,74
AYUDANTE MECANICO	2	3,22	6,44	0,0037	0,02	3,16
ESTIBADOR	2	3,18	6,36	0,0037	0,02	3,16
	2	3,18	6,36	0,0037	0,02	3,16
SUBTOTAL N					0,10	15,81

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	%	
ELECTRODO E6010	kg	0,02	3,50	0,07	11,07	
ANTICORROSIVA	GL	0,000927	26,76	0,02	3,92	
DISCO DE CORTE	U	0,000371	2,83	0,00	0,17	
GRATAS	U	0,000927	2,78	0,00	0,41	
SUBTOTAL O				0,10	15,81	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	%
GRUA 10 TON	1	50,00	50,00	0,0037	0,18	28,46
MONTACARGA 2 TON	1	18,75	18,75	0,0037	0,07	11,07
SUBTOTAL P					0,25	39,53

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,51	80,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES	24,00%	0,12
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,63	100
VALOR OFERTADO	0,63	

NOTA: Estos precios No incluyen IVA

Tabla 4. 16 Rubro Montaje de columnas y viga

Fuente: Propia

4.3 PRESUPUESTO

PRESUPUESTO PROCEDIMIENTOS DE FABRICACION Y MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA METALICA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P.TOTAL	%
1.	SUMINISTRO DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36	kg.	42989,66	1,71	73.512,32	60,70
2.	FABRICACION DE PLACA BASE	kg.	830,5	0,51	423,56	0,35
3.	SUMINISTRO Y FABRICACION DE PERNOS DE ANCLAJE	kg.	158	4,87	769,46	0,64
4.	SUMINISTRO Y FABRICACION DE MENSULAS	kg.	66,86	0,94	62,85	0,05
5.	FABRICACION DE COLUMNAS Y VIGAS	kg.	17749	0,83	14.731,67	12,16
6.	SUMINISTRO Y FABRICACION DE ANGULOS DE CORTE	kg.	113,81	0,92	104,71	0,09
7.	MONTAJE DE COLUMNAS Y VIGAS	kg.	50000	0,63	31.500,00	26,01
TOTAL PRESUPUESTO : (Precios No incluye 12% IVA).				TOTAL	121.104,56	100,0

Tabla 4. 17 Presupuesto

Fuente: Propia

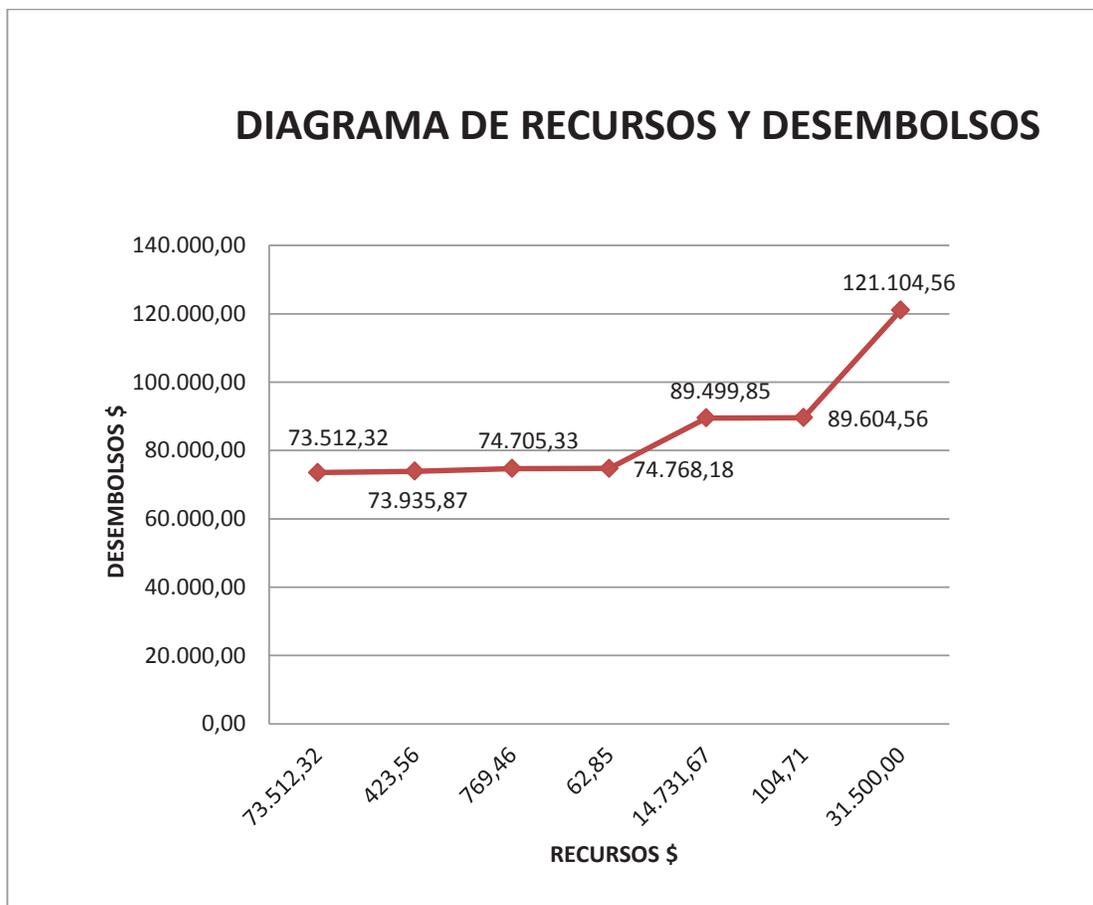


Figura 4.3 Recursos - Desembolsos

Fuente: Propia

CRONOGRAMA VALORADO		DIAS																																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25									
ESPECIFICACION																																			
1	Suministro de acero estructural	7 días																																	
2	Fabricación de placa base								3 días																										
3	Suministro y Fabricación de Pernos de anclaje								3 día																										
4	Suministro y Fabricación de ménsula											2 días																							
5	Suministro y Fabricación de ángulos de corte											2 días																							
6	Fabricación de columnas y vigas													8 días																					
7	Montaje de columnas																																		
	Montaje de vigas																																		
	RECURSOS (USD)	73.512,32							423,56			769,46		62,85		104,71		14.731,67																	
	DESEMBOLSOS (USD)	73.512,32							73.935,87			74.705,33		74.768,18		74.872,89		89.604,56																	
	DESEMBOLSOS %	60,70							61,05			61,69		61,74		61,82		73,99																	

Tabla 4. 19 Cronograma Valorado

Fuente: Propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente capítulo tiene como objetivo presentar las conclusiones y recomendaciones finales del proyecto realizado con el fin de determinar los parámetros, métodos y normativa utilizada para cada procedimiento descrito previamente permitiendo obtener resultados confiables y satisfactorios.

Además se propone un método sistemático para la fabricación y montaje del edificio tipo tanto para la fabricación como para el montaje así como su respectiva prueba de carga.

CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de este proyecto se concluye que el Ingeniero Mecánico cuenta con la aptitud competente para validar la fabricación y montaje de edificaciones de acero utilizando el conocimiento adquirido durante el desarrollo de su vida profesional en el campo de aplicación de las estructuras metálicas.
- El uso de códigos y normas para el desarrollo del proyecto es de vital importancia ya que brinda seguridad contra los factores de riesgo tanto para el personal de trabajo como para el cliente después de terminada la obra.
- Cumplir con la gestión de calidad garantiza resultados favorables y permite validar el trabajo realizado constituyendo un trabajo competitivo en el mercado laboral.
- Llevar a cabo el desarrollo de este proyecto con la ayuda de formatos "Check List" permitirá un avance sistemático y eficaz, facilitando la realización de cada proceso tanto para fabricación como para montaje.
- El desarrollo de este proyecto servirá como guía práctica para la realización de proyectos afines brindando un modelo de respaldo por normas y especificaciones válidas dentro del mercado de la producción con estructuras metálicas.

- El acero utilizado como material estructural ASTM A 36 es el más utilizado debido a su rápido montaje y a su aporte al medio ambiente debido a su alto grado de reutilización.
- En el protocolo de pruebas realizado para la estructura se presenta una lista de variaciones de carga que podría sufrir el piso evaluado presentando resultados confiables sin sobrepasar el factor de seguridad.
- El método de carga de prueba empleado como protocolo de prueba no se podrá analizar ni evaluar ya que debería realizarse después de concluida la obra, además, no existen pruebas de carga de este tipo para determinar deformaciones en edificios de acero por lo que se ha realizado una adaptación de este método con el fin de determinar fallas visibles tales como desprendimientos.
- Se emplea para la soldadura el electrodo E6010, por su resistencia y su costo moderado.
- El proyecto de fabricación y montaje de la estructura de acero del edificio “Diamante Premium Corp”, se considera una duración de 2 meses con 2 semanas aproximadamente.
- Para el proceso de soldadura se realizara pruebas de inspección finalizado cada etapa, así como la inspección visual e inspección por tintas penetrantes. Estas pruebas están detalladas en el respectivo check list. Esto se realiza para evitar posibles fallas en la soldadura y comprometer la estabilidad de la estructura.

RECOMENDACIONES

- Se requiere un trabajo en conjunto entre el arquitecto y diseñador de la estructura, para que se cumplan requerimientos de diseño, así también, requerimientos de fabricación y montaje de la estructura.
- El presente proyecto de titulación ha recopilado información sustentada en las diversas normas descritas en el cap.3 sección 3.3.3.1 por lo tanto, para llevar a cabo un proyecto similar se recomienda verificar si existe actualización en los documentos de respaldo garantizando confiabilidad en el trabajo realizado.
- Es necesario contar con un programa de capacitación previo a los procesos de fabricación y montaje con el fin de mitigar y/o prevenir los accidentes laborales considerando cada aspecto tratado en el estudio de riesgos y medidas preventivas para éste tipo de trabajos desarrollado en el Capítulo 2 Sección 2.4.
- Se debe controlar los procesos previos de fabricación de trazado y corte de los elementos armados para evitar piezas defectuosas que dificulten el montaje de la estructura.
- Las placas base deben ser entregadas a montaje a nivel para proceder con el montaje de columnas y armado de los marcos base, esto facilita el montaje de la obra en su totalidad.
- Para la realización de las pruebas de carga se recomienda analizar los componentes considerados críticos según los resultados obtenidos en la simulación de la construcción. Si, por el contrario se realizará sobre un piso específico como fue nuestro caso se recomienda realizarlo donde soporte más peso es decir en la primera planta.

BIBLIOGRAFIA

(s.f.). Obtenido de <http://www.freewebs.com>

Interempresas. (1 de Febrero de 2003). Obtenido de Interempresas:
<http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/12110-Tecnologias-de-corte-de-chapa.html>

josmvala. (27 de julio de 2011). Obtenido de
<https://tapuchino.wordpress.com/2011/07/27/ensayos-del-acero-estructural/>

Uniones y conexiones de acero estructural. (8 de julio de 2012). Obtenido de Uniones y conexiones de acero estructural: <https://unionesacero.files.wordpress.com/2012/07/soldadura.jpg>

AISC. (18 de MARZO de 2005). Code of Standard Practice for Steel Buildings and. Chicago: American Institute of Steel Construction, Inc.

Arq. Ansaldo, S. M. (s.f.). Curso ILAFA. *Curso ILAFA*.

Barberot, E. (1911 Traducido por Daniel Torrealva 2003). "*Traité pratique de charpente*". Francia-Paris: Librairie Polytechnique.

BARNIEDO, F. (s.f.). *Catálogo Centro de servicios*. QUITO: FERRE BARNIEDO.

Bricolaje. (4 de julio de 2013). *Bricolaje Trazado*. Obtenido de Bricolaje: <http://bricolaje-pvc.com/category/herramientas-para-bricolaje>

Bueno, H. (s.f.). Catalogo de electrodos comunes. En H. Bueno, *Manual para procesos de soldadura en estructuras metalicas de acero A36* (pág. 590).

CHUSIN MORALES , A., REIMUNDO LOACHAMÍN, R., & ING BALDEON VALENCIA, C. (ENERO de 2008). Proyecto de Titulacion Reglamento Tecnico para la fabricacion y montaje de edificaciones de acero. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.

CIERREX. (06 de abril de 2009). *WIKIMEDIA COMMONS*. Obtenido de http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oxygas_welding_station.jpg?uselang=es

Comercio, E. (s.f.). *El Portal*. Obtenido de El Portal:
<http://elportal.com.ec/index.php/post/noticias-y-tendencias/tramites-construccion-quito/8453#.VPdJLuH3Oss>

DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS. (s.f.). Obtenido de DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS:
<http://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/corte-por-plasma-generalidades>

ECKOLD. (s.f.). *ECKOLD Herramienta de enderezado*. Obtenido de ECKOLD:
<http://www.eckold.com/es-es/%C2%BFc%C3%B3mofunciona/enderezado.aspx>

ENGINEERING, D. o. (1997). *KOSTIC*. Obtenido de KOSTIC "Calibration of and Measurement with Strain Gages": http://www.kostic.niu.edu/strain_gages.html

- EPN, L. d. (2007). Folleto de "Tecnología de Soldadura"- Practica N°5 SMAW. En L. d. EPN, *Folleto de "Tecnología de Soldadura"*. Quito: EPN.
- Erazo Carvajal, D., Ordoñez González, L., & Ing. Baldeón Valencia, C. (abril de 2013). Tesis Diseño de entramado de acero de la estructura soporte del edificio "Diamante Premium Corp" ubicado en la ciudad de guayaquil. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.
- FEMEVAL. (s.f.). *FEMEVAL*. Obtenido de Estudio de Accidentabilidad Sector Metal-Mecanico: http://www.femeval.es/proyectos/ProyectosAnteriores/SSeguridad/Documents/montaje_estructuras.pdf
- Ferrocortes. (s.f.). *Ferrocortes*. Obtenido de ASTM A 36 : <http://www.ferrocortes.com.co/laminas/lamina-calidad-estructural-astm-a36>
- HARSCO, M. (30 de 01 de 2013). *Academia.edu*. Obtenido de Procedimiento Oxicorte: http://www.academia.edu/7105389/PROCEDIMIENTO_OXICORTE
- INDURA. (s.f.). *Catalogo de Procesos y Productos*. Santiago: INDURA.
- INEN. (1984). Colores, Señales y Símbolos de Seguridad NTE INEN 439:1984. En INEN, *Norma Técnica Ecuatoriana*. Quito.
- INEN. (2000). Accesibilidad de las Personas al Medio Físico. NTE INEN 2 239:2000. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN. (2001). Código Ecuatoriano de la Construcción Requisitos Generales de Diseño CPE INEN5 PARTE 1:2001. En INEN, *Código de Practica Ecuatoriano*. Quito.
- INEN. (2009). Diseño, Fabricación y Montaje de Estructuras de Acero RTE INEN 037:2009. Quito, Pichincha, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Acero Normalizacion.
- INEN. (2009). Soldadura de Estructuras de Acero RTE INEN 04:2009. En INEN, *Reglamento Técnico Ecuatoriano*. Quito.
- Ing. Aguirre Ahumada, C. (2010). Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero. Santiago de Chile: Asociación Latinoamericana del Acero.
- Ing. Díaz Figueroa , M., & Ing.Salinas Miguel, J. (2000). Manual Técnico Sistema Constructivo Placa Colaborante Acero-Deck. Peru: Aceros Procesados S.A.
- Ingemecánica*. (s.f.). Obtenido de Ingemecánica: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn44.html>
- Ingemecánica*. (s.f.). *Ingemecánica Tutorial N° 20*. Obtenido de Ingemecánica: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn20.html>
- Junta de andalucia*. (s.f.). Obtenido de Junta de andalucia: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesalfonso_romero_barcojo/trabajos_alumnado/el%20hierro/el%20hierro.html

- KOBELCO. (s.f.). *KOBELCO*. Obtenido de El ABC de la soldadura por arco: http://www.kobelco-welding.jp/espanol/education-center/abc/ABC_1999-04.html
- Mc Cormac, J. (2002). *"Diseño de estructuras de acero Método LRFD"*. México: Editorial AlfaOmega.
- NEC. (06 de ABRIL de 2011). Estructuras de acero . En NEC, *Norma Ecuatoriana de la Construcción* (pág. Capitulo 5). Quito, Pichincha, Ecuador.
- NEC. (2013). Cargas y Materiales. en NEC, *Norma Ecuatoriana de la Construcción* (pág. capítulo 1). Quito.
- NEC. (2013). Mampostería Estructural. en NEC, *Norma Ecuatoriana de la Construcción* (pág. capítulo 6). Quito.
- NEC. (2013). Riesgo Sísmico, Evaluación y Rehabilitación de Estructuras. en NEC, *Norma Ecuatoriana de la Construcción* (pág. capítulo 3). Quito.
- Pillajo Narvaez, J. V., Sarmiento Borja, E. F., & Baldeon Valencia, C. (Abril de 2009). Diseño de la estructura de acero para un edificio de apartamentos para ser utilizado en la region litoral. Quito, Pichincha, Ecuador.
- PROCESADOS, A. (2000). *manual técnico "Sistema Constructivo Placa Colaborante Acero-Deck"*. Perú: ACEROS PROCESADOS.
- PTOLOMEO. (s.f.). *PTOLOMEO* . Obtenido de PTOLOMEO " Elementos en una Estructura Metálica de Tipo Industrial":
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/510/A5.pdf?sequence=5>
- Rodriguez Ordás, J. (09 de 06 de 2011). *INTEREMPRESAS*. Obtenido de INTEREMPRESAS - METALMECANICA: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/53016-Preparacion-de-bordes-para-soldadura-en-caldereria-de-pequenas-y-grandes-dimensiones.html>
- S.A., P. D. (s.f.). *Recomendaciones para el Transporte y Puesta en Obra de los Tubos de PRFV*. Quito: Prefabricados DELTA S.A.
- S.A., R. (2008). *Especificaciones Tecnicas Particulares para Estructuras Metalicas*. San Miguel de Tucumán.
- Saavedra, M. J. (s.f.). *Guía para la Inspeccion Visual de Soldaduras AWS B1.1*. GEND-PUCP.
- SHIGLEY, J. (2008). *"Manual de dieño mecánico"*. México: Editorial Limusa. 8° edición.
- SISTENDCA. (s.f.). *SISTENDCA*. Obtenido de SISTENDCA "Introcucción a los ensayos no destructivos":
<http://www.sistendca.com/DOCUMENTOS/Manual%20Introduccion%20a%20los%20END.pdf>

Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). Obtenido de Ingenieria Estructural I:
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/ACERO%20ESTRUCTURAL.htm>

Valencia, A. (1992). Tecnología del tratamiento térmico de los metales. Antioquia: Ed. Universidad de Antioquia.

VILLASEÑOR RUIZ, O. (JUNIO de 1990). Tesis Fabricación y Montaje de una Estructura Metalica. México: Instituto Tecnológico de la Construcción, A.C.

ANEXOS

ANEXO 1. ESPECIFICACION DE LOS PERFILES



DIPAC
PRODUCTOS DE ACERO



PERFILES LAMINADOS

IPE

Especificaciones Generales

- Calidad:** ASTM A36
- Otras calidades:** Previa Consulta
- Largo normal:** 6,00m y 12,00m
- Otros largos:** Previa Consulta
- Acabado:** Natural
- Otro acabado:** Previa Consulta

IPE



DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION		TIPOS			
	h	s	g	l	R	cm ²	kg/m	I _x	I _y	W _x	W _y
	mm	mm	mm	mm	mm			cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³
IPE 80	80	40	3.80	5.20	5	7.64	6.03	80	8.48	20.00	3.69
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.93	34.20	5.70
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPE 140	140	73	4.70	6.90	7	16.40	12.90	541	44.90	77.30	12.30
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.80	859	68.30	108.00	16.70
IPE 180	180	91	5.30	8.00	7	23.90	18.80	1320	101.00	140.00	22.20
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	38.10	30.70	3890	294.00	324.00	47.30
IPE 270	270	135	6.60	10.20	12	45.90	36.10	5700	420.00	429.00	62.20
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8300	604.00	557.00	80.50
IPE 330	330	160	7.60	11.50	15	62.60	49.10	11770	788.00	713.00	98.80
IPE 360	360	170	8.00	12.70	118	72.70	57.10	16270	1040.00	904.00	123.00
IPE 400	400	180	8.60	13.50	118	84.60	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00
IPE 450	450	190	9.40	14.80	21	96.00	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	110.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00
IPE 550	550	210	11.10	17.20	24	134.00	106.00	67120	2870.00	2440.00	254.00



www.dipacmanta.com

ANEXO 2. ESPECIFICACION DE KUBILOS





KUBIEC-CONDUIT

...más que un buen acero

Kubilosa

Placa colaborante sismorresistente para losas, única con sistema de fijación que permite una instalación más rápida con menos riesgo de filtraciones. Este sistema de fijación es aprobado por el SDI (Steel Deck Institute). Elimina el uso de encofrados. Instalación fácil y rápida. Reduce el consumo de hormigón y hierro.

Usos:

- ▶ Galpones industriales.
- ▶ Consecionarios automotrices.
- ▶ Vivienda.
- ▶ Bodegas.
- ▶ Centros comerciales.
- ▶ Terminales aéreas.
- ▶ Terminales terrestres.
- ▶ Centros educativos.
- ▶ Garajes.
- ▶ Iglesias.

*Placa colaborante para losas con
diseño moderno y fácil de instalar*



Beneficios:

- ▶ Elimina el uso de encofrados y apuntalamientos.
- ▶ Instalación ultra rápida.
- ▶ Reduce consumo de hormigón y hierro.
- ▶ Sustituye el acero de refuerzo positivo.
- ▶ Gran ahorro de mano de obra.
- ▶ Fabricación a medida.
- ▶ Sismo resistente.



Único con diseño de fijación más fácil e segura aprobado por el SDI Steel Deck Institute.

ODSA S. Galpónes de PAE - Chile




1800

ACEROS

223767

www.kubiec.com · kubiec@kubiec.com

02-2690061
CONTACT CENTER

KUBIEC-CONDUIT

...más que un buen acero

— **Características técnicas:**

PROPIEDADES DEL PANEL					
ESPEZOR	PESO	Is (+)	Is (-)	Sa (+)	Sa (-)
(mm)	(kg/m)	(cm/m)	(cm/m)	(cm/m)	(cm/m)
0.65	6.37	29.30	20.06	9.01	14.54
0.70	6.85	32.29	21.83	10.72	15.71
0.75	7.44	35.97	25.47	12.10	17.03

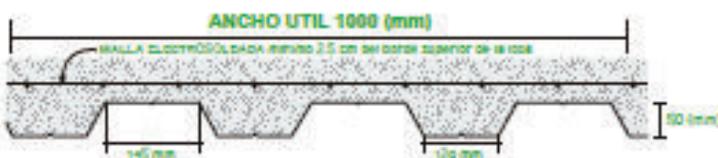
VOLUMEN HORMIGÓN (m³)		
*ESPEZOR DE LOSA (cm)		
HORMIGÓN (m³/m²)		
*Hormigón sobre la losa	5	0.06950
	6	0.07054
	7	0.08954
	8	0.09054
	10	0.10954
	12	0.10954

— **Tabla de ayuda para diseño Kubilosa**

CARGA VÍA SOBREPUESTA (kg/m²)											
espección Kubilosa	espección Losa	SEPARACION ENTRE APOYOS (m)									
		1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4
0.65	5	1940	1407	964	624	742	620	480	397	323	269
	6	2252	1734	1164	1089	938	719	590	486	401	338
	7	2252	1989	1564	1255	1070	937	690	575	479	400
	8	2252	2226	1764	1420	1159	955	704	664	557	469
	10	2252	2252	2644	1751	1437	1162	908	842	714	608
	12	2252	2252	2752	2008	1714	1408	1070	1020	870	746
0.70	5	2252	1620	1065	800	882	660	530	442	362	294
	6	2252	1879	1401	996	962	708	550	538	447	371
	7	2252	2140	1607	1365	1162	946	760	634	531	446
	8	2252	2352	1902	1543	1262	1043	870	730	605	521
	10	2252	2352	2252	1992	1562	1299	1090	932	784	670
	12	2252	2352	2252	2252	1862	1555	1318	1114	953	819
0.75	5	2252	1760	1184	1072	895	731	621	495	409	338
	6	2252	2050	1459	1301	1059	870	730	600	504	419
	7	2252	2252	1654	1496	1222	1009	840	704	590	500
	8	2252	2252	2009	1689	1385	1148	960	826	685	582
	10	2252	2252	2252	2079	1718	1426	1200	1016	868	744
	12	2252	2252	2252	2252	2036	1704	1440	1226	1052	927

* Medición del hormigón sobre la losa más superior de la losa.

MÁXIMA LIZ SIN APUNTALAR SEGUN CONDICIONES DE APOYO						
espección Kubilosa	espección Losa	L	L			
			1	2	3	4
0.65	5	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	6	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	7	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	8	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	10	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	12	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
0.70	5	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	6	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	7	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	8	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	10	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	12	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
0.75	5	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	6	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	7	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	8	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	10	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
	12	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40



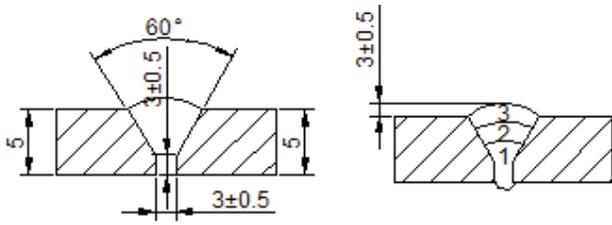
ANEXO 3. HOJAS DE PROCESOS DE SOLDADURA WPS

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA WPS 01						
VIGA IPE 330 – COLUMNA AWS D1.1						
Nombre de la compañía: EPN				N° Identificación: 01		
Proyecto: DIAMANTE PREMIUM CORP				Realizado por: GAVIDIA – SUBIA		
WPS Precalificado SI: NO: X						
Junta utilizada				Técnica de soldadura		
Soldadura a: Un lado: X Dos lados:				Proceso de soldadura: SMAW		
Respaldo: SI: NO: X				Tipo de Soldadura:		
Preparar junta: SI: X NO:				Manual: X Automática:		
Método: Oxicorte/ Amoladora				Posición de Soldadura: 2F		
Bisel SI: X NO:				Técnica		
Abertura de raíz: 3mm(±1mm)				Un pase : Varios pases: X		
Talón: 3mm(±1mm)				Oscilado/		
Angulo de ranura: 30°(±10°)				Arrastre		
				Progresión:		
				Limpieza:		
				Pase de raíz: Amoladora		
				Pases siguientes: Cepillo metálico		
Metal Base				Metal de aporte		
Especificación: ASTM A 36				Marca electrodo: Indura		
Espesor: T1: 10mm				Denominación		
T2: 11,5mm				Comercial: 230		
				Denominación AWS: E6010		
				Diámetro: 3,2mm - 4mm		
Precalentamiento						
SI: NO: X						
Temperatura de precalentamiento:						
Temperatura entre pases:						
Detalle de la Junta						
Observaciones: Verificar alineación en junta Limpieza en las partes y entre pases						Firma:
Parámetros						
# de pases	Metal de aporte		Corriente		Tensión de trabajo	Vel. De avance en mm/min
	Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje		
1	E6010	3,2	AC	80 - 120	26 - 28	150-180
2	E6010	4	AC	120 - 160	29 - 30	250-300
3	E6010	4	AC	120 - 160	29 - 30	150-180

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA WPS 02						
VIGA IPE 180 – VIGA IPE 330 AWS D1.1						
Nombre de la compañía: EPN				N° Identificación: 02		
Proyecto: DIAMANTE PREMIUM CORP				Realizado por: GAVIDIA – SUBIA		
WPS Precalificado SI: NO: X						
Junta utilizada				Técnica de soldadura		
Soldadura a: Un lado: X Dos lados:				Proceso de soldadura: SMAW		
Respaldo: SI: NO: X				Tipo de Soldadura:		
Preparar junta: SI: NO: X				Manual: X Automática:		
Método: Oxicorte/ Amoladora				Posición de Soldadura: 2F		
Bisel SI: NO: X				Técnica		
Tipo de junta: Filete traslapada				Un pase : X Varios pases:		
Tamaño de pierna: 4mm				Oscilado/		
Altura de garganta: 2,8mm				Arrastre		
Traslape: 40mm				Limpieza:		
Metal Base				Pase de raíz: Amoladora		
Especificación: ASTM A 36				Pases siguientes: N/A		
Espesor: T1: 8mm				Metal de aporte		
T2: 7mm				Marca electrodo: Indura		
Precalentamiento				Denominación		
SI: NO: X				Comercial: 230		
Temperatura de precalentamiento:				Denominación AWS: E6010		
Temperatura entre pases:				Diámetro: 3,2mm - 4mm		
Detalle de la Junta						
Observaciones: Verificar alineación en junta Limpieza en las partes y entre pases						Firma:
Parámetros						
# de pases	Metal de aporte		Corriente		Tensión de trabajo	Vel. De avance en mm/min
	Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje		
1	E6010	3,2	AC	80 - 120	22 - 25	150-180
2	E6010	4	AC	120 - 160	29 – 30	250-300

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA WPS03						
MENSULA – COLUMNA AWS D1.1						
Nombre de la compañía: EPN				N° Identificación: 03		
Proyecto: DIAMANTE PREMIUM CORP				Realizado por: GAVIDIA – SUBIA		
WPS Precalificado SI: NO: X						
Junta utilizada				Técnica de soldadura		
Soldadura a:		Un lado:	Dos lados: X	Proceso de soldadura:		SMAW
Respaldo:		SI:	NO: X	Tipo de Soldadura:		
Preparar junta:		SI: X	NO:	Manual: X		Automática:
Método:		Oxicorte/ Amoladora		Posición de Soldadura:		3F
Bisel		SI:	NO: X	Técnica		
Tipo de junta:		Filete en T		Un pase : X		Varios pases:
Tamaño de pierna:		4mm		Progresión:		Oscilado/ Arrastre
Altura de garganta:		2,8mm		Limpieza:		
Metal Base				Pase de raíz:		
Especificación:		ASTM A 36		Amoladora		
Espesor:		T1: 10mm		Pases siguientes:		
		T2: 10mm		N/A		
Precalentamiento				Metal de aporte		
SI: NO: X				Marca electrodo:		Indura
Temperatura de precalentamiento:				Denominación Comercial:		230
Temperatura entre pases:				Denominación AWS:		E6010
				Diámetro:		3,2mm - 4mm
Detalle de la Junta						
Observaciones: Verificar alineación en junta Limpieza en las partes y entre pases						Firma:
Parámetros						
# de pases	Metal de aporte		Corriente		Tensión de trabajo	Vel. De avance en mm/min
	Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje		
1	E6010	3,2	AC	80 - 120	22 - 25	150-180
2	E6010	4	AC	120 - 160	29 – 30	250-300

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA WPS 04						
COLUMNA – PLACA BASE AWS D1.1						
Nombre de la compañía: EPN				N° Identificación: 04		
Proyecto: DIAMANTE PREMIUM CORP				Realizado por: GAVIDIA – SUBIA		
WPS Precalificado SI: NO: X						
Junta utilizada				Técnica de soldadura		
Soldadura a:		Un lado: X Dos lados:		Proceso de soldadura:		SMAW
Respaldo:		SI: NO: X		Tipo de Soldadura:		
Preparar junta:		SI: NO: X		Manual: X Automática:		
Método:		Oxicorte/ Amoladora		Posición de Soldadura:		2F
Bisel		SI: NO: X		Técnica		
Tipo de junta:		Filete en T		Un pase : X Varios pases:		Oscilado/ Arrastre
Tamaño de pierna:		10mm		Progresión:		
Altura de garganta:		7mm		Limpieza:		
Metal Base				Pase de raíz: Amoladora		
Especificación:		ASTM A 36		Pases siguientes: N/A		
Espesor:		T1: 25mm T2: 10mm		Metal de aporte		
Precalentamiento				Marca electrodo: Indura		
SI: NO: X				Denominación Comercial: 230		
Temperatura de precalentamiento:				Denominación AWS: E6010		
Temperatura entre pases:				Diámetro: 3,2mm - 4mm		
Detalle de la Junta						
Observaciones: Verificar alineación en junta Limpieza en las partes y entre pases						Firma:
Parámetros						
# de pases	Metal de aporte		Corriente		Tensión de trabajo	Vel. De avance en mm/min
	Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje		
1	E6010	3,2	AC	80 - 120	22 – 25	150-180
2	E6010	4	AC	120 - 160	29 – 30	250-300

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA WPS 05						
VIGA IPE 180– COLUMNA AWS D1.1						
Nombre de la compañía: EPN				N° Identificación: 05		
Proyecto: DIAMANTE PREMIUM CORP				Realizado por: GAVIDIA – SUBIA		
WPS Precalificado SI: NO: X						
Junta utilizada				Técnica de soldadura		
Soldadura a:		Un lado: X Dos lados:		Proceso de soldadura: SMAW		
Respaldo:		SI: NO: X		Tipo de Soldadura:		
Preparar junta:		SI: X NO:		Manual: X Automática:		
Método:		Oxicorte/ Amoladora		Posición de Soldadura: 2G		
Bisel		SI: X NO:		Técnica		
Abertura raíz::		3mm(±1mm)		Un pase : Varios pases: X		
Talón:		3mm(±1mm)		Oscilado/		
Angulo de ranura:		60 °(±10°)		Arrastre		
Metal Base				Pase de raíz: Amoladora		
Especificación:		ASTM A 36		Pases siguientes: Cepillo metálico		
Espesor:		T1: 10mm T2: 10mm		Metal de aporte		
Precalentamiento				Marca electrodo: Indura		
SI: NO: X				Denominación		
Temperatura de precalentamiento:				Comercial: 230		
Temperatura entre pases:				Denominación AWS: E6010		
				Diámetro: 3,2mm - 4mm		
Detalle de la Junta						
						
Observaciones:						Firma:
Verificar alineación en junta Limpieza en las partes y entre pases						
Parámetros						
# de pases	Metal de aporte		Corriente		Tensión de trabajo	Vel. De avance en mm/min
	Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje		
1	E6010	3,2	AC	80 - 120	22 - 25	150-180
2	E6010	4	AC	120 - 160	29 – 30	250-300
3	E6010	4	AC	120 - 160	29 – 30	150-180

ANEXO 4. CHECK LIST

Check List 1 .- Recepción de Planos Estructurales

RECEPCION DE PLANOS ESTRUCTURALES			
Código:		N°	
NOMBRE CONSTRUCTORA:		FECHA:	
INSPECTOR RESPONSABLE:			
PLANOS DE DISEÑO	CUMPLE / NO CUMPLE	Cumple	No cumple
Plano Viga perimetral			
Plano Viga en voladizo			
Plano Columnas			
Planos del respaldo			
Planos de perno de anclaje			
Planos de placa base			
Listado de materiales			
PLANOS DE TALLER	CUMPLE / NO CUMPLE	Cumple	No cumple
Plano Viga perimetral			
Plano Viga en voladizo			
Plano Columnas			
Planos de juntas			
Planos de base			
Planos del respaldo			
Listado de materiales			
PLANOS DE MONTAJE	CUMPLE / NO CUMPLE	Cumple	No cumple
Plano Viga perimetral			
Plano Viga en voladizo			
Plano Columnas			
Planos del respaldo			
Listado de materiales			
PLANOS DE DETALLE	CUMPLE / NO CUMPLE	Cumple	No cumple
Plano Viga perimetral			
Plano Viga en voladizo			
Plano Columnas			
Planos de base			
Planos del respaldo			
Planos de montaje por pisos			
OBSERVACIONES:			

		Firma Coordinador		
Firma Responsables:				
		Nombre		
Nombres:				

Check List 2.- Recepción material

INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD PARA PROCESOS DE FABRICACION DE PERFILES ESTRUCTURALES			
Código:		N°	
NOMBRE CONSTRUCTOR:		FECHA:	
INSPECTOR RESPONSABLE:			
REVISIÓN PERFILES ESTRUCTURALES			
PERFILES		DESCRIPCIÓN	Cumple
VIGAS PERIMETRALES	Tipo de perfil		
	Norma		
VIGAS VOLADIZO	Tipo de perfil		
	Norma		
COLUMNAS	Tipo de perfil		
	Norma		
ARRIOSTRES	Tipo de perfil		
	Norma		
DOCUMENTACION		CUMPLE /NO CUMPLE	Cumple
Certificados personal calificado			No cumple
Listado de procedimientos			
PLANOS DE DISEÑO		CUMPLE / NO CUMPLE	Cumple
Plano Viga perimetral			
Plano Viga en voladizo			
Plano Columnas			
NOMBRES:			nombre

Planos del respaldo			
Listado de materiales			
VERIFICACIÓN DEL DISEÑO	DESCRIPCIÓN	Cumple	No cumple
Estructura Viga perimetral			
Estructura viga en voladizo			
Estructura Columna			
Estructura Arriostres			
Materiales estructurales utilizados			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PROCESOS DE FABRICACION			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CORTE			
Máximo ángulo de rotación	+45° (Cuadrante IV)		
Máximo ángulo de rotación	(-60° Cuadrante III)		
Corte recto 90°	(1200 X 450mm axh)		
Corte en ángulo 45°	(870 X 450mm axh)		
Corte en ángulo -45° C	(820 X 450mm axh)		
Corte en ángulo -60°	(600 X 450mm axh)		
Máximo largo de perfiles	(19812mm "65ft")		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE GRANALLADO			
Boca de entrada	(2600 mm x 650 mm)		
Placa ancho máximo	(2500 mm)		
Placa espesor mínimo	(6 mm)		
Perfiles máximos	(1128 mm x 454 mm)		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BISEL HASTA 45°			
Ancho de trabajo	(3 m)		
		Cumple	No cumple

Check List 3.- Deck Metálico

DECK METALICO					
Código:		Nº			
NOMBRE CONSTRUCTORA:		FECHA:			
INSPECTOR RESPONSABLE:					
PLACA COLABORANTE					
KUBILOSA				MACA ELECTROSOLDADA	
ESPECIFICACIONES				ESPECIFICACIONES	
Espeor deck					
Peso deck					
CONCRETO					
ESPECIFICACIONES	dimensión	Unidades		Cumple	No cumple
Espeor de la losa					
Densidad hormigón					
Volumen hormigón					
MACA DE TEMPERATURA					
ESPECIFICACIONES	dimensión	Unidades		Cumple	No cumple
Longitud varilla					
Distancia entre uniones					
SOLDADURA					

Check List 4.- Pintura

PROCESO DE PINTURA							
Código:				N°			
NOMBRE CONSTRUCTORA:				FECHA:			
INSPECTOR RESPONSABLE:							
PINTURA							
ELEMENTO ESTRUCTURAL				FECHA DE APLICACIÓN			
METODO DE LIMPIEZA				HERRAMIENTA			
REFERENCIA DE PINTURA				HERRAMIENTA			
TEMPERATURA AMBIENTE				TIEMPO DE SECADO			
ESPEORES	AREA	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	LECTURA 4	LECTURA 5	LECTURA 6
	1						
	2						
	3						
					PROMEDIO		
OBSERVACIONES:							
Firma Responsables:						Firma Coordinador:	
Nombres:						Nombre	

Check List 5.- Ensayos No Destructivos

INSPECCIÓN END LIQUIDOS PENETRANTES				
Código:		Nº		
NOMBRE CONSTRUCTORA:		FECHA:		
INSPECTOR RESPONSABLE:				
Datos generales				
Empresa Solicitante				
Fecha				
Inspector Responsable				
DATOS EDIFICACION	Ciudad			
	Provincia			
	Dirección			
Especificaciones	DESCRIPCIÓN	Cumple	No cumple	
Marca Líquido penetrante				
Tipo Líquido penetrante				
Marca Removedor penetrante				
Tipo Removedor penetrante				
Marca Emulsificador				
Tipo Emulsificador				
Marca revelador				
Tipo revelador				
Aplicación Líquido penetrante	DESCRIPCIÓN	Cumple	No cumple	
Método de limpieza				
Método de secado				
Método de aplicación del líquido penetrante				
Tiempo de penetración	cumple/no cumple			
Temperatura de la superficie				
Temperatura del penetrante				
Método eliminación de exceso de penetrante				
Método de aplicación del revelador				
Tiempo de revelado				
Método limpieza posterior al examen				

RESULTADOS OBTENIDOS				
OBSERVACIONES:				
		Firma Coordinador		
Firma Responsables:				
		Nombre		
Nombres:				

ANEXO 5. DISPOSITIVOS PARA PRUEBAS DE CARGA

Linear Patterns

Vishay Micro-Measurements



General Purpose Strain Gages - Linear Patterns

FEATURES

- Gage patterns designed for measuring strain in a single direction
- Single-grid and parallel dual-grid patterns
- Gage lengths from 0.008 in (0.20 mm) to 0.500 in (12.7 mm)

GAGE PATTERN				GAGE DESIGNATION	RES. IN OHMS	OPTIONS AVAILABLE
Actual size shown. Enlarged when necessary for definition.				Insert desired S-T-C number in spaces marked XX.	Tolerance is increased when Option W, E, SE, LE, or P is specified.	
ES = Each section	CP = Complete pattern	Inch				
S = Section (SI = Sec 1) M = Matrix		millimeter				
008CL				Micro-grid gage for strain measurement in high-gradient areas.		
GAGE LENGTH	OVERALL LENGTH	GRID WIDTH	OVERALL WIDTH			
0.008	0.080	0.010	0.068			
0.20	2.00	0.25	1.73			
MATRIX SIZE	0.20L x 0.15W	5.1L x 3.3W		SA-XX-008CL-120	120 ± 1.0%	
015CK				Micro-miniature pattern with enlarged solder tabs. See also 015LW pattern.		
GAGE LENGTH	OVERALL LENGTH	GRID WIDTH	OVERALL WIDTH			
0.015	0.065	0.020	0.064			
0.38	1.65	0.51	1.63			
MATRIX SIZE	0.19L x 0.15W	4.8L x 3.8W		EA-XX-015CK-120 WA-XX-015CK-120 EP-08-015CK-120 SA-XX-015CK-120	120 ± 0.3% 120 ± 0.5% 120 ± 0.3% 120 ± 0.5%	W, E, L, LE W*

*Options available but not normally recommended. See Optional Features datasheet for details.

ANEXO 6. PLANOS