

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA
CERTIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN Y
TRASLADO DE PANELES METÁLICOS DEL VEHICULO SGM-308
EN BODY SHOP, EN LA EMPRESA GENERAL MOTORS-OBB”**

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

JONATHAN DAVID ECHEVERRÍA CHANGO

jonadaec@gmail.com

DIRECTOR: ING. GALO HOMERO BARRAGÁN CAMPOS, MSc.

hbarragan@hotmail.es

QUITO, FEBRERO 2012

DECLARACIÓN

Yo Jonathan David Echeverría Chango, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; ya que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación anterior, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Jonathan David Echeverría Chango

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por Jonathan David Echeverría Chango, bajo mi supervisión.

Ing. Homero Barragán

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Homero Barragán por su acertada dirección.

Al grupo de Proyectos Body Shop Ernesto Cárdena, Víctor Arias, Bolívar Sánchez, Paul Salcedo y Marcela Garrido por su colaboración y aporte en el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Gabriel Velasteguí por su contribución acertada.

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica por los conocimientos impartidos.

A mis Padres por brindarme su apoyo ilimitado.

A Mis Hermanas y Mis Amigos por su apoyo incondicional.

Jonathan

DEDICATORIA

A DIOS, quien me guía y enseña a ir por el camino del bien.

A la persona más importantes en mi vida, que no solo me educaron sino que también, consiguieron formarme como una persona de bien, con la determinación y el valor para cumplir mis metas; Mis Padres.

A mis hermanas por ayudarme cuando lo he necesitado

Jonathan

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
DISPOSITIVOS DE IZAJE	1
1.1. EMPRESA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS GM-OBB	1
1.1.1. MISIÓN, VISIÓN DE LA EMPRESA GM-OBB.....	3
1.1.1.1. Misión	3
1.1.1.2. Visión	3
1.1.1.3. Principios	3
1.2. POLITICAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	4
1.3. CONCEPTOS GENERALES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL VEHÍCULO SGM-308	4
1.3.1. CELDA DE PRODUCCIÓN	4
1.3.1.1. Estación de Trabajo	5
1.3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	7
1.3.3. ESQUEMA DE PRODUCCIÓN DE LA CELDA SGM-308	8
1.4. FUNCIONALIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DE IZAJE	10
1.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN.	10
1.4.1.1. Dispositivos de Elevación Estructurales de Sujeción Mecánica..	10
1.4.1.2. Dispositivos de Elevación por Vacío.....	11
1.4.1.3. Dispositivos de Elevación Magnéticos.....	12
1.4.2. ELEMENTOS DE ELEVACIÓN	12
1.4.2.1. Eslingas de Cadena	13
1.4.2.2. Cáncamos.....	15
1.5. APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE IZAJE EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ.....	16
1.5.1. DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN DE PANELES METÁLICOS UTILIZADOS EN LA CELDA DE SGM-308.....	16

1.5.1.1.	Dispositivo de Elevación y Traslado del Piso Posterior	16
1.5.1.2.	Dispositivo de Elevación y Traslado de Piso Delantero	17
1.5.1.3.	Dispositivo de Elevación y Traslado del Compartimento de Motor	18
1.5.1.4.	Dispositivo del Lateral Total	18
1.5.1.5.	Dispositivo de Elevación y Traslado del Lateral Interior.....	19
1.5.1.6.	Dispositivo de Elevación y Traslado de la Carrocería Final	19
1.5.1.7.	Dispositivo de Elevación y Traslado de Techos	20
1.5.1.8.	Eslinga de Cadena de Elevación del Piso Posterior	21
1.5.1.9.	Eslinga de Cadena de Elevación del Lateral Interior	21
1.6.	MANIPULACIÓN DE LOS DISPOSTIVOS Y ELEMENETOS DE ELEVACIÓN EN LA CELDA	22
CAPÍTULO II		23
SIMULACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS		23
2.1.	PROGRAMAS DE DISEÑO 3D	23
2.1.1.	SOLIDWORK.....	23
2.2.	CONCEPTOS BASICOS PARA LA SIMULACIÓN POR MEDIO ELEMENTOS FINITOS	24
2.2.1.	METODO DE ELEMENTOS FINITOS	24
2.2.2.	DEFORMACIONES	24
2.2.3.	DEFORMACIÓN UNITARIA	24
2.2.4.	ESFUERZO	25
2.2.5.	ESFUERZOS PRINCIPALES	25
2.2.6.	ESFUERZO DE VON MISES	25
2.2.6.1.	Criterio de Von Mises en Solidworks	26
2.2.7.	FACTOR DE DISEÑO Y FACTOR DE SEGURIDAD.....	26

2.3. PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS EN EL PROGRAMA SOLIDWORKS	27
2.3.1. ANÁLISIS FEM.....	28
2.3.2. MODELADO GEOMÉTRICO.....	29
2.3.3. TIPO DE ESTUDIO	31
2.3.3.1. Estudio Estático	31
2.3.3.2. Estudios Dinámicos.....	31
2.3.3.3. Consideraciones del Estudio Estático	31
2.3.3.4. Pasos en el SolidWorks Crear el Estudio de Trabajo.	32
2.3.4. ASIGNACIÓN DEL MATERIAL	33
2.3.4.1. Pasos en el SolidWorks la Asignación de Material	34
2.3.5. APLICACIÓN DE CARGAS Y RESTRICCIONES.....	35
2.3.5.1. Pasos en el SolidWorks para la Aplicación de Cargas y Restricciones	36
2.3.5.2. Conexiones	40
2.3.5.3. Carga de Simulación	40
2.3.6. MALLADO	41
2.3.6.1. Pasos para el Mallado del Modelo	44
2.3.7. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO	45
2.3.7.1. Pasos para el Ejecución del Estudio	46
2.3.8. ANÁLISIS DE ESTUDIO.....	46
2.3.8.1. Ventaja del Análisis del Estudio	51
2.3.8.2. Zonas Críticas de los Dispositivos de Elevación.....	52
CAPÍTULO III	54
NORMAS APLICABLES A LA CERTIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN	55
3.1. GENERALIDADES.....	55

3.1.1. NORMA.....	55
3.1.2. CÓDIGOS	56
3.1.3. ESPECIFICACIONES.....	56
3.1.4. ESTÁNDARES	56
3.2. NORMAS TÉCNICAS, APLICABLES PARA LA CERTIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN	56
3.2.1. CODIGOS ASME	56
3.2.1.1. Norma Asme B30.....	57
3.2.2. NORMA AWS.....	57
3.2.2.1. COMPOSICIÓN DEL CÓDIGO AWS	57
3.3. ASME B30.20, “DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN DE BAJO DEL GANCHO.....	58
3.3.1. ALCANCE	59
3.3.2. CONTENIDO DE LA NORMA ASME B30.20	59
3.3.2.1. Definición de las Secciones	60
3.4. NORMA ASME B30.9, “ESLINGAS”	61
3.4.1. ALCANCE	61
3.4.2. CONTENIDO DE LA NORMA ASME B30.9	61
3.4.2.1. Alcance	62
3.4.2.2. Formación	62
3.4.2.3. Materiales y Componentes.....	62
3.4.2.4. Fabricación y Configuraciones	63
3.4.2.5. Factor de diseño	63
3.4.2.6. Las Cargas Nominales	63
3.4.2.7. Identificación	63
3.4.2.8. Requisitos de Prueba de Ensayo	63
3.4.2.9. Efectos del Medio Ambiente.....	63

3.4.2.10. Inspección, remoción y reparación	63
3.4.2.11. Prácticas de operación	63
3.5. NORMA ASME B30.26, “ACCESORIOS DE ELEVACIÓN”	64
3.5.1. ALCANCE	64
3.5.2. CONTENIDO DE LA NORMA ASME B30.26.....	64
3.6. NORMA ASME B30.10, “GANCHOS”	65
3.6.1. ALCANCE	65
3.6.2. CONTENIDO DE LA NORMA ASME B30.10.....	65
3.7. CÓDIGO AWS DE SOLDADURA PARA ESTRUCTURAS EN ACERO D1.1...	66
3.7.1. ALCANCE	66
3.7.2. LIMITACIONES	66
3.7.3. CONTENIDO DEL CODIGO AWS D1.1	66
3.7.3.1. Requisitos Generales	67
3.7.3.2. Diseño de Conexiones Soldadas	67
3.7.3.3. Precalificación	67
3.7.3.4. Fabricación	67
3.7.3.5. Inspección.....	67
3.7.3.6. Soldadura de Espárragos.....	68
3.7.3.7. Refuerzo y Reparación de Estructuras Existentes.....	68
3.7.3.8. Anexos	68
CAPÍTULO IV.....	69
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	69
4.1. APLICACIÓN DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	69
4.2. TIPOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	70
4.2.1. PRUEBAS DESTRUCTIVAS SUPERFICIALES	70
4.2.2. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS VOLUMÉTRICAS	70

4.3. ALCANCE DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	71
4.4. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	71
4.4.1. Ventajas de los Ensayos No Destructivos.....	71
4.4.2. Limitaciones de los Ensayos No Destructivos.....	72
4.5. SELECCIÓN DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVO.....	72
4.5.1. INSPECCIÓN VISUAL.....	72
4.5.1.1. Requerimientos del proceso de inspección visual	73
4.5.1.2. Ventajas da la inspección de visual.....	73
4.5.1.3. Desventajas de la inspección visual	74
4.5.2. TINTAS PENETRANTES.....	74
4.5.2.1. Requerimiento de las pruebas con tintas penetrantes	75
4.5.2.2. Alcance del Método del Ensayo Estándar Para el Examen por Líquidos Penetrantes ASTM E 165.....	75
4.5.2.3. Ventajas de los ensayos con líquidos penetrantes	76
4.5.2.4. Desventaja con los ensayos con tinta penetrante.....	76
4.5.3. PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.....	77
4.5.3.1. Requerimientos del proceso de inspección de partículas magnéticas.....	79
4.5.3.2. Norma ASTM E 709	79
4.5.3.3. Ventajas del ensayo de partículas magnéticas.....	80
4.5.3.4. Desventajas del ensayo de partículas magnéticas	80
4.5.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DISTINTOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	81
4.5.4.1. Método ordinal corregido de criterios ponderados	81
4.5.4.2. Criterios de valoración.....	82
4.5.4.3. Evaluación de los criterios de Inspección	82

4.5.4.4. Evaluación de alternativas	83
4.5.4.5. Determinación final de alternativas.....	85
4.6. ENSAYOS A REALIZARSE	85
4.6.1. Reporte de la Inspección por Ensayos no Destructivos.	85
CAPÍTULO V.....	100
PRUEBAS CON SOBRECARGA E INSPECCIÓN	100
5.1. DEFINICIONES GENERALES	100
5.1.1. CARGA NOMINAL DE TRABAJO	100
5.1.2. CARGA LIMITE DE TRABAJO	100
5.1.3. CARGA DE PRUEBA	101
5.1.4. CARGA DE RUPTURA.....	101
5.1.5. FACTOR DE SEGURIDAD	101
5.2. NORMAS GENERALES EN LOS DISPOSITIVOS DE IZAJE	102
5.3. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROCEDIMIENTO DE LAS PRUEBAS CON SOBRECARGA	103
5.3.1. DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN MAGNÉTICA.....	104
5.3.2. DINAMÓMETRO	104
5.3.2.1. Forma Correcta de Utilizar un Dinamómetro	104
5.3.3. TECLES DE OPERACIÓN MANUAL.....	105
5.3.4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN.....	106
5.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	106
5.4.1. REQUISITOS DE SEGURIDAD.....	107
5.5. PRUEBAS CON SOBRECARGA E INSPECCIÓN EN LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN	107
5.5.1. PARÁMETROS DE PRUEBA	108
5.5.2. DETERMINACIÓN DE CARGA DE PRUEBA.....	108

5.5.3. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA CON CARGA EN DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN DE SUJECIÓN MECÁNICA.	109
5.5.3.1. Hojas de Registro.....	110
5.5.3.2. Validación de los Dispositivos Estructurales.....	117
5.5.4. METODOLOGÍA PARA REALIZAR LAS PRUEBAS CON SOBRECARGA EN LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN POR VACÍO.....	117
5.5.4.1. Especificaciones de la Norma	117
5.5.4.2. Procedimiento de la Prueba de Sobrecarga Para el Dispositivo de Elevación por Vacío.....	117
5.5.4.3. Inspección.....	118
5.6. PRUEBAS CON SOBRECARGA E INSPECCIÓN EN ESLINGAS DE CADENA	119
5.6.1. METODOLOGÍA PARA REALIZAR LAS PRUEBAS CON SOBRECARGA E INSPECCIÓN EN LAS ESLINGAS DE CADENA.....	119
5.6.1.1. Especificaciones de la Norma	119
5.6.2. DETERMINACIÓN DE CARGA DE PRUEBA PARA LAS ESLINGAS.....	119
5.6.2.1. Procedimiento Para Realizar las Pruebas con Sobrecarga en Eslingas de Cadena	120
5.6.2.2. Inspección.....	121
5.6.2.3. Criterios de Retiro	121
5.6.2.4. Hoja de Registro de la Inspección	122
5.7. INSPECCIÓN EN LOS ACCESORIOS DE ELEVACIÓN	124
5.7.1. INSPECCIÓN DE LOS ACCESORIOS DE ELEVACIÓN SEGÚN LA NORMA ASME B30.26.....	124
5.7.2. ACCESORIOS DE ELEVACIÓN UTILIZADOS EN LOS DISPOSITIVOS DE IZAJE	124
5.7.3. GRILLETES: CRITERIOS DE INSPECCIÓN.....	125

5.7.4. CRITERIOS DE INSPECCIÓN DE LOS CÁNCAMOS DE ELEVACIÓN	125
CAPÍTULO VI.....	126
ANÁLISIS DE COSTOS, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	126
6.1. COSTOS DIRECTOS	126
6.1.1. MANO DE OBRA.....	126
6.1.1.1. Costos de la Mano de Obra Para los Ensayos No Destructivos.....	126
6.1.1.2. Mano de Obra Para Las Pruebas con Sobrecarga	127
6.1.1.3. Total Mano de Obra para la Certificación de los Dispositivos de Elevación	127
6.1.2. EQUIPOS Y MATERIALES	128
6.1.2.1. Materiales y Equipo Para los Ensayos No Destructivos	128
6.1.2.2. Materiales y Equipos Para las Pruebas con Sobrecarga	128
6.1.2.3. Costo Total de Materiales y Equipo.....	129
6.1.3. COSTO DE NORMAS APLICADAS A LA CERTIFICACIÓN	129
6.1.4. TRASPORTE.....	129
6.1.5. COSTO DIRECTO TOTAL	130
6.2. COSTOS INDIRECTOS	130
6.2.1. COSTOS DE INGENIERÍA	130
6.2.2. GASTOS DE REPARACIÓN	130
6.2.3. COSTO INDIRECTO TOTAL.....	130
6.3. COSTO TOTAL DE LA CERTIFICACIÓN	131
6.4. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.....	131
6.4.1. RESPONSABILIDAD DEL EMPLEADOR.....	131
6.4.2. PROCEDIMIENTO SEGURO PARA LA MANIPULACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS DE ELEVACIÓN EN LA CELDA DE SGM-308.....	132

6.4.3. ESTABILIDAD DE LA CARGA	133
6.4.4. PRECAUCIÓN AL MOMENTO DE MANIPULAR LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS DE ELEVACIÓN.	134
6.4.5. CONSEJOS SOBRE EL USO CORRECTO DE LOS ELEMENTOS DE ELEVACIÓN.....	135
6.4.5.1. Uso Correcto de Eslingas.....	135
6.4.5.2. Selección de Grilletes.....	137
6.4.5.3. Uso Correcto de Grilletes	138
6.4.5.4. Uso Correcto de Cáncamos de Elevación	140
6.4.5.5. Uso correcto de Ganchos.....	143
6.4.6. VERIFICACIONES ANTES DEL USO DE LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS DE ELEVACIÓN Y ELEMENTOS DE ELEVACIÓN	144
6.4.7. MARCACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN Y TRASLADO	144
6.5. MEDIO AMBIENTALES	145
6.5.1. EFECTOS AMBIENTALE EN ESLINGAS.....	145
6.5.2. EFECTOS AMBIENTALES EN GRILLETES	146
CAPÍTULO VII.....	147
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	147
7.1. CONCLUSIONES	147
7.2. RECOMENDACIONES	148
BIBLIOGRAFÍA	150
ANEXOS	151
Anexo 1 PROPIEDAD DEL MATERIAL	152
Anexo 2 Criterios de aceptación de los ensayos no destructivos	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 3 Reporte de la inspección visual y partículas magnéticas	¡Error! Marcador no definido.

Anexo 4 NORMA ASME B30.20	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 5 NORMA ASME B30.9	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 6 NORMA ASME B30.26	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 7 NORMA ASME B30.10	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 8 REPORTES PRUEBAS CON CARGA EN LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS DE ELEVACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 9 Criterios de aceptación de los ensayos no destructivos	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1	Celda de Producción SGM-308.....	5
Figura 1. 2	Matriz de Sujeción de Paneles Metálicos.....	6
Figura 1. 3	Pistola de Soldadura Portable.....	6
Figura 1. 4	Rieles Ergonómicas.....	7
Figura 1. 5	Balanceador.....	7
Figura 1. 6	Esquema de Producción del Vehículo SGM-308.....	9
Figura 1. 7	Dispositivos de Estructurales de Sujeción Mecánica.....	11
Figura 1. 8	Dispositivos de Elevación por Vacío.....	12
Figura 1. 9	Dispositivos de Elevación Magnético.....	12
Figura 1. 10	Eslinga de Cadena Doble.....	13
Figura 1. 11	Cadena.....	14
Figura 1. 12	Grilletes.....	14
Figura 1. 13	Argolla.....	14
Figura 1. 14	Eslabón Conector.....	15
Figura 1. 15	Gancho con Seguro.....	15
Figura 1. 16	Cáncamo.....	16
Figura 1. 17	Dispositivos de Elevación y Traslado del Piso Posterior.....	17
Figura 1. 18	Dispositivos de Elevación y Traslado del Piso Delantero.....	17
Figura 1. 19	Dispositivos de Elevación y Traslado del Compart. de Motor	18
Figura 1. 20	Dispositivos de Elevación y Traslado del Lateral Total.....	19
Figura 1. 21	Dispositivos de Elevación y Traslado del Lateral Interior.....	19
Figura 1. 22	Dispositivos de Elevación y Traslado de la Carrocería Final.....	20
Figura 1. 23	Dispositivos de Elevación y Traslado de Techo.....	20

Figura 1. 24	Eslinga de Cadena de Elevación del Piso Posterior.....	21
Figura 1. 25	Eslinga de Cadena de Elevación del Lateral Interior.....	21
Figura 1. 26	Trabajo con los Dispositivos de Elevación.....	22
Figura 2. 1	Deformación Unitaria.....	24
Figura 2. 2	Esfuerzos Principales.....	25
Figura 2. 3	Pasos Para el Análisis FEM.....	28
Figura 2. 4	Paso 1 para el Estudio de Trabajo.....	32
Figura 2. 5	Paso 2 para el Estudio de Trabajo.....	32
Figura 2. 6	Paso 3 para el Estudio de Trabajo.....	32
Figura 2. 7	Paso 1 Selección del Material.....	33
Figura 2. 8	Paso 2 Selección del Material.....	34
Figura 2. 9	Asesor de Cargas y Sujeción.....	35
Figura 2. 10	Tipo de sujeción.....	35
Figura 2. 11	Selección de Cargas y Restricciones.....	36
Figura 2. 12	Selección de Cargas.....	36
Figura 2. 13	Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Piso Delantero	37
Figura 2. 14	Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Piso Posterior.....	37
Figura 2. 15	Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Compartimento de Motor.....	37
Figura 2. 16	Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Lateral Interior.....	38
Figura 2. 17	Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Lateral Total.....	38
Figura 2. 18	Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación de la Carrocería Final.....	39
Figura 2.19	Cargas Nominales de los Dispositivos de Elevación.....	40

Figura 2. 20	Paso 1 para el Mallado.....	43
Figura 2. 21	Paso 2 para el Mallado.....	43
Figura 2. 22	Paso 3 para el Mallado.....	44
Figura 2. 23	Ejecución del Programa	45
Figura 2.24	Barras de apreciación de resultados.....	46
Figura 4.1	Fugas de Flujo.....	76
Figura 4. 2	Yugo Electromagnético.....	77
Figura 4. 3	Tipo de Partículas Magnéticas.....	77
Figura 5. 1	Prueba con Carga.....	101
Figura 5. 2	Elevador Magnético.....	102
Figura 5. 3	Dinamómetro Digital.....	103
Figura 5. 4	Formas Correcta de Utilizar un Dinamómetro.....	103
Figura 5. 5	Tecles Manuales.....	104
Figura 5. 6	Medición de los Dispositivos de Elevación.....	104
Figura 5. 7	Carga Nomina del Dispositivo.....	107
Figura 5. 8	Pruebas con Sobrecarga en Eslinga de Cadena.....	118
Figura 6. 1	Equipo de Protección Personal.....	131
Figura 6. 2	Manejo Seguro de Cargas.....	132
Figura 6. 3	Factor de Carga Según el Ángulo de la Eslinga.....	135
Figura 6. 4	Grilletes de Perno Redondo.....	136
Figura 6. 5	Grilletes de Perno Roscado.....	136
Figura 6. 6	Grilletes de Perno y Tuerca.....	137
Figura 6. 7	Ángulos de Cargas Laterales.....	137
Figura 6. 8	Pasador de Grillete Doblado.....	138

Figura 6.9	Ángulos de Cargas Laterales.....	138
Figura 6. 10	Sujeción del Grillete.....	139
Figura 6. 11	Ángulos de Grillete con Ramales.....	139
Figura 6. 12	Factor de Carga Según el Ángulo de la Eslinga.....	140
Figura 6. 13	Factor de Carga Según el Ángulo de la Eslinga.....	141
Figura 6. 14	Uso Correcto de Gachos.....	142
Figura 6. 15	Marcación de Dispositivos de Elevación.....	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Equipos en una Estación de Trabajo.....	5
Tabla 2.1	Modelado de los Dispositivos de Elevación y Traslado.....	28
Tabla 2.2	Cargas de Simulación.....	40
Tabla 2.3	Mallado de los Dispositivos de Elevación y Traslado.....	41
Tabla 2.4	Análisis de Tensiones.....	46
Tabla 2.5	Análisis de Deformaciones.....	48
Tabla 2.6	Análisis de Desplazamientos.....	49
Tabla 2.7	Zonas Críticas.....	51
Tabla 4. 1	Etapas para la Inspección de Líquidos Penetrantes.....	74
Tabla 4. 2	Criterios de ponderación.....	81
Tabla 4.3	Orden de Prioridad de los Criterios de Evaluación.....	82
Tabla 4. 4	Ponderación de Criterios de Evaluación.....	82
Tabla 4. 5	Ponderación de alternativas según el Criterio de Factibilidad.....	82
Tabla 4. 6	Ponderación de alternativas según el Criterio de Seguridad.....	83
Tabla 4. 7	Ponderación de alternativas según el Criterio de Costos.....	83
Tabla 4. 8	Ponderación de alternativas según el Criterio de Tiempo.....	83
Tabla 4. 9	Matriz de Priorización de Alternativas.....	84
Tabla 4. 10	Reporte de inspección del Dispositivo del Lateral Total.....	85
Tabla 4. 11	Reporte de inspección del Dispositivo de la Carrocería Final.....	86
Tabla 4. 12	Reporte de inspección del Dispositivo del Piso Delantero.....	89
Tabla 4. 13	Reporte de inspección del Dispositivo del Piso Posterior.....	92
Tabla 4. 14	Reporte de inspección del Dispositivo del Comp. de Motor.....	94
Tabla 4. 15	Reporte de inspección del Dispositivo del Lateral Interior.....	96

Tabla 5.1	Normas ASME Aplicadas a la Certificación.....	101
Tabla 5.2	Carga de Prueba Para los Dispositivos de Elevación.....	107
Tabla 5.3	Hoja de Registro del Dispositivo de Piso Delantero.....	109
Tabla 5.4	Hoja de Registro del Dispositivo de Piso Posterior.....	110
Tabla 5.5	Hoja de Registro del Dispositivo de Piso Posterior.....	111
Tabla 5.6	Hoja de Registro del Dispositivo de Lateral Total.....	112
Tabla 5.7	Hoja de Registro del Dispositivo de Lateral Interior.....	113
Tabla 5.8	Hoja de Registro del Dispositivo de Carrocería Final.....	114
Tabla 5.9	Carga de Prueba Para Eslingas.....	118
Tabla 5.10	Espesores Mínimos Permitidos Para los Eslabones de Cadena en Cualquier Punto.....	120
Tabla 5.11	Hoja de Registro de Inspección “ESLINGAS”.....	121
Tabla 6.1	Costo Mano de Obra Limpieza de Dispositivos.....	126
Tabla 6.2	Costo Mano de Obra para los END.....	126
Tabla 6.3	Costo Mano de Obra para las Pruebas con Carga.....	126
Tabla 6.4	Costo Total Mano de Obra.....	126
Tabla 6.5	Costo Materiales y Equipos Para la Limpieza.....	127
Tabla 6.6	Costo Materiales y Equipo Para los END.....	127
Tabla 6.7	Costo de Materiales y Equipo Para las Pruebas con Sobrecarga.....	128
Tabla 6.8	Costo Total de la Certificación de los dispositivos de elevación...	128
Tabla 6.9	Costo de Normas Aplicadas.....	128
Tabla 6.10	Costo Directo Total.....	129

Tabla 6. 11	Costo Indirecto Total.....	129
Tabla 6. 12	Costo Total de la Certificación de los dispositivos de elevación...	130
Tabla 6. 13	Reducción de Cargas Laterales en Grilletes.....	137

RESUMEN

El presente trabajo tiene como por objeto dar a conocer los diferentes requerimientos y pasos para obtener la certificación de los dispositivos de elevación y traslado de los paneles metálicos del vehículo SGM-308 en soldadura, de la empresa General Motors- OBB, por medio de dicha certificación se garantizará por escrito que los dispositivos de elevación y traslado cumplen con normativas internacionales para su funcionamiento y seguridad de los trabajadores.

El proyecto consta de siete capítulos, los cuales se resumen a continuación:

En el primer capítulo se describe una breve introducción sobre los dispositivos y elementos de elevación, así como aplicación de los dispositivos en el sector automotriz.

En el segundo capítulo detalla los pasos para llevar a cabo el análisis por medio de elementos finitos, con el uso del programa de simulación por medio de elementos finitos de solidworks, con el fin de determinar las tensiones, deformaciones existentes en los dispositivos de elevación.

En el tercer capítulo se detallan normas aplicables para la certificación de los dispositivos de izaje.

En el cuarto capítulo describe los procedimientos de inspección por medio de ensayos no destructivos que debe ser realizados para la verificación de las soldaduras de los dispositivos.

En el quinto capítulo se define una metodología para realizar las pruebas con sobrecarga e inspección, de los distintos dispositivos y elementos de elevación que intervienen en la proceso de producción de la carrocería del vehículo SGM-308.

En el sexto capítulo se realiza un análisis de costos el cual permite estimar un valor aproximado para realizar la certificación, este mismo capítulo brinda la seguridad necesaria que debe tener el sistema y como afecta el medio ambiente en la utilización de los dispositivos de elevación y traslado.

En el séptimo capítulo que finaliza el proyecto mediante las conclusiones y recomendaciones respectivas, obtenidas por el estudio realizado en la certificación de los dispositivos de elevación y traslado de los paneles metálicos en el área de suelda.

PRESENTACIÓN

En la industria ensambladora de automóviles es indispensable trabajar bajo normas establecidas, las mismas que exigen varios requerimientos, así como la certificación de dispositivos y elementos de elevación, usados en el proceso de ensamblaje de vehículos.

El presente proyecto de titulación desarrolla esta metodología para la certificación de los dispositivos de elevación y traslado de paneles metálicos que son usados en el área de soldadura, en la Empresa GENERAL MOTORS-OBB, la misma que incluirá definiciones básicas de los dispositivos y elementos de elevación, análisis de carga por medio de un programa solidworks, que realiza una simulación con elementos finitos, inspección de soldaduras utilizando ensayos no destructivos de las distintas estructuras de los dispositivos de izaje, pruebas con sobrecarga las cuales verifican la fiabilidad del diseño, también se describirán criterios de aceptación y rechazo para verificar el estado de los elementos izaje y la forma correcta de utilización.

Se analizará un costo promedio que brinda una referencia a certificaciones de los dispositivos y elementos de elevación en futuras celdas.

CAPÍTULO I

DISPOSITIVOS DE IZAJE

En las empresas ensambladoras de automóviles, se emplean dispositivos de elevación y traslado para llevar los paneles metálicos de la carrocería y posteriormente unirlos por medio de soldadura por puntos. Con el objeto de facilitar la elevación o traslado de las mismas a los siguientes procesos de producción, al mismo tiempo que hacen más segura la operación. Su rotura o su mala utilización puede ocasionar accidentes graves o incluso mortales, esto por atrapamiento de personas por la carga desprendida. Es necesario, por lo tanto, emplear aparatos adecuados en perfecto estado y utilizarlas correctamente. Así pues, los trabajadores, que efectúan las operaciones de izaje y transporte de cargas suspendidas, puedan trabajar con seguridad necesaria.

El estudio está dirigido al proceso donde intervienen los dispositivos de izaje de los paneles metálicos del vehículo SGM-308, así como los conocimientos previos sobre los procesos y componentes involucrados en dicho en el área de producción.

Por consiguiente en este capítulo se describe los conceptos y definiciones que rigen el proceso de soldadura de paneles metálicos de vehículos y los dispositivos usados para lograr la producción de carrocerías del vehículo SGM-308.

1.1. EMPRESA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS GM-OBB¹

En 1926 Ecuador recibe el primer vehículo Chevrolet y en 1975 fue fundada Ómnibus BB S.A. (OBB), compañía que inicia el ensamblaje de los primeros buses, marcando nuevos referentes en la industria automotriz ecuatoriana.

En 1980 OBB construye la planta de ensamblaje de vehículos livianos y lanza al mercado la clásica Grand Blazer para 1981.

¹ <http://careers.gm.com/careers-worldwide/south-america/ecuador.html>

Entre 1984 y 1987, se inicia la fabricación de la Chevrolet Luv y del automóvil Gemini. Además, se presenta el Forsa, un auto popular que rompe todos los records de venta. Entre 1988 y 1991 se lanza la nueva Chevrolet Luv 2.300 cc, el Vitara de 1.600 cc y el Forsa II. Luego aparecerá el Vitara 5 puertas.

La producción de la Chevrolet Rodeo y Esteem inicia con la década de los 90, poco después el nuevo Rodeo 4x4. Para el 2000, la fábrica se moderniza, obtiene certificados como la ISO 9001 y la ISO 14001 y destina casi el 40% de su producción a los mercados de Colombia y Venezuela. Años más tarde se completa la gama de 4x4 con los modelos: Grad Vitara SZ.

Durante el 2008 se desarrolla una estrategia agresiva de productos con nuevos lanzamientos tales como el Grand Vitara SZ y Chevrolet Luv D-MAX y el relanzamiento del Gran Vitara 5 puertas 4x2 TM. Por otro lado, el Aveo, con poco tiempo desde su introducción, cuenta ya con una gran aceptación. Actualmente los modelos producidos son: la Familia Aveo, la renovada LuV D-Max en sus nueve versiones, la línea Vitara, Grand Vitara y el nuevo Grand Vitara SZ.

En el 2012 se lanza el Chevrolet Sail en el mercado ecuatoriano tiene gran aceptación por parte de los clientes, GM-OBB invirtió en readecuaciones de la planta de ensamblaje para ensamblar el Nuevo Chevrolet Sail. Estas inversiones incluyen: adecuación de la planta, compra de activos, herramientas, gastos de operación, diseño y construcción de una nueva línea de soldadura. Además, se invirtió en el mejoramiento de los sistemas de calidad; así como también en el entrenamiento técnico especializado del personal de la compañía por varios meses tanto en Ecuador como en Shangai China, convirtiendo a GM-OBB en la primera planta CKD de Latinoamérica en producir el Chevrolet Sail.

Actualmente, GM- OBB posee la participación de mercado más alta y la fuerza laboral más importante del país entre colaboradores, concesionarios y empresas proveedoras con más de 1.600 trabajadores directos y los 6.500 colaboradores en concesionarios y empresas proveedoras, GM – OBB representan el 69% de la fuerza laboral del sector automotriz del Ecuador. En la planta CKD se ensamblan.

200 vehículos diarios que son comercializados en Ecuador, Colombia y Venezuela.

1.1.1. MISIÓN, VISIÓN DE LA EMPRESA GM-OBB

Tanto la misión, la visión, y los principios de la empresa, permiten conocer la importancia que tiene para la organización las labores de innovación para la mejora de sus actividades de producción.

1.1.1.1. Misión

“Somos una empresa dedicada a producir y comercializar vehículos y productos relacionados, con niveles mundialmente competitivos en seguridad, calidad y oportuna capacidad de respuesta. Estamos comprometidos con el desarrollo de nuestra gente, el progreso de la comunidad y el entusiasmo de nuestros proveedores, clientes y accionistas”.

1.1.1.2. Visión

“Diseñar, fabricar y vender los mejores vehículos del mundo”.

1.1.1.3. Principios

La empresa se fundamenta en los siguientes principios que le permiten mantenerse como líder en el mercado nacional:

1. Calidad: La empresa se esfuerza por realizar todas las actividades con calidad, mediante una continua aplicación de principios de calidad total a todos los procesos y a través de una constante capacitación, motivación de todos los que conforman la empresa.
2. Seguridad: En GM -OBB, se rige la absoluta seguridad en toda la planta y estos son:
 - La seguridad esta sobre todas las cosas.
 - La seguridad es un valor.
 - Todos los incidentes y accidentes pueden y deben ser prevenidos.
 - En GM -OBB la seguridad es una responsabilidad compartida.
3. Confiabilidad: mediante la aplicación de estrictas normas técnicas en el ensamble de vehículos, se garantiza la confiabilidad de los mismos.

4. Innovación: Constante superación de procedimientos y metodologías, tanto técnicas como administrativas, mejorando continuamente la productividad.
5. Flexibilidad: Adaptación permanente a las cambiantes condiciones del entorno, a las necesidades de la sociedad y a los requerimientos específicos de los clientes.

1.2. POLITICAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL²

OMNIBUS BB TRASPORTES S.A. dedicada a la fabricación y ensamblaje de vehículos en general, mantiene y promueve la seguridad y salud en todos los trabajadores con el compromiso de: dotar las mejores condiciones de trabajo, seguridad y salud en el ambiente laboral, respetar el marco técnico y legal establecido para este fin y mejorar continuamente en sus sistemas de gestión, programas, procesos y productos; estableciendo estrategias de prevención de riesgos de la organización.

Las personas constituyen el valor más importante de nuestra organización por lo que nos comprometemos a proporcionar los recursos tecnológicos y económicos necesarios, así como la gestión del talento humano en todos los niveles con el objeto de mantener ambientes de trabajos seguros y saludables para el bienestar de nuestros trabajadores.

1.3. CONCEPTOS GENERALES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL VEHÍCULO SGM-308

1.3.1. CELDA DE PRODUCCIÓN

Es el espacio físico donde se desarrolla la producción de las carrocerías, cada vehículo cuenta con su propia celda, en la cual se desarrollan los procesos de soldadura por puntos para unir los paneles metálicos, con la ayuda de mecanismos y dispositivos mecánicos para trasladar las partes ya soldadas, esto se puede observar en la figura 1.1.

² REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL; Ómnibus BB Transportes S.A.



Figura 1. 1 Celda de Producción SGM-308

1.3.1.1. Estación de Trabajo

Es el puesto de trabajo que se ocupa dentro de la celda para desempeñar una tarea específica, en la cual se brinda las facilidades necesarias, así como, los movimientos, manipulación de pistolas, ergonomía que necesita cada trabajador para optimizar los tiempos de la operación, verificar la calidad y elevar la producción de los vehículos. La estación de trabajo consta de diferentes equipos y materiales que se puede observar en la tabla 1.1.

Tabla 1. 1 Equipos en una Estación de Trabajo

ESTACIÓN DE TRABAJO	
EQUIPOS	<ul style="list-style-type: none"> - Matriz de sujeción del sub-ensamble - Pistolas de soldadura - Rieles ergonómicas - Balanceadores - Dispositivos de elevación y traslado
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> - Paneles metálicos - Sellantes

1.3.1.1.1 Matriz de Sujeción

Son matrices de ensamble que se encargan del posicionamiento preciso en el espacio y sujeción rígida de los diferentes componentes de la carrocería de los automóviles, esto con el fin de que la unión soldada de las partes sea la adecuada

y siempre igual para todos los automóviles del mismo modelo, en la figura 1.2 se puede observar una matriz de soldadura.

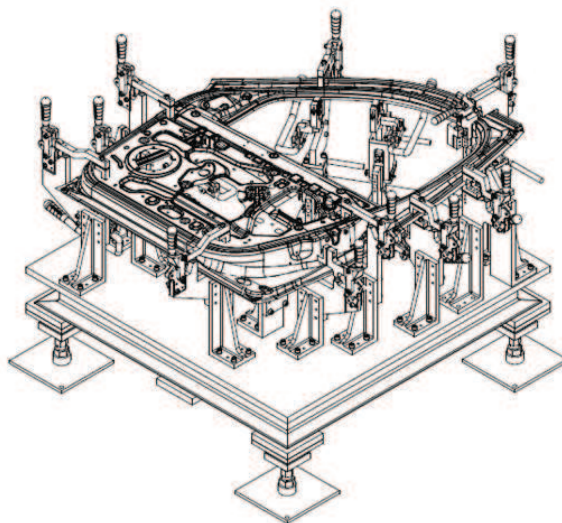


Figura 1.2 Matriz de Sujeción de Paneles Metálicos

1.3.1.1.2 Pistolas de soldadura portables

Estos equipos son diseñados de acuerdo a la zona de la carrocería que va a soldar, sus dimensiones son variables y van de acuerdo al espesor a soldar junto con la facilidad de manipulación de los mismos en la línea de producción. Estas pistolas son accionadas por un sistema neumático y utiliza la soldadura por resistencia para la unión de los paneles, las pistolas son portables como se muestra en la figura 1.3 para facilitar la manipulación del operador.



Figura 1.3 Pistola de Soldadura Portable

1.3.1.1.3 Rieles ergonómicas

Las rieles ergonómicas nos permiten desplazar lateral y transversalmente las pistolas de soldadura, dispositivos de elevación de una manera fácil, sin el

esfuerzo excesivo del operador. En la figura 1.4 se observa el tipo de riel utilizado en GM-OBB.

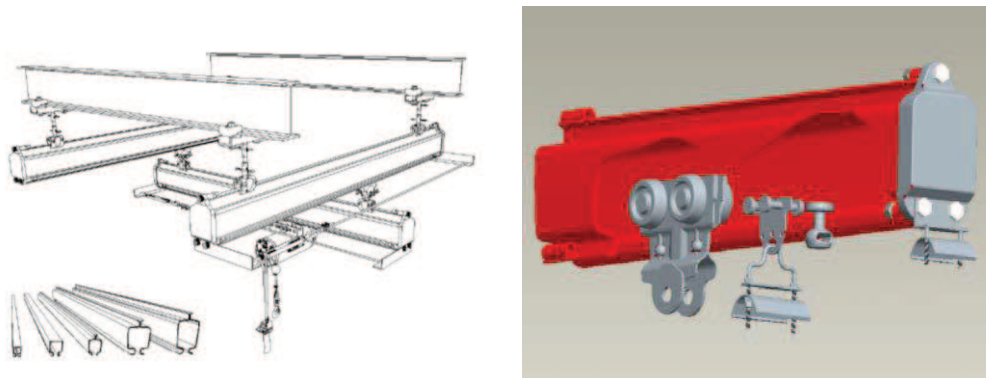


Figura 1. 4 Rieles Ergonómicas³

1.3.1.1.2 *Balanceadores*

Un balanceador como se muestra en la figura 1.5, permite manipular materiales o herramientas en condiciones de ingravidez o muy cercanas a ella, con la finalidad de alivianar la carga de manipulación por parte del operario.



Figura 1. 5 Balanceador

1.3.1.1.2 *Paneles metálicos*

Los paneles metálicos vienen previamente organizados y son colocados en cada estación de trabajo según el sub-ensamble que se quiere realizar.

1.3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de producción de carrocerías está compuesto por diferentes estaciones de trabajo las cuales se someten a un determinado ritmo, el cual

³ KH Track System, Assembly and Installation Manual.

obliga a trabajar a los operarios a un tiempo determinado. La producción se la realiza en serie con una producción de 24 unidades que equivale a un lote, la cantidad de lotes producidos depende de la demanda de ventas. Las estaciones de soldadura principales en una celda se pueden observar en la figura 1.2 en el cual podemos observar la siguiente secuencia:

1. El primer paso para empezar la producción de carrocerías es suministrar la materia prima a los lugares designados dentro de la celda, luego los operarios deben comprobar el correcto funcionamiento y calibración de los equipos a ser utilizados, caso contrario deben llamar al personal de mantenimiento a que coloque los equipos a punto.
2. Posteriormente los paneles metálicos son colocados de forma manual por el operario en las matrices de sujeción, las cuales posicionan con precisión la materia prima para proceder con la unión por medio de los puntos de soldadura los mismos que están previamente especificados por la fuente. El piso delantero, posterior y compartimento de motor trabajan simultáneamente con los pasos ya descritos anteriormente.
3. Como siguiente paso los tres sub-ensambles son trasladados a la línea principal por medio de los dispositivos de elevación. La línea principal está compuesta de 6 estaciones de trabajo en las cuales se colocan los laterales, techos, y las demás partes que conforman la carrocería del vehículo, así como los puntos de soldadura establecidos para el soporte de la carrocería.
4. Al terminar la línea principal las unidades son transportadas por medio de un dispositivo de elevación a la zona de almacenamiento donde esperan a ser transportadas al siguiente proceso de soldadura y luego al área de calidad donde se evalúa diariamente el comportamiento dimensional mediante la medición de sub-ensambles y carrocería completa, analizando la geometría tridimensional (ancho, largo y alto) mediante gráficas de control.

1.3.3. ESQUEMA DE PRODUCCIÓN DE LA CELDA SGM-308

En la figura 1.6 se puede observar el esquema de la celda de producción del vehículo SGM-308.

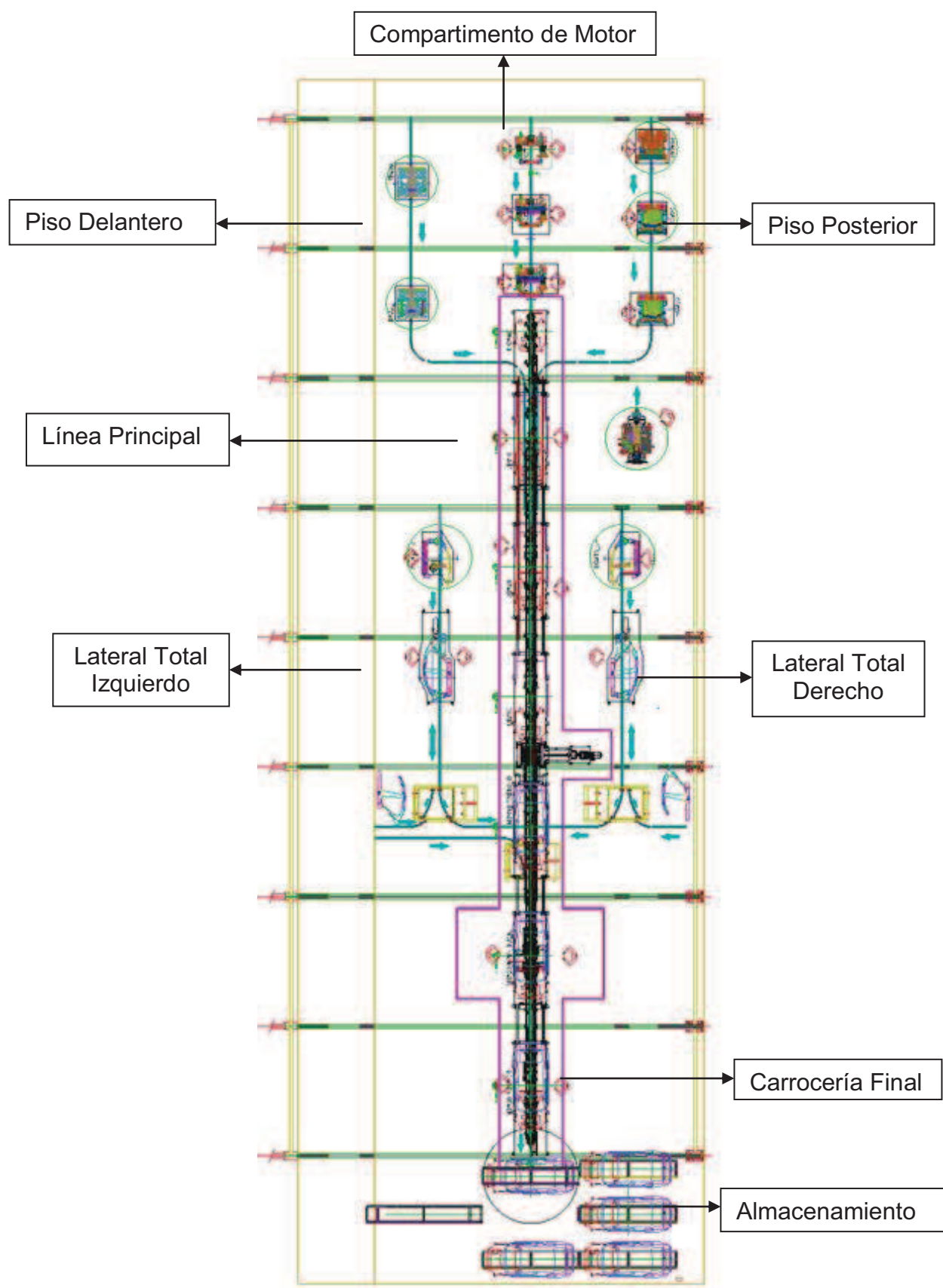


Figura 1.6 Esquema de Producción del Vehículo SGM-308

1.4. FUNCIONALIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DE IZAJE

La funcionalidad de estos dispositivos de izaje es elevar y trasladar los paneles sub-ensamblados desde la estación de trabajo a otra, garantizando la seguridad de los operarios. Estos dispositivos deben ser:

1. Seguros, los dispositivos de elevación deberán diseñarse y fabricarse para que sean seguros y fiables, a fin de evitar cualquier situación peligrosa. En particular se deberán diseñar y fabricar de manera que resistan condiciones normales de servicio y no produzca situaciones peligrosas en caso de error de lógica en la maniobra de elevación.
2. Confiables, los dispositivos de elevación deben garantizar su funcionamiento para que no existan fallas.
4. Fácil manipulación, el funcionamiento del dispositivo de elevación debe ser de fácil manejo para que el operario no necesite de un grado de instrucción avanzada
3. Ergonómicos, el objetivo de la ergonomía es garantizar que el entorno de trabajo esté en armonía con las actividades que realiza el trabajador. Se considera que toda la producción pueden entrañar algún riesgo adicional de lesión de los miembros superiores e inferiores o de la espina dorsal, debido a las tareas de tratamiento manual o a malas posturas. La principal causa son las cargas pesadas, por lo tanto se debe tener énfasis en que los dispositivos de elevación permitan al operador, eliminar las malas posiciones de trabajo y las cargas excesivas.

1.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN.

1.4.1.1. Dispositivos de Elevación Estructurales de Sujeción Mecánica

Son dispositivos de elevación de sujeción mecánica que se accionan manualmente para elevar la carga y transportarla con la ayuda de polipastos a la siguiente ubicación. Estos dispositivos poseen mecanismos sencillos de sujeción los cuales nos garantizan la seguridad de los trabajadores, podemos observar algunos ejemplos de sujeción mecánica en la figura 1.7.

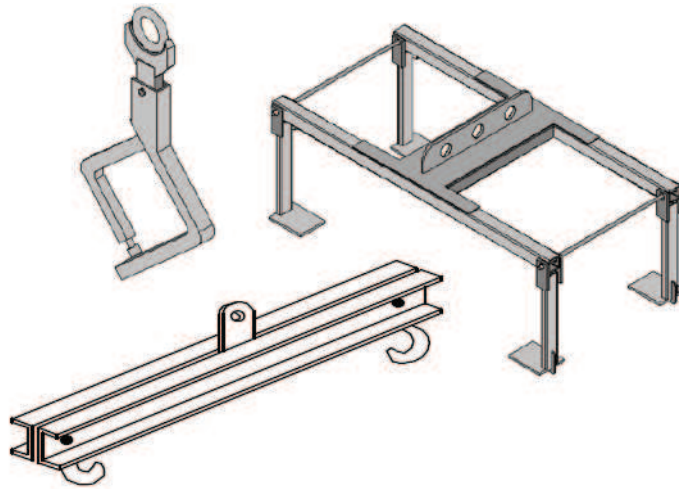


Figura 1. 7 Dispositivos de Elevación Estructurales de Sujeción Mecánica

1.4.1.2. Dispositivos de Elevación por Vacío

Son dispositivos de elevación que utilizan un sistema de depresión neumático, con la finalidad de elevar ventanas, cajas, etc. Un ejemplo de los dispositivos se puede observar en la figura 1.8. La capacidad de carga del succionador depende de los siguientes factores:

- Tamaño de la ventosa.
- Diferencia de presión entre el nivel de vacío en la ventosa y la presión ambiental.
- Dirección de la carga (vertical, paralela o inclinada respecto a la superficie de la ventosa).
- Propiedades de la superficie y porosidad del material a succionar.
- Posibles capas de separación (humedad, polvo, suciedad) en las ventosas o en la superficie a succionar.
- Rigidez inherente del material a transportar.

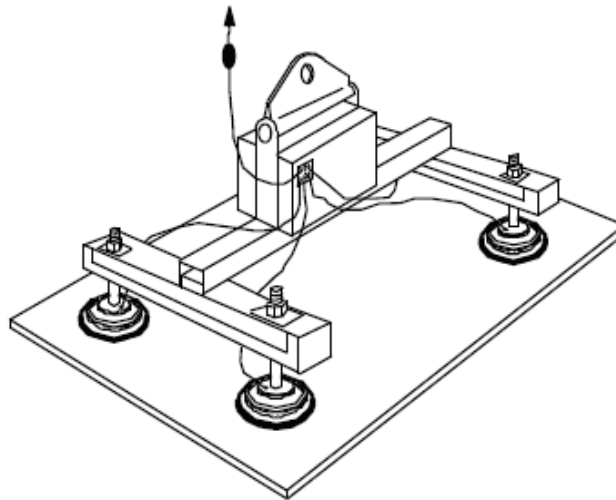


Figura 1.8 Dispositivos de Elevación por Vacío

1.4.1.3. Dispositivos de Elevación Magnéticos

Dispositivos con un campo magnético que produce una fuerza suficiente para la retención y manejo de cargas con propiedades ferromagnéticas, esta campo se lo realiza por medio de imanes o por la acción electromagnética. En la figura 1.9 se puede observar un dispositivo de elevación magnético.

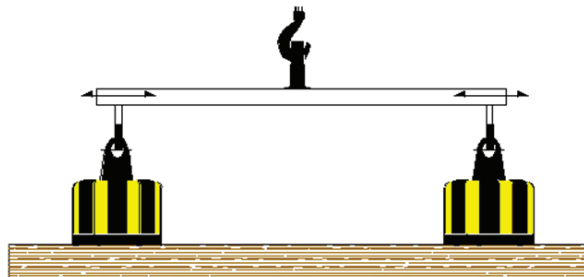


Figura 1.9 Dispositivos de Elevación por Vacío

1.4.2. ELEMENTOS DE ELEVACIÓN

Los elementos de elevación para sistemas de movimiento de carga, son accesorios que se usan como parte o complemento del sistema de movimiento de carga para desempeñar una función específica, como son los grilletes, ganchos, eslabones, etc.

1.4.2.1. Eslingas de Cadena

Una eslinga de cadena como se muestra en la figura 1.10 es un conjunto constituido por una cadena o varias, unidas a unos accesorios adecuados en los extremos superior o inferior capaces de cumplir la función establecidas, sirve para amarrar cargas del gancho del polipasto a otro aparato de elevación o sujetar las cargas directamente. Las eslingas de cadena, son elementos indispensables en muchas operaciones industriales y consideran “componentes críticos” por cuanto su carencia o falla, además de interrumpir o paralizar una operación, puede afectar la producción y productividad a causa de incidentes con daño a las personas, equipos, materiales y a las instalaciones, produciendo pérdidas que pueden llegar a ser significativas



Figura 1. 10 Eslinga de Cadena Doble

1.4.2.1.1. Cadenas

Las cadenas de acero deben ser lo suficientemente resistente para no deformarse y ser resistente a la corrosión y abrasión.

En general las cadenas utilizadas en la confección de eslingas deberán estar en conformidad a los requisitos establecidos en la Norma ASME B30.9. En la cual nos da las especificaciones que debe cumplir la cadena de acero. En la figura 1.11 tenemos una cadena utilizada para las eslingas en la celda de SGM-308.



Figura 1. 11 Cadena

1.4.2.1.2. Grilletes

Los grilletes se utilizan en sistemas de elevación así como en sistemas estáticos como elementos de unión para cable, cadena y otros terminales. Los grilletes suelen aplicarse en operaciones tanto de carga como de sujeción no permanentes. En la figura 1.12 se muestra un grillete marca Crosby.



Figura 1. 12 Grilletes

1.4.2.1.3. Argollas

También llamado anilla, es el eslabón que forma el terminal de extremo superior de una eslinga, mediante el cual la eslinga se cuelga del gancho de un polipasto o de otro aparato de elevación. En la figura 1.13 se muestra un modelo de argolla utilizado en las eslingas de la celda.



Figura 1. 13 Argolla

1.4.2.1.4. *Eslabones Conectores*

Los eslabones conectores nos permiten unir las cadenas con las anillas y los ganchos de una manera segura. En la figura 1.14 se observa un eslabón conector que se utiliza en la celda.



Figura 1. 14 Eslabón Conector

1.4.2.1.5. *Ganchos*

Los ganchos se utilizan en sistemas de elevación como una conexión entre la carga y estar equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan desprenderse como se muestra en la figura 1.15.

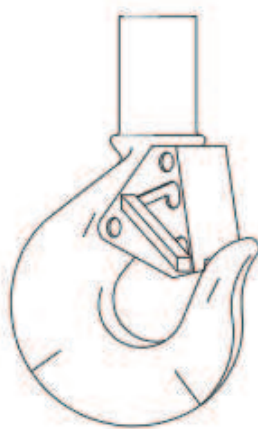


Figura 1. 15 Gancho con Seguro

1.4.2.2. **Cáncamos**

Anillo, destinado a ser roscado al dispositivo de elevación, para ser elevado por medio del gancho del tecla. En general los cáncamos utilizados en los dispositivos de elevación deberán estar en conformidad a los requisitos establecidos en la Norma ASME B30.26. En la cual nos da las especificaciones que debe cumplir los cáncamos en los dispositivos de elevación. Un ejemplo de cancamo se puede observar en la figura 1.16.



Figura 1. 16 Cáncamo

1.5. APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE IZAJE EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ

La aplicación de los dispositivos de elevación en el sector automotriz surge de la necesidad que tienen las ensambladoras automotrices en optimizar mano de obra y el tiempo de producción, así como también el hecho de disminuir el riesgo de lesiones al no usar el equipo adecuado para la manipulación de objetos de elevado peso.

1.5.1. DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN DE PANELES METÁLICOS UTILIZADOS EN LA CELDA DE SGM-308

1.5.1.1. Dispositivo de Elevación y Traslado del Piso Posterior

El dispositivo de elevación del piso posterior, permite trasladar el panel del piso posterior como se observa en la figura 1.17, desde la matriz de soldadura hasta la línea principal por medio de un polipasto, posee dos puntos de sujeción uno de ellos es móvil el cual nos permite enganchar y desenganchar de manera manualmente la carga, este mecanismo móvil tiene un sistema de seguridad que no permite que se desplace cuando la carga está suspendida. Se mantiene en equilibrio por medio de dos soportes que impiden el deslizamiento del panel a causa de la inclinación.



Figura 1.17 Dispositivo Elevación y Traslado del Piso Posterior

1.5.1.2. Dispositivo de Elevación y Traslado de Piso Delantero

El dispositivo de elevación piso delantero, permite trasladar el panel del piso delantero como se muestra en la figura 1.18, desde la matriz de soldadura hasta la línea principal por medio de un polipasto, posee cuatro puntos de sujeción, dos de ellos son móviles y se encuentran unidos en un sola estructura los cuales permiten enganchar y desenganchar de manera manualmente la carga, este mecanismo móvil tiene un sistema de seguridad que no permite que se desplace cuando la carga está suspendida. Se mantiene en equilibrio por medio de dos soportes que impiden el deslizamiento del panel a causa de la inclinación.



Figura 1.18 Dispositivo Elevación y Traslado del Piso Delantero

1.5.1.3. Dispositivo de Elevación y Traslado del Compartimento de Motor

Se tienen tres dispositivos de elevación iguales, que cubren el traslado desde la matriz de sujeción del compartimento de motor paso uno, dos y luego al paso tres y posteriormente a la línea principal. En cada paso existe un dispositivo que traslada el panel con la ayuda de un polipasto, posee dos ganchos de sujeción, los cuales nos permite enganchar y desenganchar de manera manual la carga. Estos ganchos están sostenidos a la estructura por medio de grilletes como se muestra en la figura 1.19.

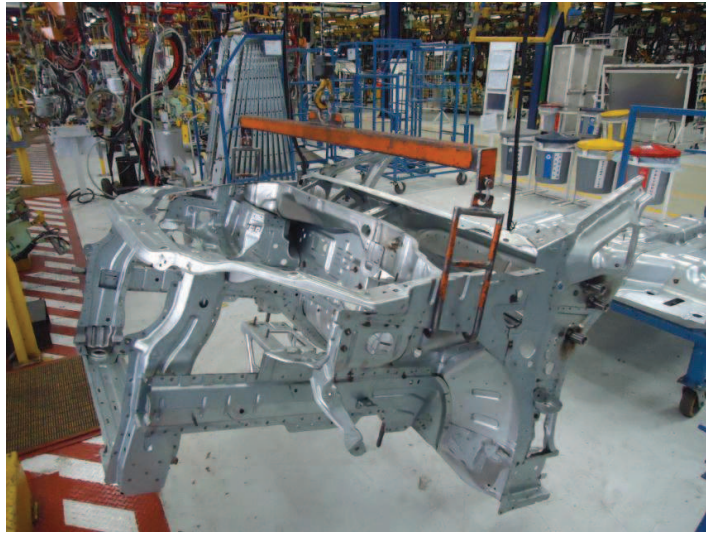


Figura 1.19 Dispositivo Elevación y Traslado del Compartimento de Motor

1.5.1.4. Dispositivo del Lateral Total

Este dispositivo de elevación permite trasladar el panel del lateral total como muestra la figura 1.20, desde la matriz de soldadura hasta la línea principal por medio de un polipasto, es un dispositivo sencillo que posee dos ganchos que permite enganchar y desenganchar de manera manual la carga.



Figura 1.20 Dispositivo Elevación y Traslado del Lateral Total

1.5.1.5. Dispositivo Elevación y Traslado del Lateral Interior

Este dispositivo eleva y traslada el lateral interior desde matriz de sujeción hasta la línea principal por medio de un polipasto, el dispositivo tiene una geometría que se adapta al panel para evitar su deformación. Posee cuatro puntos de sujeción uno de ellos es móvil el cual permite enganchar y desenganchar de manera manual la carga. Este dispositivo se lo puede observar en la figura 1.21.

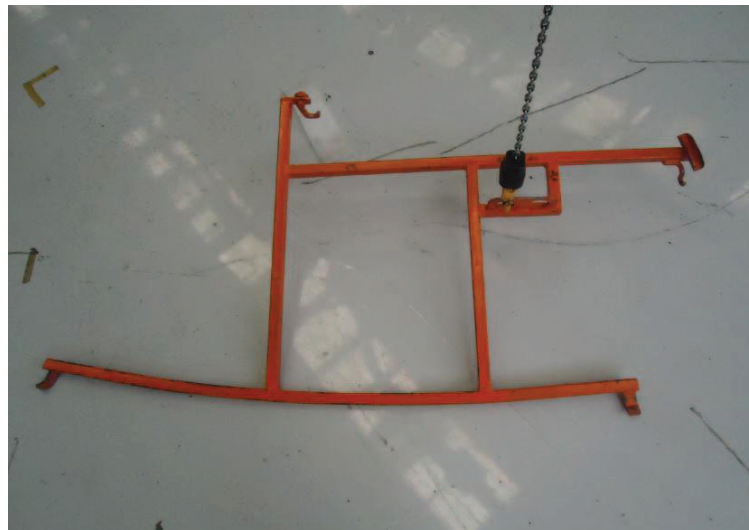


Figura 1.21 Dispositivo Elevación y Traslado del Lateral Interior

1.5.1.6. Dispositivo de Elevación y Traslado de la Carrocería Final

El dispositivo de elevación de la carrocería final permite trasladar la carrocería final como se observa en la figura 1.22, desde la línea principal hasta la zona de

almacenamiento de unidades por medio de un polipasto, posee cuatro patas de sujeción que se abren para poder enganchar y desenganchar la carrocería de manera manual.



Figura 1.22 Dispositivo Elevación y Traslado de la Carrocería Final

1.5.1.7. Dispositivo Elevación y Traslado de Techos

Este dispositivo de elevación se observa en la figura 1.23, permite izar y trasladar los techos del SGM-308, desde la zona de acumulo de techos hasta la línea principal por medio de un polipasto, posee sistema neumático con cuatro ventosas que sostienen el panel.

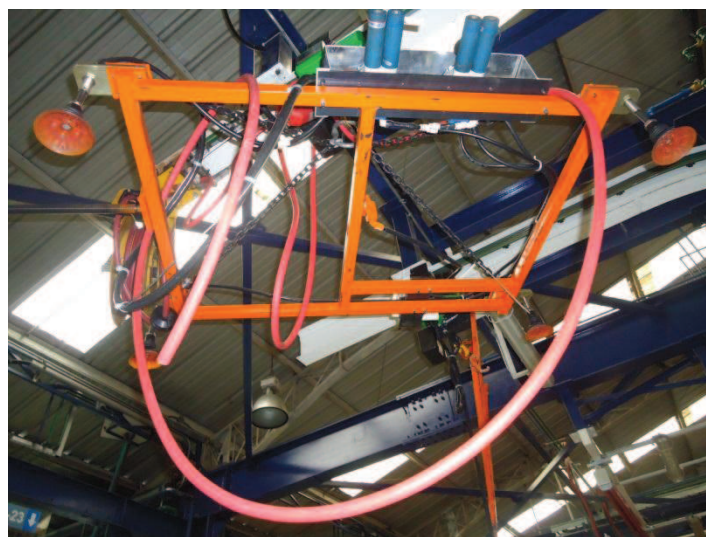


Figura 1.23 Dispositivo Elevación y Traslado de Techos

1.5.1.8. Eslinga de Cadena de Elevación del Piso Posterior

La eslinga de Cadena de elevación permite trasladar el piso posterior como se muestra en la figura 1.24, del paso 1, al paso 2. Está compuesta de dos ramales, unidos por un anillo y sujeta la carga por medio de ganchos en cada extremo de las , estos tres elementos se encuentran unidos por grilletes.



Figura 1.24 Eslinga de Cadena de Elevación del Piso Posterior

1.5.1.9. Eslinga de cadena de Elevación del Lateral Interior

La eslinga de Cadena de elevación permite trasladar el piso posterior del paso, al paso 2. Está compuesta de tres ramales, unidos por un anillo y sujeta la carga por medio de ganchos en cada extremo de las cadenas estos tres elementos se encuentran unidos por eslabones de unión como se muestra en la figura 1.25.



Figura 1.25 Eslinga de Cadena de Elevación del Lateral Interior

1.6. MANIPULACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS DE ELEVACIÓN EN LA CELDA

Los dispositivos y elementos de elevación descritos en este capítulo son manipulados manualmente y cuelgan de los polipastos que se encuentran encima de los trabajadores como se muestra en la figura 1.26.



Figura 1. 26 Trabajo con Los Dispositivos de Elevación

La consecuencia de un fallo en los dispositivos de elevación y traslado puede ocasionar accidentes mortales, por tal motivo en los siguientes capítulos se analizarán por medio de simulación, el comportamiento de los dispositivos a cargas límites de trabajo, también se inspeccionarán las soldaduras y se realizarán pruebas con sobrecarga con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores.

CAPÍTULO II

SIMULACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS

El método de elementos finitos se utiliza actualmente para resolver varios problemas mecánicos, este método nos permite analizar las tensiones, fuerzas, desplazamientos, deformaciones, a los se encuentran sometidos cada uno de los dispositivos de elevación con el objeto de comprobar el correcto diseño.

En este capítulo se describirá algunos conceptos y el procedimiento para poder analizar por medio de mecánica computacional, si el diseño está dentro de los valores límite de esfuerzo y deformación aceptables.

2.1. PROGRAMAS DE DISEÑO 3D

Son programas de diseño asistido por computadora para modelado mecánico que que mediante herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica y por medio de funciones en 3D añaden superficies y sólidos. Los programas permiten modelar piezas y conjuntos, para extraer información necesaria y primordial para el diseño.

2.1.1. SOLIDWORK⁴

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado. El proceso consiste en trasladar la idea mental del diseñador, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones así como planos que se realizan de manera automatizada.

⁴ <http://help.solidworks.com/2012>

2.2. CONCEPTOS BASICOS PARA LA SIMULACIÓN POR MEDIO ELEMENTOS FINITOS

2.2.1. METODO DE ELEMENTOS FINITOS

El método de elementos finitos es una técnica de mecánica computacional utilizada para obtener soluciones mediante métodos de análisis numéricos. Este método numérico se basa en descomponer un sistema en algunas segmentos pequeños o elementos de estudio sencillo en los cuales se resuelven las ecuaciones diferenciales correspondientes a un campo, a este proceso de creación de elementos se lo conoce como mallado. Mediante la técnica de análisis por elementos finitos, puede realizar la simulación de equipos y estructuras, pudiendo visualizar en un mapa de esfuerzos las zonas críticas y evaluar la integridad de la misma.

2.2.2. DEFORMACIONES

Son los cambios en la forma o dimensiones originales del cuerpo o elemento, cuando se le somete a la acción de una fuerza.

2.2.3. DEFORMACIÓN UNITARIA

Deformación unitaria es la proporción de cambio en longitud con respecto a la longitud original, como se observa en la figura 2.1.

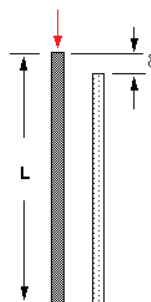


Figura 2. 1 Deformación Unitaria

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad (2.1)$$

La deformación unitaria es una cantidad adimensional donde:

ε = Deformación unitaria.

δ = Deformación total.

L = Longitud inicial

2.2.4. ESFUERZO

Cuando las cargas se aplican a un sólido, éste intenta absorber sus efectos desarrollando fuerzas internas que, en general, varían de un punto a otro. La intensidad de estas fuerzas internas se denomina tensión o esfuerzo. Las unidades de tensión son la fuerza por unidad de área.

2.2.5. ESFUERZOS PRINCIPALES

Los esfuerzos principales son los esfuerzos que corresponden a los planos normales en las direcciones principales. Los esfuerzos principales se designan por σ_1 , σ_2 , σ_3 , teniendo en cuenta que la máxima de ellas es σ_1 y la mínima σ_3 . Normalmente se nombran los esfuerzos principales en orden creciente, es decir : $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$.

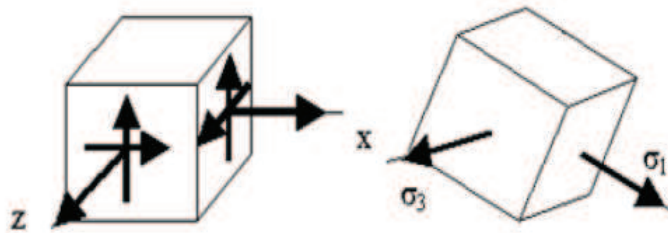


Figura 2.2 Esfuerzos Principales

2.2.6. ESFUERZO DE VON MISES

El criterio de Von Mises, también llamado criterio de máxima energía de distorsión, es un criterio de resistencia estática, aplicado a materiales dúctiles, como el acero. Según el cual, el material no fluirá en el punto analizado siempre que la energía de distorsión por unidad de volumen en el punto no supere la

energía de distorsión por unidad de volumen que se da en el momento de la fluencia en el ensayo de tracción. El criterio de resistencia se escribe matemáticamente como:

$$\sigma_{vonmises} = \sqrt{\frac{1}{2}((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2)} \quad (2.2)$$

Donde:

$\sigma_{vonmises}$ = esfuerzo de Von Mises

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ = esfuerzos principales

S_y = esfuerzo máximo de fluencia

2.2.6.1. Criterio de Von Mises en Solidworks⁵

El Solidworks, proporciona información adecuada para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles.

El criterio de máxima tensión de von Mises se basa en la teoría de von Mises-Hencky, también conocida como teoría de la energía de cortadura o teoría de la energía de distorsión máxima.

La teoría expone que un material dúctil comienza a ceder en una ubicación cuando la tensión de von Mises es igual al límite de tensión. En la mayoría de los casos, el límite elástico se utiliza como el límite de tensión. Sin embargo, el software le permite utilizar el límite de tensión de tracción/ruptura o establecer su propio límite de tensión.

2.2.7. FACTOR DE DISEÑO Y FACTOR DE SEGURIDAD⁶

El factor de diseño y el factor de seguridad son herramientas básicas para los ingenieros, ambas juegan un papel importante en el dimensionamiento y creación de componentes y sistemas mecánicos, la diferencia entre factor de diseño y el factor de seguridad es que el primero es el punto donde se quiere llegar durante

⁵ <http://help.solidworks.com/2012>

⁶ SHYGLE Y MISCHKE, Standard Handbook of Machine Design (2nd Ed), McGraw Hill, p 1.18-1.19

el diseño y el segundo es el factor que se obtiene después de haber terminado el diseño.

$$n_d = \text{factor de diseño} = \frac{\text{límite de fluencia del material}}{\text{esfuerzo del diseño}} \quad (2.3)$$

$$n_s = \text{factor de diseño} = \frac{\text{límite de fluencia del material}}{\text{esfuerzo real}} \quad (2.4)$$

Para los dispositivos de elevación estructurales se considera un factor de diseño mínimo de 3 para todos los elementos estructurales.

2.3. PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS

FINITOS EN EL PROGRAMA SOLIDWORKS

El procedimiento de análisis por elementos finitos en el programa Solidwork es un programa intuitivo y fácil de manejar. Su método de trabajo le permite al diseñador plasmar sus ideas de forma rápida sin necesidad de realizar operaciones complejas y lentas. Con esta metodología podemos llegar a hacer un análisis final de las estructuras a ser estudiadas.

Por medio de la ayuda de su módulo de simulación, se puede acelerar el diseño y su corrección en el programa 3D lo que hace que no se pierda datos ni partes en la exportación e importación de datos, así se puede realizar un análisis más fiable de cada elemento de los dispositivos de elevación.

Los pasos a seguir en el estudio del análisis por medio de elementos finitos, en los dispositivos de elevación son:



Figura 2.3 Pasos para el Análisis FEM

2.3.1. ANÁLISIS FEM

El Análisis de elementos finitos (FEA) brinda una técnica numérica fiable para analizar los diseños de ingeniería. El proceso empieza con la creación de un modelo geométrico. A continuación, el programa subdivide el modelo en pequeñas porciones de formas (elementos) simples conectadas en puntos comunes (nodos). Los programas de análisis de elementos finitos consideran el modelo como una red de elementos discretos interconectados.

El Método de elementos finitos (FEM) predice el comportamiento del modelo mediante la combinación de la información obtenida a partir de todos los elementos que conforman el modelo.

El análisis por elementos finitos es una aplicación completa que permite estudiar el comportamiento mecánico de dispositivos de elevación, de una forma precisa.

El programa solidworks muestra los puntos críticos de la pieza para el estudio de tensión, deformación y deformación unitaria luego de haber aplicado una fuerza.

La base del método de los elementos finitos es la representación de un cuerpo por un ensamble de subdivisiones llamadas *elementos*. Estos elementos se interconectan a través de puntos llamados *nodos*.

Una manera de discretizar un cuerpo o estructura es dividirla en un sistema equivalente de cuerpos pequeños, tal que su ensamble representa el cuerpo original. La solución que se obtiene para cada unidad se combina para obtener la solución total. Por ende, La solución del problema consiste en encontrar los desplazamientos de estos puntos y a partir de ellos, las deformaciones y las tensiones del sistema analizado. Las propiedades de los elementos que unen a los nodos, están dadas por el material asignado al elemento, que definen la rigidez del mismo, y la geometría de la estructura a modelar. Las deformaciones y las fuerzas externas se relacionan entre si mediante la rigidez y las relaciones constitutivas del elemento. Trabajando en régimen elástico, las ecuaciones que definen el sistema pueden expresarse de forma matricial como se muestra a continuación:

$$[K]*\{\delta\}=\{F\} \quad (2.5)$$

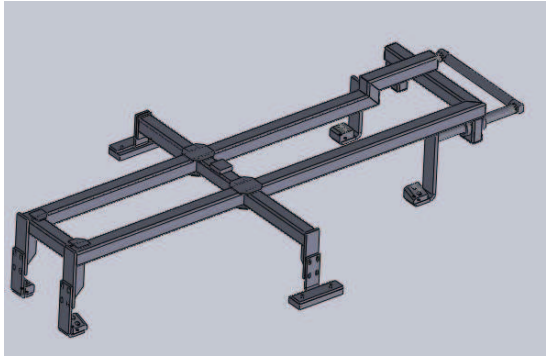
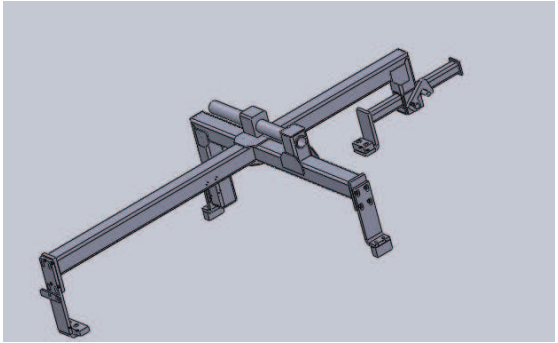
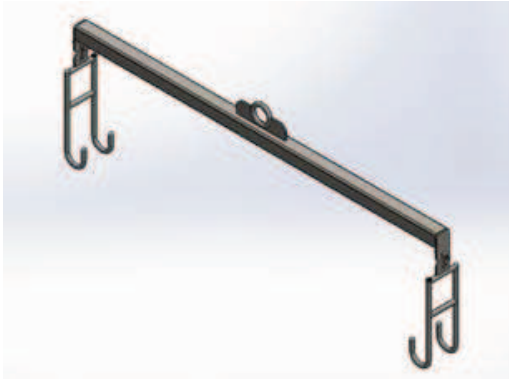
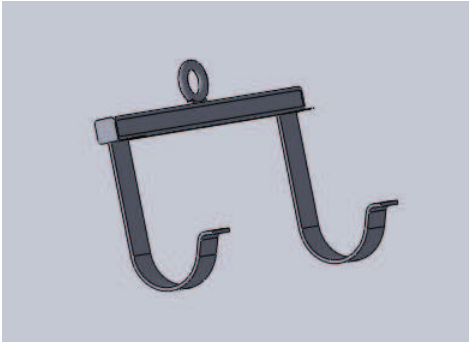

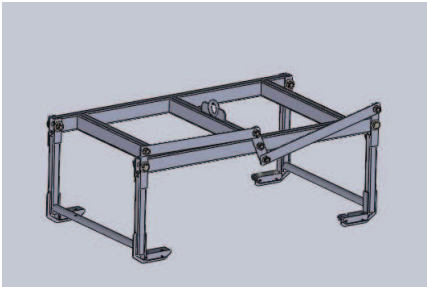
Donde:

- [K]: es la matriz rigidez del sistema
- $\{\delta\}$: es el vector desplazamientos
- $\{F\}$: es el vector de esfuerzos

2.3.2. MODELADO GEOMÉTRICO

Definición de la geometría del objeto de estudio, la cual consiste en la obtención de la estructura con datos reales obteniendo así un dibujo en 3D de los dispositivos de elevación, este modelado se puede observar en la tabla 2.1.

Tabla 2. 1 Modelado de los Dispositivos de Elevación y Traslado

MODELADO DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN Y TRASLADO	
Modelado del Dispositivo de Elevación de Piso Delantero	Modelado del Dispositivo de Elevación del Piso Posterior
	
Modelado del Dispositivo de Elevación del Compartimento de Motor	Modelado del Dispositivo de Elevación del Lateral Total
	
Modelado del Dispositivo de Elevación del Lateral Interior	Modelado del Dispositivo de Elevación de Carrocería Final
	

2.3.3. TIPO DE ESTUDIO

Esto permite establecer los criterios con los que se quiere que trabaje la simulación.

2.3.3.1. Estudio Estático

Denominados también estudios de tensión. Los estudios estáticos calculan desplazamientos, fuerzas de reacción, deformaciones unitarias, tensiones y la distribución del factor de seguridad. El material falla en ubicaciones donde las tensiones exceden cierto nivel. Los cálculos del factor de seguridad se basan en uno de cuatro criterios de fallos, entre ellos, von Mises.

2.3.3.2. Estudios Dinámicos

Los estudios dinámicos calculan la respuesta de un modelo, originada por cargas cíclicas que se aplican de forma repentina.

Los estudios dinámicos lineales se basan en los estudios de frecuencia. Este software calcula la respuesta del modelo mediante la acumulación de la contribución de cada nodo al entorno de carga. En la mayoría de los casos, sólo los nodos más bajos contribuyen significativamente a la respuesta. La contribución de un nodo depende del contenido, magnitud, dirección, duración y ubicación de la frecuencia de la carga.

2.3.3.3. Consideraciones del Estudio Estático

Los dispositivos de elevación se van a someter a unas cargas estáticas y a unas sujeciones que van a impedir su libre movimiento. Cuando se aplican cargas a los dispositivos, éste se deforma y el efecto de las cargas se transmite a través del mismo. Las cargas externas inducen fuerzas internas y reacciones para llevar al el sólido a un estado de equilibrio. El análisis estático calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas aplicadas. El análisis estático lineal realiza las siguientes suposiciones:

1. Suposición estática. Todas las cargas se aplican lenta y gradualmente hasta que alcanzan sus magnitudes completas. A continuación, las cargas permanecen constantes (sin variación en el tiempo). Esta suposición permite

ignorar las fuerzas inerciales y de amortiguación debido a pequeñas aceleraciones y velocidades poco significativas. Las cargas que varían con el tiempo y que inducen fuerzas inerciales y/o de amortiguación significativas pueden garantizar el análisis dinámico. Las cargas dinámicas cambian con el tiempo y en muchos casos inducen fuerzas inerciales y de amortiguación considerables que no pueden ser despreciadas.

2. Suposición de linealidad. La relación entre cargas y respuestas inducidas es lineal. Si se duplican las cargas, la respuesta del modelo (desplazamientos, deformaciones unitarias y tensiones) también se duplica. Puede realizar la suposición de linealidad si:

- Todos los materiales del modelo cumplen con la Ley de Hook, esto es, la tensión es directamente proporcional a la deformación unitaria.
- Los desplazamientos inducidos son lo suficientemente pequeños como para ignorar el cambio en la rigidez causado por la carga.
- Las condiciones de contorno no varían durante la aplicación de las cargas. Las cargas deben ser constantes en cuanto a magnitud, dirección y distribución. No deben cambiar mientras se deforma el modelo.

2.3.3.4. Pasos en el SolidWorks Crear el Estudio de Trabajo.

1. Haga clic en Nuevo estudio (Administrador de comandos de Simulación).

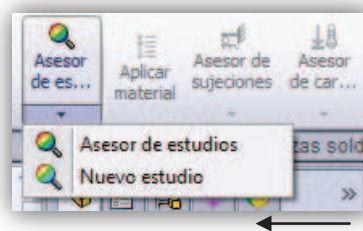


Figura 2.4 Pasos 1 para el Estudio de Trabajo

2. En el Nombre, se describe el nombre del dispositivo a realizar el estudio.

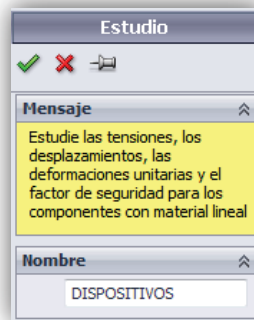


Figura 2.5 Pasos 2 para el Estudio de Trabajo

3. En el Tipo de análisis, seleccione una de las siguientes opciones:

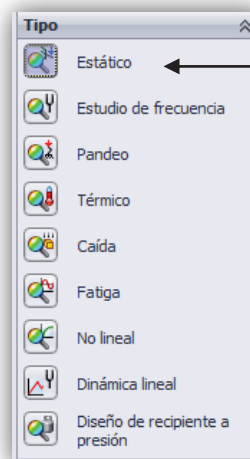


Figura 2.6 Pasos 3 para el Estudio de Trabajo

4. Haga clic en .

Luego de haber realizado el estudio nuevo se procede con la asignación de material a los elementos de los dispositivos de elevación.

2.3.4. ASIGNACIÓN DEL MATERIAL

Antes de colocar las cargas y restricciones, se debe definir todas las propiedades de materiales necesarias para el tipo de análisis correspondiente. Por ejemplo, el módulo de elasticidad se requiere para estudios estáticos y de pandeo. Puede definir propiedades de materiales cuando lo desee antes de ejecutar el análisis.

Todas las propiedades de materiales se definen mediante el cuadro de diálogo Material.

Para el material base de los dispositivos de izaje se utiliza el acero ASTM A36. El acero A36 es un material muy dúctil, con bajo contenido de carbono y laminado en caliente, disponible en láminas placas, barras y perfiles estructurales. Se puede observar sus propiedades en el ANEXO 1.

El origen de las propiedades de materiales de solidWorks es Metals Handbook Desk, ASM International.

2.3.4.1. Pasos en el SolidWorks la Asignación de Material

Para asignar el material en Solidwork se tienen los siguientes pasos:

1. Se hace click derecho en el nombre de la pieza, en la parte superior del historial de operaciones.

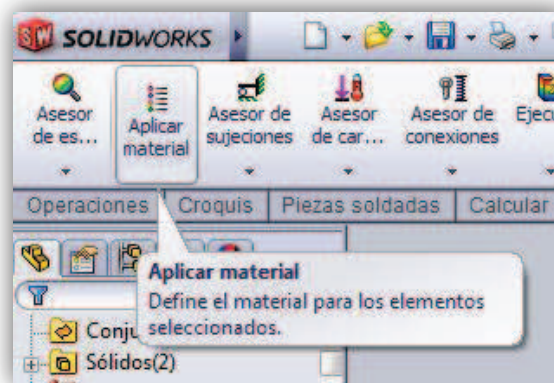


Figura 2.7 Paso 1, Selección del Material

4. Se hace click en ASTM A36 Acero y aparecerán todas las propiedades del material, luego se hace click en "Aplicar", como se muestra en la figura 2.8.

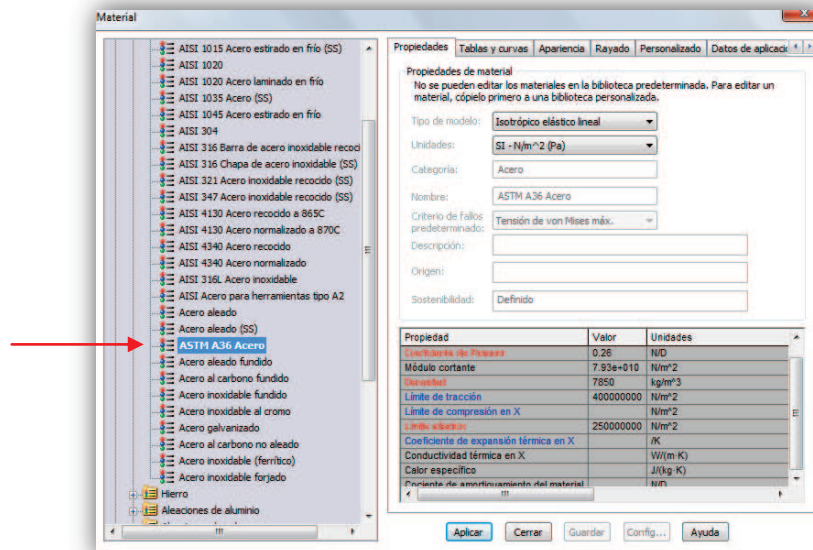


Figura 2. 8 Paso 2, Selección del Material

En el cuadro de diálogo Material, se resaltan las propiedades para indicar las que son obligatorias y las que son opcionales. Una descripción roja indica que la propiedad es obligatoria en función del tipo de estudio activo y del modelo del material. Una descripción azul indica una propiedad opcional.

Una vez realizados los pasos anteriores, ya se tiene el material de la pieza definido completamente.

2.3.5. APLICACIÓN DE CARGAS Y RESTRICCIONES

Las cargas y restricciones son necesarias para definir el entorno de servicio de los dispositivos de elevación. Los resultados del análisis dependen directamente de las cargas y restricciones especificadas. Las cargas y restricciones se aplican a entidades geométricas como operaciones que se asocian completamente a la geometría y se ajustan automáticamente a cambios geométricos.

Cuando se tiene completamente definido los lugares de las fuerzas, producidas por las cargas en los dispositivos de elevación, a continuación se debe establecer las restricciones del movimiento y sus respectivas cargas.

2.3.5.1. Pasos en el SolidWorks para la Aplicación de Cargas y Restricciones

Para aplicar las diferentes cargas y restricciones se establecieron los siguientes pasos:

1. Se hace click en el asesor de cargas y sujeciones

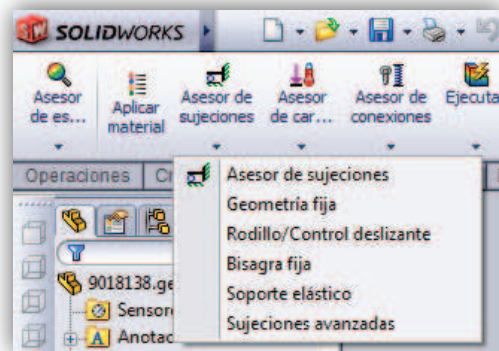


Figura 2. 9 Asesor de Cargas y Sujeciones

2. Se establece la sujeciones que describe como se soporta los dispositivos de elevación.

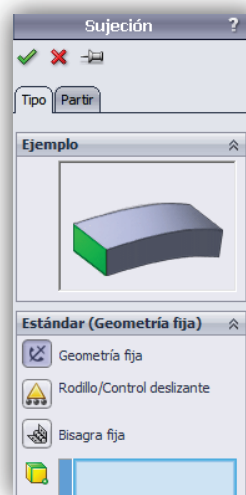


Figura 2. 10 Tipo de Sujeción

3. Luego de haber iniciado el estudio en Cosmoswork, se hace click derecho, en cargas y restricciones.



Figura 2. 11 Selección de Cargas y Restricciones

4. Luego se selecciona las caras o aristas que se quiere cargar y se ubica las cargas respectivamente.

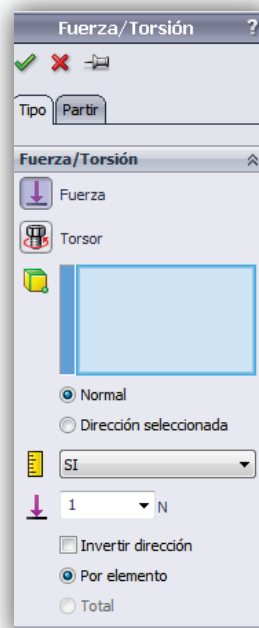


Figura 2. 12 Selección de Cargas

2.3.5.1.1. *Restricción y Cargas del Dispositivo de Elevación de Piso Delantero*

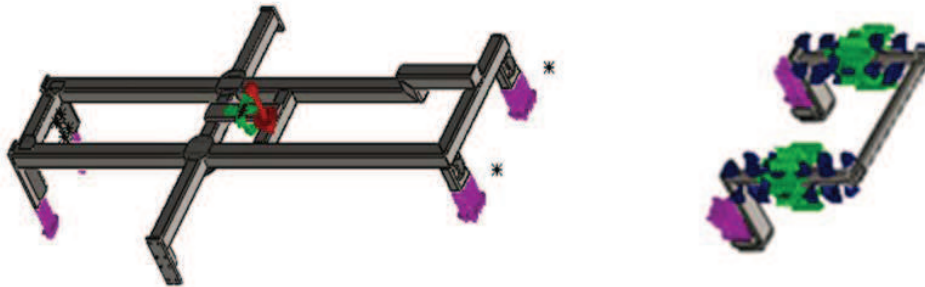


Figura 2. 13 Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Piso Delantero

2.3.5.1.2. *Restricción y Cargas del Dispositivo de Elevación de Piso Posterior*

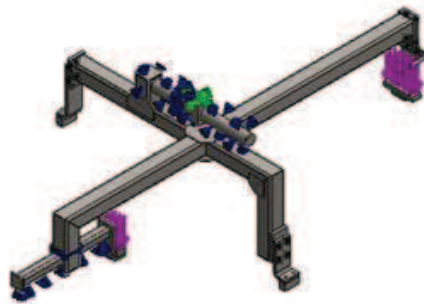


Figura 2. 14 Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Piso Posterior

2.3.5.1.3. *Restricción y Cargas del Dispositivo de Elevación de Compartimento de Motor*

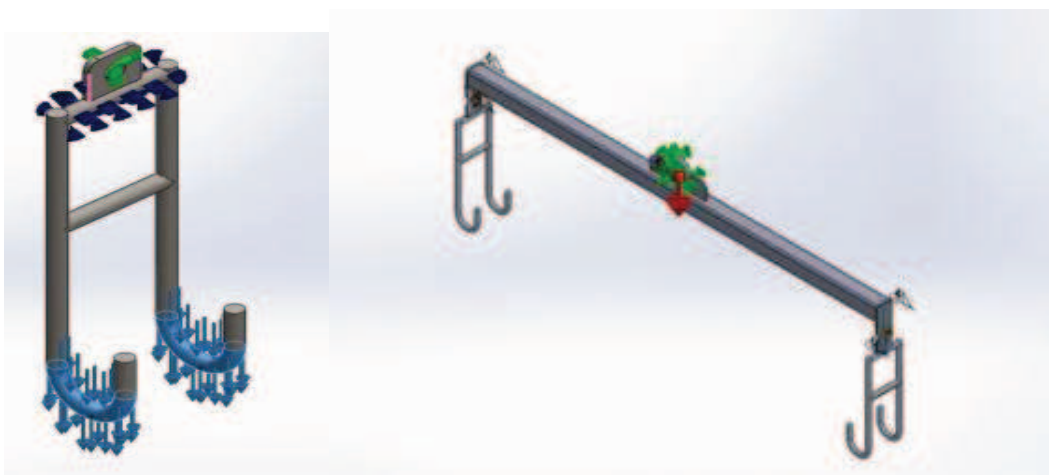


Figura 2. 15 Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Compartimento de Motor

2.3.5.1.4. *Restricción y Cargas del Dispositivo de Elevación de Lateral Interior*

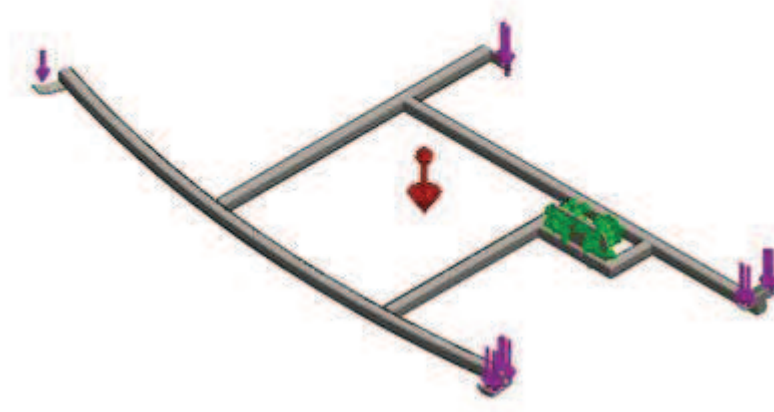


Figura 2. 16 Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Lateral Interior

2.3.5.1.5. *Restricción y Cargas del Dispositivo de Elevación de Lateral Total*

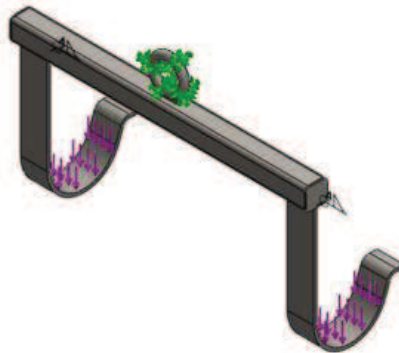


Figura 2. 17 Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Lateral Total

2.3.5.1.6. Restricción y Cargas del Dispositivo de Elevación de Carrocería Final

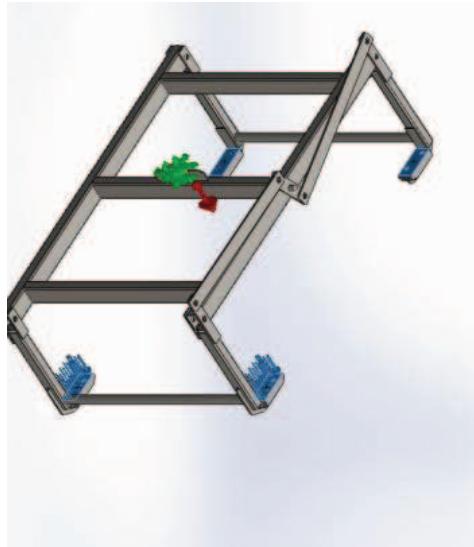


Figura 2. 18 Cargas y Restricciones en el Dispositivo de Elevación del Carrocería Final

2.3.5.2. Conexiones

1. Realiza estudio de la funcionalidad de los dispositivos
2. Determina el tipo de contacto y las restricciones relativa entre ellos.
3. Selecciona el tipo de contacto apropiado.

2.3.5.3. Carga de Simulación

Para las cargas de simulación se establece con las siguientes ecuaciones

$$Carga\ nominal = (Peso\ del\ panel + Peso\ del\ dispositivo) \quad (2.1)$$

$$Carga\ simulación = Carga\ nominal * Factor\ de\ seguridad \quad (2.2)$$

La norma Asme B30.20 establece que todos los dispositivos de elevación deben tener un factor de seguridad de tres, por lo tanto tenemos:

$$Carga\ simulación = Carga\ nominal * 3 \quad (2.3)$$

En la figura 2.19 podemos observar cómo obtener el peso nominal del dispositivo, dichas cargas se deben distribuir en los dispositivos según la sección anterior.



Figura 2. 19 Cargas Nominales de los Dispositivos de Elevación

En la tabla 2.2 se pueden observar las cargas de simulación para distintos dispositivos de elevación.

Tabla 2. 2 Cargas de Simulación

CARGA DE SIMULACIÓN		
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN	CARGA DE SIMULACIÓN	UNIDAD
Dispositivo de piso delantero	102	Kg
Dispositivo de piso posterior	99	Kg
Dispositivo de compartimento de motor	192	Kg
Dispositivo lateral total	132	Kg
Dispositivo de lateral interior	45	Kg
Dispositivo de carrocería final	702	Kg

2.3.6. MALLADO

El mallado es un paso crucial en el análisis de diseño. El mallador automático en el software genera una malla basándose en un tamaño de elemento global, una tolerancia y especificaciones de control de malla. El control de malla le permite especificar diferentes tamaños de elementos de componentes, caras, aristas y vértices.

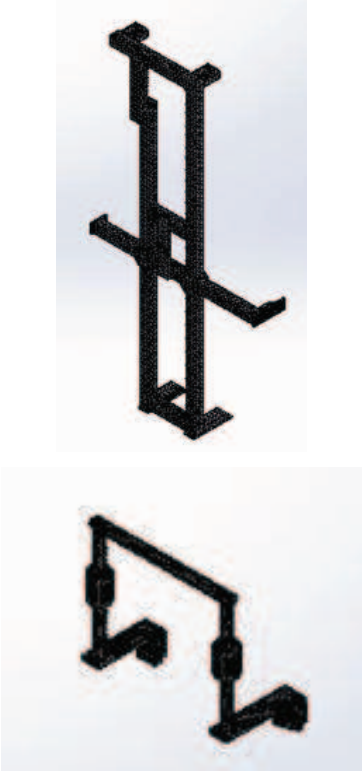

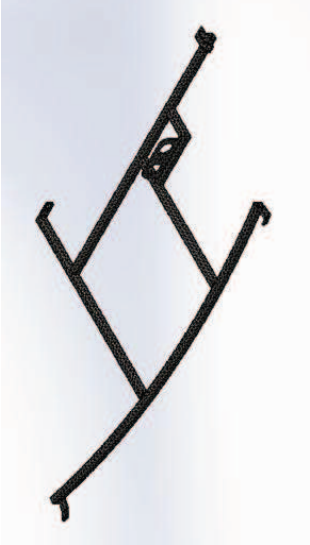
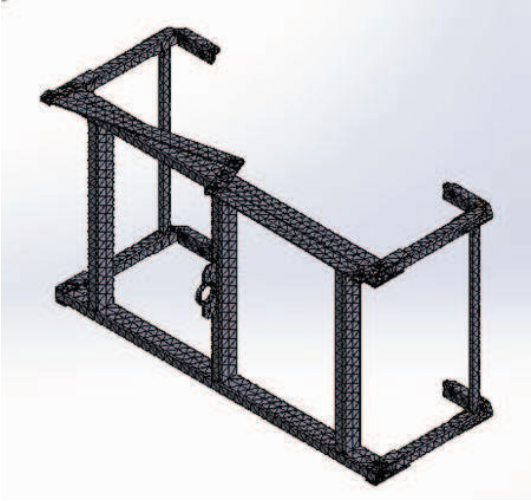
El software estima un tamaño de elemento global para el modelo tomando en cuenta su volumen, área de superficie y otros detalles geométricos. El tamaño de la malla generada (número de nodos y elementos) depende de la geometría y las cotas del modelo, el tamaño del elemento, la tolerancia de la malla, el control de malla y las especificaciones de contacto. En las primeras etapas del análisis de diseño donde los resultados aproximados pueden resultar suficientes, puede especificar un tamaño de elemento mayor para una solución más rápida.

El mallado genera elementos sólidos tetraédricos en 3D, elementos de vaciado triangulares en 2D y elementos de viga en 1D. Una malla está compuesta por un tipo de elementos a no ser que se especifique el tipo de malla mixta. Los elementos sólidos son apropiados para modelos de gran tamaño. Los elementos de vaciado resultan adecuados para modelar piezas delgadas (chapas metálicas) y las vigas y cabezas de armadura son apropiados para modelar miembros estructurales.

En la tabla 2.3 se puede observar el mallado de los dispositivos de elevación y traslado a ser simulados por el programa solidworks.

Tabla 2. 3 Mallado de los Dispositivos de Elevación y Traslado

MALLADO DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN Y TRASLADO	
Mallado del Dispositivo de Elevación de Piso Posterior	Mallado del Dispositivo de Elevación del Lateral Total
	

Mallado del Dispositivo de Elevación del Compartimento de Motor	Mallado del Dispositivo de Elevación del Lateral Total
	
Mallado del Dispositivo de Elevación del Lateral Interior	Mallado del Dispositivo de Elevación de Carrocería Final
	

2.3.6.1. Pasos para el Mallado del Modelo

1. En el gestor de Simulation, se hace clic con el botón derecho del ratón en Malla y seleccione Crear malla, como se muestra en la figura 2.20.

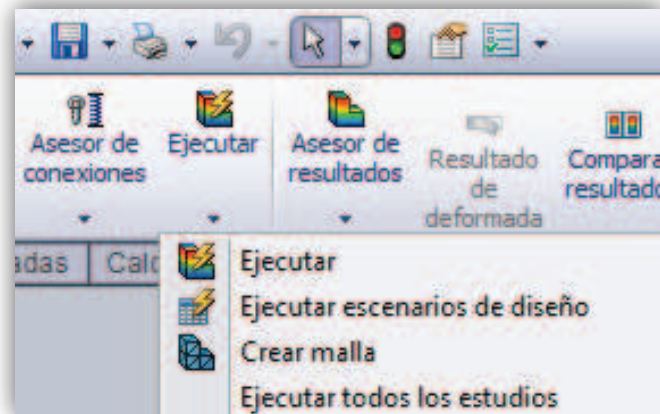


Figura 2. 20 Paso 1 Para Crear Malla

2. En Densidad de malla, mueva el control deslizante para ajustar la densidad de malla como se muestra en la figura 2.21, o haga clic en Restablecer para restablecer el tamaño predeterminado del elemento. Tomar en cuenta que para mayor grado de exactitud se requiere una malla más fina, pero los recursos requeridos tiene que ser mejores y por ende el tiempo es mayor.



Figura 2. 21 Paso 2 para el Mallado

3. En Parámetros de mallado, seleccione Malla estándar o Malla basada en curvatura, esto se puede observar en la figura 2.22.

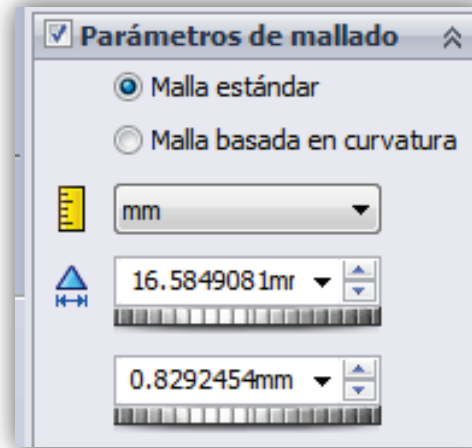



Figura 2. 22 Paso 3 para el Mallado

4. Modifique los parámetros de mallado según sea necesario.
5. Haga clic en .

2.3.7. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

Al ejecutar un estudio, el software calcula los resultados sobre la base de la entrada especificada de materiales, restricciones, cargas y malla.

Es importante verificar la entrada de datos antes de ejecutar un estudio:

- Verifique que haya especificado las propiedades de estudio adecuadas.
- Verifique que haya asignado el material adecuado para cada componente.
- Verifique que haya especificado las cargas y restricciones adecuadas.
- Verifique la malla y asegúrese de que corresponda a las opciones de malla deseadas.

2.3.7.1. Pasos para el Ejecución del Estudio

Para ejecutar el estudios, haga clic en Ejecutar, como se muestra en la figura 2.23.

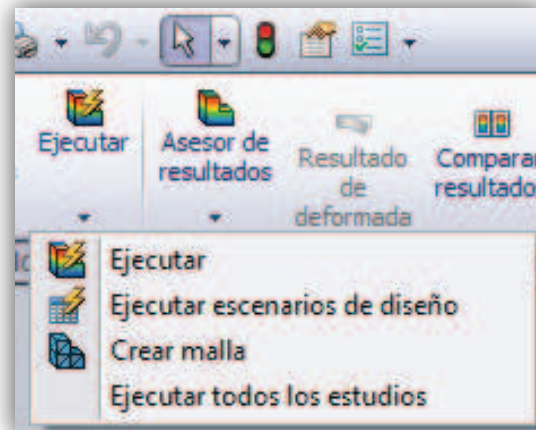


Figura 2. 23 Ejecución del Programa

2.3.8. ANÁLISIS DE ESTUDIO

Cada uno de los resultados obtenidos en el análisis del estudio proporciona información sobre el efecto de la carga en los dispositivos. Razón por la cual la etapa de interpretación y análisis de los resultados obtenidos de la simulación constituye la fase en la cual se debe basar en los criterios ingenieriles. La mayor parte de los programas proporcionan los resultados mediante colores, lo que permite visualizar y entender el mejor comportamiento de los diseños.

Los resultados de los casos que aparecen en rojo son los de mayor interés, debido a que representan los valores máximos y en azul se representa los valores mínimos. Mientras que para el caso del coeficiente de seguridad el rojo indica el valor mínimo y el azul el valor máximo, como se muestra en la figura 2.24.

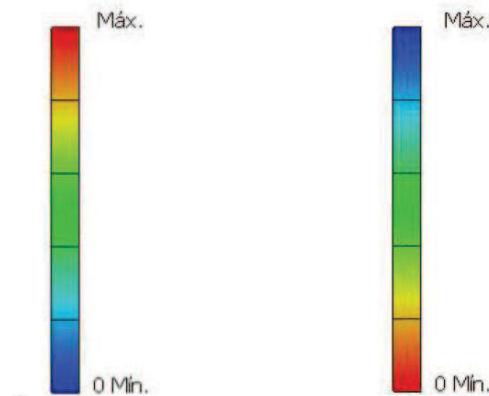


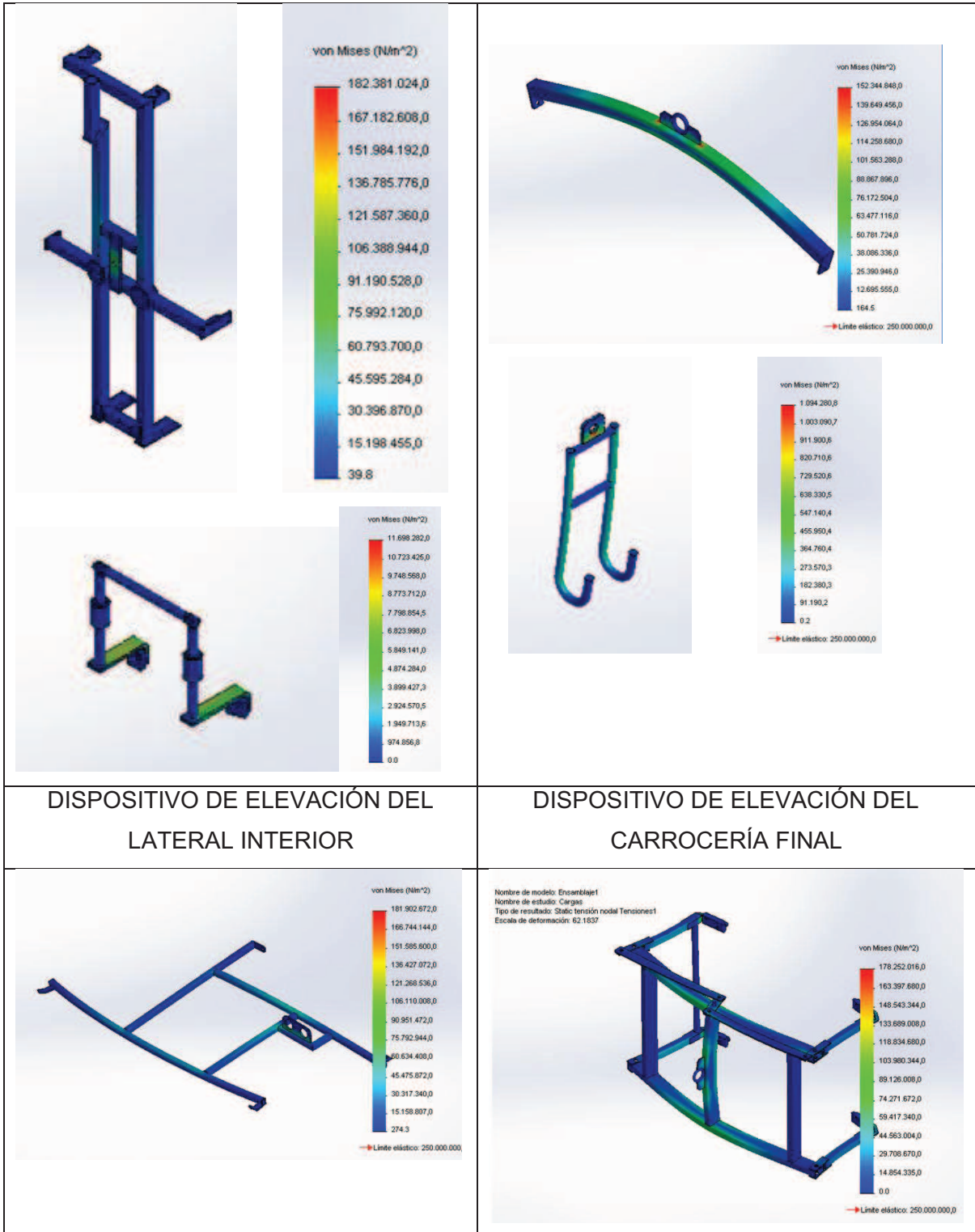
Figura 2. 24 Barra de Apreciación de Resultados

Se inicia con el esfuerzo. Automáticamente se genera un trazado que se podrá visualizar haciendo doble clic sobre él. Observar que aparece un mapa con una distribución de tensiones. El rango de valores generado automáticamente va desde la tensión máxima que aparece en cada dispositivo de elevación, hasta la tensión mínima.

En la tabla 2.4 se puede observar el análisis de tenciones obtenidas en la simulación del programa solidworks.

Tabla 2. 4 Análisis de Tensiones

DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL PISO POSTERIOR	DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL LATERAL TOTAL
	<p>Nombre de modelo: Ensamblaje1 Nombre de estudio: Estudio 1 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1 Escala de deformación: S1 5274</p>
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL PISO DELANTERO	DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL COMPARTIMENTO DE MOTOR

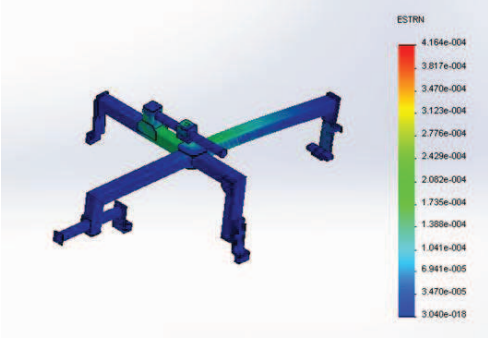
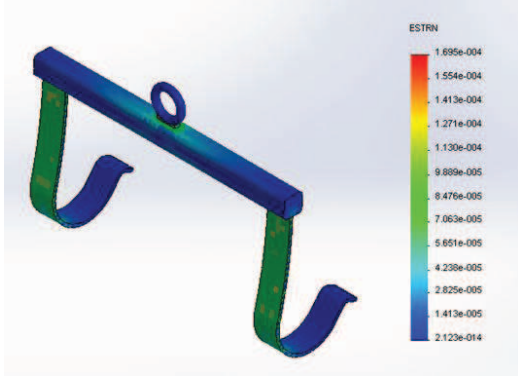
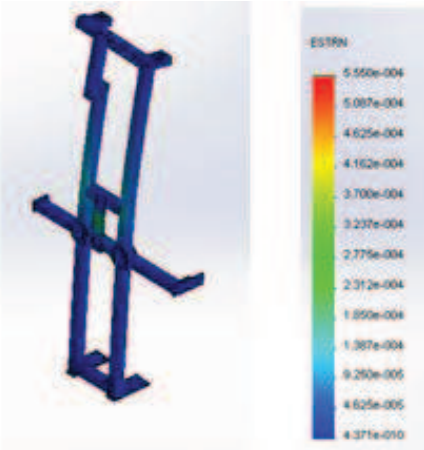
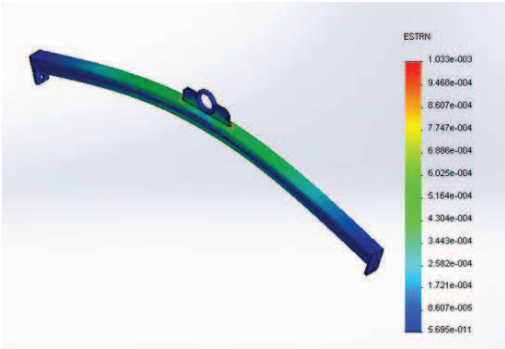


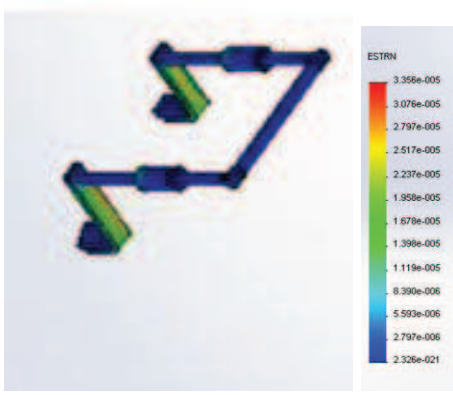
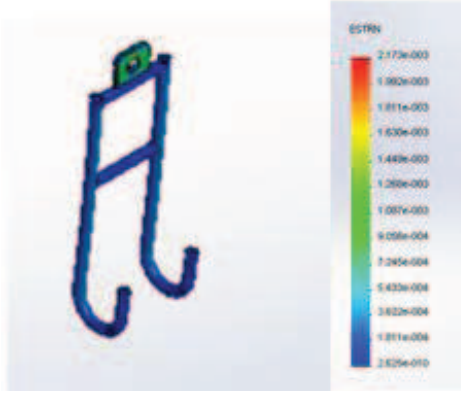

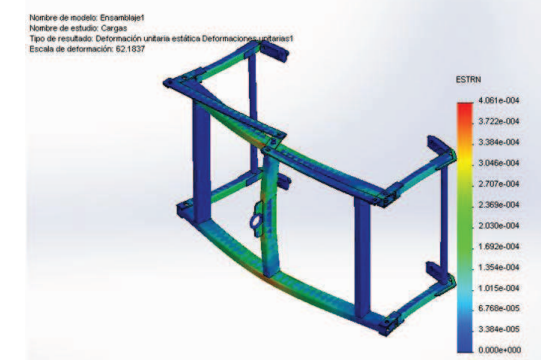
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL LATERAL INTERIOR

DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL CARROCERÍA FINAL

La deformación unitaria equivalente (ESTRN) se obtiene en función de las deformaciones unitarias normales en las direcciones principales, como se puede ver en la tabla 2.5.

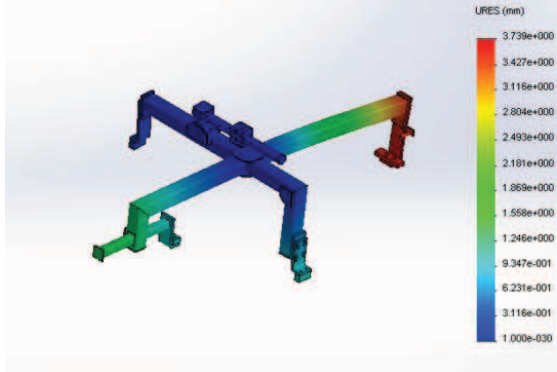
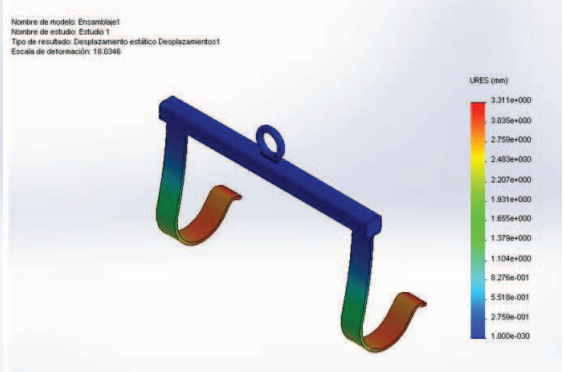
Tabla 2. 5 Análisis de Deformaciones

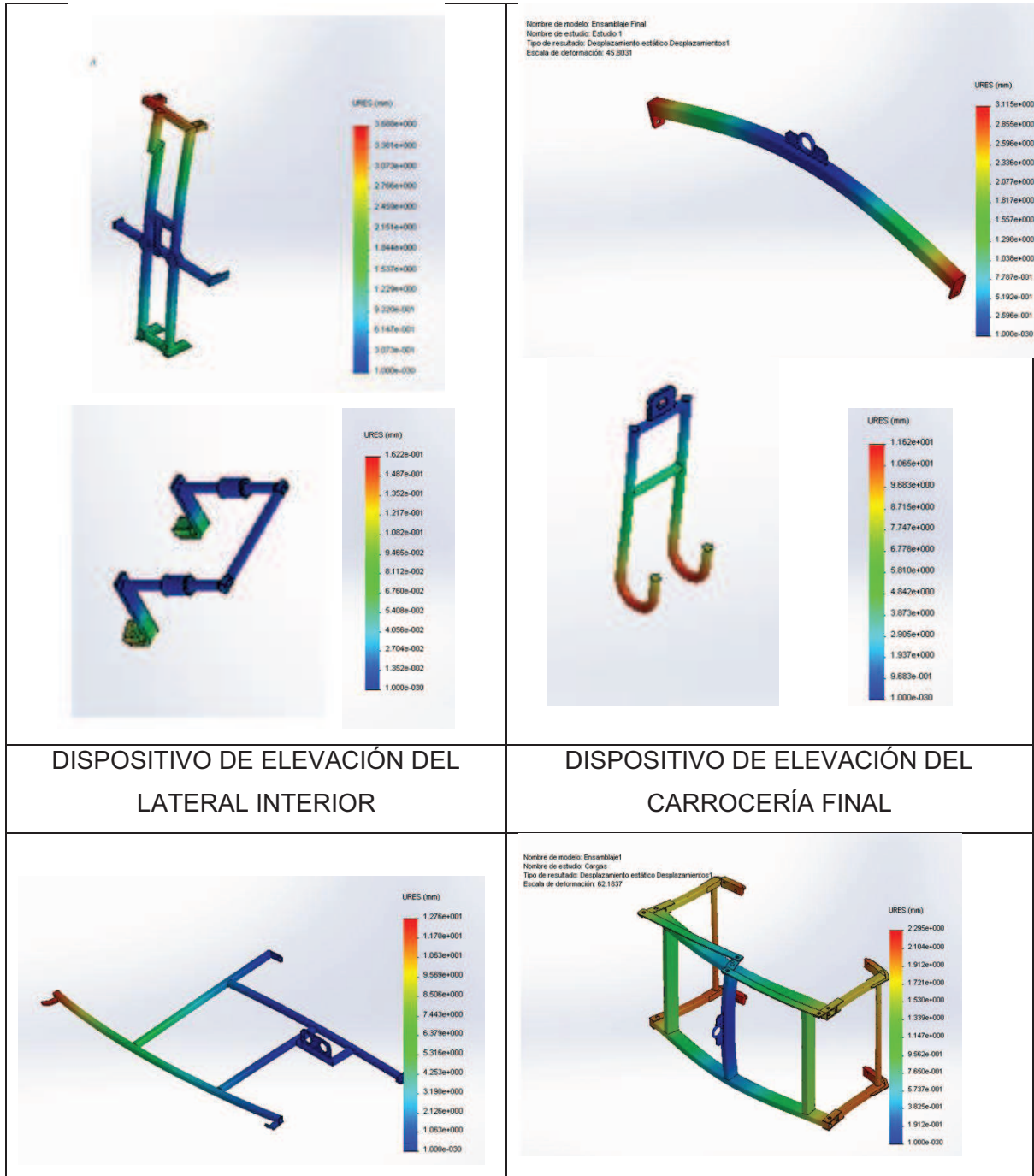
ANÁLISIS DE DEFORMACION UNITARIA ESTÁTICA	
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DE PISO POSTERIOR	DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL LATERAL TOTAL
	
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DE PISO DELANTERO	DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL COMPARTIMENTO DE MOTOR
	

	
<p>DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DE LA CARROCERÍA FINAL</p>	<p>DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DE LA CARROCERÍA FINAL</p>
	

El análisis de desplazamientos se puede observar en la tabla 2.6.

Tabla 2. 6 Análisis de Desplazamientos

<p>DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL PISO POSTERIOR</p>	<p>DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL LATERAL TOTAL</p>
	
<p>DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL PISO DELANTERO</p>	<p>DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL COMPARTIMENTO DE MOTOR</p>



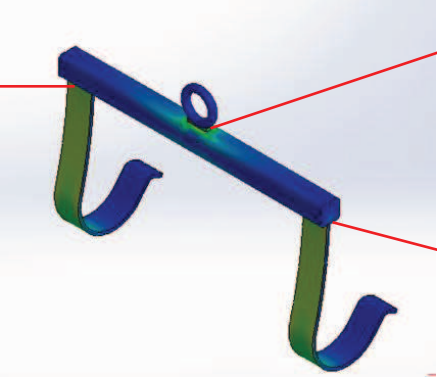
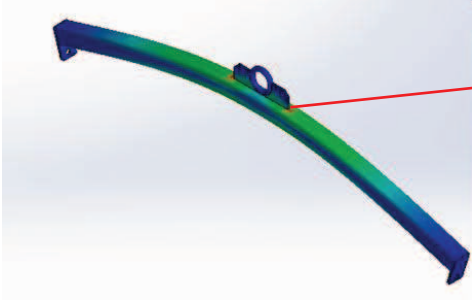

2.3.8.1. Ventaja del Análisis del Estudio

1. Determinar si la pieza o el ensamble es lo suficientemente fuerte para resistir las cargas previstas sin deformarse, ni romperse.
2. Permitir comprender el comportamiento que tiene un diseño en determinadas condiciones.

3. Obtener una comprensión del diseño en una fase inicial cuando el costo del rediseño es menor.
4. Determinar si la pieza se puede rediseñar de manera rentable y seguir funcionando satisfactoriamente cuando se somete a su función.

2.3.8.2. Zonas Críticas de los Dispositivos de Elevación

Tabla 2.7 Zonas Críticas

DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL LATERAL TOTAL	
	<p>ZONA CRÍTICA 1</p> <p>ZONA CRÍTICA 2</p>
<p>Las zonas críticas 1, 2, 3 son uniones soldadas, y se debe dar mayor interés al momento de realizar los ensayos no destructivos.</p>	
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL COMPARTIMENTO DE MOTOR	
	<p>ZONA CRÍTICA 1</p>
	<p>ZONA CRÍTICA 2</p>

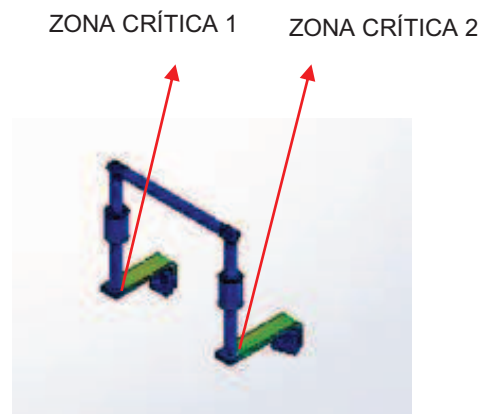
La zonas críticas de la barra se encuentra en la sujeción con el anillo, en cambio la zona crítica de los ganchos se encuentra en la sujeción con el gancho, estas dos zonas se deben inspeccionar con mayor sencibilidad.

DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN DEL PISO POSTERIOR



No se encuentran zonas criticas ya que el diseño se encuentra reforzado en sus uniones, aumentando su resistencia.

DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL PISO DELANTERO

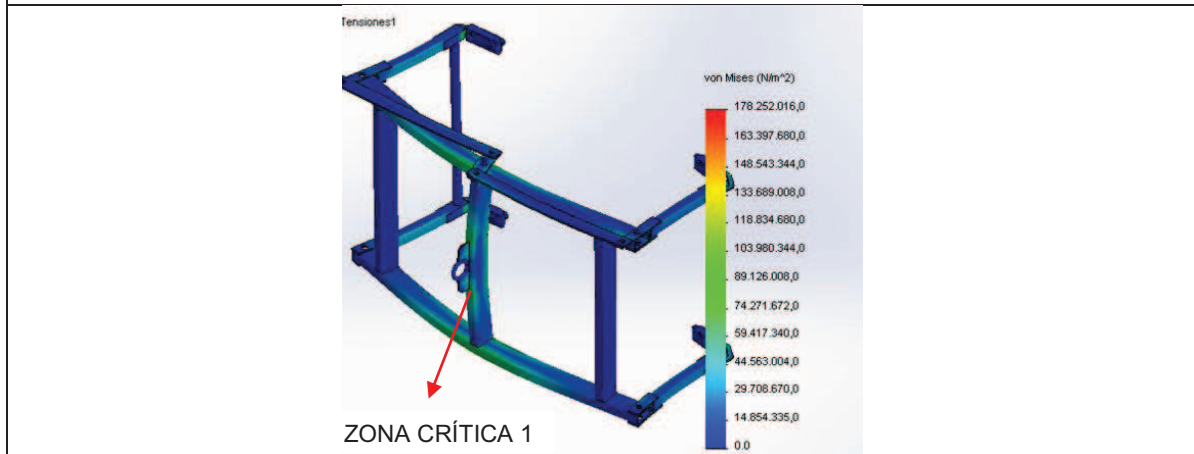


DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL LATERAL INTERIOR



No se detectan zonas criticas por el motivo de que la carga de simulación es baja, pero tiene que darse un mayor interes en las uniones de la placa que se sujeta con el gancho

DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DE LA CARROCERÍA FINAL



Las zona critica 1, es una unión por medio de soldadura, la cual se debe realizar la respectiva inspección por medio de ensayos no destructivo.

CAPÍTULO III

NORMAS APLICABLES A LA CERTIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN

Las normas aplicables a la certificación de los dispositivos de elevación aseguran un criterio uniforme y generalmente aceptado para diseñar, fabricar, inspeccionar, probar y dar mantenimiento a una amplia selección de herramientas y sistemas mecánicos. Las normas no solo proporcionan pautas técnicas comunes y universales que resultan esenciales, sino que reflejan el acuerdo general de las partes interesadas respecto de procesos de ingeniería más efectivos para diseñar y probar equipos mecánicos. De esta manera los productos diseñados y probados son confiables y seguros.

En siguiente capítulo tiene como finalidad proponer normas aplicables para la certificación de los dispositivos y elementos de elevación, con el motivo de garantizar la seguridad de los trabajadores en el proceso de producción de carrocerías del vehículo SGM-308.

3.1. GENERALIDADES⁷

3.1.1. NORMA

Es un documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece, para usos comunes, reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados, procurando obtener un nivel óptimo en un determinado contexto.

⁷ Wilian Acosta, Edwin Salazar; "OPTIMIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA TUBERÍAS DE PERFORACIÓN (DRILL PIPE), TUBERÍA DE PRODUCCIÓN (TUBING) Y TUBERÍA DE REVESTIMIENTO (CASING) DE POZOS PETROLEROS UTILIZANDO ENSAYOS NO DESTRUCTIVO"; Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico; ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL; Ecuador; 2007.

3.1.2. CÓDIGOS

Código es un cuerpo de leyes dispuestas según un plan riguroso y sistemático.

3.1.3. ESPECIFICACIONES

La especificación, es una descripción detallada o listado de atributos requeridos en algún ítem u operación, evitando errores de identificación al crear un lenguaje claro y preciso.

3.1.4. ESTÁNDARES

Un estándar es tratado como un documento separado, sin embargo, el término estándar, aplica también a numerosos tipos de documentos, incluyendo códigos y especificaciones. Algunos estándares, son considerados mandatorios, esto significa que la información, es de requerimiento absoluto. Existe también, numerosos estándares, que proveen importante información pero no son considerados mandatorios.

3.2. NORMAS TÉCNICAS, APLICABLES PARA LA CERTIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN

3.2.1. CODIGOS ASME

El objetivo de las reglas del código ASME es suministrar una real y razonable protección a la vida y la propiedad, además de proporcionar un margen de deterioro de los equipos en servicio que conduzcan a un periodo de utilización razonablemente largo y seguro. En la formulación de estas reglas y en el establecimiento de las presiones máximas admisibles de diseño se consideran los materiales, los métodos de fabricación y construcción, el tipo de inspección y los accesorios de seguridad. El código contiene requisitos obligatorios, prohibiciones específicas y guías no obligatorias para algunas actividades de construcción (diseño, materiales, fabricación, ensayos, inspección, pruebas, certificación). El código nos da indicaciones sobre todos los aspectos de estas actividades.

El código ASME no es un manual y no puede remplazar la educación, la experiencia y el uso del criterio de la buena ingeniería. Este criterio de la buena

ingeniería se refiere al criterio técnico hecho por diseñadores con suficiente conocimiento y experiencia en la aplicación del código. El criterio de la buena ingeniería debe ser consistente con la filosofía del código y nunca deberá ser usado para invalidar o desatender un requisito obligatorio o una prohibición específica del código. Hay situaciones mandatorias que obligatoriamente se deben utilizar.

3.2.1.1. Norma Asme B30⁸

La Norma ASME B30, contiene disposiciones que se aplican a la construcción, instalación, operación, inspección, pruebas, mantenimiento y uso de grúas y otros dispositivos de elevación, así como la manipulación de materiales relacionados con dichos equipos. Para la conveniencia del lector, la norma se ha dividido en volúmenes separados. Cada volumen ha sido escrito bajo la dirección del comité de la Normas ASME B30 y se ha completado con éxito en un proceso de aprobación en el marco general de la American National Standards Institute (ANSI).

3.2.2. NORMA AWS

AWS ha desarrollado estándares, códigos, prácticas recomendadas, y guías relacionadas con la construcción de elementos soldados, materiales de aporte para soldadura y procedimientos de soldadura. Para establecer la calidad de un producto, estos documentos son consultados. Para cada situación existirá un documento aplicable, con el cual el producto fabricado debe tener conformidad.

Además regula el diseño, fabricación, inspección, calificación de procedimientos y personal para la construcción de estructuras soldadas en acero.

3.2.2.1. COMPOSICIÓN DEL CÓDIGO AWS

A continuación se muestra la composición del código AWS.

AWS D1.1 Código de Soldadura para Estructuras en Acero (Structural Welding Code-Steel)

⁸ ASME B30.9; "SLINGS"; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2003

AWS D1.2 Código de Soldadura para Estructuras en Aluminio (Structural Welding Code-Aluminium)

AWS D1.3 Código de Soldadura para Estructuras en Láminas de Acero (Structural Welding Code-Sheet Steel)

AWS D1.4 Código de Soldadura para Estructuras Reforzadas de Acero (Structural Welding Code-Reinforcing Steel)

AWS D1.5 Código de Soldadura para Puentes (Bridge Welding Code)

AWS D1.6 Código de Soldadura para Estructuras en Acero Inoxidable (Structural Welding Code–Stainless Steel)

AWS D1.8 Código de Soldadura para Estructuras Suplemento Sísmico (Structural Welding Code-Seismic Supplement)

3.3. ASME B30.20, “DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN DE BAJO

DEL GANCHO

Un dispositivo de elevación levantador debajo del gancho es un dispositivo que funciona de manera independiente de las grúas, polipastos, carretillas y los ganchos de soporte. Los dispositivos ofrecen una manera de conectar la carga a izar así como conservar, proteger, controlar y orientar la carga. Selección de la correcta debajo de la grúa gancho para el trabajo y el conocimiento de sus limitaciones es fundamental.

Están diseñadas para hacer su trabajo más fácil, pero, como cualquier otra herramienta de manipulación bueno, deben ser usados correctamente. La norma ASME B30.20 es el estándar de seguridad para los dispositivos por debajo del gancho de elevación que cubre las marcas, construcción, instalación, inspección, pruebas, mantenimiento y operación de debajo de los dispositivos de gancho de elevación. Los dispositivos de elevación puede contener eslingas, ganchos, accesorios de montaje y los accesorios de elevación cubiertos por otras normas ASME

3.3.1. ALCANCE⁹

El volumen B30.20 incluye disposiciones que se aplican al marcado, construcción, instalación, inspección, prueba, mantenimiento y operación de dispositivos de elevación por debajo del gancho, que se utilizan para cargas de fijación a un polipasto.

3.3.2. CONTENIDO DE LA NORMA ASME B30.20

La norma Asme B30.20 se agrupan en cinco capítulos de la siguiente manera:

Capítulo 1: Dispositivos de elevación mecánicos y estructurales.

- Sección 1.1 Ámbito de aplicación.
- Sección 1.2 Marcado, construcción e instalación.
- Sección 1.3 Inspección, prueba y mantenimiento.
- Sección 1.4 Operación.
- Sección 1.5 Manual de instrucciones.

Capítulo 2: Dispositivos de elevación por vacío.

- Sección 2.1 Alcance.
- Sección 2.2 Marcado, construcción e instalación.
- Sección 2.3 Inspección, pruebas y mantenimiento.
- Sección 2.4 Operación.
- Sección 2.5 Manuales de instrucciones.

Capítulo 3: Elevación operada por imanes manuales.

- Sección 3.1 Alcance.
- Sección 3.2 Marcado, construcción e instalación.
- Sección 3.3 Inspección, prueba y mantenimiento.
- Sección 3.4 Operación.
- Sección 3.5 Manuales de instrucciones.

Capítulo 4: Operación por imanes de levantamiento electromagnéticos.

- Sección 4.1 Alcance.

⁹ ASME B30.20; "Below the Hook Lifting Device"; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2003

- Sección 4.2 Marcado, construcción e instalación.
- Sección 4.3 Inspección, prueba y mantenimiento.
- Sección 4.4 Operación.
- Sección 4.5 Manuales de instrucciones.

Capítulo 5: Manejo de Materiales por Cucharas

- Sección 5.1 Alcance
- Sección 5.2 Marcado, construcción e instalación
- Sección 5.3 Inspección, prueba y mantenimiento
- Sección 5.5 Manuales de instrucciones

3.3.2.1. Definición de las Secciones

Todos los capítulos están divididos en las mismas secciones las cuales abarcan las recomendaciones, especificaciones para respaldar la certificación de los dispositivos de elevación.

3.3.2.1.1. Alcance

Esta sección indica el límite de aplicación de la norma, especificando las limitaciones de la misma.

3.3.2.1.2. Marcación, Construcción e Instalación

Todos los dispositivos deberán estar claramente marcados e identificados en su estructura principal o en una etiqueta pegada en un lugar visible, esta sección nos brinda, la información básica para la marcación de los dispositivos de elevación. Así como el factor mínimo de diseño para la construcción de los dispositivos.

3.3.2.1.3. Inspección, Pruebas y Mantenimiento

Esta sección nos dice que todo dispositivo nuevo, reparado o modificado deberá ser inspeccionado, antes del uso inicial para verificar el funcionamiento correcto, también ayuda con especificaciones para realizar pruebas con carga, así como recomendaciones y procedimientos básicos para realizar el mantenimiento.

3.3.2.1.4. Operación

Esta sección nos brinda los requisitos para los operadores de los dispositivos de elevación, así como los procedimientos de izaje que deben cumplir, como por ejemplo, ajuste de la carga, manipulación de los mismos. Con la finalidad de que

el operador este informado y capacitado para realizar el trabajo de elevación. De esta manera los trabajadores serán responsables de las operaciones bajo su control. Si existe alguna duda en cuanto a la seguridad, el operador deberá consultar a una persona capacitada.

3.3.2.1.5. Manual de Instrucciones

Esta sección nos ayuda a dar ciertas instrucciones básicas y lo que el fabricante debe cumplir.

3.4. NORMA ASME B30.9, “ESLINGAS”

Las eslingas ofrecen una manera de conectar la carga de izar a los polipastos, así como conservar, proteger, controlar y orientar la carga. La Norma ASME B30.9 marcas, construcción, instalación, inspección, pruebas, mantenimiento, criterios de eliminación y operación de las eslingas estas pueden ser de cadenas, poliéster, con sus respectivos accesorios de izaje

3.4.1. ALCANCE¹⁰

El volumen 30.9 incluye disposiciones que se aplican a la fabricación, accesorios, manejo, inspección y mantenimiento de las eslingas que se utilizan para la elevación, se puede utilizar junto con los equipos descritos en otros volúmenes de la Norma B30 a excepción de B30.1 y sin las especificaciones de la B30.12 y B30.23. Las eslingas no se mencionan en la norma B30.1 y están limitados por determinadas disposiciones de las normas B30.12 y B30.23. Las eslingas están fabricadas de cadenas de aleación de acero, cables de acero, malla metálica, cuerdas de fibra sintética, cintas sintéticas y los hilados de fibras sintéticas con cubierta protectora. Las eslingas fabricadas o construidos, con otros materiales distintos de los que se detallan en este volumen, sólo se utilizarán con las recomendaciones del fabricante de la eslinga o una persona calificada.

3.4.2. CONTENIDO DE LA NORMA ASME B30.9

- Capítulo 1 Eslingas de cadena de acero: Selección, uso y mantenimiento

¹⁰ ASME B30.9; “SLINGS”; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2003

- Capítulo 2 Eslingas de cable metálico: Selección, uso y mantenimiento
- Capítulo 3 Eslingas de malla de metal: Selección, uso y mantenimiento
- Capítulo 4 Eslingas sintéticas: Selección, uso y mantenimiento
- Capítulo 5 Eslingas de cintas sintéticas: Selección, uso y mantenimiento
- Capítulo 6 Eslingas redondas sintéticas: Selección, uso y mantenimiento

Cada capítulo cuenta con diez secciones las cuales son las siguientes:

- Sección 0 Alcance y Formación
- Sección 1 Formación
- Sección 2 Materiales y Componentes
- Sección 3 Fabricación y Configuraciones
- Sección 4 Factor de diseño
- Sección 5 Las cargas nominales
- Sección 6 requisitos de prueba de ensayo
- Sección 7 Identificación
- Sección 8 Efectos del Medio Ambiente
- Sección 9 Inspección, remoción y reparación
- Sección 10 Prácticas de operación

3.4.2.1. Alcance

Esta sección indica el límite de aplicación de la norma, especificando las limitaciones de la misma.

3.4.2.2. Formación

Esta sección no indica que la persona que une las partes de una eslinga debe estar capacitada para seleccionar los componentes y asegurar el servicio de la eslinga.

3.4.2.3. Materiales y Componentes

Esta sección nos ayuda a determinar el material de la eslinga y los componentes principales que debe tener la eslinga para poder cumplir su servicio.

3.4.2.4. Fabricación y Configuraciones

Ayuda a determinar bajo que normas se debe fabricar una eslinga como por ejemplo las eslingas de cadena de acero de aleación deben ser de Grado 80 y Grado 100 y ser respaldada con la norma ASTM A 906.

3.4.2.5. Factor de diseño

Esta sección nos indica el factor mínimo de diseño para una eslinga

3.4.2.6. Las Cargas Nominales

Esta sección nos ayuda a determinar cómo varía la carga nominal, según el ángulo de abertura y el número de piernas de la eslinga, y estar dentro de un rango de trabajo seguro.

3.4.2.7. Identificación

Todas las eslingas deben estar claramente marcadas e identificadas en un lugar visible, esta sección nos brinda, la información básica para la marcación de las eslingas.

3.4.2.8. Requisitos de Prueba de Ensayo

Esta sección nos dice que toda eslinga nuevo, reparado o modificado deberá ser probada, antes del uso inicial para verificar el funcionamiento correcto, y nos brinda el procedimiento para realizar la carga de prueba.

3.4.2.9. Efectos del Medio Ambiente

En esta sección nos permite determinar cómo afecta el medio ambiente al rendimiento de las eslingas, como por ejemplo temperaturas extremas o ambientes químicamente activos.

3.4.2.10. Inspección, remoción y reparación

Toda eslinga nueva, alterada, modificada o reparada debe ser inspeccionada, esta sección nos ayuda determinar frecuencias de inspección y criterios que nos ayudan a determinar el estado de la eslinga.

3.4.2.11. Prácticas de operación

Se dan pautas para la selección de las eslingas ya que estas pueden ser simples o múltiples. También en esta sección se manifiesta las precauciones que debe

tener el operador al manejar la eslinga como por ejemplo el correcto enganche de la carga.

3.5. NORMA ASME B30.26, “ACCESORIOS DE ELEVACIÓN”¹¹

3.5.1. ALCANCE

El volumen B30.26, incluye disposiciones que se aplican a la construcción, instalación, operación, inspección y mantenimiento de accesorios de elevación desmontables para montaje utilizado en enlace con equipos descritos en otros volúmenes de la Norma B30. Esto incluye accesorios como grilletes, enlaces, anillos, eslabones giratorios, tensores, cáncamos de elevación, anillos, clips de cable, tomas de cuña, y los bloques de aparejo. El uso de los mismos accesorios para fines distintos de elevación se excluyen de las disposiciones de este Volumen.

3.5.2. CONTENIDO DE LA NORMA ASME B30.26

- Capítulo 1 Grilletes; Selección, uso y mantenimiento.
- Capítulo 2 Accesorios ajustables; Selección, uso y mantenimiento.
- Capítulo 3 Accesorios de compresión - Selección, uso y mantenimiento.
- Capítulo 4 Anillos y eslabones giratorios; selección, uso y mantenimiento.

Cada capítulo cuenta con diez secciones las cuales son las siguientes:

- Sección 0 Alcance.
- Sección 1 Tipos y Materiales.
- Sección 2 Factor de diseño.
- Sección 3 Cargas nominales.
- Sección 4 Pruebas.
- Sección 5 Identificación.
- Sección 6 Efectos del Medio Ambiente.

¹¹ ASME B30.26; “RIGGING HARDWARE”; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2004

- Sección 7 Formación.
- Sección 8 Inspección, reparación y eliminación.
- Sección 9 Prácticas operativas.

3.6. NORMA ASME B30.10, “GANCHOS”¹²

3.6.1. ALCANCE

En el marco general definido en la ASME B30.10 aplica a todos los tipos de ganchos que se muestran en el ANEXO 7 norma que se utiliza junto con el equipo descrito en otros volúmenes de la Norma B30.

3.6.2. CONTENIDO DE LA NORMA ASME B30.10

- Capítulo 1 Ámbito de aplicación y definiciones.
 - Sección 1 Alcance de ASME B30.10.
 - Sección 2 Definiciones.
- Capítulo 2 Ganchos.
 - Sección 1 Las marcas y Construcción.
 - Sección 2 Inspección, Pruebas y Mantenimiento.
 - Sección 3 Prácticas operativas.
- Capítulo 3 Ganchos – Misceláneos.
 - Sección 1 Marcación y Construcción.
 - Sección 2 Inspección, Pruebas y Mantenimiento.
 - Sección 3 Prácticas operativas.

¹² ASME B30.10; “HOOKS”; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2005

3.7. CÓDIGO AWS DE SOLDADURA PARA ESTRUCTURAS EN ACERO D1.1

3.7.1. ALCANCE¹³

Este código contiene los requerimientos para la fabricación de estructuras soldadas de acero. Cuando en los documentos del contrato ha sido estipulado el uso de este código, se debe cumplir con todas las prescripciones, con excepción de aquellas disposiciones que especifiquen el ingeniero o los documentos del contrato.

Las especificaciones del código están expresadas en textos llamados provisiones. Cada provisión viene identificada por un número llamado referencia.

3.7.2. LIMITACIONES

Según la sección 1.2 del código AWS D1.1, no ha sido diseñado para usarse con:

- Aceros con límites de fluencia mínimos especificados mayores a 100 [Ksi] (690 [MPa]).
- Aceros de espesor menor a 1/8 [in] (3.2 [mm]); para espesores menores se debe aplicar el Código de Soldadura para Estructuras en Acero de Lámina Delgada AWS D1.3.
- Recipientes y tuberías a presión
- Materiales base diferentes a aceros al carbono y a aceros de baja aleación.

3.7.3. CONTENIDO DEL CODIGO AWS D1.1

A continuación se muestra en detalle las ocho secciones del contenido del Código de Soldadura para Estructuras en Acero AWS D1.1.

¹³ AWS D1.1, Código de Soldadura para Estructuras de Acero; 2006; Pág. 01.

3.7.3.1. Requisitos Generales¹⁴

Esta sección contiene información básica sobre el alcance y limitaciones del código, definiciones clave, y la mayor de las responsabilidades de las partes involucradas en la fabricación de estructuras de acero.

3.7.3.2. Diseño de Conexiones Soldadas

Esta sección contiene requerimientos para el diseño de conexiones soldadas compuestas de elementos tubulares y no tubulares.

- PARTE A: Requerimientos Comunes para Conexiones Tubulares y No Tubulares.
- PARTE B: Requerimientos Especificados para Conexiones No Tubulares (Cargadas - Estática o Cíclicamente).
- PARTE C: Requerimientos Especificados para Conexiones No Tubulares cargadas Cíclicamente.
- PARTE D: Requerimientos Especificados para Conexiones Tubulares

3.7.3.3. Precalificación

Esta sección contiene los requerimientos de exoneración de un WPS, Especificación del Procedimiento de Soldadura; de acuerdo a los requerimientos de calificación de este código.

3.7.3.4. Fabricación

Esta sección contiene especificaciones aplicables a la soldadura de estructuras de acero gobernadas por este código, incluye los requerimientos para metales base, consumibles de soldadura, técnicas de soldadura, detalles de soldadura, preparación de material, ensamblaje, fabricación, reparación de soldadura, y otros requerimientos.

3.7.3.5. Inspección

Esta sección contiene criterios para las calificaciones y responsabilidades de inspectores, criterios de aceptación para producción en soldadura, y

¹⁴ Ídem 12.

procedimientos normalizados de inspección visual de calidad y END (ensayos no destructivos)

3.7.3.6. Soldadura de Espárragos

Esta sección contiene los requerimientos para la soldadura de pernos para estructuras de acero.

3.7.3.7. Refuerzo y Reparación de Estructuras Existentes

Esta sección contiene información básica pertinente para la modificación de soldadura o reparación de existir estructuras de acero.

3.7.3.8. Anexos

3.7.3.8.1. Información Mandatoria

Estos anexos contienen información y requerimientos, que son considerados como una parte del código.

3.7.3.8.2. Información No Mandatoria

Estos anexos no son considerados como una parte del código, son suministrados solamente para información.

CAPÍTULO IV

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Se denomina ensayo no destructivo (END) a un tipo de prueba practicada a un material con el fin de no alterar de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada.

En este capítulo se muestra la descripción de algunos de los ensayos no destructivos ventajas y desventajas que presenta cada método así como los requerimientos necesarios para poder llevar a cabo las inspecciones, de esta manera determinar cuál es el método que más conviene y llegar a una validación de la soldadura de las estructuras de los dispositivos de elevación.

Dichos ensayos son realizados bajo procedimientos escritos, que atienden a los requisitos de las principales normas o códigos de inspección, tales como el AWS, ASME, ASTN, entre otros.

4.1. APLICACIÓN DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Las pruebas no destructivas son herramientas fundamentales y esenciales para el control de calidad de materiales de ingeniería, procesos de manufactura, confiabilidad de productos en servicio y mantenimiento de sistemas, cuya falla prematura puede ser costosa o desastrosa. Por tal motivo nos conviene que los END estén dentro de la metodología para garantizar la confiabilidad y seguridad de los dispositivos de elevación.

4.2. TIPOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS¹⁵

La clasificación de las pruebas no destructivas se basa en la posición en donde se localizan las discontinuidades que pueden ser detectadas, por lo que se clasifican en:

- Pruebas no destructivas superficiales
- Pruebas no destructivas volumétricas

4.2.1. PRUEBAS DESTRUCTIVAS SUPERFICIALES

Mediante éstas sólo se comprueba la integridad superficial de un material. Por tal razón su aplicación es conveniente cuando es necesario detectar discontinuidades que están en la superficie abiertas o profundidades menores de 3 mm. Este tipo de inspección se realiza por medio de cualquiera de los siguientes Ensayos no Destructivos:

1. Inspección visual.
2. Tintas penetrantes.
3. Partículas magnéticas.
4. Corrientes Inducidas.
5. Termografías.

4.2.2. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS VOLUMÉTRICAS

Su aplicación permite conocer la integridad de un material en su espesor y detectar discontinuidades internas que no son visibles en la superficie de la pieza. Este tipo de inspección se realiza por medio de cualquiera de los siguientes ensayos no destructivos:

1. Inspección visual (VI).

¹⁵ Amparo Villacís , Diego Villalba; “DETERMINACIÓN DE LOS SITIOS DE INSPECCIÓN MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS, ELABORACIÓN DE LA INSPECCIÓN CON ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y DETERMINACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CERTIFICACIÓN DE LOS SILOS DE LA EMPRESA BJ SERVICES ECUADOR”; Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico; EPN; Ecuador; 2011.

2. Radiografía industrial (RT).
3. Ultrasonido Industrial (UT).
4. Radiografía Neutrónica (NT).
5. Emisión Acústica (AET).

4.3. ALCANCE DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

1. Garantizar la calidad y confianza en las piezas y elementos que conforman los dispositivos de elevación y traslado, por el simple hecho de que el operario adquiera un dispositivo el cual pasa por una prueba no destructiva lo tranquilizara en cuanto al uso futuro del mismo.
2. Prevenir accidentes y evitar riesgos de vidas humanas. Es considerada como la principal razón para el uso de los END.
3. Producir beneficios económicos, debido que los ensayos no destructivos previene fallas futuras de los dispositivos que podrían ser costosas para la empresa.
4. Contribuir al desarrollo de la ciencia de materiales.

4.4. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

4.4.1. Ventajas de los Ensayos No Destructivos

- La principal ventaja es que los métodos se complementan entre sí.
- El material inspeccionado sigue siendo útil.
- Aumentan la confiabilidad y seguridad del producto.
- Se puede aplicar en cualquier proceso de producción este puede ser al principio para la validación de la materia prima.

4.4.2. Limitaciones de los Ensayos No Destructivos

- La efectividad de la aplicación de las pruebas no destructivas depende de las habilidades del personal que las realiza y de quienes son responsables de su ejecución.
- Sus resultados siempre dependen del patrón de referencia empleado en la calibración.
- Sus determinaciones son cualitativas en algunos casos.

4.5. SELECCIÓN DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVO

La selección de los ensayos no destructivos (END), está basado en la naturaleza y función del material, o la parte que va a ser ensayada, las ventajas y limitaciones de cada método, pero es importante no olvidarse de otros parámetros como por ejemplo el económico; pues unos ensayos son de mayor sensibilidad que otros pero el costo es mayor, razón por la cual al momento de seleccionar un END hay que tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Tipo y origen de la discontinuidad.
2. Criterios de seguridad.
3. Nivel de aceptación deseado
4. Accesibilidad de la inspección.
5. Costo.
6. Ventajas y limitaciones de cada método.
7. Requerimientos y equipos del ensayo no destructivo.

4.5.1. INSPECCIÓN VISUAL

La inspección visual es una de las pruebas no destructivas más utilizadas, gracias a ella, es posible obtener información inmediata de la condición superficial de los materiales que estén siendo evaluados debido a que permite observar muchas características de una unión soldada, algunas relacionadas con las dimensiones y

otras acerca de la presencia de discontinuidades dentro de las piezas soldadas. Como su nombre lo dice, el ensayo o inspección visual consiste en recorrer detenidamente la superficie, en este caso de la soldadura y con la ayuda de herramientas como son lupas, linterna, espejos, galgas e instrumentos de medición, para que el inspector pueda identificar las discontinuidades y determinar si dicha unión tiene una calidad adecuada para su aplicación caso contrario se procede a la reparación de los dispositivos.

4.5.1.1. Requerimientos del proceso de inspección visual¹⁶

Este método, requiere de capacidades específicas por parte del inspector para poder realizar procedimiento del trabajo determinado y respaldándose en la norma AWS D1.1, la cual permite especificar que:

Todas las soldaduras deben ser inspeccionadas visualmente y aceptarse si según los criterios de la Tabla 6.1 que se puede observar en anexos 2.

4.5.1.2. Ventajas da la inspección de visual

- Es un método de inspección económico.
- Este método puede detectar y ayudar en la eliminación de discontinuidades que podrían convertirse en defecto.
- Poco equipamiento para la mayoría de aplicaciones.
- La geometría de las piezas a inspeccionar no es factor limitante dado que se puede inspeccionar cualquier tipo de geometría.
- La realización de este método de inspección en la mayoría de los casos se realiza en forma rápida.
- Este ensayo permite determinar las necesidades de otros ensayos no destructivos.

¹⁶ AWS D1.1; "Structural Welding Code"; American Welding Society; 20va. Edición; Estados Unidos; 2006.

4.5.1.3. Desventajas de la inspección visual

- La calidad de la inspección visual depende de la experiencia, conocimiento y capacidad del inspector.
- Limitado solamente a condiciones externas y superficiales, debido a las limitaciones obvias de la visión humana.
- El personal debe tener conocimientos claros de los estándares y procedimientos apropiados con los equipos adecuado.
- La limpieza es fundamental y siempre se deberá realizar antes de empezar con cualquier inspección visual.

4.5.2. TINTAS PENETRANTES

Este tipo de ensayo es empleado para detectar e indicar discontinuidades abiertas a la superficie en materiales sólidos no porosos y se puede aplicar perfectamente para la examinación de los acabados de soldadura. El método o prueba de líquidos penetrantes es basado en el principio físico de los fluidos conocido como capilaridad. De esta manera, un primer líquido con baja tensión superficial penetra los poros y es retenido en las discontinuidades y fisuras. Como dato importante la penetración ocurre independientemente de la orientación de las grietas, ya que no es la gravedad la que hace introducirse el líquido en la discontinuidad.

Posteriormente se limpia y se aplica un líquido absorbente, comúnmente llamado revelador que es de color diferente al líquido penetrante, de esta manera se incrementa la evidencia de las discontinuidades, de tal forma que puedan ser vistas ya sea directamente o por medio de una lámpara o luz negra, este proceso se indica en la tabla 4.1.

En algunos casos se puede utilizar en materiales no metálicos. Las aplicaciones de esta técnica son amplias, y van desde la inspección de piezas críticas como son los componentes aeronáuticos hasta los cerámicos como las vajillas de uso doméstico. Se pueden inspeccionar materiales metálicos, cerámicos vidriados, plásticos, porcelanas, recubrimientos electroquímicos, entre otros.

Tabla 4. 1 Etapas para la Inspección de Líquidos Penetrantes

ETAPAS PARA LA INSPECCIÓN DE LÍQUIDOS PENETRANTES		
ETAPAS	DESCRIPCIÓN	GRÁFICA
1	Limpieza y eliminación de recubrimientos.	
2	Aplicación y permanencia del líquido penetrante.	
3	Eliminación del exceso de penetrante de la superficie.	
4	La aplicación del revelador absorbe el líquido penetrante de las discontinuidades, tornando visible el defecto.	

4.5.2.1. Requerimiento de las pruebas con tintas penetrantes

La inspección con líquidos penetrantes debe ser manejada por el inspector para obtener los mejores resultados. Por esta razón las normas AWS D1.1, exigen la calificación y certificación del personal que realiza este tipo de pruebas, así como los criterios de conformidad con el fin de garantizar la confiabilidad de los resultados y así contribuir a la calidad de los dispositivos.

- La norma de aceptación deberá estar en conformidad con la norma AWS D1.1, Sección 6, ANEXO 2.
- Los métodos de la norma establecida en ASTM E 165 deberán utilizarse para la inspección por líquidos penetrantes.

4.5.2.2. Alcance del Método del Ensayo Estándar Para el Examen por Líquidos Penetrantes ASTM E 165

Este método de ensayo cubre los procedimientos para el examen por líquidos penetrantes de los materiales. Ellos son métodos de ensayos no destructivos para

la detección de discontinuidades que están abiertas a la superficie tales como: fisuras, mordeduras, traslapes, juntas frías, laminaciones, fugas o falta de fusión y son aplicables en procesos, al final o en el mantenimiento. Ellos pueden ser usados efectivamente en el examen de materiales metálicos no porosos, ferrosos y no ferrosos, y de materiales no metálicos como cerámicas vitrificadas o completamente densificadas, ciertos plásticos no porosos y vidrio.

4.5.2.3. Ventajas de los ensayos con líquidos penetrantes

- La inspección por líquidos penetrantes es simple de aplicar y controlar y es sensible a las discontinuidades abiertas a la superficie.
- La geometría de la pieza a inspeccionar no representa un problema en la inspección.
- Aplicable en materiales metálicos y no metálicos.
- Brindan una buena sensibilidad.
- Son económicos.
- Inspección a simple vista.
- El equipo utilizado puede ser portátil.
- Se obtiene resultados inmediatos.

4.5.2.4. Desventaja con los ensayos con tinta penetrante

- Sólo son aplicables a defectos superficiales.
- No se puede inspeccionar materiales porosos.
- Se requiere una buena limpieza previa a la inspección.
- Los inspectores deben tener una amplia experiencia, habilidad y minuciosidad para la aplicación e interpretación.
- Difícil establecimiento de patrones.

4.5.3. PARTÍCULAS MAGNÉTICAS¹⁷

El ensayo de Partículas Magnéticas es uno de los más antiguos que se conoce, encontrando en la actualidad, una gran variedad de aplicaciones en las diferentes industrias. Es aplicable únicamente para inspección de materiales con propiedades ferromagnéticas, ya que se utiliza fundamentalmente el flujo magnético que pasa por un material ferromagnético que es sometido a la acción de una fuerza magnetizante H , y esto induce en la pieza un campo magnético B , cuyo valor depende de la permeabilidad del material. Cuando las líneas de flujo del campo inducido encuentran a su paso una discontinuidad, se deforman, salen de la pieza y atraviesan el aire formando un campo de fuga. Al esparcir sobre la superficie finas partículas magnetizables, éstas quedan atrapadas en el campo de fuga, dando una indicación de discontinuidades como se aprecia en la figura 4.1. Mediante este ensayo se puede lograr la detección de defectos superficiales y sub superficiales (hasta 3 mm debajo de la superficie del material). El acondicionamiento previo de la superficie, es muy importante, aunque no tan exigente y riguroso.

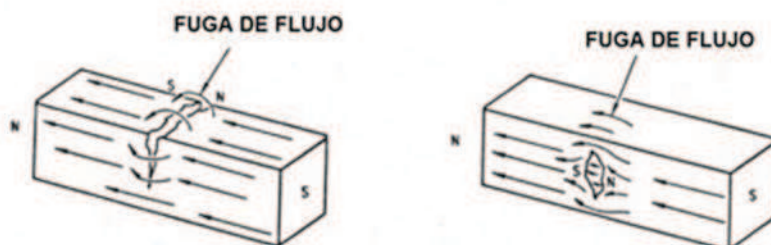


Figura 4.1 Fugas de Flujo

La aplicación del ensayo de Partículas Magnéticas consiste básicamente en magnetizar la pieza a inspeccionar, aplicar las partículas magnéticas (polvo fino de limaduras de hierro) y evaluar las indicaciones producidas por la agrupación de las partículas en ciertos puntos. Este proceso varía según los materiales que se usen, los defectos a buscar y las condiciones físicas del objeto de inspección.

¹⁷ PRINCIPIOS Y CONTROL DE SOLDADURA; "GUÍA DE PRACTICAS"; EPN

Para la magnetización se puede utilizar un banco estacionario, un yugo electromagnético como se indica en la figura 4.2, electrodos o un equipo portátil de bobina flexible, entre otros. Se utilizan los diferentes tipos de corrientes (alterna, directa, semi-rectificada, etc.), según las necesidades de cada inspección. El uso de imanes permanentes ha ido desapareciendo, ya que en éstos no es posible controlar la fuerza del campo y son muy difíciles de manipular.



Figura 4.2 Yugo Electromagnético

Para realizar la inspección por Partículas Magnéticas existen varios tipos de materiales que se pueden seleccionar según la sensibilidad deseada, las condiciones ambientales y los defectos que se quieren encontrar. Las partículas se dividen en dos tipos como se muestra en la figura 4.3.

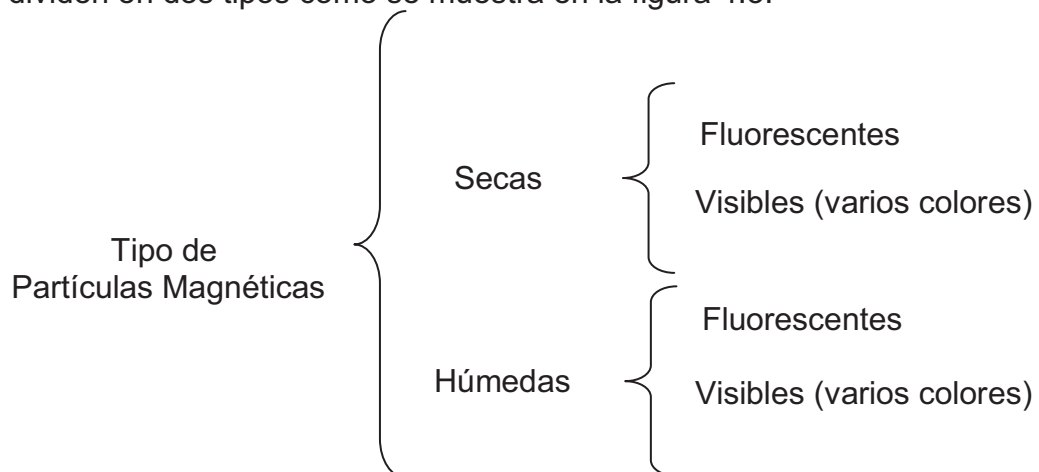


Figura 4.3 Tipo de Partículas Magnéticas

Los métodos de magnetización y los materiales se combinan de diferentes maneras según los resultados deseados en cada prueba y la geometría del objeto a inspeccionar.

4.5.3.1. Requerimientos del proceso de inspección de partículas magnéticas

Al igual que en la mayoría de los Ensayos No Destructivos, en la inspección con Partículas Magnéticas intervienen muchas variables (corriente eléctrica, dirección del campo, tipo de materiales usados, etc.), las cuales deben ser correctamente manejadas por el inspector para obtener los mejores resultados. Por esta razón las normas AWS D1.1, exigen la calificación y certificación del personal que realiza este tipo de pruebas, así como los criterios de conformidad con el fin de garantizar la confiabilidad de los resultados y así contribuir a la calidad de los dispositivos.

- Cuando se utiliza la prueba magnética (MT), el procedimiento y la técnica deberán estar en conformidad con ASTM E 709.
- La norma de aceptación deberá estar en total conformidad con la Sección 6 de la Norma AWS D1.1, Parte C, como se muestra en el ANEXO 2.

4.5.3.2. Norma ASTM E 709

Esta norma describe técnicas para la inspección por partículas magnéticas tanto secas como húmedas, el cual es un método de ensayo no destructivo utilizado para la detección de fisuras y otras discontinuidades.

En su contenido se encuentra lo referente a preparación de procedimiento para la inspección de materiales y partes, describe el uso de varias técnicas para la inspección de con partículas magnéticas, el personal y la calificación que debe tener este para desempeñar la inspección, equipos y materiales requeridos para realizar la inspección; además la teoría de campos magnético, tipos de corrientes de magnetización, dirección de campos magnéticos, desmagnetización, limpieza y post inspección.

Un dato muy importante es que esta guía no indica, sugiere o especifica normas de aceptación y/o rechazo para elementos examinados a través de esta técnica.

4.5.3.3. Ventajas del ensayo de partículas magnéticas

- Los resultados se obtienen inmediatamente, las indicaciones se observan directamente.
- No se necesita de una limpieza superficial muy elaborada de la zona a ser inspeccionada.
- Existe la posibilidad de realizar inspecciones en campo dado el hecho de que este ensayo ofrece gran variedad de equipos para obtener el campo magnético utilizado en el ensayo.
- La forma y tamaño de las piezas a ensayar no se constituyen como limitantes debido a que existen gran variedad de formas de magnetización.
- Cuando un operador adquiere la experiencia necesaria y la habilidad en la aplicación de este método, puede determinar con una razonable exactitud la clase, longitud y ubicación de las discontinuidades sin la necesidad de utilizar ningún otro equipo eléctrico o electrónico.

4.5.3.4. Desventajas del ensayo de partículas magnéticas

- La principal limitación es que sólo se puede aplicar para materiales ferromagnéticos
- No tiene gran capacidad de penetración.
- En el caso de existir indicaciones que tengan la misma dirección que las líneas de fuerza del campo magnético, puede o no ofrecer indicaciones relevantes y ser pasada por alto y en muchos casos no se formara indicación alguna. Por tal motivo se necesita que la dirección del campo magnético se varíe para que en algunos momentos las indicaciones sean transversales a la dirección de las líneas de fuerza del campo magnético.
- Solo detectan discontinuidades perpendiculares a la dirección de la fuerza de campo magnético.

- Luego de realizar el ensayo es necesario desmagnetizar la pieza, para evitar la adhesión de partículas metálicas o de polvo, ya que pueden considerarse y actuar como elementos abrasivos, especialmente en el caso de las partes que tienen movimiento entre sí.
- Luego de desmagnetizar en muchos de los casos se requiere realizar una limpieza del sobrante de partículas.
- Existen una limitante cuando la pieza es de grandes dimensiones y de materiales extra duros, en el caso se requiere corrientes altas alrededor de 8000 A.
- Limitaciones que deben tenerse en cuenta, por ejemplo, las películas delgadas de pintura y otros recubrimientos no magnéticos que afectan adversamente la sensibilidad de la inspección.

4.5.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DISTINTOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Se realiza un análisis comparativo de cada ensayo teniendo en cuenta las aplicaciones, ventajas, desventajas así como también la factibilidad de aplicación de cada uno de las inspecciones. Por lo cual se debe determinar cuál de los ensayos anteriormente detallados es el que nos conviene, para este fin se emplea una herramienta de selección por medio de ponderación, que nos ayude a establecer o un orden de preferencia evaluando de manera global cada uno de los ensayos.

4.5.4.1. Método ordinal corregido de criterios ponderados

El método ordinal corregido de criterios ponderados, se basa en tablas donde cada criterio se compara con los restantes criterios y se asignan los valores que se observa en la tabla 4.2.:

Tabla 4. 2 Criterios de ponderación

CRITERIOS	VALOR ASIGNADO
Si el criterio de las filas es superior que el de las columnas	1
Si el criterio de las filas es igual que el de las columnas	0,5
Si el criterio de las filas es menor que el de las columnas	0

Luego para cada criterio, se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios al que se añade una unidad (para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una valoración nula); después, en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio. Finalmente, la evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio.

4.5.4.2. Criterios de valoración

Es una parte fundamental del método pues estos serán los pilares en donde se sostiene la elección de la mejor alternativa, estos criterios son:

- 1.- Factibilidad, con este criterio se pretende conocer el tipo de ensayo más apto para que se pueda realizar en todos los dispositivos.
- 2.- Seguridad, este criterio se enfoca en que los procedimientos a realizarse cumplan con las normativas seguridad internas de GM-OBB.
- 3.-Costos, este criterio nos permite comparar los costos de los servicios de las empresas especializadas en ensayos no destructivos.
- 4.-Tiempo, este criterio nos permite establecer los tiempos que se demora en cada ensayo, para poder establecer un cronograma donde no afecte producción.

4.5.4.3. Evaluación de los criterios de Inspección

Antes de colocar los criterios se debe establecer un orden de prioridad el cual va a ser el siguiente:

Tabla 4.3 Orden de Prioridad de Criterios de Evaluación

1	Factibilidad
2	Seguridad
3	Costos
4	Tiempo

Con el orden establecido se puede proceder a realizar la ponderación de cada uno de los criterios, estos cálculos se muestran en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Ponderación de Criterios de Evaluación

Alternativas	Factibilidad	Seguridad	Costo	Tiempo	$\Sigma + 1$	Ponderación
Factibilidad		0	1	1	3	0.3
Seguridad	1		1	1	4	0.4
Costo	0	0		1	2	0.2
Tiempo	0	0	0		1	0.1
SUMA					9	1

4.5.4.4. Evaluación de alternativas

- Evaluación de las alternativas según el criterio de factibilidad.

Tabla 4.5 Ponderación de alternativas según el Criterio de Factibilidad

Alternativas	Inspección Visual	Tintas Penetrantes	Partículas Magnéticas	$\Sigma + 1$	Ponderación
Inspección Visual		1	1	3	0.5
Tintas Penetrantes	0		0.5	1.5	0.25
Partículas Magnéticas	0	0.5		1.5	0.25
SUMA				6	1

- Evaluación de las alternativas según el criterio de seguridad.

Tabla 4. 6 Ponderación de alternativas según el Criterio de Seguridad

Alternativas	Inspección Visual	Tintas Penetrantes	Partículas Magnéticas	$\Sigma + 1$	Ponderación
Inspección Visual		1	1	3	0.5
Tintas Penetrantes	0		0.5	1.5	0.25
Partículas Magnéticas	0	0.5		1.5	0.25
SUMA				6	1

- Evaluación de las alternativas según el criterio de costo.

Tabla 4. 7 Ponderación de alternativas según el Criterio de Costos

Alternativas	Inspección Visual	Tintas Penetrantes	Partículas Magnéticas	$\Sigma + 1$	Ponderación
Inspección Visual		1	1	3	0.5
Tintas Penetrantes	0		0.5	1.5	0.25
Partículas Magnéticas	0	0.5		1.5	0.25
SUMA				6	1

- Evaluación de las alternativas según el criterio de tiempo.

Tabla 4. 8 Ponderación de alternativas según el Criterio de Tiempo

Alternativas	Inspección Visual	Tintas Penetrantes	Partículas Magnéticas	$\Sigma + 1$	Ponderación
Inspección Visual		1	1	3	0.5
Tintas Penetrantes	0		0	1	0.2
Partículas Magnéticas	0	1		2	0.3
SUMA				6	1

4.5.4.5. Determinación final de alternativas

Por medio de una matriz de decisión o priorización se compara y escoge entre varias opciones o alternativas de problemas, la mejor solución.

Los datos obtenidos nos permiten realizar una tabla que conocemos como la matriz de priorización de alternativas, en la que la sumatoria de resultados de la evaluación de cada criterio, permite establecer la prioridad entre los ensayos a realizar, permitiendo establecer un criterio bastante acertado de qué tipo de ensayo es el adecuado para la certificación de los dispositivos de elevación y traslado, esto se puede observar en la tabla 4.9.

Tabla 4.9 Matriz de Priorización de Alternativas

Conclusión	Factibilidad	Seguridad	Costo	Tiempo	$\Sigma + 1$	Prioridad
Inspección Visual	0.15	0.2	0.1	0.05	1.5	1
Tintas Penetrantes	0.075	0.1	0.05	0.02	1.245	3
Partículas Magnéticas	0.075	0.1	0.05	0.03	1.255	2

4.6. ENSAYOS A REALIZARSE

Como resultado de la tabla 4.9, podemos determinar que los ensayos que convienen para la certificación de los dispositivos de elevación y traslado es la inspección visual y el ensayo de partículas magnéticas

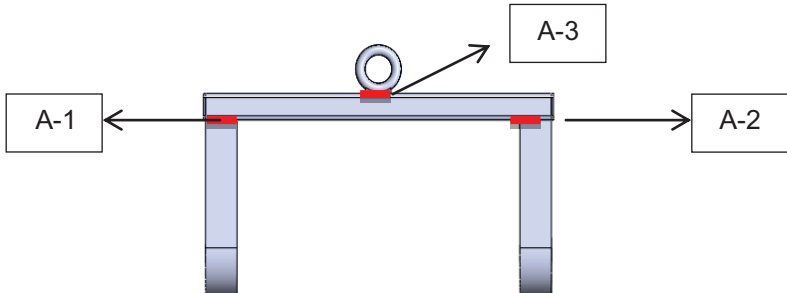
4.6.1. Reporte de la Inspección por Ensayos no Destructivos.

El reporte de inspección de soldadura debe contar con los siguientes ítems:

1. Datos de identificación
2. Equipo empleado
3. Parámetros de Inspección
4. Fotografías y Observación de los elementos inspeccionados
5. Resultados de la inspección

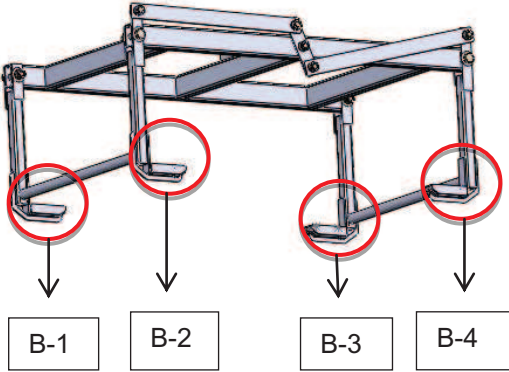
En las tablas siguientes se registran los reportes obtenidos en la realización de los ensayos no destructivos, el informe final se encuentra en el ANEXO 3..

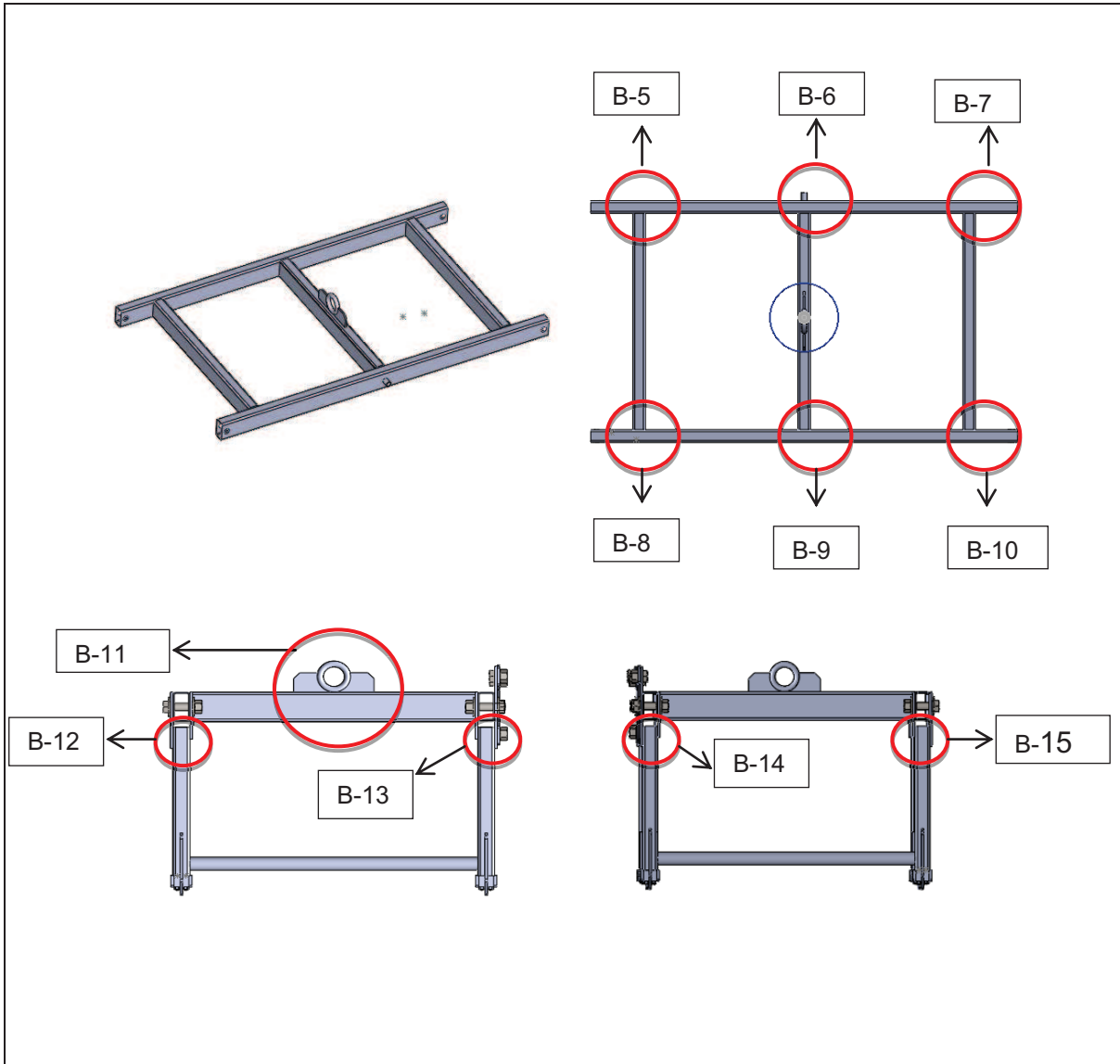
Tabla 4.10 Reporte de Inspección del Dispositivo del Lateral Total

REPORTE DE LA INSPECCIÓN VISUAL						
FECHA DE INSPECCIÓN:	DD/MM/AA	DISPOSITIVO DEL LATERAL TOTAL				
EQUIPO UTILIZADO	N/A	SOLICITADO POR: JONATHAN ECHEVERRÍA				
MÉTODO DE LIMPIEZA		ELECTRODO: E6018				
NORMA DE REFERENCIA	AWS D1.1	METAL DE APORTE: A-36				
ESQUEMA:						
						
CÓDIGO	TIPO DE SOLDADURA	PRECESO DE SOLDADURA	TIPO DE END		APROVACIÓN	OBSERVACIÓN
			IV	PM		
A-1	Filete	SMAW	X	X	OK	
A-2	Filete	SMAW	X	X	OK	
A-3	Filete	SMAW	X	X	OK	
REPORTE DE LA INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNÉTICAS						
DATOS DE IDENTIFICACIÓN:						
Localización:	Celda SGM-308	SOLICITADO POR: JONATHAN ECHEVERRÍA				
Normas de Referencia	ASTM E709	ELECTRODO: E6018				
		METAL DE APORTE: A-36				
EQUIPO EMPLEADO:						
Equipo:	Yoke 100010	Lámpara Negra:				
Patrón de Calibración:		Intensidad: 28000 W/cm ²				
Fecha de calibración		Fecha de calibración				
PARÁMETROS DE INSPECCIÓN						
Tipo de corriente:	Alterna AC	Tipo de partículas: Humedas fluorescentes				

Tipo de magnetización:	Indirecta	Denominación comercial:	Magnaflux					
Dirección de campo:	Longitudinal 90°	Concentración:	0.25ml / 100ml					
Magnetización:	Contiinua	Iluminación:	Luz negra					
Desmagnetización:	No	Dist. Lámpara –Superficie	30 cm					
INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNETICAS HUMEDAS								
CÓDIGO	DEFECTOS DE SOLDADURA					END	APROVACIÓN	OBSERVACIÓN
	F	FP	M	P	SM	EC		
A-1							OK	
A-2							OK	
A-3							OK	
CODIFICACIÓN UTILIZADA								
F	Fisura		M	Mordedura		P	Porosidad	
FP	Falta de penetración		SM	Sobremonta		EC	Ensayo complement.	
INSPECTOR	ING EDWIN PEREZ			ENCARGADO:	JONATHAN ECHEVERRIA			
NIVEL:	NIVEL II			AREA:	SUELDA			
FIRMA:				FIRMA:				

Tabla 4.11 Reporte de Inspección del Dispositivo de Carrocería Final

REPORTE DE LA INSPECCIÓN VISUAL		
FECHA DE INSPECCIÓN:	DD/MM/AA	DISPOSITIVO DEL LA CARRO CERÍA FINAL
EQUIPO UTILIZADO	N/A	SOLICITADO POR: JONATHAN ECHEVERRÍA
MÉTODO DE LIMPIEZA		ELECTRODO: E6018
NORMA DE REFERENCIA	AWS D1.1	METAL DE APORTE: A-36
ESQUEMA:		
 <p>El diagrama muestra un dispositivo de carrocería final con una estructura de acero. Se han marcado cuatro puntos de inspección con círculos rojos: B-1 y B-2 en la parte superior izquierda, y B-3 y B-4 en la parte superior derecha. Flechas indican la dirección de inspección hacia abajo desde cada punto.</p>		

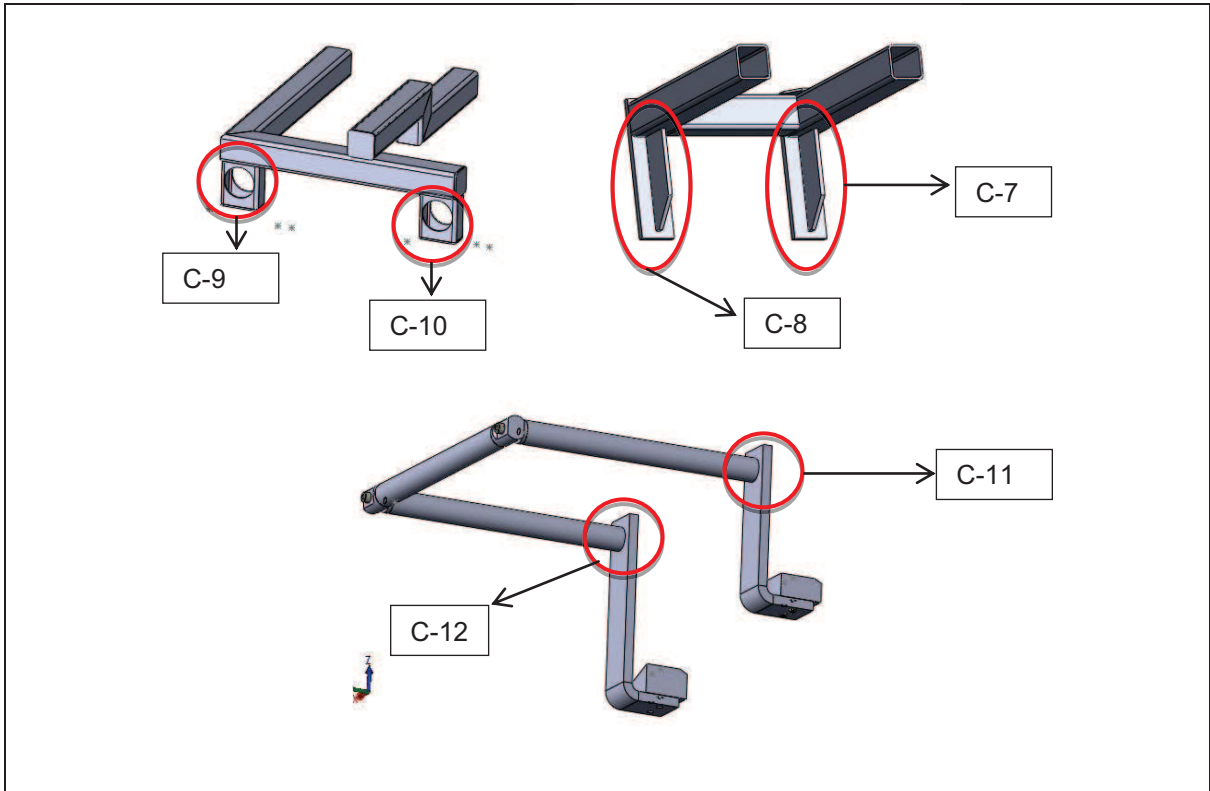


CÓDIGO	TIPO DE SOLDADURA	PRECESO DE SOLDADURA	TIPO DE END		APROVACIÓN	OBSERVACIÓN
			IV	PM		
B-1	Filete	SMAW	X	X	OK	
B-2	Filete	SMAW	X	X	OK	
B-3	Filete	SMAW	X	X	OK	
B-4	Filete	SMAW	X	X	OK	
B-5	Filete/ranura	SMAW	X		OK	
B-6	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
B-7	Filete/ranura	SMAW	X		OK	
B-8	Filete/ranura	SMAW	X		OK	
B-9	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
B-10	Filete/ranura	SMAW	X		OK	

B-13							OK	
B-14							OK	
B-15							OK	
CODIFICACIÓN UTILIZADA								
F	Fisura	M	Mordedura	P	Porosidad			
FP	Falta de penetración	SM	Sobremonta	EC	Ensayo complement.			
INSPECTOR:	ING. EDWIN PEREZ			ENCARGADO:				
NIVEL:	NIVEL II			AREA:	SUELDA			
FIRMA:				FIRMA:				

Tabla 4.12 Reporte de Inspección del Dispositivo del Piso Delantero

REPORTE DE LA INSPECCIÓN VISUAL		
FECHA DE INSPECCIÓN:	DD/MM/AA	DISPOSITIVO DEL PISO DELANTERO
EQUIPO UTILIZADO	N/A	SOLICITADO POR: JONATHAN ECHEVERRÍA
MÉTODO DE LIMPIEZA		ELECTRODO: E6018
NORMA DE REFERENCIA	AWS D1.1	METAL DE APORTE: A-36
ESQUEMA:		



CÓDIGO	TIPO DE SOLDADURA	PRECESO DE SOLDADURA	TIPO DE END		APROVACIÓN	OBSERVACIÓN
			IV	PM		
C-1	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
C-2	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
C-3	Filete	SMAW	X	X	OK	
C-4	Filete	SMAW	X	X	OK	
C-5	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
C-6	Filete	SMAW	X	X	OK	
C-7	Filete	SMAW	X	X	OK	
C-8	Filete	SMAW	X	X	OK	
C-9	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
C-10	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
C-11	Filete	SMAW	X	X	OK	
C-12	Filete	SMAW	X	X	OK	
INSPECTOR:	Ing. Edwin Perez		ENCARGADO:			
NIVEL:	Nivel II		AREA:		Solda	
FIRMA:			FIRMA:			

REPORTE DE LA INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNÉTICAS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN:								
Localización: Celda SGM-308				SOLICITADO POR: JONATHAN ECHEVERRÍA				
Normas de Referencia ASTM E709				ELECTRODO: E6018				
				METAL DE APORTE: A-36				
EQUIPO EMPLEADO:								
Equipo: Yoke 100010				Lámpara Negra:				
Patrón de Calibración:				Intensidad: 28000 W/cm ²				
Fecha de calibración				Fecha de calibración				
PARÁMETROS DE INSPECCIÓN								
Tipo de corriente: Alterna AC				Tipo de partículas: Humedas fluorescentes				
Tipo de magnetización: Indirecta				Denominación comercial: Magnaflux				
Dirección de campo: Longitudinal 90°				Concentración: 0.25ml / 100ml				
Magnetización: Continua				Iluminación: Luz negra				
Desmagnetización: No				Dist. Lámpara –Superficie 30 cm				
INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNETICAS HUMEDAS								
CÓDIGO	DEFECTOS DE SOLDADURA					END	APROVACIÓN	OBSER- VACIÓN
	F	FP	M	P	SM	EC		
C-1				X				Reparar
C-2				X				Reparar
C-3							OK	
C-4							OK	
C-5							OK	
C-6							OK	
C-7							OK	
C-8							OK	
C-9							OK	
C-10							OK	
C-11							OK	
C-12							OK	
CODIFICACIÓN UTILIZADA								
F	Fisura		M	Mordedura		P	Porosidad	
FP	Falta de penetración		SM	Sobremonta		EC	Ensayo complement.	
INSPECTOR:		ING. EDWIN PEREZ			ENCARGADO:			
NIVEL:		NIVEL II			AREA:		SUELDA	
FIRMA:					FIRMA:			

Tabla 4.13 Reporte de Inspección del Dispositivo del Piso Posterior

REPORTE DE LA INSPECCIÓN VISUAL						
FECHA DE INSPECCIÓN:	DD/MM/AA	DISPOSITIVO DEL PISO POSTERIOR				
EQUIPO UTILIZADO	N/A	SOLICITADO POR: JONATHAN ECHEVERRÍA				
MÉTODO DE LIMPIEZA		ELECTRODO: E6018				
NORMA DE REFERENCIA	AWS D1.1	METAL DE APORTE: A-36				
ESQUEMA:						
CÓDIGO	TIPO DE SOLDADURA	PRECESO DE SOLDADURA	TIPO DE END		APROVACIÓN	OBSERVACIÓN
			IV	PM		
D-1	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
D-2	Ranura	SMAW	X	X	OK	
D-3	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
D-4	Filete	SMAW	X	X	OK	
D-5	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	

D-6	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
D-7	Filete	SMAW	X	X	OK	
D-8	Filete	SMAW	X	X	OK	
INSPECTOR:	Ing. Edwin Pérez		ENCARGADO:			
NIVEL:	Nivel II		AREA:		Suelda	
FIRMA:			FIRMA:			

REPORTE DE LA INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNÉTICAS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN:

Localización:	Celda SGM-308	SOLICITADO POR:	JONATHAN ECHEVERRÍA
Normas de Referencia	ASTM E709	ELECTRODO:	E6018
		METAL DE APORTE:	A-36

EQUIPO EMPLEADO:

Equipo:	Yoke 100010	Lámpara Negra:	
Patrón de Calibración:		Intensidad:	28000 W/cm ²
Fecha de calibración		Fecha de calibración	

PARÁMETROS DE INSPECCIÓN

Tipo de corriente:	Alterna AC	Tipo de partículas:	Humedas fluorescentes
Tipo de magnetización:	Indirecta	Denominación comercial:	Magnaflux
Dirección de campo:	Longitudinal 90°	Concentración:	0.25ml / 100ml
Magnetización:	Contiinua	Iluminación:	Luz negra
Desmagnetización:	No	Dist. Lámpara –Superficie	30 cm

INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNETICAS HUMEDAS

CÓDIGO	DEFECTOS DE SOLDADURA					END	APROVACIÓN	OBSER- VACIÓN
	F	FP	M	P	SM	EC		
D-1			X				OK	ACEPTABLE
D-2							OK	
D-3							OK	
D-4							OK	
D-5							OK	
D-6							OK	
D-7							OK	
D-8							OK	

CODIFICACIÓN UTILIZADA

F	Fisura	M	Mordedura	P	Porosidad
FP	Falta de penetración	SM	Sobremonta	EC	Ensayo complement.

INSPECTOR:	ING. EDWIN PEREZ	ENCARGADO:	
NIVEL:	NIVEL II	AREA:	SUELDA
FIRMA:		FIRMA:	

Tabla 4.14 Reporte de Inspección del Dispositivo de Compartimento de Motor

REPORTE DE LA INSPECCIÓN VISUAL						
FECHA DE INSPECCIÓN:	DD/MM/AA	DISPOSITIVO DEL COMPART. DE MOTOR				
EQUIPO UTILIZADO	N/A	SOLICITADO POR: JONATHAN ECHEVERRÍA				
MÉTODO DE LIMPIEZA		ELECTRODO: E6018				
NORMA DE REFERENCIA	AWS D1.1	METAL DE APORTE: A-36				
ESQUEMA:						
CÓDIGO	TIPO DE SOLDADURA	PRECESO DE	TIPO DE END		APROVACIÓN	OBSERVACIÓN
			IV	PM		

		SOLDADURA				
E-1	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
E-2	Filete	SMAW	X	X	OK	
E-3	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
E-4	Filete	SMAW	X	X	OK	
E-5	Filete	SMAW	X		OK	
E-6	filete	SMAW	X	X	OK	
E-7	filete	SMAW	X		OK	
INSPECTOR:	ING. EDWIN PEREZ		ENCARGADO:			
NIVEL:	Nivel II		AREA:		Solda	
FIRMA:			FIRMA:			

REPORTE DE LA INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNÉTICAS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN:

Localización:	Celda SGM-308	SOLICITADO POR:	JONATHAN ECHEVERRÍA
Normas de Referencia	ASTM E709	ELECTRODO:	E6018
		METAL DE APORTE:	A-36

EQUIPO EMPLEADO:

Equipo:	Yoke 100010	Lámpara Negra:	
Patrón de Calibración:		Intensidad:	28000 W/cm ²
Fecha de calibración		Fecha de calibración	

PARÁMETROS DE INSPECCIÓN

Tipo de corriente:	Alterna AC	Tipo de partículas:	Humedas fluorescentes
Tipo de magnetización:	Indirecta	Denominación comercial:	Magnaflux
Dirección de campo:	Longitudinal 90°	Concentración:	0.25ml / 100ml
Magnetización:	Contiinua	Iluminación:	Luz negra
Desmagnetización:	No	Dist. Lámpara –Superficie	30 cm

INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNETICAS HUMEDAS

CÓDIGO	DEFECTOS DE SOLDADURA					END	APROVACIÓN	OBSER- VACIÓN
	F	FP	M	P	SM	EC		
E-1							X	
E-2	X							reparar
E-3							X	
E-4							X	
E-6							X	

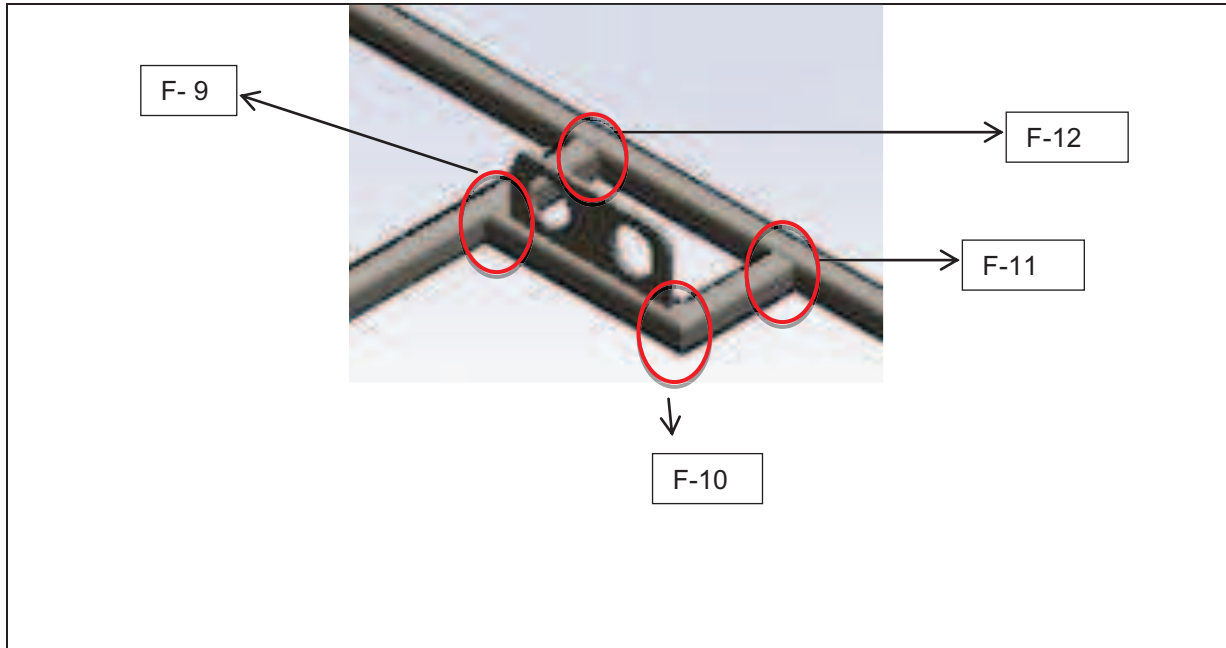
CODIFICACIÓN UTILIZADA

F	Fisura	M	Mordedura	P	Porosidad
---	--------	---	-----------	---	-----------

FP	Falta de penetración	de	SM	Sobremonta	EC	Ensayo complement.
INSPECTOR:	ING. EDWIN PEREZ			ENCARGADO:		
NIVEL:	NIVEL II			AREA:	SUELDA	
FIRMA:				FIRMA:		

Tabla 4.15 Reporte de Inspección del Dispositivo del Lateral Interior

REPORTE DE LA INSPECCIÓN VISUAL		
FECHA DE INSPECCIÓN:	DD/MM/AA	DISPOSITIVO DEL LATERAL INTERIOR
EQUIPO UTILIZADO	N/A	SOLICITADO POR: JONATHAN ECHEVERRÍA
MÉTODO DE LIMPIEZA		ELECTRODO: E6018
NORMA DE REFERENCIA	AWS D1.1	METAL DE APORTE: A-36
ESQUEMA:		



CÓDIGO	TIPO DE SOLDADURA	PRECESO DE SOLDADURA	TIPO DE END		APROVACIÓN	OBSERV.
			IV	PM		
F-1	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
F-2	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
F-3	Filete	SMAW	X	X	OK	
F-4	Filete	SMAW	X	X	OK	
F-5	Filete	SMAW	X	X	OK	
F-6	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
F-7	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
F-8	Filete	SMAW	X	X	OK	
F-9	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
F-10	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
F-11	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
F-12	Filete/ranura	SMAW	X	X	OK	
INSPECTOR:	Edwin Pérez		ENCARGADO:			
NIVEL:	Nivel II		AREA:		Solda	
FIRMA:			FIRMA:			

REPORTE DE LA INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNÉTICAS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN:

Localización:	Celda SGM-308	SOLICITADO POR:	JONATHAN ECHEVERRÍA
Normas de Referencia	ASTM E709	ELECTRODO:	E6018
		METAL DE APORTE:	A-36

EQUIPO EMPLEADO:								
Equipo:			Yoke 100010			Lámpara Negra:		
Patrón de Calibración:			Intensidad: 28000 W/cm ²					
Fecha de calibración			Fecha de calibración :					
PARÁMETROS DE INSPECCIÓN								
Tipo de corriente:			Alterna AC			Tipo de partículas: Humedas fluorescentes		
Tipo de magnetización:			Indirecta			Denominación comercial: Magnaflux		
Dirección de campo:			Longitudinal 90°			Concentración: 0.25ml / 100ml		
Magnetización:			Contiinua			Iluminación: Luz negra		
Desmagnetización:			No			Dist. Lámpara –Superficie 30 cm		
INSPECCIÓN POR PARTICULA MAGNETICAS HUMEDAS								
CÓDIGO	DEFECTOS DE SOLDADURA					END	APROVACIÓN	OBSER- VACIÓN
	F	FP	M	P	SM	EC		
F-1							OK	
F-2							OK	
F-3							OK	
F-4							OK	
F-5							OK	
F-6							OK	
F-7							OK	
F-8							OK	
F-9							OK	
F-10							OK	
F-11							OK	
F-12							OK	
CODIFICACIÓN UTILIZADA								
F	Fisura		M	Mordedura		P	Porosidad	
FP	Falta de penetración		SM	Sobremonta		EC	Ensayo complement.	
INSPECTOR:		Edwin Pérez			ENCARGADO:			
NIVEL:		Nivel II			AREA:		SUELDA	
FIRMA:					FIRMA:			

CAPÍTULO V

PRUEBAS CON SOBRECARGA E INSPECCIÓN

Podemos establecer que para todos los dispositivos de elevación y eslingas de cadena, nuevos, cambiados, modificados o reparados, deben ser probados e inspeccionados antes de que sean puestos en servicio. Para realizar las pruebas con carga e inspección de las mismas, nos apoyamos en las Normas vistas en capítulo anteriores, ASME B30.20 “Dispositivos de elevación debajo del gancho”, ASME B30.9 “Eslingas” y la ASME B30.26 “Accesorios de elevación”, la cuales nos brindan los parámetros de prueba, así como los criterios de aceptación y rechazo de las mismas.

En este capítulo se determina definiciones y una metodología para poder realizar las pruebas con sobrecarga e inspecciones en los dispositivos y eslingas, y además establecer la seguridad necesaria para prevenir accidentes o lesiones durante el proceso de pruebas con sobrecarga.

5.1. DEFINICIONES GENERALES

5.1.1. CARGA NOMINAL DE TRABAJO

Es la carga de trabajo designada por el fabricante para el sistema o la carga normal de servicio.

5.1.2. CARGA LIMITE DE TRABAJO

Es la carga o fuerza máxima de trabajo permitida que se puede aplicar a un dispositivo de elevación, de manera de no alterar su resistencia, ni producir ninguna deformación.

5.1.3. CARGA DE PRUEBA

Es la sobrecarga que se somete el dispositivo antes de su utilización, para verificar su correcto funcionamiento, y poder determinar defectos en el material o en la fabricación.

5.1.4. CARGA DE RUPTURA

Es la carga o fuerza mínima a la cual un dispositivo de elevación se rompe o falla. Dicho valor se obtiene sometiendo al dispositivo en una máquina de prueba a velocidad uniforme hasta llegar a la fractura.

5.1.5. FACTOR DE SEGURIDAD¹⁸

Para evitar un fallo, las cargas que una estructura es capaz de soportar deben ser mayores que las cargas a la que estará sometida en servicio, por tal motivo se tiene la siguiente expresión para determinar el factor de seguridad (n).

$$\text{Factor de seguridad } n = \frac{\text{Resistencia verdadera}}{\text{Resistencia requerida}}$$

Por supuesto, el factor de seguridad debe ser mayor que 1 para que no ocurra el fallo. La determinación de un factor de seguridad también debe tomar en cuenta asuntos como la probabilidad de una sobrecarga accidental de la estructura por cargas que exceden las cargas de diseño.

5.1.6. DISEÑO ESTÁTICO

Se considera que las estructuras están sometidas a cargas estáticas representadas por el peso propio de la *estructura* y las cargas de uso.

5.1.7. TEORÍA DE ENERGÍA DE DISTORSIÓN

La teoría de falla de máxima energía de distorsión se presenta en materiales dúctiles que son capaces de absorber una cierta cantidad de energía antes de sufrir una falla.

¹⁸ TIMOSHENKO ; “Resistencia de Materiales”; Thomson; México; 5^{ta} Edición 2002

La teoría establece que la falla se producirá cuando la energía de distorsión por unidad de volumen debido a los esfuerzos máximos absolutos en el punto crítico sea igual o mayor a la energía de distorsión por unidad de volumen de una estructura en el momento de producirse la fluencia.

El cual se define en base a los esfuerzos principales de la siguiente manera

$$\sigma_{vonmises} = \sqrt{\frac{1}{2}((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2)} \quad (5.1)$$

Donde:

$\sigma_{vonmises}$ = esfuerzo de Von Mises

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ = esfuerzos principales

Entonces la falla se da cuando:

$$\sigma_{vonmises} \geq S_y \quad (5.2)$$

Donde:

S_y = esfuerzo máximo de fluencia

5.2. NORMAS GENERALES EN LOS DISPOSITIVOS DE IZAJE

De acuerdo a las especificaciones de las normas ASME B30, podemos establecer que para todos los dispositivos de elevación nuevos, cambiados, modificados o reparados deberán ser probados antes de que estos sean puestos en servicio.

En la Tabla 5.1 se indica las Normas que se utiliza para realizar las pruebas de sobrecarga e inspección.

Tabla 5. 1 Normas ASME Aplicadas a la Certificación

Dispositivos de elevación estructural	ASME B30.20
Dispositivos de elevación por vacío	ASME B30.20

Eslingas	ASME B 30.9
Accesorios de elevación	ASME B30.26

5.3. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROCEDIMIENTO DE LAS PRUEBAS CON SOBRECARGA

Para realizar las pruebas con sobrecargas se adaptó un sistema para controlar con exactitud las cargas aplicadas a los dispositivos y reproducir las fuerzas necesarias en cada apoyo para simular las cargas de prueba asignadas, como se muestra en la Figura 5.1.



Figura 5.1 Prueba con Carga

Este sistema está compuesto de dos dispositivos de izaje magnéticos que sostienen el dispositivo de elevación, simulando la carga de los paneles metálicos, para comprobar la carga exacta se utiliza el dinamómetro el cual determina la carga a la que está sometida el dispositivo, la unidad que trabaja el dinamómetro es en kg.

Se utiliza un teclé manual para producir una fuerza de tracción necesaria en los apoyos de los dispositivos de elevación, así poder simular las cargas de prueba. Para este procedimiento se debe contar con todas las normas de seguridad internas de GM-OBB.

Cada componente del sistema se encuentra descrito a continuación:

5.3.1. DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN MAGNÉTICA

Accesorio de elevación con campo magnético generado por una corriente eléctrica o imanes, produciendo una fuerza suficiente para la retención y manejo de cargas con propiedades ferromagnéticas, este dispositivo activa y desactiva la fuerza magnética del dispositivo por medio de una palanca como se muestra en la figura 5.2.



Figura 5.2 Elevador Magnético

5.3.2. DINAMÓMETRO

El dinamómetro funciona gracias un resorte o espiral que tiene en el interior, el que puede alargarse cuando se aplica una fuerza sobre el. Una aguja o indicador digital muestra la fuerza que se realiza, en la figura 5.3 se puede observar un dinamómetro digital, el cual va ser usado para las respectivas pruebas.



Figura 5.3 Dinamómetro Digital

5.3.2.1. Forma Correcta de Utilizar un Dinamómetro

Para poder garantizar el funcionamiento correcto del sistema, para la prueba de carga debe asegurar que los equipos que se utilizan se ocupen correctamente

con el fin de no alterar las medidas de carga finales. Con este fin es la Figura 5.4 se proporciona la forma correcta de la utilización del dinamómetro.

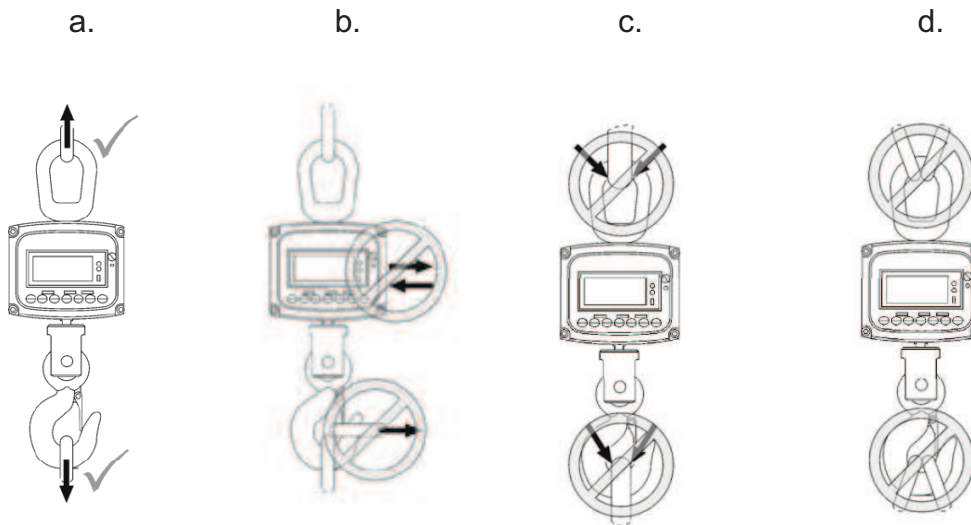


Figura 5.4 Formas Correcta de Utilizar un Dinamómetro

De esto se desprende las siguientes recomendaciones:

- a. Utilizar únicamente elementos de sujeción que creen acoplamientos de un solo punto y permita al dinamómetro el ajuste correcto.
- b. No empujar ni tirar, no empujar lateralmente del gancho.
- c. No utilizar piezas de gran tamaño que repartan la carga a varios puntos.
- d. No utilizar varios acoples para sujetar el dinamómetro.

5.3.3. TECLES DE OPERACIÓN MANUAL

Los tecles manuales funcionan por medio de la fuerza humana y son accionados a través de una cadena o palanca sirven para poder elevar grandes pesos con el menor esfuerzo posible. Estos tecles pueden ser de cadena o cable. Como se muestra en la figura 5.5.

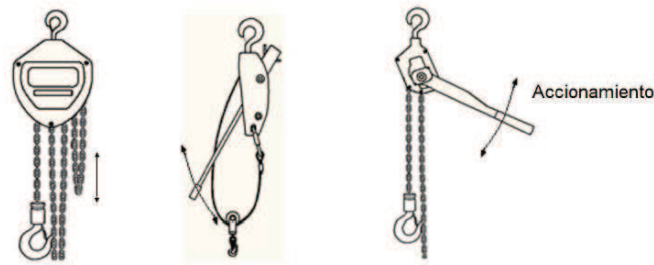


Figura 5.5 Tecles Manuales

5.3.4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Para determinar la dimensión de los dispositivos de elevación, se utilizaron:

- Una reglas y ángulos calibrados, apreciación de hasta 1 mm.
- Un calibrador pie de rey, como se muestra en la figura 5.6

Sin embargo la calidad de la medida está definida por el tipo de instrumento utilizado, del grado de apreciación del operador que lo maneja con lo cual el resultado obtenido esté más cerca al real.



Figura 5.6 Medición de los Dispositivos de Elevación

5.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad comprenden el conjunto de actividades destinadas a la identificación, prevención de riesgos laborales y control mediante reglamentos y requisitos internos de seguridad y salud.

En GM-OBB se debe cumplir con ciertos requisitos que son indispensables antes de realizar trabajo predeterminado.

5.4.1. REQUISITOS DE SEGURIDAD

1. El personal que va a realizar las pruebas con carga debe utilizar equipos de protección personal y los permisos necesarios.
2. identificar y evaluar los riesgos en forma inicial con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas.
3. Previo a realizar el procedimiento se debe dar una charla de seguridad en la que indique el trabajo a realizar y los riesgos que implica dicho trabajo con el fin de prevenir accidentes. Unas de las recomendaciones más importantes son:
 - Se deben mantener las manos y otras partes del cuerpo lejos de las eslingas de cadena para prevenir lesiones.
 - La carga se debe elevar lentamente hasta que la cadena se tense. En cuanto la carga esté ligeramente elevada, se deberá realizar una comprobación de que está segura y en la posición prevista.
 - Durante su elevación y tiempo de prueba de sobrecarga, no pase ni se coloque debajo de cargas suspendidas.
 - Evite toda oscilación y fuerza horizontal. Evite todo tipo de impactos, torsiones y movimientos pendulares.

5.5. PRUEBAS CON SOBRECARGA E INSPECCIÓN EN LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN

La prueba con sobrecarga e inspección consiste en un análisis del dispositivo, tomando como referencia las medidas originales del dispositivo y comparándolas con las que presenta después de la prueba, esto permite conocer si existen deformaciones o fisuras en condiciones mayores a la del servicio normal.

5.5.1. PARÁMETROS DE PRUEBA¹⁹

Los parámetros para realizar la prueba con sobrecarga son considerados como imprescindibles para lograr evaluar los dispositivos de elevación. A partir de estos parámetros se puede establecer en que rango se va a trabajar para no exponer a los dispositivos a una sobrecarga excesiva que pueda deformar el mismo.

De acuerdo a las especificaciones de la Norma Asme B30.20, “Dispositivos de elevación debajo del gancho”, las cargas de pruebas no deberán ser mayores al 125% de la carga nominal de servicio y no deben de exceder el 80% de la carga máxima de trabajo. Por lo tanto podremos establecer los siguientes parámetros:

$$\text{Carga de prueba} = 125\% \text{ de la carga nominal} \quad (5.1)$$

$$\text{Carga de prueba} \leq 80\% \text{ de la carga limite de trabajo} \quad (5.2)$$

5.5.2. DETERMINACIÓN DE CARGA DE PRUEBA

Para determinar la carga de prueba, debemos analizar la carga nominal de cada dispositivo de elevación como se muestra en la figura 5.7, de esta forma carga de prueba se puede establecer como el 125% de la carga nominal.

$$\text{Carga nominal} = (\text{Peso del panel} + \text{Peso del dispositivo}) \quad (5.3)$$

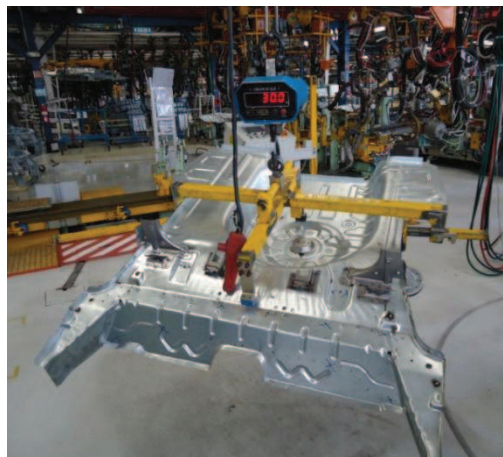


Figura 5. 7 Carga Nomina del Dispositivo

¹⁹ ASME B30.20; “Below the Hook Lifting Device”; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2003

Cada dispositivo de elevación posee una carga diferente, por lo tanto en la tabla 5.2 se establece la carga de prueba para cada dispositivo de elevación, las cuales se determinaron con la ecuación (5.2).

Tabla 5. 2 Carga de Prueba Para los Dispositivos de Elevación

CARGA DE PRUEBA			
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN	PESO DEL PANEL + DISPOSITIVO	CARGA DE PRUEBA 125%	UNIDAD
Dispositivo de piso delantero	34	43	Kg
Dispositivo de piso posterior	33	42	Kg
Dispositivo de compartimento de motor	64	80	Kg
Dispositivo lateral total	44	55	Kg
Dispositivo de lateral interior	30	38	Kg
Dispositivo de carrocería final	234	293	Kg
Dispositivo de techos	25	32	Kg

5.5.3. Procedimiento de la Prueba con Carga en Dispositivos de Elevación de Sujeción Mecánica.

1. Verificar que el sitio de trabajo esté limpio y libre de obstáculos debido a que pueden ocasionar accidentes.
2. Para iniciar la prueba con sobrecarga se debe medir las condiciones iniciales del dispositivo, para lo cual se establece hojas de registro de las condiciones y medidas iniciales.
3. Debe asegurar el dispositivo de elevación de forma correcta a los soportes magnéticos, tomando todas las medidas de seguridad internas de GM-OBB.
4. Los soportes magnéticos deben estar alineados con las estructuras, de tal manera que se pueda representar de manera más adecuada las fuerza que intervienen en el dispositivo.

5. Realizar una prueba de elevación para confirmar la estabilidad y el amarre de la carga de prueba, desde una posición de trabajo segura.
6. Las operaciones de elevación y descenso de las cargas se realizarán lentamente, en sentido vertical para evitar el balanceo de la carga de prueba y evitando paradas bruscas.
7. Levantar ligeramente la carga por medio del teclé manual y observar que el dinamómetro llegue al peso de prueba especificado para cada dispositivo.
8. Al Llegar al peso de prueba especificado se procede a bajar la carga de prueba lentamente hasta llegar a la posición inicial para poder desenganchar.
9. Después de esta prueba el dispositivo deberá ser inspeccionados visualmente y por medio de las mediciones finales del dispositivo de elevación las deformaciones significativas, grietas u otros defectos.
10. Documentar en un informe los resultados obtenidos en la prueba con sobrecarga.
11. Si existiera alguna deformación, grieta u otro defecto se debe realizar una reparación del dispositivo.
12. Y volver a realizar la prueba con carga.

5.5.3.1. Hojas de Registro

Las hojas de registro son indispensables para tener un respaldo que garantice el estado de los dispositivos de elevación.

En las hojas de registro se informa las condiciones iniciales del dispositivo y las condiciones finales después de las pruebas de sobrecarga para poder determinar el porcentaje de deformación.

En la hoja de registro se pueden establecer si existen deformaciones en los dispositivos de elevación, estas tienen el siguiente formato, tabla 5.3, hasta la tabla 5.8, los informes finales se pueden observar en el ANEXO 9.

Tabla 5.3 Hoja de Registro del Dispositivo de Piso Delantero

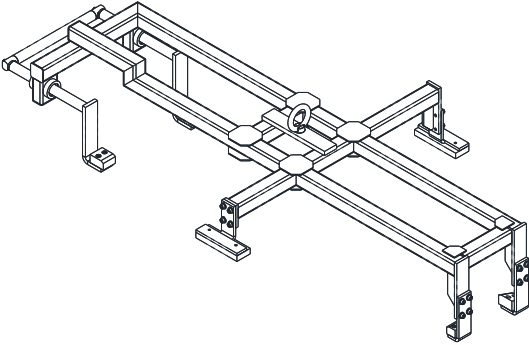
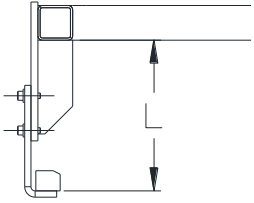
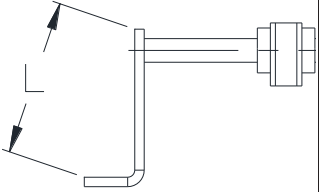
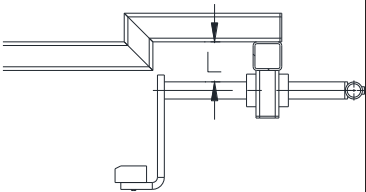
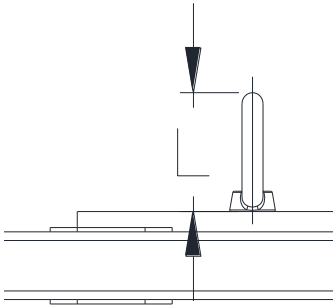
HOJE DE REGISTRO		Fecha:			
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL PISO DELANTERO					
					
Carga de prueba		kg		Observaciones:	
Peso del dispositivo		kg			
	DESCRIPCIÓN GRAFICA	MEDIDAS			DEFORMACIÓN
1		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L ₁			
		L ₂			
2		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L ₁			
		L ₂			
3		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L ₁			
		L ₂			
4		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			

Tabla 5. 4 Hoja de Registro del Dispositivo de Piso Posterior

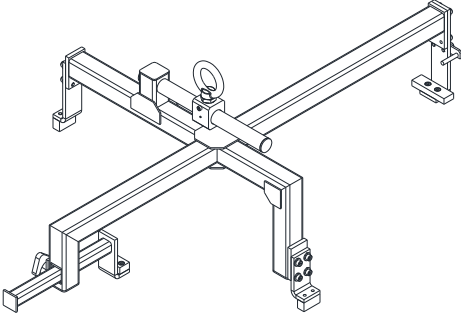
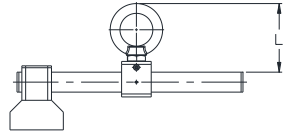
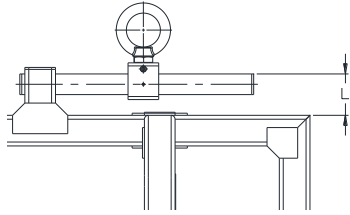
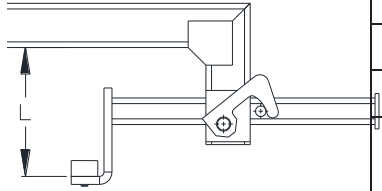
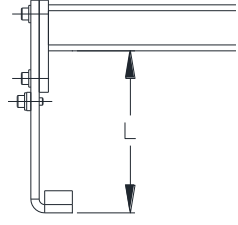
HOJE DE REGISTRO		Fecha:			
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL PISO POSTERIOR					
					
Carga de prueba		kg		Observaciones:	
Peso del dispositivo		kg			
1	DESCRIPCIÓN GRAFICA	MEDIDAS			DEFORMACIÓN
		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			
2	DESCRIPCIÓN GRAFICA	MEDIDAS			DEFORMACIÓN
		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			
3	DESCRIPCIÓN GRAFICA	MEDIDAS			DEFORMACIÓN
		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			
4	DESCRIPCIÓN GRAFICA	MEDIDAS			DEFORMACIÓN
		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			

Tabla 5.5 Hoja de Registro del Dispositivo de Piso Posterior

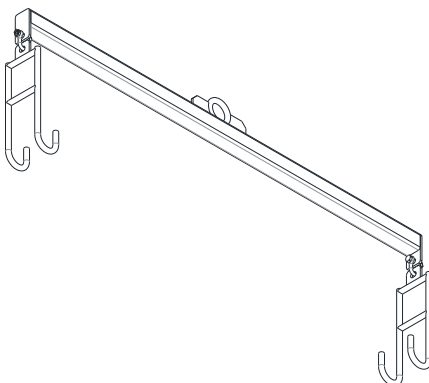
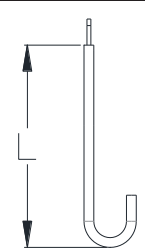
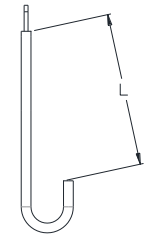
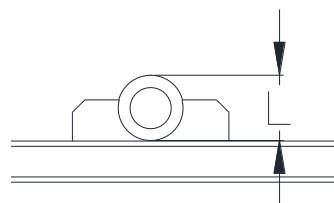
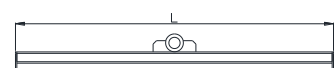
HOJE DE REGISTRO		Fecha:			
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL COMPARTIMENTO DE MOTOR					
					
Carga de prueba		kg		Observaciones:	
Peso del dispositivo		kg			
	DESCRIPCIÓN GRAFICA	MEDIDAS			DEFORMACIÓN
1		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L ₁			
		L ₂			
		L ₃			
		L ₄			
2		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L ₁			
		L ₂			
		L ₃			
		L ₄			
3		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			
4		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			

Tabla 5. 6 Hoja de Registro del Dispositivo de Lateral Total

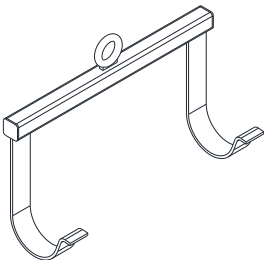
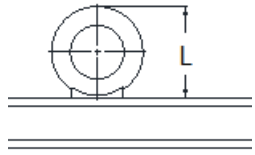
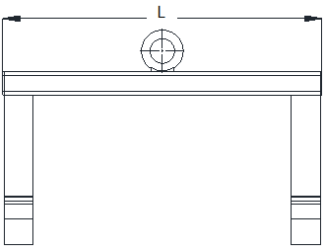
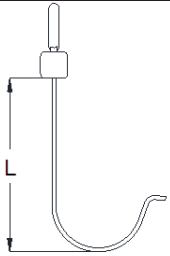
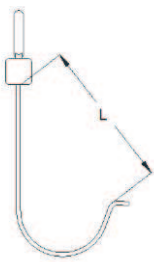
HOJE DE REGISTRO		Fecha:			
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL LATERAL TOTAL					
					
Carga de prueba		kg	Observaciones:		
Peso del dispositivo		kg			
	DESCRIPCIÓN GRAFICA	MEDIDAS		DEFORMACIÓN	
1		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L ₁			
		L ₂			
		L ₃			
		L ₄			
2		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L ₁			
		L ₂			
		L ₃			
		L ₄			
3		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			
4		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			

Tabla 5.7 Hoja de Registro del Dispositivo de Lateral Interior

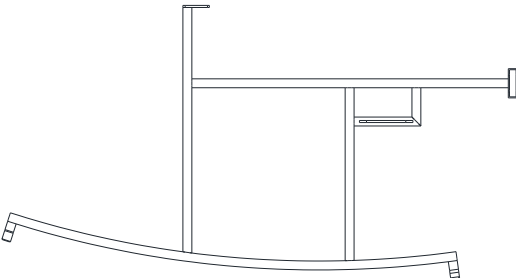
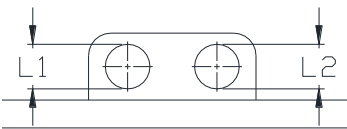
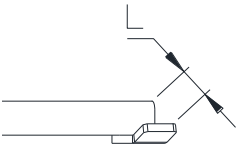
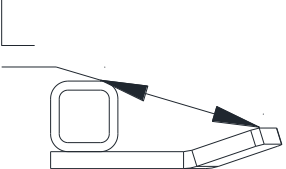
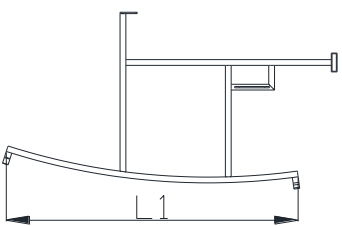
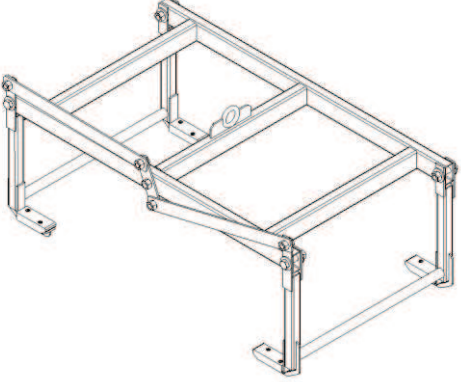
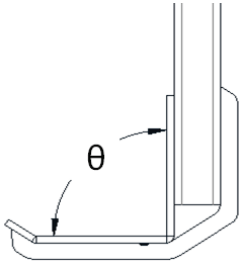
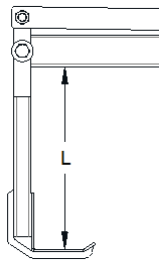
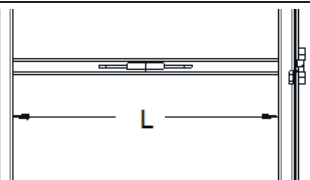
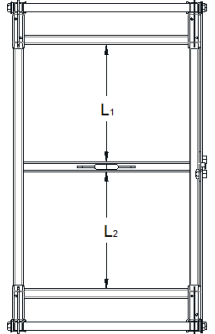
HOJE DE REGISTRO		Fecha:			
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DEL LATERAL INTERIOR					
					
Carga de prueba		kg		Observaciones:	
Peso del dispositivo		kg			
	DESCRIPCIÓN GRAFICA	MEDIDAS			DEFORMACIÓN
		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
1		L ₁			
		L ₂			
		L ₃			
		L ₄			
2		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L ₁			
		L ₂			
		L ₃			
3		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			
4		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L ₁			

Tabla 5. 8 Hoja de Registro del Dispositivo de Carrocería Final

HOJE DE REGISTRO		Fecha:			
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DE LA CARROCERÍA FINAL					
					
Carga de prueba		kg		Observaciones:	
Peso del dispositivo		kg			
	DESCRIPCIÓN GRAFICA	MEDIDAS			DEFORMACIÓN
1		Ángulo	Inicial	Final	Porcentaje
		θ_1			
		θ_2			
		θ_3			
		θ_4			
2		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L_1			
		L_2			
		L_3			
		L_4			
3		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L			
4		Longitud	Inicial	Final	Porcentaje
		L_1			
		L_2			

5.5.3.2. Validación de los Dispositivos Estructurales.

Luego de haber realizado las pruebas de sobrecarga y de no existir ninguna inconformidad, ni deformación, se procede a llenar un certificado de haber cumplimiento de las pruebas de sobrecarga.

Los resultados de las deformaciones en los dispositivos de elevación, se puede observar en el Anexo 9 .

5.5.4. METODOLOGÍA PARA REALIZAR LAS PRUEBAS CON SOBRECARGA EN LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN POR VACÍO.

En la metodología para realizar las pruebas con sobrecarga en los dispositivos de elevación por vacío, se debe tener en cuenta que por su bajo peso de prueba la estructura de este dispositivo, no va tener esfuerzos excesivos, ni deformaciones. Por tal motivo se debe tener principal interés en cómo reacciona los componentes neumáticos cuando son sometidos a una carga de prueba que es mayor a la de servicio, esto permite conocer si existen fugas o fallas en los sistemas de vacío o pérdidas de depresión.

5.5.4.1. Especificaciones de la Norma²⁰

Todo dispositivo de elevación por vacío nuevo, alterado, reparado o modificado deberán ser probados e inspeccionados antes de su uso inicial y los resultados de la inspección se documentarán para confirmar la capacidad de carga del dispositivo.

La capacidad de carga de prueba no debe pasar el 80% de la carga máxima sostenida durante la prueba, ni podrá exceder del 125% de la carga nominal del sistema, a menos que se recomienda por el fabricante o una persona calificada.

5.5.4.2. Procedimiento de la Prueba de Sobrecarga Para el Dispositivo de Elevación por Vacío

Antes de realizar las pruebas con sobrecarga se debe realizar un chequeo del sistema así como son:

²⁰ ASME B30.20; "Below the Hook Lifting Device"; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2003

- El funcionamiento correcto de todas partes neumáticas y sus controles.
- Que las líneas, juntas y conexiones de vacío no tengan fugas.

La prueba de sobrecarga en los dispositivos de elevación por vacío deberán abarcar los siguientes pasos como mínimo:

1. Instale las almohadillas a la carga de prueba designado.
2. Elevar la carga de prueba a una distancia mínima para asegurarse de que está apoyado por el aparato elevador por vacío.
3. Mantener la carga de prueba durante dos minutos, donde se realizará un control de fugas e inspecciones de desgaste en las almohadillas o componentes neumáticos.
4. Permanecer fuera de la carga suspendida.
5. Bajar y liberar la carga.

5.5.4.3. Inspección

Se debe realizar una inspección previa a la utilización del dispositivo de elevación,

Para este propósito se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- a. En los elementos estructurales se inspecciona las deformaciones, grietas y un desgaste excesivo en cualquier parte del elevador.
- b. La salida del generador de vacío.
- c. Las ventosas no deben tener cortes, roturas, exceso de desgaste y presencia de partículas extrañas.
- d. Se revisará las fugas en las líneas de vacío y conexiones; así como cortes, torceduras, y las zonas mangueras colapsadas.
- e. Se debe revisar el funcionamiento del medidor indicador del sistema de vacío.
- f. Por medio de la colocación de una superficie no porosa en las almohadillas o ventosas comprobar que el nivel de vacío no disminuya.

5.6. PRUEBAS CON SOBRECARGA E INSPECCIÓN EN ESLINGAS DE CADENA

5.6.1. METODOLOGÍA PARA REALIZAR LAS PRUEBAS CON SOBRECARGA E INSPECCIÓN EN LAS ESLINGAS DE CADENA.

5.6.1.1. Especificaciones de la Norma²¹

- Para la eslinga de cadena simple o múltiple, cada tramo será cargado a prueba, un mínimo de 2 veces la carga nominal.
- La carga de la prueba para los componentes conectados a las eslingas simples será de un mínimo de 2 veces la carga nominal.
- El eslabón maestro de enlace doble, eslingas de un solo cesto, y eslabones maestros de acoplamiento conectados a dos piernas y eslingas de cesta, serán probados con una carga mínima de 4 veces la carga nominal.
- El eslabón maestro para eslingas de herradura de triple y cuádruple, las piernas y eslingas cesta establecerá la de carga de prueba mínima de 6 veces la carga nominal del enganche de una sola pierna vertical.

5.6.2. DETERMINACIÓN DE CARGA DE PRUEBA PARA LAS ESLINGAS

Las cargas de prueba se encuentran en la tabla 5.9.

Tabla 5. 9 Carga de Prueba Para Eslingas

CARGA DE PRUEBA PARAL ESLINGAS		
DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN	CARGA DE PRUEBA	UNIDAD
Eslinga de piso posterior	55	Kg
Eslingas de lateral interior	60	Kg

En la figura 5.8 podemos observar la manera correcta de realizar las sobrecarga en las eslingas.

²¹ ASME B30.9; "SLINGS"; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2003



Figura 5. 8 Pruebas con Sobrecarga en Eslinga de Cadena

5.6.2.1. Procedimiento Para Realizar las Pruebas con Sobrecarga en Eslingas de Cadena

1. Se debe asegurar la eslinga de cadena de forma correcta a los soportes magnéticos una pierna a la vez, tomando todas las medidas de seguridad internas de GM-OBB.
2. Los soportes magnéticos deben estar alineados con las eslingas verticalmente, de tal manera que se pueda representar de manera más adecuada las fuerzas que intervienen en la eslinga.
3. Realizar una prueba de elevación para confirmar la estabilidad y el amarre de la carga de prueba, desde una posición de trabajo segura.
4. Las operaciones de elevación y descenso de las cargas se realizarán lentamente, en sentido vertical evitando paradas bruscas.
5. Levantar ligeramente la eslinga por medio del teclé manual y observar que el dinamómetro llegue al peso de prueba especificado para eslinga.
6. Al Llegar al peso de prueba especificado se procede a bajar la carga de prueba lentamente hasta llegar a la posición inicial para poder desenganchar.

7. Después de esta prueba el dispositivo deberá ser inspeccionados visualmente y cumplir con los criterios de aceptación.
8. Documentar en un informe los resultados de la inspección y prueba con sobrecarga.

5.6.2.2. Inspección

La persona designada debe realizar una inspección completa en busca de daños de forma periódica. Cada eslabón y cada componente deben examinarse de forma individual, cuidando de exponer y examinar todas las superficies, incluidas las superficies internas de los eslabones. La eslinga debe examinarse en busca de condiciones tales como las descritas en la norma ASME B30.9 (Criterios de retiro), y debe determinarse si constituyen un peligro.

5.6.2.3. Criterios de Retiro

- Las eslingas de cadena de aleación deben retirarse del servicio si existe alguna de las siguientes condiciones:
- Identificación de la eslinga faltante o ilegible
- Desgaste excesivo, muescas o hendiduras. El espesor mínimo de los eslabones de la cadena no debe ser inferior a los valores de la Tabla 5.10.
- Eslabones o componentes estirados.
- Eslabones o componentes doblados, retorcidos o deformados.
- Evidencia de daños causados por la temperatura.
- Picado o corrosión excesivos, fisuras o grietas.
- Incapacidad de la cadena o los componentes de articularse libremente.
- Salpicaduras de soldadura.
- Para los ganchos, los criterios de retiro se encuentran en la norma ASME B30.10.

- Para los accesorios de elevación, los criterios de retiro se encuentran en la norma ASME B30.26.
- Otras condiciones, que incluyen daños visibles que causen dudas respecto del uso continuado de la eslinga.

Tabla 5. 10 Espesores Mínimos Permitidos Para los Eslabones de Cadena en Cualquier Punto

Espesores mínimos permitidos para los eslabones de cadena en cualquier punto			
Tamaño nominal de cadena		Espesor mínimo	
(pulg.)	(mm)	(pulg.)	(mm)
7/32	5.5	0.189	4.80
9/32	7	0.239	6.07
5/16	8	0.273	6.93
3/8	10	0.342	8.69
1/2	13	0.443	11.26
5/8	16	0.546	13.87
3/4	20	0.687	17.45
7/8	22	0.750	19.05
1	26	0.887	22.53
1-1/4	32	1.091	27.71

5.6.2.4. Hoja de Registro de la Inspección

La hoja de registro nos ayuda a recoger los datos para la identificación del estado de las eslingas de la cadena. Esto se puede observar en la tabla 5.11 y el resultado final se lo puede observar en el ANEXO 9.

Tabla 5. 11 Hoja de Registro de Inspección “ESLINGAS”

HOJA DE REGISTRO			
EMPRESA:.....		UBICACIÓN:.....	
FECHA:.....		INSPECTOR:.....	
NUMERO DE RAMALES:.....			
INSPECCIÓN DE ESLINGA DE CADENA	SI	NO	Observaciones
El largo original de la eslinga de un ramal sobrepasa el 5%.			
Los ramales tienen longitudes desiguales.			
El largo original de la eslinga de un ramal no sobrepasa el 5%, pero un eslabón individual o un grupo de eslabones presentan signos de estiramiento con signos de ruptura.			
Los eslabones se traban en el punto o superficie de apoyo, por desgate en las zonas de unión. Eslabones bloqueados.			
El desgaste en cualquier punto de un eslabón de la cadena no sea menor a la especificada en la tabla 5.4			
Eslabones con mellas, grietas, ranuras, ralladuras o cortes profundos y extensos en una sola área del eslabón.			
Eslabones deformados, estirados o alargados y/o cerrados o estrechos.			
Eslabones torcidos o deformados.			
Eslabones con picaduras por corrosión.			
Eslabones con rebabas levantadas de soldaduras o con grietas en zonas de soldadura.			
Eslabones con mellas, estrías, muescas transversales, agudas, abolladuras, marcas y superficies.			
Eslabones con fracturas o fisuras.			
La eslinga de cadena, cuenta con placa de identificación.			
Las eslingas de cadena que no se están usando se mantienen en soportes, colgadas o apiladas y en orden.			

5.7. INSPECCIÓN EN LOS ACCESORIOS DE ELEVACIÓN

5.7.1. INSPECCION DE LOS ACCESORIOS DE ELEVACIÓN SEGÚN LA NORMA ASME B30.26

Los accesorios de izaje serán inspeccionados y deberán ser registrados por escrito. Los accesorios de elevación tienen que tener como consideraciones mínimas los siguientes criterios:

- Tiene que contar con un logotipo con la capacidad de carga nominal.
- No debe tener una reducción del 10% en la dimensión original del accesorio.
- No se permitirá accesorios de izaje doblados, retorcidos, distorsionados, elongados, fisurados, o componentes de carga quebrados.
- Se deben dar de baja los accesorios que contengan muescas, hendiduras, desgaste o corrosión excesiva.
- Indicios de temperatura excesiva, incluyendo salpicadura de soldadura, impactos o daños por chispas eléctricas, o evidencia de soldadura no autorizada.
- Pernos, tuercas, chavetas, anillas, que estén sueltos o faltantes u otro accesorio del tipo de seguro o retención.
- Componentes de reemplazo no autorizados u otras condiciones visibles que causen dudas con respecto a continuar usando la eslinga.

5.7.2. ACCESORIOS DE ELEVACIÓN UTILIZADOS EN LOS DISPOSITIVOS DE IZAJE

Los accesorios de elevación ya vienen previamente inspeccionados lo que se debe pedir es un certificado el cual garantice que el accesorio cumple con estándares internacionales.

5.7.3. GRILLETES: CRITERIOS DE INSPECCIÓN

Los grilletes deben ser retirados del servicio si el daño es visible y sólo serán devueltos para dar servicio cuando sea aprobado por una persona calificada.

Los grilletes serán retirados si cumple uno de los siguientes ítems:

- Falta ilegible del nombre o la marca comercial o identificación de carga nominal.
- Una indicación de daño por calor, incluyendo las salpicaduras de soldadura o golpes de arco.
- Por las picaduras o corrosión en exceso.
- Por doblado, torcido, estirado y alargado, agrietados o rotos importantes en los componentes.
- Estrías excesivas.
- una reducción del 10% de la dimensión original.
- Evidencia de la soldadura no autorizado.

5.7.4. CRITERIOS DE INSPECCIÓN DE LOS CÁNCAMOS DE ELEVACIÓN

Igual que el resto de accesorios de elevación los cáncamos se deben comprar con los respectivos certificados otorgados por el fabricante o proveedor.

Los cáncamos deberán cumplir con los siguientes ítems:

- Debe tener marcas de identificación legibles.
- No deben tener indicaciones de daño por calor, incluyendo las salpicaduras de soldadura arco.
- No debe tener picaduras o corrosión en exceso.
- No debe estar doblado, torcido, estirado y alargado, agrietados.
- No debe tener una reducción del 10% de la dimensión original, se lo puede comparar con el catálogo.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE COSTOS, SEGURIDAD Y MEDIO

AMBIENTE

El análisis de costos, tiene por objeto determinar el monto total necesario para desarrollar la certificación de los dispositivos de elevación y traslado. El análisis de los costos se lo realiza tomando en cuenta los costos directos y los costos indirectos que intervienen en la metodología.

6.1. COSTOS DIRECTOS

Son todos los rubros necesarios que están relacionados directamente con la certificación a los dispositivos de elevación y traslado, estos costos pueden ser:

- Mano de obra
- Equipos y materiales
- Normas aplicadas
- Transporte

6.1.1. MANO DE OBRA

Este rubro es directamente relacionado con los salarios que percibe el personal que de forma directa o indirecta que colaboran en la certificación de los dispositivos de elevación.

6.1.1.1. Costos de la Mano de Obra Para los Ensayos No Destructivos

Para los costos de mano de obra de los ensayos no destructivos, se debe tomar en cuenta que las sueldas de los dispositivos de elevación se encuentran con pintura por lo tanto se añade un costo de limpieza para la estructura.

Tabla 6. 1 Costo Mano de Obra Limpieza de Dispositivos

MANO DE OBRA LIMPIEZA DE DISPOSITIVOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO-HORA	T. HORAS	COSTO (USD)
OBREROS	2	1,73	16	55,36
SUBTOTAL A				55,36

Tabla 6. 2 Costo Mano de Obra para los END

MANO DE OBRA PARA LOS END				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO-HORA	T. HORAS	COSTO (USD)
Inspector en END	1	7,50	16	120,00
Ayudante	1	3,20	16	51,20
SUBTOTAL B				171,20

6.1.1.2. Mano de Obra Para Las Pruebas con Sobrecarga**Tabla 6. 3** Costo Mano de Obra para las Pruebas con Carga

MANO DE OBRA PARA LAS PRUEBAS CON CARGA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO-HORA	TOTAL HORAS	COSTO (USD)
Inspector	1	7,50	16	120,00
Ayudante	2	3,20	32	204,80
SUBTOTAL C				324,80

6.1.1.3. Total Mano de Obra para la Certificación de los Dispositivos de Elevación**Tabla 6. 4** Costo Total Mano de Obra

TOTAL MANO DE OBRA	
DESCRIPCIÓN	TOTAL (USD)
SUBTOTAL A	55,36
SUBTOTAL B	171,20
SUBTOTAL C	324,80
TOTAL	551,36

6.1.2. EQUIPOS Y MATERIALES

Para el análisis de los costos del equipo se toman en cuenta si se compra el equipo o se alquila, en nuestro caso el equipo para los ensayos no destructivos se alquila por horas y el equipo para la prueba con carga se comprará para posteriores usos.

6.1.2.1. Materiales y Equipo Para los Ensayos No Destructivos

Tabla 6. 5 Costo Materiales y Equipos Para la Limpieza

LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO (USD)
Grata	u	2	6,00	12,00
Moladora	u	1	200,00	200,00
Diluyente	Lt	2	1,00	2,00
SUBTOTAL A				214,00

Tabla 6. 6 Costo Materiales y Equipo Para los END

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO-HORA	HORAS	COSTO (USD)
Yugo electromagnético	1	u	1,53	16	24,48
Lámpara	1	u	0,25	16	4,00
SUBTOTAL B					28,48
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (USD)	
Limpiador	1	u	45,00	45,00	
Brocha	1	u	2,00	2,00	
Partículas Magnéticas	1	u	50,00	50,00	
SUBTOTAL C					97,00
SUBTOTAL B+C					125,48

6.1.2.2. Materiales y Equipos Para las Pruebas con Sobrecarga

Tabla 6. 7 Costo de Materiales y Equipo Para las Pruebas con Sobrecarga

EQUIPOS Y MATERIALES PARA LAS PRUEBAS CON SOBRECARGA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (USD)
Dinamómetro	u	1	265,00	265,00
Dispositivos de elevación magnéticos	u	2	550,00	1100,00
Cadenas de sujeción	m	6	35,00	210,00
Calibrador	u	1	11,00	11,00
Escuadras de medición	u	1	30,00	30,00
SUBTOTAL D				1616,00

6.1.2.3. Costo Total de Materiales y Equipo**Tabla 6. 8** Costo Total de la Certificación de los dispositivos de elevación

TOTAL MATERIALES Y EQUIPOS	
DESCRIPCIÓN	TOTAL (USD)
SUBTOTAL A	214,00
SUBTOTAL B +C	125,48
SUBTOTAL D	1616,00
TOTAL	1944,48

6.1.3. COSTO DE NORMAS APLICADAS A LA CERTIFICACIÓN**Tabla 6. 9** Costo de Normas Aplicadas

COSTO NORMAS APLICADAS			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
ASME 30.20	u	1	69,00
ASME 30.26	u	1	54,00
ASEM 30.9	u	1	85,00
ASME 30.10	u	1	58,00
TOTAL			266,00

FUENTE: <http://www.asme.org/products/codes>**6.1.4. TRASPORTE**

Este rubro depende si la certificación se va a realiza dentro de la fábrica o se requiere trasladar a la empresa que va a realizar la certificación, este caso último se debe destinar un valor de flete.

6.1.5. COSTO DIRECTO TOTAL

Tabla 6. 10 Costo Directo Total

COSTO DIRECTO TOTAL	
DESCRIPCIÓN	COSTO (USD)
TOTAL MANO DE OBRA	551,36
TOTAL EQUIPO Y MATERIALES	1944,48
TOTAL NORMAS	266,00
TOTAL	2761,84

6.2. COSTOS INDIRECTOS

Son los costos que a pesar de no ser requeridos para la metodología para la certificación, sin estos no se podrían llevar a cabo el procedimiento.

6.2.1. COSTOS DE INGENIERÍA

Corresponde al costo debido al tiempo que se ha dedicado seleccionar e indicar los procedimientos y la coordinación, para la certificación de los dispositivos de elevación, por lo tanto se establece 800 dólares para un ingeniero designado.

Este ingeniero tiene como responsabilidad el estudio de normas, planificación del trabajo, supervisar e instruir al personal que realiza la certificación.

6.2.2. GASTOS DE REPARACIÓN

Se relaciona principalmente con los gastos de reparación al aparecer una no conformidad en los dispositivos de elevación y traslado dentro de la metodología de certificación se asignará el 10% de los costos directos.

6.2.3. COSTO INDIRECTO TOTAL

Tabla 6. 11 Costo Indirecto Total

COSTOS INDIRECTOS	
COSTO	VALOR (USD)
INGENIERÍA	800,00
REPARACIÓN	276,00
TOTAL	1076,00

6.3. COSTO TOTAL DE LA CERTIFICACIÓN

Resulta de la adición de los costos directos con los costos indirectos, estos valores se observan en la Tabla 6.12, la cual da un valor aproximado del costo de la certificación de los dispositivos de elevación y traslado.

Tabla 6. 12 Costo Total de la Certificación de los dispositivos de elevación

COSTO DE LA CERTIFICACIÓN	
COSTO	VALOR (USD)
COSTO DIRECTO	2761,84
COSTO INDIRECTO	1076,00
TOTAL	3837,84

6.4. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

La manipulación manual de cargas con dispositivos de elevación, es una tarea bastante frecuente en muchos sectores de la industria. En el caso de GM-OBB se debe tener en cuenta que la manipulación de los dispositivos de izaje hay que establecer las condiciones y procedimientos de seguridad para evitar riesgos de trabajo, ocasionados por el manejo de materiales en forma manual y mediante el uso de dispositivos de elevación.

6.4.1. RESPONSABILIDAD DEL EMPLEADOR

- Informar a los trabajadores de los riesgos potenciales a que se enfrentan por el manejo de materiales.
- Dotar a los trabajadores del equipo de protección personal específico.
- Mantener las áreas de trabajo libres de obstáculos y los suelos limpios.

6.4.2. PROCEDIMIENTO SEGURO PARA LA MANIPULACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS DE ELEVACIÓN EN LA CELDA DE SGM-308.

- El personal que manipula las cargas debe contar con el equipo de protección personal adecuado, se lo puede observar en la figura 6.1.



Figura 6. 1 Equipo de Protección Personal

- Se debe manipular los dispositivos de forma lenta por el motivo que pueden golpear las torres de las matrices de soldadura, en donde se encuentra el panel metálico a ser elevado.
- Se debe colocar los ganchos de seguridad para poder elevar la carga.
- La carga se debe levantar de forma lenta y segura para evitar golpes y accidentes.
- Al trasportar la carga se debe evitar movimientos bruscos para que la carga permanezca estable.
- No colocarse debajo de la carga ya que esta podría desprenderse.
- Liberar la carga en el lugar designado.

- Al tratarse de maniobras de elevación, éstas exigen estar perfectamente estudiadas y planificadas, y deben ser efectuadas bajo la responsabilidad de personal competente.
- Los dispositivos de seguridad deben estar pintados con colores claros para poder identificarlos fácilmente dentro de la celda de trabajo.



Figura 6. 2 Manejo Seguro de Cargas

6.4.3. ESTABILIDAD DE LA CARGA

La estabilidad del equipo puede ser una causa determinante de la caída de cargas. Por ello, tanto el operador como la persona que realiza la operación de izaje de la carga, deben conocer los requerimientos de estabilidad del equipo, las características del entorno donde se ubica y en caso de anomalías, comunicar a las personal de seguridad industrial.

Para asegurar una estabilidad suficiente, tenga en cuenta las siguientes medidas:

- Asegúrese de que la carga este bien sostenida y que los seguros estén en su posición asignada.
- Realice la elevación y descenso de las cargas lentamente, evitando arrancadas y paradas bruscas, así como tiros oblicuos ya que esto puede dañar los accesorios y los dispositivos de freno del polipasto.

6.4.4. PRECAUCIÓN AL MOMENTO DE MANIPULAR LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS DE ELEVACIÓN.

- Nunca modifique los dispositivos de elevación y traslado a menos que el personal capacitado haya analizado y autorizado la modificación.
- Nunca intente realizar reparaciones como soldar en los dispositivos y eslingas sin la autorización del departamento de ingeniería o personal de mantenimiento capacitado.
- No permita que ninguna persona sin entrenamiento manipule los dispositivos.
- Nunca levante más que la carga máxima de trabajo indicada en los dispositivos de elevación. Los choques o la colisión accidental de la carga con objetos pueden provocar cargas excesivas.
- Nunca quite los pestillos de seguridad del gancho que sujetan a las estructuras de los dispositivos.
- Nunca bloquee, ajuste o quite los interruptores limitadores o los topes para lograr distancias de movimiento.
- No toque los componentes en movimiento.
- No opere el equipo si su estado físico no lo permite.
- Nunca use los dispositivos cuando su estado sea malo.
- Nunca utilice elementos de elevación sospechosas o cuyo origen sea desconocido.
- Nunca haga oscilar la carga de manera intencional.
- No someta a los dispositivos y elementos de elevación a cargas de impacto.
- Nunca utilice el gancho en otra posición que no sea vertical.
- Nunca distraiga al manipulador de la carga mientras opera el dispositivo.
- Nunca deje colgando una carga suspendida.

- No exponga los dispositivos de elevación y elementos a una atmósfera inadecuada.

6.4.5. CONSEJOS SOBRE EL USO CORRECTO DE LOS ELEMENTOS DE ELEVACIÓN.

6.4.5.1. Uso Correcto de Eslingas

- Al depositar la carga, procure no aplastar la eslinga contra el suelo, colocando soportes o depositando la misma en lugar adecuado que permita un fácil acceso a la misma.
- No arrastre ni deje caer la cadena contra el suelo, ya que son sensibles a los golpes. Así evitará además, el contacto con productos químicos o escorias.
- Las eslingas deben tener las características adecuadas para el tipo de carga, enganche y el medio ambiente donde serán ocupados.
- El peso de la carga debe estar dentro de la carga nominal de la eslinga.
- Eslingas de cadena no se puede acortar o alargar con un nudo, retorciendo, u otros métodos no aprobados por el fabricante de la eslinga.
- Las eslingas que parezcan estar dañadas no se utilizarán a menos que se inspeccionan y se acepta como utilizable de acuerdo con los requisitos de inspección indicados anteriormente.
- Esquinas agudas en contacto con la eslinga de cadena se rellena con material suficientemente resistente para minimizar el daño a la eslinga.
- El personal debe mantenerse alejado de la carga suspendida.
- Las eslingas no debe ser retirado de debajo de una carga cuando la carga está descansando sobre el gancho.
- Las eslingas deben ser almacenados en un área donde no se sujete a daños mecánicos, la acción corrosiva, la humedad, el calor extremo, o se doble.

- Las piernas de la eslinga (ramas) debe contener o soportar la carga para que la carga se mantiene bajo control.
- La eslingas de cadena deberán ser seleccionados con ángulos específicos que se dan en la figura 6.3. Operación en otros ángulos se limitará a las cargas nominales del ángulo inferior siguiente en la tabla o calculado trigonométricamente a fin de no introducir en la pierna (rama) en sí misma una carga de trabajo en tracción directa mayor que la permitida.
- Las eslingas no debe ser arrastrado sobre el suelo o sobre una superficie abrasiva.
- Cuando se utiliza en un acuerdo de enganche gargantilla, eslingas deberán ser seleccionados para evitar que la carga desarrollada en cualquier parte de la eslinga no exceda la capacidad nominal de los componentes de la cadena.

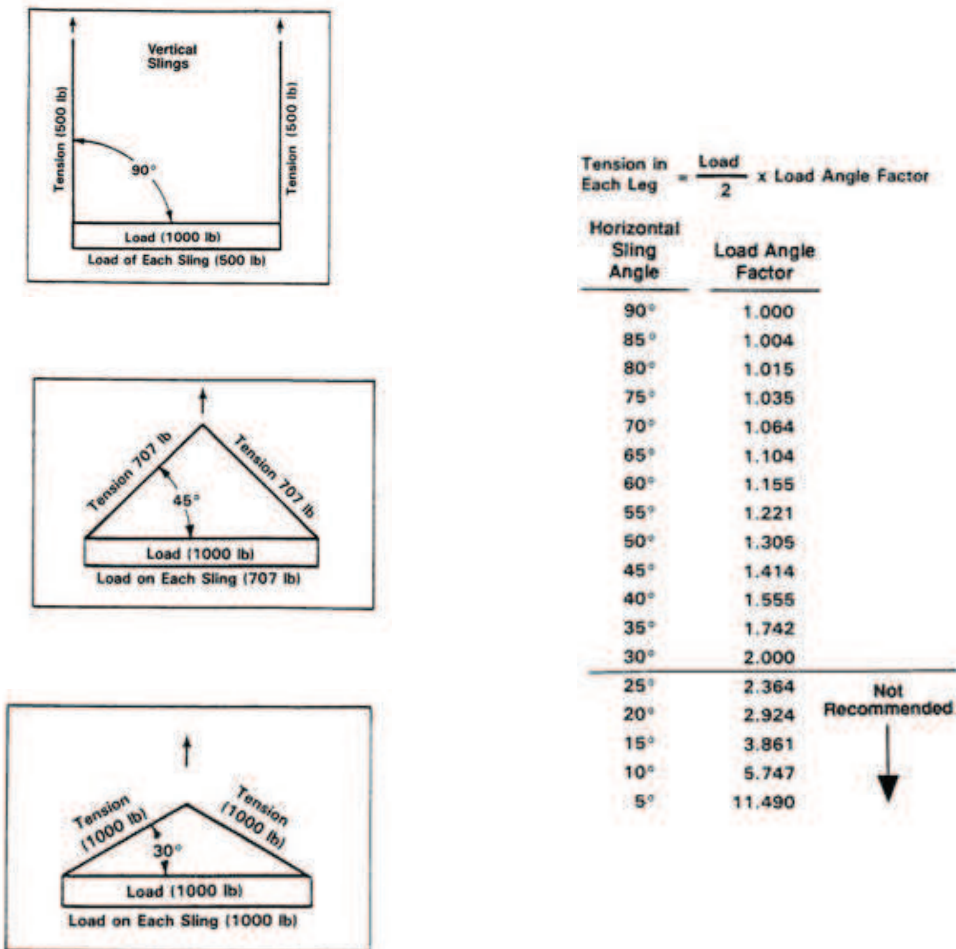


Figura 6.3 Factor de Carga Según el Ángulo de la Eslinga

6.4.5.2. Selección de Grilletes

Los grilletes deben ser bien seleccionados tomando en cuenta sus características y aplicaciones a continuación describiremos algunos tipos de grilletes más utilizados:

- Grilletes de Perno Redondo pueden utilizarse en aplicaciones de fijación, suspensión o aplicaciones de izaje donde la carga está estrictamente aplicada en línea recta, estos grilletes se pueden observar en la figura 6.4.

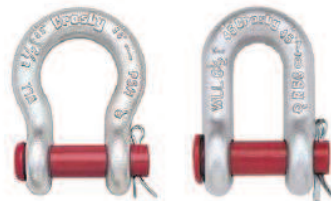


Figura 6. 4 Grilletes de Perno Redondo

- Grilletes de Perno Roscado pueden ser utilizados en las mismas aplicaciones en donde se utilizan el perno redondo. Además, los grilletes de perno roscados pueden utilizarse en aplicaciones de carga lateral. Se requiere disminuir el límite de carga para aplicaciones de carga laterales. Mientras estén en el servicio, no permita que el perno roscado sea girado, como en las de aplicaciones de enganches corredizos, estos grilletes se pueden observar en la figura 6.5.



Figura 6. 5 Grilletes de Perno Roscado

- Grilletes de Perno y Tuerca pueden utilizarse en aplicaciones donde el perno redondo o roscado se utilizan. Además, se recomiendan para instalaciones permanentes o de largo tiempo y donde la carga se puede deslizar sobre el perno del grillete causando que el perno gire, estos grilletes se pueden observar en la figura 6.6.

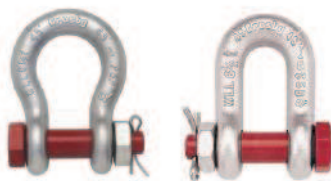


Figura 6.6 Grilletes de Perno y Tuerca

6.4.5.3. Uso Correcto de Grilletes

- Al aplicar una carga no lineal a los grilletes como se muestra en la figura 6.7, su carga límite de trabajo disminuye.

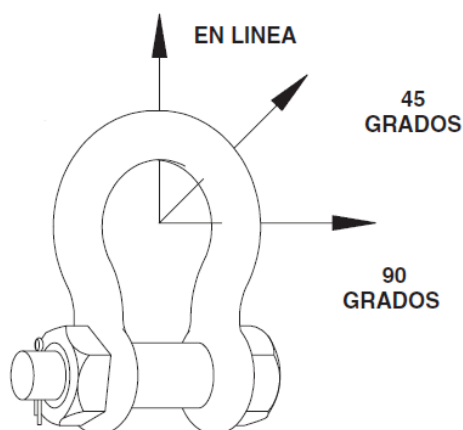


Figura 6.7 Ángulos de Cargas Laterales

Tabla 6.13 Reducción de Cargas Laterales en Grilletes

Reducción de Cargas Laterales para Grilletes de Pernos Roscados de perno y Tuerca	
Angulo de la carga lateral	Límite de carga ajustado
0° Carga Lineal	100% del límite de carga
45° Carga Lineal	70% del límite de carga
90° Carga Lineal	50% del límite de carga

- Antes de utilizar un grillete compruebe que el pasador y el cuerpo del mismo no presentan grietas o deformaciones.
- Un posicionamiento incorrecto del pasador, por estar doblado como se muestra en la figura 6.8, o por una mala alineación de los agujeros o por el

roscado si este es de menor paso, puede resultar inseguro. En estos casos, sustituya el grillete.



Figura 6. 8 Pasador de Grillete Doblado

- Cuando existan holguras en los elementos de suspensión en la zona del pasador.
- Evite que el grillete trabaje inclinado como se muestra en la figura 6.9.

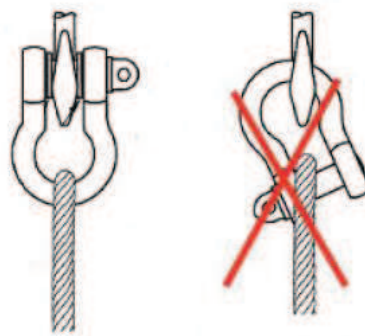


Figura 6. 9 Ángulos de Cargas Laterales

- No sujetar el grillete directamente del elemento de elevación por el cuerpo u horquilla del mismo como se indica en la figura 6.10.

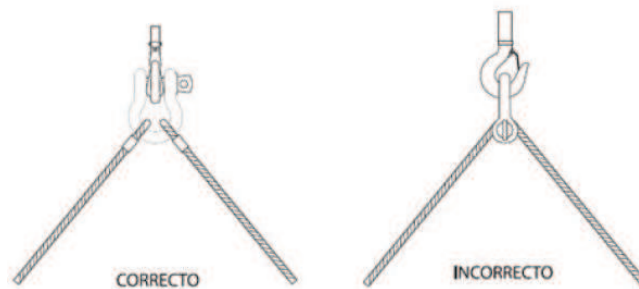


Figura 6. 10 Sujeción del Grillete

- Cuando utilice grilletes con eslingas de varios ramales, tenga en cuenta el efecto del ángulo entre los ramales de la eslinga ya que cuanto más se abra el ángulo, más aumentará la carga en el grillete y como se muestra en la figura 6.11.

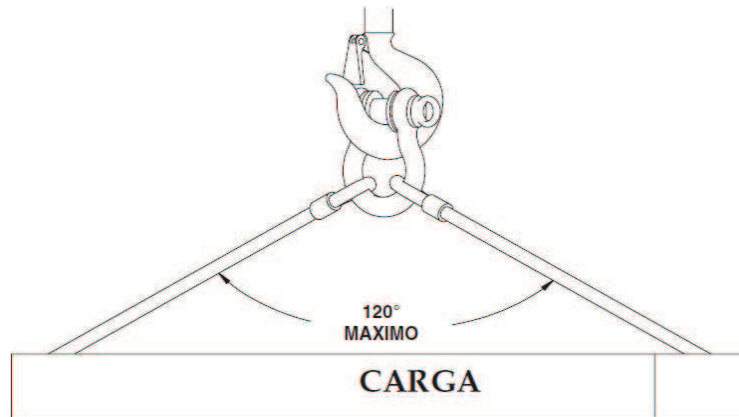
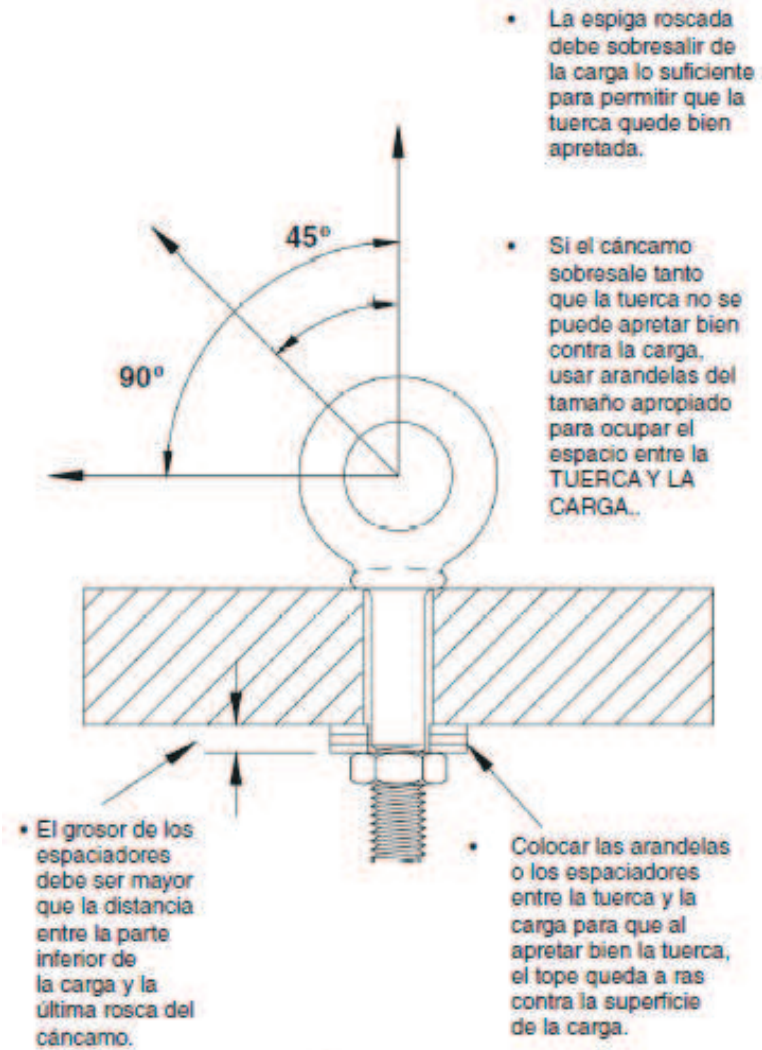


Figura 6. 11 Ángulos de Grillete con Ramales

- No modifique ni trate térmicamente el grillete. Tampoco proceda a galvanizarlo o recubrirlo sin autorización del fabricante.
- No se deben cargar a los grilletes de perno redondo lateralmente.

6.4.5.4. Uso Correcto de Cáncamos de Elevación

- Siempre inspeccionar el cáncamo antes de usarlo.
- Nunca usar cáncamos que muestren signos de desgaste o daño.
- Nunca usar cáncamos si el ojo o la espiga están doblados o estirados.
- Nunca maquinar, esmerilar, ni cortar el cáncamo.
- Nunca exceder los límites de carga especificados por el fabricante.
- Usar siempre cáncamos con tuerca y tope para izajes angulares.
- Nunca cortar el cáncamo para asentar el tope en la carga
- Para elevaciones donde el cáncamo trabaje con cargas angulares, tener en cuenta la figura 6.12.



Dirección de tracción desde la vertical	Eficiencia Resultante
45 grados	30% de la carga de trabajo
90 grados	25% de la carga de trabajo

Figura 6. 12 Factor de Carga Según el Ángulo de la Eslinga

- Para la instalación de un cábalo debemos tener en cuenta las siguientes recomendaciones que se observan en la figura 6.13.

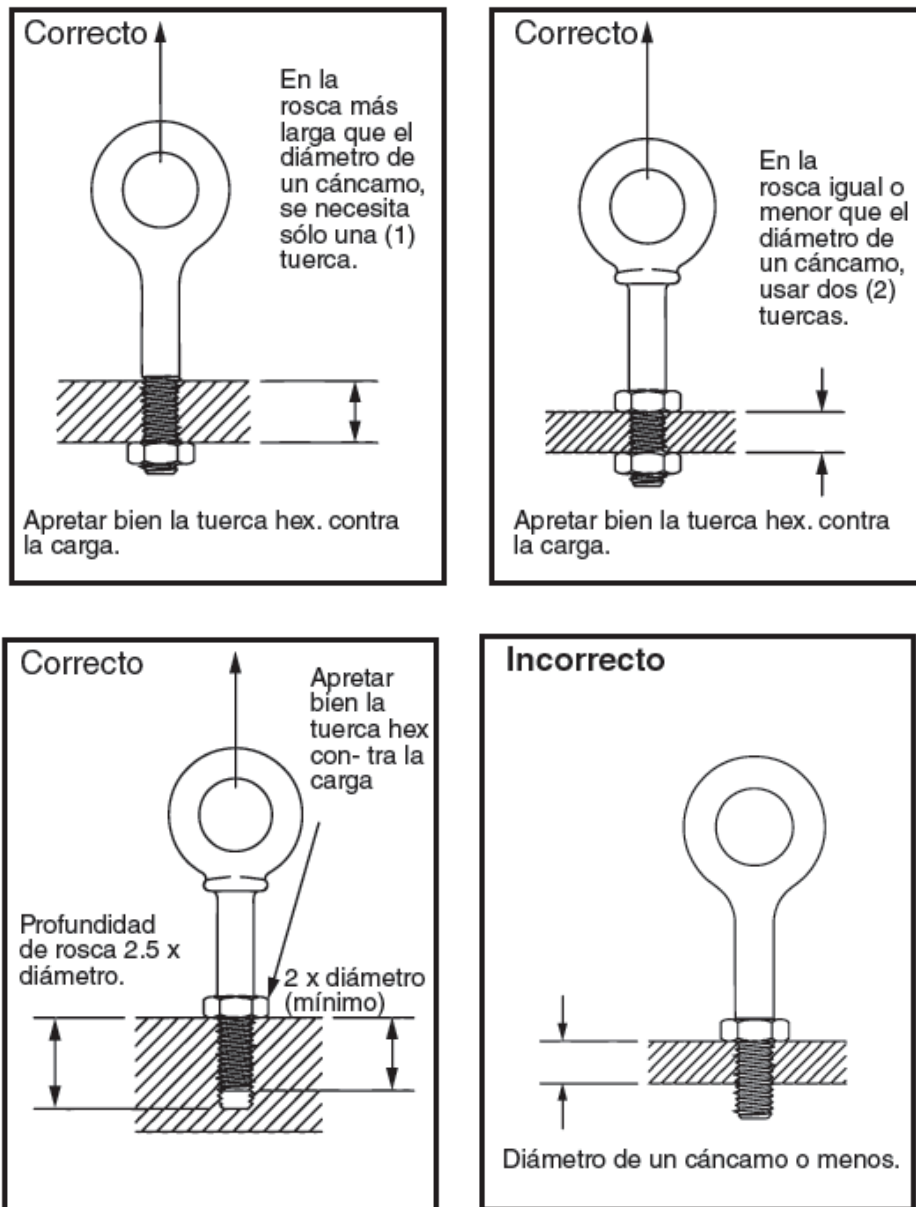


Figura 6. 13 Factor de Carga Según el Ángulo de la Eslinga

- Alejarse siempre de la carga.
- Izar siempre la carga con movimiento constante y parejo no a tirones
- Aplicar siempre la carga al cáncamo en el plano del ojo.
- Nunca exceder la capacidad del cáncamo.

6.4.5.5. Uso correcto de Ganchos

- Todos los ganchos deberán contar con un pestillo de seguridad siempre por dentro del mismo para evitar la salida del sistema de eslingado.
- Inspeccionar siempre el gancho y el seguro antes de usarlos.
- Nunca usar un seguro deformado o doblado.
- Asegurarse siempre de que el resorte empuje el seguro contra la punta del gancho.
- Asegurarse siempre de que el gancho soporta la carga. El seguro nunca debe soportar la carga como se muestra en la figura 6.14.

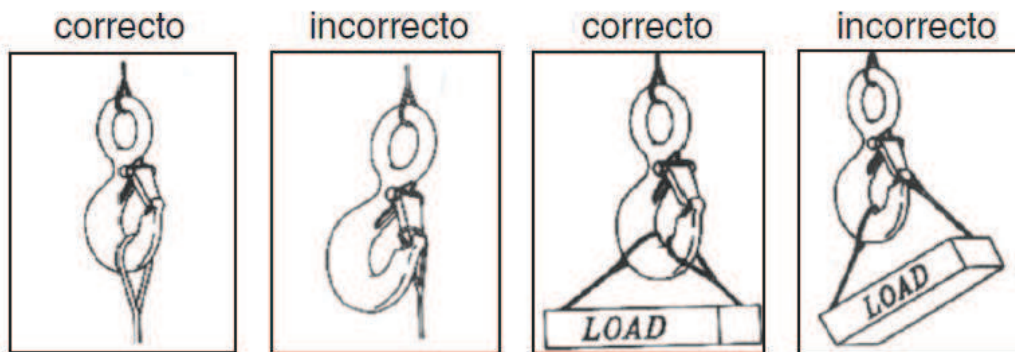


Figura 6. 14 Uso Correcto de Gachos

- Los seguros son para retener eslingas o accesorios sueltos en condiciones en que el cable está flojo.
- Los seguros no son accesorios para evitar que las eslingas se atasquen.
- Nunca utilice un gancho cuya garganta ha sido aumentada o cuya punta se ha curvado más de 10 grados fuera del plano del cuerpo del gancho, o que esté distorsionada o doblada en cualquier otro sentido.
- Nunca repare, altere, haga de nuevo o reforme un gancho por soldadura mediante calentamiento, fusión o doblado.

- Nunca cargue un gancho en forma lateral o dorsal ni la punta de éste (La carga lateral, dorsal y de la punta son condiciones que dañan y reducen la capacidad del gancho).
- Los ganchos de ojo, de espiga y giratorios pueden usarse con cable o cadena. La eficiencia del ensamble puede disminuir si se usa material sintético.

6.4.6. VERIFICACIONES ANTES DEL USO DE LOS DISPOSITIVOS

- Manipule los dispositivos verificando su correcto funcionamiento.
- Asegúrese de que la estructura que sujeta la carga sea rígida.
- Asegúrese de que se respeten las normas de seguridad.
- Asegúrese de que la carga esté equilibrada antes de moverla. Evite levantar cargas de un solo punto de carga. Use los accesorios apropiados.
- Cuando mueva la carga, asegúrese de que está lo suficientemente elevada para no tocar máquinas u otros objetos circundantes.
- Se deberán conocer bien las instrucciones de prevención que se deben llevar a cabo en las diferentes operaciones.
- Evite balancear la carga o el gancho cuando use un trole de desplazamiento.
- Use el material en condiciones normales de trabajo (*temperatura ambiente, atmósfera*).
- Notifique a las personas que sea necesario después de una operación peligrosa o si el polipasto parece tener problemas (ruido anormal, comportamiento anormal).

6.4.7. MARCACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN Y TRASLADO

La marcación de los dispositivos es un requerimiento de la norma en la cual se debe tener en cuenta de visualizar la capacidad nominal de cada dispositivo de elevación, estas deberán ser colocadas en la estructura principal, donde sea visible y legible. Si el dispositivo de elevación consta de varios elementos, cada

uno deberá ser marcado con su capacidad nominal, la etiqueta con su nombre, o de otro tipo marcador permanente se fijará visualizar los datos siguientes.

- Nombre del fabricante (contratista nombre, si el sitio fabricados).
- Peso del dispositivo de levantamiento (si es mayor de 100 libras).
- Número de serie (si es aplicable).
- Capacidad nominal.

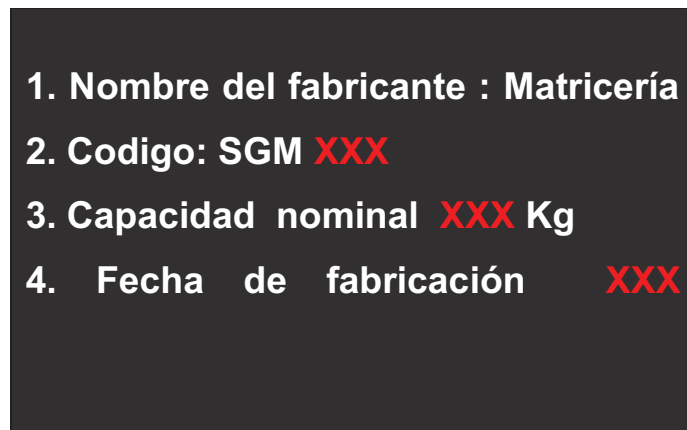


Figura 6.15 Marcación de Dispositivos de Elevación

6.5. MEDIO AMBIENTALES

6.5.1. EFECTOS AMBIENTALE EN ESLINGAS

La exposición a temperaturas excesivamente altas o bajas o a entornos químicamente activos, tales como ácidos o líquidos o vapores corrosivos puede reducir el desempeño de la cadena y sus componentes.

Las temperaturas extremas reducen el desempeño de las eslingas de cadena de acero de aleación.

La temperatura normal de operación es de -40°F a 400°F (-40°C a 204°C).

Consulte la tabla de exposición a la temperatura para determinar la reducción causada por la operación a temperatura elevada y posterior a la exposición. (Consulte en la anexo 5 los datos para cadenas de Grado 80 y en la Tabla 2 para los datos para cadenas de Grado 100).

Los entornos químicamente activos tienen efectos negativos sobre el desempeño de la cadena. Los efectos pueden ser tanto una pérdida visible de material como una degradación no observable.

6.5.2. EFECTOS AMBIENTALES EN GRILLETES

- En el caso de usar grilletes a temperaturas extremas, fuera del intervalo de temperatura de - 20° a +200°C, compruebe las especificaciones del fabricante.
- En presencia de materiales corrosivos o metales en fusión, puede ser necesario reducir la carga de elevación del grillete.
- Almacene los accesorios y útiles de elevación en soportes en lugares secos y ventilados, que garanticen su buen estado evitando, en todo momento, dejarlos en el suelo.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Mediante esta metodología se puede garantizar que los dispositivos de elevación y traslado cumplen con normas y estándares internacionales.
- La certificación de los dispositivos de elevación y traslado permiten obtener equipos confiables y seguros para la manipulación de los paneles metálicos.
- Las normas delimitan las especificaciones y criterios que se siguen en las pruebas con carga; así como en los ensayos no destructivos, con el fin de garantizar que los dispositivos satisfagan y reúnan estándares de calidad.
- La identificación de las zonas críticas obtenidas mediante el análisis por elementos finitos ayudará al personal de mantenimiento a minimizar las zonas a ser inspeccionadas de cada uno de los dispositivos de elevación
- La determinación de los lugares de inspección de los ensayos no destructivos (END) se disminuyen, mediante el análisis de elementos finitos ya que permiten determinar las zonas críticas en los dispositivos y otras que no soportan ninguna deformación.
- La inspección visual se debe realizar en todos los dispositivos de elevación y traslado durante el proceso de construcción.
- Se concluye que la implementación de este proyecto de certificación de los dispositivos de izaje es un requisito indispensable para garantizar la seguridad de los trabajadores dentro de la producción de vehículos.
- Es importante mantener personal de soldadura calificado y capacitado, para realizar las reparaciones de los dispositivos de elevación.
- Al comprar los elementos de elevación se debe pedir los certificados correspondientes al fabricante directamente o al proveedor que lo venda.
- Nos se debe colocar elementos de elevación sin saber su procedencia.

- Las pruebas con sobrecarga se debe documentar de tal motivo de tener un respaldo a futuro.
- Las pruebas con carga se deben realizar con procedimientos seguros de trabajo.
- Los entornos químicamente activos tienen efectos negativos sobre el desempeño de la cadena. Los efectos pueden ser tanto una pérdida visible de material como una degradación no observable.

7.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para realizar la metodología se debe contar con personal calificado con el fin de garantiza la certificación.
- Al realizar el procedimiento de pruebas con carga y ensayos no destructivos, se recomienda tomar todas las medidas de seguridad y realizar una charla, en la que se indique el trabajo a realizar y los riesgos que implica, con el fin de prevenir accidentes o incidentes laborales.
- Se recomienda que al momento de comprar los accesorios de elevación, se debe pedir los certificados que garanticen su correcto funcionamiento.
- Se recomienda que para realizar la prueba con carga se aplique la fuerza con tecla manual por el motivo de que un tecla eléctrico puede sobrecargar el dispositivo.
- Se recomienda realizar un programa de mantenimiento preventivo en los dispositivos de elevación y traslado; para así no interferir con la producción del vehículo SGM-308.
- Se recomienda realizar la metodología de certificación de los dispositivos de elevación, para los sistemas de izaje de los demás modelos de vehículos.
- Se recomienda realizar una especificación del proceso de soldadura (WPS) para la fabricación y mantenimiento de los dispositivos de elevación y traslado.
- Se recomienda realizar el procedimiento de inspección de los elementos y dispositivo de elevación por lo menos una vez al año, como una práctica de seguridad.

- Se recomienda colocar seguros mecánicos en el dispositivo de elevación por vacío, ya que los sistemas neumáticos pueden fallar y se contaría con una sujeción mecánica extra.
- Cuando se realiza un análisis de costos se debe tener en cuenta que no son exactos, ya que existen varios proveedores que poseen precios diferentes para el mismo trabajo.
- Poner periodos de inspección
- La certificación de los equipos de tiene un alcance de 5 años, después de este plazo se recomienda realizar una nueva certificación.
- Se recomienda pintar zonas críticas en los dispositivos de elevación para revisiones periódicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL; Ómnibus BB Transportes S.A.
2. TIMOSHENKO ; “Resistencia de Materiales”; Thomson; México; 5^{ta} Edición 2002
3. AWS D1.1/D1.1M; “Structural Welding Code”; American Welding Society; 20va. Edición; Estados Unidos; 2006
4. ASME B30.20; “Below the Hook Lifting Device”; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2003
5. ASME B30.9; “SLINGS”; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2003
6. ASME B30.26; “RIGGING HARDWARE”; American Society of Mechanical Engineers; Estados Unidos; 2004
7. Amparo Villacís , Diego Villalba; “Determinación de los Sitios de Inspección Mediante Elementos Finitos, Elaboración de la Inspección con Ensayos no Destructivos y Determinación del Procedimiento para la Certificación de los Silos de la Empresa BJ Services Ecuador”; Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico; EPN; Ecuador; 2011
8. Wilian Acosta, Edwin Salazar; “Optimización De Procedimientos De Inspección Para Tuberías De Perforación (Drill Pipe),Tubería De Producción (Tubing) Y Tubería De Revestimiento (Casing) De Pozos Petroleros Utilizando Ensayos No Destructivo”; Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico; ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL; Ecuador; 2007
9. <http://careers.gm.com/careers-worldwide/south-america/ecuador.html>
10. <http://www.thecrosbygroup.com>
11. <http://help.solidworks.com/2010/spanish/http://help.solidworks.com/2010/spanish/solidworks>
12. <http://es.scribd.com/doc/36945080/ASTME165>
13. <http://www.KHTrackSystem.com>.assembly and Installation Manual

ANEXOS