

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

UNIDAD DE TITULACIÓN

**DISEÑO DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN
DE MATERIALES (MRP) EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA.
CASO DE ESTUDIO: EMPRESA SEDEMI**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MENCIÓN OPERACIONES
EN SECTORES ESTRATÉGICOS**

ALEXANDER FABIAN LOYA RIVERA

alexander.loya@epn.edu.ec

Director: Msc. Victor Hipólito Pumisacho Alvaro

victor.pumisacho@epn.edu.ec

2020

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Como director del trabajo de titulación DISEÑO DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MATERIALES (MRP) EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA. CASO DE ESTUDIO: EMPRESA SEDEMI desarrollado por Alexander Fabián Loya Rivera, estudiante de la Maestría en Administración de Empresas Mención Operaciones en Sectores Estratégicos, habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la Defensa oral.

Msc. Victor Hipólito Pumisacho Álvaro

DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Alexander Fabián Loya Rivera, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alexander Fabián Loya Rivera

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por culminar esta etapa de mi vida profesional, a mi madre Victoria por ser la luz que guía mi camino en los retos personales y profesionales. A mi esposa Maria Eugenia por ser el apoyo incondicional para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Alexander

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos sinceros a la empresa SEDEMI, en especial al Ing. Santiago Proaño, Gerente de Producción, por sus directrices y cooperación a la ejecución del presente trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial al Ing. Víctor Pumisacho, docente de la Facultad de Ciencias Administrativas de la EPN por su dirección al presente trabajo de investigación.

Alexander

INDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABLAS	III
LISTA DE ANEXOS	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	3
1.2. OBJETIVO GENERAL	3
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS O ALCANCE	3
1.5. MARCO TEÓRICO	4
1.5.1. Planificación y Control de la Producción.....	4
1.5.1.1. Planificación del Programa Maestro de Producción	7
1.5.1.2. Planificación de la Capacidad.....	8
1.5.1.3. Planificación de Requerimientos de Capacidad	8
1.5.1.4. Medidas de Capacidad	9
1.5.1.4.1. Utilización	9
1.5.1.4.2. Eficiencia	9
1.5.1.4.3. Capacidad Nominal.....	10
1.5.1.4.4. Capacidad Demostrada	10
1.5.2. Administración de la Capacidad.....	10
1.5.3. Planificación de Ventas y Operaciones.....	11
1.5.3.1. Propósito de la planificación de ventas y operaciones	11
1.5.3.2. Diseño General de la Planificación de Ventas y Operaciones.....	12
1.5.4. Métodos de Planificación de Ventas y Operaciones	14
1.5.5. Estrategias de Planificación de Ventas y Operaciones	15

1.5.5.1.	Estrategia de Persecución.....	15
1.5.5.2.	Estrategia al Nivel de Utilización	15
1.5.5.3.	Estrategia al Nivel de Inventario	15
1.5.6.	Balance de Recursos en la Planificación de Ventas y Operaciones	16
1.5.6.1.	Estrategias Internas.....	16
1.5.6.2.	Estrategias Externas	16
1.5.7.	Programa Maestro de Producción (MPS)	17
1.5.8.	Metodología Básica para el desarrollo de un Programa Maestro	18
1.5.9.	Enfoque general para el desarrollo del Plan Maestro de Producción.....	18
1.5.10.	Responsabilidad del Programa Maestro	19
1.5.11.	Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP)	19
1.5.12.	Impacto de los Entornos de Producción.....	20
1.5.12.1.	Fabricación Para Almacenamiento (MTS).....	20
1.5.12.2.	Ensamble Bajo Pedido (ATO).....	20
1.5.12.3.	Fabricación Bajo Pedido (MTO)	20
1.5.12.4.	Impacto de los Entornos de Operación	21
1.5.13.	Tipos de Proceso en Manufactura	21
1.5.13.1.	Procesos de un Proyecto.....	21
1.5.13.2.	Procesos de Trabajo	21
1.5.13.3.	Procesamiento por Lotes o Intermitente.....	22
1.5.13.4.	Procesamiento Repetitivo o de Flujo	22
1.5.13.5.	Proceso Continuo	22
1.5.14.	Flujos de Información General	22
1.5.15.	Administración de Inventarios	23
1.5.15.1.	Inventario de Demanda Independiente.....	23
1.5.15.2.	Inventario de Demanda Dependiente	23
1.5.16.	Cadena de Suministro.....	25
1.5.16.1.	Nivel 1. Tipos de Procesos	25
1.5.16.2.	Nivel 2. Categorías de Proceso	26
1.5.16.3.	Nivel 3. Elementos del Proceso	27
2.	METODOLOGÍA.....	28
2.1.	NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
2.2.	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	28

2.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	30
2.4. HERRAMIENTAS	30
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. RESULTADOS.....	31
3.1.1. Antecedentes	31
3.1.2. Cadena de Valor Empresa SEDEMI	31
3.1.3. Diagnóstico del Modelo de Planificación y Programación de Materiales	32
3.1.4. Historial de Producción de la Planta de Fabricaciones Metálicas	36
3.1.5. Diseño del Modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP)	36
3.1.5.1. Planificación y Control de la Producción	36
3.1.5.2. Plan de Ventas y Operaciones (PV&O).....	37
3.1.5.3. Plan Agregado de Producción (PAP)	39
3.1.5.4. Programa Maestro de Producción (MPS).....	43
3.1.5.5. Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)	43
3.1.5.6. Lista de Materiales (BOM).....	46
3.1.5.7. Materiales utilizados para la Planificación	47
3.1.5.8. Stock de Materiales	47
3.1.5.9. Optimización de Diseños Estructurales	48
3.1.6. Estándares y Capacidades de los Procesos de la Cadena de Valor	49
3.1.6.1. Ingeniería.....	49
3.1.6.2. Abastecimiento	54
3.1.6.3. Armado & Soldadura	57
3.1.6.4. Acabados Superficiales (Pintura – Galvanizado).....	60
3.1.7. Modelo de Planificación de la Producción y Materiales (MRP)	64
3.1.8. Variables del Plan de Ventas & Operaciones (PV&O)	66
3.1.9. Entornos de Producción.....	67
3.1.10. Planificación de la Capacidad	67
3.1.11. Registros del Modelo de Planificación de Producción y Materiales	68
3.1.12. Seguimiento y Control de la Producción	72
3.2. DISCUSIONES	74
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
4.1. CONCLUSIONES	81

4.2. RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Planificación y Control de la Producción	5
Figura 2 – Proceso de Planificación de la Producción	6
Figura 3 – Proceso de Planificación de la Producción	7
Figura 4 – La relación del plan de ventas y operaciones con otros planes	13
Figura 5 – Necesidades de influencia y comunicación con el cliente	21
Figura 6 – Diagrama de procesos de las actividades de planificación y control... ..	23
Figura 7 – Modelo SCOR Niveles 1 & 2	26
Figura 8 – Cadena de Valor Empresa SEDEMI	32
Figura 9 – Cadena de Valor Producción SEDEMI	37
Figura 10 – Planificación de Requerimientos de Materiales.....	45
Figura 11 – Planificación de la Producción y Materiales-Tiempos de Operación .	62
Figura 12 – Proceso de la Planificación de la Producción.....	63
Figura 13 – Plan Agregado de Producción (PAP)	69
Figura 14 – Programa Maestro de Producción (MPS).....	70
Figura 15 – Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)	71
Figura 16 – Indicador de Cumplimiento de OF's	73
Figura 17 – Producción Año 2015 (Kg/mes)	89
Figura 18 – Producción Año 2016 (Kg/mes)	90
Figura 19 – Producción Año 2017 (Kg/mes)	91
Figura 20 – Producción Año 2018 (Kg/mes)	92
Figura 21 – Producción Año 2019 (Kg/mes)	93
Figura 22 – Producción SEDEMI 2015-2019 (Kg/mes)	94
Figura 23 – Diagrama de la Estructura del Perfil Armado Tipo Cajón (4) placas + Conexiones	95

Figura 24 – Diagrama de la Estructura del Perfil Tipo “I” (3) placas + Conexiones	95
Figura 25 – Diagrama de la Estructura del Perfil Armado (2C Conformado en Frío) + Conexiones	96
Figura 26 – Diagrama de la Estructura del Perfil Armado (2G Conformado en Frío) + Conexiones	96
Figura 27 – Diagrama de la Estructura del Perfil Laminado en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones.....	97
Figura 28 – Diagrama de la Estructura de Armaduras / Celosías + Conexiones .	97
Figura 29 – Diagrama de la Estructura del Perfil Cuadrado, Rectangular, Redondo + Conexiones	98
Figura 30 – Diagrama de la Estructura del Perfil Conformado en Frío “Octógono” + Conexiones	98
Figura 31 – Diagrama de la Estructura del Perfil Conformado en Frío “Hexádecagono” + Conexiones.....	99
Figura 32 – Diagrama de la Estructura de la Torre Triangular (Perfiles “UV” – Perfiles “L”) + Conexiones.....	99
Figura 33 – Diagrama de la Estructura de la Torre Cuadrangular (Perfiles “L”) + Conexiones	100
Figura 34 – Diagrama de la Estructura de la Torre Cuadrangular (Perfiles Redondos – Perfiles “L”) + Conexiones	100
Figura 35 – Diagrama de la Estructura de la Torre Triangular (Perfiles Redondos – Perfiles “L”) + Conexiones.....	101
Figura 36 – Diagrama de la Estructura de la Torreta (Perfiles Redondos – Varilla Lisa) + Conexiones	101
Figura 37 – Diagrama de la Estructura de la Tubería de Conducción, Presión, Pilotes	102
Figura 38 – Diagrama de la Estructura de los Tanques de Almacenamiento.....	102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 – Diagnóstico del Modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP).....	35
Tabla 2 – Lista de Productos Metálicos - UEGP	38
Tabla 3 – Plan de Ventas Año 2020	39
Tabla 4 – Familia de Productos Estructuras Metálicas.....	42
Tabla 5 – Resumen Familia de Productos Estructuras Metálicas	42
Tabla 6 – Familia de Productos Equipos Mecánicos.....	43
Tabla 7 – Lista de Familias de Productos vs. Construcción	48
Tabla 8 – Procesos del Departamento de Ingeniería SEDEMI	50
Tabla 9 – Tiempos estimados de operación – Diseño Estructural.....	51
Tabla 10 – Tiempos estimados de operación – Diseño Mecánico	51
Tabla 11 – Tiempos estimados de operación – Detallado Estructural.....	52
Tabla 12 – Tiempos estimados de operación – Detallado Mecánico	52
Tabla 13 – Tiempos estimados de operación – Optimización de Materiales.....	54
Tabla 14 – Capacidad de las Máquinas de la Sección Abastecimiento	56
Tabla 15 – Producción Horizonte (6) meses	58
Tabla 16 – Tiempos de operación para producción de Conjuntos Estructurales y Equipos Mecánicos	59
Tabla 17 – Tiempos de Operación de Pintura – Estructuras Metálicas.....	61
Tabla 18 – Tiempos de Operación de Pintura – Equipos Mecánicos	61
Tabla 19 – Modelo de Planificación de la Producción y Materiales.....	66
Tabla 20 – Indicador de cumplimiento de órdenes de fabricación (OF)	72
Tabla 21 – Reporte de producción enero 2020	73
Tabla 22 – Revisión de estudios similares en entornos MTO	80
Tabla 23 – Producción Año 2015	89
Tabla 24 – Producción Año 2016	90

Tabla 25 – Producción Año 2017	91
Tabla 26 – Producción Año 2018	92
Tabla 27 – Producción Año 2019	93
Tabla 28 – Producción SEDEMI 2015-2019.....	94
Tabla 29 – Ficha Técnica del Perfil Tipo Cajón (4 placas)	103
Tabla 30 – Ficha Técnica del Perfil Tipo “I” (3 placas)	104
Tabla 31 – Ficha Técnica del Perfil Armado (2C Conformado en Frío).....	105
Tabla 32 – Ficha Técnica del Perfil Armado (2G Conformado en Frío).....	106
Tabla 33 – Ficha Técnica del Perfil Laminado en Caliente	107
Tabla 34 – Ficha Técnica de Armaduras / Celosías + Conexiones	108
Tabla 35 – Ficha Técnica del Perfil Redondo, Cuadrado y Rectangular	109
Tabla 36 – Ficha Técnica del Perfil Conformado en Frío “Octógono”	110
Tabla 37 – Ficha Técnica del Perfil Conformado en Frío “Hexadecágono”	111
Tabla 38 – Ficha Técnica de Torres Triangulares (Perfiles “UV” – Perfiles “L”) .	112
Tabla 39 – Ficha Técnica de Torres Cuadrangulares (Perfiles “L”).....	113
Tabla 40 – Ficha Técnica de Torres Triangulares (Perfiles Redondos – Perfiles “L”)	114
Tabla 41 – Ficha Técnica de Torres Cuadrangulares (Perfiles Redondos – Perfiles “L”)	115
Tabla 42 – Ficha Técnica de la Torreta (Perfil Redondo / Varilla Lisa)	116
Tabla 43 – Ficha Técnica de la Tubería de Conducción, Presión, Pilotes	117
Tabla 44 – Ficha Técnica de Tanques de Almacenamiento.....	118
Tabla 45 – Lista de Planchas Laminadas en Caliente.....	119
Tabla 46 – Lista de Perfiles Laminadas en Caliente “L”	120
Tabla 47 – Lista de Perfiles Laminadas en Caliente “UPN”, “IPE”, “HEB”	120
Tabla 48 – Lista de Perfiles Conformados en Frío “C” – Estándar, Especiales..	121
Tabla 49 – Lista de Perfiles Conformados en Frío “G” – Estándar, Especiales..	122
Tabla 50 – Lista de Tubería Estructural	123
Tabla 51 – Lista de Tubería sin Costura Estructurales / Mecánicos.....	123
Tabla 52 – Lista de Tubería ISO II	124
Tabla 53 – Lista de Ejes de Transmisión	124
Tabla 54 – Lista de Varilla Corrugada	125
Tabla 55 – Lista de Varilla Lisa	125

Tabla 56 – Lista de Platinas	126
Tabla 57 – Lista de Platinas Dentadas.....	126
Tabla 58 – Tiempo de Operación para el Perfil Tipo Cajón.....	127
Tabla 59 – Tiempo de Operación para el Perfil Armado Tipo “I”	127
Tabla 60 – Tiempo de Operación para el Perfil Armado (2C Conformado en Frío)	128
Tabla 61 – Tiempo de Operación para el Perfil Armado (2G Conformado en Frío)	128
Tabla 62 – Tiempo de Operación para el Perfil Laminado en Caliente HEB, IPE, UPN.....	129
Tabla 63 – Tiempo de Operación para Armaduras / Celosías.....	129
Tabla 64 – Tiempo de Operación para Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos.....	130
Tabla 65 – Tiempo de Operación para Perfiles Conformados en Frío “Octógonos”	130
Tabla 66 – Tiempo de Operación para Perfiles Conformados en Frío “Hexadecágonos”	131
Tabla 67 – Tiempo de Operación para Torres Triangulares (Perfiles “UV” + “L”).....	131
Tabla 68 – Tiempo de Operación para Torres Triangulares / Cuadrangulares (Perfiles Redondos & Perfiles “L”).....	132
Tabla 69 – Tiempo de Operación para Torres Cuadrangulares (Perfiles “L”)	132
Tabla 70 – Tiempo de Operación para Torretas (Perfiles Redondos & Varilla Lisa)	132
Tabla 71 – Tiempo de Operación para Tubería de Presión / Conducción - Pilotes	133
Tabla 72 – Tiempo de Operación para Tanques de Almacenamiento	133

LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Historial de Producción SEDEMI.....	89
Anexo II – Estructuras de Productos Metálicos	95
Anexo III – Fichas Técnicas de Productos Metálicos	103
Anexo IV – Lista de Materiales de Productos Metálicos.....	119
Anexo V – Tiempos de operación para fabricación de productos metálicos	127
Anexo VI – Registro Plan Agregado de Producción (PAP)	134
Anexo VII – Registro Programa Maestro de Producción (MPS).....	135
Anexo VIII – Registro Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)	136

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo general, diseñar el Modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP) para la industria metalmecánica, caso de estudio SEDEMI. En primera instancia se estipula el plan de ventas y operaciones a través de los planes comerciales que proporciona las unidades de negocio UEGP's y el equipo de Marketing. Determinado el plan de ventas, se puede realizar el plan agregado de producción (PAP) que describe los flujos de producción de todas las UEGP's en un horizonte de planificación de (6) meses. El plan maestro de producción (MPS) se realiza a partir de plan agregado (PAP), en el plan maestro se determinan las cantidades exactas de productos metálicos que se deben fabricar y los tiempos de operación de cada proceso de la cadena de valor. El plan maestro de producción (MPS) permite generar la planificación de requerimientos de materiales (MRP), es decir la lista de materiales (BOM) para la fabricación de los productos metálicos. La información que genera el modelo de planificación se utiliza para determinar los recursos necesarios de los procesos productivos y entregar las ordenes de trabajo según las fechas establecidas.

El presente modelo de planificación de la producción y materiales permite al planificador analizar las variables y restricciones (cuellos de botella) que intervienen en la cadena de valor y realizar la gestión con todas las áreas involucradas para atender la demanda de los clientes. (UEGP's, Ingeniería, Abastecimiento, Armado & Soldadura, Acabados Superficiales).

Palabras clave: Sistema de Planificación y Control de Producción (MPC), Plan de Ventas y Operaciones (SOP), Plan Agregado de Producción (PAP), Plan Maestro de Producción (MPS), Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP), Fabricación bajo pedido (MTO), Fabricación para stock (MTS), Armado bajo pedido (ATO).

ABSTRACT

The present research work has the general objective of designing the Materials Planning and Programming Model (MRP) for the steel construction industry, a SEDEMI case study. In the first instance, the sales and operations plan are specified through the commercial plans provided by the UEGP's business units and the Marketing team. Once the sales plan has been determined, the aggregate production plan (PAP) can be carried out, which describes the production flows of all the UEGPs in a planning prospect of (6) months. The production master plan (MPS) is made from the aggregate plan (PAP), the master plan determines the exact quantities of metal products to be manufactured and the operating times of each process in the value chain. The master production plan (MPS) allows generating the material requirements planning (MRP), that is, the bill of materials (BOM) for the manufacture of metal products. The information generated by the planning model is used to determine the necessary resources of the production processes and deliver work orders according to the established dates.

The present production and materials planning model allows the planner to analyze the variables and restrictions that intervene in the value chain and carry out the management with all the areas involved to meet customer demand. (UEGP's, Engineering, Supply, Assembly & Welding, Surface Finishing).

Keywords: Manufacturing Planning and Control (MPC), Sales and Operations Planning (SOP), Production Plan Aggregate (PAP), Master Planning Schedule (MPS), Material Requirements Planning (MRP), Make to Stock (MTO), Make to Order (MTO), Assembly to Stock (ATO).

1. INTRODUCCIÓN

La industria metalmecánica del país está en continuo desarrollo en los sectores de: telecomunicaciones, eléctrico, construcción, petróleo & gas, agrícola, textil, alimenticia, e hidroeléctrica. Según la Federación Ecuatoriana de Industrias de Metal FEDIMETAL (2017), dentro de los sectores mencionados se tiene varios productos metálicos cuya construcción se sustenta en normas y reglamentos nacionales e internacionales, la versatilidad de los mismos hace posible atender requerimientos específicos conforme a la demanda del mercado y el compromiso de las industrias por estar acordes con el desarrollo tecnológico. Se menciona que la industria metalmecánica con sus productos está presente en todos los sectores económicos con la provisión de materiales o insumos, así como con bienes de capital o equipos para procesos productivos y servicios.

Según FEDIMETAL (2017), dentro del sector metalmecánico se puede diferenciar varios productos que son desarrollados y construidos para atender varias solicitudes técnicas; se puede mencionar algunos productos: Edificios Metálicos, Torres de Transmisión, Estructuras para Subestaciones Eléctricas, Puentes de Alto Tráfico, Recipientes de Presión, Tanques de Almacenamiento de Petróleo, Equipos para Minería, Tubería de Conducción y de Presión para centrales Hidroeléctricas, entre otros. Se puede apreciar que los productos metalmecánicos son diversos y siguen sus respectivas normas técnicas de construcción.

SEDEMI S.C.C. es una empresa ecuatoriana que inició sus actividades en 1983, en Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, prestando sus servicios en Mecánica industrial, gracias a la creación del área de ingeniería y la visión del hoy gerente general de la empresa, inicio el progreso de la industria metalmecánica, brindando sus servicios al sector eléctrico con la fabricación de torres y herrajes eléctricos.

En 1999 se constituye legalmente como SEDEMI S.C.C. (Servicios de mecánica industrial, diseño, construcción y montajes), para atender con responsabilidad los requerimientos de la industria eléctrica, petrolera, telecomunicaciones y construcción en general. La organización cuenta con personal administrativo (Ingenieros Técnicos y Comerciales) alrededor de 200 personas y el personal de la planta y campo (operativos) alrededor de 700 personas.

SEDEMI cuenta con cuatro unidades de negocio, las cuales atienden a diferentes tipos de mercado:

- Unidad Especializada en Gestión de Proyectos. Sector: Construcciones Metálicas en General
- Unidad Especializada en Gestión de Proyectos. Sector: Petróleo & Gas
- Unidad Especializada en Gestión de Proyectos. Sector: Eléctrico
- Unidad Especializada en Gestión de Proyectos. Sector: Telecomunicaciones

La estrategia de todas las Unidades de Negocio de la empresa SEDEMI, es proveer al mercado diversos productos metalmecánicos. Según Chapman (2006), con el Plan Maestro de Producción (PMP), la lista de materiales y el inventario existentes, se cuenta con suficiente información para calcular los componentes necesarios en la planificación. Sin embargo, se requiere también ciertos datos adicionales, mismos que suelen listarse en un archivo maestro de elementos. Por lo general, el archivo maestro de elementos contiene información sobre los tiempos de espera y tamaños de lote, además de otros datos útiles. Prácticamente en todos los casos hay un archivo maestro de elementos por cada componente utilizado en la instalación.

En general, en la industria metalmecánica, y en particular en SEDEMI, no cuenta con un modelo de Planificación y Programación de materiales, esto ha generado que las ordenes de fabricación no se entreguen dentro de los plazos establecidos o pactados inicialmente con los clientes, la consecuencia es la insatisfacción del cliente. Esta no planificación de materiales está generando que las líneas de fabricación se paralicen dentro de SEDEMI, y tener paralizado a personal y maquinas incurre en un alto costo de producción, se genera más horas extras y en cierto punto la planta llega a su capacidad máxima y colapsa por la gran cantidad de órdenes que ingresa a producción.

En el caso de no plantear un modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP) en SEDEMI, no se podría planificar las ordenes de trabajo y esto afecta directamente al cliente. En la actualidad los clientes trabajan en función de una respuesta rápida a sus requerimientos, para ello este diseño permitirá pronosticar una existencia (stock) mínima de acero e insumos para poder responder rápido dentro de un mercado competitivo como es el del acero. Se evitará desperdicios de acero, se mejorará el control de acero en bodega (sobrantes de materiales), se evitará que las líneas de producción se

paralicen por falta de materiales y principalmente este modelo permitirá conocer fechas reales de entrega de órdenes de fabricación.

1.1. Pregunta de investigación

¿Cómo debe ser el modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP) en la industria metalmecánica, caso particular la Empresa SEDEMI?

1.2. Objetivo general

Diseñar un modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP) en la industria metalmecánica. Caso de Estudio: Empresa SEDEMI.

1.3. Objetivos específicos

- I. Realizar el diagnóstico de la forma de Planificación y Programación de Materiales actual en la Empresa SEDEMI.
- II. Evaluar las condiciones y restricciones en las cuales debe ser diseñado un modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP) en la industria metalmecánica. Caso particular: Empresa SEDEMI.
- III. Proponer un modelo de Planificación & Programación de Materiales (MRP) para la industria metalmecánica. Caso particular: Empresa SEDEMI.

1.4. Hipótesis o Alcance

Para la presente investigación no se plantea hipótesis. Según Sampieri (2014), no todas las investigaciones cuantitativas presentan hipótesis. Para las investigaciones cuantitativas cuyo alcance es correlacional o explicativa pueden generar hipótesis o en algunas situaciones cuando el alcance intenta predecir cantidades o hechos. En el caso de SEDEMI, se trabajará con datos propios de la organización, realizar el respectivo análisis y diseñar un modelo de Planificación y programación de Materiales (MRP).

1.5. Marco Teórico

1.5.1. Planificación y Control de la Producción

La principal función de la organización es generar algún tipo de producto a partir de varios procesos. El sistema de planificación y control de la producción según Chapman (2006) es diseñado al considerar diversos factores; los más importantes son la variedad de productos y el volumen de producción. Tales factores tienden a ser definidos por el cliente en su gran mayoría según la influencia que ejerce el cliente en el diseño del producto final el cual es entregado a partir de los procesos que tiene la empresa.

El sistema de planificación y control de la producción según Jacobs *et al.* (2011), se ocupa de planificar y controlar todos los aspectos de fabricación, gestión de materiales, la programación de máquinas y personas, y la coordinación de proveedores y clientes clave. Los sistemas de planificación y control de la producción deben adaptarse y responder a los cambios del entorno, la estrategia, los requisitos del cliente, los problemas particulares y las nuevas oportunidades de la cadena de suministro.

La tarea esencial del sistema de planificación y control de la producción según Jacobs *et al.* (2011) es administrar eficientemente el flujo de material, administrar la utilización de personas y equipos, y responder a los requisitos del cliente utilizando la capacidad de nuestros proveedores, las instalaciones internas para satisfacer la demanda de los clientes.

El sistema de planificación y control de la producción (MPC) proporciona la información sobre la cual los gerentes toman decisiones efectivas, es decir el sistema de planificación brinda el apoyo para que lo hagan sabiamente.

La Figura 1 muestra el esquema del sistema general del sistema de planificación y control de la producción, se divide en (3) partes. La parte superior establece la dirección general de la empresa para la planificación y control de la fabricación, previsión de la demanda del cliente, entrada de pedidos, promesa de pedidos. La parte central abarca el conjunto de sistemas MPC para la planificación detallada de material y capacidad. La parte inferior representa los sistemas de ejecución de MPC.

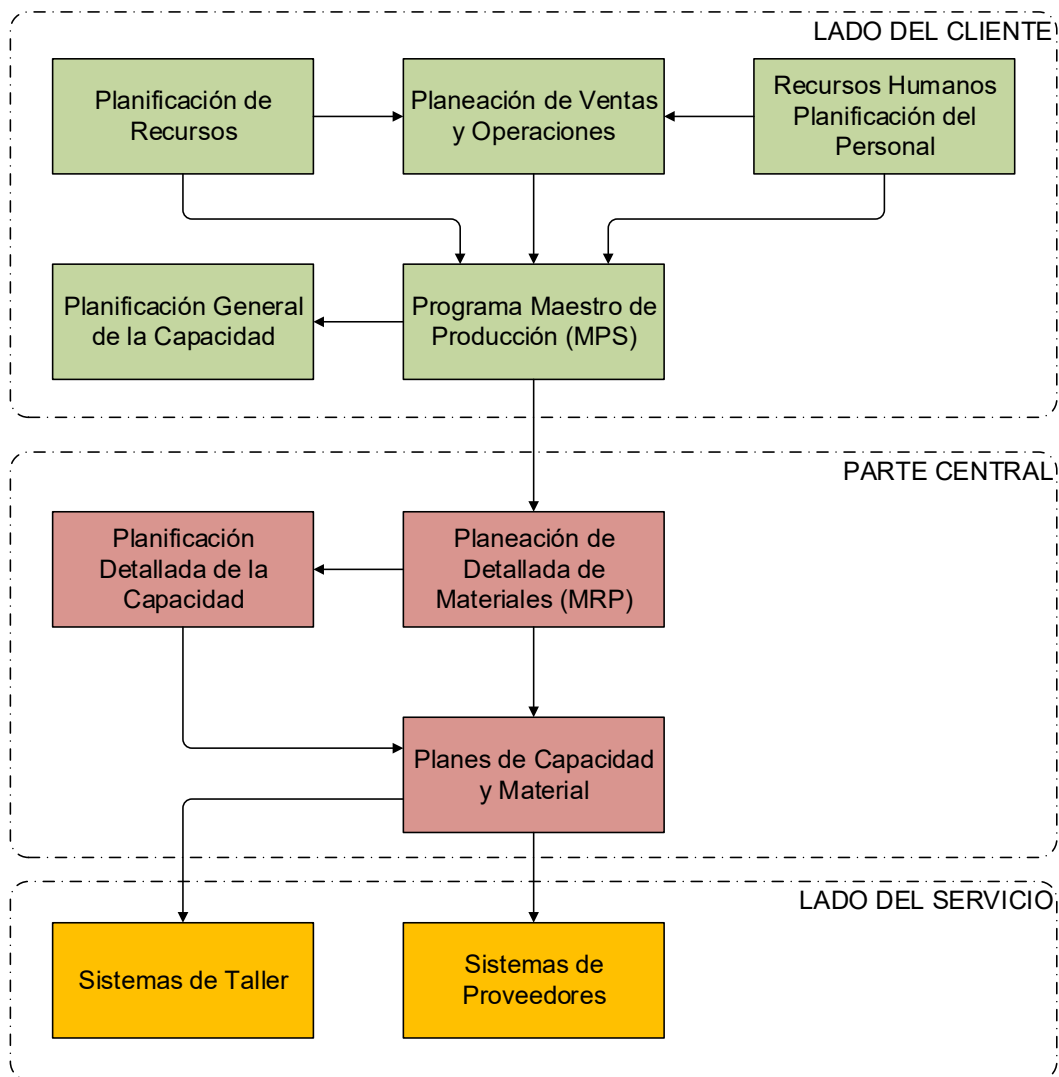


Figura 1 – Sistema de Planificación y Control de la Producción (Jacobs, Berry, & Whybark, 2011, pág. 4)

En la Figura 2, se muestra el proceso de planificación de la producción según Sipper *et al.* (1998), desde las estimaciones de la demanda hasta la planificación de requerimientos de materiales (MRP). La primera parte se refiere a la interacción con la demanda del cliente, la parte central se refiere a la planificación de la capacidad y de los materiales, la parte terminal interactúa con el cumplimiento del plan de producción.

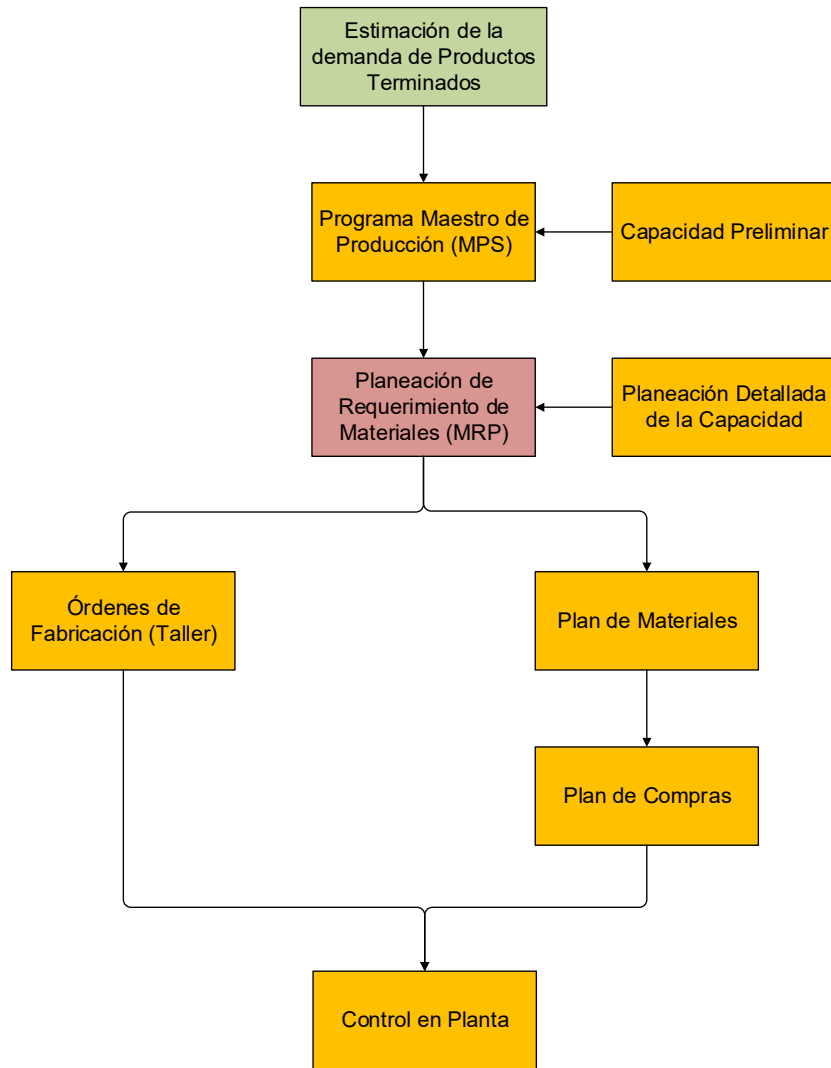


Figura 2 – Proceso de Planificación de la Producción (Sipper & Bulfin, 1998, pág. 337)

En la Figura 3, se muestra el proceso de planificación de producción según Heizer *et al.* (2017). A medida que el proceso de planificación pasa del plan agregado a la ejecución, cada uno de los procesos siguientes o de nivel inferior deben ser factibles. En el caso que no lo esté, se requiere retroalimentación al nivel superior para realizar el ajuste necesario.

La principal fortaleza de la planificación de materiales (MRP) es la capacidad para establecer la variabilidad de un programa dentro de las limitaciones de capacidad. El plan agregado de producción (PAP) determina los límites superior e inferior en el programa maestro de producción (MPS).

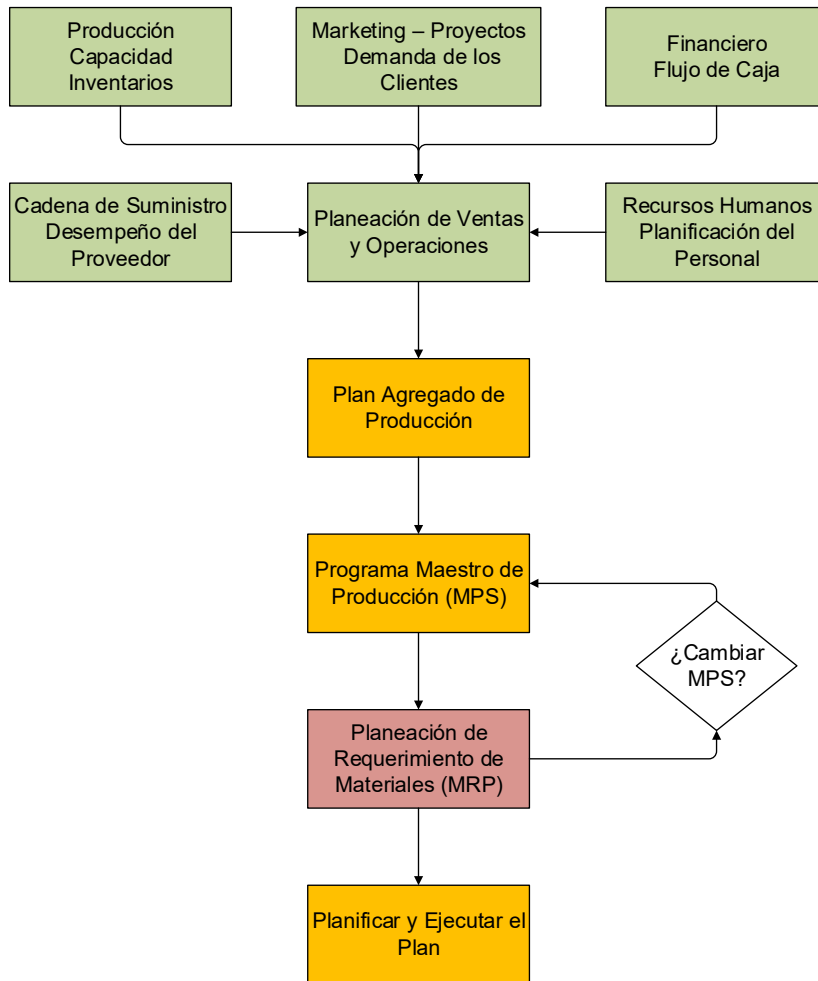


Figura 3 – Proceso de Planificación de la Producción
(Heizer, Render, & Munson, 2017, pág. 567)

1.5.1.1. Planificación del Programa Maestro de Producción

Para la planeación y mantenimiento del programa maestro de producción (MPS) según Sipper *et al.* (1998), se usan registros de las fases en el tiempo. Las cantidades de artículos o conjuntos finales se colocan en espacios de tiempo que comprenden un mes o una semana, estos datos sirven de insumo del proceso del MRP. Para la planificación del MRP se debe contar con elementos que conforman un programa de producción, estos elementos incluyen:

- **Pronóstico.** Una estimación de la entrega de productos finales.
- **Órdenes de clientes.** Cantidad suficiente de órdenes de trabajo para clientes sólidos y una fecha de cumplimiento de la entrega.
- **Inventario de fin de periodo.** Inventario disponible al final del periodo de tiempo

- **Programa maestro de producción.** cantidades de productos finales cuya fabricación debe finalizarse en el tiempo estimado.
- **Inventario actual.** Inventario disponible al inicio del primer periodo.

1.5.1.2. Planificación de la Capacidad

Las instalaciones de producción, organizadas por centros de trabajo, máquinas, equipo de manejo de materiales, etc., tiene una capacidad finita según Sipper *et al.* (1998). La capacidad es medida en unidades de producto por unidad de tiempo que puede fabricar una planta.

Sipper *et al.* (1998) manifiesta lo siguiente, si el programa maestro de producción (MPS) requiere flujos de producción más altos que el disponible, se tiene un faltante de capacidad y el resultado será entregar fuera de los cronogramas acordados, en estos casos se debe aumentar la capacidad o ajustar el MPS. La capacidad de fabricación de una instalación, por la cual un determinado producto fluye a través de varias estaciones, se determina por operaciones cuello de botella.

1.5.1.3. Planificación de Requerimientos de Capacidad

La información de la planificación de requerimientos de capacidad proviene del MRP según Chapman (2006). El MRP se enfoca en la lista de materiales, la información de rutas, ajustes por tiempos de espera, el trabajo en proceso, y los ajustes para el inventario inicial. La planificación detallada de la capacidad requiere:

Registro de pedidos abiertos: son las ordenes de fabricación que se encuentran en proceso. El registro de pedidos abiertos tiene información respecto a que conjuntos están aún pendientes para que se complete el pedido.

Registro de rutas: consiste en establecer la ruta que seguirá la orden de trabajo por los centros de trabajo de la planta, se incluye todas las operaciones que se ejecutarán durante la fabricación.

Registro de centro de trabajo: tiene información de los distintos elementos del tiempo de espera y está asociado con el tipo de equipo con tiene el centro. Los tiempos a considerar incluyen:

- **Tiempo de desplazamiento.** Es el tiempo necesario para que los materiales se trasladen de un centro de trabajo a otro.
- **Tiempo de espera.** Es el tiempo necesario de espera de los materiales en el centro de trabajo antes de desplazarse una vez ejecutadas las operaciones.
- **Tiempo de fila de espera.** Es el tiempo que esperan los materiales antes de ser procesados en los centros de trabajo.

El tiempo de espera de fabricación se define como la suma del tiempo de desplazamiento, el tiempo de espera, el tiempo de configuración y el tiempo de ejecución de los productos.

Uno de los problemas que se puede presentar al implementar la planificación de requerimientos de capacidad son los estándares de tiempo, estos tiempos están sujetos a cambios que se pueden presentar en la mejora continua de los procesos, por tal razón es recomendable realizar una revisión de los estándares de trabajo, y la actualización de los formatos de trabajo estándar.

1.5.1.4. Medidas de Capacidad

1.5.1.4.1. Utilización

Según Chapman (2006), muestra las horas que un centro de trabajo estará activo. Se debe considerar algunos factores, tales como: falta de mantenimiento en las máquinas, ausentismo del personal, falta de materiales, falta de información de los proyectos, etc.

$$Utilización = \frac{Horas\ Trabajadas}{Horas\ Disponibles} \times 100\%$$

1.5.1.4.2. Eficiencia

La eficiencia mide la salida real de un área dentro de la organización en comparación con un estándar de producción. Es decir, la relación que existe entre las horas estándar de producción de un producto y las horas realmente trabajadas.

$$Eficiencia = \frac{Horas\ Estándar\ Producidas}{Horas\ Trabajadas} \times 100\%$$

1.5.1.4.3. Capacidad Nominal

Para el cálculo de la capacidad nominal se debe considerar el producto del tiempo disponible, la eficiencia y la utilización.

$$\text{Capacidad Nominal} = \text{Tiempo Disponible} * \text{Eficiencia} * \text{Utilización}$$

1.5.1.4.4. Capacidad Demostrada

La capacidad demostrada se define como la capacidad real, de acuerdo con los registros de producción.

1.5.2. Administración de la Capacidad

Administrar la capacidad según Chapman (2006), es comparar la capacidad disponible con la capacidad requerida para satisfacer las necesidades del cliente, esto se define en el programa maestro de producción (MPS) y en la planificación de requerimientos de materiales (MRP). El planificador puede modificar cantidades, tiempos de la capacidad, modificar prioridades, mover fechas de entrega de órdenes de trabajo en coordinación con las áreas de proyectos. Soluciones en el corto plazo se emplea para administrar la cantidad y el tipo de capacidad que dispone para procesar la carga. Existen varias opciones:

- Horas Extra
- Subcontratos
- Contratar y despedir personal administrativo – operativo
- Contratación de recursos humanos temporales
- Traslado de trabajadores de un centro de trabajo a otro
- Emplear rutas alternativas durante el trabajo

1.5.3. Planificación de Ventas y Operaciones

1.5.3.1. Propósito de la planificación de ventas y operaciones

La planificación de ventas y operaciones facilita los vínculos de comunicación para la alta dirección y coordina las diferentes actividades de planificación en un negocio, según Jacobs *et al.* (2011). Desde la perspectiva de fabricación, la planificación de ventas y operaciones proporciona la base para enfocar los recursos de producción detallados para lograr los objetivos estratégicos de la empresa.

Según Jacobs *et al.* (2011) existen (4) fundamentos en la planificación de ventas y operaciones: demanda, oferta, volumen, mezcla. Se considera el equilibrio entre demanda y oferta. Si la demanda excede a la oferta, el cliente se ve afectado debido a que la fabricación no provee un volumen de productos requeridos por los clientes, aumentan costos por horas extras, se afecta la calidad por la premura de entregar a tiempo. Si la oferta excede la demanda, los inventarios aumentan, se presentan despidos de personal debido a que disminuye la producción, los márgenes de ganancia se reducen. Por tal razón hay que mantener un equilibrio adecuado entre la oferta y demanda.

El proceso de planificación de ventas y operaciones según Chase *et al.* (2009), consiste en varias reuniones, que finalizan con una reunión de alto nivel donde se toman las decisiones clave a mediano plazo. El propósito es un acuerdo entre las distintas áreas sobre las mejores acciones para lograr un equilibrio óptimo entre la oferta y la demanda. El plan de operaciones debe ser alineado con el plan de ventas.

El volumen según Jacobs *et al.* (2011), se refiere a las decisiones de gran tamaño sobre cuánto se debe hacer y los flujos de producción para las familias de productos, por otro lado, la mezcla se refiere de manera detallada sobre qué productos individuales se tiene que hacer, en qué secuencia y para qué pedidos de los clientes. En varias empresas la atención se centra en las decisiones mixtas debido a la urgencia que resulta de la presión de los clientes.

El propósito principal según Chapman (2006), consiste en planificar y coordinar recursos, se incluye el tipo, la cantidad y la pertenencia de los mismos. El plan de ventas y operaciones tiende a ser la fuente importante para la planificación de:

- Gestión de Inventarios
- Flujo de Efectivo
- Gestión de Recursos Humanos (cantidad de personas, habilidad de las personas, periodos de trabajo, capacitación)
- Gestión del Capital
- Niveles de producción
- Planificación de la capacidad
- Ventas y marketing (fabricación de nuevos productos, diversidad de mercados)

1.5.3.2. Diseño General de la Planificación de Ventas y Operaciones

El plan de ventas y operaciones según Krajewski *et al.* (2008), es útil porque se alinea con las metas y objetivos de la organización. Los planes de producción y de recursos humanos se preparan a partir de la agregación de productos, mano de obra y tiempo.

Las agrupaciones del mercado o algún proceso específico se relacionan con las familias de productos según Krajewski *et al.* (2008). Una organización puede agregar sus productos en un conjunto de familias relativamente amplias, con esto se evita entrar en excesivos detalles en esta etapa del proceso de planificación. La mano de obra se refiere a que la fuerza laboral es un solo grupo, aunque las habilidades de los trabajadores sean diferentes. En el caso de SEDEMI los centros de trabajo son un grupo de personas que producen varias familias de productos. En lo que se refiere al tiempo, el horizonte de planificación que abarca el plan de ventas y operaciones por lo general es de (1) año, aunque puede variar para situaciones diferentes. En la Figura 4, se muestra las relaciones entre el plan anual o de negocios, el plan de ventas y operaciones y los planes y programas detallados.

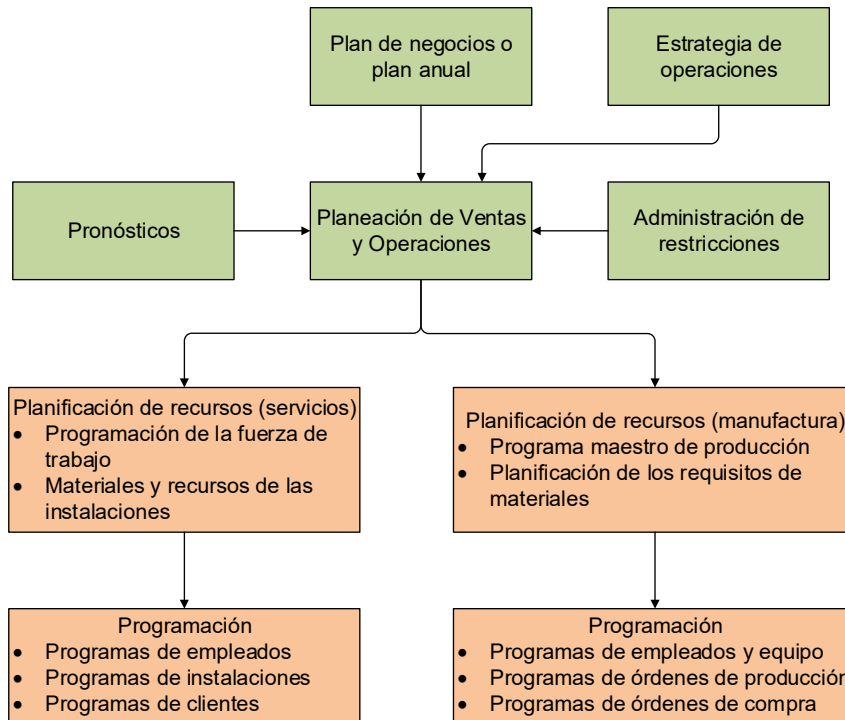


Figura 4 – La relación del plan de ventas y operaciones con otros planes (Krajewski, 2008, pág. 570)

En la planificación de ventas y operaciones (proyectos), los productos metalmecánicos suelen conformarse en familias o grupos de productos (planificación agregada). El objetivo es agrupar productos que emplearán recursos similares. Según Chapman (2006), desde la perspectiva de proyectos y marketing, los productos son diversos para diferentes tipos de clientes, pero si en la fabricación de dichos productos se emplean los mismos recursos se puede agrupar dentro de una familia de productos.

En el caso particular de SEDEMI, el enfoque del giro de negocio de la empresa se basa en atender a los diferentes sectores estratégicos: Sector de Telecomunicaciones, Sector Eléctrico, Sector Petróleo & Gas, Sector de la Construcción, la estrategia de la empresa es generar proyectos de infraestructura en la que se realizan diferentes tipos de productos. Al ser diversos se tiene mayores oportunidades de negocio.

Los productos metalmecánicos tienen su nivel de complejidad según Sipper *et al.* (1998), es decir no es una entidad simple, estos se componen de conjuntos y partes (por ejemplo: un edificio metálico, donde se requiere columnas, vigas, escaleras, pasamanos, etc.). Para la fabricación del producto final denominado Edificio Metálico, se requiere un plan de producción donde se especifica las cantidades del producto final,

conjuntos/componentes y partes/elementos que se necesita durante puntos específicos del tiempo denominados hitos de avance de un proyecto.

Los pronósticos es la fuente de estimación de demanda, según menciona Chapman (2006), estos tienden a ser exactos cuando se desarrollan en conjunto. Los pronósticos se desarrollan y se coordinan mediante planes estratégicos que influyen en la demanda real. Se puede mencionar algunos planes estratégicos:

- Análisis y regulaciones de precio
- Buscar nuevos mercados
- Estrategias para debilitar a la competencia
- Desarrollo de nuevos productos

La agregación de unidades de producción y de tiempo facilita el desarrollo del plan, pero no se debe provocar la pérdida de información. La cantidad apropiada de agregación depende en gran medida del tipo de producto, de la naturaleza de los clientes que se atienden, y del proceso que se utiliza para entregar el producto.

1.5.4. Métodos de Planificación de Ventas y Operaciones

La planificación de ventas y operaciones según Jacobs *et al.* (2011), proporciona una comunicación directa y constante entre la fabricación y la alta dirección, la fabricación y otras funciones comerciales. Para desempeñar el papel de comunicación, el plan de operaciones debe establecerse en términos agregados, comúnmente entendidos. En diversas empresas, el plan de operaciones se establece en unidades totales para cada línea de productos (o grupos de familias de productos principales).

El plan de operaciones debe expresarse en unidades significativas según menciona Jacobs *et al.* (2011), pero también debe expresarse en un número manejable de unidades. La experiencia indica que entre 6 y 12 grupos familiares parecen ser adecuados para un grupo de alta gerencia.

Según Chapman (2006), la planificación de ventas y operaciones tiene por objetivo determinar disposiciones en lo siguiente: volumen de ventas, satisfacción al cliente, los flujos de fabricación, gestión de inventarios y los pedidos retrasados. Para lograr este propósito es importante que los departamentos de ventas, marketing, operaciones,

finanzas y desarrollo de productos trabajen en equipo, administrados por el plan estratégico de la organización.

1.5.5. Estrategias de Planificación de Ventas y Operaciones

Según Krajewski *et al.* (2008), existen (3) estrategias diferentes que constituyen el punto de partida para buscar un mejor plan.

1.5.5.1. Estrategia de Persecución

Este tipo de estrategia consiste en contratar y despedir personal para ajustarse al pronóstico de la demanda durante el horizonte de planificación. El objetivo es regular la oferta y la demanda, algunas desventajas: pérdida de calidad y productividad a raíz de los ajustes continuos de la fuerza laboral.

1.5.5.2. Estrategia al Nivel de Utilización

Este tipo de estrategia consiste en mantener constante los grupos de trabajo, variando su utilización para ajustarse al pronóstico de la demanda por medio de horas extras, tiempo improductivo (con o sin remuneración variable), planificación de las vacaciones. Se puede tener grupos grandes de trabajo y evitar las horas extras que implicaría maximizar el tiempo improductivo durante periodos de baja producción, por otro lado, se puede mantener grupos de trabajo pequeños y depender de las horas extras durante los periodos de alta producción.

1.5.5.3. Estrategia al Nivel de Inventario

Esta estrategia consiste en mantener constantes los flujos de producción como los grupos de trabajo. La variación de la demanda se maneja con la gestión de inventarios de previsión, pedidos atrasados y falta de abasto.

El emplear una sola estrategia no establecerá el mejor plan de ventas y operaciones según Krajewski *et al.* (2008). Los flujos de producción y los grupos de trabajo no pueden mantenerse constantes, y la oferta no puede coincidir con la demanda, por ende, la mejor

táctica es una estrategia mixta que toma algunas consideraciones e implementa una gama más amplia de alternativas.

1.5.6. Balance de Recursos en la Planificación de Ventas y Operaciones

En todas las organizaciones según Chapman (2006), tienen a disposición varias opciones para determinar la planificación de recursos. Las alternativas se enfocan del lado de la oferta que intenta cambiar el flujo de producción y por el lado de la demanda donde se intenta modificar los patrones de la demanda para ajustarlos al resultado de la producción.

1.5.6.1. Estrategias Internas

El enfoque es sobre las operaciones, es decir, la oferta.

- Contrataciones y despedidas
- Recursos humanos temporales
- Horas extras / Horas de inactividad
- Subcontratos
- Inventarios
- Listado de pedidos
- Alteración de los flujos de producción

1.5.6.2. Estrategias Externas

El enfoque es sobre el cliente para alterar la demanda

- Precios Fijos
- Promoción
- Marketing
- Reservaciones
- Ofertas

1.5.7. Programa Maestro de Producción (MPS)

El programa maestro de producción traduce el plan de ventas y operaciones de la organización en un plan para producir productos específicos en el futuro según Jacobs *et al.* (2011). Cuando el plan de ventas y operaciones proporciona el plan agregado de producción (PAP) de fabricación requerida para alcanzar los objetivos de la organización, el plan maestro de producción (MPS) es una declaración de los productos específicos que conforman esa producción. El MPS es la traducción del plan de ventas y operaciones en productos producibles con sus cantidades y tiempos establecidos.

La preocupación más esencial es la construcción del registro MPS y su actualización a lo largo del tiempo según Jacobs *et al.* (2011). El registro MPS está desarrollado para ser compatible con el sistema de planificación de necesidades de material (MRP) y proporcionar la información para coordinar con ventas. Con el tiempo, a medida que se completa la producción y los productos se utilizan para cumplir con los requisitos del cliente, el registro MPS debe actualizarse continuamente.

Según Sipper *et al.* (1998), los productos están compuestos de sub-ensambles y partes, varias compradas y algunas fabricadas. El programa de producción especifica las cantidades de cada producto final, sub-ensambles y partes / elementos que se necesitan en diferentes tiempos. Los requerimientos para generar un programa de producción son las estimaciones de la demanda y un programa maestro de producción (MPS) que se usa para establecer un programa detallado.

El programa maestro de producción (MPS) según Sipper *et al.* (1998), es un programa de entrega para la organización manufacturera. En el MPS se incluye las cantidades exactas y los tiempos de entrega para cada producto finalizado. Es el resultado de las proyecciones de la demanda. El programa maestro de producción (MPS) debe tomar en cuenta las restricciones de fabricación y el inventario de producto terminado. La capacidad es una restricción dentro del proceso de construcción. Así, para verificar la factibilidad del MPS se debe realizar una evaluación inicial de la capacidad. Se debe modificar el MPS en caso que la capacidad disponible no sea suficiente.

El programa maestro de producción (MPS) se desglosa en un programa para cada elemento de un producto final mediante el sistema de planificación de requerimientos de

materiales (MRP). Según Sipper *et al.* (1998), el sistema MRP determina los requerimientos de materiales y los tiempos para cada etapa de producción. Otra restricción importante en la producción son los faltantes de materiales.

El entorno empresarial, en lo que se refiere al programa maestro de producción según Jacobs *et al.* (2011), abarca el enfoque de producción utilizado, la variedad de productos fabricados y los mercados atendidos por la empresa. Se han identificado tres entornos de producción: fabricación para stock, fabricación bajo pedido y montaje bajo pedido. Cada uno de estos entornos afecta el diseño del sistema MPS, principalmente a través de la elección de la unidad utilizada para establecer el MPS, es decir, el MPS se establece en términos de producto final, algún producto final promedio, módulos de productos, o pedidos específicos de los clientes.

1.5.8. Metodología Básica para el desarrollo de un Programa Maestro

El programa maestro de producción (MPS) tiene las siguientes restricciones:

- Satisfacer las necesidades de los clientes en cuanto a entregas según lo establecido en la planificación de ventas y operaciones.
- Balancear las cantidades de programación maestra y la capacidad disponible.
- Determinar niveles de inventario de acuerdo con la Planificación de Ventas y Operaciones.

1.5.9. Enfoque general para el desarrollo del Plan Maestro de Producción

El desarrollo de un plan maestro según Chapman (2006) implica tener un pronóstico y el resultado es un programa formal enfocado en productos finales. En ciertos entornos este enfoque no es práctico. Por ejemplo, en el análisis sobre la metalmecánica con fabricación por proyectos o bajo pedido (MTO). Si se programa todo tipo de productos metálicos, se requerirían varios programas maestros de producción, incluso algunos productos no serían requeridos por el cliente. Una de las opciones es desarrollar pronósticos para cuantificar la materia prima que se necesita en un periodo determinado. Por ejemplo: planchas, perfiles “C”, “G”, “L”, tubería estructural (redondo, cuadrado, rectángulo), varillas lisas, varillas corrugadas, ejes de transmisión, platinas, etc., que son materiales necesarios para fabricar varios productos metálicos.

1.5.10. Responsabilidad del Programa Maestro

El encargado del programa maestro tiene una posición muy importante, ya que toda organización cuenta con un programa maestro. Algunos aspectos clave a considerar por parte del programador según Chapman (2006) son:

- El programa maestro de producción (MPS) es la relación directa con los pedidos de los clientes.
- El programa maestro de producción (MPS) muestra las políticas y restricciones desarrolladas en el plan de ventas y operaciones, incluye los métodos de seguimiento, compensación o combinación para la demanda.
- Los valores del programa maestro de producción (MPS) son un reflejo de la terminación del proceso de pedidos / entregas.
- El programa maestro de producción (MPS) debe ser lo más real posible, si la organización quiere ser eficiente y efectiva. El MPS debe ser actualizado de manera permanente una vez que se reciba nueva información del plan de ventas y operaciones.
- En ciertas ocasiones los valores del programa maestro de producción (MPS) considera varios pedidos planificados en firme, dentro del tiempo de planificación.

En todas las organizaciones, el programa maestro de producción (MPS) es una parte importante del sistema de planificación. El MPS constituye el canal de comunicación con los pedidos de los clientes y el inicio de las órdenes de producción. Adicional implican un compromiso financiero para todas las organizaciones.

1.5.11. Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP)

La planificación de requerimientos de materiales (MRP) según Ramya *et al.* (2019), es la forma efectiva de considerar explícitamente las relaciones entre los elementos finales y los diversos componentes y subconjuntos. Los sistemas MRP determinan la cantidad de cada artículo que se utilizará en la producción de un volumen prescrito de productos finales, y los tiempos en que cada uno de estos artículos debe comprarse o fabricarse para cumplir con las fechas de vencimiento prescritas para los productos finales. Los sistemas MRP son altamente detallados y un medio excelente para determinar y rastrear los requisitos de materiales. Como un medio para programar la producción, los sistemas MRP dejan mucho que desear. MRP solo proporciona los medios para tomar decisiones

de programación amplias: no abarca decisiones de programación a corto plazo, como la carga de máquinas y la secuencia de operaciones.

1.5.12. Impacto de los Entornos de Producción

1.5.12.1. Fabricación Para Almacenamiento (MTS)

Las características deseables en un sistema de producción MTS son mantener el intervalo de productos MTS en un nivel bajo mientras se mantiene una tasa alta demanda del mercado según Tsubone *et al.* (2002).

En el entorno de fabricación para stock (MTS) según Jacobs *et al.* (2011), el enfoque clave de las actividades de gestión de la demanda es el mantenimiento de inventarios de productos terminados. En este entorno, los clientes compran directamente del inventario disponible, por lo que el servicio al cliente está determinado por si el artículo está en stock o no.

1.5.12.2. Ensamble Bajo Pedido (ATO)

En el entorno de ensamblaje a pedido, la tarea principal de la gestión de la demanda es definir el pedido del cliente en términos de componentes y opciones alternativas según Jacobs *et al.* (2011). El entorno de ensamblaje a pedido ilustra claramente la naturaleza bidireccional de la comunicación entre los clientes y la gestión de la demanda. Los clientes deben estar informados de las combinaciones permitidas, y las combinaciones deben ser compatibles con los deseos del mercado. El programa maestro de producción (MPS), por lo general no incluye la planificación de productos finales.

1.5.12.3. Fabricación Bajo Pedido (MTO)

El cliente tiene mucha influencia sobre el diseño del producto final en el entorno fabricación bajo pedido (MTO). La organización puede utilizar la materia prima estándar, por ejemplo: planchas, perfiles; sin embargo, al procesar la materia estándar se obtiene una variedad de elementos que tienen diferentes formas y al armarlos o ensamblarlos se transforman en varios productos. Los proyectos en este entorno son variables, tanto en diseños como en calidad que resulta complicado programar cualquier tipo de producto. En este entorno el programa maestro de producción muestra la capacidad real de las

instalaciones y los requerimientos de materiales necesarios para atender la demanda de los clientes.

1.5.12.4. Impacto de los Entornos de Operación

En la Figura 5, se muestra la influencia de los clientes en los tipos de entorno de producción. Mientras mayor influencia del cliente sobre el diseño, se necesita una mayor comunicación con el cliente.

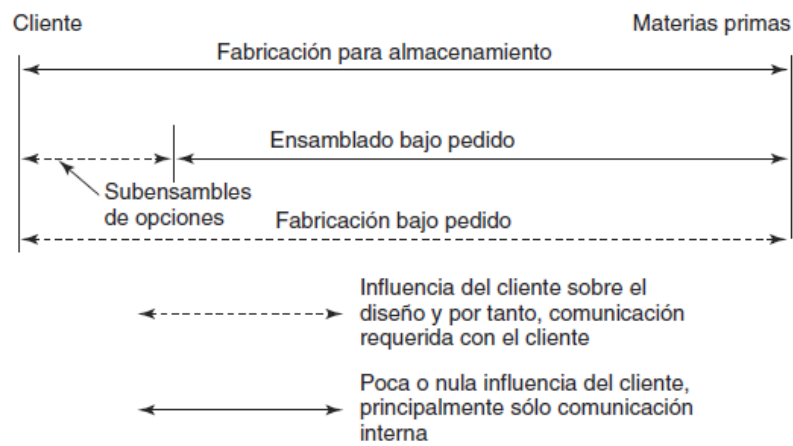


Figura 5 – Necesidades de influencia y comunicación con el cliente (Chapman, 2006, pág. 93)

1.5.13. Tipos de Proceso en Manufactura

1.5.13.1. Procesos de un Proyecto

Los procesos que se desarrollan en un proyecto, se enfocan en la elaboración de un producto de tipo único, por ejemplo: la construcción de un nuevo edificio metálico, nave industrial, puente vehicular, etc.

1.5.13.2. Procesos de Trabajo

Los equipos se emplean para diversos requerimientos de producción, es decir los procesos de trabajo tienen como propósito general lograr la flexibilidad en sus operaciones. Para fabricar productos según las especificaciones técnicas de los clientes, se requiere la habilidad de los trabajadores. Es decir, tienen que ser calificados para realizar los trabajos.

Los procesos de trabajo se centralizan en la producción de una gran variedad de requerimientos especiales, principalmente en ambientes de fabricación bajo pedido (MTO) o por proyecto. La diversidad de los diseños requiere procesos flexibles y habilidades de los trabajadores.

1.5.13.3. Procesamiento por Lotes o Intermitente

El equipo es más especializado que un taller de trabajo, es flexible para fabricar cierta cantidad de diseños. La habilidad para fabricar productos se debe principalmente a los equipos que son especializados, en este proceso el personal técnico no es tan calificado como los de los talleres.

1.5.13.4. Procesamiento Repetitivo o de Flujo

Este tipo de proceso se utiliza en altos volúmenes de producción para ciertos diseños definidos. El equipo es altamente especializado y caro, requiere poca mano de obra.

1.5.13.5. Proceso Continuo

El proceso continuo se refiere a aplicaciones especializadas, en las cuales la mano de obra es mínima, los equipos son especializados.

1.5.14. Flujos de Información General

En el Figura 6, se muestra el proceso de información para la planificación y control de la producción según Chapman (2006). Se puede observar que a medida que el gráfico se mueve de arriba hacia abajo, los detalles en cada actividad se incrementan y los horizontes de tiempo disminuyen. En la parte central del proceso se muestra las principales actividades de planificación, en las partes laterales se muestran la forma como fluyen los recursos y la demanda. En la parte inferior se muestra actividades de ejecución, estas actividades se dan cuando la planificación se ha completado y la producción ha iniciado.

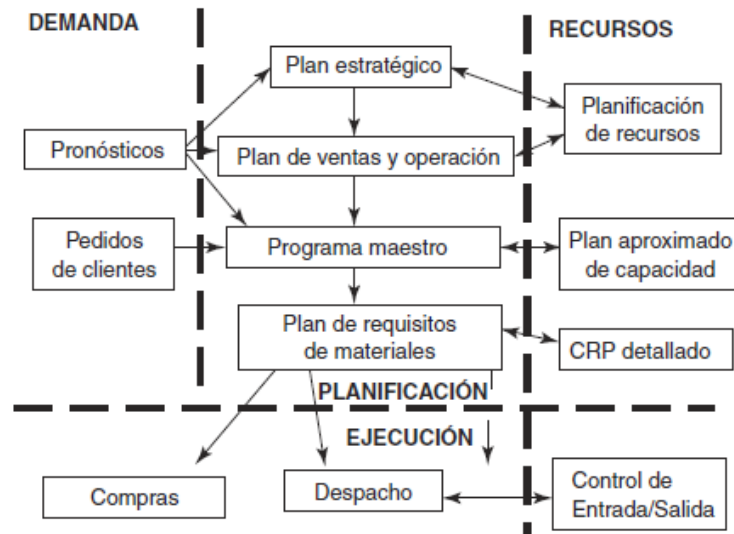


Figura 6 – Diagrama de procesos de las actividades de planificación y control (Chapman, 2006, pág. 12)

1.5.15. Administración de Inventarios

Los inventarios se pueden dividir según la fuente de la demanda: demanda independiente y demanda dependiente.

1.5.15.1. Inventario de Demanda Independiente

El cliente externo mediante sus pedidos de ventas es la fuente de la demanda independiente. La demanda independiente se denominada de esta manera debido a que la demanda del inventario, no depende de las gestiones de la organización. El inventario está establecido por productos finales o familias de productos.

1.5.15.2. Inventario de Demanda Dependiente

El inventario de la demanda dependiente, está relacionada en forma directa con las disposiciones internas de la organización, es decir, tipo de producto a fabricar, cantidad de productos y en qué periodo. Se puede considerar una respuesta inmediata según requerimientos del cliente. La demanda dependiente se puede establecer según el programa en el cual se indica que se tiene que fabricar y cuando.

Otra división a considerar, se basa en la posición del inventario en el proceso:

Materia prima se trata del inventario que se tiene que adquirir para utilizarlo en el proceso productivo, es decir, la fabricación de estructuras metálicas.

- Material que necesita más procesamiento (planchas de acero laminados en caliente, perfiles laminados en caliente, perfiles armados, perfiles conformados en frío, ángulos laminados en caliente, etc.)
- Componentes que forman parte de un producto (placas de conexión para empalmes, pernos estructurales)
- Consumibles (material de aporte para soldadura, gases, fundentes)

Trabajo en proceso representa el inventario que ha sido producido parcialmente, pero que todavía deben ser procesados antes de utilizarlos. Un ejemplo son todos los elementos o partes que conforman los conjuntos metálicos.

Bienes terminados es el inventario de los productos que han pasado por todo el proceso de producción de la organización. Este inventario se encuentra almacenado en las bodegas de producto terminado para atender la demanda de los clientes.

Otra división a considerar es la función o uso del inventario dentro del proceso:

Inventario de tránsito, es el conjunto de materiales que están en movimiento de un proceso a otro.

Inventario de ciclo se presenta cuando en determinado periodo la tasa de suministro es superior a la demanda, debido a los costos de pedido.

Inventario de seguridad, es el conjunto de materia prima / materiales que se reserva por precaución. En una organización se pueden presentar situaciones que afectan el flujo de trabajo en las operaciones.

Inventario de anticipación es el inventario que se almacena con el propósito de pronosticar a un exceso de demanda respecto de la producción normal. Los objetivos para tener este tipo de inventario son: capacidad para afrontar la demanda estacional, o tener material en cantidades apropiadas para que marketing haga promociones.

1.5.16. Cadena de Suministro

El modelo de referencia de operaciones de la cadena de suministro (SCOR) según Stadtler *et al.* (2008), es una herramienta para representar, analizar y configurar cadenas de suministro. El objetivo es proporcionar una terminología estandarizada para la descripción de las cadenas de suministro.

1.5.16.1. Nivel 1. Tipos de Procesos

Plan. El plan cubre los procesos para equilibrar las capacidades de recursos con los requisitos de la demanda y la comunicación de los planes en toda la cadena de suministro. Se incluye la medición del desempeño de la cadena de suministro y la gestión de inventarios, activos y transporte, entre otros.

Fuente. La fuente cubre la identificación y selección de proveedores, la medición del desempeño del proveedor, así como la programación de sus entregas, la recepción de productos y procesos para autorizar los pagos. También incluye la gestión de la red de proveedores y los contratos, así como los inventarios de los productos entregados.

Hacer. En el ámbito de la fabricación se encuentran los procesos que transforman el material, los productos intermedios y los productos en su próximo estado, cumpliendo con la demanda planificada y actual. El "Hacer" cubre procesos para programar actividades de producción, fabricación y pruebas, liberación de productos para entrega.

Entregar. La entrega cubre procesos como la recepción de pedidos, la reserva de inventarios, la generación de presupuestos, la consolidación de pedidos, la creación de carga y la generación de documentos de envío y facturación.

Devolución. En el ámbito de la devolución se encuentran los procesos para devolver productos de cadena de suministro defectuosos o en exceso. El proceso de devolución extiende el alcance del modelo SCOR al área de servicio al cliente posterior a la entrega. Cubre la autorización de devoluciones, programación de devoluciones, recepción y disposición de productos devueltos, así como reemplazos o créditos para productos devueltos.

1.5.16.2. Nivel 2. Categorías de Proceso

Planificación. Las categorías de proceso asignadas a la planificación apoyan la asignación de recursos a la demanda esperada. Incorporan el equilibrio de la oferta y la demanda en un horizonte de planificación adecuado. Generalmente, estos procesos se ejecutan periódicamente. Influyen directamente en la flexibilidad de la cadena de suministro con respecto a los cambios en la demanda según Stadtler (2008).

Ejecución. Las categorías del proceso de ejecución son aquellas activadas por la demanda planificada o actual. En el modelo SCOR (Figura 7), incorporan regularmente la programación y la secuencia, así como la transformación y/o el transporte de productos. Las categorías de procesos de ejecución representan los procesos centrales de una cadena de suministro.

Apoyo. Las categorías de proceso asignadas para apoyo son procesos de soporte para las otras categorías de proceso. Preparan, preservan y controlan el flujo de información y las relaciones entre los otros procesos.

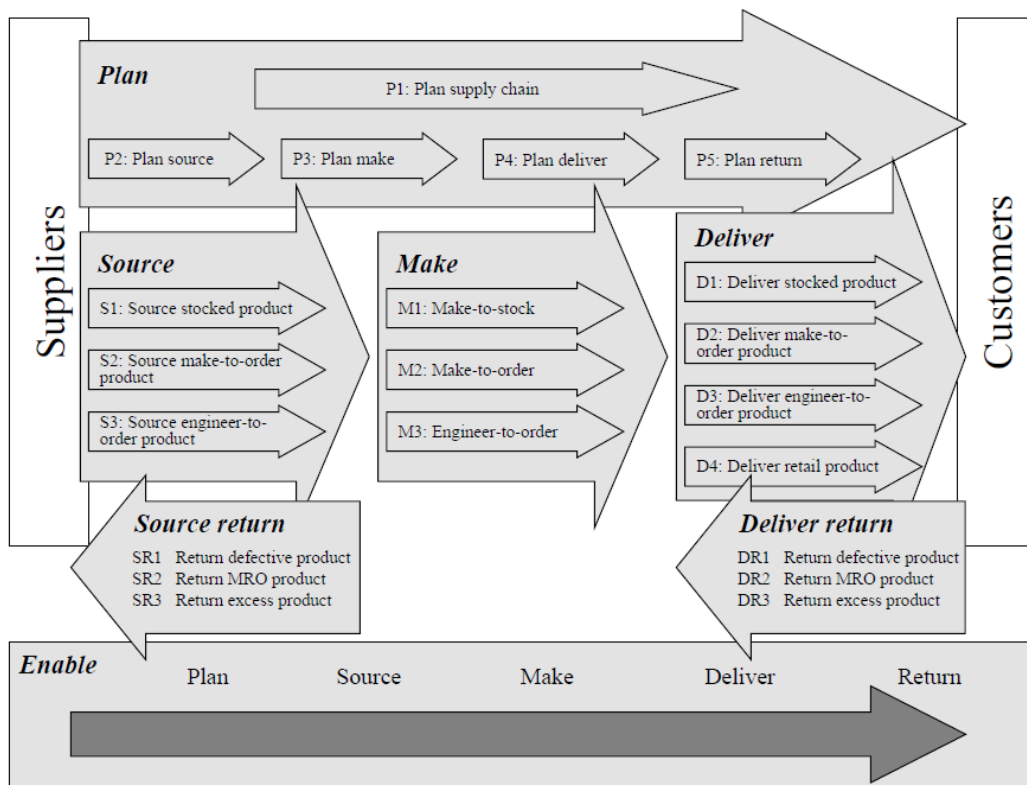


Figura 7 – Modelo SCOR Niveles 1 & 2 (Stadtler, 2008, pág. 43)

1.5.16.3. Nivel 3. Elementos del Proceso

En este nivel, la cadena de suministro está sintonizada según Stadtler (2008). Las categorías de proceso se descomponen en elementos de proceso. Las métricas detalladas y las mejores prácticas para estos elementos son parte del modelo SCOR en este nivel. Además, la mayoría de los elementos de proceso se pueden vincular y poseen un flujo de entrada (información y material) y/o un flujo de salida (también información y material).

Las secuencias de entrada y salida de un elemento de proceso no están necesariamente vinculadas a las secuencias de entrada y salida de otros elementos de proceso. Sin embargo, puede haber relación con algún socio de la cadena de suministro, tipo de proceso, categoría de proceso o elemento de proceso de donde proviene la información o el material.

2. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó en la presente investigación se describe a continuación:

2.1. Naturaleza de la Investigación

La presente investigación es de naturaleza cuantitativa, el punto de vista cuantitativo parte de una idea general, se limita el alcance, se genera objetivos, se genera la pregunta de la investigación, se mide las variables, se estima magnitudes según lo menciona Sampieri (2014), además se ha considerado el marco teórico fundamental para el presente tema de investigación. Para el caso de la presente investigación se analizó los datos de la Empresa SEDEMI y se determinó las variables que intervienen en la estructura del MRP. Se realizó el diseño del MRP tomando en cuenta las condiciones y restricciones que tiene la organización.

El punto de vista cuantitativo es secuencial y demostrativo; es un conjunto de pasos que sigue un orden y no se puede saltar ningún paso, es decir es inflexible, sin embargo, se puede modificar o redefinir ciertas fases, según lo menciona Sampieri (2014).

2.2. Alcance de la Investigación

La presente investigación es descriptiva, es decir tiene como objetivo la identificación de las variables que intervienen en el MRP. La estructura del MRP de manera global se compone de un plan agregado de producción, programa maestro de producción, y la respectiva planificación de materiales que contiene un listado de materiales estándar que se emplea en la fabricación de los productos metálicos.

Según Sampieri (2014), el objetivo de un estudio descriptivo es detallar cualquier proceso que esté sujeto a un análisis. Con esta metodología se pretende realizar las respectivas mediciones mediante la recopilación de la información de acuerdo a las variables que se van a analizar.

Para el presente tema de investigación se han considerado dos etapas fundamentales, en la primera etapa se realizó el levantamiento de la información actual del modelo de planificación y programación de recursos/materiales (MRP).

La segunda etapa se realizó el diseño del MRP, y se formuló una secuencia de actividades que se describe a continuación:

- Recopilar los datos históricos de cantidades de producción en un período de 5 años (2015-2019), análisis de las cantidades de producción por UEGP, Mes, Año.
- Realizar el diagnóstico del modelo actual de Planificación y Programación de la Producción.
- Generar el catálogo de productos metálicos fabricados en SEDEMI.
- Analizar el horizonte de planificación de la producción, la propuesta a considerar es de (6) a (12) meses.
- Revisar el Plan de Ventas, que considera proyectos potenciales y adjudicados.
- Determinar el Plan Agregado de Producción (PAP / Materia Prima Importación), que considera las cantidades de materiales por UEGP.
- Realizar el Plan Agregado de Producción de Proyectos Adjudicados (PAP-PA), que considera los flujos de producción establecidos con las UEGP's-Clientes.
- Realizar el Plan Agregado de Producción de Proyectos Potenciales (PAP-PP), que muestra los proyectos en negociación y nuevas oportunidades de negocio.
- Realizar el Programa Maestro de Producción (MPS), que muestra la planificación de las órdenes de trabajo según tiempos estimados de los procesos productivos.
- Establecer la capacidad de producción de cada una de las máquinas que tiene la planta, orientado a la fabricación de productos metálicos.
- Realizar la Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP), donde se muestra el listado de materiales a utilizar en los proyectos potenciales y adjudicados.
- Determinar Rutas (Análisis de restricciones-cuellos de botella, capacidad efectiva y capacidad de diseño de la ruta).
- Determinar los indicadores del proceso de planificación.
- Realizar reuniones semanales para estructurar el modelo de planificación de la producción.
- Determinar las conclusiones y recomendaciones en función de los objetivos específicos planteados.

2.3. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación para el presente proyecto es de tipo no experimental transversal que tiene por objetivo la recopilación de los datos en un momento determinado, es decir se describe las variables y se realiza el análisis de la interrelación en el momento determinado.

El estudio no experimental tiene por objetivo observar las condiciones que ya existen, las cuales no son provocadas bajo ninguna circunstancia por el investigador. En la presente investigación se analizaron los datos de la empresa SEDEMI para entender el funcionamiento y la estructura del MRP.

2.4. Herramientas

Las herramientas que se emplearon en la presente investigación se muestran a continuación:

- Procesos de producción (Ingeniería, Abastecimiento, Armado, Soldadura, Acabados Superficiales).
- Tiempos estimados de los procesos productivos.
- Cadena de valor de producción.
- Listado de productos metálicos que se fabrican en la planta.
- Capacidad de producción de la planta.
- Cantidad de kilogramos / toneladas producidas durante los últimos 5 años.
- Listado de materiales que se emplean en la fabricación de productos metálicos.
- Plan de Ventas de las UEGP's
- Estrategia de SEDEMI, orientado a la fabricación de diversos productos metálicos y atender los diferentes mercados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Antecedentes

Debido a que SEDEMI está incursionando en nuevos mercados y atendiendo a sectores de la construcción, industria, infraestructura pública, telecomunicaciones y energía, la planificación de requerimiento de materiales (MRP) es determinada en base a la proyección de proyectos que estiman las UEGP's. El desarrollo del MRP comprende varios factores que debe tomar en cuenta el planificador para una apropiada planificación de la producción.

La construcción de edificios metálicos en estos últimos años es atractiva para los clientes debido a la rapidez de montaje de las estructuras, optimización de recursos y costos competitivos. Por tal razón, es importante reformar el sistema de planificación de materiales de SEDEMI, debido a la cantidad y diversidad de materiales que se maneja en la fabricación de conjuntos metálicos. Durante el desarrollo de la presente investigación se establecerán las variables más influyentes para establecer el modelo MRP.

3.1.2. Cadena de Valor Empresa SEDEMI

La Cadena de Valor de la Empresa SEDEMI muestra los procesos esenciales por los cuales atraviesan los productos metálicos durante su fabricación. Este mapa de la cadena de valor muestra además los procesos de apoyo que intervienen de manera indirecta en el proceso. La cadena de valor recibe la información técnica de las UEGP's - Clientes para ejecutar todos los proyectos, considerando tiempos de entrega, calidad del producto, costo competitivo, en función de las especificaciones de los clientes.

En la Figura 8, se muestra la Cadena de Valor de la Empresa SEDEMI. Los procesos esenciales son: Planificación de Producción & Materiales, Ingeniería, Abastecimiento, Armado & Soldadura, Acabados Superficiales. Los procesos de apoyo son: Sistemas Integrados de Gestión, Talento Humano, Desarrollo Tecnológico, Procura, Aseguramiento y Control de Calidad, Mantenimiento, Gestión de Inventarios, Logística, Investigación &

Desarrollo, Productividad e Infraestructura Interna. El proceso de Planificación de Producción y Materiales es constituyó para mejorar la comunicación con las UEGP's y determinar responsabilidades entre departamentos.

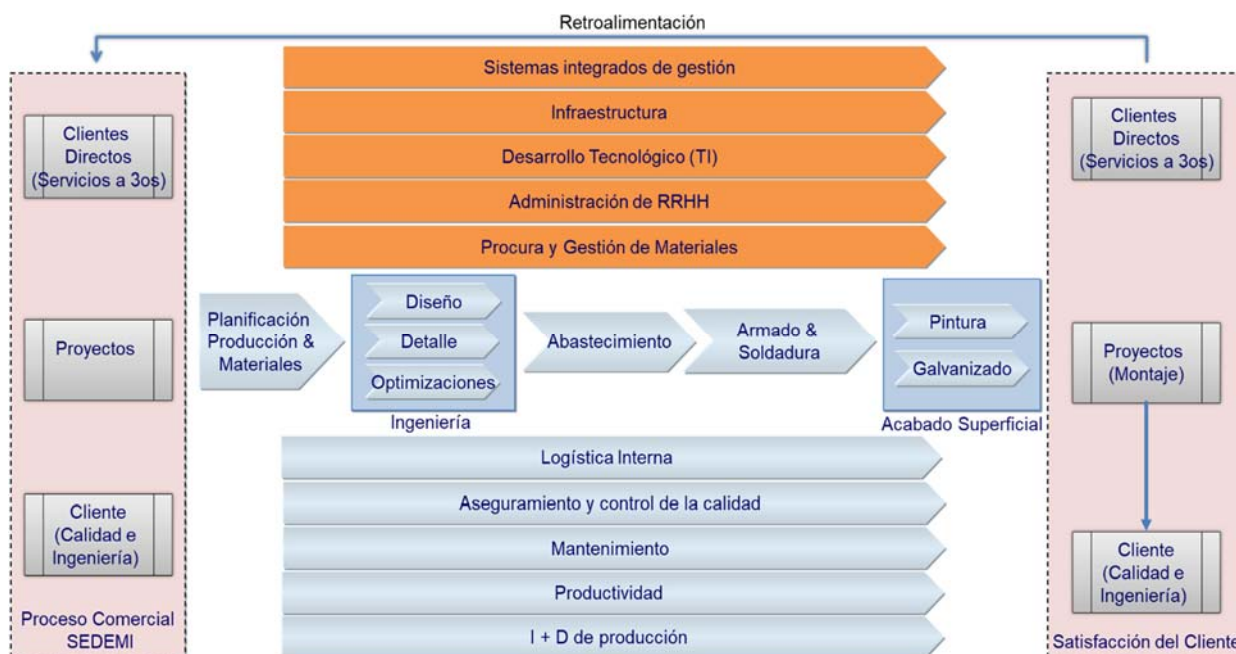


Figura 8 – Cadena de Valor Empresa SEDEMI

3.1.3. Diagnóstico del Modelo de Planificación y Programación de Materiales

El diagnóstico del Modelo de Planificación y Programación de Materiales, se lo realiza con el objetivo de analizar las restricciones (cuellos de botella) de todos los procesos de la cadena de valor, esto comprende desde la recepción de la información de los proyectos hasta la entrega del producto a los clientes. Una vez determinada la situación actual se plantea alternativas de solución para que el modelo propuesto funcione según las condiciones de la organización.

La Tabla 1, muestra el diagnóstico del Modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP), la cual recopila las actividades, situación actual, consecuencia, áreas afectadas, y la propuesta de solución.

DIAGNÓSTICO DEL MODELO DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MATERIALES (MRP)					
ITEM	ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN (MRP)	SITUACIÓN ACTUAL	CONSECUENCIA	AREAS AFECTADAS	SOLUCIÓN
1	Estimación de la Demanda de Proyectos	No se cuenta con un Plan de Ventas por parte de las Unidades de Negocio UEGP's	No se puede planificar recursos de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	La estimación de los proyectos debe tener un horizonte de seis (6) meses, la información debe proveer las UEGP's
2	Solicitud de Información Técnica de Proyectos	El suministro de la Información Técnica de los Proyectos no completa	No se genera los ordenes de fabricación por falta de información técnica	Ingeniería - Producción	Se debe verificar la totalidad de la información a través de la lista de chequeo (Check List)
3	Plan Agregado de Producción (PAP)	No se cuenta con un Plan Agregado de Producción	No se puede planificar recursos de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	En base a la estimación de la demanda de los proyectos se debe generar el Plan Agregado de Producción
4	Programa Maestro de Producción (MPS)	No se cuenta con un Programa Maestro de Producción	No se puede planificar recursos de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	A partir del Plan Agregado de Producción se debe generar el MPS
5	Lista de Familias de Productos Metalmecánicos	No se tiene un listado formal de los Productos Metalmecánicos	No se puede planificar la capacidad de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	Se debe elaborar el listado de productos metalmecánicos
6	Lista de Materiales (Stock o Disponibilidad del Mercado)	Se cuenta con un listado de materiales que son de importación y un listado de materiales disponibles en el mercado local, falta difusión al personal de Ingeniería - Producción	La falta de conocimiento de los materiales no ayuda a generar diseños óptimos	Ingeniería - Producción	El área de compras debe actualizar el listado de los materiales cada mes.
7	Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP)	No se cuenta con el MRP	No se puede planificar las OT's y afecta a los tiempos de entrega	Ingeniería - Producción	Una vez elaborado el listado de productos metalmecánicos se debe

					establecer el listado de materiales (BOM) por producto y estimar las cantidades de materiales por cada OT.
8	Seguimiento y Control de Requerimiento de Materiales	No se realiza el Seguimiento y Control de Requerimiento de Materiales	No se puede Planificar la Producción	Ingeniería - Producción	El área de compras debe actualizar cada semana las fechas de arribo de materiales a las bodegas SEDEMI
9	Administración de Inventarios (Materia Prima / Consumibles)	Se cuenta con un stock de materiales de acuerdo a consumos de años anteriores	No se puede Planificar la Producción	Ingeniería - Producción	Se debe estimar la cantidad de materiales en base al pronóstico de ventas (proyectos adjudicados y potenciales)
10	Diagramas de Procesos - Ingeniería / Producción	No existe Diagramas de Procesos Ingeniería / Producción	La falta de conocimiento de los procesos afecta en la eficiencia y productividad	Ingeniería - Producción	Se debe elaborar los Diagramas de Procesos Ingeniería - Producción
11	Indicadores de Rendimiento de los Procesos - Ingeniería / Producción	No existe Indicadores de Rendimiento	No se puede medir eficiencia y productividad de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	Se debe establecer Indicadores de Rendimiento una vez elaborado los diagramas de procesos
12	Costos de Ingeniería - Producción	No se cuenta con los costos de Ingeniería - Producción, el costo es analizado en base a la experiencia	Costo no competitivo frente a la competencia	Ingeniería - Producción	Se debe establecer los costos de producción a través de la matriz de operaciones de cada producto
13	Procedimientos de Ingeniería / Producción	Existe Procedimientos no actualizados de Ingeniería / Producción	Afecta directamente a la calidad de los productos de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	Se debe realizar revisiones en Procedimientos de Ingeniería - Producción
14	Formatos de Ingeniería / Producción	Existe Formatos no actualizados de Ingeniería / Producción	Afecta directamente a la calidad de los productos de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	Se debe realizar revisiones a Formatos de Ingeniería - Producción

15	Planeación de la Capacidad	No existe Planeación de la Capacidad	No se puede planificar recursos de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	Se debe establecer la planeación de la capacidad en base al rendimiento actual de los procesos
16	Planificación de Requerimientos de Capacidad	No existe Planificación de Requerimientos de Capacidad	No se puede planificar recursos de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	Se debe establecer la planeación de la capacidad en base al rendimiento actual de los procesos
17	Medidas de Capacidad (Utilización - Eficiencia - Capacidad Nominal)	No existe Medidas de Capacidad	No se puede establecer la capacidad real de Ingeniería - Producción	Ingeniería - Producción	Se debe establecer las Medidas de Capacidad en base a procesos actuales
18	Estándares de Ingeniería - Producción	No se cuenta con Estándares de Ingeniería - Producción	No se puede Planificar los tiempos de Producción	Ingeniería - Producción	Se debe establecer estándares de Ingeniería - Producción para poder Planificar las OT's
19	Planificación de Órdenes de Trabajo Ingeniería - Producción	Se realiza la Planificación de OT's en base a la experiencia	No Cumplimiento de las fechas de las OT's	Ingeniería - Producción	Se debe realizar la planificación de las OT's según los tiempos de operación de cada fase productiva en base a los estándares de Ingeniería y Producción
20	Seguimiento y Control de Cumplimiento de Órdenes de Trabajo Ingeniería - Producción	No hay Seguimiento y Control al Cumplimiento de OT's	No Cumplimiento de las fechas de las OT's	Ingeniería - Producción	A través de la planificación de OT's, se debe controlar el avance de Ingeniería - Producción. Comunicación permanente entre las áreas productivas

Tabla 1 – Diagnóstico del Modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP)

3.1.4. Historial de Producción de la Planta de Fabricaciones Metálicas

Para establecer el historial de producción de la planta de fabricaciones metálicas, se toma en consideración los datos de producción de los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019. El análisis de estos datos permite conocer la cantidad de kilos producidos por cada unidad de negocio, el porcentaje de participación (en toneladas) de cada unidad de negocio, el número de conjuntos / elementos / partes de los productos metalmecánicos fabricados. Estos datos permiten al planificador conocer el historial y determinar una cantidad posible de materiales que se puede tener en stock. Para establecer una estimación real se debe trabajar con el pronóstico de la demanda de los proyectos. En el giro de negocio de SEDEMI es importante tomar en cuenta la variabilidad de los proyectos ya que todo proyecto es diferente. Por otra parte, con estos datos se puede determinar un historial de la capacidad de producción de la planta. Sin embargo, el objetivo es establecer la capacidad real de la planta, en base a la eficiencia y utilización de cada centro de trabajo.

En el Anexo I, se muestra el resumen del historial de producción de la planta. La información técnica recopilada durante estos años de operación, permite establecer los tipos de productos metálicos que se fabrican en SEDEMI y favorecen al desarrollo de la presente investigación.

3.1.5. Diseño del Modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP)

3.1.5.1. Planificación y Control de la Producción

El objetivo de la Planificación y Control de la Producción es el cumplimiento de las ordenes de trabajo (OT's) en las fechas establecidas, la planificación inicia con una reunión de apertura de proyecto donde se establecen los requerimientos mínimos para el cumplimiento. Se debe tomar en cuenta la siguiente información para la planificación de las OT's:

- Proyección de Proyectos
- Evaluación de Materiales Disponibles
- Alcance del Proyecto

- Cronograma Contractual
- Orden de Trabajo
- Requerimiento de Materiales
- Prioridades de Ingeniería, Fabricaciones Metálicas & Montaje
- Acabado Superficial
- Planos Arquitectónicos & Estructurales
- Capacidad de Ingeniería & Fabricaciones Metálicas
- Disponibilidad de Ingeniería & Fabricaciones Metálicas (Diagrama de Gantt para establecer prioridades de producción)
- Información técnica adicional para la ejecución de las OT's en caso de requerirlo (Sistemas & Filosofías de Diseño Estructural, Procesos de Fabricación, etc.)
- Subcontratar Ingeniería o Fabricaciones Metálicas si la demanda de proyectos es alta

En la Figura 9, se muestra la Cadena de Valor Producción, la entrada para la planificación son los proyectos de todas las unidades de negocio y un estimado de materiales inicial, la salida son los productos terminados sean pintados o galvanizados. El objetivo es proveer el trabajo continuo a todas las áreas, es decir, que no exista paradas en la producción.

SEDEMI trabaja en un entorno de producción bajo pedido (MTO), por lo tanto, la planificación de materiales (MRP) debe ser actualizado continuamente. MRP debe tomar en cuenta la adjudicación de nuevos proyectos, materiales existentes en el mercado, prioridades de las UEGP's – Clientes, capacidad de producción.

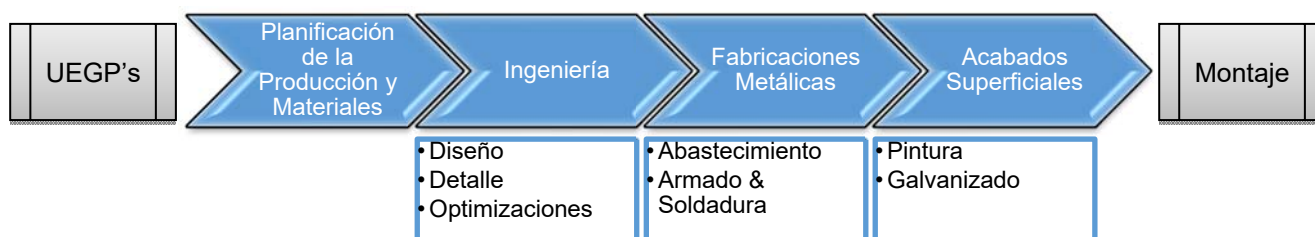


Figura 9 – Cadena de Valor Producción SEDEMI

3.1.5.2. Plan de Ventas y Operaciones (PV&O)

La empresa SEDEMI cuenta con (4) unidades de negocio (UEGP), que atiende a los sectores de Construcciones Metálicas en General (CMG), Petróleo & Gas, Eléctrico,

Telecomunicaciones. Cada unidad de negocio mantiene relaciones comerciales con clientes fijos, nuevos y potenciales, por tal motivo las unidades de negocio deben establecer su plan de ventas que proporciona la base para enfocar los recursos de producción y lograr los objetivos estratégicos de la empresa.

La información que provee las UEGP's es la base fundamental para la ejecución de un proyecto. Si la información administrativa – técnica está incompleta, se debe solicitar a las unidades de negocio (UEGP's) quienes a través de los clientes deben completar la documentación.

En cuanto al plan de ventas que emite cada unidad de negocio, este plan debe ser realizado con un horizonte de al menos (6) meses, una vez realizado el plan de ventas, se puede determinar un estimado de materiales de los proyectos adjudicados y potenciales. Se debe solicitar al departamento de procura la compra de los materiales en función del plan de ventas estimado. La función del área de procura es revisar los stocks de materiales para asegurar un stock de seguridad que permita ejecutar los proyectos. En la Tabla 2, se puede observar las unidades de negocio y sus respectivos productos metálicos. Una de las fortalezas de SEDEMI es atender a varios sectores de la industria para ser competitivos.

LISTA DE PRODUCTOS METÁLICOS - UEGP Estimación de Proyectos Período: (6) meses	
Unidad Especializada en Gestión de Proyectos (UEGP) Sector Construcciones Metálicas en General (CMG)	<ul style="list-style-type: none"> • Edificios Metálicos • Naves / Galpones Industriales • Edificios para Equipos Mecánicos • Cubiertas • Puentes Vehiculares • Puentes Grúa • Plataformas • Soportes Estructurales • Campamentos • Pilotes • Tubería de Conducción / Presión
Unidad Especializada en Gestión de Proyectos (UEGP) Sector Petróleo & Gas (P&G)	<ul style="list-style-type: none"> • Cubiertas • Tanques de Almacenamiento
Unidad Especializada en Gestión de Proyectos (UEGP) Sector Eléctrico (E)	<ul style="list-style-type: none"> • Torres de Transmisión Eléctrica
Unidad Especializada en Gestión de Proyectos (UEGP) Sector Telecomunicaciones (T)	<ul style="list-style-type: none"> • Torres de Telecomunicaciones

Tabla 2 – Lista de Productos Metálicos - UEGP

Para la presente investigación, se muestra la proyección de los proyectos durante el año 2020. Esta información lo provee el equipo conformado por las UEGP's y Desarrollo de Negocios (Marketing).

En la Tabla 3, se muestra el flujo en toneladas mensuales de todas las UEGP's. Esta información es importante para que todas las áreas involucradas dentro de la cadena de valor se preparen con los recursos necesarios y afrontar la demanda de los clientes.

UNIDAD DE NEGOCIO	Eléctrico (E)	Telecomunicaciones (T)	Construcciones Metálicas en General (CMG)	Petróleo & Gas (P&G)	TOTAL (Ton)
VENTAS (Ton) Año 2020	1.500,00	1320,00	11.480,00	1.800,00	16.100,00
ENERO	66,67	110,00	1.019,00	150,00	1.345,67
FEBRERO	141,67	110,00	1.019,00	150,00	1.420,67
MARZO	200,00	110,00	1.019,00	150,00	1.479,00
ABRIL	179,17	110,00	936,00	150,00	1.375,17
MAYO	41,67	110,00	936,00	150,00	1.237,67
JUNIO	241,67	110,00	936,00	150,00	1.437,67
JULIO	54,17	110,00	936,00	150,00	1.250,17
AGOSTO	270,83	110,00	936,00	150,00	1.466,83
SEPTIEMBRE	33,33	110,00	936,00	150,00	1.229,33
OCTUBRE	41,67	110,00	936,00	150,00	1.237,67
NOVIEMBRE	41,67	110,00	936,00	150,00	1.237,67
DICIEMBRE	187,50	110,00	936,00	150,00	1.383,50
TOTAL (Ton) Año 2020	1.500,02	1320,00	11.481,00	1.800,00	16.101,02

Tabla 3 – Plan de Ventas Año 2020

3.1.5.3. Plan Agregado de Producción (PAP)

El producto final del plan de ventas y operaciones se lo denomina plan agregado de producción. Para la presente investigación, el plan agregado se determina para un horizonte de tiempo de (6) meses de operación de la planta de fabricaciones metálicas. En el plan agregado se determina la cantidad en toneladas mensuales y las familias de productos que se fabricarán de acuerdo al cronograma de ejecución de los proyectos.

El plan agregado de producción es desarrollado por el equipo conformado entre las UEGP's, Desarrollos de Negocios (Marketing) y Producción, incluye una variedad de entradas: capacidad de ingeniería, capacidad de fabricaciones metálicas, demanda de los

clientes, rendimiento de proveedores, entre los más importantes. Para el caso de la presente investigación se ha determinado varias familias de productos.

En la Tabla 4, se puede observar los productos finales que están conformados por conjuntos y subconjuntos estructurales. Para este caso es importante mencionar que los conjuntos estructurales forman familias de productos. Las familias de productos se dividen en: Estructura Liviana ($P \leq 30$ Kg/m), Estructura Mediana ($30 < P \leq 60$ Kg/m), Estructura Pesada ($60 < P \leq 90$ Kg/m), y Estructura Extra-Pesada ($P > 90$ Kg/m).

FAMILIA DE PRODUCTOS – ESTRUCTURAS METÁLICAS			
ÍTEM	PRODUCTO FINAL	CONJUNTO ESTRUCTURAL	SUBCONJUNTO ESTRUCTURAL
1	Edificios Metálicos Peso > 90 Kg/m	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas)
		Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas)
		Perfiles Armados (2C Conformado en Frío) + Conexiones	Perfiles Armados (2C Conformado en Frío)
		Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE
		Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente "L"
2	Naves / Galpones Industriales 60 < Peso <= 90 Kg/m	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas)
		Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas)
		Perfiles Armados (2C Conformado en Frío) + Conexiones	Perfiles Armados (2C Conformado en Frío)
		Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE
		Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente "L"
		Perfiles Conformados en Frío "G" + Conexiones	Perfiles Conformados en Frío "G"
3	Edificios para Equipos Mecánicos 60 < Peso <= 90 Kg/m	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas)
		Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas)
		Perfiles Armados (2C Conformado en Frío) + Conexiones	Perfiles Armados (2C Conformado en Frío)
		Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE
		Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente "L"
		Perfiles Conformados en Frío "G" + Conexiones	Perfiles Conformados en Frío "G"

4	Cubiertas 30<Peso<=60 Kg/m	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas)
		Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas)
		Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE
		Perfiles Armados (2C Conformado en Frío) + Conexiones	Perfiles Armados (2C Conformado en Frío)
		Perfiles Armados (2G Conformado en Frío) + Conexiones	Perfiles Armados (2G Conformado en Frío)
		Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos - Conformados en Frío + Conexiones	Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos - Conformados en Frío
		Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente "L"
		Perfiles Conformados en Frío "G" + Conexiones	Perfiles Conformados en Frío "G"
		Armaduras / Celosías + Conexiones	Armaduras con Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos, "C", "L"
5	Puentes Vehiculares Peso > 90 Kg/m	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas)
		Perfiles laminados en Caliente "L" + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente "L"
6	Puentes Grúa 60<Peso<=90 Kg/m	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas)
		Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas)
7	Torres de Transmisión Eléctrica P<=30 Kg/m	Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente "L"
8	Torres de Telecomunicaciones Peso<=30 Kg/m 30<Peso<=60 Kg/m	Perfiles Conformados en Frío "UV" + conexiones	Perfiles Conformados en Frío "UV"
		Perfiles Redondos + Conexiones	Perfiles Redondos
		Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente "L"
		Perfiles Redondos / Varilla Lisa + Conexiones	Perfiles Redondos + Varilla Lisa
		Perfiles Conformados en Frío "Octógono" + Conexiones	Perfiles Conformados en Frío "Octógono"
		Perfiles Conformados en Frío "Hexadecágono" + Conexiones	Perfiles Conformados en Frío "Hexadecágono"
9	Plataformas 30<Peso<=60 Kg/m	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas)
		Perfiles Conformados en Frío "C" + Conexiones	Perfiles Conformados en Frío "C"
		Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN
		Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente "L"

10	Soportes Estructurales	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas)
	Peso<=30 Kg/m	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN
11	Campers 60<P<=90 Kg/m	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas)
		Perfiles Conformados en Frío "C" + Conexiones	Perfiles Conformados en Frío "C"
		Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN
12	Pilotes 60<Peso<=90 Kg/m	Virolas	Planchas Roladas

Tabla 4 – Familia de Productos Estructuras Metálicas

En la Tabla 5, se muestra el resumen de familias de productos para estructuras metálicas que se fabrican en SEDEMI.

Ítem	Familias de Productos Estructuras Metálicas	UEGP
1	Perfil Armado Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	CMG, P&G
2	Perfil Armado Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	CMG, P&G
3	Perfiles Armados (2C Conformado en Frío) + Conexiones	CMG, P&G
4	Perfiles Armados (2G Conformado en Frío) + Conexiones	CMG, P&G
5	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones	CMG, P&G
6	Armaduras / Celosías + Conexiones	CMG, P&G
7	Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos - Conformados en Frío + Conexiones	CMG, P&G
8	Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	CMG, P&G
9	Perfiles Conformados en Frío "C" + Conexiones	CMG, P&G
10	Perfiles Conformados en Frío "G" + Conexiones	CMG, P&G
11	Perfiles Conformados en Frío "Octógono" + Conexiones	T
12	Perfiles Conformados en Frío "Hexadecágono" + Conexiones	T
13	Perfiles Conformados en Frío "UV" + Conexiones	T
14	Perfiles Redondos + Conexiones	T
15	Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	T
16	Perfiles Redondos / Varilla Lisa + Conexiones	T
17	Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	E
18	Pilotes	CMG, P&G
UEGP CMG: Construcciones Metálicas en General P&G: Petróleo & Gas T: Telecomunicaciones E: Eléctrico		

Tabla 5 – Resumen Familia de Productos Estructuras Metálicas

En la Tabla 6, se muestra el resumen de familias de productos para equipos mecánicos que se fabrican en SEDEMI para los sectores CMG y P&G.

FAMILIA DE PRODUCTOS – EQUIPOS MECÁNICOS			
ÍTEM	PRODUCTO FINAL	CONJUNTO	SUBCONJUNTO
1	Tubería de Conducción / Presión	Tramos de Tubería	Virolas (Planchas Roladas)
2	Tanques Atmosféricos API 12F – API 650	Tanque	Fondo-Skid + Cuerpo (Virolas)-Skid Lateral + Techo Cónico + Boquillas + Manhole + Clean Out + Accesorios

Tabla 6 – Familia de Productos Equipos Mecánicos

3.1.5.4. Programa Maestro de Producción (MPS)

El programa maestro de producción (MPS) expresa como satisfacer la demanda especificando que artículos se deben hacer y cuándo (Ej. la cantidad de productos o conjuntos estructurales y las fechas de inicio y fin de la orden de trabajo). La cantidad de conjuntos estructurales a fabricarse es información importante para planificar los recursos necesarios de la planta de fabricaciones metálicas.

En el caso particular de SEDEMI, la organización no tiene inventario de productos terminados, se fabrican según las necesidades del cliente. Esta forma de producción se usa a menudo cuando hay una gran cantidad de configuraciones de producción posibles y, por lo tanto, una pequeña probabilidad de anticipar las necesidades exactas del cliente.

En la empresa SEDEMI de fabricación bajo pedido (MTO), el programa maestro de producción (MPS) muestra los conjuntos que componen un pedido del cliente. Una de las actividades fundamentales es definir el producto; es decir, el diseño tiene lugar a medida que se lleva a cabo la construcción. La producción a menudo puede iniciar antes de que se haya determinado una definición completa del producto y una lista de materiales. Por ejemplo, la fabricación del perfil sin conexiones.

3.1.5.5. Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)

El plan de requerimiento de materiales (MRP) se genera a partir del plan maestro de producción (MPS). El MPS especifica la cantidad de conjuntos estructurales o familias de productos y el peso en kilogramos de cada OT, de acuerdo a esta información se determina la lista de materiales para cada proyecto.

La estimación de materiales inicial de cada proyecto los realiza las UEGP's, este requerimiento junto con la información técnica es entregado al responsable de Planificación de la Producción para establecer los tiempos estimados de ejecución para los procesos de Ingeniería y Producción.

La estimación inicial se lo realiza en el formato de SEDEMI denominado "Requerimiento de Materiales", Revisión "0". Durante la ejecución del proyecto pueden aparecer modificaciones de la parte estructural y arquitectónica que pueden cambiar los requerimientos iniciales de los materiales. El modelo 3D debe estar totalmente concluido para determinar los pesos y cantidades de materiales del proyecto, en este instante se debe comparar el listado final de materiales con respecto al requerimiento inicial Rev. "0" y se debe realizar un nuevo requerimiento de diferencia de cantidad de materiales, Revisión "1".

La revisión de materiales, Rev. 1, se debe enviar a procura para adquirir la diferencia de materiales. La Rev. 1 de los materiales debe ser entregado al proceso de optimizaciones para comparar con el requerimiento final de materiales, Revisión "2". La revisión 2 es generada por el proceso de optimizaciones donde se considera un porcentaje de desperdicio de los materiales. Esta revisión es la final y se debe comparar con la revisión 1, la diferencia de materiales debe ser solicitada a procura para evitar faltantes de materiales en las líneas de fabricación. En resumen:

- Revisión "0", los responsables son las Unidades de Negocio UEGP's.
- Revisión "1", el responsable es el área de ingeniería de detalle
- Revisión "2", el responsable es el área de optimizaciones.

En el Anexo VII, se muestra el formato de planificación de materiales para SEDEMI, en este documento se especifica la cantidad de materiales que se necesita por cada proyecto. El límite del MRP es el plan maestro de producción (MPS) y determina la cantidad de materiales mensuales en un horizonte de (6) meses. Este plan de materiales evitará los excesivos inventarios en la bodega de materia prima, sin embargo, unas de las estrategias de SEDEMI es tener un stock de materiales mínimo para atender la demanda de los clientes. En la figura 10, se muestra el proceso de planificación de requerimientos de materiales, en este proceso hay varios responsables cuyo trabajo en equipo debe evitar los faltantes de materiales y que el flujo de producción sea continuo.

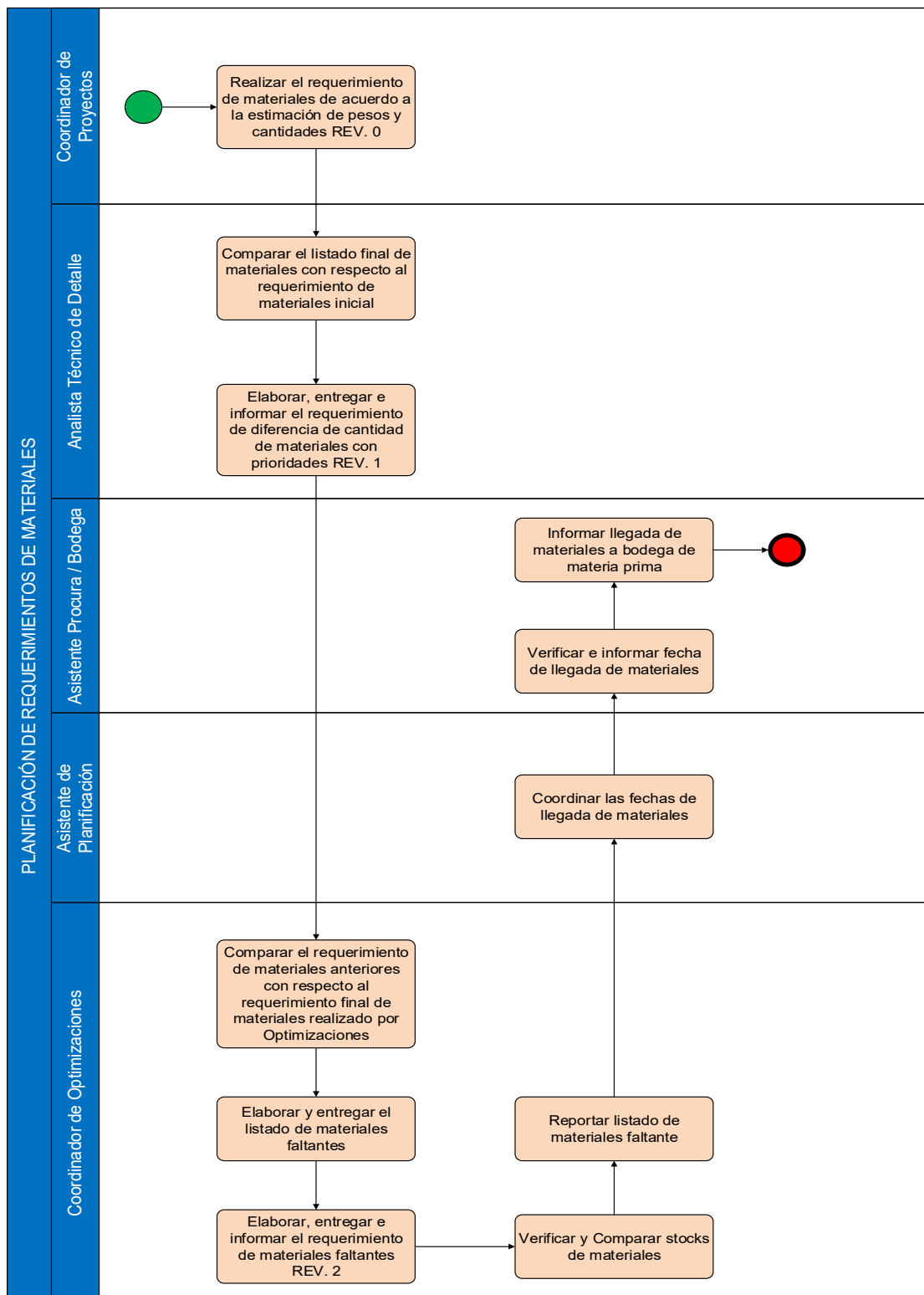


Figura 10 – Planificación de Requerimientos de Materiales

El objetivo es emplear materiales que se puedan conseguir en el mercado, es decir, del medio local e importación y que la fabricación de los conjuntos estructurales se ajuste a los procesos de fabricación de SEDEMI.

Es importante que los materiales lleguen a la bodega de materia prima para planificar la producción, se tiene que informar a través del personal de bodega & procura y el seguimiento se lo realiza a través del responsable de planificación de la producción.

Para una oportuna planificación y programación de recursos/materiales (MRP), se debe conocer las capacidades de los centros de trabajo de cada una de las fases de la cadena de valor. Una vez determinado la capacidad del centro de trabajo, considerando la jornada normal de trabajo de 40 horas semanales, se puede estimar la cantidad de productos metálicos que pueden fabricarse en la planta de SEDEMI.

3.1.5.6. Lista de Materiales (BOM)

El listado de materiales (BOM) es la lista de componentes necesarios para fabricar un conjunto estructural. Para la presente investigación se diagrama la estructura de producto por cada familia de productos y sus respectivos materiales.

El área de ingeniería de SEDEMI genera los planos de taller de los conjuntos estructurales, esta información describe los detalles de dibujo para fabricación, pesos y cantidades de cada componente estructural. El peso por conjunto estructural es de vital importancia para propósitos de fabricación y montaje.

Los listados de materiales por cada familia de productos o conjuntos estructurales pueden variar en función del diseño de la estructura. Debido a que los proyectos son diferentes (entorno MTO), se ha determinado conjuntos de familias de productos donde se utilizan materiales de importación y del medio local. Los materiales de importación se tienen en stock y se abastecen cada periodo de acuerdo a la demanda de proyectos.

En el Anexo II, se muestra las estructuras de las familias de productos que se fabrican en SEDEMI. Todos los productos metálicos tienen en su estructura: perfiles, placas base y placas de conexión, estos elementos dependen exclusivamente del diseño estructural (tipo de perfil, sección de perfil, dimensiones, diámetro de perforación, espesores de placas y perfiles, cantidades). Por esta razón se ha establecido familias de producto ya

que cualquier perfil que se construya en SEDEMI tiene que seguir los procesos de: corte, conformado en frío, perforación, biselado, armado, soldadura, pintura, galvanizado. Los procesos operativos son los mismos para cualquier producto, lo que diferencia entre productos son los tiempos de operación de cada actividad.

3.1.5.7. Materiales utilizados para la Planificación

Para la planificación de requerimientos de materiales MRP, es importante conocer todos los materiales disponibles que existen en el mercado local y los que se suministran por medio de importación.

Los diagramas de las estructuras por cada tipo de producto metálico se establecen para determinar el listado de materiales de los productos que se fabrica en SEDEMI. En el Anexo III, se muestra las fichas técnicas por cada conjunto estructural o familia; y en el Anexo IV, se muestra el listado de materiales que se utilizan en la fabricación de productos metálicos.

3.1.5.8. Stock de Materiales

El pronóstico de la demanda de los proyectos permite estimar una cantidad de materiales para tenerlos en stock. No se trata de reducir el stock para disminuir los costos, ni tener el stock de materiales en exceso por satisfacer todas las demandas, sino es mantener una adecuada cantidad de materiales para que la empresa sea competitiva y dar respuesta inmediata ante la demanda de los clientes.

En la tabla 7, se puede evidenciar lo siguiente: la mayor parte de los perfiles se construyen a partir de planchas importadas, los perfiles conformados en frío tipo “C”, “G” pueden ser fabricados en la planta a partir de planchas y/o ser suministrados por el proveedor local; los tubos redondos, cuadrados, rectangulares, varillas, etc., son suministrados por el proveedor local, los perfiles laminados en caliente son importados, y las conexiones estructurales son construidas con planchas y/o perfiles laminados en caliente.

Ítem	Familias de Productos Metálicos	Planchas - Importación	Perfil fabricado por SEDEMI	Perfil suministrado por el Proveedor Local	Perfil Laminado en Caliente-Importación
1	Perfil Armado Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	X			
2	Perfil Armado Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	X			
3	Perfiles Armados (2C Conformado en Frío) + Conexiones	X	X	X	
4	Perfiles Armados (2G Conformado en Frío) + Conexiones	X	X	X	
5	Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones				X
6	Armaduras / Celosías (Perfiles "C", "L") + Conexiones	X	X	X	X
7	Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos + Conexiones			X	
8	Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones				X
9	Perfiles Conformados en Frío "C" + Conexiones	X	X	X	
10	Perfiles Conformados en Frío "G" + Conexiones	X	X	X	
11	Perfiles Conformados en Frío "Octógono" + Conexiones	X			
12	Perfiles Conformados en Frío "Hexadecágono" + Conexiones	X			
13	Perfiles Conformados en Frío "UV" + Conexiones	X			
14	Perfiles Redondos / Varilla Lisa + Conexiones			X	
15	Pilotes	X			
		11	5	7	3
		73,33%	33,33%	46,67%	20%

Tabla 7 – Lista de Familias de Productos vs. Construcción

El stock de materiales en estos últimos 5 años de operación se ha focalizado en planchas y perfiles laminados en caliente tipo "L" para mantener un stock mínimo de materiales, que en la experiencia de SEDEMI ha sido favorable para atender la demanda. Es importante notar que una buena parte de materiales es suministrada por el proveedor local en lo que se refiere a perfiles tipo "C", "G", redondos, cuadrados, rectangulares, etc.

Una de las estrategias de SEDEMI es tener un stock de seguridad de materiales en base al pipeline (embudo) de oportunidades de proyectos que pueden ser adjudicados.

3.1.5.9. Optimización de Diseños Estructurales

El diseño estructural permite determinar el listado preliminar de materiales que serán utilizados durante la fase de construcción de los productos metálicos. Los diseños deben

cumplir las especificaciones técnicas solicitadas por el cliente en base a la normativa técnica requerida.

El grupo de optimización del diseño estructural realizará sus procedimientos en la siguiente secuencia:

- Seleccionar el tipo de acero a utilizar en los diseños estructurales
- Considerar los materiales que se encuentren en el medio local y los que llegan bajo importación
- Considerar los materiales que tienen baja rotación en bodega
- Utilizar todos los materiales sobrantes de anteriores proyectos
- Todos los perfiles deben ser construidos según los procesos de SEDEMI
- Se tiene que distribuir de manera conveniente todas las partes o elementos de un conjunto estructural sobre la plancha metálica y evitar que haya materiales sobrantes, esto se logra modificando los diseños estructurales hasta encontrar el diseño óptimo.
- Los perfiles laminados en caliente tipo “HEB”, “IPE”, pueden ser homologados con perfiles construidos en (3) placas.

3.1.6. Estándares y Capacidades de los Procesos de la Cadena de Valor

La información técnica para el desarrollo de los proyectos debe ser suministrada por las UEGP's - Clientes y canalizada a través de todos los departamentos de la cadena de valor: ingeniería, abastecimiento, armado & soldadura y acabados superficiales. Se debe establecer los requisitos mínimos para la ejecución del proyecto y esto se lo realiza a través de una lista de chequeo (Check List de Proyectos – Ingeniería de Diseño / Detalle), donde se establece el alcance y las consideraciones técnicas del proyecto.

3.1.6.1. Ingeniería

La información técnica de los proyectos es la fuente de suministro para el departamento de Ingeniería, el proceso de ingeniería inicia con el diseño estructural que consiste en básicamente calcular las secciones de los perfiles y las conexiones que se emplearan en la construcción de la estructura metálica, una vez terminado el proceso de diseño se inicia el proceso de detallado que consiste en realizar los planos de taller que se emplean

en la fabricación de los productos metálicos y los planos de montaje que se utilizan para ensamblar la estructura metálica en campo. Los planos de taller es la entrada para el proceso de optimizaciones, esta información se utiliza para distribuir de manera adecuada todas las partes de los productos metálicos sobre material entero (Ej. una plancha metálica de dimensiones estándar), el objetivo es aprovechar toda el área posible de la plancha y reducir los desperdicios. En la tabla 8, se menciona los procesos de ingeniería: Diseño, Detalle y Optimizaciones.

No.	PROCESO	SUBPROCESO
1	Diseño	Diseño Estructural
		Diseño de Conexiones
		Diseño Mecánico
2	Detallado	Detallado Estructural
		Detallado Mecánico
3	Optimización de Materiales	
4	Control Documental	

Tabla 8 – Procesos del Departamento de Ingeniería SEDEMI

La principal restricción del proceso de ingeniería es la falta de información técnica para la ejecución de los proyectos, y los tiempos de operación de cada subproceso. En todo proyecto se debe solicitar la siguiente información:

- Especificaciones Técnicas
- Requerimiento de Materiales
- Orden de Trabajo
- Alcance y Cronograma
- Planos Estructurales y Diseño de Conexiones
- Prioridades de Montaje
- Planos Arquitectónicos

La demanda de los proyectos es una variable a tener en cuenta, el área de ingeniería cuenta con personal técnico para atender una determinada cantidad de órdenes de trabajo, en el caso de tener alta demanda la opción es subcontratar. En la Tabla 9, se muestra los tiempos estimados de operación para Diseño Estructural.

DISEÑO ESTRUCTURAL						
Ítem	Producto Metalmecánico	Tiempos Estimados de Operación (días)				
		Modelo Estructural	Análisis Estructural	Diseño de Conexiones	Memoria de Cálculo	Total (días)
1	Edificios Metálicos	10	8	5	2	25
2	Naves / Galpones Industriales	4	2	3	1	10
3	Edificios para Equipos Mecánicos	8	2	3	2	15
4	Cubiertas	5	2	3	1	11
5	Puentes Vehiculares	5	2	3	1	11
6	Puentes Grúa	2	2	2	1	7
7	Torres de Transmisión Eléctrica	4	2	2	1	9
8	Torres de Telecomunicaciones	4	2	2	1	9
9	Plataformas	2	1	1	1	5
10	Soportes Estructurales	1	1	1	1	4
11	Campers	5	2	3	1	11
12	Pilotes	2	1	1	1	5

Tabla 9 – Tiempos estimados de operación – Diseño Estructural

En la Tabla 10, se muestra los tiempos estimados de operación para Diseño Mecánico.

DISEÑO MECÁNICO							
Ítem	Producto Metalmecánico	Tiempos Estimados de Operación (días)					
		Revisión Modelo 3D	Diseño Estructural Skid	Modelado Boquillas, Accesorios	Memoria de Cálculo	Planos APC	Total (días)
1	Tubería de Conducción / Presión	2	1	1	2	3	9
2	Tanques de Almacenamiento	2	1	1	1	3	8

Tabla 10 – Tiempos estimados de operación – Diseño Mecánico

En la tabla 11, se muestra los tiempos estimados de operación para el detallado estructural. El tiempo de Modelado en 3D de algunos productos principalmente para el caso de Edificios Metálicos y Edificios para Equipos Mecánicos se puede estimar inicialmente, sin embargo, durante la ejecución del proyecto puede variar estos tiempos debido a varios cambios en: arquitectura, diseño estructural, materiales, etc., Para cumplir los tiempos es importante la interacción entre Ingeniería & UEGP's y establecer soluciones efectivas. La provisión de las ordenes de fabricación dependerá de los requerimientos de montaje, es decir de acuerdo a la capacidad de montaje se puede proveer la ingeniería de detalle (planos de taller) y la fabricación. Esta provisión debe ser planificada para mantener flujo continuo de fabricación y montaje.

DETALLADO ESTRUCTURAL									
Ítem	Producto Metalmecánico	Tiempos Estimados de Operación (días)							
		Modelo 3D	Planos Estructurales	Planos de Taller	Listas de Corte	Archivos CNC	Planos de Montaje	Packing List	Total (días)
1	Edificios Metálicos	30	5	3	1	1	2	1	43
2	Naves / Galpones Industriales	7	5	3	1	1	2	1	20
3	Edificios para equipos mecánicos	30	5	3	1	1	2	1	43
4	Cubiertas	7	3	2	1	1	2	1	17
5	Puentes Vehiculares	5	2	3	1	1	2	1	15
6	Puentes Grúa	5	2	2	1	1	2	1	14
7	Torres de Transmisión Eléctrica	4	2	2	1	1	2	1	13
8	Torres de Telecomunicaciones	4	2	2	1	1	2	1	13
9	Plataformas	4	2	2	1	1	2	1	13
10	Soportes Estructurales	4	2	2	1	1	2	1	13
11	Campers	7	3	2	1	1	2	1	17
12	Pilotes	2	1	2	1	1	2	1	10

Tabla 11 – Tiempos estimados de operación – Detallado Estructural

En la tabla 12, se muestra los tiempos estimados de operación para Detallado Mecánico

DETALLADO MECÁNICO							
Ítem	Producto Metalmecánico	Tiempos Estimados de Operación (días)					
		Revisión Modelo 3D	Planos de Taller	Listas de Corte	Archivos CNC	Packing List	Total (días)
1	Tubería de Conducción / Presión	1	3	1	1	1	7
2	Tanques de Almacenamiento	1	3	1	1	1	7

Tabla 12 – Tiempos estimados de operación – Detallado Mecánico

Los tiempos estimados de operación mostradas en las tablas anteriores, se toman en cuenta para planificar los órdenes de trabajo. La planificación de la producción cuenta con una base de datos de materiales de importación y del medio local con las cuales se realizarán todos los diseños estructurales. El producto final del proceso de ingeniería es: planos estructurales, planos de taller, planos de montaje, listados de corte, listados de elementos finales (packing list). Esta información debe cumplir con la normativa técnica requerida.

En la tabla 13, se muestra los tiempos estimados de operación del proceso de optimización de materiales.

OPTIMIZACIÓN			
Ítem	Producto Metalmecánico	Pesos / Tiempos Estimados de Operación	
		Peso (Tons)	Total (horas)
1	Edificios Metálicos	30	16
2	Naves / Galpones Industriales	30	16
3	Edificios para Equipos Mecánicos	30	16
4	Cubiertas	30	12
5	Puentes Vehiculares	30	16
6	Puentes Grúa	30	16
7	Torres de Transmisión Eléctrica		
7.1	Suspensión Liviana	15	12
7.2	Suspensión Pesada	30	16
7.3	Accesorios	8	8
8	Torres de Telecomunicaciones		
8.1	Torre Triangular 42 metros (UV y ángulos)	30	16
8.2	Torre Triangular 42 metros (tubería y ángulos)	15	12
8.3	Torre Triangular 36 metros (UV y ángulos)	30	16
8.4	Torre Triangular 36 metros (tubería y ángulos)	15	12
8.5	Torre Triangular 30 metros (UV y ángulos)	30	16
8.6	Torre Triangular 30 metros (tubería y ángulos)	15	12
8.7	Torre Triangular 24 metros (UV y ángulos)	30	16
8.8	Torre Triangular 24 metros (tubería y ángulos)	15	12
8.9	Accesorios Torre Triangular	8	12
8.10	Torre Cuadrangular 42 metros (tubería y ángulos)	15	12
8.11	Torre Cuadrangular 42 metros (ángulos / montantes-diagonales)	15	12
8.12	Torre Cuadrangular 36 metros (tubería y ángulos)	15	12
8.13	Torre Cuadrangular 36 metros (ángulos / montantes-diagonales)	15	12
8.14	Torre Cuadrangular 30 metros (tubería y ángulos)	15	12
8.15	Torre Cuadrangular 30 metros (ángulos / montantes-diagonales)	15	12
8.16	Torre Cuadrangular 24 metros (tubería y ángulos)	15	12
8.17	Torre Cuadrangular 24 metros (ángulos / montantes-diagonales)	15	12
8.18	Accesorios Torre Cuadrangular	8	16
8.19	Torreta 9 metros (Tubo ISO II, varilla lisa)	15	12
8.20	Torreta 12 metros (Tubo ISO II, varilla lisa)	15	12
8.21	Torreta 15 metros (Tubo ISO II, varilla lisa)	15	12
8.22	Accesorios para Torreta	8	8
8.23	Monopolos Rectos 42 metros (8 lados)	10	16
8.24	Monopolos Rectos 36 metros (8 lados)	10	16
8.25	Monopolos Rectos 30 metros (8 lados)	10	16
8.26	Monopolos Rectos 24 metros (8 lados)	10	16
8.27	Monopolos Rectos 18 metros (8 lados)	10	16
8.28	Monopolos Cónicos 42 metros (16 lados)	10	16
8.29	Monopolos Cónicos 36 metros (16 lados)	10	16
8.30	Monopolos Cónicos 30 metros (16 lados)	10	16
8.31	Monopolos Cónicos 24 metros (16 lados)	10	16
8.32	Monopolos Cónicos 18 metros (16 lados)	10	16

8.33	Accesorios para Monopolos	8	16
9	Plataformas	30	16
10	Soportes Estructurales	8	16
11	Campers	30	16
12	Pilotes	8	16
13	Tubería de Conducción / Presión	8	8
14	Tanques de Almacenamiento	8	16

Tabla 13 – Tiempos estimados de operación – Optimización de Materiales

3.1.6.2. Abastecimiento

El proceso de abastecimiento tiene por objetivo fundamental suministrar todos los elementos o partes que conforman los conjuntos estructurales. El proceso de ingeniería finaliza con optimizaciones, el cual provee información al proceso de abastecimiento. La optimización de los materiales consiste en generar los respectivos planes de corte, hojas CNC y los listados de material de todas las partes del conjunto mediante la reserva de material. La reserva de material se lo realiza con el propósito de asegurar el flujo constante de producción en la planta de fabricaciones metálicas. El proceso de abastecimiento debe proveer elementos para armar y soldar conjuntos, sin generar inventario en las líneas de fabricación.

El plan agregado de producción realizado para un horizonte de (6) meses permite generar el plan maestro de producción (MPS) y la planificación de requerimientos de material (MRP), a partir de esta información se puede estimar las cantidades de materiales que se van a procesar mensualmente. Si durante este periodo de tiempo se adjudican otros proyectos que no estuvieron considerados, se puede tomar en cuenta algunas estrategias para ejecutar las nuevas órdenes de fabricación. Una alternativa para solventar la demanda es adquirir elementos procesados (cortados, perforados). Además, el plan a (6) meses debe alertar a todas las áreas de producción y sus respectivas áreas de apoyo para incrementar recursos o realizar varias jornadas de trabajo.

Los faltantes de materiales es una de las causas del no cumplimiento de las órdenes de fabricación en las fechas establecidas. Una de las medidas a proponer para evitar los faltantes de materiales es la planificación de requerimiento de materiales que se lo realiza a través del programa maestro de producción y comprende un horizonte de (6) meses.

La falta de materiales puede resultar por dos principales causas:

(1) La estimación de materiales se determina al analizar la información técnica que provee el cliente o según los pre-diseños y se realiza un resumen de todos los materiales a utilizarse. Las estimaciones de materiales de proyectos potenciales y adjudicados deben ser considerados en el MRP, sin embargo, no se puede estimar la totalidad de los materiales principalmente por cambios que pueden presentarse al desarrollar el proyecto, la estimación final se lo realizará al completar el proceso de ingeniería.

(2) Cada UEGP emite un requerimiento de materiales al departamento de Procura en el caso que algún proyecto sea adjudicado a SEDEMI, en este punto es importante revisar los stocks de materiales y verificar si existe la totalidad del material, en el caso de no tener en stock se debe informar a la UEGP para revisar las alternativas de cambio de material o conseguir en el medio local. Se debe mencionar que los materiales son importados y del medio local, por tal razón una las actividades fundamentales del departamento de procura es informar las fechas de arribo de materiales para planificar las órdenes de trabajo.

La empresa SEDEMI cuenta con una variedad de máquinas CNC que permiten al proceso productivo suministrar una gran cantidad de elementos / partes para fabricar productos metálicos. En el proceso de abastecimiento es importante conocer las capacidades de las máquinas para poder realizar la programación de la producción, la información de optimización y la respectiva planificación de materiales que permite el cumplimiento de las órdenes de fabricación.

En la Tabla 14, se muestra las capacidades de las máquinas que operan en la sección de abastecimiento, la tabla muestra los espesores máximos y mínimos en los cuales trabajan las máquinas.

No.	MAQUINA	MARCA	SERVICIO	CAPACIDAD DE MAQUINA
1	Procesadora de Flejes-Placas	Tecoi Teknos-4500	Corte y Perforación de Planchas (Perfil Cajón, I, 2C, G)	Espesor Mínimo de Corte: 6 mm Espesor Máximo de Corte: 120 mm (Oxicorte) Espesor Máximo de Corte: 45 mm (Plasma)
2	Procesadora de Flejes-Placas	Koike Aronson MGM-3100	Corte de Planchas (Perfil Cajón, I, 2C, G)	Espesor Mínimo de Corte: 6 mm Espesor Máximo de Corte: 80 mm (Oxicorte)
3	Procesadora de Placas	Kaltenbach KF-2512	Corte y Perforación placas de conexión	Ancho de Placa: 220-2500 mm Longitud de Placa: 500-6000 mm Espesor de Placa: 6-60 mm Diámetro de Perforación: 8-50 mm

4	Plegadora	Adira PHO 80060	Conformado de Perfiles "C", "G", "UV"	Espesor Mínimo: 2 mm Espesor Máximo: 15 mm Longitud Mínima Perfil: 100 mm Longitud Máxima Perfil: 6000 mm
5	Cizalla	Adira GV 1660	Corte	Angulo de Corte: 1,5° Espesor Máximo: 10 mm Longitud Mínima: 100 mm Longitud Máxima: 6100 mm Ancho Mínimo: 30 mm Ancho Máximo: 500 mm
6	Roladora (4) Rodillos	Davi MCB 2533	Rolado de Planchas – Virolas	Espesor Mínimo: 4 mm Espesor Máximo: 10 mm Diámetro Mínimo: 400 mm Diámetro Máximo: 3600 mm Ancho Mínimo: 350 mm Ancho Máximo: 1500 mm
7	Roladora (3) Rodillos	Davi MAV 3072	Rolado de Planchas – Virolas	Espesor Mínimo: 6 mm Espesor Máximo: 50 mm Diámetro Mínimo: 850 mm Diámetro Máximo: 5000 mm Ancho Mínimo: 1000 mm Ancho Máximo: 3000 mm
8	Roladora de Perfiles	Davi 3232	Rolado de Perfiles	Según Especificaciones del Fabricante
9	Sierra de Cinta	Peddinghaus 1100 DG	Corte de Perfiles HEB, IPE, UPN, Perfiles Armados "I"	Rango de Corte a 90° Ancho: 1100mm x Altura: 430 mm Rango de Corte a 45° Ancho: 700mm x Altura: 430 mm Rango de Corte a 60° Ancho: 450mm x Altura: 430 mm
10	Sierra de Cinta	Birlik ALF 460-Y	Corte de Perfiles	En Cuadrado 150 mm En Redondo 150 mm En Rectangular 150x200 mm
11	Sierra de Cinta	Macc-215	Corte de Perfiles	En Cuadrado 150 mm En Redondo 150 mm En Rectangular 150x200 mm
12	Perforadora	Peddinghaus PCD-1100	Perforación de Perfiles HEB, IPE, UPN, Perfiles Armados "I", Perfiles "C", "G"	Ancho Máximo de Perfil 1100 mm Altura Máxima de Ala 460 mm Ancho Mínimo de Perfil 50 mm Altura Mínima de Perfil 20 mm Tamaño máximo del orificio (HSS Twist): 40 mm Tamaño máximo del orificio (Carbide): 32 mm
13	Cizalla Punzonadora	Geka Alfa 500/150 M	Corte y Perforación de Perfiles "L"	Tamaño mínimo de ángulo 40x40x4 mm Tamaño máximo de ángulo 150x150x15 mm Diámetro máximo: 31 mm

Tabla 14 – Capacidad de las Máquinas de la Sección Abastecimiento

El flujo de producción que requiere abastecimiento, debe alinearse con las capacidades de armado & soldadura. El MPS determinado en planificación establece la cantidad de productos que deben ser fabricados y las cantidades materiales a procesar. Para que haya un flujo adecuado, abastecimiento debe estar adelantado al menos (1) semana para garantizar flujo continuo de armado y soldadura de conjuntos estructurales.

3.1.6.3. Armado & Soldadura

El proceso de armado y soldadura tiene por objetivo fundamental ensamblar conjuntos estructurales. La sección Armado y soldadura utiliza los planos de taller los cuales tienen toda la información técnica pertinente; es decir, cotas, simbología de soldadura, vistas, materiales, pesos. El proceso tiene dos fases fundamentales: el armado que comprende lo relacionado con el ensamble de todos los elementos estructurales que conforman el conjunto y la fase de soldadura de los elementos que utiliza procedimientos precalificados o calificados según normas requeridas. La liberación final de cada conjunto estructural se lo realiza una vez terminado los procesos de armado y soldadura, donde se realiza inspección visual, dimensional y los ensayos no destructivos correspondientes según requerimiento del plan de inspección y pruebas (ITP) firmado con el cliente al inicio del proyecto.

Los planos de taller es la información técnica que utiliza la sección de armado & soldadura y debe estar completa para ejecutar las órdenes de trabajo. Sin embargo, en la fase constructiva se puede presentar cambios que pueden afectar la programación de la producción, en este instante las revisiones en los planos deben ser ejecutados en el menor tiempo posible para evitar impactos en los cronogramas. Las revisiones pueden presentarse por varias razones: (1) Revisiones arquitectónicas, (2) Revisiones en diseños estructurales, (3) Revisiones de materiales, (4) Revisiones por procesos productivos, (5) Reprocesos de fabricación y (6) Reprocesos por ingeniería de detalle.

Los elementos estructurales deben estar completos para ensamblar los conjuntos y garantizar la producción continua en todas las líneas de armado y soldadura. El plan agregado permite la preparación de los recursos necesarios para atender la demanda de los proyectos adjudicados durante los (6) meses que se tiene como horizonte. El plan maestro de producción es generado a través del plan de ventas y permite conocer la cantidad de conjuntos estructurales que se deben fabricar. A partir de la información del plan de ventas es posible generar varias estrategias que permitan elevar la producción y atender la demanda de varios clientes con los cuales hay compromisos establecidos. Dentro de las estrategias que se pueden adoptar son: la subcontratación de mano de obra para fabricar elementos estructurales, personal eventual contratado para reforzar las líneas de armado, realizar dos a tres jornadas laborales, con la proyección a (6) meses se puede balancear las líneas de producción buscando calidad, costo y cumplimiento de los plazos establecidos con las UEGP's y/o clientes.

En la Tabla 15, se muestran los flujos de Producción Mensual para un horizonte de (6) meses. Esta información lo suministra el Plan Agregado de Producción (PAP) a través del plan de ventas que estima las unidades de negocio UEGP's.

PRODUCCION HORIZONTE (6) MESES AÑO 2020							
SECTOR	PRODUCCIÓN ENERO 2020 (Tons)	PRODUCCIÓN FEBRERO 2020 (Tons)	PRODUCCION MARZO 2020 (Tons)	PRODUCCION ABRIL 2020 (Tons)	PRODUCCION MAYO 2020 (Tons)	PRODUCCION JUNIO 2020 (Tons)	PESO TOTAL (Tons)
CMG	973,75	1014,75	905	950	1000	500	5343,5
P&G	148	148	148	148	148	148	888
E	66,67	141,67	200	179,17	41,67	241,67	870,85
T	110	110	110	110	110	110	660
TOTAL	1298,42	1414,42	1363	1387,17	1299,67	999,67	7762,35

CMG: Construcciones Metálicas en General
P&G: Petróleo & Gas
E: Eléctrico
T: Telecomunicaciones

Tabla 15 – Producción Horizonte (6) meses

Según datos de producción del año 2019, la producción fue de 10890297,07 kg., a un promedio mensual de 907524,76 Kg. (907 Tons), en el plan agregado de producción (Año 2020) se estima una producción de 1293,73 (Tons) mensuales en promedio, por lo tanto, la planta debe prepararse con una mayor cantidad de recursos para afrontar la demanda actual.

Para afrontar las nuevas demandas en la producción se ha realizado un análisis de los tiempos de operación para fabricación de cada uno de los productos metálicos que ofrece la empresa SEDEMI. El desglose de los tiempos de operación de cada producto estructural fabricado en SEDEMI se muestra en el Anexo V de la presente investigación.

En la Tabla 16, se muestra el resumen de los tiempos de operación de cada producto metálico que fabrica SEDEMI para atender a las Unidades de Negocio UEGP's.

En el cuadro resumen mostrado se puede apreciar la cantidad de productos que se pueden realizar mensualmente en una jornada de 8 horas diarias de trabajo, sin embargo, si la demanda lo requiere puede activarse algunos grupos de trabajo para fabricar mayor cantidad de productos. El plan agregado de producción (PAP) y el plan maestro de producción (MPS) muestran las toneladas y cantidades en unidades que necesita mensualmente los clientes para ejecutar los proyectos. Esta información puede ir variando a través del tiempo, sin embargo, la gran mayoría de clientes ya tiene un

cronograma definido. En caso de alta demanda todos los involucrados en la cadena de valor deben activar los recursos necesarios para atender a todos los clientes.

		Jornada	8				
		Días Laborables	26				
		Centros de Trabajo	1	20 personas			
Ítem	Producto Metálico	Tiempo de Operación (Horas)	Cantidad diaria	Cantidad Conjuntos Fabricados (Mensual)	Peso (Tons)	Peso Total (Tons)	Longitud (m)
1	Perfil Armado Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	22,50	0,4	9,2	5,00	46,2	12,0
2	Perfil Armado Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	4,45	1,8	46,7	1,00	46,7	9,0
3	Perfil Armado (2C Conformado en Frío) + Conexiones	11,55	0,7	18,0	2,00	36,0	9,0
4	Perfil Armado (2G Conformado en Frío) + Conexiones	6,50	1,2	32,0	2,00	64,0	6,0
5	Perfil Laminado en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones	5,00	1,6	41,6	1,20	49,9	9,0
6	Armaduras / Celosías + Conexiones	5,00	1,6	41,6	0,50	20,8	6,0
7	Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos + Conexiones	3,00	2,7	69,3	0,20	13,9	6,0
8	Perfil Conformado en Frío "Octógono" + Conexiones	14,50	0,6	14,3	2,50	35,9	6,0
9	Perfil Conformado en Frío "Hexadecágono" + Conexiones	15,00	0,5	13,9	2,50	34,7	6,0
10	Torre Triangular (Perfiles "UV"+Perfiles "L") + Conexiones	19,00	0,4	10,9	5,00	54,7	6,0
11	Torre Triangular / Cuadrangular (Perfiles Redondos & Perfiles "L") + Conexiones	16,00	0,5	13,0	8,50	110,5	6,0
12	Torre Cuadrangular (Perfiles "L") + Conexiones	16,00	0,5	13,0	4,00	52,0	6,0
13	Torretas (Perfiles Redondos + Varilla Lisa) + Conexiones	22,00	0,4	9,5	0,80	7,6	3,0
14	Tubería de Presión / Conducción - Pilotes	33,00	0,2	6,3	11,50	72,5	10,0
15	Tanques de Almacenamiento	70,00	0,1	3,0	10,00	29,7	7,5
						675,1	

Tabla 16 – Tiempos de operación para producción de Conjuntos Estructurales y Equipos Mecánicos

El programa maestro de producción (MPS) provee información para la planificación de los materiales (MRP), es decir, a través de las cantidades de conjuntos estructurales se determina el listado de materiales necesarios para cada orden de trabajo (OT). El MPS debe ser actualizado constantemente en el caso de nuevos proyectos adjudicados o si existen nuevas disposiciones de las UEGP's.

Todas las unidades de negocio son importantes para la empresa SEDEMI, por lo tanto, para una buena planificación de los proyectos es necesario establecer prioridades según la importancia de los clientes y/o acuerdos comerciales.

La capacidad de producción de SEDEMI es de 1200 toneladas mensuales con dos jornadas laborales, estas jornadas se activarán en el caso de ser necesario cuando la demanda sea alta. La planta de SEDEMI trabaja a un promedio normal de 800 toneladas mensuales para mantener activos a todos los centros de trabajo, por tal razón una tarea fundamental entre la parte comercial y producción (cadena de valor) es mantener constante el flujo de toneladas fabricadas y el costo del kilo fabricado.

3.1.6.4. Acabados Superficiales (Pintura – Galvanizado)

La sección de acabados superficiales tiene por objetivo fundamental proteger la superficie de los conjuntos estructurales contra la corrosión a través de los procesos de pintura y galvanizado. El tipo de acabado superficial depende de los siguientes factores: las especificaciones técnicas del proyecto, el medio donde la estructura va a ser instalada.

El galvanizado en caliente es un proceso metalúrgico mediante el cual se obtiene un recubrimiento de zinc sobre el acero, por inmersión en un baño de zinc fundido, a una temperatura aproximada de 450 °C.

El proceso de pintura es la aplicación de un conjunto de capas de revestimiento sobre superficies metálicas cuya función es proteger la integridad del material base (acero) contra la corrosión, abrasión y otros agentes externos. Para llevar a cabo este proceso se establecerá el sistema de pintura a utilizar, en el caso de estructuras metálicas y equipos mecánicos puede variar desde un sistema anticorrosivo hasta un sistema de (2) capas o (3) capas.

El plan agregado permite la preparación de los recursos que se debe tener en la sección de acabados superficiales para atender la demanda de los proyectos. Los conjuntos estructurales que provienen de los procesos de armado & soldadura deben ser entregados al área de acabados superficiales con la respectiva documentación por cada orden de fabricación.

Los tiempos de acabados superficiales (pintura) dependen de varios factores tales como: preparación superficial, sistema de pintura a aplicar, tiempo de secado de las capas de pintura (donde aplique), liberación e inspección del producto. En lo referente a galvanizado se tiene estipulado un tiempo de operación dependiendo del tipo de estructura a galvanizar. Se debe tomar en cuenta estos factores para una adecuada planificación y programación de la producción. En las Tablas 17 & 18, se muestra los tiempos requeridos en operación para el proceso de pintura de los productos metalmecánicos.

PINTURA				
Ítem	Producto Metalmecánico	Tiempos Estimados de Operación (días)		
		Granallado	Pintura	Total (días)
1	Edificios Metálicos	1	1	2
2	Naves / Galpones Industriales	4	2	6
3	Edificios para equipos mecánicos	1	2	3
4	Cubiertas	1	1	2
5	Puentes Vehiculares	1	2	3
6	Puentes Grúa	1	3	4
7	Torres de Transmisión Eléctrica	N/A	N/A	0
8	Torres de Telecomunicaciones	1	2	3
9	Plataformas	1	1	2
10	Soportes Estructurales	1	1	2
11	Campers	1	2	3

Tabla 17 – Tiempos de Operación de Pintura – Estructuras Metálicas

PINTURA						
Ítem	Producto Metalmecánico	Tiempos Estimados de Operación (días)				Total (días)
		Granallado	Pintura Parte Interna	Pintura Parte Externa	Logos	
1	Tubería para Hidroeléctricas	1	1	1	N/A	3
2	Tanques de Almacenamiento	1	2	3	3	9
3	Pilotes	1	1	1	N/A	3

Tabla 18 – Tiempos de Operación de Pintura – Equipos Mecánicos

El proceso de galvanizado se aplica en las cubiertas del sector P&G, torres de transmisión eléctrica, torres de telecomunicaciones (Galvanizado-Pintado, a estos productos se los galvaniza en caliente y luego se aplica pintura). Para el sector CMG, depende de la especificación del cliente, en la cual se especifica si es pintado o galvanizado.

El rendimiento de galvanizado de estructuras metálicas es de 15 a 20 toneladas diarias en (2) jornadas de trabajo. Para realizar el proceso de galvanizado, se tiene que considerar las medidas de la cuba de galvanizado para diseñar productos metálicos y que se adapten a estas medidas. Es importante considerar los flujos de galvanizado en las estructuras para evitar deformaciones durante el proceso, esta información se establece en Ingeniería.

En la Figura 11, se resume los tiempos de operación que deben ser tomados en cuenta para establecer una fecha final de entrega de cada orden de trabajo. Estas fechas se establecen en la Orden de Trabajo (OT) acordadas durante la reunión de inicio de proyecto.

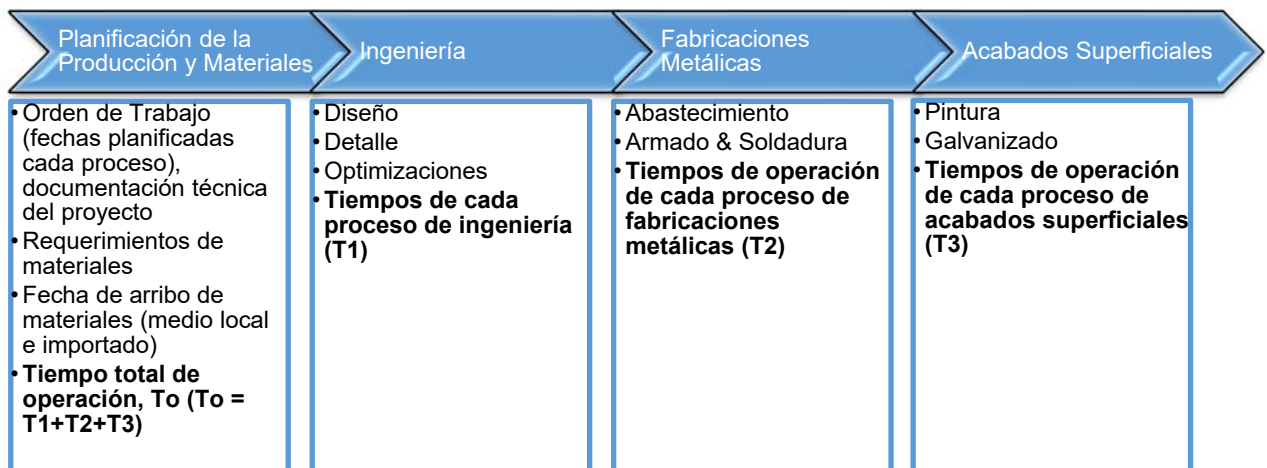


Figura 11 – Planificación de la Producción y Materiales-Tiempos de Operación

En la Figura 12, se muestra el proceso de planificación de la producción donde intervienen proveedores, las entradas, todos los procesos de la cadena de valor, las salidas, clientes, se especifica un indicador de cumplimiento de planificación de la producción y las respectivas herramientas. El valor agregado del proceso de planificación de la producción es la satisfacción del cliente.

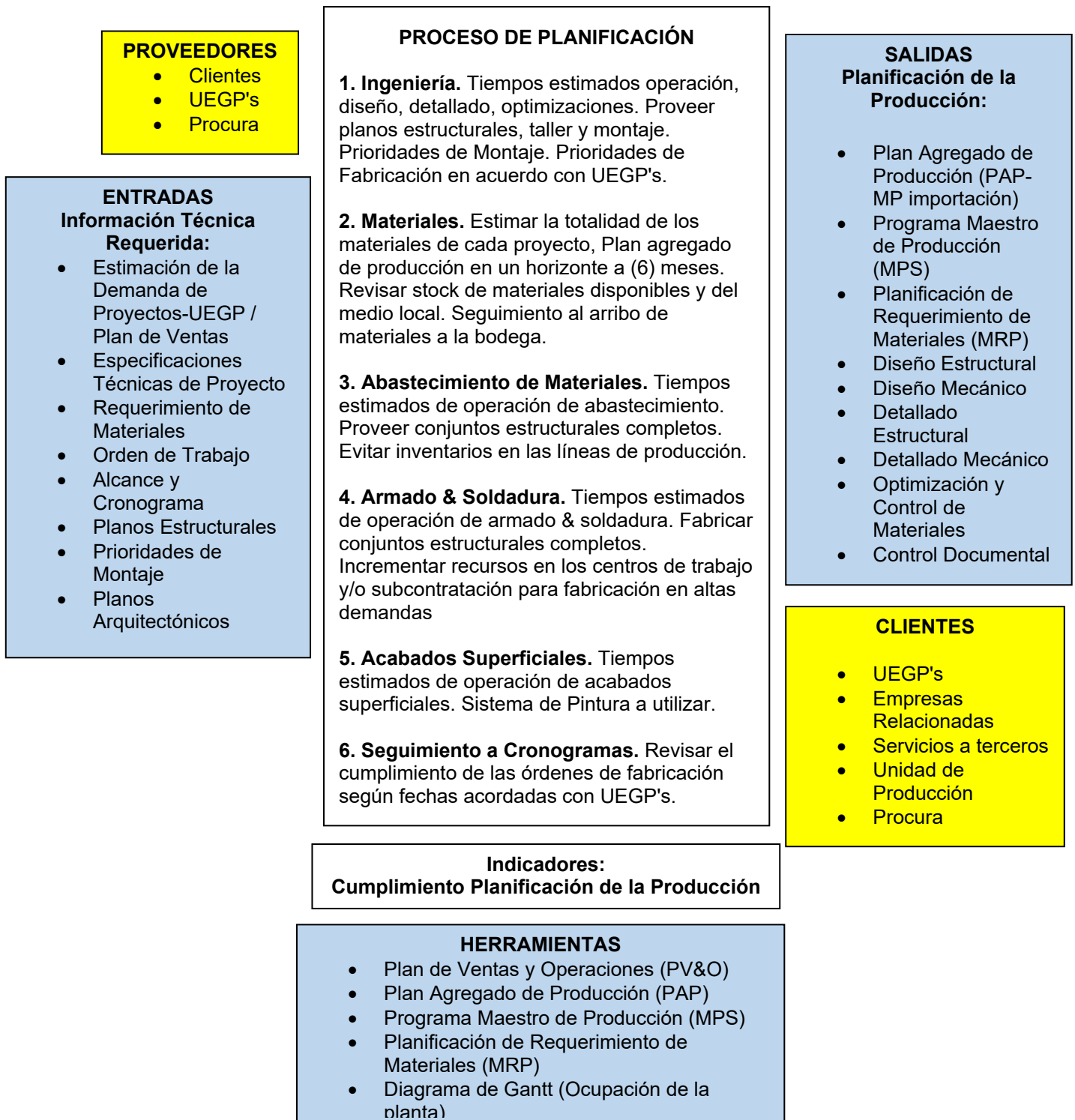


Figura 12 – Proceso de la Planificación de la Producción

3.1.7. Modelo de Planificación de la Producción y Materiales (MRP)

En la Tabla 19, se muestra el Modelo de Planificación de la Producción y Materiales (MRP), se menciona las fases, variables y responsables para que el modelo planteado cumpla las expectativas de SEDEMI, la función principal es satisfacer los requerimientos de los clientes. Se puede apreciar que durante la determinación de este modelo aparecen varios responsables que son los encargados de que el sistema funcione, si alguno falla la planificación no se cumple.

MODELO DE PLANIFICACION DE LA PRODUCCION Y MATERIALES			
ÍTEM	FASES	VARIABLES	RESPONSABLE
1	Plan de Ventas & Operaciones	Estimación de ventas de estructuras metálicas y equipos mecánicos en toneladas de cada unidad de negocio UEGP. Pipeline de oportunidades, Rolling Forecast de cada UEGP	Marketing - UEGP's
2	Plan Agregado de Producción (PAP)	Estimación de la producción (toneladas) en un horizonte de (6) meses para cada proyecto adjudicado, este flujo es determinado por el cliente según cronograma del proyecto	Planificación de la Producción
3	Programa Maestro de Producción (MPS)	Estimación de las cantidades de conjuntos o familias de productos metálicos a fabricarse en un horizonte de (6) meses para cada proyecto adjudicado	Planificación de la Producción
4	Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) Estimación de materiales inicial	Estimación de materiales de todos los conjuntos a fabricarse dentro del horizonte de (6) meses para todos los proyectos adjudicados	UEGP's - Planificación de la Producción
5	Orden de Trabajo (OT)	Lista de Chequeo Ingeniería Estructural / Detalle (Check List) para cada proyecto	UEGP's - Planificación de la Producción
		Determinar fechas de cada operación (Tiempos de Operación), desde la ingeniería hasta el acabado superficial. Acordadas con cada UEGP en función del cronograma	UEGP's - Planificación de la Producción
		Verificar disponibilidad de la planta con las áreas de la cadena de valor desde Ingeniería, Fabricaciones Metálicas, Acabados Superficiales	Planificación de la Producción
		Requerimientos de Materiales Inicial	UEGP's
		Seguimiento y control de la llegada de materiales a bodega	Planificación de la Producción - Procura - Bodega
6	Ingeniería de Diseño Estructural	Diseñar con materiales de stock (importados). Planchas & ángulos laminados en caliente	Coordinador / Analista de Diseño Estructural
		Diseñar con materiales del medio local. Perfiles C, G, tubos cuadrados, rectangulares, redondos, perfiles laminados en caliente	Coordinador / Analista de Diseño Estructural

		Homologar materiales	Coordinador / Analista de Diseño Estructural
		Determinar conjuntos estructurales que sean construibles según procesos de SEDEMI	Coordinador / Analista de Diseño Estructural / Planificación de la Producción
		Programar los recursos para realizar los diseños estructurales según fechas de planificación - Tiempos de operación para Diseño Estructural	Coordinador de Diseño Estructural
7	Ingeniería de Detalle Estructural	Detallar los planos de taller (Detalles y Simbología adecuadas)	Coordinador / Analista de Detalle Estructural
		Establecer cantidad de conjuntos estructurales	Analista de Detalle Estructural
		Lista de materiales de cada orden de trabajo. Rev. 1. Lista 100% teórica que incluye un porcentaje de desperdicio	Analista de Detalle Estructural
		Verificar detalles de construcción para cada conjunto o familia de productos	Analista de Detalle Estructural
		Programar los recursos para realizar la ingeniería de detalle según fechas de planificación - Tiempos de Operación para Detallado Estructural	Coordinador de Detalle Estructural
8	Optimizaciones de Materiales	Considerar los materiales que tienen baja rotación	Coordinador de Optimizaciones
		Utilizar todos los materiales sobrantes	Coordinador de Optimizaciones
		Distribuir de manera conveniente todas las partes o elementos de un conjunto estructural sobre una plancha metálica para evitar materiales sobrantes, trabajar en conjunto con el diseño estructural hasta encontrar la distribución óptima.	Coordinador de Optimizaciones / Coordinador de Diseño Estructural
		Realizar reservas de materiales para cada orden de trabajo y entregar los egresos de materiales completos	Coordinador de Optimizaciones
		Programar los recursos para realizar la optimización de materiales según fechas de planificación - Tiempos de Operación para Optimización	Coordinador de Optimizaciones
9	Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) Estimación de materiales final	Lista de Materiales de cada orden de trabajo. Rev. 2. Considerando un desperdicio por los procesos en las máquinas	Coordinador de Optimizaciones
10	Abastecimiento de Materiales	Cantidad de materiales a ser procesados según el MPS & MRP y capacidades de las máquinas. Abastecer conjuntos estructurales completos	Coordinador de Abastecimiento
		Programar los recursos para realizar el abastecimiento de materiales según fechas de planificación - Tiempos de Operación para Abastecimiento	Coordinador de Abastecimiento
11	Armado & Soldadura	Fabricar conjuntos estructurales según el MPS, debe estar todas las partes o elementos abastecidas para que exista flujo de producción	Coordinador de Armado & Soldadura

		Programar los recursos para realizar el armado & soldadura de conjuntos estructurales según fechas de planificación - Tiempos de Operación para Armado & Soldadura	Coordinador de Armado & Soldadura
12	Acabados Superficiales	Realizar el acabado superficial correspondiente según especificaciones del cliente	Coordinador de Acabados Superficiales
		Programar los recursos para realizar el acabado superficial de conjuntos estructurales según fechas de planificación - Tiempos de Operación para Acabados Superficiales	Coordinador de Acabados Superficiales
13	Clientes - Montaje	Estimación de las prioridades de montaje en campo	Planificación de la Producción / Clientes - Montaje
		Variación de las estimaciones de toneladas de montaje que compromete la variación del PAP, MPS, MRP	Planificación de la Producción / Clientes - Montaje

Tabla 19 – Modelo de Planificación de la Producción y Materiales

3.1.8. Variables del Plan de Ventas & Operaciones (PV&O)

El plan de ventas que provee las UEGP's pueden variar dependiendo de las necesidades de los clientes, a través del plan de ventas se puede generar el plan agregado de producción (PAP), plan maestro de producción (MPS) y la planificación de requerimiento de materiales (MRP). Los proyectos ejecutados por SEDEMI deben tomar algunas consideraciones:

- Priorización de Proyectos (orden de ejecución según cronogramas)
- Flujo de Producción (Toneladas) acordadas entre Clientes-UEGP's, esto puede variar según las necesidades de los clientes.
- Los proyectos adjudicados pueden ser descartados: costo, intereses de la competencia, proyectos no rentables, etc.
- El plan agregado de producción (PAP) considera los proyectos en ejecución y los adjudicados, sin embargo, existe la probabilidad de proyectos en negociación que pueden ser adjudicados.
- El Plan Agregado de Producción (PAP) que establece las UEGP's estima las toneladas adjudicadas y las toneladas proyectadas, esta información se envía a procura para gestionar el stock mínimo de materiales en bodega y compromete a las UEGP's a realizar la gestión comercial para concretar nuevos proyectos y mantener el flujo constante de producción en la planta.

- El Plan Agregado de Producción (PAP) que genera Planificación de la Producción considera únicamente las toneladas adjudicadas para la ejecución de los proyectos, esta información se genera una vez terminada la ingeniería de detalle y se envía a procura para gestionar los materiales faltantes, es decir, la diferencia con respecto a la estimación inicial considerada por las UEGP's.

3.1.9. Entornos de Producción

La tendencia hacia una mayor variedad de productos orienta a trabajar en entornos de fabricación bajo pedido (MTO) y fabricación para stock (MTS) según la experiencia de los últimos años de operación de SEDEMI y los cambios drásticos del mercado.

Las unidades de negocio de telecomunicaciones y eléctrico trabajan bajo un sistema de producción para stock (MTS), es decir, se fabrica productos metálicos de acuerdo a un diseño estandarizado. La estructura se almacena en la bodega de producto terminado para responder a la demanda de los clientes.

Las unidades de negocio CMG, P&G, trabajan bajo un sistema de producción bajo pedido o por proyecto (MTO). Los diseños estructurales para estas unidades son personalizados, es decir cada cliente provee las especificaciones técnicas. El objetivo del sistema (MTO) es acortar el tiempo de fabricación de los productos para obtener ventajas en un entorno severo. Para acortar los tiempos de entrega se toma en consideración los siguientes factores: planificación de la producción y materiales, diseños construibles y de fácil montaje, stock de materiales estándar (importación y del medio local), gestión de procesos, planificación de mantenimiento, costo de producción óptimos, cumplimiento de estándares de calidad.

3.1.10. Planificación de la Capacidad

SEDEMI aplica diversas políticas para cumplir los pedidos de los clientes, una de las estrategias es estandarizar los diseños. Los conocimientos de ingeniería y producción deben ser utilizados para que los productos sean construibles, transportables y de fácil montaje, esto provee una gran capacidad de fabricación de productos. Otra estrategia es apostar por la tecnología para aumentar la capacidad de producción. Actualmente

SEDEMI cuenta con una gran diversidad de maquinaria CNC para lograr mayor producción en toneladas de productos. Sin embargo, existen procesos manuales que requieren un constante mejoramiento e innovación de los procesos para disminuir los tiempos de operación.

La capacidad de producción se verá afectada por la variabilidad de los proyectos, los productos varían según los requerimientos de los clientes y pueden afectar los flujos de producción. Si los flujos de producción aumentan, la organización debe incrementar recursos y/o priorizar proyectos. En el caso que disminuyan los flujos de producción, la empresa debe trabajar en la gestión comercial para traer nuevos proyectos y mantener la planta a máxima capacidad. El área comercial debe conocer la capacidad de producción para ofrecer los productos a los clientes.

Para evaluar la capacidad de producción, se considera lo siguiente:

- El Índice de Utilización de la Capacidad (%), se determina entre las toneladas de producción mensual (reales), con respecto al mejor nivel de operación de la planta (capacidad diseñada de planta).
- El Índice de Eficiencia de la Capacidad (%), se determina a partir de la tasa de producción actual con respecto a la tasa de producción estándar.

En el Diagrama de Gantt, se puede tener una amplia visualización de la ocupación de la planta según fechas de inicio y fin de las órdenes de trabajo (OT), esta visualización permite planificar la producción.

3.1.11. Registros del Modelo de Planificación de Producción y Materiales

El Plan Agregado de Producción (PAP) establece la cantidad en toneladas mensuales de fabricación que son acordados entre Planificación de la Producción y las UEGP's para proyectos adjudicados. El registro debe ser actualizado diariamente por las UEGP's y retroalimentado a Planificación de la Producción - Ingeniería en caso que exista un nuevo proyecto adjudicado y establecer prioridades.

La interacción entre UEGP's y Producción permite establecer los recursos necesarios para atender la demanda. El formato designado Plan Agregado de Producción (PAP) se muestra en el Anexo VI. Este registro tiene las siguientes variables a tomar en cuenta:

- Sector - UEGP
- Cliente
- Descripción del Proyecto
- Acabado Superficial / Tipo de Recubrimiento
- Familia – Producto / Conjuntos
- Peso total del proyecto (Tons)
- Horizonte de Planificación (6) meses en la cual se establece las toneladas mensuales de cada proyecto. En la Figura 13, se muestra el formato de Plan Agregado de Producción (PAP).

PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN SEDEMI										
PLAN AGREGADO DE PRODUCCION (PAP)								PRODUCCION HORIZONTE (6) MESES AÑO 2020		
SECTOR	CLIENTE	DESCRIPCIÓN	ACABADO SUPERFICIAL	TIPO DE RECUBRIMIENTO	FAMILIA / PRODUCTO	CONJUNTOS	PESO TOTAL (Tons)	PRODUCCIÓN ENERO 2020 (Tons)	PRODUCCIÓN FEBRERO 2020 (Tons)	PRODUCCIÓN MARZO 2020 (Tons)
CMG	Inmoinseslea	Edificio Grupo Superior	Pintado	Anticorrosivo	Edificio Metálico	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	1100	200	20	10
CMG	Consorcio Paseo del Sur	Edificio Centro Comercial Paseo del Sur	Pintado	Anticorrosivo	Edificio Metálico	Perfiles Armados Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones	2600	100	200	150
CMG	Nilotex Telas	Edificio Nilotex	Pintado	Anticorrosivo	Edificio Metálico	Perfiles Armados (2C Conformado en Frio) + Conexiones	150	0	50	90
CMG	Inmobiliaria Lavie S. A.	Centro Comercial Los Ceibos	Pintado	Anticorrosivo	Edificio Metálico	Perfiles Armados (2C Conformado en Frio) + Conexiones	950	400	50	0
CMG	Endesa-Botrosa	Trasmec	Galvanizado	N/A	Edificio para Equipos Mecánicos	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones Pasamanos, Grating, Peldaños	120	40	40	60
CMG	Consorcio Bahía	Hospital Bahía	Pintado	Epóxico	Edificio Metálico	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones	1250	100	100	0
CMG	Endesa-Botrosa	Caldera Vynke	Galvanizado	N/A	Edificio para Equipos Mecánicos	Perfiles Armados Tipo "I" (3 placas) + Conexiones Pasamanos, Grating, Peldaños	380	150	150	80
P&G	CPP	Estructuras Metálicas para FP	Galvanizado	N/A	Cubiertas	Armaduras / Celosías + Conexiones	50	2	12	7
P&G	Consorcio Sedem-National Oil	Estructuras Metálicas para FP	Galvanizado	N/A	Cubiertas	Armaduras / Celosías + Conexiones	150	78	30	7
P&G	PAM	Racks para Bodega	Galvanizado	N/A	Racks	Perfiles Conformados en Frio	36	0	36	0
E	Varios	Torres- Accesorios	Galvanizado	N/A	Torres de Transmisión Eléctrica	Perfiles Laminados en Caliente "L" + Conexiones	200	47,87	69,27	2
T	Varios	Torres- Accesorios	Galvanizado	N/A	Torres de Telecomunicaciones	Perfiles Conformados en Frio "UV" + conexiones	60	12	10	11
PRODUCCIÓN PLANIFICADA (Tons)							7046	1129,87	767,27	417

Figura 13 – Plan Agregado de Producción (PAP)

El Programa Maestro de Producción (MPS) muestra la cantidad de conjuntos y los tiempos estimados de fabricación de cada orden de trabajo (OT), de acuerdo con lo

planificado en el Plan Agregado de Producción (PAP). Es importante conocer la cantidad de conjuntos para establecer fechas de entrega de cada orden de trabajo (OT) en función de los tiempos de operación de cada tipo de producto.

Todo proyecto adjudicado genera una orden de trabajo (OT). Sin embargo, existen proyectos en los cuales se trabaja en función de prioridades, debido a la cantidad de conjuntos que se tiene que suministrar. En estos casos cada orden de trabajo (OT) tiene varias órdenes de fabricación (OF). Los tiempos de operación se establecen en cada (OF), es decir, las fechas de inicio y fin de los procesos de Ingeniería, Abastecimiento, Armado & Soldadura, Acabados Superficiales los cuales son planificados con los representantes de las UEGP's, según estándares de Ingeniería y Producción. El formato designado Programa Maestro de Producción (MPS) se muestra en el Anexo VII. Este registro tiene las siguientes variables a tomar en cuenta:

- Sector - UEGP
- Cliente
- No. Proyecto / No. OT
- Producto / Conjuntos
- Horizonte de Planificación (6) meses, cada mes tiene información: OF, cantidad, peso, fechas inicio y fin de cada (OF). En la Figura 14, se muestra el Programa Maestro de Producción (MPS).

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION (MPS)						PRODUCCION FEBRERO 2020				
SECTOR	CLIENTE	No. PROYECTO	No. OT	PRODUCTO	CONJUNTOS	OF	CANTIDAD	PESO (Tons)	Fecha Inicio	Fecha Fin
CMG	Inmoirselesa	1319100	182171	Edificio Metálico	Escaleras	42	Zancas, Cant. 20 Vigas, Cant. 1	3,34	28/1/2020	20/2/2020
CMG	Inmoirselesa	1319100	182171	Edificio Metálico	Vigas	44	Vigas, Cant. 9	1,8	28/1/2020	20/2/2020
CMG	Inmoirselesa	1319100	182171	Edificio Metálico	Escaleras	45	Zancas, Cant. 39	7,7	19/2/2020	26/2/2020
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Edificio Metálico	Columnas, Vigas	34	Columnas, Cant. 5 Vigas, Cant. 91	101,53	3/2/2020	8/2/2020
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Edificio Metálico	Placas	35	Placas base, Cant. 7	1,74	8/2/2020	22/2/2020
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Edificio Metálico	Columnas, Vigas	36	Columnas, Cant. 4 Vigas, Cant. 106	108,19	13/2/2020	27/2/2020
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Edificio Metálico	Columnas	37	Columnas, Cant. 6 Vigas, Cant. 116	123,95	20/2/2020	5/3/2020
CMG	Consortio Bahía	1320103	192403	Edificio Metálico	Columnas	5	Columnas, Cant. 13	34,55	17/2/2020	28/2/2020
CMG	Consortio Bahía	1320103	192403	Edificio Metálico	Vigas	6	Vigas, Cant. 136	60,36	17/2/2020	28/2/2020
CMG	La Fabril	1319143	191466	Edificio Metálico	Vigas Carrileras	68	Vigas, Cant. 1	0,46	19/2/2020	21/2/2020
CMG	Nilotex	1319153	191984	Edificio Metálico	Columnas	2	Columnas, Cant. 6 Columnetas Cant. 24	12,31	20/2/2020	28/2/2020
PRODUCCIÓN PLANIFICADA (Tons)								599,512		

Figura 14 – Programa Maestro de Producción (MPS)

La Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP) muestra la cantidad de materiales de cada orden de trabajo (OT), los cuales se emplearán para fabricar los conjuntos, estos materiales deben ser planificados de tal manera que no exista faltantes de materiales que retrase la producción.

El requerimiento de materiales en Rev. 0 lo realiza las UEGP's, la Rev. 1 lo realiza la sección de ingeniería de detalle una vez finalizado el modelo 3D, y la Rev. 2 lo realiza la sección de optimizaciones que determina un porcentaje de desperdicio según las máquinas a utilizar. El formato designado Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP) se muestra en el Anexo VIII. Este registro tiene las siguientes variables:

- Sector - UEGP
- Cliente
- No. Proyecto / No. OT
- Producto / Lista de Materiales (BOM) / Dimensiones / Norma
- Horizonte de Planificación (6) meses, cada mes tiene información: No. REQ / No. Rev., la cantidad de materiales (planchas, perfiles, etc.) para cada (OT), peso de los materiales, la fecha solicitud y arribo de materiales de cada requisición (REQ) del medio local e importación. En la Figura 15, se muestra el formato MRP.

PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN SEDEMI													
PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP)								MATERIALES FEBRERO 2020					
SECTOR	CLIENTE	No. PROYECTO	No. OT	CONJUNTO	LISTA DE MATERIALES (BOM)	DIMENSIONES (AxL) - L	NORMA	OF	No. REQ. / No. Rev.	CANTIDAD	PESO (Kg)	Fecha Solicitud Materiales	Fecha Arribo Materiales
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	L 100x10	6000	A572 Gr. 50	42	2019-0454-0	0,18	15,10	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	PLE 10mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	42	2019-0454-0	0,06	80,65	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	PLE 20mm	12000 x 2500	A572 Gr. 50	42	2019-0454-0	0,02	105,50	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	PLE 3 mm	2440 x 1220	A572 Gr. 50	42	2019-0454-0	12,31	814,44	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	PLE 5mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	42	2019-0454-0	0,02	15,92	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	PLE 6mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	42	2019-0454-0	0,37	297,93	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	PLE 8mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	42	2019-0454-0	0,13	141,02	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	C 250x50x5	6000	A572 Gr. 50	42	2019-0454-0	23,73	1793,11	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	C 200x50x5	6000	A572 Gr. 50	42	2019-0454-0	1,83	115,23	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Vigas	PLE 12mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	44	2019-0454-0	0,18	488,06	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Vigas	PLE 6mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	44	2019-0454-0	0,92	732,99	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Vigas	PLE 8mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	44	2019-0454-0	0,54	574,61	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	C 250x50x5	6000	A572 Gr. 50	45	2019-0454-0	63,62	4807,17	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	PLE 3 mm	2440 x 1220	A572 Gr. 50	45	2019-0454-0	30,46	2014,80	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	PLE 6mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	45	2019-0454-0	0,94	749,65	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Inmoinsesea	1319100	182171	Escaleras	PLE 8mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	45	2019-0454-0	0,09	100,11	18/6/2019	18/7/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 10mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	34	2019-0244-2	2,51	5572,74	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 12mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	34	2019-0244-2	5,57	14837,70	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 15mm	12000 x 2500	A572 Gr. 50	34	2019-0244-2	7,70	25665,07	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 20mm	12000 x 2500	A572 Gr. 50	34	2019-0244-2	5,61	24914,39	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 25mm	12000 x 2500	A572 Gr. 50	34	2019-0244-2	2,91	16140,63	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 3 mm	2440 x 1220	A572 Gr. 50	34	2019-0244-2	0,60	39,81	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 6mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	34	2019-0244-2	1,42	1137,51	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 8mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	34	2019-0244-2	12,40	13223,48	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 10mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	36	2019-0244-2	2,30	5108,94	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 12mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	36	2019-0244-2	8,32	22170,86	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 15mm	12000 x 2500	A572 Gr. 50	36	2019-0244-2	6,61	22038,29	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 20mm	12000 x 2500	A572 Gr. 50	36	2019-0244-2	4,80	21342,29	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 25mm	12000 x 2500	A572 Gr. 50	36	2019-0244-2	4,55	25279,28	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 3 mm	2440 x 1220	A572 Gr. 50	36	2019-0244-2	0,48	31,85	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 6mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	36	2019-0244-2	1,25	999,32	22/4/2019	27/4/2019
CMG	Paseo del Sur	1319138	191373	Columnas-Vigas	PLE 8mm	12000 x 1500	A572 Gr. 50	36	2019-0244-2	10,52	11218,35	22/4/2019	27/4/2019
PRODUCCIÓN PLANIFICADA (Kg)											222566,80		

Figura 15 – Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)

La cantidad de materiales de las órdenes de trabajo (OT) establecidos en el MRP debe ser emitida por Ingeniería hacia Procura. La información emitida debe considerar todo el horizonte de (6) meses para realizar la gestión de compra. La gestión de compra inicia con la verificación de los stocks de materiales en Bodega y se realiza la compra de los materiales faltantes según la planificación de materiales (MRP). Una de las estrategias es tener un stock de materiales y cubrir parcialmente la demanda, sin embargo, los materiales faltantes se adquieren para cubrir la totalidad de la demanda. Es importante determinar las fechas de arribo de materiales de importación y del medio local, de esta manera se puede planificar con las UEGP's las fechas de entrega de las ordenes de trabajo (OT).

El seguimiento del arribo de materiales se lo realiza en coordinación con las áreas de Procura y Bodega. Procura estima la fecha de arribo, mientras que Bodega informa una vez que los materiales llegan a planta.

3.1.12. Seguimiento y Control de la Producción

El control de la producción se lo realiza según las fechas de finalización de cada orden de fabricación (OF). Las OF's deben cumplir con el tiempo de entrega, sin embargo, las OF's pueden retrasarse por diversas causas. Para estimar un tiempo adicional sin afectar la relación con el cliente, se determina la siguiente relación: $[1 + (\text{días planificados} - \text{días reales}) / \text{días planificados}]$. Si la relación es $\geq 75\%$ se considera OF's cumplidas, caso contrario se considera órdenes incumplidas. En la Tabla 20, se puede observar el indicador de cumplimiento. Índice de cumplimiento de OF's. (Número de órdenes a tiempo $\geq 75\%$ / Número total de órdenes).

MES	ÓRDENES $\geq 75\%$	ÓRDENES $< 75\%$	TOTAL, ÓRDENES	% CUMPLIMIENTO
ENERO	97	23	120	81%
FEBRERO	137	26	163	84%
MARZO	71	18	89	80%

Tabla 20 – Indicador de cumplimiento de órdenes de fabricación (OF)

En la Figura 16, se muestra el índice de cumplimiento de las órdenes de trabajo, este indicador permite establecer acciones para mejorar los tiempos de entrega.

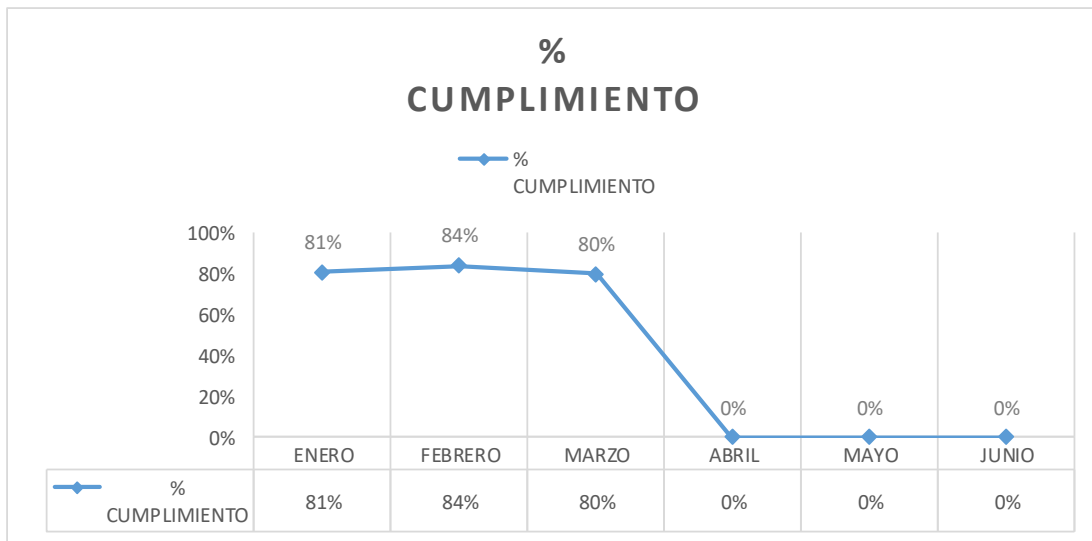


Figura 16 – Indicador de Cumplimiento de OF's

En la Tabla 21, se muestra el reporte de producción del mes Enero-2020, se puede observar que el cumplimiento en toneladas de producción a nivel global de las (4) unidades de negocio es el 77,07%. El índice de cumplimiento se lo realiza cada fin de mes para verificar el cumplimiento de la producción y analizar si los recursos son suficientes, las UEGP's a través del indicador realizan ajustes en las proyecciones de ventas.

PLAN DE VENTAS AÑO 2020		REPORTE DE PRODUCCIÓN	
SECTOR	PRODUCCIÓN ENERO 2020 (Tons)	PRODUCCIÓN ENERO 2020 (Tons)	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO PRODUCCIÓN
CMG	973,75	860,20	88,34%
P&G	148	81,41	55,01%
E	66,67	47,64	71,46%
T	110	11,49	10,45%
TOTAL	1298,42	1000,74	77,07%

Tabla 21 – Reporte de producción enero 2020

3.2. Discusiones

El modelo de planificación de la producción y materiales propuesto para la empresa SEDEMI se considera en un entorno de producción de fabricación bajo pedido (MTO) o por proyectos, debido a la diversidad de productos metálicos que se elaboran según necesidades de los clientes.

En las empresas MTO según Corti *et al.* (2006), el proceso de planificación y control de la producción es crítico debido a las diversas fuentes de incertidumbre que distinguen dicho entorno. Las especificaciones del producto se desconocen hasta que un cliente formula una solicitud e, incluso después de que se haya confirmado el pedido, pueden variar durante la fase de ejecución del proyecto. Además, el intervalo de tiempo entre una solicitud y la aceptación del pedido puede ser considerablemente extenso y el porcentaje de solicitudes que realmente se convierten en pedidos es muy bajo.

El tiempo de entrega no puede predecirse con exactitud y se deben hacer suposiciones probabilísticas sobre la carga de trabajo de los recursos durante la fase de licitación, cuando la empresa MTO tiene que proponer una fecha de vencimiento confiable al cliente. Se debe mejorar la fase de licitación para obtener beneficios para toda la empresa.

Los clientes se han vuelto más exigentes en términos de calidad, tiempo de entrega y requisitos de costos. Esto significa que todo tipo de organización industrial debe adoptar nuevas herramientas de gestión si quieren sobrevivir y ser competitivos en este nuevo escenario. La necesidad de que las empresas personalicen su producción aumenta la importancia del sector MTO.

Los tres elementos fundamentales que dificultan el control de las realidades de MTO son: (i) la dinámica debido a las fluctuaciones de volumen y mezcla; (ii) la incertidumbre relacionada con las especificaciones del producto; (iii) la complejidad del flujo de productos.

La capacidad de establecer fechas de vencimiento confiables en un entorno MTO es un tema crítico ya que está relacionado tanto con la puntualidad como con la confiabilidad de entrega de los pedidos, la capacidad de respetar el desempeño prometido no depende

solo del uso de procedimientos de programación y despacho, sino también de la corrección de la estimación inicial de los parámetros de tiempo.

El problema puede evitarse tratando el control de los plazos de entrega como un problema de gestión más no de pronóstico. Otro límite reside en la postergación de cuestiones relacionadas con la determinación de la fecha de vencimiento en los niveles bajos de la jerarquía de planificación.

Los proveedores según Ozbayrak *et al.* (2006), para seguir siendo competitivos y aumentar su participación en el mercado, necesitan adaptarse, mantenerse al día y también estar a la vanguardia de las demandas de los consumidores en constante cambio y rápido crecimiento.

Las actividades internas de los elementos de la cadena de suministro son principalmente una parte integral de sus sistemas de planificación y control de fabricación (MPC). Los procesos de MPC realizados en la red de la cadena de suministro están a su vez influenciados por la naturaleza del entorno de fabricación que se diferencia como fabricación bajo pedido (MTO) o fabricación por stock (MTS). Los sistemas MTO pueden ser más flexibles para satisfacer pedidos diversos y personalizados, sin embargo, son más sensibles a los cambios que se producen en forma de flujos inesperados de demanda.

Los sistemas MTO dependen realmente de sus mecanismos de planificación y control de producción para superar las dificultades impuestas por los mercados globales y volátiles. Un enfoque MTO es cuando los productos se personalizan de acuerdo con las especificaciones de los clientes. Por lo tanto, en este caso, no se lleva a cabo ningún inventario de productos finales.

En los sistemas MTS, el programa maestro de producción (MPS) se determina en función de la demanda prevista, mientras que en el caso de los sistemas MTO, la demanda real de los clientes sirve como unidad de control de la MPS. El enfoque MTO es principalmente preferible en los casos en que, debido a la gran cantidad de posibles configuraciones de productos, es particularmente difícil anticipar los pedidos exactos de los clientes. Sin embargo, este enfoque implica un alto grado de incertidumbre asociado con la determinación de los requisitos de tiempo para cumplir con los pedidos. Además

de eso, los clientes de los sistemas MTO esperan sufrir tiempos de fabricación considerables y largos.

Los sistemas modernos de la cadena de suministro buscan implementar un enfoque combinado que sirva como MTS, es decir, cerca de la materia prima (fabricante) para mantener cierto nivel de inventario y MTO cerca del cliente final, por lo que existe una intensa necesidad de personalización.

El aspecto más importante en MTO es el uso efectivo y eficiente de la capacidad disponible para satisfacer las demandas de los clientes según Chen *et al.* (2009). Dado que la capacidad no utilizada representa una pérdida de ingresos, un gerente de operaciones de MTO debe ser conservador para mantener su capacidad.

La planificación de la capacidad determina los requisitos de recursos de una organización para mantener una demanda dada en un horizonte de planificación. Hay tres niveles de planificación de capacidad en términos de su horizonte de planificación.

La planificación de la capacidad a largo plazo se centra en la necesidad de recursos anuales de plantas y divisiones para líneas de productos y tecnologías de procesamiento nuevas y existentes, sujeto a la previsión de la demanda y la disponibilidad de fondos de inversión de capital. Determina (1) las ubicaciones de las instalaciones y las capacidades de la planta, (2) los principales planes del proveedor y su integración vertical, (3) tecnología de producción, como nuevas técnicas de procesamiento o nuevos sistemas de automatización, y (4) principales modos de operación y métodos de producción. Los fundamentos de la planificación de la capacidad a largo plazo son básicamente los mismos para las operaciones MTO y MTS.

La planificación de capacidad a mediano plazo se enfoca en establecer los requisitos de recursos mensuales o trimestrales para cada planta para un horizonte de planificación típicamente de un año. Decide el nivel de la fuerza laboral, las materias primas y la política de inventario por grupo de productos y departamento.

Una operación MTO generalmente adopta un enfoque híbrido de ambos. Por un lado, necesita mantener un cierto nivel de capacidad de producción para su competencia central. Por otro lado, no puede aprovechar el inventario, ya que cada pedido es un pedido pendiente y requiere personalización. Por lo tanto, la práctica común es mantener

un nivel mínimo de capacidad de producción, y se basa generosamente en horas extras y subcontratación para ajustar su capacidad y acomodar la fluctuación de la demanda.

La planificación de capacidad a corto plazo establece un plan de capacidad diario o semanal para un horizonte de planificación, lo suficientemente largo como para acomodar el tiempo de entrega de cada pedido.

Para una operación MTO, debe especificar los requisitos de recursos de cada mano de obra y tipo de máquina para cada pedido del cliente en su nivel de componente. Cada pedido del cliente se traduce primero en pedidos internos y pedidos de trabajo detallados, que luego se resumen en un cronograma de carga por mano de obra y/o equipo, en coordinación con la llegada de los materiales.

En una operación MTO, sin embargo, no se impone ningún período de congelación. Un gerente de MTO tiene que adaptarse constantemente a los cambios administrativos y de ingeniería de un pedido existente, mientras decide si los posibles pedidos deben rechazarse o aceptarse en el sistema.

En los sistemas de planificación de producción jerárquica (HPP), la planificación de producción agregada (PAP) está destinada a equilibrar los requisitos de capacidad y las cantidades de producción para horizontes de planificación a mediano plazo, según Gansterer *et al.* (2015).

Con respecto a la planificación de la producción, se deben tomar con cuidado una serie de decisiones delicadas, como la planificación de la capacidad, la liberación de pedidos, el dimensionamiento y la programación. Estas decisiones se refieren a diferentes horizontes de planificación y, por lo tanto, a diferentes niveles de incertidumbre. Además, el grado de agregación de datos aumenta con la longitud del horizonte de planificación que se considera.

El principal impulsor en los sistemas MTO son los pedidos reales de los clientes, mientras que un sistema de fabricación en inventario (MTS) se gestiona según las previsiones de pedidos futuros. Esto no significa que los pronósticos no desempeñen un papel en los sistemas MTO. Se consideran en niveles de toma de decisiones de alto nivel, que están destinados a equilibrar los requisitos de capacidad y las cantidades de producción para horizontes de planificación a mediano plazo.

Esta parte de los sistemas HPP generalmente se conoce como PAP. En este paso de planificación, se necesitan datos agregados (intervalos de tiempo, familias de productos, recursos, etc.) para limitar la complejidad a un nivel razonable. Por lo general, cubre las actividades de fabricación para un horizonte entre 3 y 18 meses con el objetivo de lograr un plan de producción que utilizará efectivamente los recursos de la organización y satisfacer la demanda esperada.

Los planes agregados se actualizan periódicamente y determinan los requisitos para la programación maestra de producción (MPS). Tradicionalmente, MPS desarrolla el plan de fabricación de una familia de productos de forma semanal o mensual desglosando la información proporcionada por PAP. En una configuración de MTO, MPS impulsa la planificación de necesidades de material (MRP) donde el plan maestro, los pedidos de clientes reales, los atributos de seguridad adicionales (por ejemplo, plazos de entrega planificados, stock de seguridad), lista de materiales (BOM), etc., podrían usarse para proporcionar planes de producción que sean factibles a corto plazo de artículos finales y sus componentes.

PAP significa responder a la demanda fluctuante mediante una de las siguientes estrategias puras o una combinación de ellas: (i) la estrategia de persecución, donde la demanda es compatible con el ajuste de la tasa de producción, la fuerza laboral o la subcontratación, (ii) la estrategia de nivel, donde se mantiene una producción constante. PAP generalmente se realiza en base a pronósticos de ventas. Por lo tanto, la implementación de técnicas de pronóstico sólidas en la planificación de la producción es crucial.

Los planificadores construyen el MPS directamente en línea con una estrategia de producción preferida, generalmente la estrategia de persecución. La producción sigue más bien la demanda de la fuerza laboral flexible, los empleados temporales, las horas extra, el momento de los cierres de vacaciones o la búsqueda de mercados que tengan diferentes patrones estacionales.

En la Tabla 22, se muestra la discusión de varios estudios similares en entornos de producción MTO (Fabricación bajo pedido o por proyectos).

Modelo de Planificación y sus Entornos de Producción		
Ítem	Situación	Discusión
1	Entorno de Producción	Fabricación bajo pedido (MTO) / Proyectos
2	Producción y Control de la Producción	Incertidumbre en el Mercado
3	Especificaciones del Producto	Variación en Fase de Ejecución del Proyecto
4	Tiempos de Entrega No son Exactos	Mejorar Fase de Licitación
5	Personalización de Productos	Entorno MTO, depende del tipo de producto y su diseño estructural
6	Solicitudes de cotización y adjudicación de proyectos	El porcentaje de solicitudes que se convierten en pedidos reales es muy bajo
7	Elementos Fundamentales de la realidad (MTO)	i) Dinámica Volumen-Venta ii) Incertidumbre-Especificaciones Producto iii) Complejo del Flujo de Productos
8	Proveedores a ser competitivos y aumentar participación en el mercado	Consumidores en constante cambio y rápido crecimiento
9	Sistemas MTO son flexibles, satisfacer pedidos diversos y personalizados	Sensibles a cambios que se producen en forma de flujos inesperados de demanda
10	MPS según sistemas MTS, MTO	En los sistemas MTS, el MPS, se determina en función de la demanda prevista. En los sistemas MTO, el MPS, la demanda real de los clientes sirve como unidad de control de la MPS
11	Los sistemas modernos de la cadena de suministro buscan implementar un enfoque combinado MTS-MTO	MTS, cerca de la materia prima (Fabricante) MTO, cerca del cliente final (Personalización)
12	Un aspecto importante en MTO es el uso efectivo y eficiente de la capacidad disponible para satisfacer las demandas de los clientes	Un gerente de operaciones de MTO debe ser conservador para mantener su capacidad Un gerente de MTO tiene que adaptarse constantemente a los cambios administrativos y de ingeniería de un pedido existente
13	Existen (3) niveles de planificación de capacidad en términos del horizonte de planificación	a. La planificación de capacidad a largo plazo (recursos anuales de planta y divisiones para líneas de productos) b. La planificación de capacidad a mediano plazo (requisitos mensuales o trimestrales para un horizonte de planificación de 1 año) c. La planificación de capacidad a corto plazo (plan diario o semanal para un horizonte de planificación para entregar a tiempo los pedidos)
14	Operación MTO, debe especificar los requisitos de recursos de cada mano de obra y tipo de máquina	Cronograma por mano de obra y/o equipo, en coordinación con la llegada de los materiales

15	Planificación de la producción	a. Planificación de la capacidad b. Liberación de pedidos c. Dimensionamiento y la programación
16	Impulsor en los sistemas MTO Impulsor en los sistemas MTS	Pedidos reales de los clientes Previsiones de pedidos futuros
17	Plan de Producción Jerárquico (HPP) generalmente conocido como Plan Agregado de Producción (APP)	Se necesitan datos agregados: a. Intervalos de Tiempo b. Familias de Productos c. Recursos d. Horizonte entre 3 a 18 meses
18	Configuración MTO	MPS impulsa la planificación de materiales (MRP)
19	Plan Agregado de Producción (APP) responde a la demanda mediante las siguientes estrategias	a. Estrategia de Persecución (Ajustes de tasas de producción, fuerza laboral o subcontratación) b. Estrategia de nivel, se mantiene una producción constante
20	Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP)	Los sistemas MRP determinan la cantidad de cada artículo que se utilizará en la producción, y los tiempos en que cada uno de estos artículos debe fabricarse para cumplir con las fechas de entrega
21	Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP)	Los volúmenes de producción y las fechas de vencimiento deben ajustarse manualmente para lograr cronogramas factibles

Tabla 22 – Revisión de estudios similares en entornos MTO

Realizado la discusión de los entornos de producción MTO, MTS de varios autores, se puede determinar que el sistema adoptado por la empresa SEDEMI es del tipo MTO, se trabaja bajo pedidos de los clientes y los proyectos son personalizados (uno diferente del otro). Factores a considerar: alcance, tiempos de ejecución, tipo de producto, volúmenes de producción, etc. Todos los estudios consideran estos factores para poder realizar una adecuada planificación y control de la producción. Se puede determinar que el Modelo de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) propuesto, lo respaldan estos estudios para poder ejecutarlo dentro de SEDEMI.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- A través del diagnóstico del Modelo de Planificación de la Producción & Materiales se analizó los datos históricos de producción de estructuras metálicas en un período de 5 años (2015-2019) y se determinó lo siguiente: el tipo de productos metálicos fabricados importante para generar el catálogo de los productos, la participación de cada UEGP en lo referente a proyectos adjudicados, la variabilidad de fabricación de productos metálicos, además se fortaleció la comunicación efectiva entre las UEGP's y Planificación de la Producción, se determinó las restricciones (cuellos de botella) de todo el proceso de planificación que afectan a la ejecución de los proyectos y se propuso la solución a varios problemas encontrados dentro de la organización.
- La evaluación de las condiciones y restricciones (cuellos de botella) del Modelo hizo posible proponer el siguiente plan de trabajo: Procesos (levantamiento de procesos, flujogramas, formatos y procedimientos), Rutas del Producto (centros de trabajo por las cuales recorren los productos metálicos, análisis de restricciones-cuellos de botella, Horas-Hombre empleados en cada producto, capacidad efectiva de la ruta, capacidad en condiciones ideales de la ruta), Análisis del Costo Estándar (listado de rubros que intervienen en el proceso, costo mano de obra, costos indirectos), Indicadores de gestión de cada proceso, Definir las especificaciones técnicas de los productos metálicos.
- El diseño propuesto del Modelo de Planificación de la Producción y Materiales proporciona todas las variables a tomar en cuenta por parte del planificador para una mejor respuesta a los clientes. Este modelo permite la cooperación entre las áreas de la cadena de valor y las de apoyo para alinearse al plan estratégico de la organización. El diseño propuesto se enfoca en los siguientes puntos: **(1)** Flujo de información para inicio de los proyectos (orden de trabajo, cronograma contractual, lista de chequeo de ingeniería, requerimientos de materiales, planos, especificaciones técnicas, hojas de datos técnicos de equipos mecánicos). **(2)** Plan Agregado de Producción de Proyectos Potenciales (PAP-PP), análisis de los

recursos necesarios para afrontar la demanda durante la fase de cotizaciones principalmente en la fase de diseño-detalle estructural y mecánico, análisis de los flujos potenciales de producción por cada UEGP. **(3)** Plan Agregado de Producción (PAP / Materia Prima Importación), actualización del listado de materiales en stock tomando en cuenta los proyectos adjudicados y potenciales. **(4)** Plan Agregado de Producción de Proyectos Adjudicados (PAP-PA), actualización permanente del plan de nuevos proyectos adjudicados, esta información debe ser compartida a todas las áreas de la cadena de valor y de apoyo para que preparen los recursos necesarios y respondan a los flujos de producción establecidos. Es importante balancear la producción, es decir, tener un flujo constante de kilos en todo el horizonte de planificación. Dar el seguimiento al cumplimiento de la planificación mediante los indicadores propuestos. **(5)** Programa Maestro de Producción (MPS), planificación de las órdenes de trabajo según tiempos estimados de los procesos productivos, flujos semanales de producción de acuerdo al Plan Agregado, priorización de proyectos, capacidad instalada (centros de trabajo, maquinaria, mano de obra, consumibles). **(6)** Capacidad de producción de cada una las máquinas que tiene la planta, orientado a la fabricación de productos metálicos (Referirse a los procesos de corte térmico, corte mecánico, biselado, doblado, perforado, roscado, rolado, armado, soldadura, pintura, galvanizado). **(7)** Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP), lista de materiales para utilizarlos en los proyectos potenciales y adjudicados, homologación de materiales, planificación mensual de cantidades de materiales por cada UEGP y por proyecto, requerimiento inicial y final de materiales por cada proyecto. **(8)** Capacitaciones (Cultura Organizacional, Procesos, Calidad, Productividad, Maquinaria CNC, Normativas Técnicas, Administración de Operaciones, Softwares de diseño-detalle estructural y mecánico).

- El responsable de la planificación de la producción debe cumplir lo siguiente: **(1)** Determinar las fechas de las órdenes de trabajo con cada representante de las unidades de negocio, los cuales son los responsables de entregar la información de cada uno de los proyectos y determinar prioridades según requerimientos de los clientes. **(2)** Dar el seguimiento al cumplimiento de la planificación de la producción. **(3)** Se debe coordinar con las unidades de procura y bodega la planificación de requerimiento de materiales (MRP) y las fechas de arribo de materiales. **(4)** Mantener actualizado la planificación de la producción e informar a todas las áreas involucradas de la cadena de valor. **(5)** Determinar el tiempo de

ejecución de cada orden de trabajo en base a los estándares de la cadena de valor de producción.

- La estimación de la demanda de los proyectos se lo realiza con el plan de ventas anuales de todas las unidades de negocio – UEGP's. Esta información permite analizar los proyectos que tienen la mayor probabilidad de adjudicación, dentro del pipeline oportunidades se tiene: proyectos identificados, proyectos confirmados para ofertar, proyectos ofertados a los cuales se realiza el seguimiento respectivo con el dueño del proyecto, proyectos en negociación, y los proyectos adjudicados. La función principal del equipo comercial es buscar la mayor cantidad de oportunidades aplicables al giro de negocio de SEDEMI.
- En lo que se refiere a la estimación de los materiales de los proyectos adjudicados el proceso es el siguiente: se estima una cantidad de materiales para los proyectos en proceso de cotización o negociación, esta estimación debe ser desarrollado por cada unidad de negocio UEGP, una vez adjudicado el proyecto se emite el listado a la unidad de procura para su respectiva adquisición. El siguiente nivel es determinar el listado final de materiales que se lo realiza con el modelo 3D (modelo tridimensional del producto metálico), a través de este modelo se puede determinar el listado final de materiales que se emplearán en el desarrollo del proyecto. Para terminar este proceso este listado final debe ser verificado por el subproceso optimizaciones, en el cual se estima un porcentaje de desperdicio por fabricación. Este listado es el definitivo, el cual se emite a procura para la adquisición final.
- El modelo de planificación y programación de materiales (MRP) está estructurado de acuerdo al entorno de fabricación bajo pedido (MTO), es decir, se puede fabricar una diversidad de productos de acuerdo a las especificaciones técnicas de los clientes. El producto final dependerá de la ruta que atraviese durante su fabricación.
- El Modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP) propone que la organización trabaje como una sola unidad de gestión tanto en lo comercial como en la producción, es decir para poder vender o hacer negocios es necesario conocer los procesos de ingeniería & producción, tiempos de operación, costo del kilo por tipo de producto, etc., enfocarse detalladamente en la fase de licitación

para que no exista errores durante la ejecución de los proyectos, fortalecer la comunicación efectiva entre toda la organización. Una de las conclusiones importantes es la gestión que debe existir entre las áreas para solucionar de manera rápida los problemas que puedan presentarse, debe existir un plan de trabajo anual para la mejora continua y el cumplimiento de objetivos estratégicos de la organización. Se debe señalar que durante la propuesta del modelo se desarrolló varias reuniones entre las áreas involucradas en las cuales se determinó el flujo de trabajo adecuado.

4.2. Recomendaciones

- El Plan Agregado de Producción (PAP) debe ser actualizado continuamente. El horizonte de planificación debe ser al menos (1) año continuo para visualizar la carga de trabajo durante este periodo y tomar acciones inmediatas en las áreas de producción y UEGP's.
- El programa maestro de producción (MPS), y la planificación de requerimientos de materiales (MRP), debe ser actualizado continuamente, esta información debe ser entregada a las unidades de producción y procura. La Unidad de Producción a través del (MPS) puede programar las operaciones y los tiempos de entrega para todas las ordenes de trabajo. El área de Procura mediante el (MRP) puede mantener los stocks mínimos de materiales para responder la demanda de los proyectos.
- Los diseños estructurales deben tomar en cuenta los materiales estándar de importación y del medio local (planchas, perfiles, etc.). En el caso que no haya ciertos materiales, una de las opciones es la homologación para lo cual se debe analizar el costo-beneficio de los materiales homologados en base a los presupuestos de los proyectos. La homologación es construir ciertos perfiles que no se encuentran con facilidad en el mercado a través de los procesos de fabricación de la planta.
- Los productos metálicos deben ser construibles, transportables y de fácil montaje, para esto se debe trabajar según en cooperación UEGP's – Planificación – Unidad de Producción. Los productos metálicos deben ser diseñados para fabricarlos en

base a los procesos de producción de la planta y aprovechar todo el potencial disponible.

- Los tiempos de operación de la cadena valor deben ser actualizados continuamente de acuerdo a la investigación, desarrollo e innovación de procesos. Los datos recopilados de los procesos de ingeniería, abastecimiento, armado, soldadura, acabados superficiales proveen información para determinar los tiempos reales de operación de cada fase. Se debe actualizar los estándares de trabajo y actualizar los formatos de trabajo.

- Se debe tener un plan de mantenimiento anual de las máquinas que no afecte la producción, es decir, evitar tiempos muertos por mantenimientos correctivos. El plan de mantenimiento debe contener un stock mínimo de repuestos para afrontar las diferentes eventualidades que puedan presentarse en la funcionalidad de las máquinas.

- El modelo de planificación de la producción y materiales propuesto debe ser implementado en toda la cadena de valor de producción. Es importante recopilar los datos que permitirá construir una arquitectura sólida del modelo para que en un futuro cercano se implemente un software que ayude a planificar y controlar la producción. Se recomienda la adquisición de un software especializado para el manejo de la planificación de la producción debido a la gran cantidad de ordenes de trabajo que se genera en SEDEMI, este software ayudará a recopilar los datos en tiempo real los cuales se analizarán para la mejora continua del proceso de planificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chapman, S. (2006). *Planificación y Control de la Producción*. México: Pearson Educación.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones*. México: Mc Graw Hill.
- Chen, C.-S., Mestry, S., Damodaran, P., & Wang, C. (2009). El problema de la planificación de la capacidad en empresas de producción bajo pedido (MTO). *Elsevier*, 1461-1473.
- Corti, D., Pozzetti, A., & Zornini, M. (2006). Un enfoque basado en la capacidad para establecer fechas de vencimiento confiables en un entorno MTO. *Elsevier*, 536-554.
- Gansterer, M. (2015). Planificación Agregada y Pronóstico en Sistemas de Producción de Fabricación Bajo Pedido (MTO). *Elsevier*, 1-16.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Administración de Operaciones*. USA: Pearson Education.
- Jacobs, R., Berry, W., & Whybark, C. V. (2011). *Planificación y Control de Fabricación para la Gestión de la Cadena de Suministro*. Indiana: McGraw Hill.
- Jodlbauer, H., & Strasser, S. (2019). Planificación de la producción basado en la capacidad. *Elsevier*, 1-11.
- Krajewski, L. (2008). *Administración de Operaciones*. México: Pearson Prentice Hall.
- Mabert, V. (2007). El camino anticipado hacia la planificación de requerimientos de materiales. *Elsevier*, 346-356.
- Mutlu, M. (2006). Un enfoque de red de flujo para el equilibrio de la planificación de requerimientos de materiales. *Elsevier*, 317-332.
- Neureuther, B., Polak, G., & Sanders, N. (2004). Un plan de producción jerárquico para una planta de fabricación acero bajo pedido (MTO). *Taylor & Francis*, 324-335.
- Ozbayrak, M., Papadopoulou, T., & Samaras, E. (2006). Un sistema de planificación y control flexible y adaptable para un sistema de cadena de suministro MTO. *Elsevier*, 557-565.

- Ramya, G., Chandrasekaran, M., & Shankar, E. (2019). Análisis de estudio de caso de la programación de trabajo en taller (Job Shop) y su integración con la planificación de requerimientos de material. *Elsevier*, 1034-1042.
- Sadeghian, R. (2011). Enfoque continuo de planificación de requerimientos de materiales (CMRP) cuando el tipo de orden es lote por lote y el stock de seguridad es cero y sus aplicaciones. *Elsevier*, 5621-5629.
- Sampieri, H. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill.
- Sipper, D., & Bulfin, R. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Stadtler, H. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro y Planeación Avanzada*. Berlin: Springer-Verlag.
- Tsubone, H., Ishikawa, Y., & Yamamoto, H. (2002). Sistema de planificación de producción para una combinación de productos de fabricación para almacenamiento (MTS) y fabricación bajo pedido (MTO). *Taylor & Francis*, 4835-4851.
- Zupan, H., & Herakovic, N. (2015). Balance de línea de producción con simulación de eventos discretos: un caso de estudio. *Elsevier*, 2305-2311.

ANEXOS

Anexo I – Historial de Producción SEDEMI

Producción Año 2015

SECTOR	PETROLEO & GAS (P&G)	ELÉCTRICO (E)	TELECOMUNICACIONES (T)	CONSTRUCCION (CMG)	TOTAL (Kg.)
ENERO	25810,60	24431,94	57963,39	241088,26	349294,18
FEBRERO	79349,61	168614,68	59505,05	158947,26	466416,60
MARZO	44099,18	46620,39	29895,84	359698,47	480313,88
ABRIL	22207,24	87290,75	117684,60	209659,37	436841,96
MAYO	40014,06	129539,38	52882,94	284846,96	507283,34
JUNIO	68009,56	69980,55	45888,62	263888,20	447766,93
JULIO	7851,89	127781,76	68477,96	121442,18	325553,79
AGOSTO	15736,02	12173,79	124866,71	99501,02	252277,54
SEPTIEMBRE	27710,66	393172,93	85977,71	52436,56	559297,86
OCTUBRE	60054,24	28605,94	63309,02	30955,81	182925,01
NOVIEMBRE	49176,85	150576,04	59353,60	447146,26	706252,76
DICIEMBRE	16605,95	7545,12	40877,34	358883,03	423911,44
PESO (Kg.)	456625,86	1246333,27	806682,79	2628493,38	5138135,30
PESO (Ton.)	456,63	1246,33	806,68	2628,49	5138,14
PESO (%)	8,89%	24,26%	15,70%	51,16%	100,00%

Tabla 23 – Producción Año 2015

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

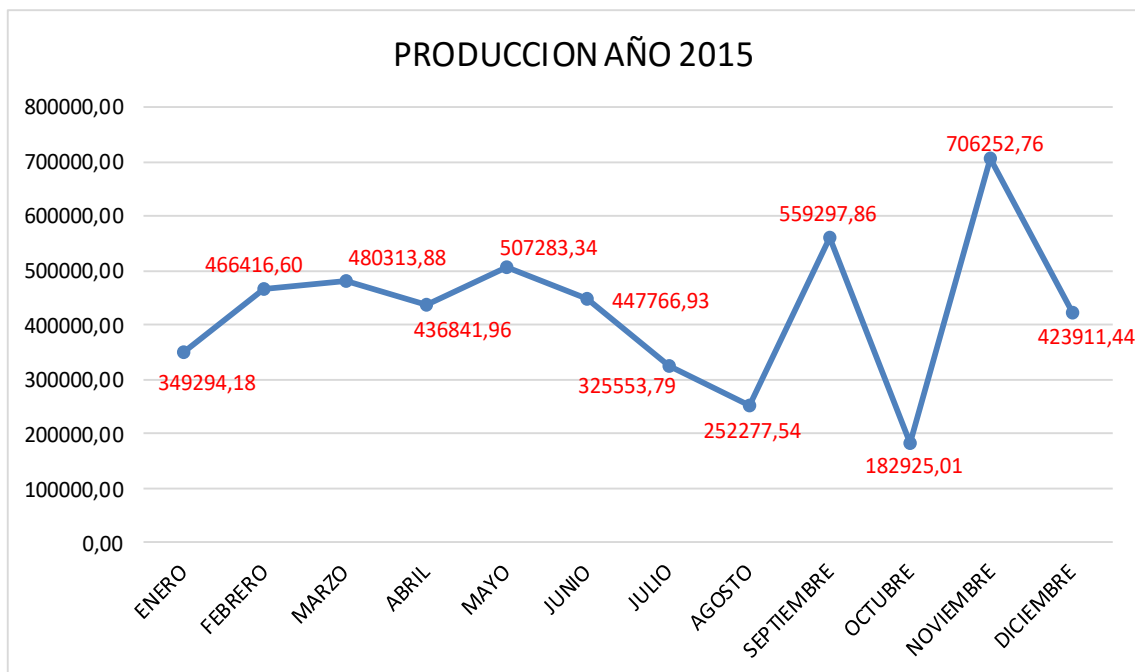


Figura 17 – Producción Año 2015 (Kg/mes)

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

Producción Año 2016

SECTOR	PETROLEO & GAS (P&G)	ELECTRICO (E)	TELECOMUNICACIONES (T)	CONSTRUCCION (CMG)	TOTAL (Kg.)
ENERO	13105,31	181479,05	56359,52	727643,39	978587,27
FEBRERO	10715,51	30893,83	3457,20	499329,61	544396,15
MARZO	8509,99	203278,39	68880,69	668804,73	949473,80
ABRIL	12067,70	191717,89	62326,12	845022,90	1111134,61
MAYO	264,47	130146,74	124444,94	616375,06	871231,21
JUNIO	926,70	15178,44	85011,19	759720,71	860837,04
JULIO	76478,58	167220,74	11217,46	680167,06	935083,84
AGOSTO	43447,21	71995,21	19223,65	704445,41	839111,48
SEPTIEMBRE	19261,25	310738,40	22871,55	435373,09	788244,29
OCTUBRE	3084,10	19872,33	24366,59	492578,35	539901,37
NOVIEMBRE	5985,80	42223,38	28828,30	729139,51	806176,99
DICIEMBRE	14628,50	91346,53	39437,00	1379213,44	1524625,47
PESO (Kg.)	208475,12	1456090,93	546424,21	8537813,26	10748803,51
PESO (Ton.)	208,48	1456,09	546,42	8537,81	10748,80
PESO (%)	1,94%	13,55%	5,08%	79,43%	100%

Tabla 24 – Producción Año 2016

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

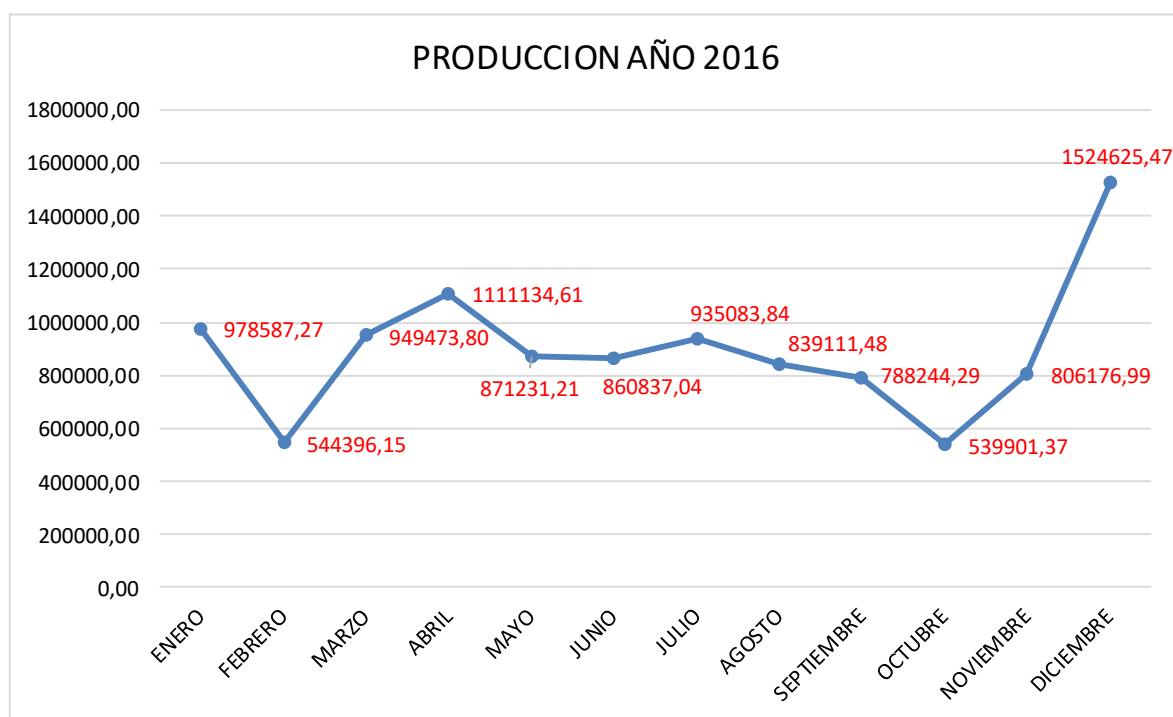


Figura 18 – Producción Año 2016 (Kg/mes)

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

Producción Año 2017

SECTOR	PETROLEO & GAS (P&G)	ELÉCTRICO (E)	TELECOMUNICACIONES (T)	CONSTRUCCION (CMG)	TOTAL (Kg.)
ENERO	2908,28	104042,01	13499,86	879242,47	999692,62
FEBRERO	11987,52	263232,50	6227,53	723144,68	1004592,23
MARZO	960,97	23431,24	11322,85	644847,01	680562,07
ABRIL	32226,90	19874,58	16730,34	745404,84	814236,66
MAYO	27031,14	256057,07	34493,27	136903,30	454484,78
JUNIO	18423,12	100430,51	52740,89	279194,28	450788,80
JULIO	27843,16	346770,20	24198,54	232695,04	631506,94
AGOSTO	39696,91	99249,29	92464,27	386120,74	617531,21
SEPTIEMBRE	271279,98	39455,85	58240,99	174512,12	543488,94
OCTUBRE	99784,63	145160,26	60084,53	175415,00	480444,42
NOVIEMBRE	123383,12	87296,69	113756,39	185556,20	509992,40
DICIEMBRE	162907,83	17855,88	49765,60	185665,50	416194,81
PESO (Kg.)	818433,56	1502856,08	533525,06	4748701,17	7603515,88
PESO (Ton.)	818,43	1502,86	533,53	4748,70	7603,52
PESO (%)	10,76%	19,77%	7,02%	62,45%	100%

Tabla 25 – Producción Año 2017

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

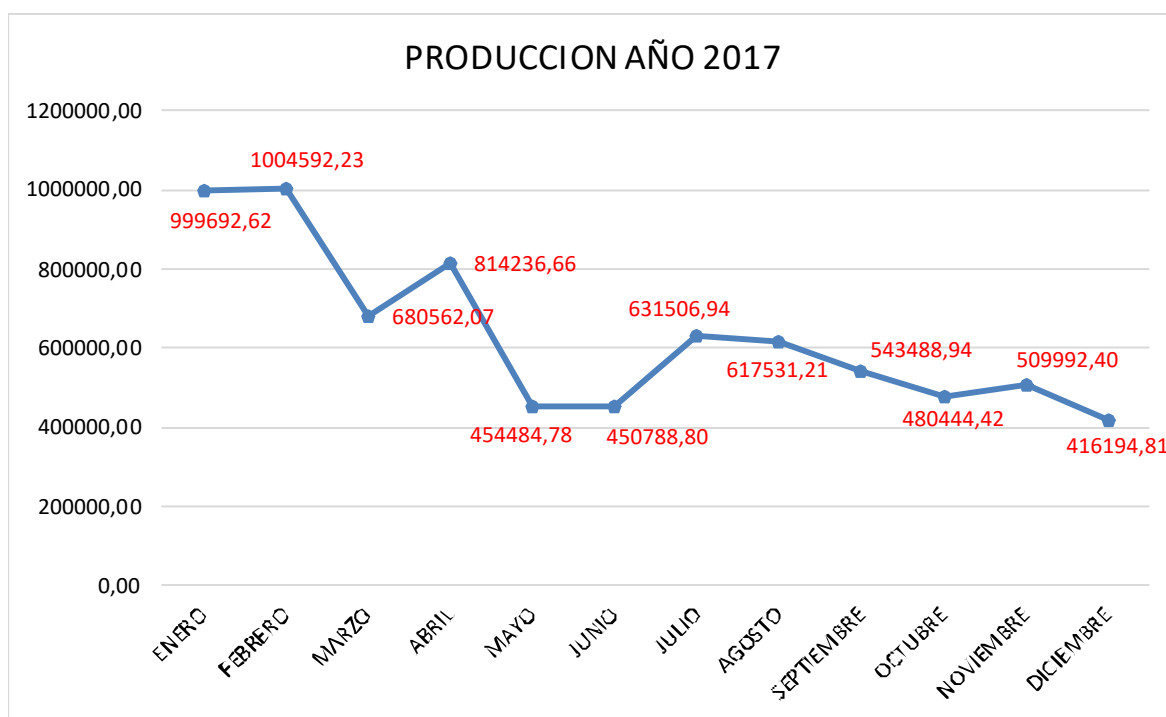


Figura 19 – Producción Año 2017 (Kg/mes)

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

Producción Año 2018

SECTOR	PETROLEO & GAS (P&G)	ELÉCTRICO (E)	TELECOMUNICACIONES (T)	CONSTRUCCION (CMG)	TOTAL (Kg.)
ENERO	17518,11	79683,56	15470,26	131314,51	243986,44
FEBRERO	52208,94	132275,52	12299,26	282523,49	479307,21
MARZO	21797,11	27166,78	34787,06	331073,55	414824,50
ABRIL	77374,95	12912,54	20940,95	650577,88	761806,32
MAYO	41925,72	67086,80	24863,41	532017,48	665893,41
JUNIO	19307,13	31196,25	34446,80	409934,48	494884,66
JULIO	195547,93	6912,11	55776,39	552675,50	810911,93
AGOSTO	226638,77	40548,73	9839,69	418293,59	695320,78
SEPTIEMBRE	94505,75	6854,60	8007,16	244653,27	354020,78
OCTUBRE	497409,64	31920,43	15221,74	699268,00	1243819,81
NOVIEMBRE	265918,09	98877,03	18259,52	428433,36	811488,00
DICIEMBRE	105436,62	44272,84	8568,29	524863,65	683141,40
PESO (Kg.)	1615588,76	579707,19	258480,53	5205628,76	7659405,24
PESO (Ton.)	1615,59	579,71	258,48	5205,63	7659,41
PESO (%)	21,09%	7,57%	3,37%	67,96%	100,00%

Tabla 26 – Producción Año 2018

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

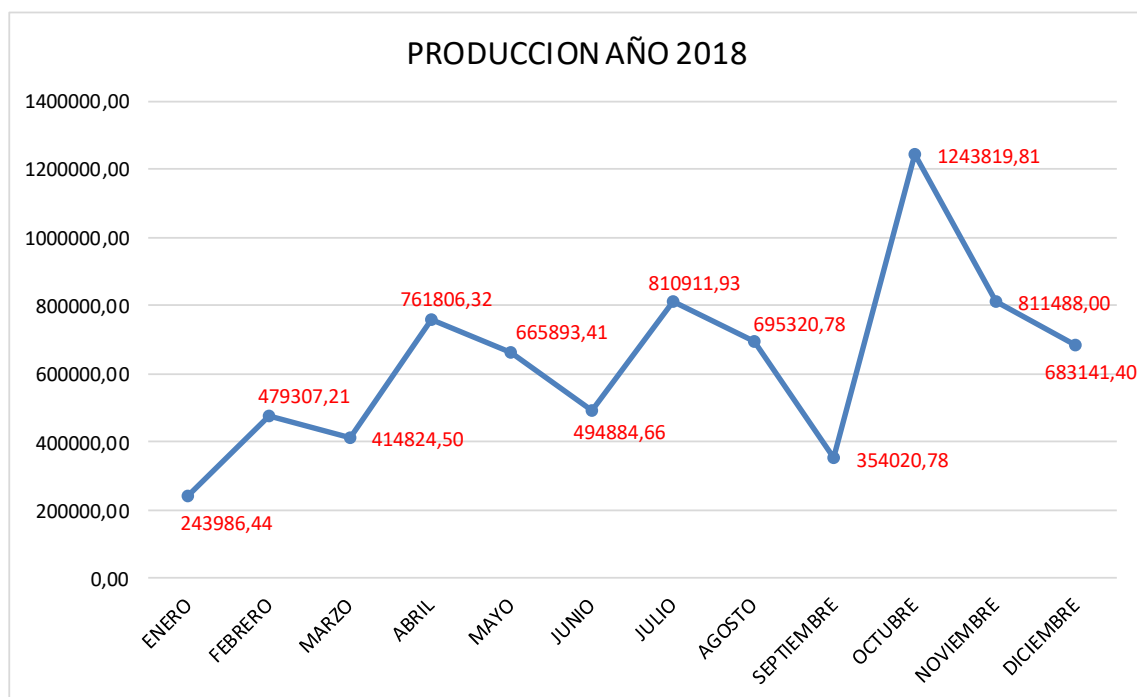


Figura 20 – Producción Año 2018 (Kg/mes)

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

Producción Año 2019

SECTOR	PETROLEO & GAS (P&G)	ELÉCTRICO (E)	TELECOMUNICACIONES (T)	CONSTRUCCION (CMG)	TOTAL (Kg.)
ENERO	192803,47	40794,51	17303,12	1045049,53	1295950,63
FEBRERO	92768,94	21224,68	699,59	476504,57	591197,78
MARZO	159853,87	197745,38	18541,87	640018,11	1016159,23
ABRIL	436216,21	118958,34	13926,87	681796,92	1250898,34
MAYO	310473,58	162010,95	4899,25	609884,57	1087268,35
JUNIO	119147,50	50408,61	3827,05	519911,98	693295,14
JULIO	151214,54	730,92	13680,09	691154,08	856779,63
AGOSTO	80576,00	109953,81	9003,06	424278,27	623811,14
SEPTIEMBRE	96620,59	91126,00	9655,41	517882,46	715284,46
OCTUBRE	50471,67	138401,37	36954,78	929021,35	1154849,17
NOVIEMBRE	71557,50	60473,14	120909,32	406419,17	659359,13
DICIEMBRE	33938,01	13964,97	50902,30	846638,79	945444,07
PESO (Kg.)	1795641,88	1005792,68	300302,71	7788559,80	10890297,07
PESO (Ton.)	1795,64	1005,79	300,30	7788,56	10890,30
PESO (%)	16,49%	9,24%	2,76%	71,52%	100%

Tabla 27 – Producción Año 2019

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

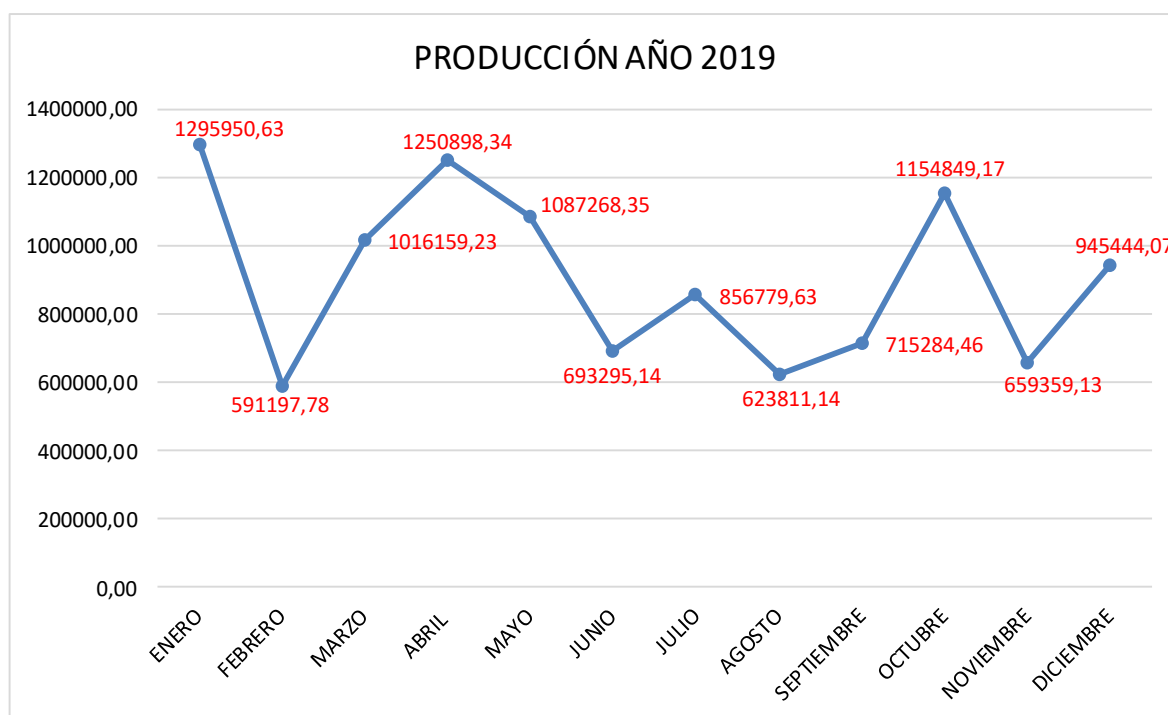


Figura 21 – Producción Año 2019 (Kg/mes)

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

Producción SEDEMI 2015-2019

SECTOR	PETROLEO & GAS (P&G)	ELÉCTRICO (E)	TELECOMUNICACIONES (T)	CONSTRUCCION (CMG)	TOTAL (Kg.)
AÑO 2015	456625,86	1246333,27	806682,79	2628493,38	5138135,30
AÑO 2016	208475,12	1456090,93	546424,21	8537813,26	10748803,51
AÑO 2017	818433,56	1502856,08	533525,06	4748701,17	7603515,88
AÑO 2018	1615588,76	579707,19	258480,53	5205628,76	7659405,24
AÑO 2019	1795641,88	1005792,68	300302,71	7788559,80	10890297,07

Tabla 28 – Producción SEDEMI 2015-2019

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

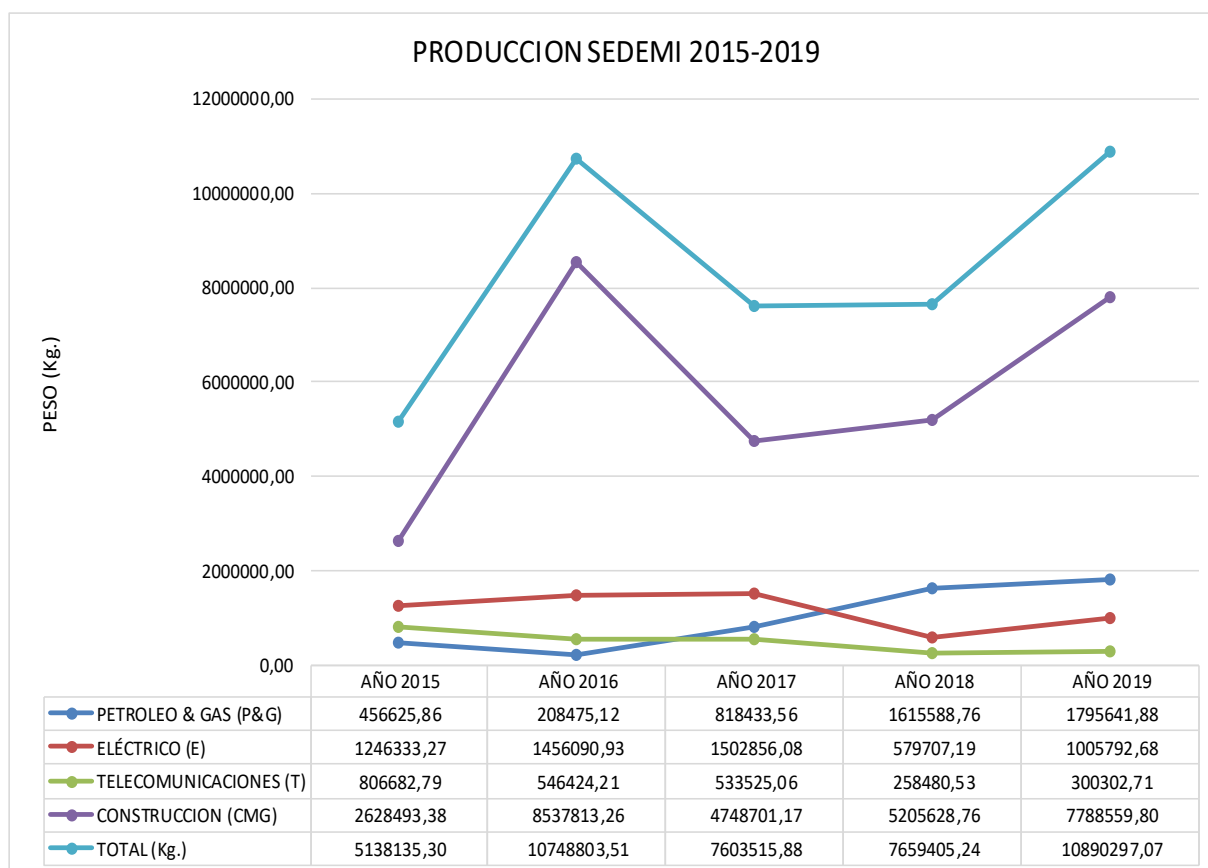


Figura 22 – Producción SEDEMI 2015-2019 (Kg/mes)

Fuente: Departamento de Ingeniería SEDEMI

Anexo II – Estructuras de Productos Metálicos

En la Figura 23, se establece la Estructura del Perfil Armado Tipo Cajón (4 placas + Conexiones).

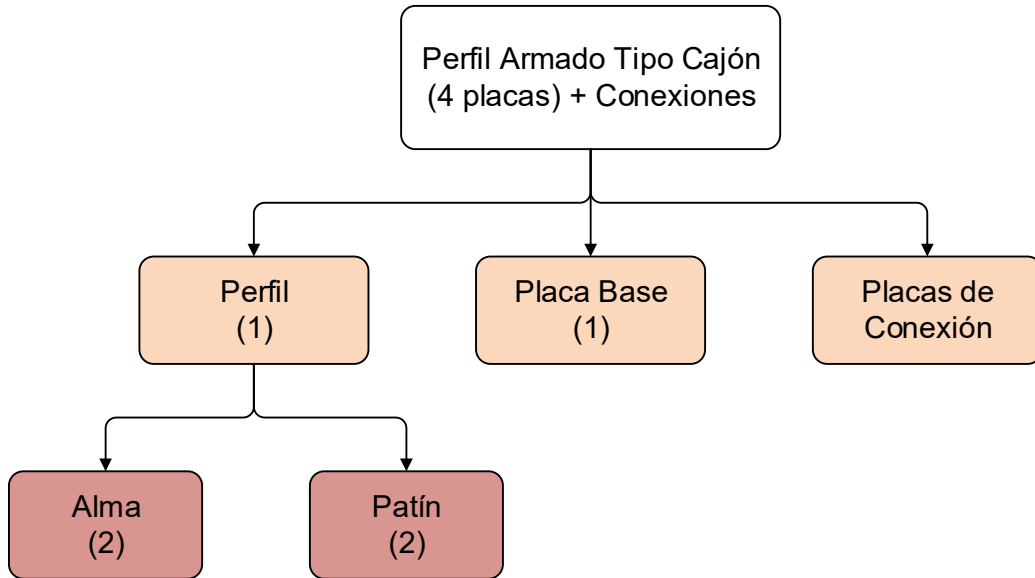


Figura 23 – Diagrama de la Estructura del Perfil Armado Tipo Cajón (4) placas + Conexiones

En la Figura 24, se establece la Estructura del Perfil Armado Tipo "I" (3) placas + Conexiones.

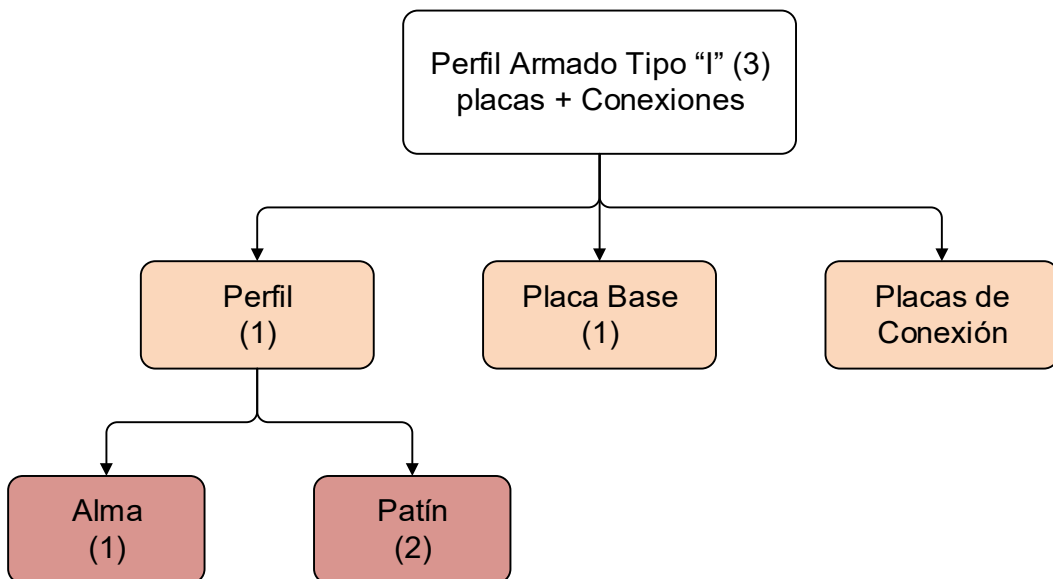


Figura 24 – Diagrama de la Estructura del Perfil Tipo "I" (3) placas + Conexiones

En la Figura 25, se establece la Estructura del Perfil Armado (2C Conformado en Frío) + Conexiones.

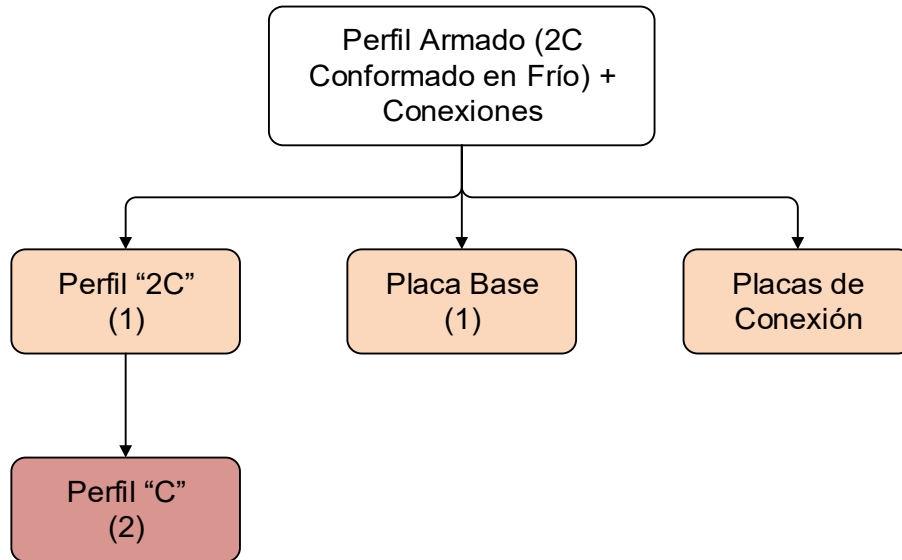


Figura 25 – Diagrama de la Estructura del Perfil Armado (2C Conformado en Frío) + Conexiones

En la Figura 26, se establece la Estructura del Perfil Armado (2G Conformado en Frío) + Conexiones.

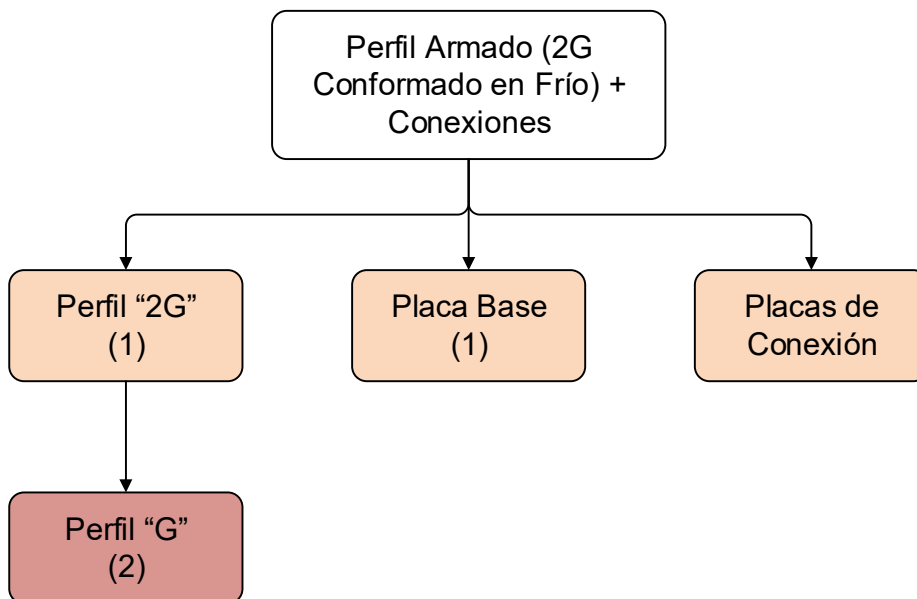


Figura 26 – Diagrama de la Estructura del Perfil Armado (2G Conformado en Frío) + Conexiones

En la Figura 27, se establece la Estructura de Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones

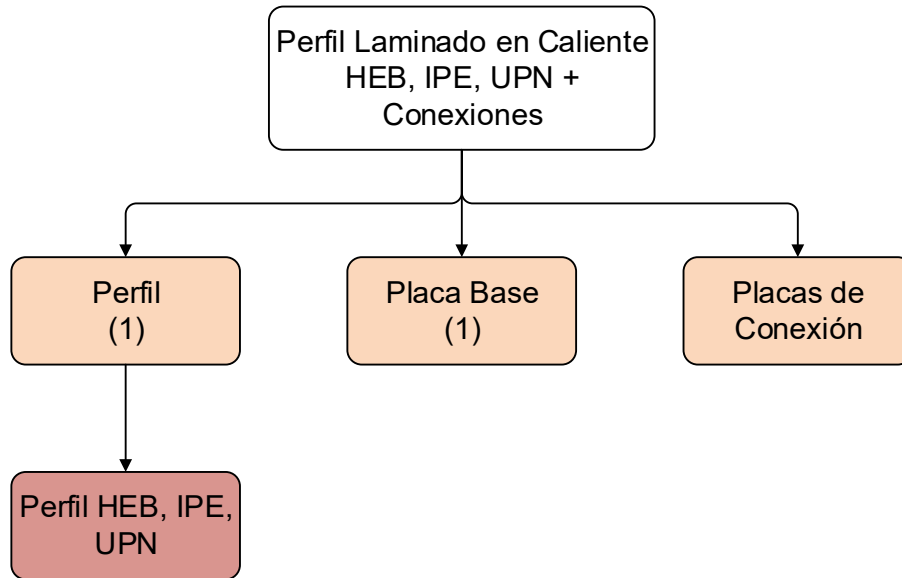


Figura 27 – Diagrama de la Estructura del Perfil Laminado en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones

En la Figura 28, se establece la Estructura de Armaduras / Celosías + Conexiones

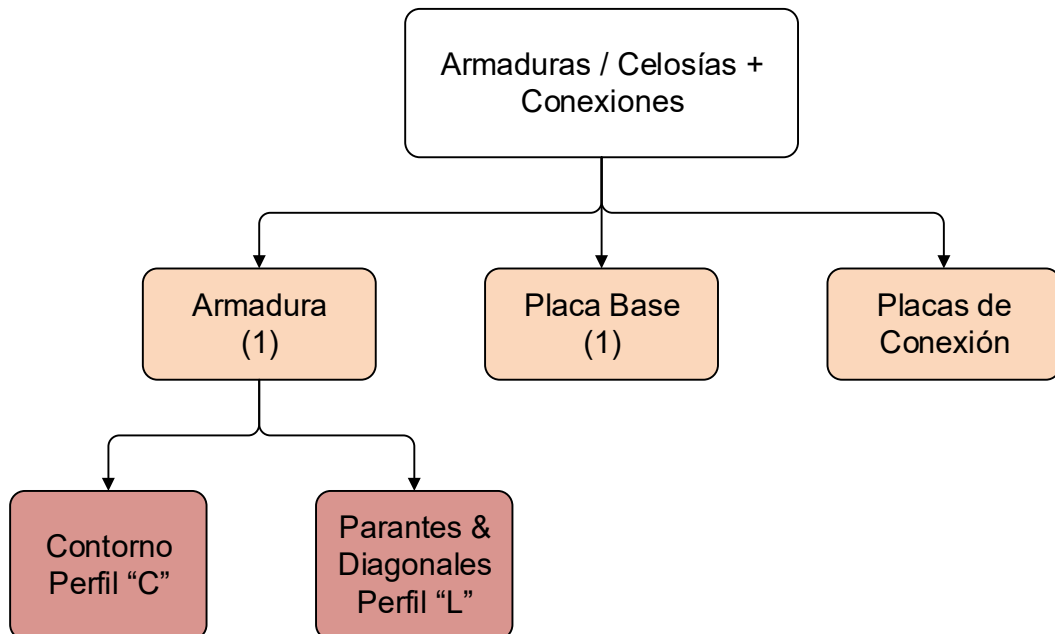


Figura 28 – Diagrama de la Estructura de Armaduras / Celosías + Conexiones

En la Figura 29, se establece la Estructura de los Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos + Conexiones

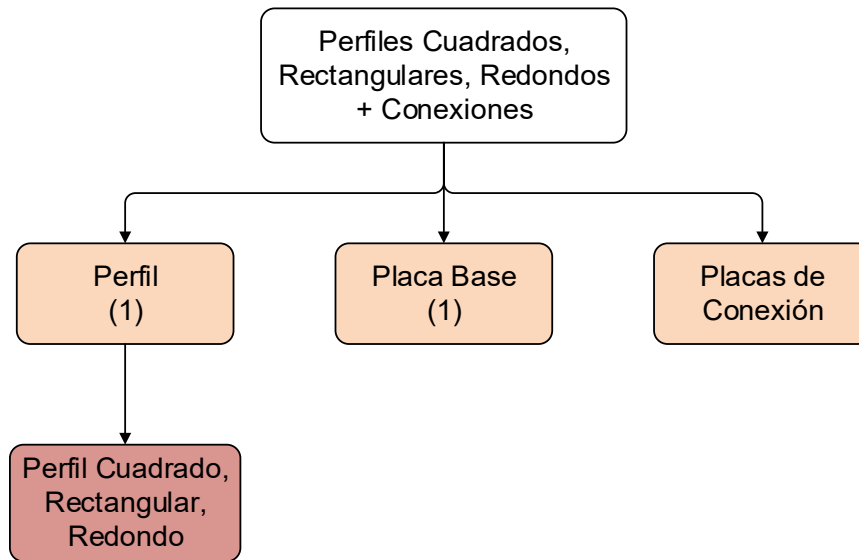


Figura 29 – Diagrama de la Estructura del Perfil Cuadrado, Rectangular, Redondo + Conexiones

En la Figura 30, se establece la Estructura del Perfil Conformado en Frío "Octógono" + Conexiones

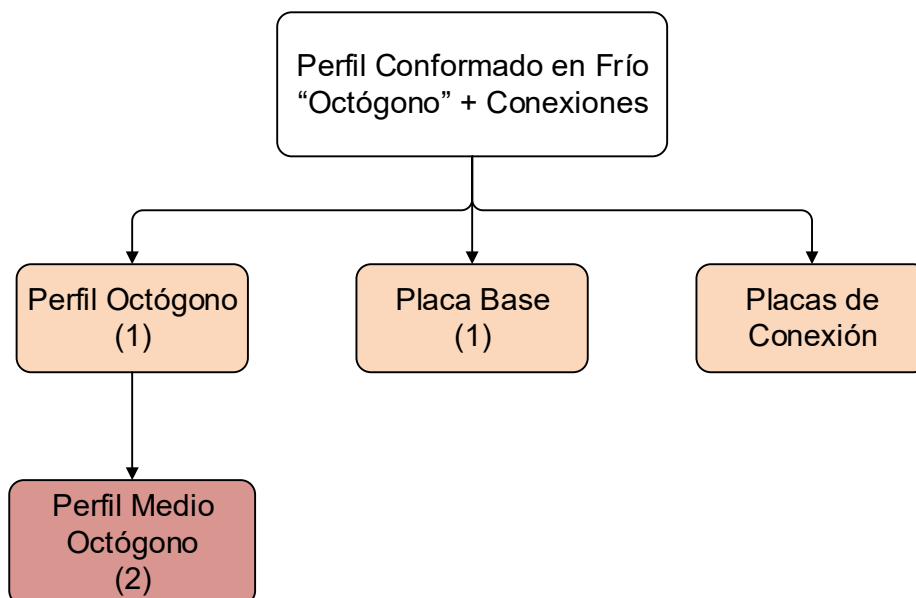


Figura 30 – Diagrama de la Estructura del Perfil Conformado en Frío "Octógono" + Conexiones

En la Figura 31, se establece la Estructura del Perfil Conformado en Frío “Hexadecágono” + Conexiones

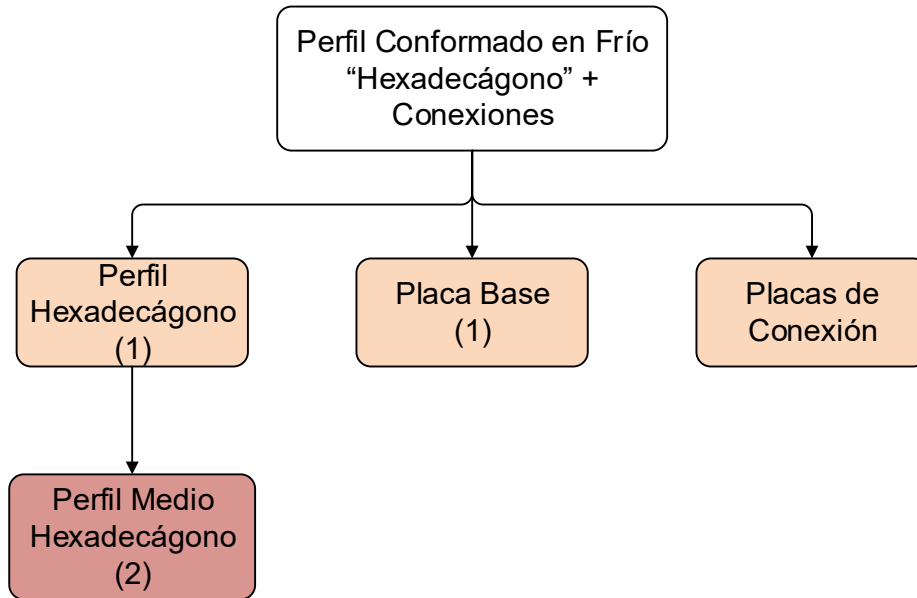


Figura 31 – Diagrama de la Estructura del Perfil Conformado en Frío “Hexadecágono” + Conexiones

En la Figura 32, se establece la Estructura de la Torre Triangular (Perfiles “UV” – Perfiles “L”) + Conexiones

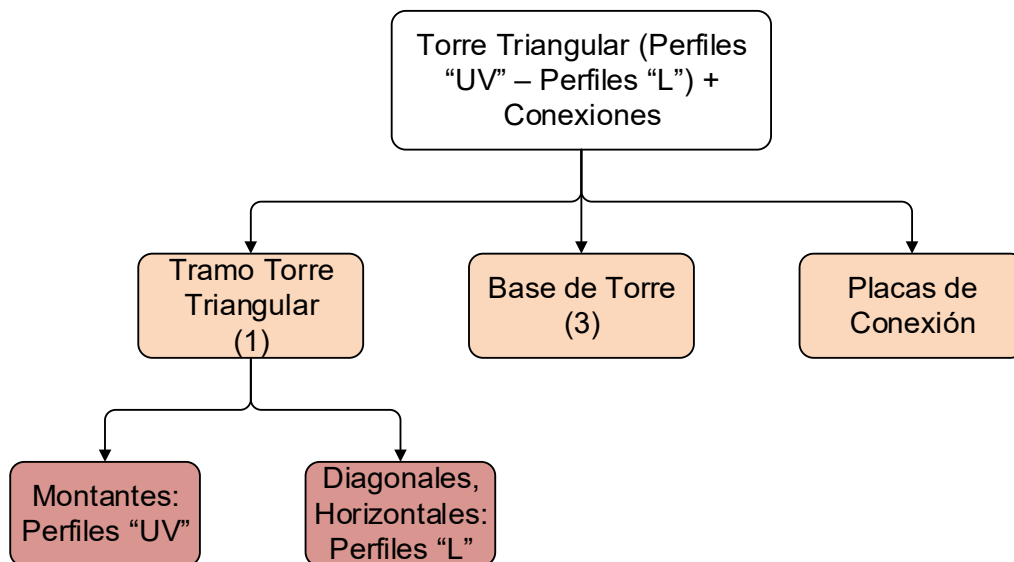


Figura 32 – Diagrama de la Estructura de la Torre Triangular (Perfiles “UV” – Perfiles “L”) + Conexiones

En la Figura 33, se establece la Estructura de la Torre Cuadrangular (Perfiles “L”) + Conexiones

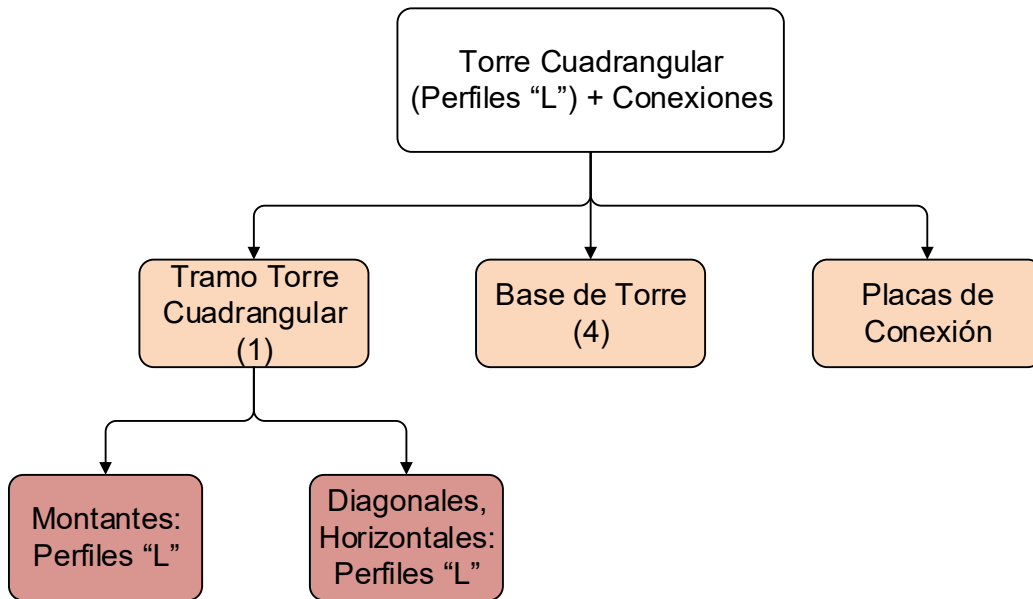


Figura 33 – Diagrama de la Estructura de la Torre Cuadrangular (Perfiles “L”) + Conexiones

En la Figura 34, se establece la Estructura de la Torre Cuadrangular (Perfiles Redondos – Perfiles “L”) + Conexiones

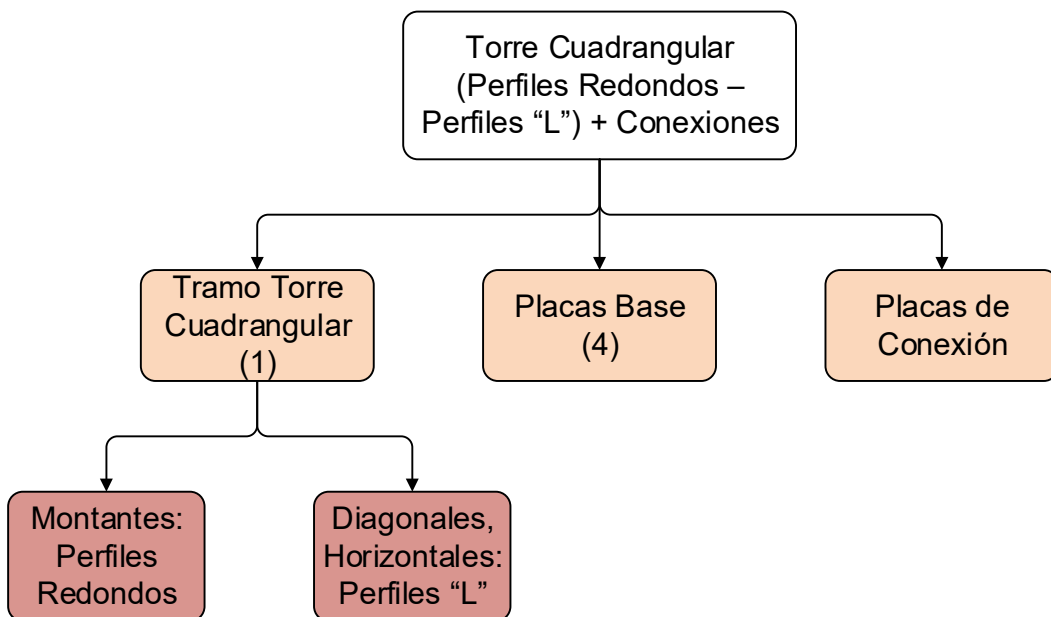


Figura 34 – Diagrama de la Estructura de la Torre Cuadrangular (Perfiles Redondos – Perfiles “L”) + Conexiones

En la Figura 35, se establece la Estructura de la Torre Triangular (Perfiles Redondos – Perfiles “L”) + Conexiones

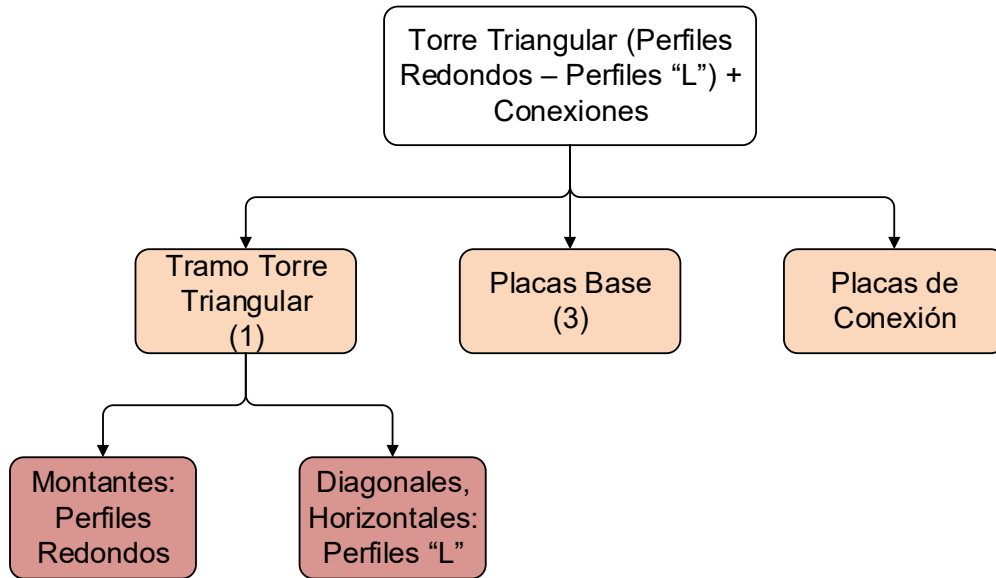


Figura 35 – Diagrama de la Estructura de la Torre Triangular (Perfiles Redondos – Perfiles “L”) + Conexiones

En la Figura 36, se establece la Estructura de la Torreta (Perfiles Redondos – Varilla Lisa) + Conexiones

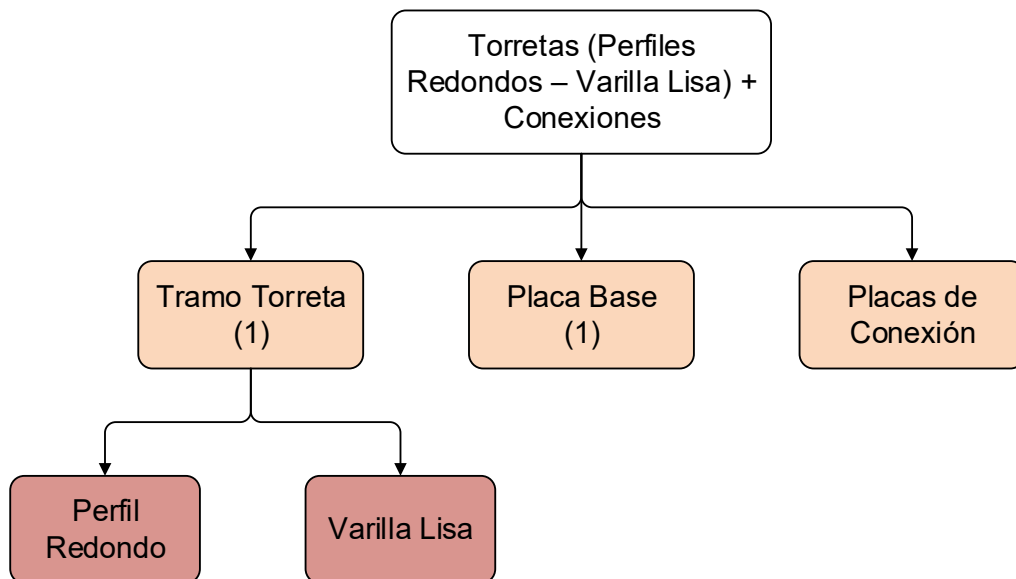


Figura 36 – Diagrama de la Estructura de la Torreta (Perfiles Redondos – Varilla Lisa) + Conexiones

En la Figura 37, se establece la Estructura de la Tubería de Conducción, Presión, Pilotes

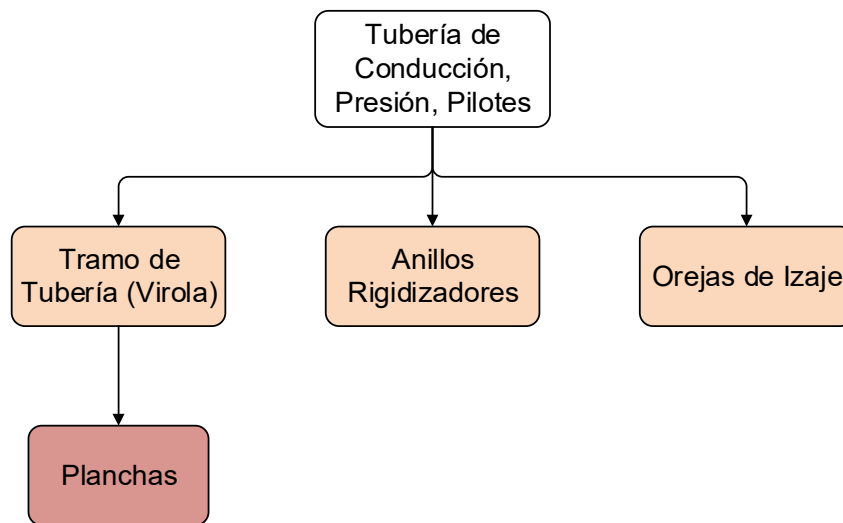


Figura 37 – Diagrama de la Estructura de la Tubería de Conducción, Presión, Pilotes

En la Figura 38, se establece la Estructura de los Tanques de Almacenamiento

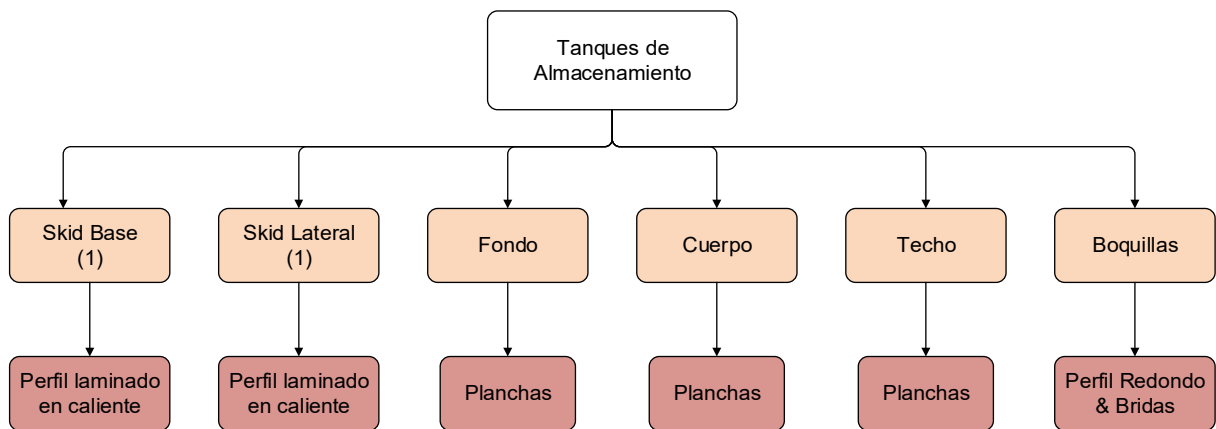


Figura 38 – Diagrama de la Estructura de los Tanques de Almacenamiento

Anexo III – Fichas Técnicas de Productos Metálicos

En la tabla 29, se muestra la ficha técnica para el Perfil Armado Tipo Cajón y la lista de materiales.

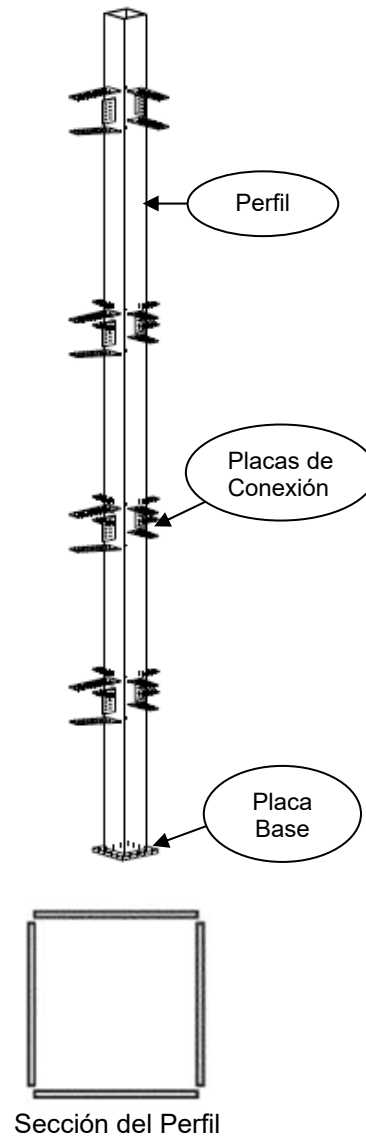
Perfil Armado Tipo Cajón (4 Placas) + Conexiones		
	Perfil	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 75 mm	ASTM A 36
	PLE 65 mm	ASTM A 36
	PLE 50 mm	ASTM A 36
	PLE 40 mm	ASTM A 36
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Notas:		
Longitudes del perfil: 6, 9, 12, 15 metros		
Dimensiones de la sección depende del diseño estructural		
El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural		

Tabla 29 – Ficha Técnica del Perfil Tipo Cajón (4 placas)

En la tabla 30, se muestra la ficha técnica para el Perfil Armado Tipo "I" y la lista de materiales.

Perfil Armado Tipo "I" (3 Placas) + Conexiones		
<p>Diagram showing the assembly of an I-beam profile with three plates. Labels include: Perfil (I-beam), Placas de Conexión (connection plates), Placa Base (base plate), and Sección del Perfil (I-beam section).</p>	Perfil	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 75 mm	ASTM A 36
	PLE 65 mm	ASTM A 36
	PLE 50 mm	ASTM A 36
	PLE 40 mm	ASTM A 36
PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Notas:		
Longitudes del perfil: 6, 9, 12, 15 metros		
Dimensiones de la sección depende del diseño estructural		
El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural		

Tabla 30 – Ficha Técnica del Perfil Tipo "I" (3 placas)

En la tabla 31, se muestra la ficha técnica para el Perfil Armado (2C conformado en frío) y la lista de materiales.

Perfiles Armados (2C Conformado en Frío) + Conexiones		
<p>Diagrama de un perfil armado vertical. El perfil principal es un perfil C conformado en frío. Se muestran tres tipos de conexiones: una placa de conexión que une dos perfiles, y una placa base que une un perfil con una base cuadrada. Una sección transversal del perfil C se muestra en la parte inferior.</p>	Perfil	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 75 mm	ASTM A 36
	PLE 65 mm	ASTM A 36
	PLE 50 mm	ASTM A 36
	PLE 40 mm	ASTM A 36
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha / Perfil	Norma	
PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Perfil "C" (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36	
Notas: Longitudes del perfil: 6, 9, 12, 15 metros Dimensiones de la sección depende del diseño estructural El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural Los perfiles "C" pueden ser fabricados en la planta según medidas de los diseños y capacidades de las máquinas o adquirirlos en el mercado local.		

Tabla 31 – Ficha Técnica del Perfil Armado (2C Conformado en Frío)

En la tabla 32, se muestra la ficha técnica para el Perfil Armado (2G conformado en frío) y la lista de materiales.

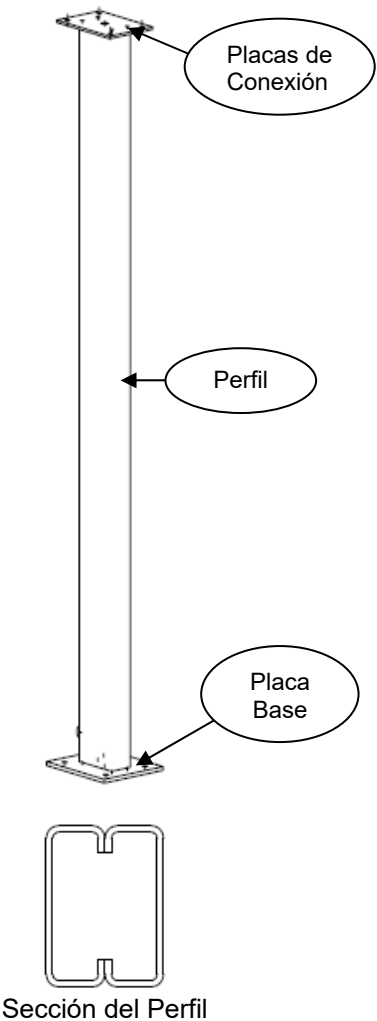
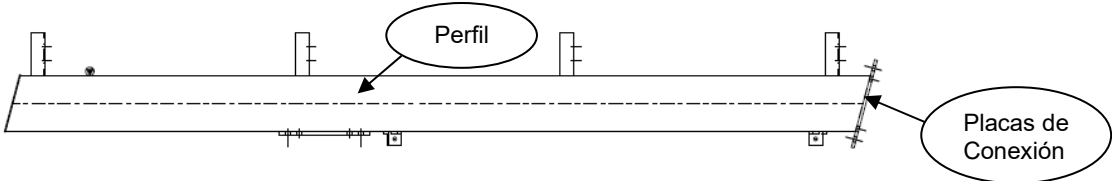
Perfiles Armados (2G Conformado en Frío) + Conexiones		
 <p style="text-align: center;">Sección del Perfil</p>	Perfil	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha / Perfil	Norma
	PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 5 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	PLE 4 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	PLE 3 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Perfil "G" (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
		
Notas:		
Longitudes del perfil: 6, 9, 12 metros		
Dimensiones de la sección depende del diseño estructural		
El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural		
Los perfiles "G" pueden ser fabricados en la planta según medidas de los diseños, capacidades de las máquinas o adquirirlos en el mercado local.		

Tabla 32 – Ficha Técnica del Perfil Armado (2G Conformado en Frío)

En la tabla 33, se muestra la ficha técnica para perfiles laminados en caliente y la lista de materiales.

Perfiles Laminados en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones		
	Perfil	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Perfil	Norma
	Perfil "HEB" (Ver tabla de perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Perfil "IPE" (Ver tabla de perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Perfil "UPN" (Ver tabla de perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	

Notas:

Longitudes del perfil: 6, 9, 12, 15 metros

Dimensiones de la sección depende del diseño estructural

El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural

Los perfiles "HEB, IPE, UPN son perfiles laminados en caliente, es decir, son perfiles que vienen ya fabricados, en este caso se instala solo las conexiones.

Tabla 33 – Ficha Técnica del Perfil Laminado en Caliente

En la tabla 34, se muestra la ficha técnica para Armaduras / Celosías y la lista de materiales.

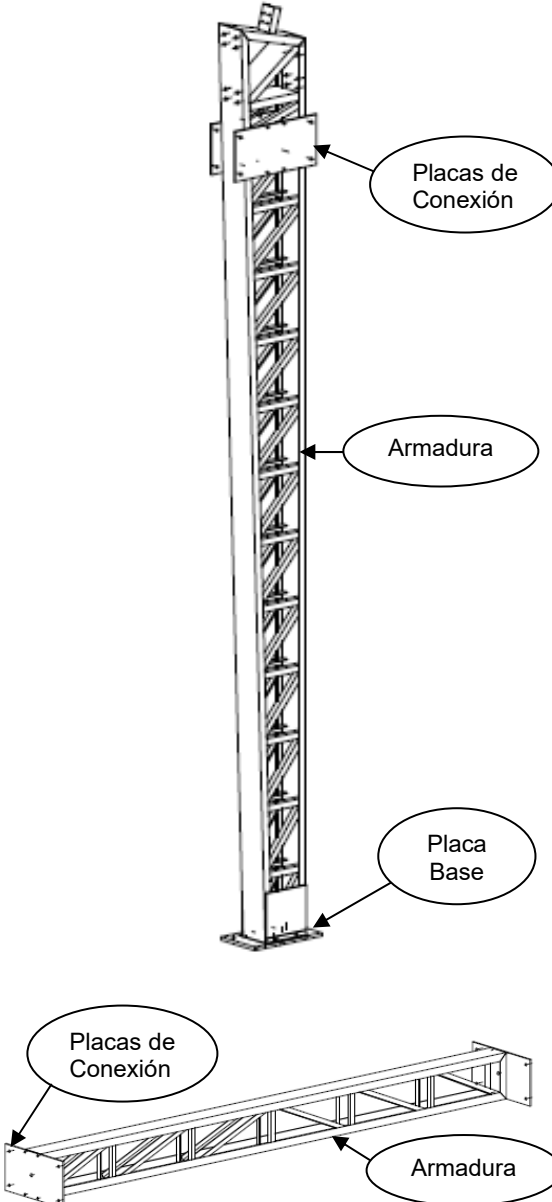
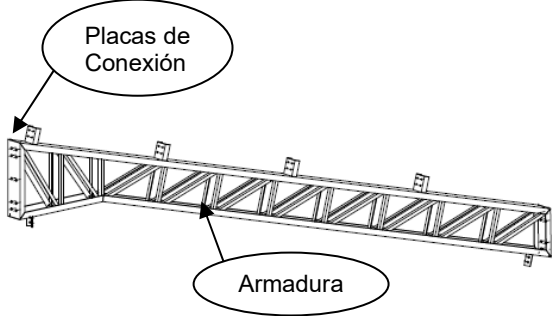
Armaduras / Celosías + Conexiones		
	Armadura	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Perfil	Norma
	Perfil "C" (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Perfil "L" (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	Placas de Conexión	
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
		
Notas:		
Longitudes del perfil: 6, 8 metros		
Dimensiones de la sección depende del diseño estructural		
El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural		
Los perfiles "C" pueden ser fabricados en la planta según medidas de los diseños, capacidades de las máquinas o adquirirlos en el mercado local.		

Tabla 34 – Ficha Técnica de Armaduras / Celosías + Conexiones

En la tabla 35, se muestra la ficha técnica para perfiles redondos, cuadrados, rectangulares y la lista de materiales.

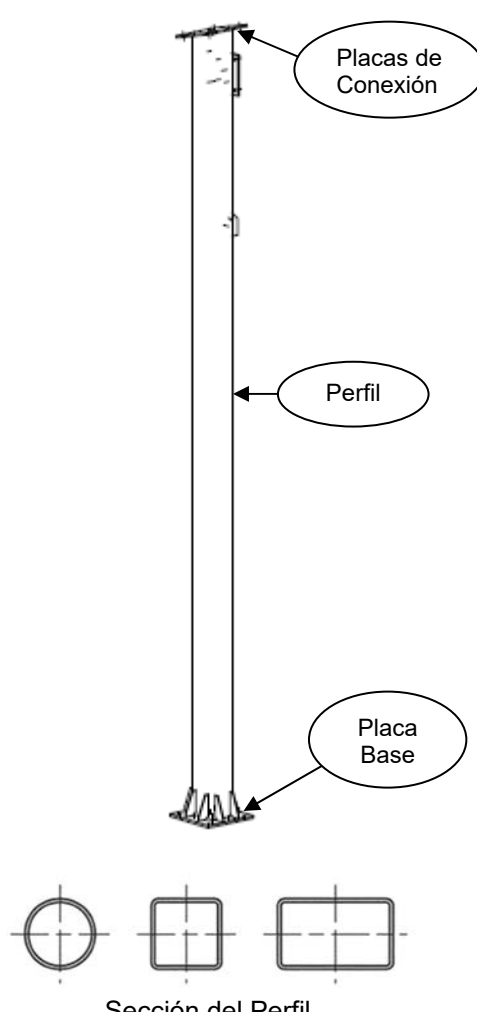
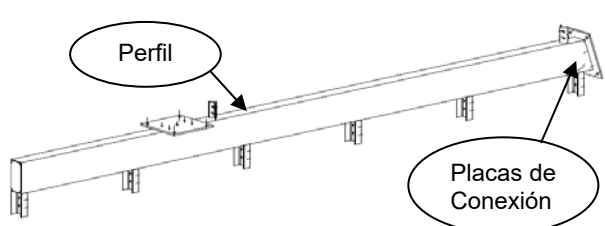
Perfiles Armados Redondos, Cuadrados, Rectangulares + Conexiones		
 <p style="text-align: center;">Sección del Perfil</p>	Perfil	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Perfil	Norma
	Perfil Cuadrado (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Perfil Rectangular (Ver Tabla de perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Perfil Redondo (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A 36
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
		
Notas:		
Longitudes del perfil: 6, 8 metros		
Dimensiones de la sección depende del diseño estructural		
El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural		
Los perfiles redondos, cuadrados y rectangulares son adquiridos en el mercado local.		

Tabla 35 – Ficha Técnica del Perfil Redondo, Cuadrado y Rectangular

En la tabla 36, se muestra la ficha técnica para perfiles conformados en frío “Octógono” y la lista de materiales.

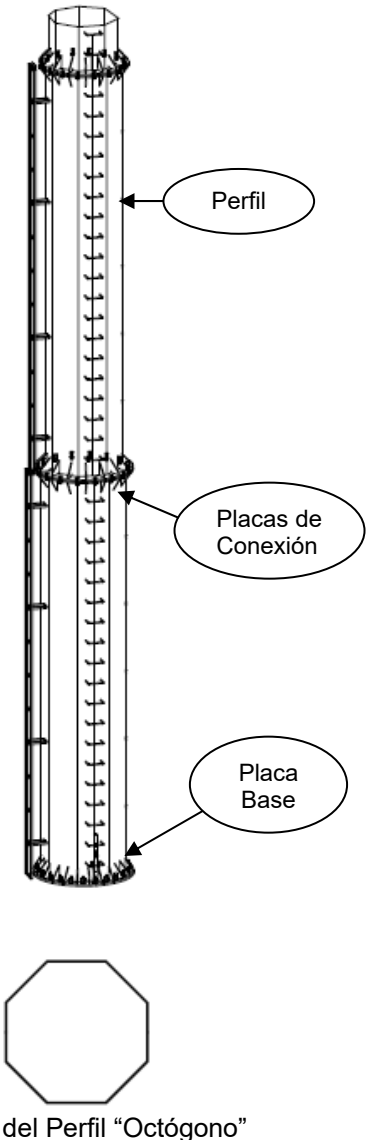
Perfiles Conformados en Frío “Octógono” + Conexiones		
 <p style="text-align: center;">Sección del Perfil “Octógono”</p>	Perfil	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 75 mm	ASTM A 36
	PLE 65 mm	ASTM A 36
	PLE 50 mm	ASTM A 36
	PLE 40 mm	ASTM A 36
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Notas:		
Longitudes del perfil: 6 metros (Monopolos de 24, 30, 36, 42 metros) – 8 lados		
Dimensiones de la sección depende del diseño estructural		
El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural		
Los perfiles octógonos son conformados en frío según diseños estructurales		

Tabla 36 – Ficha Técnica del Perfil Conformado en Frío “Octógono”

En la tabla 37, se muestra la ficha técnica para perfiles conformados en frío “Hexadecágono” y la lista de materiales.

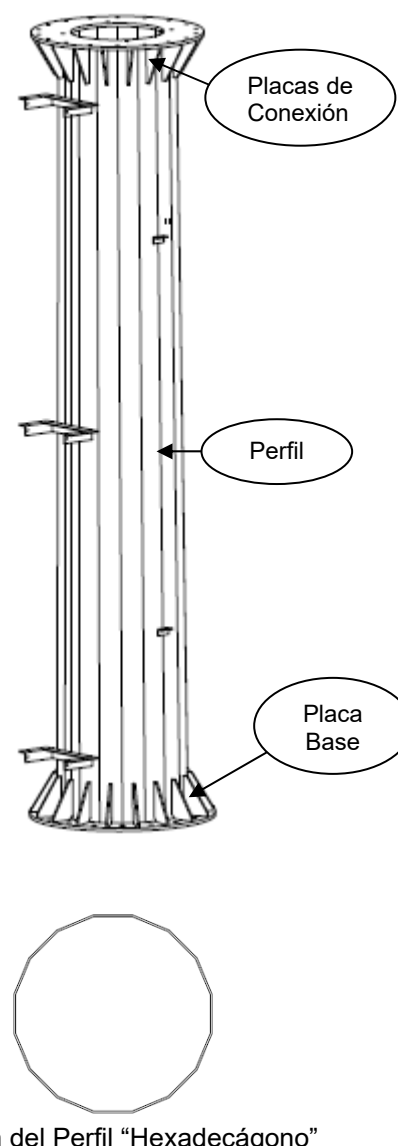
Perfiles Conformados en Frío “Hexadecágono” + Conexiones		
 <p style="text-align: center;">Sección del Perfil “Hexadecágono”</p>	Perfil	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 75 mm	ASTM A 36
	PLE 65 mm	ASTM A 36
	PLE 50 mm	ASTM A 36
	PLE 40 mm	ASTM A 36
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Notas:		
Longitudes del perfil: 6 metros (Monopulos de 24, 30, 36, 42 metros) – 16 lados		
Dimensiones de la sección depende del diseño estructural		
El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural		
Los perfiles hexadecágono (16 lados) son conformados en frío según diseños estructurales.		

Tabla 37 – Ficha Técnica del Perfil Conformado en Frío “Hexadecágono”

En la tabla 38, se muestra la ficha técnica para Torres Triangulares (Perfiles Conformados en Frío “UV” – Perfiles Laminados en Caliente “L”) y la lista de materiales.

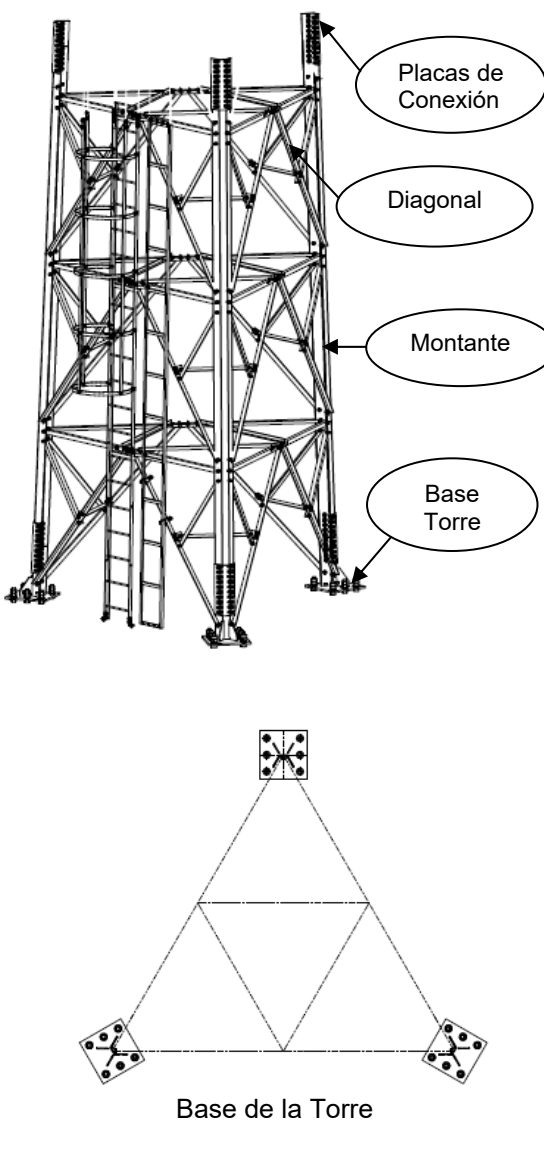
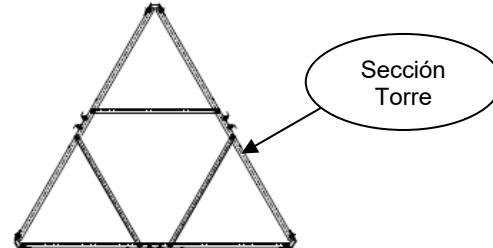
Perfiles Torres Triangulares + Conexiones		
	Torre Triangular	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Perfil	Norma
	Montantes: Perfiles conformados en frío “UV”	ASTM A 572 Gr. 50
	Diagonales, Horizontales: Perfiles “L” (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50
	Base Torre	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	Placas de Conexión	
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
		
<p>Notas:</p> <p>Longitud del tramo: 6 metros (Torres Triangulares de 24, 30, 36, 42 metros)</p> <p>Dimensiones de la sección depende del diseño estructural</p> <p>El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural</p> <p>Los perfiles “UV” son conformados en frío según diseños estructurales</p>		

Tabla 38 – Ficha Técnica de Torres Triangulares (Perfiles “UV” – Perfiles “L”)

En la tabla 39, se muestra la ficha técnica para Torres Cuadrangulares (Perfiles Laminados en Caliente “L”) y la lista de materiales.

Perfiles Torres Cuadrangulares + Conexiones		
	Torre Cuadrangular	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Perfil	Norma
	Montantes: Perfiles “L” (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50
	Diagonales, Horizontales: Perfiles “L” (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50
	Base Torre	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	Placas de Conexión	
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Notas: Longitud del Tramo: 6 metros (Torres Cuadrangulares de 24, 30, 36, 42 metros) Dimensiones de la sección depende del diseño estructural El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural Los perfiles laminados en caliente “L” son adquiridos a través de importación		

Tabla 39 – Ficha Técnica de Torres Cuadrangulares (Perfiles “L”)

En la tabla 40, se muestra la ficha técnica para Torres Triangulares (Perfiles Redondos – Perfiles Laminados en Caliente “L”) y la lista de materiales.

Perfiles Torres Triangulares + Conexiones		
	Torre Triangular	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Perfil	Norma
	Montantes: Perfiles Redondos	ASTM A 572 Gr. 50
	Diagonales, Horizontales: Perfiles “L” (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 40 mm	ASTM A 36
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
Notas: Longitud del tramo: 6 metros (Torres Triangulares de 24, 30, 36, 42 metros) Dimensiones de la sección depende del diseño estructural El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural Los perfiles “UV” son conformados en frío según diseños estructurales		

Tabla 40 – Ficha Técnica de Torres Triangulares (Perfiles Redondos – Perfiles “L”)

En la tabla 41, se muestra la ficha técnica para Torres Cuadrangulares (Perfiles Redondos – Perfiles Laminados en Caliente “L”) y la lista de materiales.

Perfiles Torres Cuadrangulares + Conexiones		
	Torre Cuadrangular	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Perfil	Norma
	Montantes: Perfiles Redondos	ASTM A 572 Gr. 50
	Diagonales, Horizontales: Perfiles “L” (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50
	Base Torre	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 40 mm	ASTM A 36
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
Placas de Conexión		
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
<p>Notas:</p> <p>Longitud del Tramo: 6 metros (Torres Cuadrangulares de 24, 30, 36, 42 metros)</p> <p>Dimensiones de la sección depende del diseño estructural</p> <p>El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural</p> <p>Los perfiles laminados en caliente “L” son adquiridos a través de importación</p>		

Tabla 41 – Ficha Técnica de Torres Cuadrangulares (Perfiles Redondos – Perfiles “L”)

En la tabla 42, se muestra la ficha técnica para las Torretas (Perfiles Redondos / Varilla Lisa) y la lista de materiales.

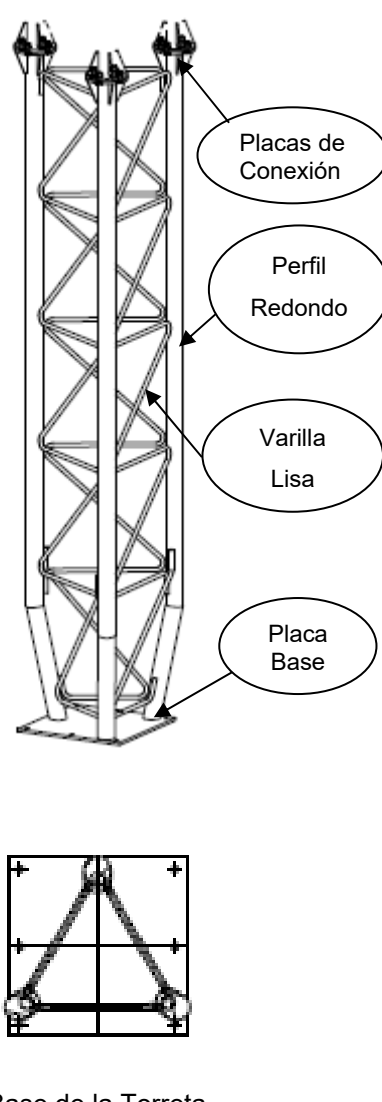
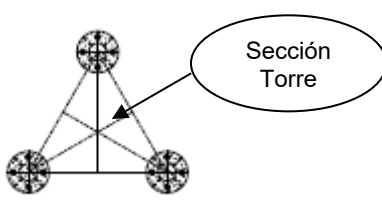
Perfiles Redondos / Varilla Lisa (Torretas) + Conexiones		
 <p style="text-align: center;">Base de la Torreta</p>	Torreta	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Perfil	Norma
	Perfiles Redondos (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 36
	Varilla Lisa (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 36
	Placa Base	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50
	Placas de Conexión	
Lista de Materiales (BOM)		
Plancha	Norma	
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50	
		
Notas:		
Longitud del Tramo: 3 metros (Torretas 9, 12, 15, 18 metros)		
Dimensiones de la sección depende del diseño estructural		
El diseño de conexiones depende del comportamiento estructural		
Los perfiles redondos y varillas lisas son adquiridos en el mercado local		

Tabla 42 – Ficha Técnica de la Torreta (Perfil Redondo / Varilla Lisa)

En la tabla 43, se muestra la ficha técnica para las Tubería de Conducción, Presión, Pilotes y la lista de materiales.

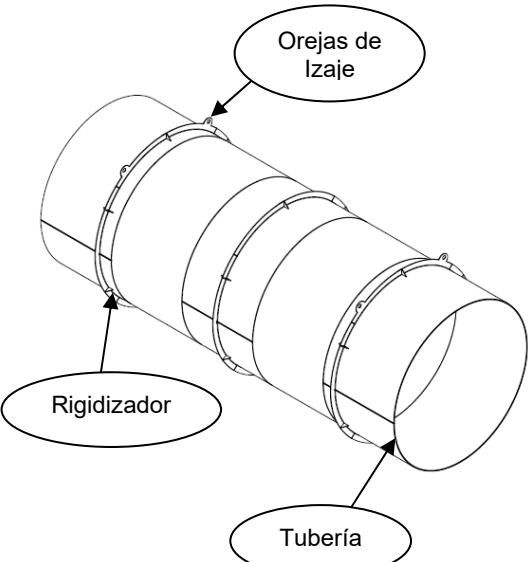
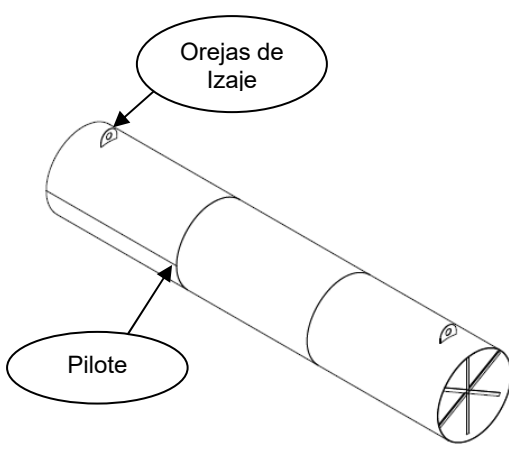
Tubería de Conducción, Presión, Pilotes																							
 <p>Orejas de Izaje</p> <p>Rigidizador</p> <p>Tubería</p> <p>Tubería de Conducción / Presión</p>	Tramos de Tubería (Virolas)																						
	Lista de Materiales (BOM)																						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Plancha</th> <th style="width: 50%;">Norma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PLE 30 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 25 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 22 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 20 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 18 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 15 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 12 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 10 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 8 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 6 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> </tbody> </table>	Plancha	Norma	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36
Plancha	Norma																						
PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 6 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
	Anillos Rigidizadores																						
	Lista de Materiales (BOM)																						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Plancha</th> <th style="width: 50%;">Norma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PLE 30 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 25 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 22 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 20 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 18 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 15 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 12 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 10 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> </tbody> </table>	Plancha	Norma	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36				
Plancha	Norma																						
PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
 <p>Orejas de Izaje</p> <p>Pilote</p> <p>Pilote</p>	Refuerzos – Orejas de Izaje																						
	Lista de Materiales (BOM)																						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Plancha</th> <th style="width: 50%;">Norma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PLE 30 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 25 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 22 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 20 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 18 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 15 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 12 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 10 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> <tr><td>PLE 8 mm</td><td>ASTM A 572 Gr. 50 / A36</td></tr> </tbody> </table>	Plancha	Norma	PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36	PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36		
Plancha	Norma																						
PLE 30 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 25 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 22 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 20 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 18 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 15 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 12 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 10 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
PLE 8 mm	ASTM A 572 Gr. 50 / A36																						
Notas:																							
Longitud de Tubería: 7,5 – 10 – 12,5 – 15 metros																							
Dimensiones de la sección depende del diseño mecánico																							

Tabla 43 – Ficha Técnica de la Tubería de Conducción, Presión, Pilotes

En la tabla 44, se muestra la ficha técnica para las Tanques de Almacenamiento y la lista de materiales.

Tanques de Almacenamiento		
<p style="text-align: center;">Tanque de Almacenamiento</p>	Fondo – Cuerpo – Techo	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Plancha	Norma
	PLE 20 mm	ASTM A36
	PLE 18 mm	ASTM A36
	PLE 15 mm	ASTM A36
	PLE 12 mm	ASTM A36
	PLE 10 mm	ASTM A36
	PLE 8 mm	ASTM A36
	PLE 6 mm	ASTM A36
	Skid de Fondo y Lateral	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Perfil	Norma
	Perfil HEB (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A36
	Perfil IPE (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A36
	Perfil UPN (Ver Tabla de Perfiles)	ASTM A 572 Gr. 50 / A36
	Boquillas	
	Lista de Materiales (BOM)	
	Tubería / Brida	Norma
	Tubería Ø 2" SCH 40	ASTM A-53 / A-106
	Tubería Ø 3" SCH 40	ASTM A-53 / A-106
	Tubería Ø 4" SCH 40	ASTM A-53 / A-106
	Tubería Ø 5" SCH 40	ASTM A-53 / A-106
	Tubería Ø 6" SCH 40	ASTM A-53 / A-106
	Tubería Ø 8" SCH 40	ASTM A-53 / A-106
	Tubería Ø 10" SCH 40	ASTM A-53 / A-106
	Tubería Ø 12" SCH 40	ASTM A-53 / A-106
	Tubería Ø 1" SCH 80	ASTM A-53 / A-106
Tubería Ø 1-1/4" SCH 80	ASTM A-53 / A-106	
Tubería Ø 1-1/2" SCH 80	ASTM A-53 / A-106	
Tubería Ø 2" SCH 80	ASTM A-53 / A-106	
Tubería Ø 6" SCH 80	ASTM A-53 / A-106	
Tubería Ø 3/4" SCH 160	ASTM A-53 / A-106	
Tubería Ø 1" SCH 160	ASTM A-53 / A-106	
Tubería Ø 2" SCH 160	ASTM A-53 / A-106	

Notas:

Norma de Construcción API-650, API-12F, API-12D, UL142

Dimensiones del tanque depende del diseño mecánico

Tabla 44 – Ficha Técnica de Tanques de Almacenamiento

Anexo IV – Lista de Materiales de Productos Metálicos

En la tabla 45, se muestra el listado de planchas laminadas en caliente que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

1	PLANCHAS LAMINADAS EN CALIENTE			
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	DIMENSIONES (mm)
1.1	Plancha 6 mm	ASTM A-572	Gr. 50	1500 x 12000
1.2	Plancha 8 mm	ASTM A-572	Gr. 50	1500 x 12000
1.3	Plancha 10 mm	ASTM A-572	Gr. 50	2500 x 12000
1.4	Plancha 12 mm	ASTM A-572	Gr. 50	2500 x 12000
1.5	Plancha 15 mm	ASTM A-572	Gr. 50	2500 x 12000
1.6	Plancha 18 mm	ASTM A-572	Gr. 50	2500 x 12000
1.7	Plancha 20 mm	ASTM A-572	Gr. 50	2500 x 12000
1.8	Plancha 22 mm	ASTM A-572	Gr. 50	2500 x 12000
1.9	Plancha 25 mm	ASTM A-572	Gr. 50	2500 x 12000
1.10	Plancha 30 mm	ASTM A-572	Gr. 50	2500 x 12000
1.11	Plancha 3 mm	ASTM A-36	Gr. 36	1200 x 6000
1.12	Plancha 4 mm	ASTM A-36	Gr. 36	1200 x 6000
1.13	Plancha 5 mm	ASTM A-36	Gr. 36	1200 x 6000
1.14	Plancha 6 mm	ASTM A-36	Gr. 36	1500 x 12000
1.15	Plancha 8 mm	ASTM A-36	Gr. 36	1500 x 12000
1.16	Plancha 10 mm	ASTM A-36	Gr. 36	2500 x 12000
1.17	Plancha 12 mm	ASTM A-36	Gr. 36	2500 x 12000
1.18	Plancha 15 mm	ASTM A-36	Gr. 36	2500 x 12000
1.19	Plancha 18 mm	ASTM A-36	Gr. 36	2500 x 12000

Tabla 45 – Lista de Planchas Laminadas en Caliente

En la tabla 46, se muestra el listado de ángulos laminados en caliente que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

2	PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE "L"			
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
2.1	Ángulo 130x12	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.2	Ángulo 127x12	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.3	Ángulo 100x12	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.4	Ángulo 100x10	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.5	Ángulo 100x8	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.6	Ángulo 100x6	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.7	Ángulo 75x8	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.8	Ángulo 75x6	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.9	Ángulo 65x6	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.10	Ángulo 65x5	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.11	Ángulo 60x6	ASTM A-572	Gr. 50	6000
2.12	Ángulo 50x6	ASTM A-36	Gr. 36	6000
2.13	Ángulo 50x4	ASTM A-36	Gr. 36	6000
2.14	Ángulo 50x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000

2.15	Ángulo 40x4	ASTM A-36	Gr. 36	6000
2.16	Ángulo 40x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
2.17	Ángulo 30x4	ASTM A-36	Gr. 36	6000
2.18	Ángulo 30x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
2.19	Ángulo 25x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000

Tabla 46 – Lista de Perfiles Laminadas en Caliente “L”

En la tabla 47, se muestra el listado de perfiles laminados en caliente tipo HEB, IPE, UPN que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

3 PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE "UPN"				
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
3.1	UPN 80	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.2	UPN 100	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.3	UPN 120	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.4	UPN 140	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.5	UPN 160	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.6	UPN 180	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.7	UPN 200	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.8	UPN 220	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.9	UPN 240	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.10	UPN 260	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.11	UPN 280	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
3.12	UPN 300	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
4 PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE "IPE"				
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
4.1	IPE 80	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
4.2	IPE 100	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
4.3	IPE 120	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
4.4	IPE 140	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
4.5	IPE 160	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
4.6	IPE 200	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
4.7	IPE 240	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
4.8	IPE 270	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
4.9	IPE 300	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
5 PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE "HEB"				
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
5.1	HEB 100	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
5.2	HEB 120	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
5.3	HEB 140	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
5.4	HEB 180	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
5.5	HEB 200	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
5.6	HEB 220	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
5.7	HEB 260	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
5.8	HEB 300	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000
5.9	HEB 360	ASTM A-572 / A-36	Gr. 36/Gr. 50	6000

Tabla 47 – Lista de Perfiles Laminadas en Caliente “UPN”, “IPE”, “HEB”

En la tabla 48, se muestra el listado de perfiles conformados en frío tipo “C” que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos. Los perfiles “C” pueden ser conformados en la planta de SEDEMI según requerimientos de diseño y capacidades de máquina.

6 PERFILES CONFORMADOS EN FRÍO "C" ESTANDAR				
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
6.1	C 80x40x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.2	C 100x50x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.3	C 125x50x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.4	C 125x50x4	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.5	C 150x50x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.6	C 150x50x4	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.7	C 150x50x5	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.8	C 150x50x6	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.9	C 200x50x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.10	C 200x50x4	ASTM A-36	Gr. 36	6000
6.11	C 200x50x5	ASTM A-36	Gr. 36	6000
7 PERFILES CONFORMADOS EN FRÍO "C" ESPECIALES				
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
7.1	C 150x75x6	ASTM A-572	Gr. 50	6000
7.2	C 200x100x5	ASTM A-572	Gr. 50	6000
7.3	C 200x50x6	ASTM A-572	Gr. 50	6000
7.4	C 200x60x4	ASTM A-572	Gr. 50	6000
7.5	C 200x60x5	ASTM A-572	Gr. 50	6000
7.6	C 200x60x6	ASTM A-572	Gr. 50	6000

Tabla 48 – Lista de Perfiles Conformados en Frío “C” – Estándar, Especiales

En la tabla 49, se muestra el listado de perfiles conformados en frío tipo “G” que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos. Los perfiles “G” pueden ser conformados en la planta de SEDEMI según requerimientos de diseño y capacidades de máquina.

8 PERFILES CONFORMADOS EN FRÍO "G" ESTANDAR				
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
8.1	G 60x30x10x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
8.2	G 80x40x15x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
8.3	G 100x50x15x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
8.4	G 100x50x25x4	ASTM A-36	Gr. 36	6000
8.5	G 125x50x25x4	ASTM A-36	Gr. 36	6000
8.6	G 150x50x15x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
8.7	G 200x50x15x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
9 PERFILES CONFORMADOS EN FRÍO "G" ESPECIALES				
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
9.1	G 150x50x25x4	ASTM A-572	Gr. 50	6000

9.2	G 175x75x25x4	ASTM A-572	Gr. 50	6000
9.3	G 200x50x25x4	ASTM A-572	Gr. 50	6000
9.4	G 200x75x25x4	ASTM A-572	Gr. 50	6000
9.5	G 200x75x30x4	ASTM A-572	Gr. 50	6000
9.6	G 250x50x25x4	ASTM A-572	Gr. 50	6000
9.7	G 250x75x25x4	ASTM A-572	Gr. 50	6000
9.8	G 250x75x30x6	ASTM A-572	Gr. 50	6000

Tabla 49 – Lista de Perfiles Conformados en Frío “G” – Estándar, Especiales

En la tabla 50, se muestra el listado de perfiles redondos, cuadrados y rectangulares que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

10	TUBERÍA ESTRUCTURAL CUADRADA			
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
10.1	Tubería Cuadrada 40x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
10.2	Tubería Cuadrada 50x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
10.3	Tubería Cuadrada 60x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
10.4	Tubería Cuadrada 75x3	ASTM A-36	Gr. 36	6000
10.5	Tubería Cuadrada 75x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.6	Tubería Cuadrada 100x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.7	Tubería Cuadrada 100x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.8	Tubería Cuadrada 100x5	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.9	Tubería Cuadrada 100x6	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.10	Tubería Cuadrada 150x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.11	Tubería Cuadrada 150x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.12	Tubería Cuadrada 150x5	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.13	Tubería Cuadrada 150x6	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.14	Tubería Cuadrada 200x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.15	Tubería Cuadrada 200x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.16	Tubería Cuadrada 200x5	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
10.17	Tubería Cuadrada 200x6	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11	TUBERÍA ESTRUCTURAL RECTANGULAR			
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
11.1	Tubería Rectangular 60x40x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.2	Tubería Rectangular 80x40x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.3	Tubería Rectangular 100x50x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.4	Tubería Rectangular 100x50x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.5	Tubería Rectangular 150x50x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.6	Tubería Rectangular 150x50x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.7	Tubería Rectangular 175x75x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.8	Tubería Rectangular 175x75x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.9	Tubería Rectangular 175x75x6	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.10	Tubería Rectangular 150x100x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.11	Tubería Rectangular 150x100x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.12	Tubería Rectangular 150x100x6	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.13	Tubería Rectangular 200x100x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.14	Tubería Rectangular 200x100x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.15	Tubería Rectangular 200x100x5	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000

11.16	Tubería Rectangular 200x100x6	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.17	Tubería Rectangular 200x150x3	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.18	Tubería Rectangular 200x150x4	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.19	Tubería Rectangular 200x150x5	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
11.20	Tubería Rectangular 200x150x6	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12	TUBERÍA ESTRUCTURAL REDONDA			
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
12.1	Tubería Redonda Ø 4" x 3 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12.2	Tubería Redonda Ø 4" x 4 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12.3	Tubería Redonda Ø 5" x 3 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12.4	Tubería Redonda Ø 5" x 4 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12.5	Tubería Redonda Ø 5" x 5 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12.6	Tubería Redonda Ø 5" x 6 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12.7	Tubería Redonda Ø 6" x 3 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12.8	Tubería Redonda Ø 6" x 4 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12.9	Tubería Redonda Ø 6" x 5 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000
12.10	Tubería Redonda Ø 6" x 6 mm	ASTM A-572/A36	Gr. 50/36	6000

Tabla 50 – Lista de Tubería Estructural

En la tabla 51, se muestra el listado de tubería sin costura que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

13	TUBERÍA SIN COSTURA ESTRUCTURALES / MECÁNICOS			
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	GRADO	LONGITUD (mm)
13.1	Tubería Sin Costura Ø 1" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.2	Tubería Sin Costura Ø 1-1/4" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.3	Tubería Sin Costura Ø 1-1/2" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.4	Tubería Sin Costura Ø 2" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.5	Tubería Sin Costura Ø 3" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.6	Tubería Sin Costura Ø 4" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.7	Tubería Sin Costura Ø 5" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.8	Tubería Sin Costura Ø 6" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.9	Tubería Sin Costura Ø 8" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.10	Tubería Sin Costura Ø 10" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.11	Tubería Sin Costura Ø 12" SCH 40	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.12	Tubería Sin Costura Ø 1" SCH 80	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.13	Tubería Sin Costura Ø 1-1/4" SCH 80	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.14	Tubería Sin Costura Ø 1-1/2" SCH 80	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.15	Tubería Sin Costura Ø 2" SCH 80	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.16	Tubería Sin Costura Ø 6" SCH 80	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.17	Tubería Sin Costura Ø 3/4" SCH 160	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.18	Tubería Sin Costura Ø 1" SCH 160	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000
13.19	Tubería Sin Costura Ø 2" SCH 160	ASTM A-53 / A-106	Gr. B	6000

Tabla 51 – Lista de Tubería sin Costura Estructurales / Mecánicos

En la tabla 52, se muestra el listado de tubería ISO II que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

14 TUBERIA ISO II			
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	LONGITUD (mm)
14.1	Tubería ISO II Ø 1/2" x 2 mm	ASTM A-569	6000
14.2	Tubería ISO II Ø 3/4" x 2,3 mm	ASTM A-569	6000
14.3	Tubería ISO II Ø 1" x 2,6 mm	ASTM A-569	6000
14.4	Tubería ISO II Ø 1-1/4" x 2,6 mm	ASTM A-569	6000
14.5	Tubería ISO II Ø 1-1/2" x 2,9 mm	ASTM A-569	6000
14.6	Tubería ISO II Ø 2" x 2,9 mm	ASTM A-569	6000
14.7	Tubería ISO II Ø 2-1/2" x 3,2 mm	ASTM A-569	6000
14.8	Tubería ISO II Ø 3" x 3,2 mm	ASTM A-569	6000
14.9	Tubería ISO II Ø 4" x 3,6 mm	ASTM A-569	6000

Tabla 52 – Lista de Tubería ISO II

En la tabla 53, se muestra el listado de ejes de transmisión que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

15 EJES DE TRANSMISIÓN			
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	LONGITUD (mm)
15.1	Eje de Transmisión Ø 3/8"	SAE 1018	6000
15.2	Eje de Transmisión Ø 1/2"	SAE 1018	6000
15.3	Eje de Transmisión Ø 5/8"	SAE 1018	6000
15.4	Eje de Transmisión Ø 3/4"	SAE 1018	6000
15.5	Eje de Transmisión Ø 7/8"	SAE 1018	6000
15.6	Eje de Transmisión Ø 1"	SAE 1018	6000
15.7	Eje de Transmisión Ø 1-1/8"	SAE 1018	6000
15.8	Eje de Transmisión Ø 1-1/4"	SAE 1018	6000
15.9	Eje de Transmisión Ø 1-3/8"	SAE 1018	6000
15.10	Eje de Transmisión Ø 1-1/2"	SAE 1018	6000
15.11	Eje de Transmisión Ø 1-3/4"	SAE 1018	6000
15.12	Eje de Transmisión Ø 2"	SAE 1018	6000
15.13	Eje de Transmisión Ø 2-1/4"	SAE 1018	6000
15.14	Eje de Transmisión Ø 2-1/2"	SAE 1018	6000

Tabla 53 – Lista de Ejes de Transmisión

En la tabla 54, se muestra el listado de varillas corrugadas que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

16 VARILLA CORRUGADA			
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	LONGITUD (mm)
16.1	Varilla Corrugada Ø 8 mm	ASTM A-706	6000
16.2	Varilla Corrugada Ø 10 mm	ASTM A-706	6000

16.3	Varilla Corrugada Ø 12 mm	ASTM A-706	6000
16.4	Varilla Corrugada Ø 14 mm	ASTM A-706	6000
16.5	Varilla Corrugada Ø 16 mm	ASTM A-706	6000
16.6	Varilla Corrugada Ø 18 mm	ASTM A-706	6000
16.7	Varilla Corrugada Ø 20 mm	ASTM A-706	6000
16.8	Varilla Corrugada Ø 25 mm	ASTM A-706	6000
16.9	Varilla Corrugada Ø 28 mm	ASTM A-706	6000
16.10	Varilla Corrugada Ø 32 mm	ASTM A-706	6000

Tabla 54 – Lista de Varilla Corrugada

En la tabla 55, se muestra el listado de varillas lisas que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

17	VARILLA LISA		
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	LONGITUD (mm)
17.1	Varilla Lisa Ø 6 mm	ASTM A-36	6000
17.2	Varilla Lisa Ø 8 mm	ASTM A-36	6000
17.3	Varilla Lisa Ø 10 mm	ASTM A-36	6000
17.4	Varilla Lisa Ø 12 mm	ASTM A-36	6000
17.5	Varilla Lisa Ø 15 mm	ASTM A-36	6000
17.6	Varilla Lisa Ø 18 mm	ASTM A-36	6000
17.7	Varilla Lisa Ø 20 mm	ASTM A-36	6000

Tabla 55 – Lista de Varilla Lisa

En la tabla 56, se muestra el listado de platinas que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

18	PLATINAS		
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	LONGITUD (mm)
18.1	Platina 12x3 mm	ASTM A-36	6000
18.2	Platina 19x3 mm	ASTM A-36	6000
18.3	Platina 25x3 mm	ASTM A-36	6000
18.4	Platina 25x4 mm	ASTM A-36	6000
18.5	Platina 25x10 mm	ASTM A-36	6000
18.6	Platina 30x3 mm	ASTM A-36	6000
18.7	Platina 30x4 mm	ASTM A-36	6000
18.8	Platina 30x6 mm	ASTM A-36	6000
18.9	Platina 30x10 mm	ASTM A-36	6000
18.10	Platina 38x3 mm	ASTM A-36	6000
18.11	Platina 38x4 mm	ASTM A-36	6000
18.12	Platina 38x6 mm	ASTM A-36	6000
18.13	Platina 38x10 mm	ASTM A-36	6000
18.14	Platina 50x3 mm	ASTM A-36	6000
18.15	Platina 50x4 mm	ASTM A-36	6000
18.16	Platina 50x6 mm	ASTM A-36	6000
18.17	Platina 50x6 mm	ASTM A-36	6000

18.18	Platina 65x6 mm	ASTM A-36	6000
18.19	Platina 65x10 mm	ASTM A-36	6000
18.20	Platina 75x6 mm	ASTM A-36	6000
18.21	Platina 75x10 mm	ASTM A-36	6000
18.22	Platina 75x12 mm	ASTM A-36	6000
18.23	Platina 100x6 mm	ASTM A-36	6000
18.24	Platina 100x10 mm	ASTM A-36	6000
18.25	Platina 100x12 mm	ASTM A-36	6000

Tabla 56 – Lista de Platinas

En la tabla 57, se muestra el listado de platinas dentadas que se utilizan en la fabricación de los diferentes productos metalmecánicos.

19	PLATINAS DENTADAS		
ÍTEM	PRODUCTO	NORMA	LONGITUD (mm)
19.1	Platina Dentada 30x3 mm	ASTM A-36	6000
19.2	Platina Dentada 30x4 mm	ASTM A-36	6000
19.3	Platina Dentada 40x4 mm	ASTM A-36	6000

Tabla 57 – Lista de Platinas Dentadas

Anexo V – Tiempos de operación para fabricación de productos metálicos

En la Tabla 58, se muestra los tiempos de operación para fabricación del Perfil Armado Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones.

Perfil Armado Tipo Cajón (4 placas) + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar las placas patín (Cant.: 2), placas almas (Cant.: 2) para armar el perfil	0,5
1.2	Biselar las placas almas, Juntas CJP, PJP, Filete	0,5
1.3	Cortar y perforar las placas de conexión, placa base, rigidizadores	0,5
1.4	Armar el Cajón (4 placas y sus elementos internos)	8
1.5	Soldar el Cajón (4 placas) - Soldadura de Ranura CJP	5
1.6	Soldar el Cajón (4 placas) - Soldadura de Ranura PJP	3
1.7	Biselar las placas de conexión, biselar el extremo de perfil para instalar la placa base	2
1.8	Armar y soldar el perfil con las placas de conexión, rigidizadores y placa base	2
1.9	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		22,5

Tabla 58 – Tiempo de Operación para el Perfil Tipo Cajón

En la Tabla 59, se muestra los tiempos de operación para fabricación del Perfil Armado Tipo "I" (3 placas) + Conexiones.

Perfil Armado Tipo "I" (3 placas) + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar las placas patín (Cant.: 2), placas almas (Cant.: 1) para armar el perfil	0,5
1.2	Biselar la placa alma en los extremos del perfil (Soldadura CJP)	0,5
1.3	Cortar los rigidizadores	0,25
1.4	Armar el perfil "I" (3 placas)	0,25
1.5	Soldar el perfil "I" (3 placas) - Soldadura de Filete	0,4
1.6	Soldar el perfil "I" (3 placas) - CJP en los extremos del perfil	1,05
1.7	Biselar extremos del perfil	0,5
1.8	Armar y soldar el perfil con los rigidizadores	0,5
1.9	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	0,5
Tiempo Total de Operación (Horas)		4,45

Tabla 59 – Tiempo de Operación para el Perfil Armado Tipo "I"

En la Tabla 60, se muestra los tiempos de operación para fabricación del Perfil Armado (2C Conformado en Frío) + Conexiones.

Perfil Armado (2C Conformado en Frío) + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar las placas para conformar el perfil "C". Cant.: 2	0,5
1.2	Doblar la placa para formar el perfil "C". Cant.: 2	0,25
1.3	Cortar y perforar las placas de conexión, placa base, rigidizadores	0,5
1.4	Armar el perfil "2C" y sus elementos internos	2
1.5	Soldar el perfil "2C"	4,8
1.6	Biselar las placas de conexión, biselar el extremo del perfil para instalar la placa base	1
1.7	Armar y soldar el perfil con las placas de conexión, rigidizadores y placa base	1,5
1.8	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		11,55

Tabla 60 – Tiempo de Operación para el Perfil Armado (2C Conformado en Frío)

En la Tabla 61, se muestra los tiempos de operación para fabricación del Perfil Armado (2G Conformado en Frío) + Conexiones.

Perfil Armado (2G Conformado en Frío) + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar las placas para conformar el perfil "G". Cant.: 2	0,5
1.2	Doblar la placa para formar el perfil "G". Cant.: 2	0,5
1.3	Cortar y perforar las placas de conexión, placa base, rigidizadores	0,5
1.4	Armar el perfil "2G"	1
1.5	Soldar el perfil "2G"	1
1.6	Biselar las placas de conexión	1
1.7	Armar y soldar el perfil con las placas de conexión, rigidizadores y placa base	1
1.8	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		6,5

Tabla 61 – Tiempo de Operación para el Perfil Armado (2G Conformado en Frío)

En la Tabla 62, se muestra los tiempos de operación para fabricación del Perfil Armado Laminado en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones.

Perfil Laminado en Caliente HEB, IPE, UPN + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar los perfiles laminados en caliente	0,25
1.2	Perforar los perfiles laminados en caliente	0,75
1.3	Cortar y perforar las placas de conexión, placa base, rigidizadores	0,5
1.4	Biselar las placas de conexión, biselar extremo del perfil para instalar la placa base	1
1.5	Armar y soldar los perfiles con las placas de conexión, rigidizadores y placa base	1,5
1.6	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		5

Tabla 62 – Tiempo de Operación para el Perfil Laminado en Caliente HEB, IPE, UPN

En la Tabla 63, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Armaduras / Celosías + Conexiones.

Armaduras / Celosías + conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar Perfiles "C", Perfiles "L"	0,5
1.2	Cortar y doblar la placa para formar el perfil "C"	0,5
1.3	Cortar y perforar las placas de conexión, placa base	0,5
1.4	Armar la celosía (Perfiles "C", "L") contornos, parantes y diagonales	1
1.5	Soldar la Celosía	0,5
1.6	Armar y soldar las celosías con las placas de conexión, rigidizadores y placa base	1,5
1.7	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	0,5
Tiempo Total de Operación (Horas)		5

Tabla 63 – Tiempo de Operación para Armaduras / Celosías

En la Tabla 64, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos + Conexiones.

Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar los perfiles cuadrados, rectangulares, redondos	0,5
1.2	Cortar y perforar las placas de conexión, placa base, rigidizadores	0,5
1.3	Armar y soldar los perfiles con las placas de conexión, rigidizadores y placa base	1
1.4	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		3

Tabla 64 – Tiempo de Operación para Perfiles Cuadrados, Rectangulares, Redondos

En la Tabla 65, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Perfiles Conformados en Frío “Octógonos” + Conexiones.

Perfil Conformado en Frío "Octógono" + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar las placas para conformar el perfil, rigidizadores	1
1.2	Doblar la placa para formar el perfil "Medio Octógono". Cant.: 2	1
1.3	Cortar y perforar las placas de conexión, placa base	1
1.4	Armar el perfil "Octógono" - 8 lados	2
1.5	Soldar el perfil "Octógono" - 8 lados	3
1.6	Biselar extremos del perfil para instalar las placas de conexión / base	1,5
1.7	Armar y soldar los perfiles con las placas de conexión, rigidizadores y placa base	4
1.8	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		14,5

Tabla 65 – Tiempo de Operación para Perfiles Conformados en Frío “Octógonos”

En la Tabla 66, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Perfiles Conformados en Frío “Hexadecágonos” + Conexiones.

Perfil Conformado en Frío "Hexadecágono" + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar las placas para conformar el perfil, rigidizadores	1
1.2	Doblar la placa para formar el perfil "Medio Hexadecágono". Cant.: 2	1,5
1.3	Cortar & perforar las placas de conexión, placa base	1
1.4	Armar el perfil "Hexadecágono" - 16 lados	2
1.5	Soldar el perfil "Hexadecágono" - 16 lados	3
1.6	Biselar extremos de perfil para instalar las placas de conexión / base	1,5
1.7	Armar y soldar los perfiles con las placas de conexión, rigidizadores y placa base	4
1.8	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		15

Tabla 66 – Tiempo de Operación para Perfiles Conformados en Frío “Hexadecágonos”

En la Tabla 67, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Torres Triangulares (Perfiles “UV” + Perfiles “L”) + Conexiones.

Torre Triangular (Perfiles "UV" + Perfiles "L") + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar las placas para conexiones, perfiles "UV", bases de la torre	1
1.2	Cortar & Perforar perfiles "L"	12
1.3	Perforar placas antes de conformar el perfil "UV"	2
1.4	Doblar la placa para formar el perfil "UV"	1
1.5	Armar y soldar las bases de las torres	2
1.6	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		19

Tabla 67 – Tiempo de Operación para Torres Triangulares (Perfiles “UV” + “L”)

En la Tabla 68, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Torres Triangulares / Cuadrangulares (Perfiles Redondos & Perfiles “L”) + Conexiones.

Torre Triangular / Cuadrangular (Perfiles Redondos & Perfiles "L") + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar los perfiles redondos	1
1.2	Cortar & Perforar los perfiles "L"	12
1.3	Cortar y perforar las placas de conexión	1
1.4	Armar y soldar los perfiles redondos con las placas de conexión	1
1.5	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		16

Tabla 68 – Tiempo de Operación para Torres Triangulares / Cuadrangulares (Perfiles Redondos & Perfiles "L")

En la Tabla 69, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Torres Cuadrangulares (Perfiles "L") + Conexiones.

Torre Cuadrangular (Perfiles "L") + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar & perforar los perfiles "L"	12
1.2	Cortar & perforar las placas de conexión	1
1.3	Armar y soldar las bases de las torres	2
1.4	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		16

Tabla 69 – Tiempo de Operación para Torres Cuadrangulares (Perfiles "L")

En la Tabla 70, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Torretas (Perfiles Redondos & Varilla Lisa) + Conexiones.

Torretas (Perfiles Redondos + Varilla Lisa) + Conexiones		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar los perfiles redondos, varillas lisas	1
1.2	Doblar las varillas	3
1.3	Cortar & perforar las placas de conexión	1
1.4	Armar y soldar tramos de torretas	16
1.5	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	1
Tiempo Total de Operación (Horas)		22

Tabla 70 – Tiempo de Operación para Torretas (Perfiles Redondos & Varilla Lisa)

En la Tabla 71, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Tubería de Presión / Conducción y Pilotes.

Tubería de Presión / Conducción - Pilotes		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar planchas para las virolas	1
1.2	Rolar las planchas	6
1.3	Soldar los cordones longitudinales de las virolas	4
1.4	Ensamblar las virolas para formar un tramo de tubería	8
1.5	Soldar los cordones circunferenciales	6
1.6	Realizar Limpieza y Ensayos no Destructivos	8
Tiempo Total de Operación (Horas)		33

Tabla 71 – Tiempo de Operación para Tubería de Presión / Conducción - Pilotes

En la Tabla 72, se muestra los tiempos de operación para fabricación de Tanques de Almacenamiento.

Tanques de Almacenamiento		
Ítem	Actividad	Tiempo de Operación (Horas)
1.1	Cortar planchas para el fondo, cuerpo y techo del tanque	1,5
1.2	Cortar los perfiles para el skid de fondo y lateral, tubería para boquillas	0,5
1.3	Rolar las planchas del cuerpo y techo del tanque	8
1.4	Armar y soldar el skid base con las planchas del fondo del tanque	3
1.5	Soldar el cordón longitudinal de las virolas del cuerpo y techo del tanque	3
1.6	Ensamblar las virolas del cuerpo con el fondo del tanque	8
1.7	Soldar los cordones circunferenciales del cuerpo del tanque	8
1.8	Ensamblar el perfil de coronamiento y el techo del tanque	4
1.9	Ensamblar y soldar las boquillas en el cuerpo y techo del tanque	10
1.10	Realizar las pruebas y Ensayos no Destructivos correspondientes para liberar el tanque	24
Tiempo Total de Operación (Horas)		70

Tabla 72 – Tiempo de Operación para Tanques de Almacenamiento

