



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**REPORTE DE ACTIVIDADES LABORABLES DE UN
INGENIERO DE PRODUCTO QUE LABORA EN EL
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y PRODUCTO DE
SCHNEIDER ELECTRIC, HACIENDO REDISEÑOS
MECANICOS.**

**TRABAJO PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO
(AREA MECANICA)**

**PRESENTA
MARIO GALEANO MENDEZ**

**Director de trabajo profesional:
Mariano García**



MEXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA 2013

INDICE

1. INTRODUCCION	3
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1. SCHNEIDER ELECTRIC.....	5
2.1.1. LA HISTORIA DE SCHNEIDER ELECTRIC.....	6
2.1.2. MERCADOS.....	10
2.1.3. ACTIVIDADES.....	10
2.2. DILEMA DE LA ENERGIA.....	11
2.3. GLOBALIZACION Y COMPETITIVIDAD.....	13
2.4. DESCRIPCION DE PUESTO.....	14
3. NORMALIZACION DE PROCESOS.....	15
3.1. PROYECTO DE ESTANDARIZACION.....	15
3.1.1. ANTECEDENTES.....	15
3.1.2. ACCIONES Y DECISIONES TOMADAS.....	17
3.1.3. RESULTADO DEL PROYECTO.....	19
3.1.4. BENEFICIOS SECUNDARIOS DEL PROCESO.....	20
4. CAMBIO DE DISEÑOS DESARROLLADOS.....	20
4.1. CAMBIO SOPORTE DE INTERRUPTOR.....	21
4.1.1. ANTECEDENTES.....	21
4.1.2. ANALISIS Y PROCESO DE REDISEÑO.....	24

4.1.3. RESULTADOS.....	27
4.2. SOPORTE LATERAL PARA BUS VERTICAL.....	28
4.2.1. ANTECEDENTES.....	28
4.2.2. ANALISIS Y PROCESO DE REDISEÑO.....	29
4.2.3. RESULTADOS.....	35
4.3. CAMBIO DE DISEÑO EN CUBIERTAS POSTERIORES PARASUBESTACION S2 NEMA 3.....	37
4.3.1. ANTECEDENTES.....	37
4.3.2. ANALISIS Y PROCESO DE REDISEÑO.....	38
4.3.3. RESULTADOS.....	40
4.4. MODIFICACION DE CALIBRE EN CUBIERTAS LATERALES PARA EQUIPO PRINCIPAL NEMA 1.....	42
4.4.1. ANTECEDENTES.....	42
4.4.2. ANALISIS Y PROCESO DE REDISEÑO.....	44
4.4.3. RESULTADOS.....	46
5. CONCLUSION.....	47

1. INTRODUCCION

El presente reporte se redacta con carácter de trabajo profesional de fin de carrera, para la obtención de quien lo subscribe el título de Ingeniero Mecánico.

Schneider Electric es una empresa de la industria metalmecánica que se encuentra inmersa en la generación de productos cuya finalidad es la distribución y optimización de la energía eléctrica. Su nicho de mercado se encuentra en diferentes opciones tales como domestico, industrial, comercial, etc.

Esta es una empresa que inicia su proceso de globalización y como ingeniero de producto es muy importante entender hacia donde esta enfocada la oferta de cada uno de los productos, para que estos cumplan con la normalización del país o los países donde serán vendidos.

La participación que tiene el departamento de ingeniería de producto estándar es vital para una empresa, alrededor del 60% de la reducción de costos duros recae en las actividades de diseño y rediseño, seleccionando materias primas alternativas y optimizando su uso, simplificando geometrías que impliquen una reducción de pasos para la fabricación piezas evitando procesos especiales y muy elaborados o simplemente buscando nuevos componentes que realicen el mismo o mayor trabajo por un menor costo.

Ingeniería de producto tiene participación directa en la selección de acabados o procesos de fabricación que sean más amigables para el planeta, disminuyendo los que impliquen una mayor contaminación con desechos tóxicas o el uso irracional de recursos naturales no renovables que puedan comprometer la viabilidad de vida.

Los temas abordados en este escrito, resumen algunas de las actividades desarrolladas como responsabilidades de un ingeniero de producto, realizando los cambios mecánicos evolutivos de equipos ofertados actualmente.

Para realizar estas actividades, es fundamental entender cual es el funcionamiento de los equipos y sus componentes ya que al realizar los procesos de diseño o rediseño, debemos considerar si estos no tienen efectos nocivos para el medio ambiente y mucho menos problemas de seguridad que impliquen algún riesgo de salud o integridad física para los usuarios, las instalaciones o el equipo en si mismo, además de buscar siempre que el funcionamiento de los mismos sea el mas optimo. En este punto es donde los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera profesional entran función y la interpretación de datos y toma de decisiones tienen que estar bien fundamentados.

2. ANTECEDENTES

2.1. SCHNEIDER ELECTRIC

Es una empresa especializada en la gestión de energía eléctrica, la cual tiene operaciones en más de 100 países.

Ofrece soluciones integrales para diferentes segmentos del mercado, ostentando posiciones de liderazgo en energía e infraestructura, industria, edificios y centros de datos, así como una amplia presencia en el mercado residencial. En 2008 la empresa alcanzó un volumen de negocio de más de 18,300 millones de euros.

La misión de la compañía está orientada a la actualidad en la que vivimos. Un mundo próspero y rápido en el que la energía eléctrica es fundamental y donde todos y cada uno de nosotros tenemos la oportunidad de alcanzar nuestro máximo potencial a la vez que disminuimos el impacto en el medio ambiente.

Es posible un mundo en el que consumiendo de manera más eficiente, podamos ser más productivos y contribuir de manera definitiva en la conservación de nuestro planeta. El eslogan de la compañía es "Make the most of your energy" lo cual es creer en un mundo en el que podemos alcanzar más, usando menos de nuestro planeta.

Al considerarse especialista en la gestión energética, Schneider busca que con sus soluciones se logre:

Segura.- Con control de energía

Fiable.- con sistemas de alimentación ininterrumpida y servicios de enfriamiento

Eficiente.- Desarrollando las actividades bajo el principio de eficiencia energética

Productiva.- con la automatización industrial y la gestión integral de edificios..

2.1.1. LA HISTORIA DE SCHNEIDER ELECTRIC

Desde 1836 hasta hoy, Schneider Electric se ha transformado en el especialista global en gestión de la energía. La industria del hierro y el acero, la maquinaria pesada y la construcción de barcos en el siglo XIX. La Distribución Eléctrica, Control y Automatización en el siglo XX. Con 170 años de historia.

- **Siglo XIX**

- 1836: Los hermanos Schneider se hicieron cargo de las fundiciones Creusot , que estaban en dificultades. Dos años después, crearon Schneider & Cie.

- 1891: Schneider innovó para embarcarse en el emergente mercado de la electricidad.

- **Primera mitad del siglo XX**

- 1919: Instalación de Schneider en Alemania y Europa Oriental mediante la Unión Industrial y Financiera Europea (EIFU).

En los años que siguieron, Schneider se asoció con Westinghouse, uno de los principales grupos eléctricos internacionales. El Grupo amplió su actividad a la fabricación de motores eléctricos, equipos para centrales eléctricas y locomotoras eléctricas.

- Posguerra: Schneider se volcó a la construcción, las obras de hierro, la acería y la electricidad. La empresa se reorganizó completamente a fin de diversificarse y abrirse a nuevos mercados.

- **Fines del siglo XX**

- 1981 a 1997: Schneider siguió concentrándose en la industria eléctrica separándose de sus actividades no estratégicas. A esta política se le dio una forma concreta mediante adquisiciones estratégicas: Telemecanique en 1988, Square D en 1991 y Merlin Gerin en 1992 pasaron a formar parte del Grupo Schneider.

- 1999: Adquisición de Lexel, la segunda mayor empresa europea en distribución eléctrica. En mayo de 1999 el Grupo cambió su nombre a Schneider Electric, para reforzar su posicionamiento como especialista en el sector eléctrico. El Grupo emprendió una estrategia de crecimiento acelerado y competitividad.
- 2000 a 2009: Este período se caracteriza por su crecimiento orgánico y su política de adquisición de empresas que permiten a Schneider Electric posicionarse en nuevos segmentos de mercado: UPS (Sistema de Alimentación Ininterrumpida), control de movimiento, Voz-Datos-Imagen, Tecnología de Sensores, Automatización de Edificios y seguridad con la adquisición de APC, Clipsal, TAC, Pelco y Xantrex entre otros.

En junio del 2008 se inicio un proceso en el que las marcas que conforman al grupo tales como Merlin Gerin, Telemecanique, Unea, AEMSA, etc, se migran a Schneider Electric. Al unificar las marcas en una sola, la empresa tendrá mayor facilidad de trascender globalmente donde todos conozcan la historia que la respalda.

Historia de Merlin Gerin

Fundada en 1920, Merlin Gerin de inmediato obtuvo reconocimiento internacional al comercializar un revolucionario interruptor automático de alta tensión. Desde entonces, sus innovaciones de alta y baja tensión han seguido mejorando la seguridad y la comodidad en el campo de distribución eléctrica.

1920: Fundación de Merlin Gerin por Paul-Louis Merlin y Gaston Gerin.

Desde 1920 a 1992, año en que fue adquirida por Schneider Electric, Merlin Gerin vio su fuerza de trabajo incrementarse de 38 personas a 34.000. En 1992, la marca originalmente regional generó el 58% de sus ventas en el extranjero.

La historia de este crecimiento se explica por las importantes innovaciones comercializadas por Merlin Gerin. Estas innovaciones ampliaron su campo de actividades, centrándose en líneas de productos simples, coherentes y en

evolución. Por ejemplo, la línea de equipo eléctrico modular Multi9 o el interruptor automático de caja moldeada Masterpact.

El crecimiento del Grupo también se explica por la rápida constitución, desde la década de los 50 en adelante, de una red internacional de subsidiarias y distribución.

Historia de Telemecanique

La marca Telemecanique ha seguido una política de innovación desde su creación. Hoy es un referente mundial líder en administración de automatización. En 2004, la marca celebró su 80º aniversario.

1924 : Adquisición de Michel le Goullec de «Manufacture d'Appareillage Electrique» que, en 1928, se convirtió en «Télémechanique Electrique».

La historia de Telemecanique, narrada a través de sus inventos, comenzó con la comercialización del primer contactor montado en barra. En 1924 se registró una patente, el mismo año de su adquisición. A partir de entonces la marca amplió sus actividades para convertirse en el especialista líder en administración de automatización. Particularmente desarrolló los contactores Serie D que se transformaron en un referente mundial.

Schneider Electric adquirió Telemecanique en 1988. Después de unirse al Grupo, la marca continuó su desarrollo con la invención de las líneas Osiris de celdas fotoeléctricas y la integración de tecnologías Web para proponer los primeros servidores Web integrados para sus robots. En 2001, nace la tecnología QuickFit, que permite conexiones sin herramientas ni cables.

La marca líder en administración de automatización, Telemecanique en la actualidad propone el enfoque «Simply Smart» basado en simplicidad e inteligencia.

Historia de Federal Pacific

1964: Este año se funda Federal Pacific Electric, el segundo productor de equipo eléctrico en México. El objetivo de Federal Pacific en México fue

perseguir la innovación y la perfección tecnológica en la manufactura de equipos, lo que prevé la compleja tarea de administrar la energía eléctrica.

1987: Merlin Gerin toma control de Federal Pacific Electric en México, su más grande subsidiaria fuera de Europa con 1200 empleados, diez agencias de venta y una red de cinco distribuidores

1992: Schneider Electric adquiere Merlin Gerin, el cual contaba con 34000 empleados y ventas por 20 billones de francos franceses, de los cuales el 58 % provenía fuera de Francia.

1994: Merlin Gerin y Telemecanique se fusionan con Schneider Electric SA

Federal Pacific le ofrece:

Gama completa de productos con tecnología de vanguardia: con el lanzamiento de nuevos productos y tecnologías Federal Pacific refuerza su presencia en el mercado eléctrico y ofrece soluciones para cada necesidad.

Cobertura nacional: Usted podrá encontrar todos los productos de la familia Federal Pacific con los distribuidores de material eléctrico más grandes del país, contando además, con el soporte y respaldo que sólo una compañía como Schneider Electric le puede ofrecer.

Valor por su dinero: Al adquirir productos Federal Pacific , usted podrá estar seguro de que la inversión que realizó le redituará de forma inmediata y a futuro.

Historia de Square D

En 2003, la marca Square D celebró su 100º aniversario. Cien años de experiencia e innovación en administración de electricidad y automatización.

1902: Fundación de Detroit Fuse and Manufacturing que producía fusibles e interruptores de fusibles en cajas.

La reputación de la «D» que marcaba las cajas de distribución de la empresa la llevó a elegir el nombre Square D. Su fama se extendió: en la década de los 40, Square D contaba con 10 fábricas en los Estados Unidos y un total de 7,000

trabajadores, que fabricaban la mitad de los interruptores automáticos usados en la aviación.

En la década de los 50, la empresa abrió su primera subsidiaria europea. También se abrieron subsidiarias en Asia y Sudáfrica. La marca lanzó robots programables, una nueva generación de cajas para uso residencial, un detector de incendios para la protección contra sobrecargas de corriente eléctrica y la detección/interrupción de arcos eléctricos.

En 1991, Schneider Electric adquirió Square D.

Los productos y sistemas desarrollados por la marca Square D están presentes en todos los sectores de actividad, desde interruptores automáticos hasta sistemas de monitoreo y control. Los sectores de servicios y de la construcción residencial son los principales consumidores de los productos de Square D.

2.1.2. MERCADOS

Schneider Electric está organizada en cinco tipos de negocios o mercados de los cuales la industria en 2008 supuso el 26% del volumen de negocio, con una oferta concentrada principalmente en la automatización de procesos y control industrial. Los centros de proceso de datos, los sistemas de gestión crítica de la energía y de refrigeración, suponen un 17% de la facturación.

El mercado de los edificios terciarios (hospitales, oficina, escuelas, etc.) es representado el 29% y la oferta en el sector residencial el 12%.

2.1.3. ACTIVIDADES

Todas las soluciones desarrolladas por Schneider Electric se transfieren a cada uno de los mercados en los que opera, a través de un modelo de negocio que prioriza la innovación permanente, la eficiencia de energía y el desarrollo sostenible.

Gracias al crecimiento que ha tenido la empresa al adquirir diferentes compañías, las operaciones se han multiplicado.

- Distribución de la energía eléctrica de baja y media tensión

- Control y automatización industrial
- Building Automation y seguridad de los edificios
- Sistemas de instalación y control para el sector residencial: oferta domótica
- Soluciones para la optimización de la generación de energía renovable}
- Sistemas de critical power y cooling services para suministros ininterrumpidos de energía.

2.2. DILEMA DE LA ENERGIA

En el supuesto que el consumo per cápita para China e India alcanzara el mismo nivel que EUA, significaría que la creciente necesidad de energía eléctrica en el mundo se triplicaría y 1600 millones de personas no tendrían acceso a esta.

Hacia el 2030, tres cuartas partes de las fuentes eléctricas serán emisoras de CO₂. Debido al calentamiento global, se prevén graves consecuencias ecológicas y desastres naturales que pudieran impactar el desarrollo de la humanidad, si la temperatura global aumenta mas de 3°C.

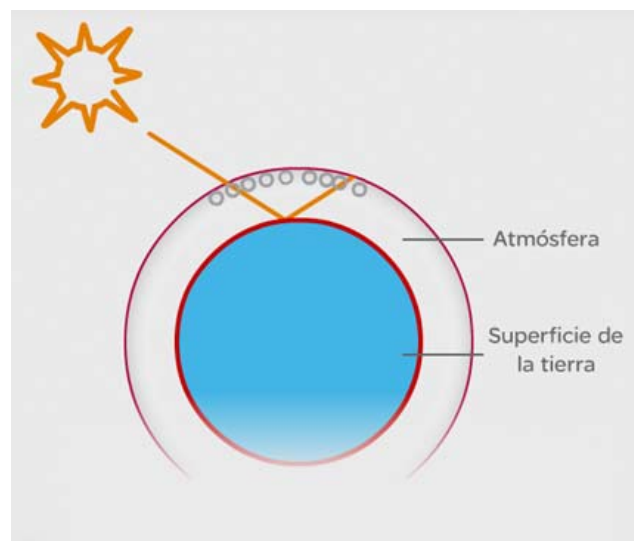
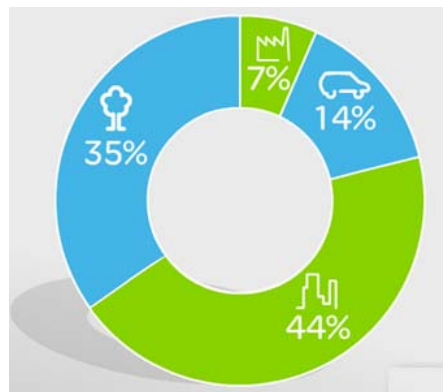


Figura 2.1. Principio del efecto invernadero

Las principales fuentes de CO₂ se encuentran como efecto secundario en los desarrollos tecnológicos y crecimiento poblacional de la humanidad.

- El Transporte representa el **14%** de los gases de efecto invernadero.
- La construcción y la industria contribuyen en un **44%**
- Los procesos industriales contribuyen el **7%**
- Los cambios en el uso de la tierra y la agricultura contribuyen en un **35%**

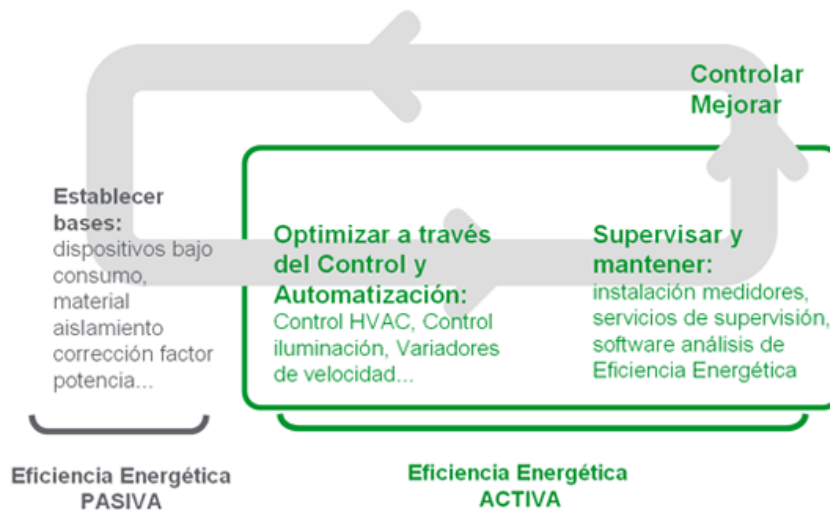


Por cada unidad de energía que se ahorra en la casa u oficina, se ahorran tres unidades en la central eléctrica.



Bajo el concepto que la energía más limpia es la que aun no se utiliza, en este momento se considera que es más efectivo utilizar menos energía que inventar y desarrollar fuentes de energía más eficientes.

Schneider Electric se encuentra desarrollando soluciones de eficiencia energética para edificios residenciales, comerciales, industriales y para procesos industriales, con el objetivo de generar ahorros medios de energía de hasta 30%, como medio para hacer frente a los retos actuales del planeta.



2.3. GLOBALIZACION Y COMPETITIVIDAD.

Se conoce como termino de globalización al fenómeno de la apertura de las economías y las fronteras nacionales, motivado por el incremento de los

intercambios comerciales, los movimientos de capitales, la circulación de las personas y la difusión de la información, los conocimientos y las técnicas.

Una empresa globalizada es aquella que tiene sus operaciones o realiza sus negocios con un enfoque global, es decir, concibe al mundo entero como un solo mercado. Los beneficios más relevantes es la preferencia de la marca dado su reconocimiento por la calidad de sus productos y el costo de los mismos. Estas empresas tienen una política multi-productos es decir, que pueden abarcar varios y diferentes nichos de mercado y al estar ubicados en diferentes zonas del mundo, pueden realizar los procesos que convengan donde mayores beneficios puedan obtener tales como disminución de impuestos o costos de mano de obra. Por otro lado, su mayor reto será la velocidad con la que resuelvan problemas de comunicación transcultural en los proyectos que estén desarrollando, homologuen sistemas internos de administración, calidad, productividad de sus diferentes plantas y hacer más efectivos los procesos y políticas para disponibilidad de sus productos al momento en que son requeridos ya que afectar los tiempos de entrega con los clientes, pueden afectar la reputación de la marca, todo esto antes de que su competencia lo haga.

2.4. DESCRIPCION DE PUESTO

El ingeniero de producto es responsable de realizar una amplia variedad de tareas que contemplan la aplicación de los conocimientos de ingeniería para el desarrollo de soluciones a problemas complejos relativos a los productos, materiales, procesos de fabricación, pruebas, y las aplicaciones propias del cliente.

Debe seleccionar las técnicas de ingeniería específicas para solucionar los problemas que pudieran presentarse y realizar las recomendaciones y cambios necesarios en el diseño.

Participa como miembro en equipos de trabajo o sirve como el líder en los proyectos de rediseño. Dirige la preparación de una documentación adecuada

para los proyectos asignados y siempre busca superar los proyectos dentro del tiempo fijado y las limitaciones de costos presupuestadas.

Participa en la definición de enfoques, incluyendo la ingeniería de planificación y programación de los trabajos y ejecuta todo el diseño, desarrollo y relacionados con las tareas técnicas necesarias para mantener la línea de productos.

Desarrolla diseños de productos que pueden requerir la aplicación de soluciones únicas y genera las especificaciones de los productos, equipos y procesos, manteniendo la conciencia y el control de los costos.

Genera documentación comercial, publicaciones técnicas, y preparación de patentes. Realiza o dirige al equipo en el seguimiento del proceso de diseño y ejecución (especificaciones, evaluación de riesgos, la evaluación de la calidad del diseño, el diseño para fabricación, control de diseño de información, de verificación de diseño, y documentación) todo ello de conformidad con las normas ISO y las reglamentaciones internas de Schneider Electric.

Verifica que el diseño y la fabricación del producto protejan la integridad de las personas y las instalaciones.

Las competencias requeridas en este perfil, suelen ser además de una sólida formación técnica en ingeniería, habilidades de comunicación y de comercialización así como la experiencia en la mejora de procesos.

3. NORMALIZACION DE PROCESOS

3.1. PROYECTO ESTANDARIZACION.

3.1.1. ANTECEDENTES.

Mi contratación en Schneider, es la consecuencia a una necesidad que en aquel momento, la empresa tenía respecto a la calidad de información de ingeniería, su modo trabajo, la cantidad de retrabajos que se realizaban y los tiempos de entrega.

Schneider cuenta con dos departamentos de Ingeniería uno es el de Diseño y Producto al cual pertenezco y el otro es el de Aplicación. El primero se dedica a diseñar la oferta estándar la cual debe de cumplir con las normas que apliquen al tablero así como debe de pasar ciertas certificaciones por medio de pruebas, muchas de ellas destructivas.

Ingeniería de aplicación toma el diseño estándar y lo ajusta a las necesidades particulares de cada cliente tales como agregar sistemas de control o medición, modificar algunas de sus posiciones, agregar sistemas de aislamiento o conductividad, modificación de tornillería de acuerdo a las aplicaciones, agregar seguridad en chapas y manijas, etc.

Para que Schneider pudiera cumplir con los tiempos de entrega que estaba prometiendo al cliente, era necesario reducir el periodo de tiempo utilizado para realizar el diseño especial y que la fabricación de las piezas se realizara de manera correcta desde la primera vez.

Al iniciar el proceso de análisis para la reducción de tiempo en la etapa del diseño especial, se encontró que los ingenieros utilizaban el 70% del periodo destinado para la generación de la orden, en la creación de modelos del diseño estándar y solo un 30% en la parte especial. Profundizando en este punto se encontró que la información del diseño estándar se encontraba en mal estado. Se generaba información en diferentes medias y estilos tales como Autocad, Mechanical Desktop, Inventor y en algunas ocasiones se encontró que hasta dibujos a mano alzada se seguían utilizando.

Para incrementar aun mas el problema, los planos se acotaban de diferentes maneras pero siempre con los mismos símbolos, la cantidad de vistas en los planos y un diseño funcional no se plasmaba en los planos. De la misma manera, las tolerancias se manejaban a discreción de cada ingeniero, el método para obtener el desarrollo de la pieza era diferente o basado en tablas de los proveedores de materia prima y valores como el factor K y los radios de dobléz eran seleccionados bajo las mismas condiciones.

Esto mismo reflejaba los problemas para poder reducir el desperdicio por errores de fabricación y de la misma manera impedía la reducción del tiempo

de fabricación. Por increíble que pareciera, los operarios doblaban las piezas de forma incorrecta porque una parte de los ingenieros argumentaba que para ellos las líneas punteadas eran dobleces hacia arriba y otros decían lo contrario, que era un doblez hacia abajo.

Una cantidad inmensa de datos era necesaria para realizar los dobleces de las piezas que los planos de ingeniería requerían. El departamento de fabricación modificaba el radio de doblez por las mismas necesidades del tiempo, disponibilidad o número de pasos para la fabricación de la pieza, lo cual provocaba variación en el tamaño de las piezas y muchas veces estas no podían ensamblarse. Lo mismo pasaba con los planos que mostraban la pieza desarrollada, muchos de ellos ni siquiera se acercaban al blank real en cuanto a sus dimensiones.

3.1.2. ACCIONES Y DECISIONES TOMADAS

Ya que Schenider Electric México es solo una de las muchas plantas que tiene la compañía, se tomaron algunas decisiones para asegurar la compatibilidad con las plantas hermanas. La primera fue tomar una sola media para el desarrollo de los diseños y el Autodesk Inventor fue el seleccionado.

Una vez seleccionado el inventor, se organizó un grupo de dibujantes a mi cargo, que estarían encargados de crear toda la información vigente. Antes de crear la información, realice juntas con los diferentes departamentos de ingeniería y los clientes internos para poder generar una manual de mejores prácticas bajo las cuales serían obtenidos los nuevos planos y diseños. Al final de todo este proceso se determinaron las siguientes características.

1.- El formato bajo el cual se estarían trabajando los planos sería el americano, al establecerlo como un estándar, se eliminaban ambigüedades en la interpretación del tipo de línea.

2.- Se agrega una vista isométrica, proyectada de la vista frontal. De esta manera se reforzaba la forma en que debía ser doblada la pieza.

3.- Las vistas principales y el isométrico se agregarían en una primera hoja y el desarrollo de la pieza quedaría en una segunda ya que esta hoja tiende a desaparecer con el paso del tiempo. Aun cuando el inventor nos da facilidad de obtener esta información, esta actividad se obtiene con valores ideales mas no reales y factores como el desgaste de los dados, presión de la maquina y el usuario no pueden ser considerados.

4.- Basado en pruebas se definió que para todas las piezas de acero rolado en frio o en caliente, lamina galvanizada y/o galvanneal, el factor k seria del 37% y 44% para las piezas de cobre y aluminio de hasta media pulgada de espesor en el material. Con estos valores nos acercamos lo mas posible a la representación del plano desarrollado con respecto a la pieza real.

5.- Los radios de doblez interno, fueron normalizados para laminas a 1.5 veces el espesor del material, mientras que para los cobres u aluminios se definió fueran de media pulgada aplicable a soleras de hasta media pulgada de espesor. En casos especiales, para lamias se podría aplicar como minimo el espesor del material lo mismo para las soleras de cobre de un cuarto de espesor (aun cuando esto era solo en casos extremos en los que el diseño de la pieza y su geometría lo exigieran).

6.- Para las tolerancias, se desarrollaron dos especificaciones, una para piezas generadas con operaciones de doblado de lamina y otra para piezas maquinadas.

7.- El idioma para describir la información en el plano es el español. Ya que esto facilitaría la interpretación de símbolos y notas en el plano a los operadores de las maquinas.

También se generaron mejores prácticas para el modelado de las piezas pero por efectos prácticos esos no se describen en el trabajo.

Una vez establecidos estos parámetros estándar para la generación de los nuevos modelos y planos, se inicio el proceso de creación de la información y se encontraron algunos otros problemas a continuación descritos y la forma en que se solucionaron.

Se encontró que la administración de la información había sido deficiente ya que existían un gran número de drives que contenían información validada por ingeniería pero en la cual podías encontrar al menos dos planos de un catálogo con diseños diferentes. Como consecuencia se tuvo que desarrollar una nueva forma de administrar la información que permitiera el control evolutivo de las piezas y se adoptó de otras entidades una herramienta llamada CDM que nos permitía hacer estas tareas.

Se implementó y se comunicó a planta que solo la información que fueran encontrando con esta herramienta, sería la validada por el departamento y se prosiguió con el rastreo de la versión correcta y generación de los primeros planos.

Al iniciar la generación de los primeros planos, el principal inconveniente con el que nos encontramos fueron las cotas y la precisión de las mismas. Muchos de los planos antiguos solo llegaban a centésimas de pulgadas y nuestras tolerancias estaban calculadas bajo milésimas. Otro ejemplo eran planos que aun cuando parecían completos, no contenían todas las dimensiones necesarias para la fabricación de la pieza, las dimensiones no eran reales o en algunos de los casos, los planos solo contenían el desarrollo de la pieza.

Se inició el trabajo agregando puras cotas a los planos en paralelo y luego progresivamente, lo cual nos generó una acumulación tremenda de tolerancias y al ser piezas que tienen diversos usos la cantidad de operaciones de barrenos, cortes, etc., no cuadraban.

La decisión fue desarrollar planos de piezas con dimensiones funcionales, lo cual nos permitía dimensionar de acuerdo a la criticidad de cada uno de los objetos y acumular tolerancias donde no generaban problemas futuros. De esta manera nos apegamos a la intención de diseño original de cada una de las piezas.

3.1.3. RESULTADOS DEL PROYECTO.

Al paso de casi cuatro años que nos llevó la estandarización de toda la información, se tuvo una reducción de costos suaves calculada en alrededor

de 800 kUSD anuales, resultado de la eliminación de tiempos muertos por búsqueda de información, uso de versión correcta, desarrollo solo de actividades respectivas al área, interpretación de planos y tiempo de fabricación extra por errores.

Se pudo generar un plan de trabajo para ingeniería de aplicación en cuanto al tipo de orden y dependiendo de este, era el tiempo de entrega de la misma (de acuerdo a su complejidad y número de partes especiales nuevas), aumentando la planeación de la capacidad de planta y se mejoraron los de tiempos de entrega.

Se disminuyo en un 77% el número ACOs originados por la baja calidad en la información generada y administrada por ingeniería de diseño y producto.

3.1.4. BENEFICIOS SECUNDARIOS DEL PROCESO.

Con la estandarización de la información, también se pudo minimizar el número de catálogos utilizados en cada uno de los diseños, lo cual permitio una reducción de inventarios y de costos al tener una misma pieza en mayores cantidades y optimización de materias primas.

4. CAMBIOS DE DISEÑO DESARROLLADOS.

Como cualquier empresa en el mundo, el objetivo principal de Schneider Electric es la generación de utilidades por medio de la venta de sus productos.

Desde hace un par de años y a través de todos los tratados comerciales que se han estado abriendo a lo largo del mundo, la competencia para las compañías, ya no solo depende de los competidores locales, si no también de cualquier empresa que se encuentre en el mundo que venda equipos similares con las mismas características y servicios pero a un precio mas reducido u otros factores que hagan que un cierto cliente se decida por ellos. Con base en esto es que las compañías buscan tanto generar nueva tecnología, como también hacer actualizaciones a sus productos actuales que sin perder características de funcionamiento o calidad, el costo de su producción sea menor, de tal

manera que el margen de contribución se magnifique y tengan un mayor rango para el momento de las negociaciones.

En Schneider se maneja un programa de QVE el cual aplica en los diferentes departamentos y cuyo fin es eso, la reducción de costos. Como Ingeniero de Producto, tengo la obligación de encontrar nuevos procesos de fabricación, materias primas, acabados o cambios de diseño que permitan alcanzar estos objetivos de la compañía.

4.1. SOPORTE DE INTERRUPTOR.

4.1.1. ANTECEDENTES

El objetivo fundamental de esta pieza es tal como lo menciona su nombre, el soportar el peso de un interruptor principal. En algunos otros casos esta misma pieza funciona como una cubierta separadora entre la zona de potencia y la de medición y control. Un funcionamiento secundario, es agregar rigidez estructural al esqueleto principal del equipo.

La figura 4.1.1 muestra ambos usos en el frente de una sección principal. Con la flecha gris se muestra el soporte funcionando como un separador y con la flecha negra se muestra el uso para soportar un interruptor.

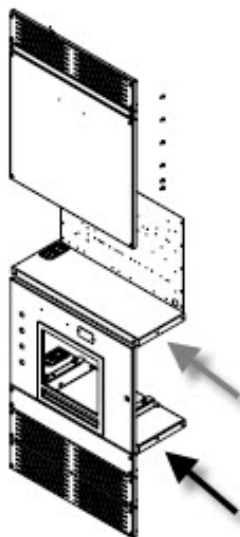


Figura 4.1.1 (Agrupador cubiertas frontales para sección principal).

Son susceptibles de utilizar un interruptor principal aquellos equipos de baja tensión tales como combinaciones, principales, alimentadores. Estos interruptores principales pueden ser los conocidos como de caja moldeada pero por lo general son los interruptores Marterpact modelos NW y NT los mas utilizados. La forma del montaje y manipulación definen la diferencia entre un interruptor fijo y uno removible. El peso promedio para un interruptor NT va desde 40 hasta 70 [kg] y en un NW, desde 85 hasta los 149 [kg].

Este ensamble está compuesto por dos piezas fabricadas con procesos de palería y al final son unidas por medio de un proceso de soldadura MIG. La figura 4.1.2 muestra las dos diferentes partes y la 4.1.3 su interacción.

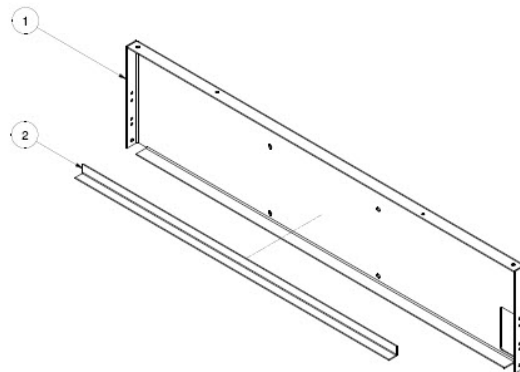


Figura 4.1.2. (Vista explosiva del ensamble. Los componentes uno y dos son la charola y ángulo refuerzo respectivamente. La unión entre ellos es por medio de soldadura MIG).

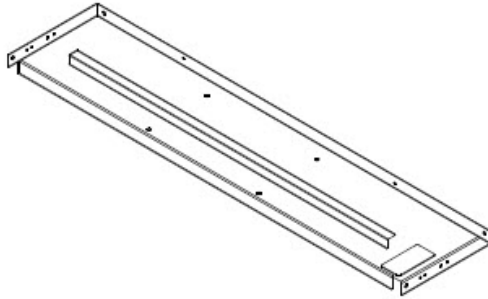


Figura 4.1.3. (Vista isométrica inferior del ensamblaje. El ángulo refuerzo es colocado de forma paralela a la pestaña frontal y posterior de la charola).

La materia prima del diseño original es lamina rolada en frio calibre 10 cuya aleación está definida bajo la especificación ASTM A1008.

Las características de esta aleación de acero se encuentran descritas a continuación.

Propiedades Mecánicas	Unidad de medida	Valor
Densidad	(×1000 kg/m ³)	7.871
Coeficiente de Poisson		0.27-0.30
Modulo Elástico	(GPa)	190-210
Resistencia a la tracción	(Mpa)	340
Limite elástico	(Mpa)	285
Elongación	(%)	20
Reducción de área	(%)	45
Dureza	(HB)	95

Propiedades térmicas	Unidad de medida	Valor
Expansión térmica	($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	13.8
Conductividad térmica	(W/m-K)	59.5
Calor específico	(J/kg-K)	481

Propiedad eléctricas	Unidad de medida	Valor
Resistividad eléctrica	($10^{-9}\text{W}\cdot\text{m}$)	190-210

Tabla 4.1.1 Propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas de la materia prima ASTM A1008.

4.1.2. ANALISIS Y PROCESO DE REDISEÑO

Los equipos switchboard de baja tensión, se encuentran diseñados bajo la norma NMX-J-118-1-ANCE-2000. El rediseño debe de considerar los parámetros definidos en esta especificación.

Esta norma especifica las condiciones en la estructura principal, donde el calibre de lamina mínimo a utilizar es el 12 y el 14 en puertas y cubiertas dependiendo del ancho y largo de las piezas. Sin embargo la pieza en estudio no se considera parte de la estructura principal dados sus usos y presencia dentro de los diferentes tipos de equipos.

El cambio de diseño de este caso en estudio, consistió en realizar una reducción de costo para las secciones de baja tensión. Una de las tantas variables que ha ido incrementando la influencia en el costo de un producto, es el aumento en el precio de las materias primas en especial, la de los metales.

Se considero que el nuevo diseño tuviera la misma geometría y el mismo método de unión con la estructura principal, siendo este ultimo por medio de doce tornillos auto-roscantes. Se asume que con el cambio en el ancho de sección, no se ve afectadas las uniones. Como resultado se obtuvo una plancha de acero rolando en frio, cuyo calibre se decidió fuera 12 y tendría que ser ensamblado a un refuerzo inferior tal como el diseño original, pero de igual manera se modifico el calibre de 10 a 12.

Para acelerar la verificación de esta propuesta de cambio, se propuso realizar un análisis de elemento finito, de tal manera que al obtener un resultado positivo, justificáramos el gasto por la generación de un prototipo físico.

El primer paso fue seleccionar el caso crítico puesto que esta pieza puede utilizarse en tableros con secciones de 30 a 48 pulgadas de ancho, siendo esta ultima la seleccionada por tener la mayor longitud entre las zonas de fijación. Se prosiguió con la generación del modelo en 3D, el cual contendría definida la materia prima con información paramétrica, las características mecánicas y térmicas descritas anteriormente, correspondientes a la aleación de acero.

El último paso, fue generar las condiciones de frontera, determinando los lugares de donde se fijara la pieza y se agregó la fuerza bajo la cual estará sometida. De igual manera, buscando la condición mas critica, se determina una carga estática puntual de 149 kg en la parte central de la pieza, correspondiente al interruptor de mayor capacidad y peso.

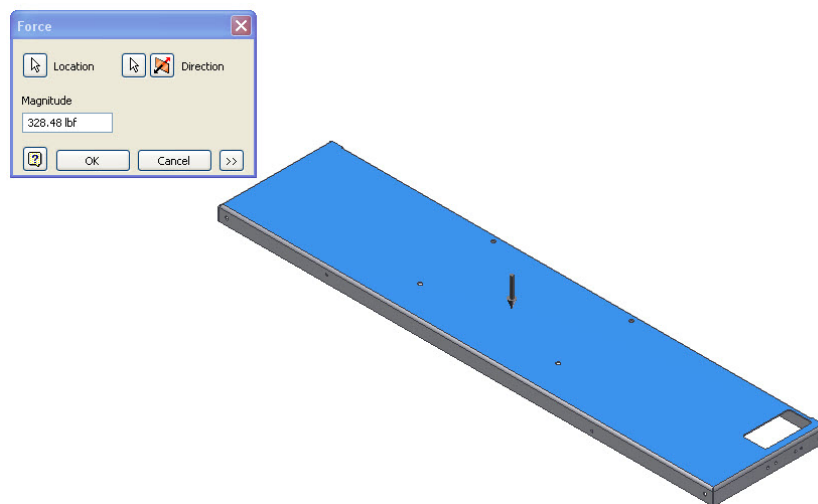


Figura 4.1.4 Asignación de fuerza puntual de 149 kg.

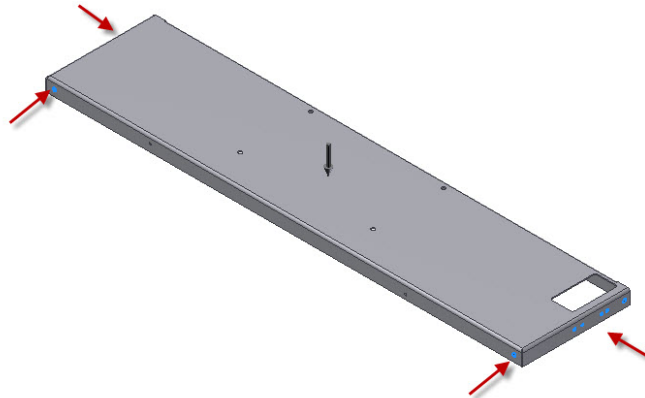


Figura 4.1.5 Condiciones de frontera. Localización de puntos de sujeción.

En la tabla 4.1.2, se presentan los resultados del análisis. Como se puede observar en la tabla, el esfuerzo normal máximo, no rebasa el límite elástico del material por lo cual podemos concluir que no sufrirá una deformación plástica y de presentarse alguna deformación, esta se encontrará en el rango elástico.

Propiedad	Valor mínimo	Valor máximo
Tensión equivalente	0.338 MPa	454.226 MPa
Esfuerzo normal máximo	-42.023 MPa	225.734 MPa
Esfuerzo normal mínimo	-296.267 MPa	26.386 MPa
Deformación	0.000	2.282 mm

Factor de seguridad	0.5504	NA
---------------------	--------	----

Tabla 4.1.2 Resultado análisis de elemento finito.

Revisando el resultado de la deformación, se puede apreciar un distorsión en el material de 2.2 milímetros la cual ocurre exactamente con la zona en la que fue aplicada la fuerza. Hay que recordar que el análisis se realizo con una fuerza puntual y en la realidad, la fuerza está distribuida en toda la sección ocupada por la base del interruptor y en los alrededores la deformación no excede el medio milímetro.

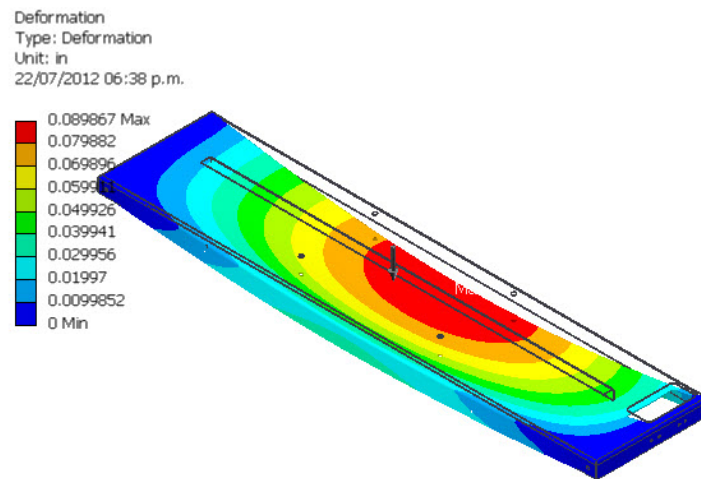


Figura 4.1.6 Resultado de deformación

4.1.3. RESULTADOS

El resultado obtenido para el factor de seguridad, fue un valor mas pequeño del esperado pero observando el detalle en el resultado grafico de la prueba, este valor se obtuvo solo en dos de los 12 orificios generados para la fijación de la pieza contra la estructura y los otros 10 están entre 1 y 5.

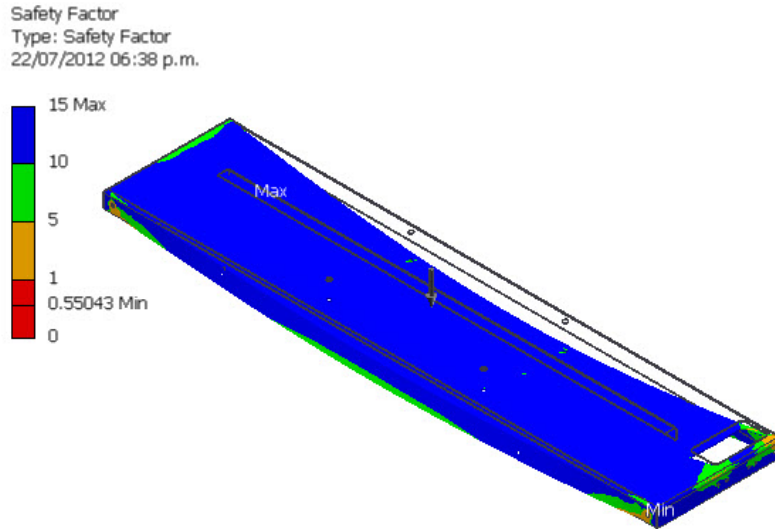


Figura 4.1.6. Resultado de factor de seguridad

La conclusión del experimento nos permitió la justificación de un prototipo. Al hacer la instalación de la pieza en un equipo se observó que el comportamiento era satisfactorio y el cambio en el diseño fue realizado. Se decidió el uso de dos piezas diferentes, una para los casos en el que la pieza funcionara como soporte y otra para cuando la pieza solo fuera una división, eliminando en esta última el ángulo de refuerzo. La decisión tomada respecto a la pieza que solo funciona como divisor, implicó eliminar procesos de manufactura y uso de materia prima.

Este cambio de diseño realizado en el 2008, generó un ahorro de 130 kUSD anuales para la compañía al haber sustituido un total de 8081 piezas con los dos diferentes rediseños en los diferentes anchos de sección.

4.2. SOPORTE LATERAL PARA RISERS.

4.2.1. ANTECEDENTES

En los equipos de baja tensión tales como los principales, se utilizan unas barras de cobre conocidas como bus vertical, cuyo objetivo es la de conducir la

corriente eléctrica desde el interruptor hasta el bus principal o xbus, es este último, el que conecta eléctricamente a todas las secciones que se encuentran unidas entre ellas.

La oferta que la compañía ofrece como equipos principales con interruptor NW, va desde los 800 hasta los 3200 [A] y el diseño puede estar en base a la elevación de temperatura o a la densidad de corriente que se va a manejar. Los equipos que estamos analizando para este caso, fueron diseñados para corrientes no mayores a los 2000 [A] y la condición en elevación de temperatura es la base de su diseño.

Originalmente, el cambio de diseño realizado a esta parte, fue con el objetivo de generar una pieza que fuera geométrica y evitáramos paros en las líneas de ensamble derivadas una pieza doblada de forma incorrecta, provocando tener dos piezas izquierdas o dos derechas. Este tipo de problemas fueron resueltos parcialmente con la estandarización de las normas de dibujo y factores homologados descritos al inicio del trabajo pero aún se presentaban algunos casos.

4.2.2 ANALISIS Y PROCESO DE REDISEÑO

La condición crítica para este soporte, son los equipos Main de 2000 [A] ya que esta versión del equipo cuenta con una mayor cantidad de barras de cobre en cada una de sus fases.

Aun cuando la elevación de temperatura es la base del diseño, la densidad de corriente no debe ser menor a $1200 \text{ [A/in}^2\text{]}$, característica que de no respetarla, estaríamos incumpliendo los fundamentos de la norma oficial mexicana bajo los cuales el producto está diseñado y aprobado. Para poder cumplir con este punto, el diseño original del riser cuenta con 2 eslabones que se conectan a los conectores del interruptor principal y estos después derivan en otras dos trayectorias en cada una de las fases de 3 eslabones intercalados. Todos los eslabones antes señalados tienen una sección transversal de $4 \times 0.25 \text{ [in]}$ lo cual indica que tiene una densidad de corriente de $1000 \text{ [A/in}^2\text{]}$

aproximadamente y esto verifica que cumplimos con la norma. La figura 4.2.1, muestra el arreglo de cobres.

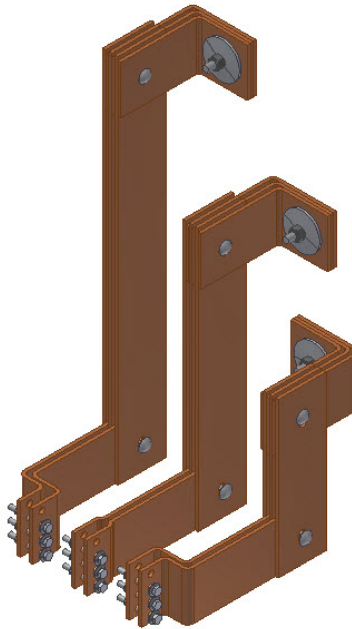


Figura 4.2.1 Arreglo de cobres del bus vertical.

El peso total del arreglo es de 60 [Kgf] con todo y tornillería. Esta es la característica principal en la nos enfocamos ya que es la condición de fuerza aplicada a la cual estará sometido el soporte.

Este peso estará aplicado en 4 soportes distribuidos como se muestra en la figura 4.2.2 y 4.2.3.

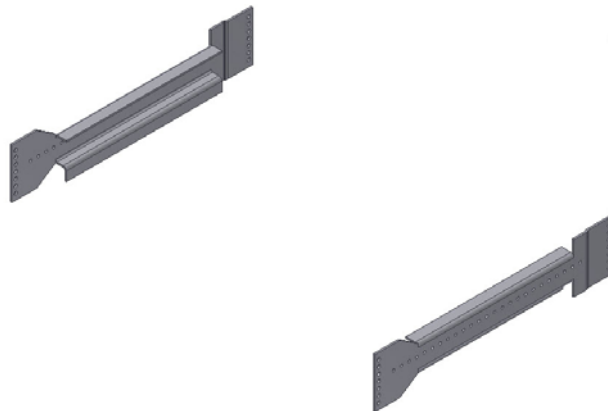


Figura 4.2.2 Soporte izquierdo y derecho.

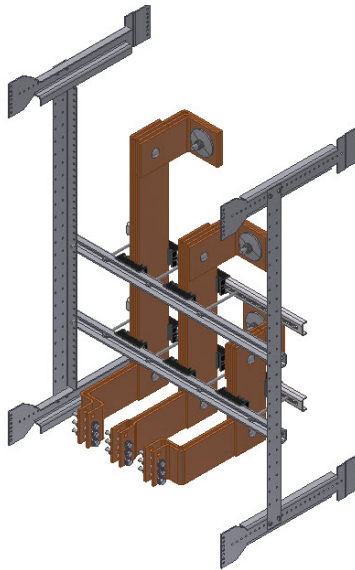


Figura 4.2.3 Posición soportaria de bus vertical.

Para este cambio de diseño fueron consideradas todas las posiciones originales de cada una de las piezas tanto de acero como las del bus de cobre, de tal manera que al realizar la modificación en el soporte, el menor número de piezas adicionales fueran afectadas. Dicho lo anterior, la ubicación del soporte vertical es la prioritaria en el eje de las abscisas.

La figura 4.2.4 muestra la profundidad de los soportes verticales que debemos garantizar para que los dobleces originales en cada una de las barra del bus vertical no tengan que ser modificadas ya que estas se utilizan en diferentes equipos y no solo en el que estamos afectando.

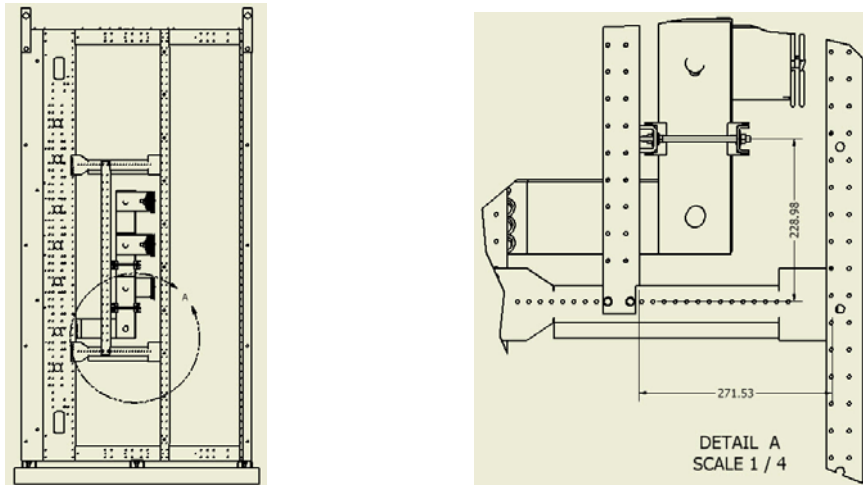


Figura 4.2.4 Dimensiones críticas para posición del bus vertical. Las dimensiones están en milímetros.

La propuesta del nuevo diseño, consistía en un cambio de geometría muy sencillo en el cual se igualarían ambos extremos de la pieza. La diferencia fundamental de la nueva parte, sería acoplarla a los dos soportes con los que se une al resto de la estructura sobre el mismo plano, respetando el sistema de sujeción.

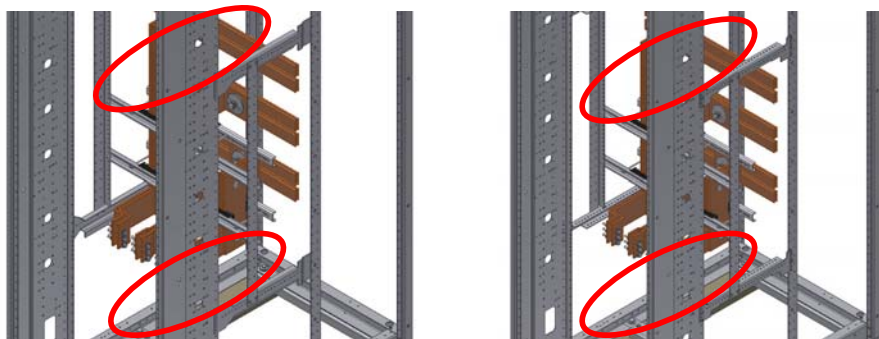


Figura 4.2.5 Diferencia entre la unión en diferente plano y en uno solo.

Al haber realizado este proyecto para evitar pérdidas de dinero al fabricar de forma errónea la pieza, se sumo la necesidad de buscar al igual que en el

proyecto anterior, ahorros que incrementaran el margen de contribución para la compañía. Por esta razón, se decidió probar con una pieza que tuviera un menor calibre de lámina, haciendo la reducción de calibre 10 a 12.

Al haber decidido esto, la primera preocupación fue disminuir la presencia de cualquier posible concentración de esfuerzos que pudiera derivar en la falla de la pieza y se concibió un diseño el cual contemplara cantos redondos tal como se muestran en la figura 4.2.6, evitando así por corte natural, ángulos a 90 grados.

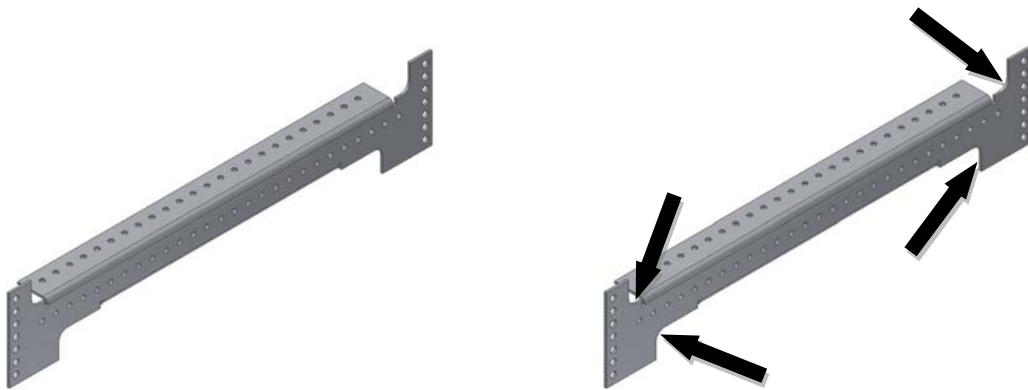


Figura 4.2.6 Diseño de la nueva pieza y generación de cantos redondos.

Para verificar la viabilidad de este cambio de diseño, se realizó un análisis de elemento finito bajo las condiciones extremas en las cuales puede ser utilizado el soporte. Como se menciono anteriormente, la oferta de la sección Principal en 2000 [A], fue la seleccionada.

La materia prima para el diseño, es lamina rolada en frio calibre 12 cuya aleación está definida bajo la especificación ASTM A1008.

Las características de esta aleación de acero se encuentran descritas a en la tabla 4.1.1.

El arreglo de soportes como se menciono anteriormente, contiene 4 piezas de las cuales, las superiores se encuentran a tensión y las inferiores a compresión teóricamente en la misma proporción. Esta es la razón por la cual,

se asigno una fuerza distribuida en dos puntos de fijación equivalente a 147 [N] para un solo soporte.

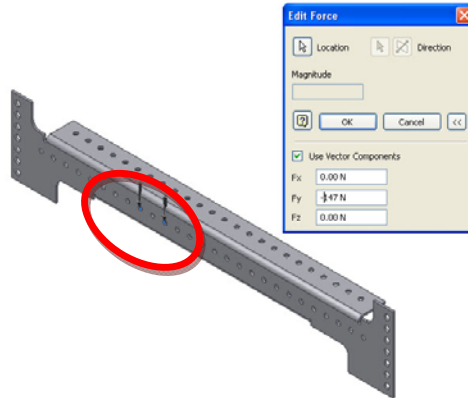


Figura 4.2.7. Posición de fuerzas aplicadas.

A continuación se agregaron los puntos de fijación para el soporte los cuales como se muestra en la siguiente figura, es de tres puntos por lado sobre los cuales la pieza se encontrara atornillada con el resto de la estructura.

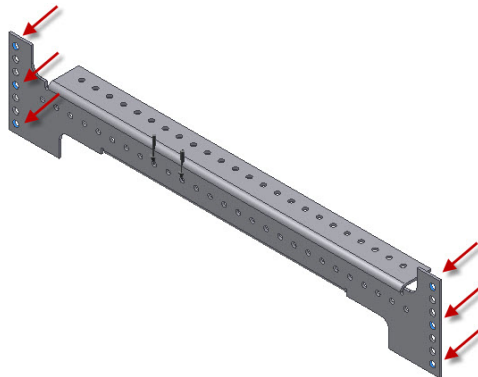


Figura 4.2.8. Posición de zonas para fijación.

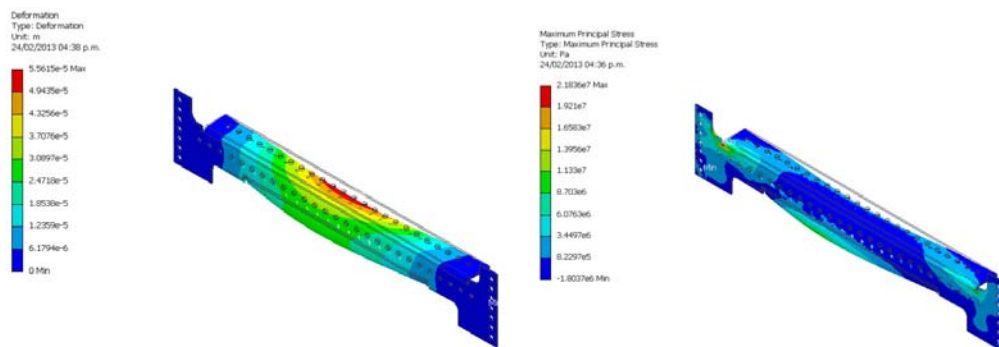
La última parte fue el configurar las características de la materia prima dentro del software de análisis. Los resultados encontrados fueron los siguientes.

4.2.3. RESULTADO

En la tabla 4.2.1, se presentan los resultados del análisis. Como se puede observar en la tabla, el esfuerzo normal máximo, no rebasa el límite elástico del material por lo cual podemos concluir que no sufrirá una deformación plástica y de presentarse alguna, esta se encontrará en el rango elástico.

Propiedad	Valor mínimo	Valor máximo
Tensión equivalente	0.05 MPa	28.18 MPa
Esfuerzo normal máximo	-1.80 MPa	21.84 MPa
Esfuerzo normal mínimo	-29.06 MPa	0.99 MPa
Deformación	0.000	0.055 mm
Factor de seguridad	10.11	NA

Tabla 4.2.1 Resultado análisis de elemento finito.



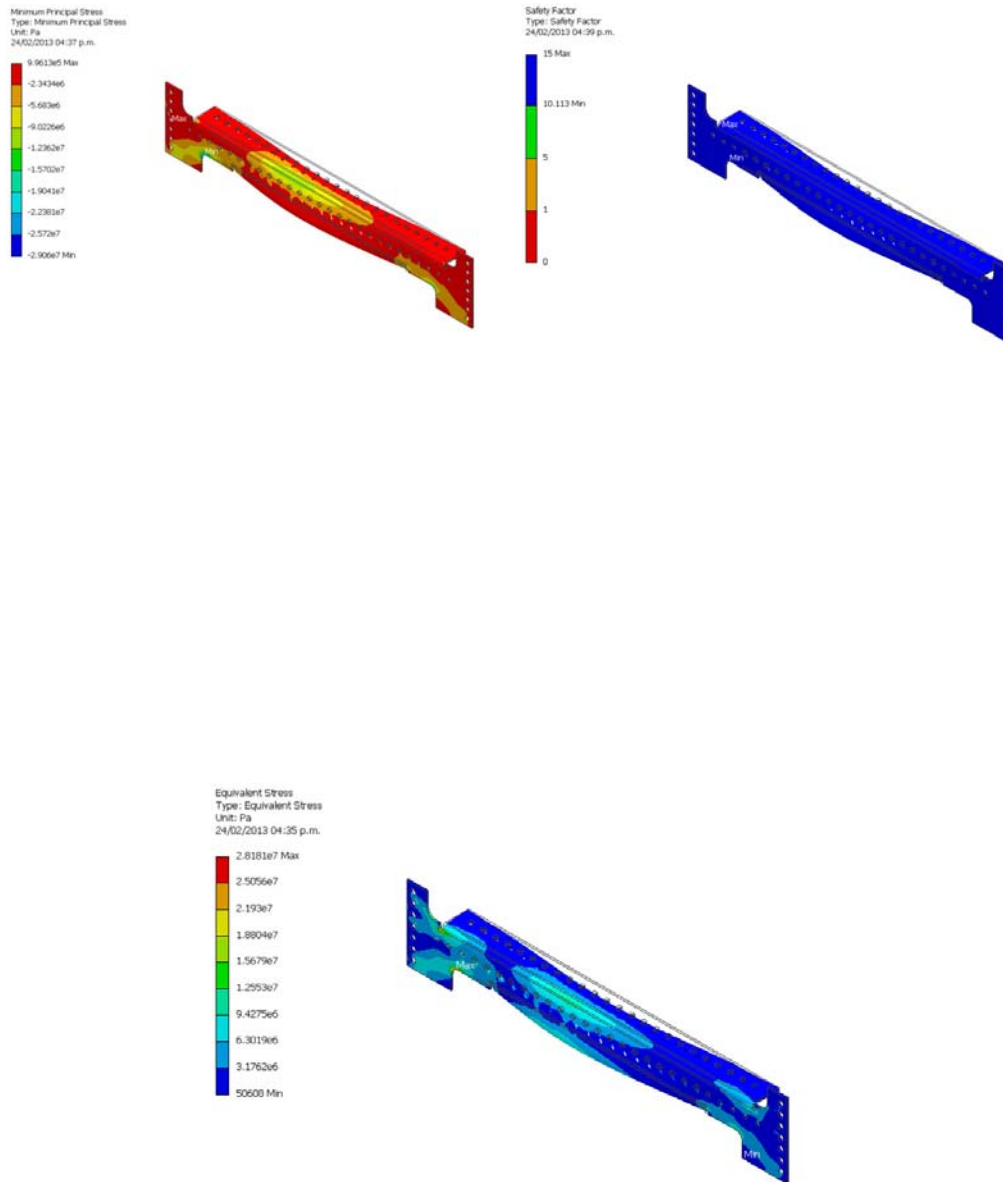


Figura 4.2.8. Resultados gráficos de la prueba.

Al haber obtenido un factor de seguridad de 10.11, se dio el banderazo para iniciar la producción de esta parte y sustituir el diseño anterior en los ensambles que se encontraban en la línea de producción.

El resultado de este rediseño, fue una reducción del costo aproximadamente del 21.81%. El costo de la pieza anterior era de 32.181 pesos mexicanos y la pieza final costó 25.081 pesos mexicanos. Este cambio representó un ahorro

anual aproximado de 3290 USD debido a las 5126 veces que se uso durante el mismo año y que además generó ideas de cambios en diferentes diseños de soportaría basados en condiciones similares.

Un efecto secundario con este nuevo diseño y del cual ya no se realizo un análisis de costos, fue el obtener de igual manera, un soporte vertical geométrico con lo cual disminuíamos errores, decrecimos el número de catálogos diferentes, generamos beneficios de espacio en almacén, optimizamos el aprovechamiento de la materia prima y la disponibilidad de la pieza prácticamente se garantizaba al seguir un sistema de kanban para su reabastecimiento.

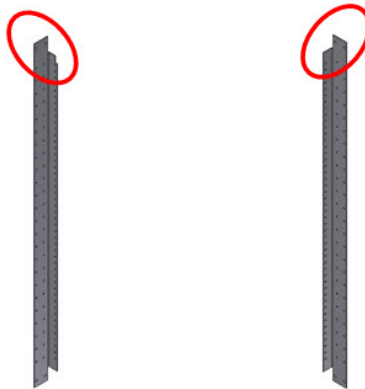


Figura 3.3.7 Diferencias del diseño original y el posterior del soporte vertical al haber realizado el cambio.

4.3. CAMBIO DE DISEÑO EN CUBIERTAS POSTERIORES PARASUBESTACION S2 NEMA 3.

4.3.1 ANTECEDENTES

El cambio de diseño realizado en esta ocasión, aplico para las subestaciones S2. Una de las variables que Schneider Electric podía ofrecer para este

producto, era su versión NEMA 3 de acuerdo a la NMX-J-235-1ANCE y a la NMX-J-235-2-ANCE-2000 donde se definen los tipos de envolventes.

Al ser un equipo que se colocaba a la intemperie, estaría expuesto a las condiciones climáticas tales como nieve o lluvia y en los equipos eléctricos minimizar la cantidad de humedad presente en su interior es de suma importancia ya que de existir condensación, puede generarse un corto circuito.

Aún cuando estos equipos cuentan con resistencias calefactoras internas que permitan secar el aire interior, es importante garantizar que no exista ningún tipo de filtración, razón por la cual se generaron unas cubiertas posteriores que por medio de cintas de hule y soportes interiores, permitieran hacer un apriete importante en los tornillos y esto resultara en el sello hermético.

4.3.2 ANALISIS Y PROCESO DE REDISEÑO

Como se puede observar en la figura 4.3.1 y 4.3.2 era necesarias dos cubiertas diferentes las cuales llevaban numerosos pasos de doblado para que el canto superior e inferior de la cubierta central pudieran sellar con ayuda de una junta. Además debido al diseño de los soportes centrales de cada una de las cubiertas, era necesario agregar 8 tuercas con jaula de las cuales el costo es mas alto que los sujetadores convencionales.

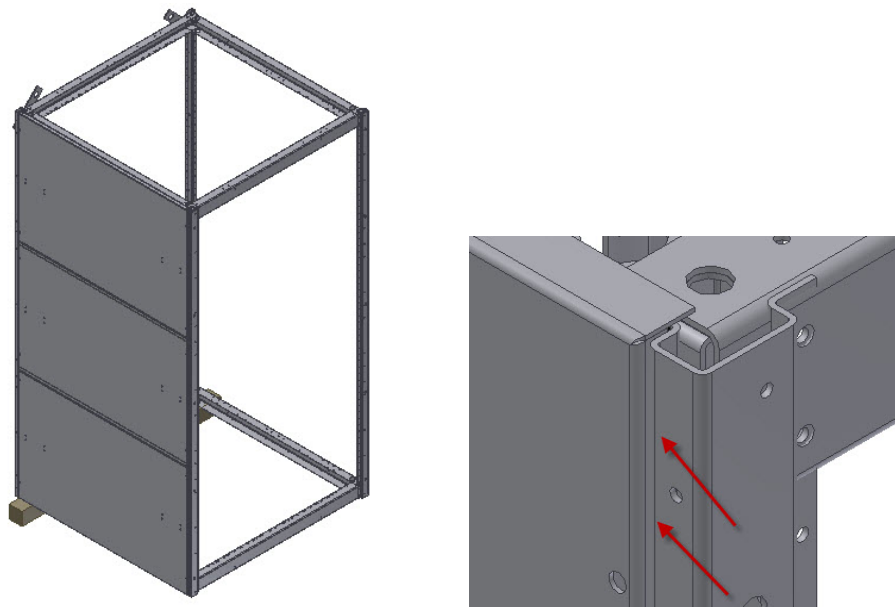


Figura 4.3.1 Ensamble de cubiertas posteriores contra la estructura base.

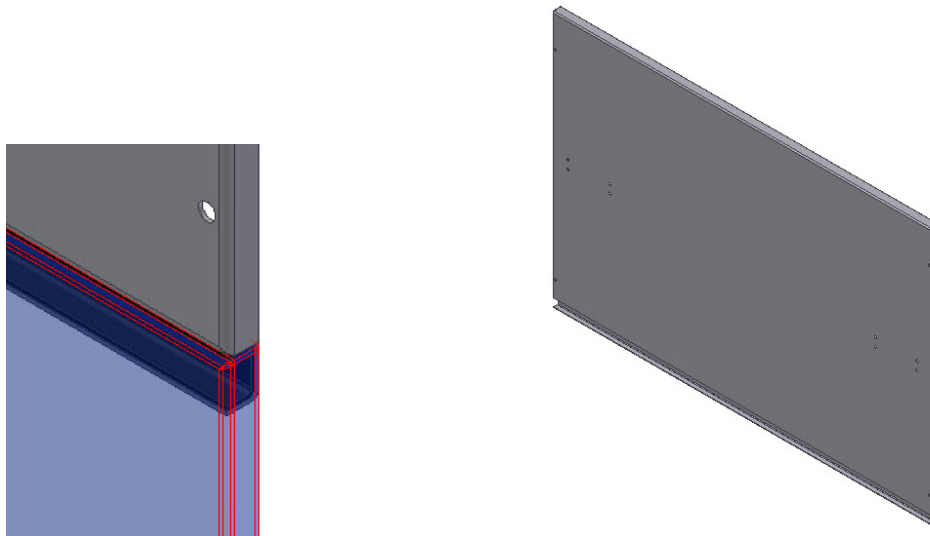


Figura 4.3.2 Detalle de unión entre cubiertas.

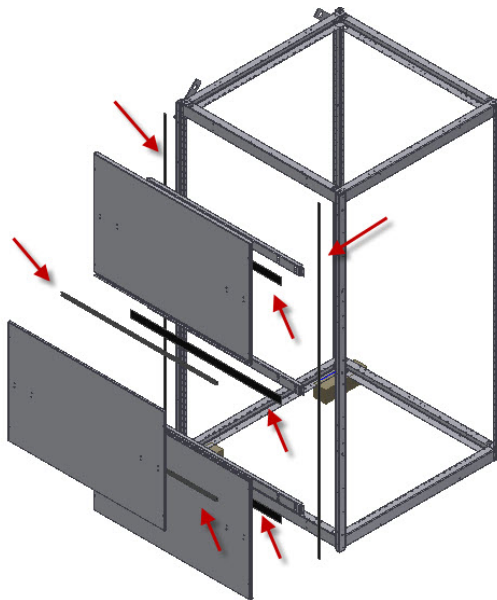


Figura 4.3.3 Explosivo de ensamble de cubiertas posteriores con posición de juntas para sellado.

El inconveniente principal del diseño se presentaba en la verificación de calidad ya que las cubiertas llevaban un proceso de soldadura en sus vértices, tal como se muestra en la figura 4.3.4. Al encontrarse que el proceso había sido deficiente, dejando huecos o deformaciones que posiblemente permitirían filtración de líquidos, obligaba al departamento de calidad a detener la orden y desmontar las cubiertas para enviarlas de vuelta al departamento de fabricación. Se realizaba un proceso de retrabajo sobre la soldadura pero además se debía realizar un proceso de granallado para eliminar la pintura, la última parte era enviarlas de nueva cuenta al proceso de acabado. Todo este procedimiento llevaba un tiempo aproximado de dos días, dependiendo de la saturación de trabajo dentro del departamento de fabricación y este tiempo perdido, regularmente afectaba el tiempo de entrega al cliente lo cual generaba un indicador negativo sobre la satisfacción del mismo.

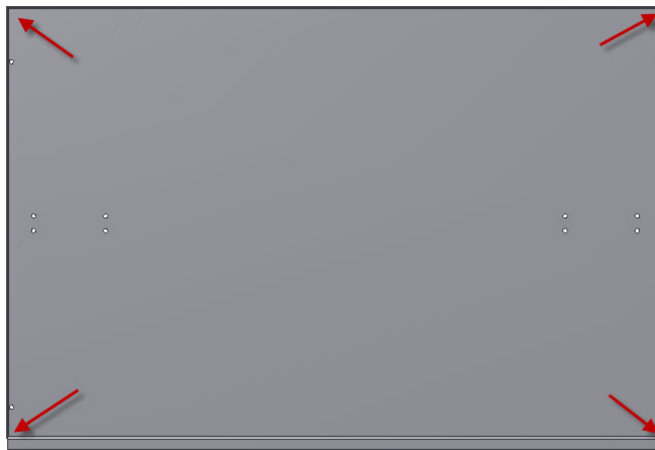


Figura 4.3.4. Zona donde se agrega el material de soldadura (Vista posterior de la cubierta).

4.3.3. RESULTADOS

El rediseño final de este conjunto de piezas, resultó en la composición de dos cubiertas diferentes y un poste vertical. El uso de juntas auxiliares se limitó

solamente al empalme de las pestañas y laterales tal como se muestra en la figura 4.3.5. y 4.3.6

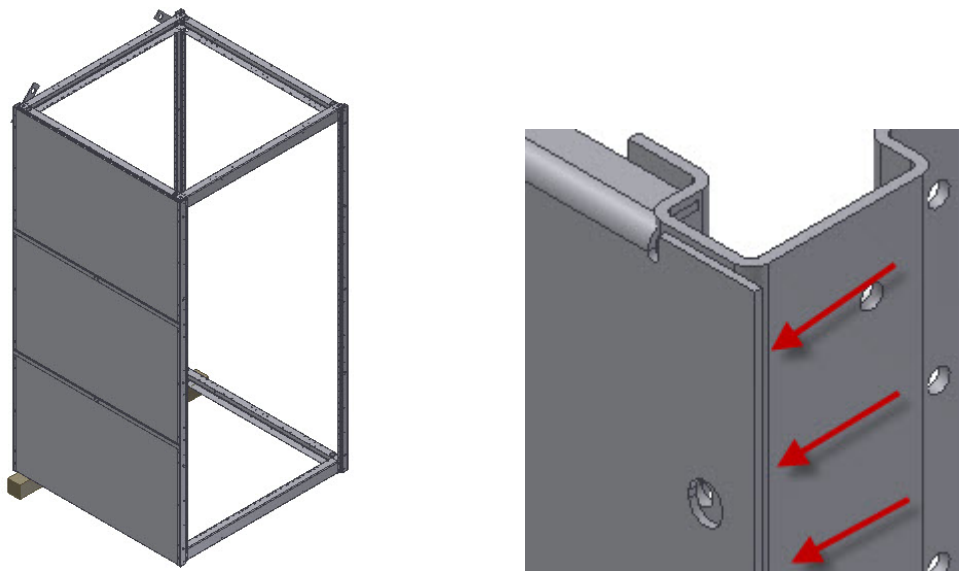


Figura 4.3.5. Ensamble de nuevas cubiertas contra la estructura base

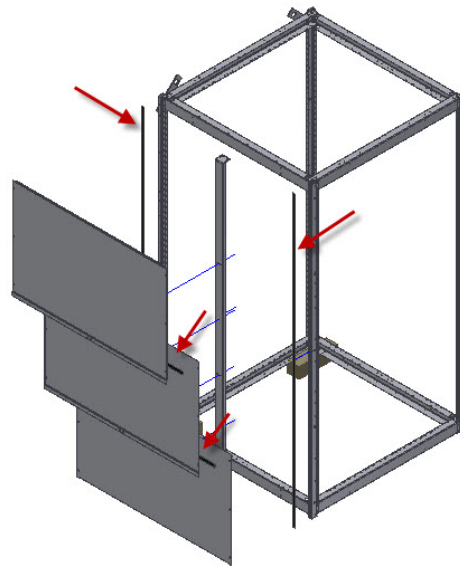


Figura 4.3.6 Explosivo de ensamble de cubiertas posteriores con posición de juntas para sellado (la flecha roja indica su posición)

Se utilizo un diseño de empalme con pestañas tipo bayoneta tal como se muestra en la figura 4.3.7, con el cual podríamos aprovechar el efecto de la gravedad, haciendo que las gotas de agua o el aguanieve pudiera deslizarse sobre la cubierta hasta llegar al piso sin la posibilidad de filtración.

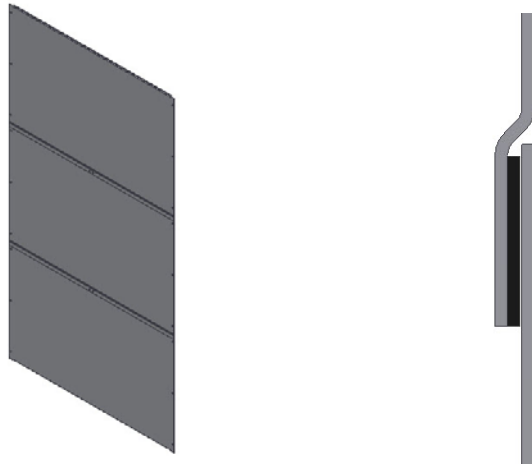


Figura 4.3.7 Detalle de pestaña tipo bayoneta y el empalme con la siguiente cubierta.

La materia prima de estas nuevas piezas respetaron la selección original de la misma, sin embargo el proceso de soldadura fue completamente eliminado. Con esta nueva geometría, se redujo un 20% el proceso de fabricación y aun cuando el efecto principal buscado era la reducción de clientes insatisfechos, se obtuvo una reducción de costo duro anual de 2.2 KUSD

4.4. MODIFICACION DE CALIBRE EN CUBIERTAS LATERALES PARA EQUIPO PRINCIPAL NEMA 1.

4.4.1. ANTECEDENTES

Como ya se comento anteriormente, los equipos de distribución se encuentran diseñados bajo las normas NOM, sin embargo el detalle de diseño está contenido en la norma NMX-118-J-2-ANCE-2000 la cual permite que los equipos se puedan certificar bajo el organismo ANCE indispensable para la distribución de los equipos en México.

El detalle sobre el envoltorio está contenida en la NMX-235-J-1-ANCE-2000 y es en su apartado 4.7, donde se mencionan las condiciones mínimas para el diseño de las cubiertas y puertas. Nos indican que para el tamaño superficial de la misma, existe una relación con el calibre de la materia prima, distancias mínimas así como cantidad mínima de sistemas de fijación y condiciones normales para la prueba.

El presente proyecto fue realizado sobre las cubiertas laterales de un equipo principal cuya profundidad de la sección fue de 48 pulgadas. El objetivo principal de este caso, fue de igual manera la reducción de costos y aumento en el margen de contribución.

La condición original del diseño, refería a una cubierta cuyas dimensiones longitudinales eran de 41.446 x 29.826 pulgadas tal como se puede apreciar en la figura 4.4.1. Basados en lo establecido por la norma, el material correspondiente es un CRS calibre 14 y debería contar con un cuatro puntos de fijación a la estructura principal.

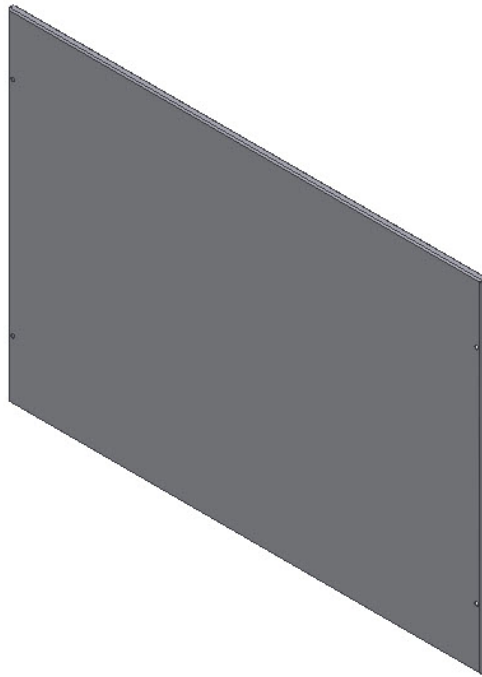


Figura 4.4.1 Condición inicial del diseño

La norma también menciona en su apartado 4.7.2.1 algunas excepciones bajo las cuales se establece la posibilidad de disminuir el calibre siempre y cuando se agregue un diseño que contenga algún tipo de soporte o refuerzo para que la pieza pueda mantener su resistencia y rigidez, al momento de maniobrar con ella en su montaje o desmontaje y que esta no se deforme.

El método de prueba para hacer efectivo algún cambio de diseño de este tipo, se establece en el apartado 6.2.1, como la aplicación de una fuerza puntual de 445 [N] en cualquier zona de la cubierta y esta deberá de tener una deformación elástica menor a 6.4 [mm].

4.4.2. ANALISIS Y PROCESO DE REDISEÑO

La propuesta del nuevo diseño, respeta las dimensiones originales pero modifica el calibre del material. Se reduce de calibre 14 a calibre 16 con el mismo tipo de aleación y se agregan tres costillas generadas por un proceso de embutido en la cubierta. El embutido total de cada costillar, no es mas que el resultado del golpeo por medio de un dado 2.5 [in] de largo, en la maquina amada hasta alcanzar en cada una de ellas, la longitud total de 35 [in]. La figura 4.4.2. muestra el diseño final de la nueva pieza y la posición de las costillas agregadas a la misma.

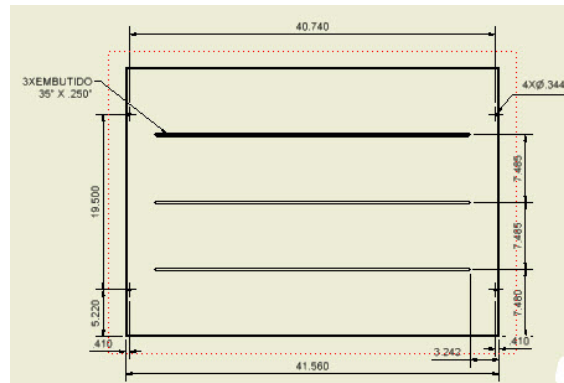
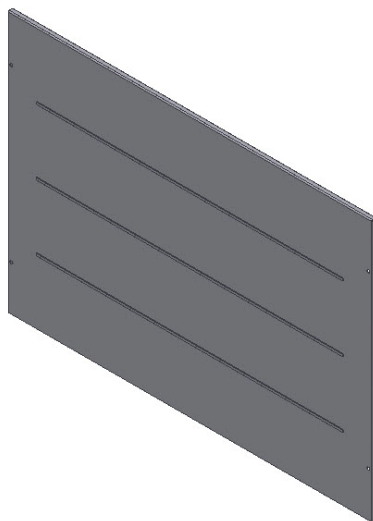


Figura 4.4.2 Rediseño de la cubierta lateral.

La propuesta de análisis fue implementar un análisis de elemento finito donde se agregaba una fuerza puntual en la zona media de la pieza entre la primera y segunda costilla considerando esta área como la más crítica. La figura 4.4.3 muestra la posición de la fuerza aplicada.

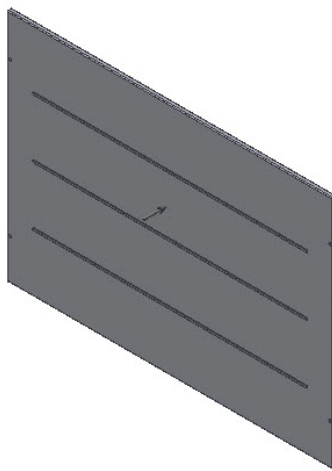


Figura 4.4.3 Fuerza aplicada a la cubierta.

La otra consideración hecha, es que aun cuando la pieza se encuentra atornillada contra la estructura básica, la pieza estará haciendo la presión sobre los 4 cantos de las pestañas dobladas, tal como se muestra en la figura 4.4.4.

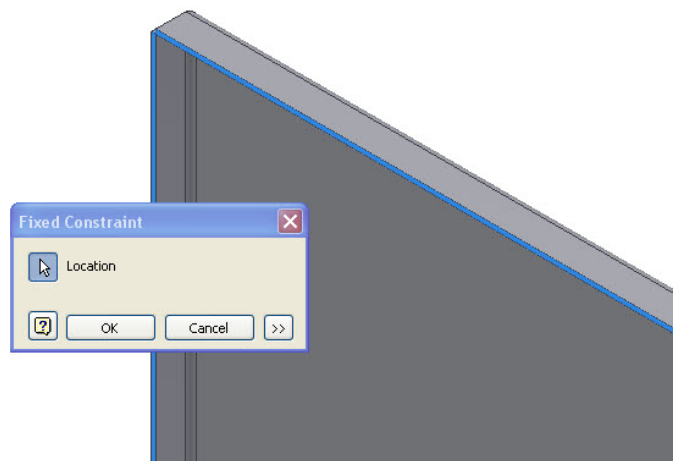


Figura 4.4.4 Posición zona de fijación

4.4.3. RESULTADO

En la tabla 4.4.1, se presentan los resultados del análisis. Como se puede observar en la tabla y en la figura 4.4.5, la deformación máxima alcanzada, no rebasa el límite elástico, teniendo solamente una deformación elástica de 3.4 [mm].

Propiedad	Valor mínimo	Valor máximo
Tensión equivalente	0.026 MPa	113.5 MPa
Esfuerzo normal máximo	-30.47 MPa	116.4 MPa
Esfuerzo normal mínimo	-119.3 MPa	25.53 MPa
Deformación	0.000	3.413 mm
Factor de seguridad	10.11	NA

Tabla 4.4.1. Resultados de análisis de elemento finito sobre la cubierta lateral de una sección de 48" de profundidad de un equipo principal.

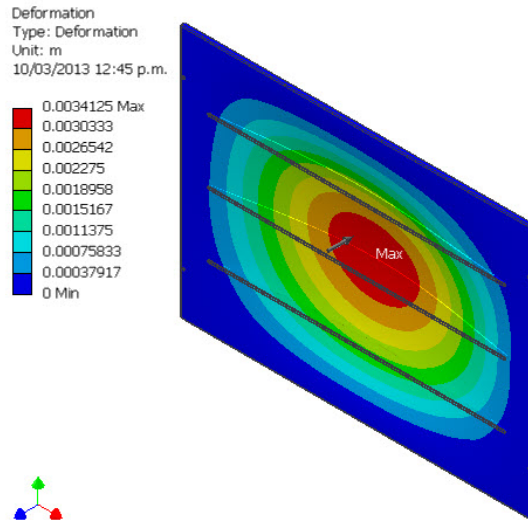


Figura 4.4.5 Representación grafica de la deformación sufrida por la nueva cubierta.

Este cambio de diseño solo fue aplicado en la oferta estándar y hubo que distinguir de los equipos que se venden al cliente Pemex ya que en esa oferta, los productos son diseñados bajo otra norma.

Una vez aplicado este cambio de diseño en las listas de materiales de los ensambles, el beneficio económico para Schneider, fue un ahorro de 5.6 kUSD a lo largo de un año.

5. CONCLUSION

Durante el programa de estudios se obtuvieron conocimientos fundamentales para poder desarrollar mis actividades profesionales y donde los resultados no habrían sido tan positivos si se desconocieran a los mismos.

Conceptos básicos tales como el tipo de materiales, comportamiento de los materiales, procesos de fabricación, acabados, comportamientos térmicos, efectos magnéticos, conductividad, diseño de mecanismos y tolerancias, materiales contaminados, fueron fundamentales para la toma de decisiones que he realizado en actividades diarias y sin las cuales posiblemente no hubiera podido obtener productos de calidad y sobre todo seguros.

Una de las principales ventajas que he podido explotar, es la generación de planos de ingeniería y la interpretación de los mismos que en la industria metalmecánica es fundamental. El aprovechamiento y asimilación de los programas para modelado de diseños en 3D, actualmente están siendo un factor muy importante para la contratación en el mercado laboral y la UNAM, me mostro al menos tres de ellos, sin los cuales posiblemente no habría conseguido un trabajo y por lo cual estoy muy agradecido con la institución y más aun con mi facultad.

Me gustaría haber abarcado en mi desarrollo estudiantil, conceptos sobre el análisis de elemento finito dinámico, que a diferencia del estudiado, es aplicado en deformaciones que se dan en fracciones de segundos. Esto aplicado en el campo laboral permitiría no depender de agentes externos y poder prever posibles efectos que se presentan al realizar entre muchos otros, las pruebas de certificación, las cuales, al ser destructivas y solo tener un par de días para obtener el resultado positivo, es muy importante tener un conocimiento previo de las posibles debilidades del diseño y estar preparado para los cambios de último momento. En los organismos de certificación internacional, estas pruebas tienen un costo aproximado de entre 10 kUSD y 100 kUSD y realizarlo reiteradamente resultaría incosteable, por tanto los análisis digitales se convierten un fundamental y ventajoso punto para quien los posee.

Otro factor fundamental que quizá me hizo falta analizar durante mi etapa de estudiante, fue el realizar diseños bajo conceptos tales como la intención de diseño y el dimensionamiento funcional, sin el cual se puede tropezar con conceptos tales como la acumulación de tolerancias en cadenas de mecanismos o diseños poco optimizados que resultan caros y a eso habría que agregarle conceptos tales como el late differentiation que permite realizar la variabilidad del producto al final de la línea de producción y con el cual se puede obtener mayor productividad e impacto para la parte funcional de una fabrica.

Me gustaría recomendar el concentrar esfuerzos en las nuevas generaciones para el dominio de una lengua extranjera el ingles de forma obligatoria ya que

es de suma importancia para un mundo globalizado en el cual tu jefe puede estar en cualquier parte del mundo y hasta ahorita ese idioma es el que se considera universal. Actualmente es el principal factor con el cual las empresas están filtrando las entrevistas de trabajo.