

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD
DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“DISEÑO DE CABINA INSONORIZADA CON SALA
ELÉCTRICA EN CONTENEDOR DE 40 PIES CON 4 GRUPOS
ELECTRÓGENOS PARA GENERAR 1620 KW CON NIVEL
RUIDO 88 dB(A)@7m PARA ZONA MINERA EN CHILE “**

INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECANICO

OSCAR IVANOV CASTRO CALDERON

CALLAO ,2022

PERÚ

INFORME SUFICIENCIA - OSCAR CASTRO (2022)

6%
Textos sospechosos

6% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
< 1% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: INFORME SUFICIENCIA - OSCAR CASTRO (2022).pdf ID del documento: 549efe89f9a811a82caaf8c319546510b626c8fc Tamaño del documento original: 14,44 MB	Depositante: FIME PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION Fecha de depósito: 12/4/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 12/4/2024	Número de palabras: 17.023 Número de caracteres: 119.570
---	---	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	modasa.com.pe https://modasa.com.pe/historia/#:~:text=En el año 2020 a pesar de las,altura de las grandes potenci... 3 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (821 palabras)
2	modasa.com.pe https://modasa.com.pe/nosotros/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (145 palabras)
3	repositorio.ulima.edu.pe https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/20.500.12724/8374/1/T018_46439444_T - Guerra Villagó...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (105 palabras)
4	dspace.umh.es http://dspace.umh.es/bitstream/11000/27478/1/Cervantes Madrid, Ginés.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (47 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dialnet.unirioja.es Diseño, construcción y cualificación de una cámara anecoica - ... https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8597049	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
2	www.dof.gob.mx DOF - Diario Oficial de la Federación https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5589807&fecha=19/03/2020	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
3	dspace.umh.es http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4577/1/TD Clar García, David.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
4	repositorio.unp.edu.pe https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2464/IASIN-TIN-MOS-2020.pdf?sequ...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
5	www.une.org Nueva norma sobre ruido ambiental https://www.une.org/la-asociacion/sala-de-informacion-une/noticias/nueva-norma-sobre-acustica#:...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	https://www.amcargo.es/
2	https://www.volvopenta.com/industrial/power-generation-engines
3	https://www.weg.net/catalog/weg
4	http://www.bobgolds.com/Mode/RoomModes.htm
5	https://www.google.com/maps/place/Modasa

ACTA DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL I CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGIA

LIBRO 001, FOLIO N° 152, ACTA N° 104 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL I CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

A los 25 días del mes setiembre del año 2022, siendo las **13:50 pm horas**, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/orf-nvrq-cnt>, el **JURADO DE EXPOSICION** del **I CICLO TALLER DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2022** para la obtención del TÍTULO profesional de Ingeniero Mecánico de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

- | | | |
|---------------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. Tezen Campos Jose Hugo | : | Presidente |
| ▪ Dr. Mamani Calla Pablo | : | Secretario |
| ▪ Mg. Lizandro Bernaldo, Rosales Puño | : | Vocal |
| ▪ Mg. Dario Vasquez Alva | : | Asesor |

Se dio inicio al acto de exposición de informe de trabajo para titulación del Bachiller **CASTRO CALDERON OSCAR IVANOV**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico sustenta su informe titulado **"DISEÑO DE CABINA INSONORIZADA CON SALA ELÉCTRICA EN CONTENEDOR DE 40 PIES CON 4 GRUPOS ELECTRÓGENOS PARA GENERAR 1620 KW CON NIVEL RUIDO 88 dB(A)@7m PARA ZONA MINERA EN CHILE"**, cumpliendo con la exposición en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con escala de calificación cuantitativa **16 (Dieciseis)** y calificación cualitativa **MUY BUENO** en el presente informe de **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de Junio del 2021.

Se dio por cerrada la Sesión a las **14:30 pm** del día 25 de setiembre del 2022

Dr. Jose Hugo Tezen Campos
Presidente de Jurado

Mg. Pablo Mamani Calla
Secretario de Jurado

Mg. Lizandro Bernaldo Rosales Puño
Vocal de Jurado

Mg. Dario Vasquez Alva
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

JURADO EVALUADOR

Visto, el informe final del **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** titulado “**DISEÑO DE CABINA INSONORIZADA CON SALA ELÉCTRICA EN CONTENEDOR DE 40 PIES CON 4 GRUPOS ELECTRÓGENOS PARA GENERAR 1620 KW CON NIVEL RUIDO 88 dB(A)@7m PARA ZONA MINERA EN CHILE**”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Mecánica **CASTRO CALDERON, OSCAR IVANOV**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El Presidente del Jurado Evaluador del **I CICLO TALLER DE TRABAJO SUFICIENCIA PROFESIONAL 2022** manifiesta que la exposición del **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** se realizó el día Domingo 25 de setiembre del 2022 a 13:50 horas y en la que se realizaron observaciones; luego de la revisión respectiva, se da por aprobado el levantamiento de las observaciones.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Bellavista, 01 de diciembre del 2022



Dr. José Hugo Tezen Campos
PRESIDENTE DEL JURADO

DEDICATORIA

Dedico este Informe a Dios, a mis padres Oscar y Clara, a mi tía abuela Luz quienes con su apoyo y consejo me brindaron la oportunidad de concluir mi formación profesional, a mi esposa Norma y a mis hijos Briseida, Estrella y Samir quienes son la fuerza que me obliga a ser mejor persona como padre y profesional.

AGRADECIMIENTO

Para todas aquellas personas que permitieron el desarrollo de este informe con sus aportes, artículos, tesis, etc. y agradecerle a Dios por darnos la salud y fuerzas necesarias a pesar de las adversidades que estamos viviendo en estos tiempos.

TABLA DE CONTENIDO

I	ASPECTOS GENERALES.....	9
1.1	Objetivos.....	11
1.1.1	Objetivo General.....	11
1.1.2	Objetivo Especifico.....	11
1.2	Organización de la empresa.....	11
1.2.1	Reseña Histórica.....	11
1.2.2	Visión.....	16
1.2.3	Misión.....	16
1.2.4	Valores y Principios.....	16
1.2.5	Estructura Orgánica.....	17
1.2.6	Actividades desarrolladas por la empresa.....	20
1.2.7	Cargo, Funciones y Responsabilidades.....	20
II	FUNDAMENTOS DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	21
2.1	MARCO TEORICO.....	21
2.1.1	Antecedentes.....	21
2.1.2	Bases Teóricas.....	26
2.1.3	Normativas.....	59
2.2	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	61
2.2.1	Diagrama de flujo - Etapa Inicial.....	61
2.2.2	Diagrama de Flujo - Etapa de Desarrollo.....	63
2.2.3	Cronograma de Actividades.....	64

III	APORTES REALIZADOS	65
3.1	Planificación, Ejecución y Supervisión del Proyecto	65
3.1.1	Ingeniería de Diseño y Desarrollo Inicial	65
3.1.2	Acondicionamiento e Insonorizado.....	88
3.1.3	Pruebas y Puesta en funcionamiento	134
3.1.4	Desarrollo para el Despacho y el transporte	136
IV	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	140
4.1.1	Discusión.....	140
4.1.2	Conclusiones.....	140
V	RECOMENDACIONES	141
VI	BIBLIOGRAFIA.....	142
	ANEXOS.....	143

ANEXO 1. Formato listo de especificaciones P1.....	143
ANEXO 2. Formato listo de especificaciones P2.....	144
ANEXO 3. Catalogo Motor Volvo.....	145
ANEXO 4. Plano Motor Volvo.....	146
ANEXO 5. Orden de compra contenedores.....	147
ANEXO 6. Lista de Componentes para fabricación.....	148
ANEXO 7. Protocolo de ruido.....	149
ANEXO 8. Plano de Fabricación de Bastidor.....	150
ANEXO 9. Plano de Fabricación de rejillas Acústicas.....	151
ANEXO 10. Plano de Fabricación de yugo de Izaje.....	152
ANEXO 11. Ficha Técnica de Plancha Estructural.....	153
ANEXO 12. Ficha Técnica de Espuma Fonoabsorbente.....	154
ANEXO 13. Coeficiente De Absorción Acústica	157
ANEXO 14. Sonómetro Digital – Certificado Calibrado	158

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Motores Diesel Andinos -- MODASA	14
Figura 1.2: Ubicación Geográfica – Planta Industrial	15
Figura 1.3: Estructura Orgánica General de MODASA	17
Figura 1.4: Línea de Productos MODAPOWER.....	18
Figura 1.5: Estructura Orgánica de las Unidades de Negocio MODAPOWER	18
Figura 1.6: Estructura Orgánica de las Unidades de Negocio MODAPOWER	19
Figura 1.7: Unidades de Negocio - Actividades Desarrolladas	20
Figura 2.1: Anatomía del oído humano	27
Figura 2.2: Grupo Electrónico Fijo	30
Figura 2.3: Grupo Electrónico Móvil.....	30
Figura 2.4: Grupo Electrónico Undermount	31
Figura 2.5: Grupo Electrónico Abierto.....	31
Figura 2.6: Grupo Electrónico Abierto.....	32
Figura 2.7: Partes Principales de un Grupo Electrónico	34
Figura 2.8: Soportes Anti vibratorios.....	37
Figura 2.9: Amortiguadores sobre el Bastidor y debajo del Grupo.....	38
Figura 2.10: Amortiguadores debajo del Bastidor y Grupo	38
Figura 2.11: Amortiguadores con Ubicación Mixta (Doble masa)	39
Figura 2.12: Grafico de Nivel de Presión Sonora.....	40
Figura 2.13: Niveles de Ruido Típicos asociados con distintos entornos y fuentes de ruido	41

Figura 2.14: Tipos de envolvente Hemisférica y Paralelepípedo	42
Figura 2.15: Reducción del Sonido con la Distancia	43
Figura 2.16: Fuentes de Ruido en un Grupo Electrónico.....	44
Figura 2.17: Comportamiento del Sonido en Superficies	47
Figura 2.18: Lana de Roca.....	50
Figura 2.19: Placas Composite	51
Figura 2.20: Placas Composite	52
Figura 2.21: Celosía de Perfil Recto en “V Invertida”	54
Figura 2.22: Celosía de Perfil Aerodinámico.....	54
Figura 2.23: Ejemplo Constructivo de Celosías	55
Figura 2.24: Características de Contenedores.....	56
Figura 2.25: Características de Contenedores.....	57
Figura 2.26: Denominación de Códigos en Contenedores.....	58
Figura 2.27: Diagrama de flujo Inicial.....	62
Figura 2.28: Diagrama de Flujo – Etapa de Desarrollo	63
Figura 2.29: Cronograma de Actividades.....	64
Figura 3.1: Inspección Visual de Contenedores en Zona Portuaria	65
Figura 3.2: Contenedor de 40Pies STD girado 90°	66
Figura 3.3: Motor Diesel Volvo TAD 1640GE.....	66
Figura 3.4: Bosquejo Inicial Conceptual de Proyecto.....	67
Figura 3.5: Ficha Técnica Motor Diesel TAD 1640 GE	69
Figura 3.6: Dimensiones Útiles del contenedor.....	71

Figura 3.7: Bosquejo de Montaje de Motores en Contenedor.....	72
Figura 3.8: Consideraciones Materiales, Espesores y Uniones Soldadas	74
Figura 3.9: Posiciones de soldeo de Boquillas.....	75
Figura 3.10: Ficha Técnica de Generador AG10280I.....	76
Fuente: https://www.weg.net/catalog/weg	76
Figura 3.11: Ficha Técnica Motor Diesel TAD 1640 GE	76
Figura 3.12: Diseño 3D de Grupos Electrógenos en Bastidor.....	77
Figura 3.13: Ficha Técnica de Amortiguador NR60	78
Figura 3.14: Análisis de Esfuerzos del Bastidor Tanque	79
Figura 3.15: Análisis de Deformaciones del Bastidor Tanque.....	79
Figura 3.16: Montaje de Grupos sobre Tanque Bastidor	80
Figura 3.17: Bosquejo de Silenciador Común.....	81
Figura 3.18: Ficha Técnica Motor Diesel TAD 1640 GE	82
Figura 3.19: Definición de Diámetros de Escape de Gases.....	83
Figura 3.20: Configuración de Cámaras y Áreas en Silenciador.....	83
Figura 3.21: Modelo 3D del Silenciador con sus partes Principales.....	84
Figura 3.22: Análisis de Presiones en el Silenciador Poliédrico.....	85
Figura 3.23: Análisis de Velocidades en el Silenciador Poliédrico	86
Figura 3.24: Resultados de Presiones en el Silenciador Poliédrico	86
Figura 3.25: Resultados de Presiones en el Silenciador Poliédrico	87
Figura 3.26: Consideraciones Básicas para Insonorizar	88
Figura 3.27: Consideración de Refuerzo en Contenedor	89

Figura 3.28: Diagrama de Cortes de Contenedor	90
Figura 3.29: Dimensionado de Dado de Izaje	91
Figura 3.30: Análisis de Esfuerzos del Dado de Izaje	92
Figura 3.31: Análisis de Deformaciones del Dado de Izaje.....	92
Figura 3.32: Acondicionamiento de Contenedor de 40 Pies Estándar	93
Figura 3.33: Criterio Básico de Ventilación	94
Fuente: Elaboración Propia.....	94
Figura 3.34: Ubicación de Habitáculos en el contenedor	97
Figura 3.35: Plano 2D de Radiador.....	98
Figura 3.36: Entradas y Salidas de Aire Consideradas en el Contenedor	99
Figura 3.37: Entradas y Salida de Aire en Habitáculo del G.E.	100
Figura 3.38: Designación Numérica de Áreas.....	101
Figura 3.39: Vista Isométrica simplificada de Cabina.....	105
Figura 3.40: Modos Normales de vibración.....	105
Figura 3.41: Modelo conceptualizado de Panel Acustico.....	106
Figura 3.42: Vistas Dimensionales 2D	108
Figura 3.43: Acotado de Espesor de Material Acústico.....	110
Figura 3.44: Longitudes de Paneles Laterales y superior	111
Figura 3.47: Rejillas acústicas salida de aire	118
Figura 3.48: Rejillas acústicas entrada de aire a Sala Eléctrica.....	121
Figura 3.49: Paneles de Insonorización	122
Figura 3.50: Puertas Insonorizadas	124

Figura 3.51: Bosquejo Componentes eléctricos - Sala electica	126
Figura 3.52: Simbología Motor-Generador	127
Figura 3.53: Diseño 3D Tablero eléctrico	131
Figura 3.54: Ubicación de componentes en Sala eléctrica	132
Figura 3.55: Sala eléctrica por dentro del Contenedor	133
Figura 3.56: Pruebas de Lluvia y Carga	135
Figura 3.57: Método de Izaje Propuesto	136
Figura 3.58: Análisis Estático Lineal de Yugo	138
Figura 3.59: Fotos del Yugo e izaje	139

I ASPECTOS GENERALES

Las cabinas insonorizadas o cabinas acústicas son sistemas de soluciones utilizados en el proceso de insonorización y aislamiento de la fuente generadora de ruido que permiten la reducción o la atenuación del mismo.

El ruido es una superposición de sonidos que provocan molestias para el oído humano por tal motivo se requiere proteger a las personas que estén expuestas a esta contaminación auditiva que son generadas por máquinas, equipos, plantas eléctricas, etc. en pleno funcionamiento.

En este sentido la OMS (2019) recomienda rondar los 55 decibeles como nivel óptimo al aire libre y dependiendo del tiempo de exposición, ruidos mayores a 60 decibeles pueden provocarnos malestares físicos.

Muchas Industrias generan ruido debido a los equipos o máquinas que usan en el desarrollo de su proceso productivo, entre muchos equipos uno de los que mayor ruido genera son los Grupos electrógenos ya que estos se encuentran en casi en todas las industrias como respaldo de energía en ausencia de esta o como suministro de energía continua.

El ruido se puede convertir en un gran obstáculo para aquellas zonas o lugares donde no se permiten niveles sonoros perjudiciales y reglamentados como es el caso de residencias, hospitales, bancos, centros de estudio, etc. Por tal motivo para solucionar estos inconvenientes las cabinas insonorizadas son una gran solución para reducir a límites aceptables el ruido y que puedan ocasionar efectos negativos en cuanto a la salud de las personas, cumpliendo las normas y reglamentos de las diferentes localidades, distritos, estados, instituciones exigidas por las entidades respectivas.

Los valores máximos permitidos de ruido en el Perú están especificados en el Decreto Supremo N°085-2003-PCM -Reglamento de Estándares nacionales de calidad ambiental para Ruido, el cual establece zonas y horarios estipulados.

Para este proyecto por la necesidad y solicitud del cliente se requiere Diseñar un “Modulo de Poder” que genere una potencia que ronde los 1600 KW que será destinados a suministrar a una planta de producción, pero teniendo en cuenta que no siempre se usara el 100 % de la Potencia ,sino en algunos casos hasta el 25 % y además con este arreglo se podría tener respaldo en caso un grupo electrógeno falle, por este motivo se solicitó usar 4 Grupos Electrógenos y que cada uno genere la potencia aproximada de 405 KW, esta solución conlleva a tener un aumento de los niveles de ruido elevados ya que cada motor Diesel en el mercado con este rango de Potencia puede emitir aproximadamente de 105 a 120 dB(A), este valor de por si es perjudicial para el oído humano teniendo en cuenta que se usaran 4 motores cuando la demanda sea el100%.

En consecuencia, el reto de este proyecto consiste no solo en adecuar los Grupos electrógenos e Interconectarlos, sino también realizar los mecanismos de insonorización para minimizar el ruido a niveles aceptables que estén en 90 dB(A)@7m aproximadamente, así mismo se usara un Container de 40Pies para este propósito.

En la actualidad la necesidad presente del mercado en cuanto al desarrollo a medida de proyectos especiales que cumplan con normativas existentes en cuanto a Insonorización de Grupos en contenedor son pocas, y estas están orientadas al sector minero, por este motivo la Solución de Grupos con salas eléctricas en Contenedores resulta una solución atractiva para estas industrias ya que incorporan alta resistencia estructural, en cierre de puertas y en cuanto al medio ambiental externo como lluvia, calor, nieve, etc.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Diseñar una cabina insonorizada con sala eléctrica en contenedor de 40 pies con 4 grupos electrógenos para generar 1620 kW con nivel ruido de 88 dB(A)@7m para zona minera en Chile.

1.1.2 Objetivo Especifico

- Reducir el ruido a niveles menores de 90 dB(A) a una distancia de 7 m como mínimo.
- Lograr insonorizar la cabina (Contenedor) que sea eficiente en cuanto al ruido dB(A) y usarlos para otros equipos industriales de altos niveles de emisión sonora.
- Construir la cabina utilizando métodos experimentales y técnicas innovadoras y prácticas recomendadas.
- Implementar un sistema de ventilación usando persianas acústicas
- Mitigar Vibraciones de los Grupos electrógenos seleccionando elementos Anti vibratorios en lugares específicos del Grupo Electrónico.
- Desarrollo de tanque bastidor de combustible para cumplir con la autonomía de 10 horas para el funcionamiento

1.2 Organización de la empresa

1.2.1 Reseña Histórica

Modasa inició sus actividades en noviembre de 1977, lo hizo con el propósito de que el Perú pudiese desarrollar su industria y convertirse en el principal fabricante de motores para toda la región andina. Desde aquel día ha recorrido un largo camino. Las actividades y mercados en los que ha incursionado han superado este propósito inicial. Una de las razones del éxito ha sido la de saber adaptarse a los retos y necesidades que se han presentado.

Motores Diesel Andinos S.A. (MODASA) se constituyó el 7 de junio de 1974. Sus primeros socios fueron AB Volvo de Suecia, Perkins Engine Limited de Inglaterra y Cofide e Induperu. Más adelante los accionistas extranjeros y el Estado vendieron su participación y actualmente Modasa es una empresa con capitales 100% peruanos.

MODASA inició operaciones en la ciudad de Trujillo el 10 de noviembre de 1977 en una planta de producción de 100.000 m² y su principal actividad era la fabricación de motores diésel para camiones Volvo y Dodge.

El ingeniero mecánico eléctrico Héctor García Béjar conformó el primer directorio de MODASA, el cual presidía el Ing. Jorge Grieve. En abril de 1983, el Ing. García fue nombrado Gerente General de MODASA.

En 1990 incursionó en la fabricación de grupos electrógenos. El cambio de década encontraba al Perú en una severa crisis económica y social, y el terrorismo y sus atentados se vivían con intensidad en todo el país. Esta nueva actividad le permitió a la empresa superar las dificultades económicas que vivía el país al final del primer gobierno de Alan García Pérez.

En el año 1998, luego de haber operado en Trujillo por más de veinte años, MODASA toma una decisión estratégica: mudarse a Lima. Inaugura, entonces, una nueva planta de operaciones de 30.000 m² ubicada en el distrito de Ate.

Con el inicio del nuevo milenio y la mudanza a Lima, MODASA transforma sus actividades. Deja la fabricación de motores para iniciarse en el ensamblaje de chasis vehiculares con motores Perkins y dar servicios de mantenimiento de vehículos comerciales. Desde entonces, se ha consolidado como la empresa con mayores ventas en el mercado local de carrocerías.

En el año 2006 se fabricó el primer bus urbano a Gas Natural y a la fecha ya van más de 2000 buses de este tipo.

En el 2008, MODASA inició la construcción de un complejo industrial en Lurín dedicado a la fabricación de buses y grupos electrógenos. Este alberga a más de 700 ingenieros y técnicos altamente capacitados. Gracias a esta nueva planta, la empresa elevó significativamente su productividad: de producir un bus al día, pasó a seis buses por día.

Cuando en el 2010 la Municipalidad de Lima inauguró El Metropolitano, Modasa jugó un rol fundamental: fabricó 450 buses para el transporte público de la capital (200 articulados y 250 alimentadores). Todos ellos contaban con tecnología euro V.

La Asociación de Exportadores (ADEX) ha premiado a Modasa por contribuir al crecimiento económico del país en distintas oportunidades. La última vez, en el 2015 recibió el premio a la “Excelencia Exportadora en la categoría Diversificación de Productos”.

En el 2016, Modasa fabricó el grupo electrógeno móvil más potente del país para la minera Chinalco. El equipo está montado sobre una “cama baja de acero” que permite ser trasladado con facilidad, a pesar de sus 23 toneladas de peso.

Los buses de Modasa cumplen con la norma europea R66, la cual garantiza la seguridad y supervivencia de los pasajeros en caso de vuelcos. Con ello Modasa es el primer fabricante de buses de 2 pisos del Perú y de Latinoamérica en cumplir con los estándares exigidos por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). Por otro lado, Modasa recibe de parte de CONCYTEC un premio en la categoría Innovación Tecnológica por el diseño y la fabricación del bus articulado IRON BUS.

Actualmente Modasa cuenta con el ISO 9001: 2015, estándar internacional que garantiza la calidad en los sistemas administrativos y de fabricación, asegurando la mejora continua de nuestros procesos

Modasa logra obtener la certificación UL 2200, la prueba más reconocida, valorada y aceptada de que un producto cumple con los estándares de seguridad exigidos para ingresar a EE. UU. y Canadá. Hoy Modasa puede decir con orgullo que cumple con estos requisitos en sus generadores eléctricos.

En el año 2020 a pesar de las dificultades ocasionadas por la pandemia mundial, Modasa presentó de manera exitosa el primer bus eléctrico fabricado íntegramente en Perú, lo cual demuestra que la industria peruana está a la altura de las grandes potencias a nivel mundial

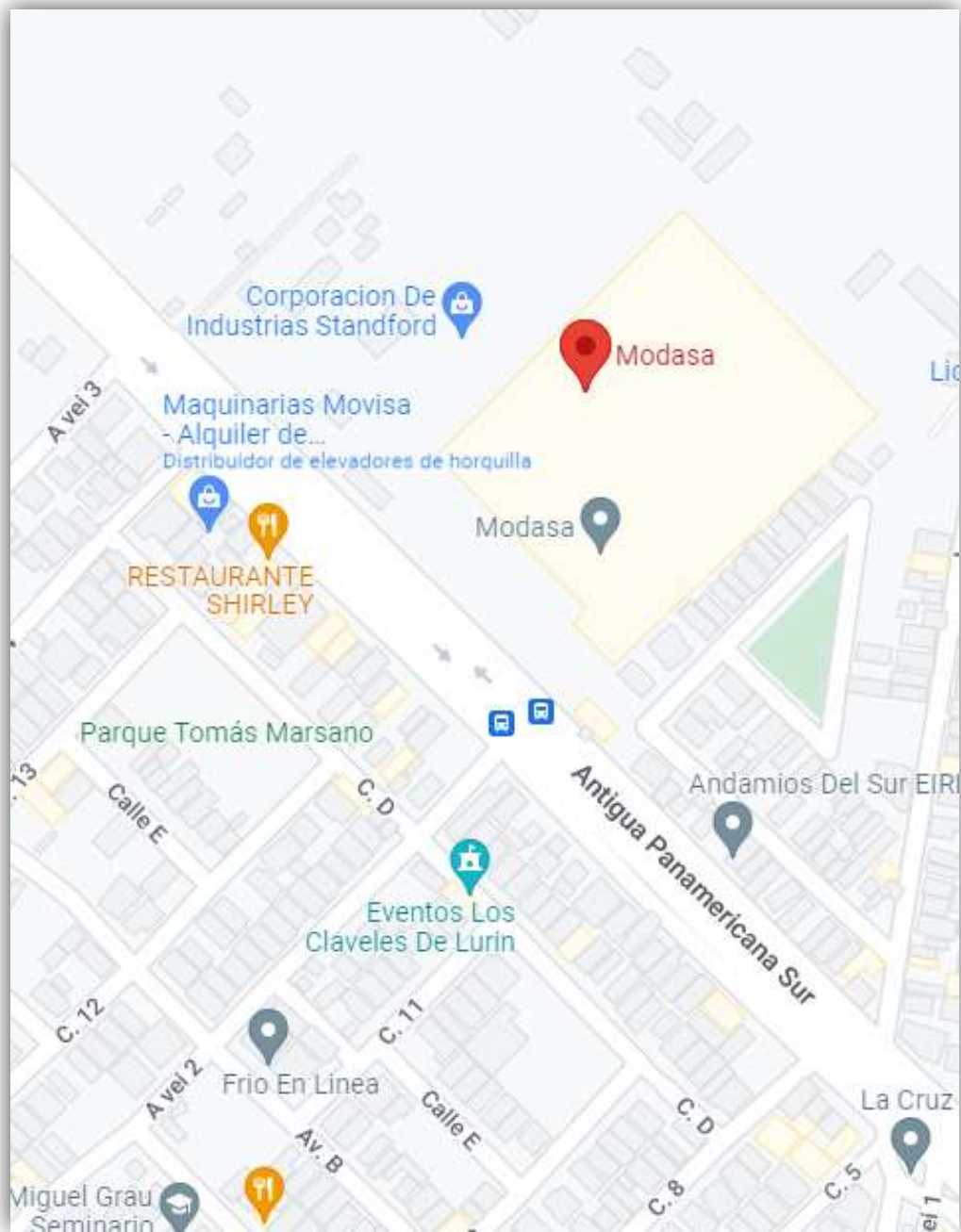
Con la presencia del presidente de la República, Francisco Sagasti, Modasa presentó seis plantas de oxígeno que fueron sido fabricadas a solicitud de Respira Perú. En medio de una situación sanitaria crítica, Modasa se suma al esfuerzo de la lucha contra la pandemia, demostrando una vez más su compromiso con el país y con el desarrollo de la industria peruana.

Figura 1.1: Motores Diesel Andinos -- MODASA



Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Modasa>

Figura 1.2: Ubicación Geográfica – Planta Industrial



Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Modasa>

1.2.2 Visión

Ser la primera opción de compra a nivel nacional en el mercado de buses, grupos electrógenos, equipos y servicios de taller, por ser reconocida como una empresa con una actitud vanguardista en el desarrollo de productos y en brindar soluciones operativas que sus clientes necesitan.

1.2.3 Misión

Diseñar, producir y comercializar buses, grupos electrógenos y equipos de la más alta calidad y tecnología internacional, para brindar soluciones operativas acorde con las necesidades específicas de cada uno de nuestros clientes. Operar la empresa generando una rentabilidad acorde con las expectativas de nuestros accionistas, logrando el compromiso y desarrollo profesional de nuestros empleados, contribuyendo con el desarrollo y beneficio social de nuestro país

1.2.4 Valores y Principios

Los valores de todos los modasinos influyen notablemente en los resultados de cada área de negocio, siendo esta, la clave para el desarrollo personal, profesional y están fundamentados en los siguientes valores y principios:

- Compromiso
- Trabajo en Equipo
- Honestidad
- Calidad e Innovación

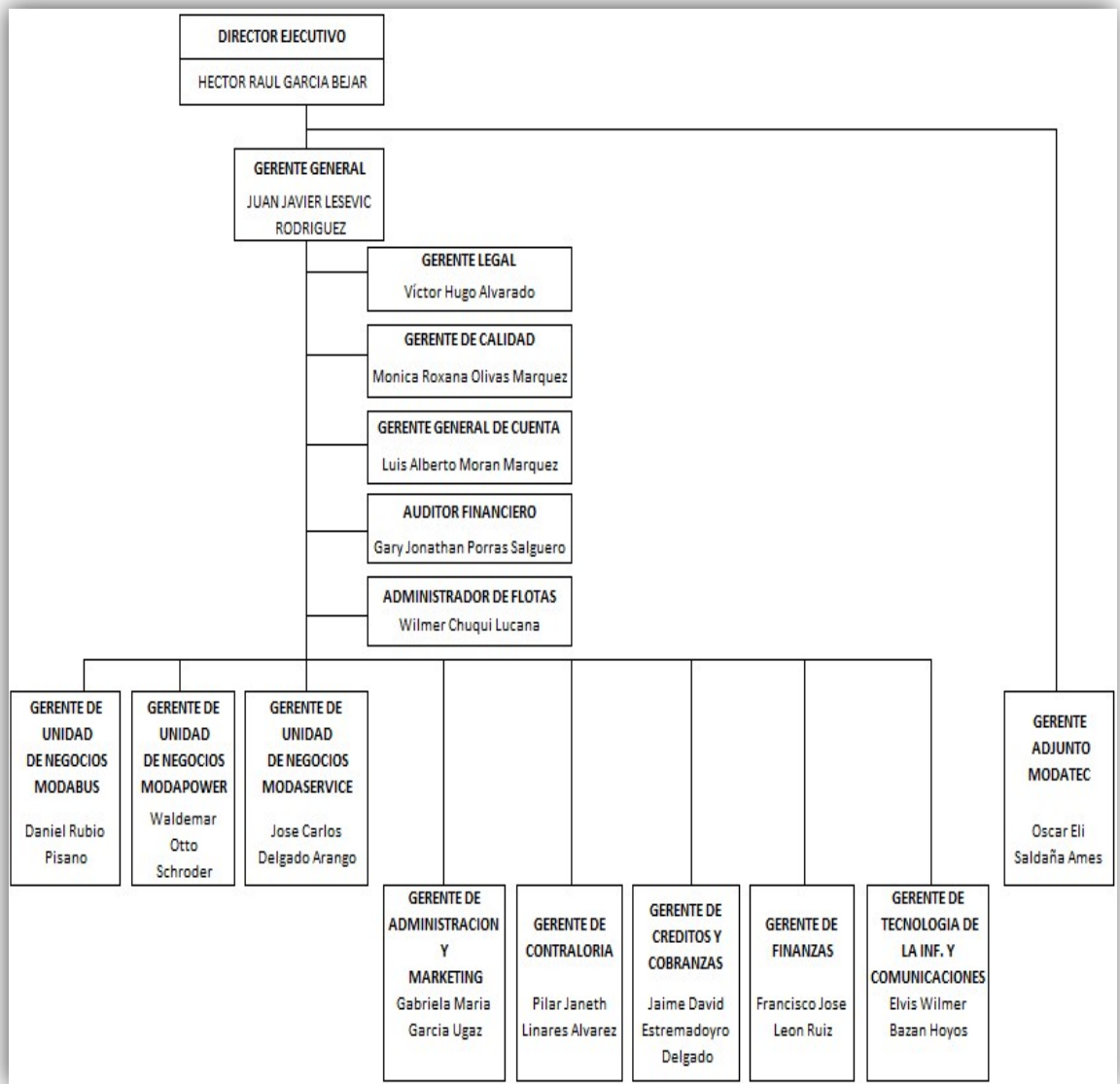
El conjunto de todos estos valores y principios éticos son respetados durante toda su actividad y se caracterizan por:

- Perdurabilidad (no sufren modificaciones a corto plazo)
- Naturaleza genérica (Afectan a cuestiones distintas)
- Publicación (Fomentar y exhibir)

1.2.5 Estructura Orgánica

A continuación, se presenta la estructura orgánica de la empresa, donde se puede apreciar las jerarquías, gerencias y Unidades de Negocio.

Figura 1.3: Estructura Orgánica General de MODASA



Fuente: Motores Diesel Andinos S.A. - MODASA

UNIDAD DE NEGOCIO MODAPOWER

Es la encargada de fabricar Grupos electrógenos Diesel con amplio Rangos de Potencia desde 3KVA hasta 3000 KVA, entre los diferentes tipos de productos que ofrecen se muestran:

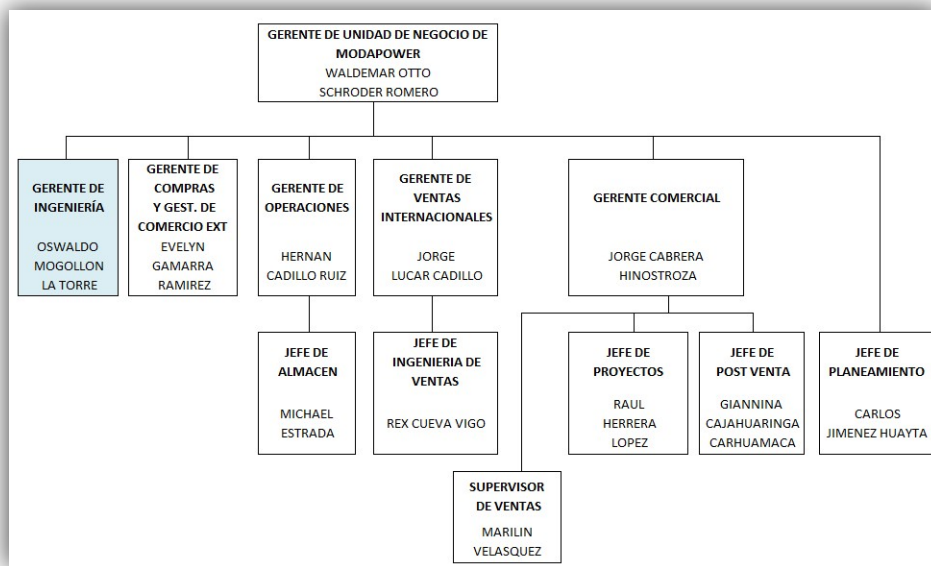
Figura 1.4: Línea de Productos MODAPOWER



<https://modasa.com.pe/energia/grupos-electrogenos/>

Así mismo esta unidad tiene el siguiente esquema organizacional

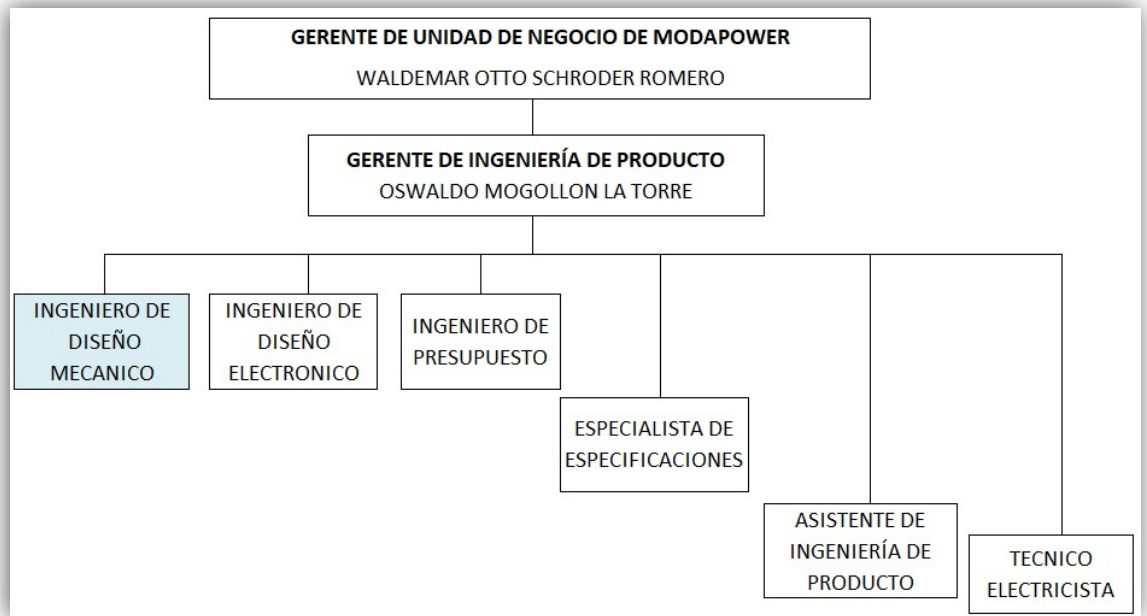
Figura 1.5: Estructura Orgánica de las Unidades de Negocio MODAPOWER



Fuente: Motores Diesel Andinos S.A. - MODASA

Dentro de la Unidad de Negocio Modapower, se encuentra el área de Ingeniería de Producto, el cual es la encargada de realizar los Diseños de los Grupos electrógenos y es donde pertenezco, ya su vez esta área tiene el siguiente organigrama.

Figura 1.6: Estructura Orgánica de las Unidades de Negocio MODAPOWER



Fuente: Motores Diesel Andinos S.A. - MODASA

1.2.6 Actividades desarrolladas por la empresa

Modasa desarrolla varias actividades diversas, la cuales se categorizan de la siguiente manera:

Figura 1.7: Unidades de Negocio - Actividades Desarrolladas



<https://modasa.com.pe>

1.2.7 Cargo, Funciones y Responsabilidades

Con respecto al cargo de Diseñador de Producto el cual vengo desempeñando, tengo las siguientes funciones:

- Realizar Diseños y dibujos de Grupos Electrónicos
- Supervisar el desarrollo de los Prototipo a Fabricar
- Realizar las Pruebas necesarias para su buen funcionamiento
- Realizar pedido de materiales según el tipo de proyecto
- Fabricar dispositivos para el mejoramiento de producción y fabricación
- Evaluar nuevos productos con mejor calidad y menor costo
- Coordinar con proveedores externos la necesidad de su apoyo ya sea en fabricación o compra de productos
- Atender solicitudes del cliente y dar solución de acuerdo a la especialidad.

II FUNDAMENTOS DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 Antecedentes

Antecedentes Nacionales

- Del Castillo Quirita (2017) “Mitigación De Los Niveles De Ruido Por Aislamiento Acústico De La Cabina Del Proceso De Granallado En La Empresa Reír Minerales Vulco Perú S.A.”

En los distintos procesos industriales el ruido estará presente y estos son una principal molestia en los centros de trabajo, uno de estos procesos es el de granallado, en nuestro medio el empleador debe garantizar la salud y seguridad de sus trabajadores Artículo 48 de la ley N° 29783 Seguridad y Salud en el Trabajo.

Se tuvo en cuenta el aislamiento acústico usando materiales para disipar la energía acústica (Lana de Roca, Lana de vidrio, placas acústicas, etc.), además se realizó un monitoreo basado en NTP ISO 9612: 2010, este aislamiento se aplicó en las superficies laterales y techos. Los resultados obtenidos luego de usar estos métodos acústicos son evidentes, y se han reducido en aproximadamente de entre 6 a 9 dB(A) en algunos puntos de medición y estos resultados están permitidos porque está bajo los niveles de presión sonora permitidos por la Resolución Ministerial N° 375- 2008-TR, Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico el cual es 84 decibeles (A). Por otro lado, además se les brinda a los trabajadores sus EPP's (Equipos de Protección Personal) y esto favorece en disminuir el ruido en 9 dB(A).

- Salas Mamani (2021) “Diseño De Un Procedimiento De Cimentación Dinámica De Un Grupo Electrónico Estacionario De 190 Kva Modelo G0206pkst Mediante El Análisis Vibracional”

En la actualidad las cimentaciones de máquinas se realizan en forma empírica usando recetas o por experiencias pasadas, debido a la complejidad del diseño, poca información, datos del suelo, etc. No se opta comúnmente por realizar este cálculo, pero cuando se realiza esta se calcula Estáticamente y no Dinámicamente. En la presente tesis se está realizando primero la obtención de datos como son datos del equipo, cimentación y del suelo.

Aunque los fabricantes de Grupos generadores presentan métodos un método de cálculo para predimensionar la Cimentación, esta tesis aplica la norma ACI 351.3R-18 para equipos como en este caso donde su peso no supera los 2270 kg.

Las cargas sísmicas también fueron consideradas según el RNE-E.030. Se aplico modelos matemáticas con ciertos grados de libertad para poder realizar las simulaciones usando las fórmulas diferenciales con 1,2 y 3 grados de libertad, igualmente ya que el grupo generador se encontraba ya diseñado de fábrica y utilizaba amortiguadores se empleó un análisis de Transmisibilidad. De igual forma para poder realizar estos cálculos para equipos generadores mayores a 4540 kg la norma ACI_351.3R recomienda apoyarse en el análisis por software especializado y apoyarse en la norma ACI_318S que es la que tiene requisitos para concreto estructural. Concluyendo que este estudio dio como resultado la factibilidad de este procedimiento para validar las dimensiones obtenidas de la losa de cimentación cumpliendo las normativas antes mencionadas.

- Silva Vigo (2018) “Dimensionamiento Y Selección De Un Sistema De Emergencia De Suministro Eléctrico, En El Hospital De Chala II - Arequipa”.

El problema del corte de energía imprevista afecta a todas las personas tanto en su vivienda , trabajo y rigurosamente a los establecimientos de salud , esto repercute en la salud de las personas y posiblemente puedan llegar a a morir si se encontrasen en sala de operaciones, también se dañan equipos médicos, por tal motivo una solución a estos problemas energéticos, por eso se trató de dimensionar calculando la Máxima demanda necesitada los siguientes componentes: Grupo electrógeno, UPS, Transformador y TTA.

El valor de máxima demanda calculado para este proyecto en el Distrito de Chala es de 446.39 KW a pesar de ser un distrito de 5194 personas (INEI, Censo 2007), es apropiado entonces utilizar un Grupo Generador de 498 KW, en este caso se utilizó un Grupo Generador Marca DOOSAN MD 560 de la marca MODASA, este modelo se seleccionó de tablas de fabricantes, el cual se brinda las características mínimas como (Potencia, Voltaje, Amperaje, dimensiones externas, capacidad sonora, etc.).

Aunque no se detalla la ubicación del Grupo Electrógeno dentro del Hospital, se tendría que tener en cuenta que debería estar en un ambiente cerrado para aislar el ruido de estos equipos hacia los pacientes, personal médico y del público en general.

Mayormente las unidades de generación de energía en un Hospital se encuentran en un sótano o ambiente aislado llamado casa Fuerza.

Esta selección realizada es adecuada ya que también se incluyó un factor de seguridad por reserva de cargas futuras.

Antecedentes Internacionales

- Uysal, M., Bakar, O., Doğan, Y. (2022), “Comparación De Análisis De Ruido Y Valores De Prueba Con El Método De Elementos Finitos En Grupos Electrónicos Diésel”,

En la presente investigación se comenta que, durante el funcionamiento del Grupo electrónico a su potencia nominal, éstos generan ruido y por ende contaminan el ambiente y esto provoca daños a todo ser vivo, por tal motivo para mitigar el ruido, los fabricantes de grupos electrónicos diseñan un encerramiento o cabina alrededor del grupo electrónico y con este propósito se cumple con las normativas legales propias de la localidad donde serán instalados para su funcionamiento.

Por consecuente se analiza la fuente de ruido conociendo sus velocidades superficiales y posteriormente se evalúa con software de elemento finitos ANSYS, posteriormente se realizan también pruebas físicas basados en ISO 3744 y se realiza un comparativo de estos resultados

- H. M. Buluklu, F. Bal-Koçyiğit, E. Köse (2022) “Análisis De Diferentes Métodos De Supresión Del Ruido Del Generador Que Llega Al Ruido Interior”,

El desarrollo tecnológico trae consecuencias negativas, el ruido es una de estas, tanto en residencias como en industrias, en el entorno laboral la OIT determina límites (90db en 8 horas de tiempo de funcionamiento), el ruido puede ser peligroso en muchas industrias y esto conlleva a la pérdida auditiva, los generadores son fuentes importantes de ruido y la gran mayoría están limitados a 70 dba a 7m o 80 dba a 1m a plena carga continua.

Al medir el nivel de ruido del generador común, el valor dB(A), que es la presión sonora ponderada a nivel, se mide a una distancia de 7 metros en el espacio libre.

en otros estudios sobre la distancia y el ruido un generador a 15.24m produce 107 dB(A).

la medida del aire emitido el ruido está incluido en la norma internacional ISO 8528-10.

Los humanos pueden escuchar sonidos en el rango de frecuencia de 20-20000 Hz en condiciones normales, Los sonidos por encima de los 700 Hz comienzan a dañar el oído.

Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el ruido no debe ser superior a 70 dB(A).

Usando los métodos pasivos (Barreras Acústicas) y activos (Silenciadores) se pudo comprobar reducción del nivel de presión sonora.

- (2019), “Predicción De Atenuación Acústica En El Diseño De Una Caseta Para Planta De Emergencia Que Cumpla Con La Norma Mexicana En Referencia A Fuentes Fijas De Generación De Ruido”.

Las cabinas de grupos generadores, producen ruidos demasiados altos y estos sobrepasan las normativas mexicanas, teniendo como límites máximos en horarios diurnos de 68 dB(A) y en el horario nocturno de 65dB(A).

Se realizará un análisis entre un Modelo Comercial y un Prototipo y se verificará el cumplimiento de la norma NOM-081-SEMARNAT-1994.

Para el análisis de las casetas también se consideran nuevos recubrimientos de espuma (Poliuretano, PVC Foam y San Foam) que serán aplicados con diferentes espesores de 1”, 1-1/2” y 2”.

Por otro lado, también se realizó análisis por software usando el ANSYS.

Se pudo concluir que las mayores zonas de ruidos se ubicaron en las rejillas de ventilación. Además, se comprobó que el mejor material que tuvo un desempeño alto es el San Foam.

2.1.2 Bases Teóricas

Sonido

Es una onda producida por vibraciones mecánicas y estas ondas se pueden propagar a través de líquidos, sólidos o gases, ósea que pueden propagarse en el vacío. Hay sonidos que solo los pueden escuchar los humanos y otros pueden ser percibidos por otras especies.

Nivel de Intensidad del sonido

En USA es denominado Noise Level o nivel de ruido como también se le denomina en muchos países. La unidad de medida usada es el Decibelio. Teniendo en cuenta que el ser humano solo puede percibir ciertas frecuencias se ha creado el Decibelio Ponderado (A), que es la unidad de nivel de ruido en la que se han filtrado altas y bajas frecuencias y ésta se mide en dB(A), el cual es más usado en el campo de la acústica y en el cual se configuraron los instrumentos de medición sonora.

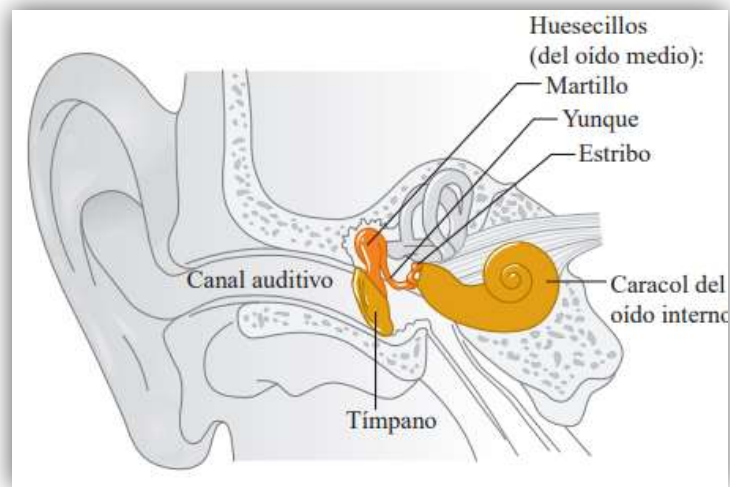
Podemos verificar los efectos en la salud de acuerdo a los niveles de dB(A).

dB(A)	Actividades /Maquinas	Distancia (m)
10	Respiración Tranquila	1
30	Frigorífico silencioso	1
40	Conversación susurrada	1
60	Restaurante, Lluvia, ventilador	-
70	Almacén, Trafico tranquilo	1
80	Motores, Ventiladores Industriales	1
90	Trafico severo, imprentas, taller mecánico	-
100	Discoteca, sirena de ambulancia, motos	10
120	Motor de avión, martillo neumático	-

Frecuencia Audible por el oído humano

Según la anatomía humana podemos captar la onda sonora ya que esta hace oscilar al tímpano y este a su vez se transmite a los demás partes llegando a transformarse en impulsos nerviosos captados por el cerebro. El sonido audible percibido por el oído humano está en el rango de 20-20000 Hz.

Figura 2.1: Anatomía del oído humano



Fuente: Sears y Zemansky "Física Universitaria" 13ª Edición, (2013, p.512)

Sonido no audible por oído Humano

El infrasonido y el ultrasonido no son percibidos por el oído humano, sin embargo, el ultrasonido tiene aplicaciones en otros campos de la tecnología como son en medicina la ecografía y en radares para detección de cardúmenes de peces que son utilizados en navíos pesqueros.

Contaminación Acústica

Las consecuencias de las tecnologías provocadas por el hombre taren esta consecuencia, la contaminación acústica no solo es dañina para el ser humano sino para todos los seres vivos, esta contaminación puede ser tal que puede ocasionar daños en la salud irreversibles e incluso la muerte.

El tiempo de Exposición en los centros laborales también es un factor además de los Equipos de Protección Personal (EPP) que es obligatorio llevar para mitigar el impacto.

Duración (Horas)	Nivel de Ruido (dB)
24	80
16	82
12	83
8	85
4	88
2	91
1	94

Efectos Del Ruido En El Ser Humano

Se comentó anteriormente que los efectos en la salud del hombre son críticos debido al ruido y a su tiempo de exposición al mismo.

Entre los principales daños en la salud tenemos:

- Aceleración del ritmo cardíaco
- Aumento de la tensión muscular
- Aumento de presión arterial
- Irritabilidad
- Nerviosismo
- Agresividad
- Falta de Concentración
- Dificultad para dormir
- Pérdida progresiva del aparato auditivo

Grupos Electr6genos

Definici6n

Un grupo electr6geno es una m1quina de generaci6n de energ1a el6ctrica que se encuentra compuesta principalmente por un conjunto motor de combusti6n y un generador. El uso de estos equipos principalmente se usa cuando hay necesidad de energ1a el6ctrica ya sea que en alg6n lugar remoto no haya fluido el6ctrico y en otro caso se tenga este equipo como respaldo en caso no se cuente con tal suministro el6ctrico.

Clasificaci6n de Grupos Electr6genos

Existen muchas formas de clasificar a estas m1quinas, de lo cual muestro 4 clasificaciones b1sicas m1s importantes y comunes, estas pueden ser seg6n (R6gimen de trabajo, Movilidad, Nivel Sonoro, Motor).

A continuaci6n, se detalla estas clasificaciones

Clasificaci6n Seg6n su r6gimen de trabajo:

Seg6n la Norma ISO 8528-1 estas pueden ser:

- **STAND BY - ESP (Emergency Standby Power)**
El G.E. es usado como respaldo (back up) de la red p6blica o fuente primaria, suministra Potencia a carga variable.
- **PRIME - PRP (Prime Rated Power)**
El G.E es la fuente primaria de energ1a, suministra potencia continua a carga variable.
- **LTP (Limited-Time Power)**
El G.E. es usado como respaldo suministra Potencia a carga constante.

- COP (Continuous Operating Power)
El G.E es la fuente primaria de energía, suministra potencia continua a carga constante.

Clasificación Según su Movilidad:

Esta categoría hace mención a que los grupos electrógenos pueden ser:

- Estáticos:
Estos van instalados directamente sobre la superficie de trabajo y son anclados.

Figura 2.2: Grupo Electrónico Fijo



Fuente: <https://modasa.com.pe>

- Remolcados:
Para facilitar su desplazamiento estos grupos van instalados sobre un chasis remolque, el cual también tiene configuración de uso y velocidad.

Figura 2.3: Grupo Electrónico Móvil



Fuente: <https://modasa.com.pe>

- Undermount:
Son Grupos portátiles utilizados mayormente en contenedores refrigerados o buques.

Figura 2.4: Grupo Electrónico Undermount



Fuente: <https://modasa.com.pe>

Clasificación Según el Nivel Sonoro

Los fabricantes de grupos eléctricos suelen ofrecer lo siguiente:

- Grupos Eléctricos Abiertos
Estos se caracterizan por estar simplemente apoyados sobre su estructura base y se pueden observar todos sus componentes internos, al estar libres el ruido generado es fácilmente captable y molesto.

Figura 2.5: Grupo Eléctrico Abierto



Fuente: <https://modasa.com.pe>

- Grupos Electrógenos Insonoros
Estos se caracterizan por estar encerrados dentro de una cabina acústica, con esto se puede mitigar el ruido. Las cabinas pueden ser arreglos de planchas metálicas, contamines o fibra.
De la misma forma las cabinas pueden tener grados de Insonorización
Con diseños Estándar o Super-Silent.

Figura 2.6: Grupo Electrónico Abierto



Fuente: <https://modasa.com.pe>

Clasificación Según su Motor

Esta clasificación está orientada al tipo de combustible el cual operan los motores de combustión, estos pueden ser:

- G.E. a Diesel
- G.E. a Gasolina
- G.E. a Gas Natural
- G.E a GLP

A continuación, se muestra el poder calorífico de cada combustible de acuerdo a DGH (Registro de Hidrocarburos - Osinergmin)

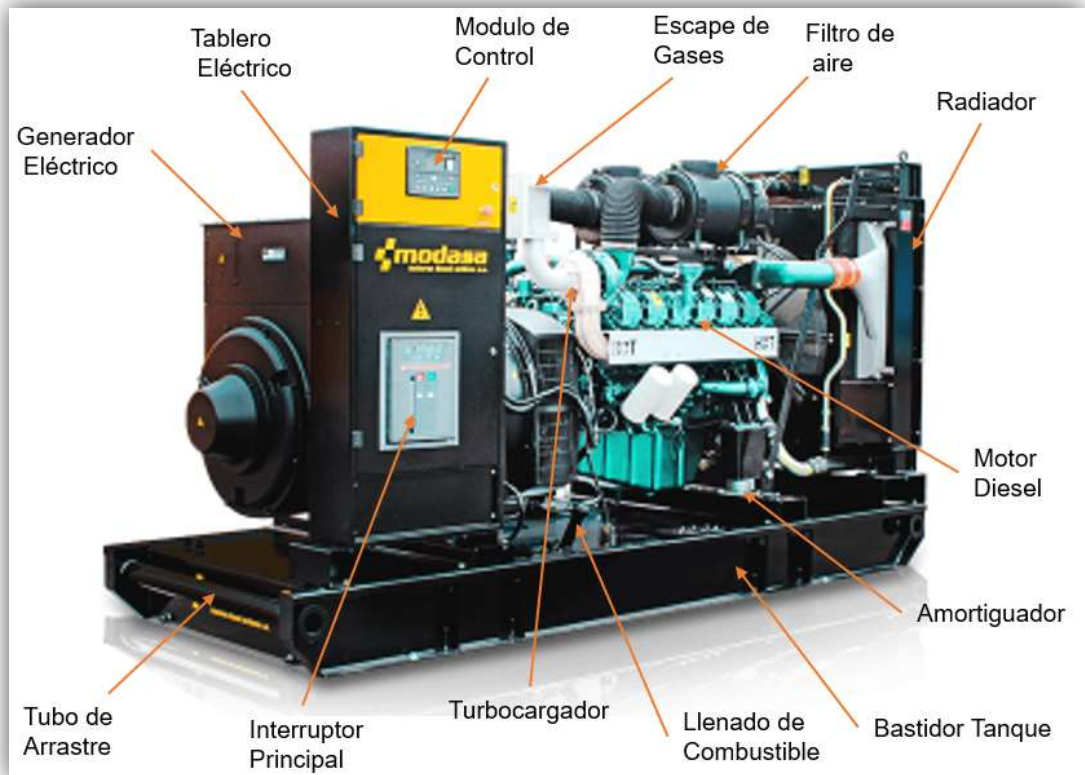
COMBUSTIBLE	PC	UNIDAD
GASOLINA	122.33	MJ / Galón Gasolina
DB5 S50 UV	136.45	MJ / Galón DB5
GLP	100.93	MJ / Galón GLP
GNV-C	39.87	MJ / m3 standard

Partes de grupo un electrógeno

Los Grupos electrógenos se encuentran compuestos por varias partes entre las cuales destacan:

- ✓ Motor de Combustión
- ✓ Generador
- ✓ Tablero eléctrico de control y fuerza
- ✓ Bastidor
- ✓ Aislamiento de vibración
- ✓ Sistema de Escape
- ✓ Sistema de Alimentación (Aire)
- ✓ Sistema de Refrigeración

Figura 2.7: Partes Principales de un Grupo Electrónico



Fuente: Elaboración propia

Motor de Combustión

Un motor de combustión o explosión es la máquina encargada de transformar la energía química en energía térmica, y de esta se obtiene la energía mecánica, la cual se da mediante rotación de la volante.

Generador

Un generador es aquella máquina eléctrica capaz de transformar la energía mecánica en energía eléctrica.

En el caso de un Grupo electrógeno el motor de combustión y el Generador van acoplados, esta unión se da primero fijando internamente por medio de discos flexibles (parte móvil) y luego se une la parte de la carcasa o bridas de cada uno de los equipos (parte estática), estas uniones empornadas se encuentran normalizadas de acuerdo a SAE J617C para volantes de inercia de motores Diesel.

Tablero de control y Fuerza

En los grupos electrógenos la configuración dimensional de los gabinetes eléctricos puede estar en distintas posiciones y también pueden ser de diferente tamaño, además pueden compartir un solo gabinete para ambos controles (mando y fuerza) como también tener gabinetes independientes.

El tablero de control consta de elementos de protección y componentes electrónicos propios del control y supervisión necesarias, además del cableado hacia un panel externo llamado Modulo de control, el cual el operador puede comunicarse con el equipo recibiendo señales e insertando parámetros

El tablero de Fuerza mayormente es más simple ya que la mayoría de veces solo tiene un solo interruptor principal y sus pletinas o cables de fuerza.

Bastidor

El conjunto Grupo Electrónico compuesto por Motor, generador y tablero eléctrico se encuentra montado sobre una estructura metálica rígida, esta estructura puede ser fabricada con Perfiles procedentes de dobleces de plancha metálicas o en su defecto se pueden utilizar perfiles estructurales.

Estos bastidores suelen ser de 2 tipos:

- Bastidor simple (Collarín)
- Bastidor Tanque (Incluye el volumen para albergar una capacidad de galones de combustible Diesel)

Para otros tipos motores el tanque puede estar en otras posiciones y también pueden ser de materiales plásticos, así como de capacidades diferentes y con normativas según UL142 y NFPA30.

También es usual ver grupos electrógenos con Tanques de almacenamiento de combustible externos llamados “Tanques Diarios” que dan una mayor capacidad y autonomía.

Aislamiento De Vibración

Estos elementos mecánicos son importantes en los grupos electrógenos ya que interviene notablemente en el diseño acústico. Para la adecuada selección se tendrá que tener en cuenta la información básica necesaria para iniciar los cálculos como son:

- ✓ Peso del grupo electrógeno
- ✓ Posiciones del Centro de Gravedad
- ✓ Frecuencias de Excitación
- ✓ Modelos del Motor y generador, etc.

La mayoría de los fabricantes de estos productos ofrecen sus productos indicando los valores de diseño que soportan estos componentes como son:

- ✓ Carga mínima
- ✓ Carga máxima
- ✓ Frecuencia de resonancia
- ✓ Material (Caucho Natural con alma y base metálica)

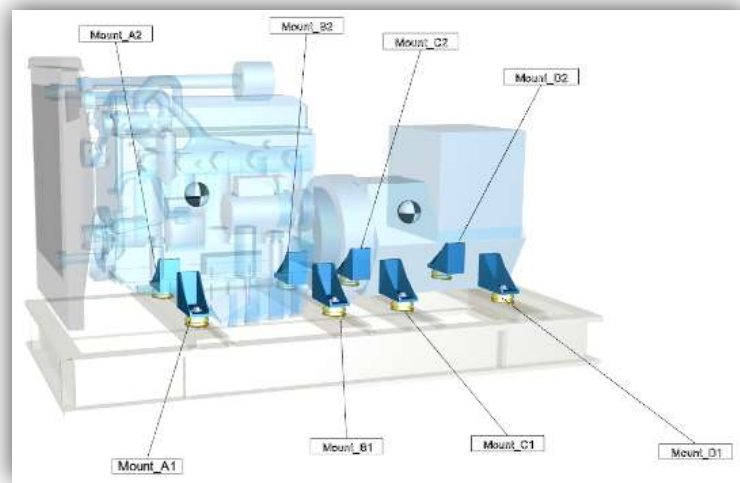
Figura 2.8: Soportes Anti vibratorios



Fuente: <https://www.mecanocaucho.com/es>

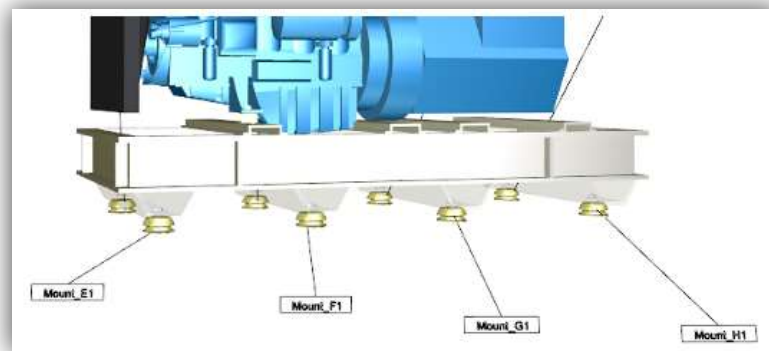
Existen procedimientos para determinar los puntos donde se realizará la medición de vibraciones según el estándar ISO 8528-9 pero estos aislantes tienen que ser seleccionados por medio de tablas de los fabricantes o realizando métodos experimentales comparativos con resultados positivos de casos similares. Además, se tiene que analizar la ubicación de estos Aislamientos Anti vibratorios según su ubicación más conveniente, estos pueden ser:

Figura 2.9: Amortiguadores sobre el Bastidor y debajo del Grupo



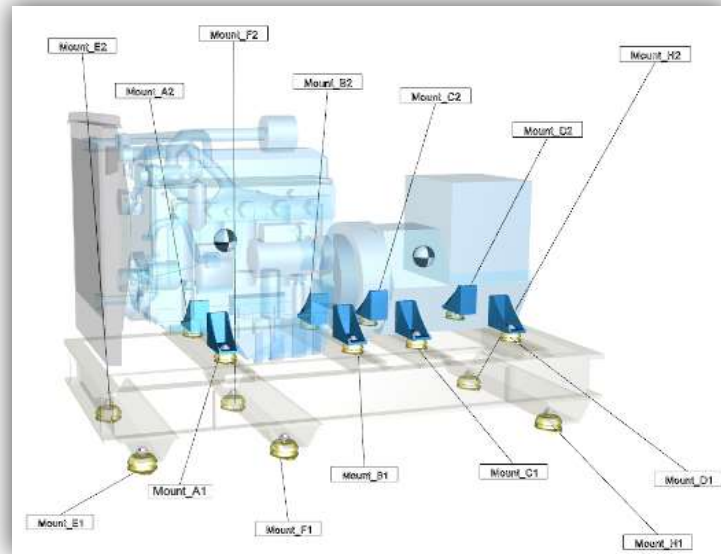
Fuente: <https://www.mecanocaucho.com/es>

Figura 2.10: Amortiguadores debajo del Bastidor y Grupo



Fuente: <https://www.mecanocaucho.com/es>

Figura 2.11: Amortiguadores con Ubicación Mixta (Doble masa)



Fuente: <https://www.mecanocaucho.com/es>

Ruido en Grupos electrógenos

En el Diseño e instalación de grupos electrógenos se tiene que tener en cuenta 2 cosas importantes:

- Las reglamentaciones locales (distritales, provinciales, etc.) donde serán instalados estos equipos
- Normativa Establecida por la OSHA (Administración de salud y seguridad Ocupacional) ($\leq 80\text{dBA} \times 8\text{Hrs}$ de Trabajo)

El ruido para que pueda cuantificarse se puede utilizar la Presión Sonora y la Potencia sonora, ambos con unidades de decibelios, teniendo en cuenta que:

- Presión sonora (medido por un micrófono)
- Potencia sonora (Se calcula)

A continuación, se muestra el rango de audición humana desde el umbral de audición hasta el umbral de dolor:

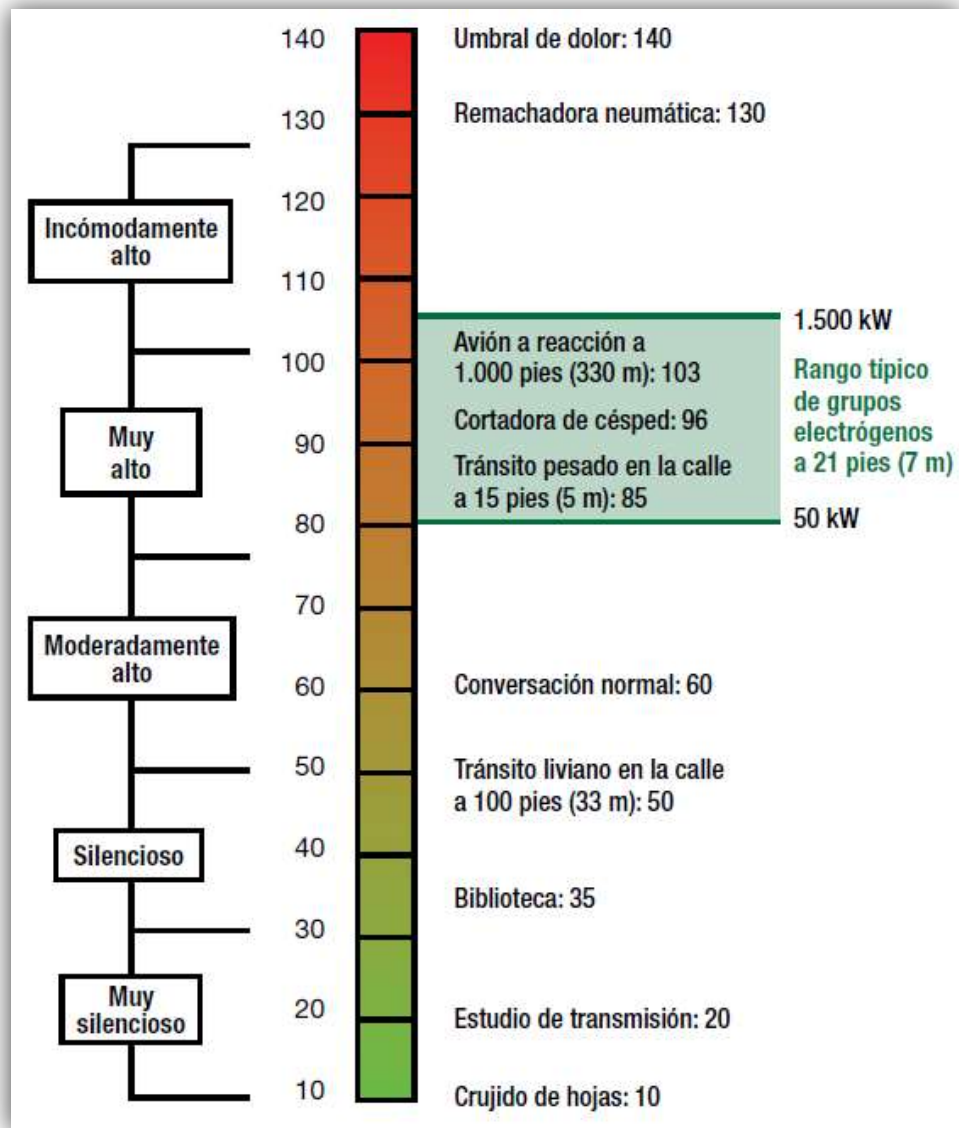
Figura 2.12: Grafico de Nivel de Presión Sonora

Outdoor Sounds	dB(A)	Indoor sounds
	140	Threshold of pain
Gunshot	135	
	130	
Jackhammer	125	
Thunder	120	Rock Band
	115	
Chain Saw	110	
Car Horn	105	
Snowmobile	100	Hair Dryer
Gas Lawn Mower	95	Garbage Disposal
	90	Factory Noise
Street Traffic	85	Vacuum Cleaner
Busy Urban Area	80	Dog Barking
	75	Normal Speech
Commercial Area	70	Business Office
	65	Dishwasher
	60	Average Home
Quiet Urban Daytime	55	Theater
	50	Living Room
Quiet Urban Nighttime	45	Library
Raindrops	40	Quiet Conversation
Quiet Suburban, Nighttime	35	Bedroom
	30	Soft Whisper
Quiet Rural Nighttime	25	Recording Studio
Rustling Leaves	20	
	15	
	10	
	5	
	0	Threshold of hearing

Fuente: www.kohler-sdmo.com

También podemos apreciar el nivel de ruido típico del rango de Grupos Electrógenos fabricados comúnmente

Figura 2.13: Niveles de Ruido Típicos asociados con distintos entornos y fuentes de ruido



Fuente: www.cumminspower.com

En la actualidad se han desarrollado 2 escalas la A y B, pero para la medición del sonido del generador se usa la Escala A: dB(A)

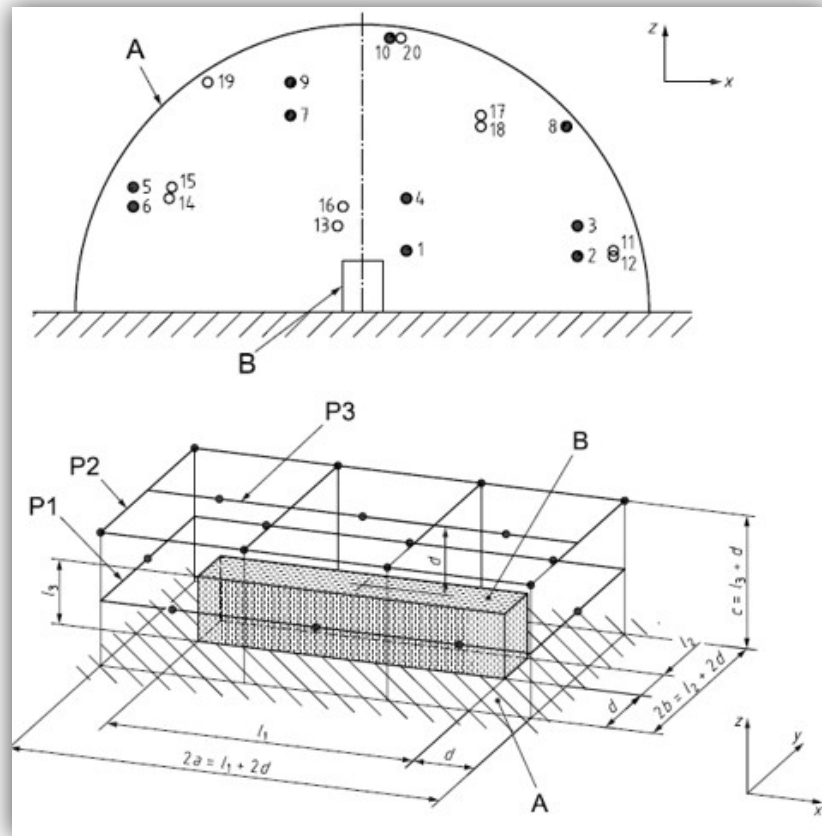
Medición del ruido

La medición del ruido establecido por la mayoría de fabricantes de grupos electrógenos insonoros recomienda:

- 100% de Carga Nominal
- Sistema de Escape incluido
- 8 micrófonos distanciados a 7m, cada 45° a 1 m de altura.

Según la norma ISO-3744 la distribución de los micrófonos puede ser en una envolvente imaginaria teórica “Hemisférica” o “Paralelepípedo”

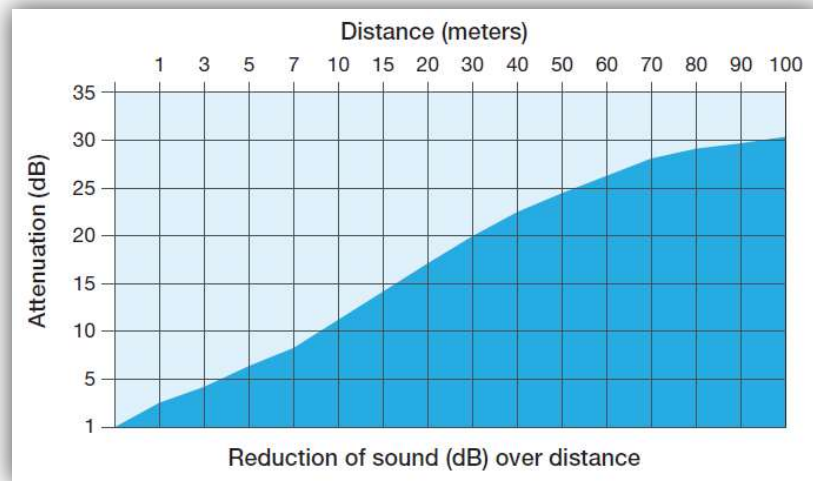
Figura 2.14: Tipos de envolvente Hemisférica y Paralelepípedo



Fuente: ISO-3744

Cuando hay espacio libre y despejado para la medición del Grupo generador (sin superficies reflectantes) se considera que el ruido se reduce en 6dB(A) cada vez que se duplica la distancia.

Figura 2.15: Reducción del Sonido con la Distancia



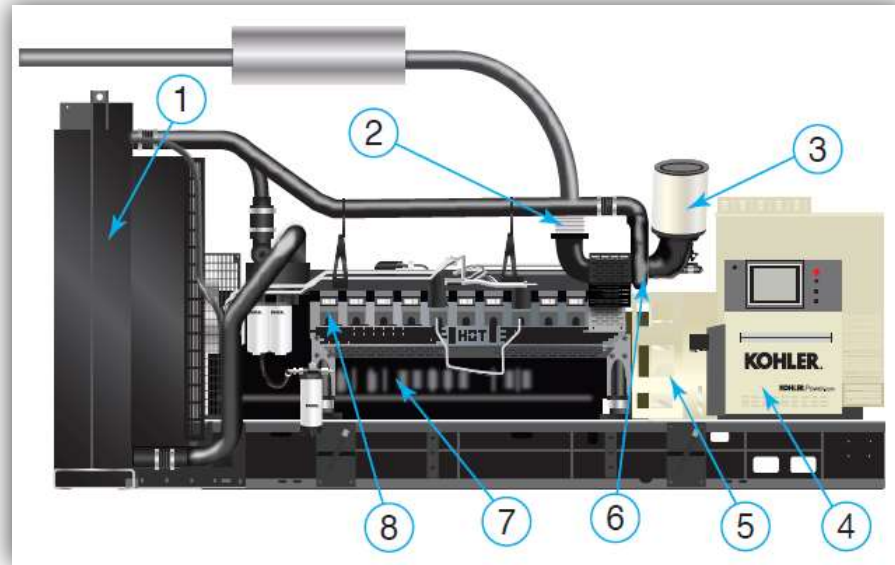
Fuente: www.kohler-sdmo.com

Fuentes de Ruido dentro de un grupo electrógeno

Los diferentes componentes mecánicos que conforman el grupo generador al estar sometidos a vibración debido al funcionamiento del mismo interactúan con el aire y estos a su vez generan ruido, entre los principales componentes y los de mayor ruido tenemos:

- 1) Ventilador del Radiador (100 – 105 dB(A) @ 1m)
- 2) Escape de Gases Libre (120 -130 dB (A) @ 1m)
- 3) Entrada de aire
- 4) Alternador (80-90 dB(A) @ 1m)
- 5) ventilador del Alternador (80-90 dB(A) @ 1m)
- 6) Turbocompresores
- 7) Bloque de motor (100- 121 dB (A) @ 1m)
- 8) Tapas de válvulas

Figura 2.16: Fuentes de Ruido en un Grupo Electrónico



Fuente: www.kohler-sdmo.com

Los Silenciadores que se instalan en el sistema de escape también contribuye a mejorar el ruido.

Tipo de Silenciador	Reducción del ruido dB (A)	Grado de Atenuación
Industrial	10-17	Bajo
Residencial	18-25	Medio
Critico	26-32	Alto
Hospitalario	33-42	Muy alto

Sistema de Escape

Este sistema inicia desde la brida o tubería de salida de gases de combustión que se encuentra en la parte superior del motor estos gases tiene compuestos dañinos para la salud y además cuando el grupo está en pleno funcionamiento generan un ruido excesivo debido a la presión con la cual son expulsados.

Para poder conducir y atenuar el ruido producto de los gases de escape se diseña un silenciador, que por lo general pueden ser de tipos Industrial o residencial, estos son acoplados a al motor por medio de una unión flexible de acuerdo al diámetro de salida del mismo.

Durante la selección o el diseño del silenciador se debe tener en cuenta:

- ✓ Velocidad del Flujo de gases (m/s)
- ✓ Temperatura máxima del Fluido (°C)
- ✓ Diámetro nominal de la tubería (mm o Pulgadas)
- ✓ Perdida de Carga

La pérdida de carga está relacionada con el motor ya que este tiene valores de contrapresión del sistema de escape del motor, el cual si son mal diseñados o aplicados suelen tener efectos de perdida de potencia y consumo de combustible.

Sistema de Alimentación (Aire)

Los motores de combustión interna consumen entre 50 a 150 litros de aire por cada CV, para poder realizar la combustión, además se tiene que adicionar una cantidad para la refrigeración del mismo.

El sistema debe diseñarse de tal forma que el aire ingrese lo más limpio posible, por eso se considera la instalación de Elementos filtrantes si es que el motor no viene de fábrica, estos atrapan las impurezas del medio que los rodea, adicionalmente en las tomas cercanas a los filtros y el motor

se suelen colocar indicadores de saturación del filtro, el cual es una alerta para su limpieza o cambio de acuerdo a los periodos de mantenimiento.

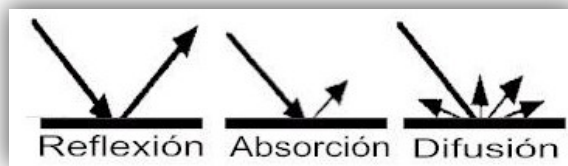
Insonorización

Definición

El concepto de insonorizar es aislar, en consecuencia, se tiene que tomar en cuenta que hay que apartar la fuente generadora de ruido del medio externo para evitar la contaminación acústica, esto se logra envolviendo a dicho equipo dentro de un cerramiento, el cual en la mayoría de diseños elaborados por los fabricantes este hecho en planchas de acero plegadas, acompañando de materiales acústicos, que son absorbentes.

Hay que tener en cuenta el efecto que produce la onda sonora cuando encuentra un material que se opone a su propagación.

Figura 2.17: Comportamiento del Sonido en Superficies



Fuente: <https://abletonlove.wordpress.com>

- **Reflexión Acústica**
Este fenómeno hace que la onda acústica sea devuelta, el cual forma un ángulo de incidencia. Se pueden abordar estos casos usando materiales no porosos, rígidos y materiales lisos.
- **Absorción Acústica**
Parte de la energía es absorbida pero la onda continua su propagación.
Se pueden abordar estos casos usando materiales porosos, resonadores.
- **Difusión Acústica**
Este fenómeno provoca que las ondas se difuminen en varias direcciones y en forma uniforme.

Cada material posee propiedades únicas de acuerdo a su naturaleza, también a la influencia y frecuencia de las ondas sonoras, los coeficientes de absorción de estos también varían (según la norma ISO 354:2003 Medida de la absorción acústica en un acamara reverberante).

Factores del Aislamiento Acústico

Existen actualmente factores que cumplen con un buen aislamiento acústico, entre estos tenemos:

- Factor Masico
Esta forma de aislar toma en cuenta la masa de los elementos constructivos, ya que si es mayor la masa esta ofrece una mayor resistencia, en consecuencia, aumenta la atenuación del ruido.
- Factor multicapa
Al aumentar las capas en un aislamiento es notablemente favorable ya que la frecuencia y resonancia generada pueden obtener una máxima absorción.
- Factor de disipación
Instalando materiales de baja porosidad y densidad entre capas se logar obtener resultados favorables para la insonorización.

Métodos de Insonorización de Grupos electrógenos

Para poder obtener los métodos básicos necesarios para una buena insonorización, se deben identificar los principales elementos generadores de ruido de estos equipos, como se identificó los “Ruidos en Grupos Electrógenos” mencionados anteriormente, se puede proceder a iniciar los métodos para contener el ruido.

- Uso de Amortiguadores (Motor Diesel y Generador eléctrico)
- Uso de silenciadores (Sistema de Escape)
- Uso de Paneles Acústicos (Todo Elemento sujeto a movimiento y generador de ruido)
- Uso de Rejillas Acústicas (Sistema de Ventilación)

De igual forma estos grupos pueden ser insonorizados sobre su bastidor o en todo caso la insonorización se llevará a cabo en la sala donde serán instalados.

Además, muchos grupos electrógenos son instalados en sótanos, por tal motivo se tiene que considerar el diseño del pórtico de izaje para su traslado, dejando espacios para ajustar la cabina sin que provoque deformaciones mecánicas.

Se puede considerar diferentes materiales para aplicarlas en los métodos mostrados y ser evaluados en funcionamiento, así como la factibilidad de conseguirlos y a costos accesibles desacuerdo al mercado.

MATERIALES ACUSTICOS Y TERMICOS

Para la elección de los materiales acústicos, se presenta solo los materiales que comúnmente son utilizados en el diseño de la insonorización de los grupos electrógenos, estos pueden ser utilizados en cabinas o salas.

Figura 2.18: Lana de Roca



Fuente: <https://termolan.pt/>

Tipos de materiales acústicos

- **Lana de roca**

Este material proviene de la familia de lanas minerales y es fabricado a partir de la roca volcánica, entre sus propiedades destacan las de aislamiento acústico, térmico y protección al fuego. Debido a su forma laminar fibrosa, alberga cavidades de aire en su interior.

Comportamiento al Fuego

Ya que es un material incombustible evitan la formación y transmisión del fuego

Comportamiento como aislante térmico

Es un material excelente como aislante ya que tiene un amplio rango de temperaturas de servicio (-200 °C a +800 °C)

Aislante Acústico

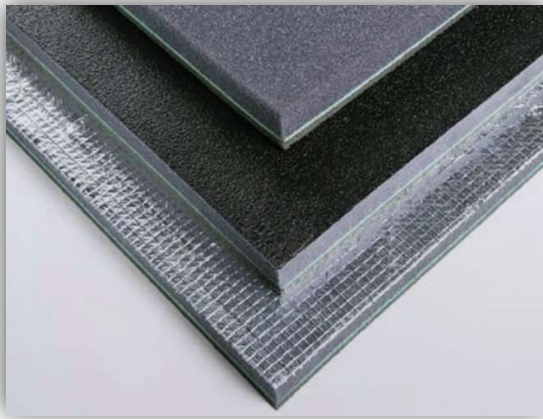
Gracias a su estructura laminar y volumétrica tiene buenas propiedades a la absorción acústica.

- **Placas Composite**

Material de elevado rendimiento acústico utilizado mayormente para absorber los ruidos dentro de un ambiente o recinto. Este material está constituido por lo general con:

- Espuma fonoabsorbente
- Barreras aislantes
- Film Protector

Figura 2.19: Placas Composite



Fuente: <https://sonoflex.com/>

Actualmente existen variedades de productos, pero para la aplicación de encabinados de máquinas y equipos se usan los que tengan la prestación de aislación y absorción sonora.

Ventajas

- Atenuación y absorción sonora
- Acabado estético
- Fácil instalación con y sin adhesivos
- Temperaturas de trabajo (-10 °C a 80 °C)

- **Mantas Térmicas**

Las mantas térmicas ampliamente utilizadas como barreras térmicas son conocidas por sus propiedades aislantes y resistentes a altas temperaturas en su composición presentan fibras de vidrios mezclados con otros materiales, estos tipos de mangas soportan hasta 500°C

Características:

- Material ligero
- Fácilmente manipulable y maleable
- Material Infugo
- Alta resistencia mecánica
- Temperaturas de trabajo (Hasta 500°C)

Presentación

Comercialmente son fabricadas en rollos de 100 – 500 mm con espesores de 10-20 mm y longitudes de 25 a 30m

Figura 2.20: Placas Composite



Fuente: <https://www.soindus.cl/>

Características del diseño de la Rejillas de ventilación Acústica

O Celosías Acústicas

Las características de este tipo de diseños son usadas ampliamente en:

- Edificios, salas habitaciones
- Cabinas de Equipos
- Barreras Acústica
- Múltiples aplicaciones industriales, etc.

Además, es muy utilizado porque entre muchas de sus ventajas tienen estas características:

- Diseño compacto
- Peso Ligero
- Buena Atenuación del ruido
- No obstaculiza la circulación de aire
- Fácil Instalación, etc.

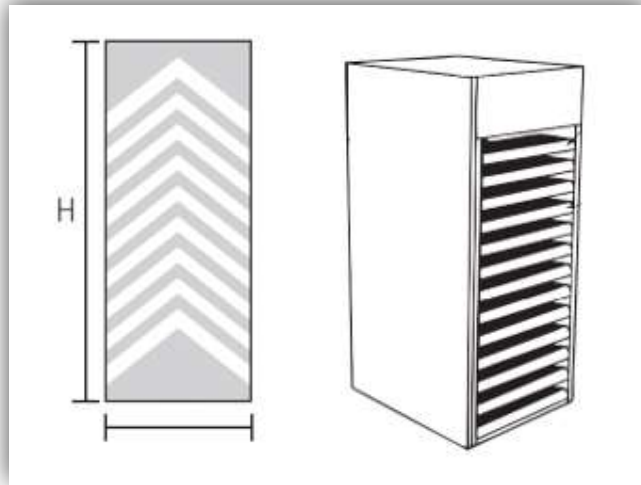
La mayoría de los fabricantes lo diseñan con marcos empernados de diferentes tamaños simples y modulares, además estos pueden ser fabricados en diferentes materiales de acuerdo al tipo de aplicación (láminas de acero al carbono, acero inoxidable y aluminio).

Con referente a su forma constructiva de la persiana o deflector pueden ser de tipo:

- Perfil Recto Estándar
- Perfil Aerodinámico

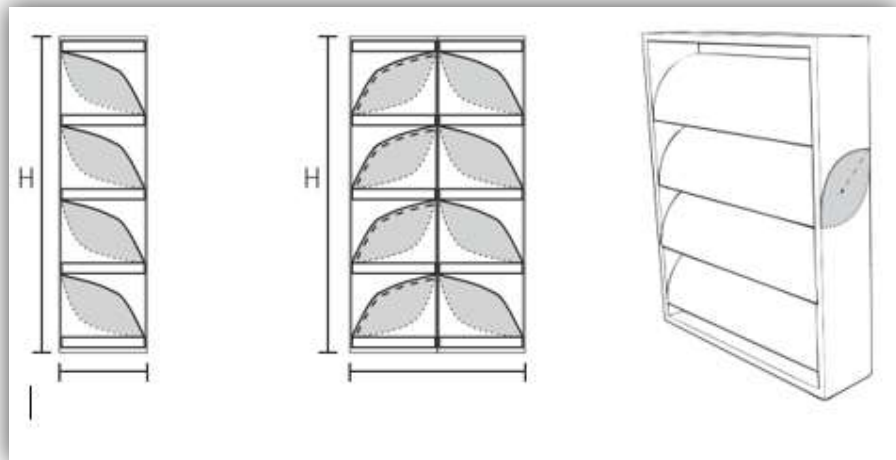
A su vez, estos pueden tener 2 o más niveles con trampas, siguiendo recorridos.

Figura 2.21: Celosía de Perfil Recto en “V Invertida”



Fuente: <https://www.inerco.com/>

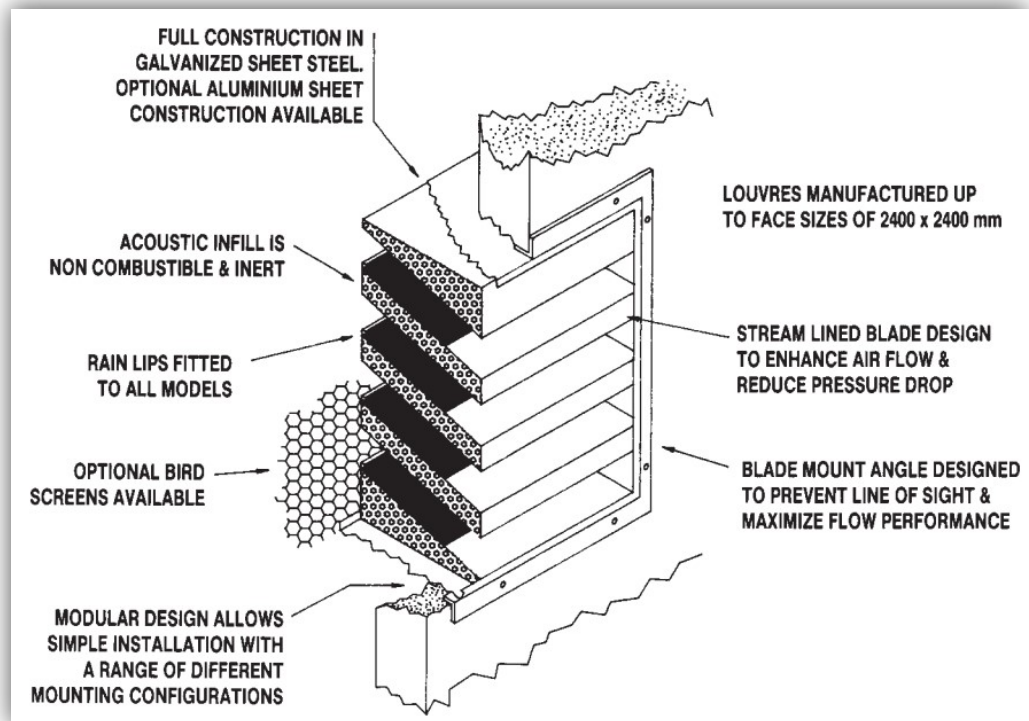
Figura 2.22: Celosía de Perfil Aerodinámico



Fuente: <https://www.inerco.com/>

En el interior de la Celosía Acústica se integra el material acústico que por lo general va dentro del perfil recto o curvo y en algunos casos van recubierto de láminas perforadas.

Figura 2.23: Ejemplo Constructivo de Celosías



Fuente: <https://www.barclayeng.com.au>

CONTENEDORES

Son cajas metálicas de gran tamaño su usan frecuentemente para el transporte marítimo, según el volumen y peso a transportar se pueden elegir entre diferentes tañamos normalizados.

Las Cargas permisibles y dimensiones básicas están regidas por los siguientes estándares ISO:

- Norma ISO 688 Contenedores de carga
- Norma ISO 1496 Contenedores de carga

Tipos de contenedores:

Entre los diferentes tipos, podemos destacar los siguientes:

- Standard 20 Pies / Standard 40 Pies
- Standard 20 - 40 Pies - High cube
- Reefers (20 Pies ,40 Pies, HC), etc.

A continuación, se muestra las características básicas de los contenedores más comunes de 20 y 40 Pies.

Figura 2.24: Características de Contenedores

Tipo	Dimensiones externas			C [m ³]	V [m ³]	P máx. [kg]
	L [mm]	H [mm]	B [mm]			
20'	6.058	2.591	2.438	33,131	28	20.320
40'	12.192	2.591	2.438	67,535	58	30.480

L = Largo

H = Alto

B = Ancho

C = Capacidad

V = Volumen recomendado

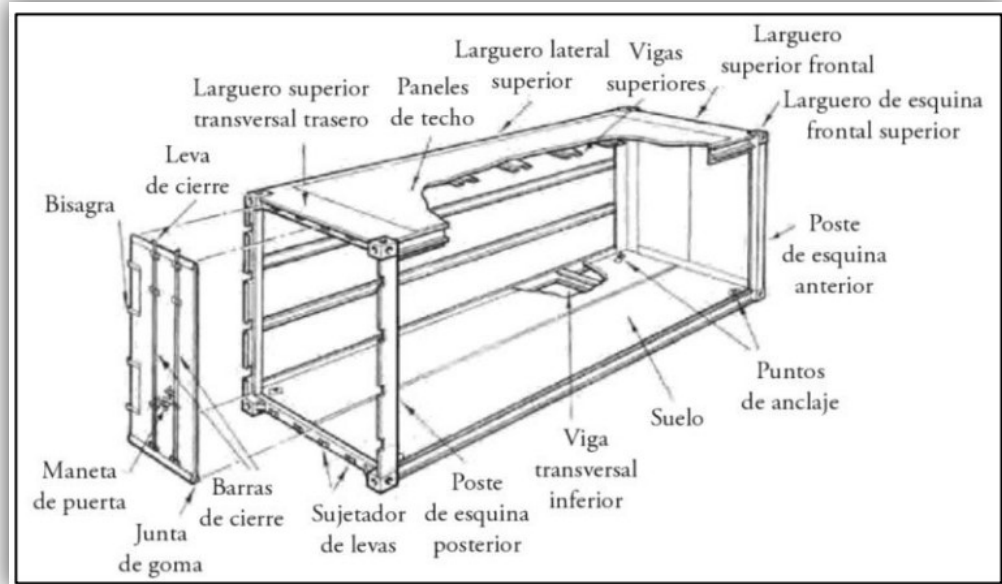
P máx. = Peso máximo

Fuente: Transporte en contenedor Rodrigo, Mari y Martin

Partes de un Contenedor

A continuación, se muestran las partes básicas de un contenedor:

Figura 2.25: Características de Contenedores



Fuente: Estudio E Implementación De La Reutilización De Contenedores Marítimos Como Unidad De Atención Primaria O Primeros Auxilios, Luis Muños Perez.

Cálculos de izaje

Para evaluar las fuerzas bastaría con hacer la aplicación de Ecuaciones de estática. En todo caso se puede utilizar software.

Métodos de Izaje

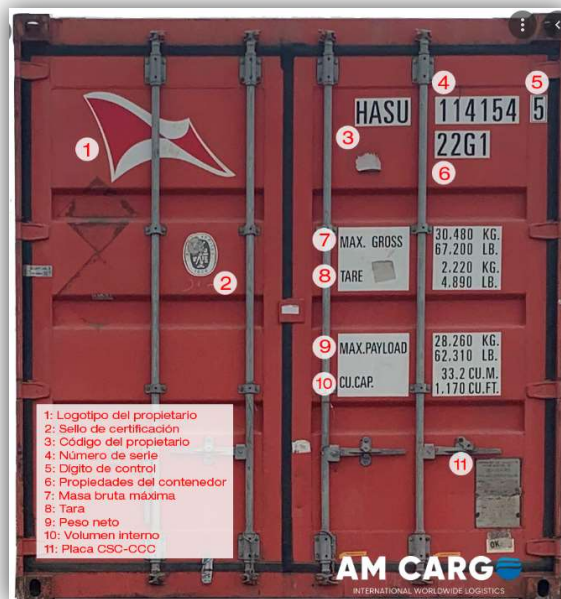
Cuando no se cuentan con quipos especializados y estos se encuentran con carga se suelen utilizar:

- Camiones Grúa con sus diferentes accesorios como son:
- Fajas, Cadenas, Grilletes, Cáncamos, etc.
- En otros casos son necesario yugos, cuando la carga es especial.

Interpretación de códigos en Contenedores

Estos códigos de identificación del contenedor son regulados por la ISO 2716 y estos son requisitos validos en las aduanas a la salida e ingreso de un país.

Figura 2.26: Denominación de Códigos en Contenedores



Fuente: <https://www.amcargo.es/>

2.1.3 Normativas

- Normativa Nacional

Norma Técnica Peruana NTP-ISO 1996-1:2020: “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación”

Esta norma establece estándares de calidad ambiental para el ruido el cual tiene como objetivo la protección de la salud.

Norma Técnica Peruana NTP-ISO 9612 “Acústica. Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de Ingeniería”.

Resolución Ministerial 375-2008: “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico” Esta norma toma en cuenta el tiempo de exposición al ruido ambiental de los trabajadores.

Norma Técnico E.030: “Diseño sismo resistente”. Se aplica conceptos y fórmulas que involucran en el análisis de cimentación.

Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM:” Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido” Este reglamento tiene como objetivo proteger la salud y mejorar la calidad de vida, estableciendo reglamentos y valores límites para el ruido.

- Estándares Internacionales

ISO 354 “Acoustics-Measurement of sound absorption in a reverberation room”.

En esta norma especifican los métodos de medición del coeficiente de absorción sonora de materiales acústicos.

ISO 8528-10 “Reciprocating Internal Combustion Engine Driven Alternating Current Generating Sets” Las recomendaciones sobre las medidas del ruido aéreo se encuentra en la Parte 10: “Measurement Of Airborne Noise By The Enveloping Surface Method”.

ISO 3744 “Acoustics - Determination Of Sound Power Levels And Sound Energy Levels Of Noise Sources Using Sound Pressure-Engineering Methods For An Essentially Free Field Over Reflecting Plane”. Con esta norma se aplica métodos para determinar el nivel de potencia sonora de una fuente emisora de ruido a través de la presión sonora (ruido emitido por máquinas y equipos).

ISO 9614-2 “Acoustics - Determination Of Sound Power Levels And Noise Sources Using Sound Intensity - Part 2: Measurement By Scanning”. Este método describe un método de cálculo para el cálculo de la potencia acústica a partir de las medidas de intensidad.

Norma Mexicana NOM-081-SEMARAT-1994: “Ruido Perimetral” Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

2.2 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Dentro de las consideraciones iniciales solicitadas por el cliente, se consideró inicialmente contar para este proyecto con la compra local o importación de:

- Contenedores 40 Pies High Cube
- Motores Marca Perkins 2506A
- Alternadores Marca Stamford
- Paneles Acoustic Louvres

Pero debido a la coyuntura de ese momento producto del Covid-19 y a los escasos de Productos de importaciones tuvo que optar por buscar partes alternativas con similares condiciones de operación, el cual se consideró:

- Contenedores 40 Pies Standard
- Motores Marca Volvo TAD 1640 GE
- Alternadores Marca Weg
- Paneles Acoustic Louvres (Fabricación local)

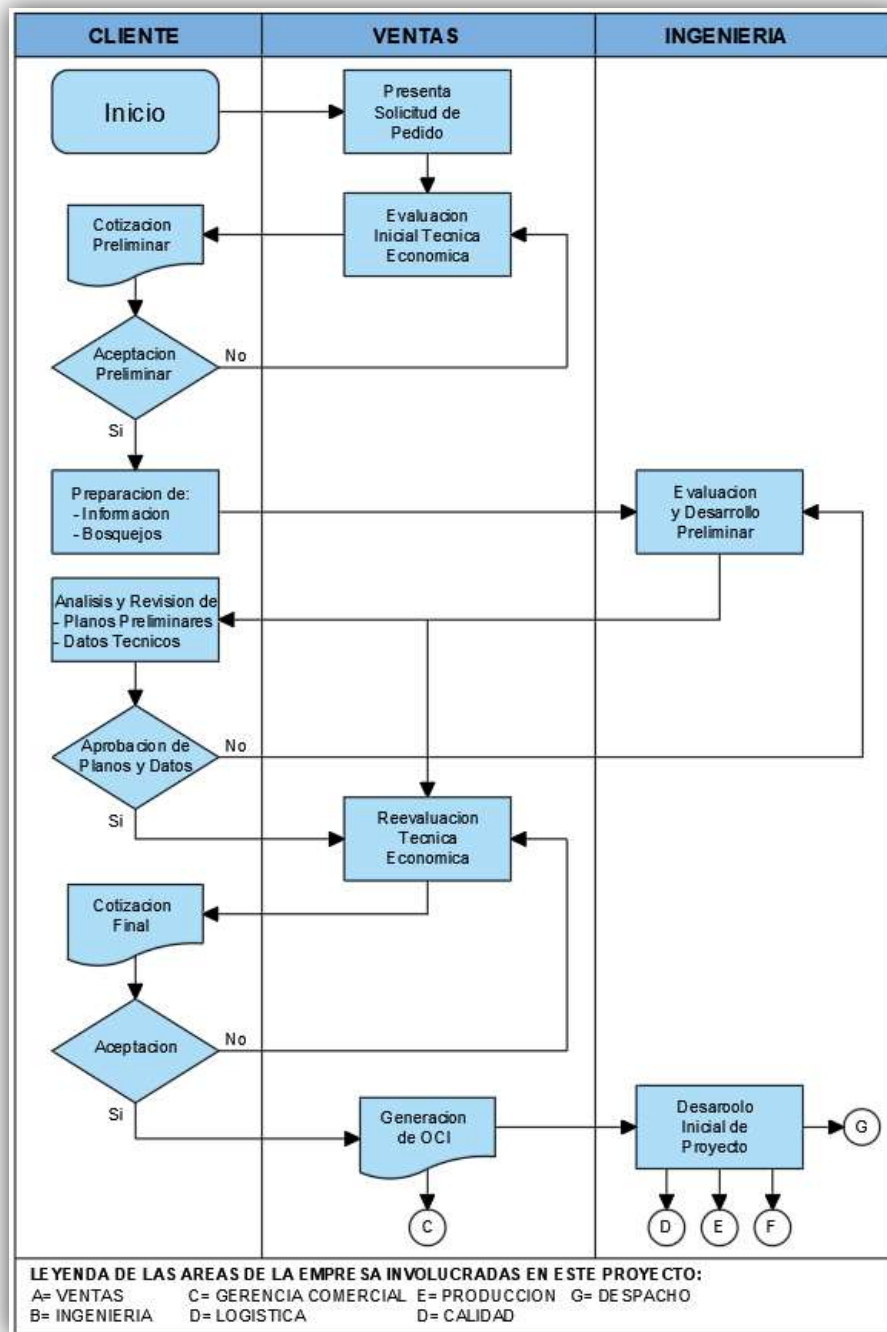
Todos estos cambios dieron como producto la modificación de las consideraciones iniciales de la solicitud del proyecto

2.2.1 Diagrama de flujo - Etapa Inicial

En muchos casos en proyectos pequeños y medianos, el área de Ingeniería es ajeno a las relaciones comerciales. Pero en nuestro caso el desarrollo del mismo toma gran importancia ya que tiene participación directa para llegar a un acuerdo de la oferta final al cliente según los requerimientos solicitados por este.

En este Diagrama de Flujo Funcional del Proyecto, se muestra las primeras intervenciones del área de Ingeniería para dar inicio al desarrollo de las actividades realizadas.

Figura 2.27: Diagrama de flujo Inicial

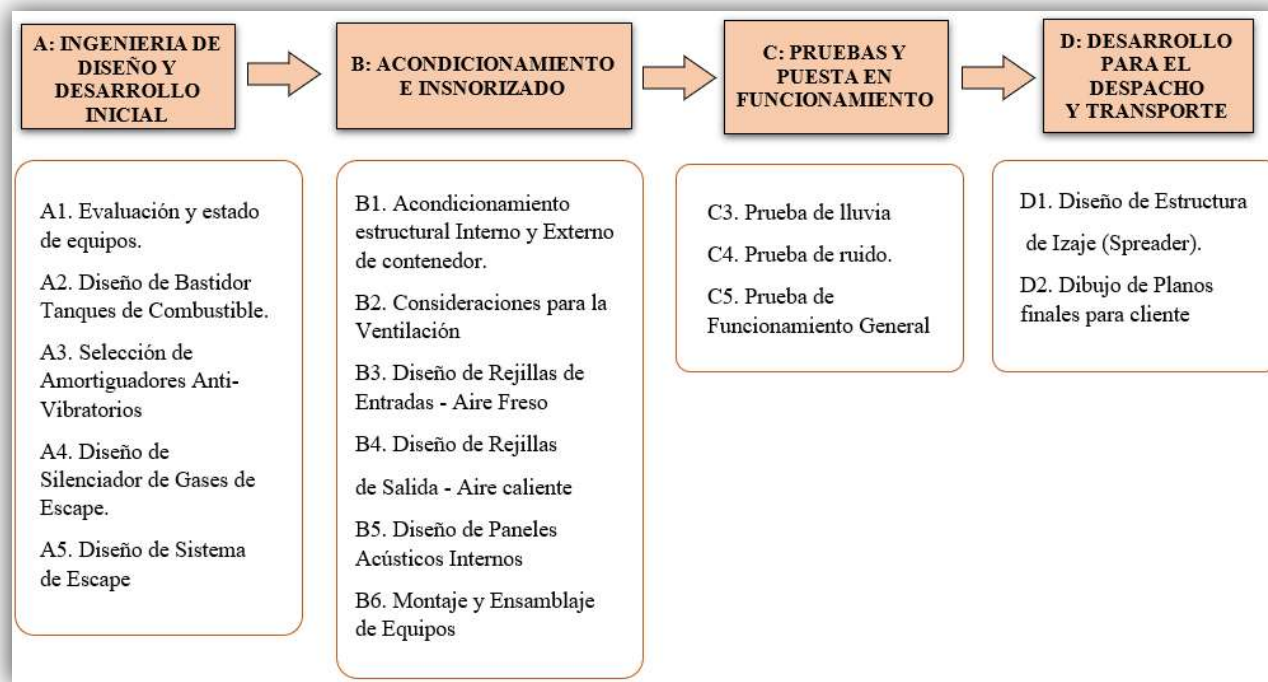


Fuente: Elaboración Propia

2.2.2 Diagrama de Flujo - Etapa de Desarrollo

Este proyecto se realizó en 5 meses comprendidos entre el 03 de Setiembre del 2021 hasta el 18 de enero del 2022; el mismo que consta de las siguientes etapas:

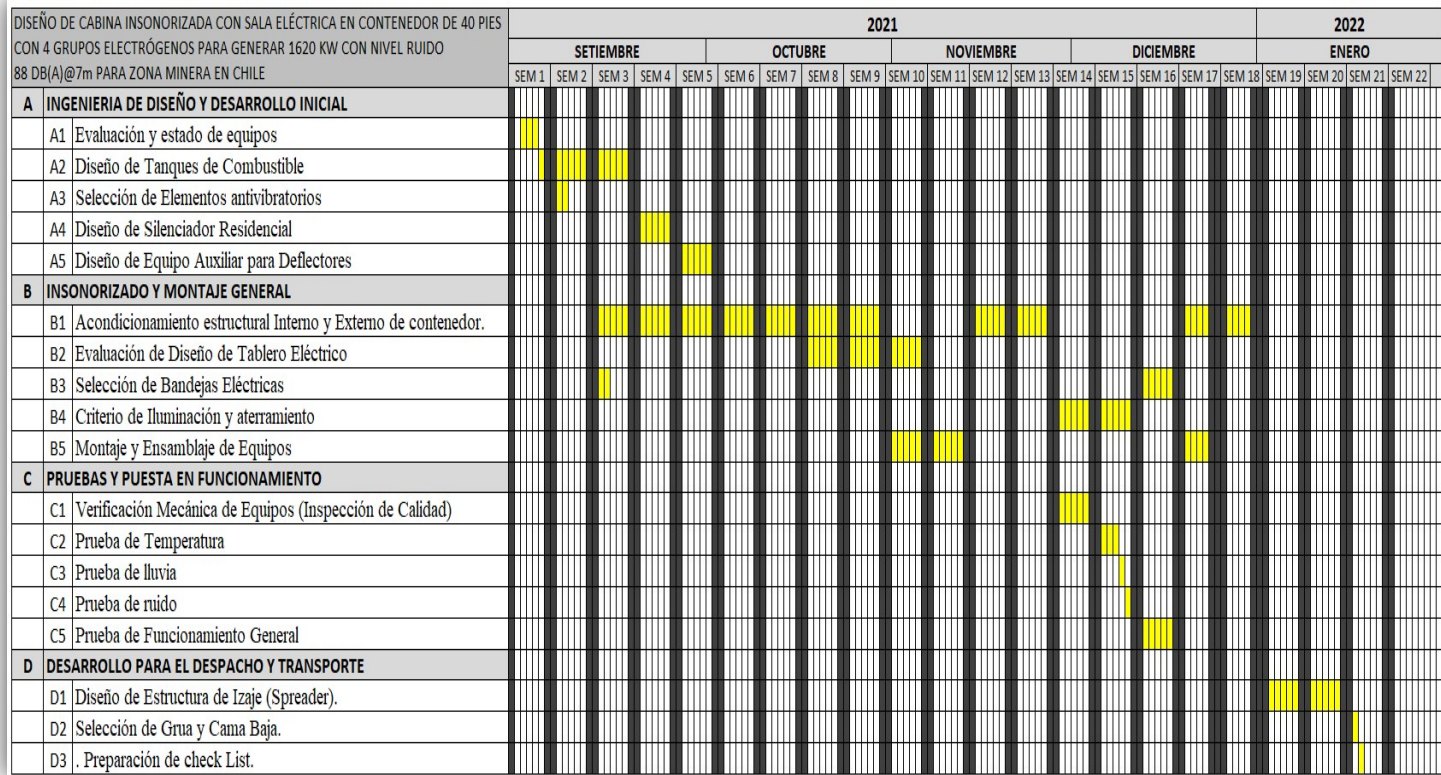
Figura 2.28: Diagrama de Flujo – Etapa de Desarrollo



Fuente: Elaboración Propia

2.2.3 Cronograma de Actividades

Figura 2.29: Cronograma de Actividades



Fuente: Elaboración Propia

III APORTES REALIZADOS

3.1 Planificación, Ejecución y Supervisión del Proyecto

3.1.1 Ingeniería de Diseño y Desarrollo Inicial

Evaluación y Estado de Equipos

Para dar inicio a la planificación primero se tuvo que realizar la revisión de los equipos necesarios:

- Inspección visual y física del estado de los Contenedores de Tipo Marítimo Estándar de 40 Pies Estándar

Figura 3.1: Inspección Visual de Contenedores en Zona Portuaria



Fuente: Empresa Multicontainer SAC

- Revisión de los Contenedores comprados para ver el estado estructural

Figura 3.2: Contenedor de 40Pies STD girado 90°



Fuente: Empresa Motores Diesel Andinos S.A

- Revisión de los Motores Diesel, el cual se levantó información para evaluar sus componentes si estaban completos.

Figura 3.3: Motor Diesel Volvo TAD 1640GE

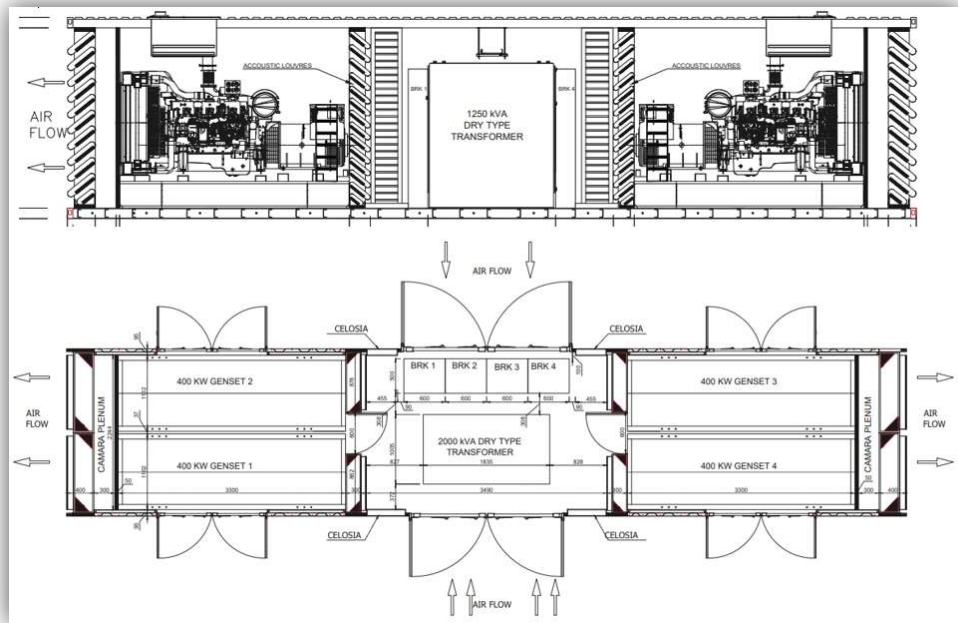


Fuente: Empresa Motores Diesel Andinos S.A

Diseño de Bastidor Tanque de Combustible

Dentro de los requerimientos del cliente se había considerado el siguiente bosquejo para la ubicación de los tanques bastidores de combustible:

Figura 3.4: Bosquejo Inicial Conceptual de Proyecto



Fuente: Empresa GENSYS S.A

Como se puede apreciar se muestra la ubicación de 4 Grupos Generadores (Dos en cada extremo del Container); Inicialmente se consideraron 3 Prototipos para estos Tanques:

- Prototipo N°1: Tanques Independientes por cada motor (Elaborado en Plancha Plegada)
- Prototipo N°2: Tanque Único para los 2 motores (Elaborado en Plancha Plegada)
- Prototipo N°3: Tanque Único para los 2 motores (Elaborado en Perfil Estructural)

A continuación, se muestra el cuadro comparativo más idóneo para esta aplicación, ya que se tuvo que evaluar y realizar prototipos digitales 3D para tomar la mejor decisión.

CUADRO COMPARATIVO	Prototipo N°1	Prototipo N°2	Prototipo N°3
Cumple con la Autonomia minima	Si	Si	Si
Dificultad de fabricacion	Baja	Baja	Media
Instalacion y Montaje	Complicado	Complicado	Facil
Resistencia Estructural	Mediana	Mediana	Alta
Desmonatje futuro por mantenimeinto	Complicado	Complicado	Facil
Costo de Fabricacion	Similar	Similar	Similar

Con esta consideración y las informaciones suministrados se tienen los siguientes datos iniciales para iniciar con el diseño:

- Autonomía mínima: 8Horas a 75% de Carga para 2 Motores
- Velocidad del motor: 1500 Rpm
- Tipo de Tanque: Pared simple
- Normativa de Fabricación: Según UL-142 (No Certificada)
- Prototipo de Tanque Elegido: Prototipo N°03

Cálculo de la Capacidad Total Aproximada del Tanque de combustible:
 Con los primeros datos de Carga y Velocidad del motor verificamos en las tablas del fabricante el “Consumo Especifico de combustible” y la “Potencia Generada” a diferentes regímenes de carga

Figura 3.5: Ficha Técnica Motor Diesel TAD 1640 GE

VOLVO PENTA			Document No.	
TAD1640GE-B			23572224	
Fuel system		rpm	1500	1800
Prime Power Specific fuel consumption at:	25%	g/kWh	233	233
		lb/hph	0,378	0,378
	50%	g/kWh	205	205
		lb/hph	0,332	0,332
	75%	g/kWh	201	201
	lb/hph	0,326	0,326	
	100%	g/kWh	200	200
		lb/hph	0,325	0,325
Performance			rpm	1500
Prime Power	without fan	kW	401	445
		hp	545	605
	with fan	kW	392	430
		hp	533	585
Standby Power	without fan	kW	440	494
		hp	598	672
	with fan	kW	431	479
		hp	586	651

Fuente: <https://www.volvopenta.com/industrial/power-generation-engines>

Usaremos la siguiente fórmula para hallar el Consumo de combustible:

Q= Consumo de combustible (L/h)

q= Consumo especifico de combustible (g/KWh)

N= Potencia del motor (KW)

R= Densidad del combustible (Kg/m3)

$$Q = \frac{N * q}{R}$$

Gasolina < 710-760 >

Diesel < 820-860 >

Reemplazando los valores de Tablas de Fabricante a 75% Prime y 1500 rpm se obtiene el consumo de combustible del motor a este régimen:

$$Q=69.52 \text{ L/h}$$

Ahora usamos la siguiente fórmula para hallar la Capacidad teórica del Tanque de combustible:

$$\text{Ct} = \text{Q} * \text{Aut}$$

Ct= Capacidad Teórica (L)

Q= Consumo de combustible (L/h)

Aut= Autonomía de funcionamiento (h)

Reemplazando los valores anteriores y considerando las 8 horas, se tiene:

$$\text{Ct}=556.17 \text{ L}$$

Este resultado debe ser afectado por un Factor ya que en el interior del tanque hay volúmenes pequeños donde se consideran:

- Refuerzos Internos
- Cavidades Auxiliares
- Radios y Dobleces de perfiles, etc.

De acuerdo a cada diseñador y según el diseño del tanque estos se pueden considerar en el orden de < 1.5% - 5% >

Por tal motivo se asume un valor de 1.5%, el cual usando la siguiente fórmula hallaremos la Capacidad real aproximada:

$$\text{Cr} = \text{Ct} + \text{Ct} * \%$$

Ct= Capacidad Teórica (L)

Cr= Capacidad Real Aproximada (L)

Reemplazando valores y operando se obtiene:

$$\text{Cr} = 564.5 \text{ L}$$

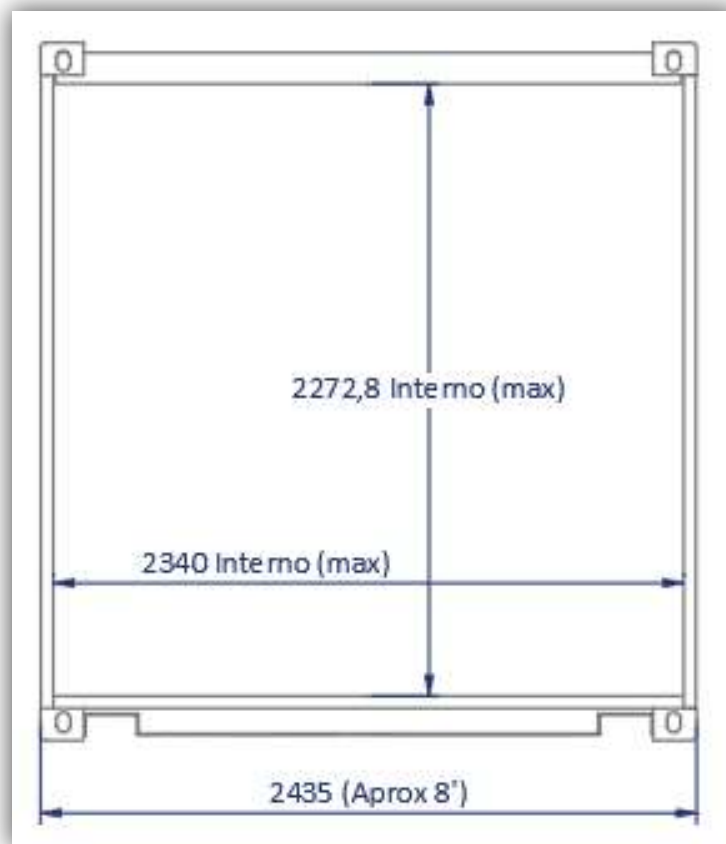
Pero como el tanque debe de contener la capacidad para 2 Motores según se muestra, el valor de la “Capacidad total Aproximada” será de:

$$\text{Ctr} = 1129 \text{ L}$$

Cálculo del dimensionamiento del tanque:

Las dimensiones del tanque están restringidas por las dimensiones del propio container y los habitáculos propuestos por el cliente, cual también se tiene que tener en cuenta las cavidades de ingreso de aire para estos motores. Teniendo en cuenta estas dimensiones de longitudes Internas del contenedor:

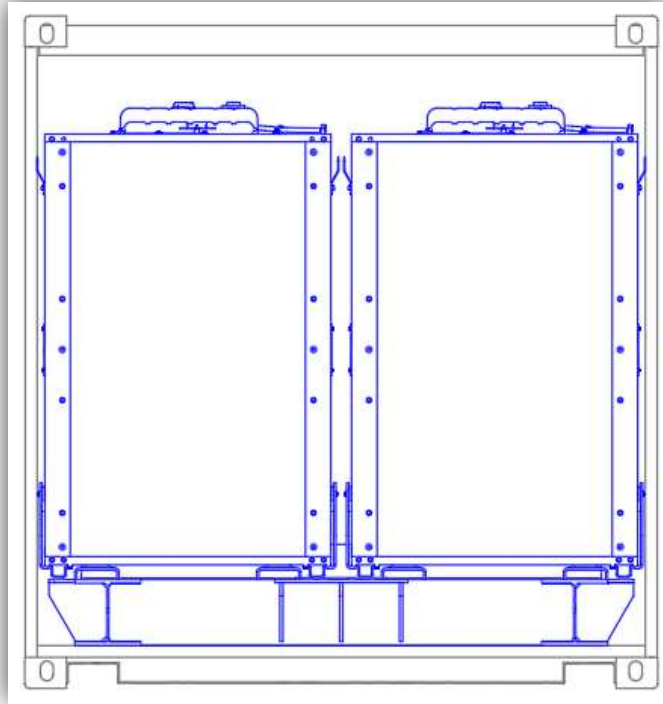
Figura 3.6: Dimensiones Útiles del contenedor



Fuente: Elaboración Propia

El Tanque Bastidor y los Motores se mostrarían de la siguiente forma:

Figura 3.7: Bosquejo de Montaje de Motores en Contenedor



Fuente: Elaboración Propia

En la disposición mostrada se puede definir el ancho, el cual se ha aproximado a:

Ancho = 1787 mm

La altura del Tanque también se puede validar ya que se ha seleccionado una Viga Perfil H de 10" (254mm), con esto se tiene el valor aproximado de:

Altura = 248 mm

En el caso del largo, este se pudo configurar en:

Largo = 2549 mm

Con estos resultados se puede hallar el volumen teórico que debería de tener nuestro Tanque y compararlo con el calculado anteriormente.

Procedemos a aplicar la fórmula:

$$\text{Cap} = L * B * H * 10^{-6}$$

Cap = Capacidad (L)

L= Largo interno del tanque (mm)

Reemplazando valores obtenemos:

$$\text{Cap} = 1129.65 \text{ L}$$

Ahora podemos concluir que:

$$\text{Cap} \approx \text{Ctr}$$

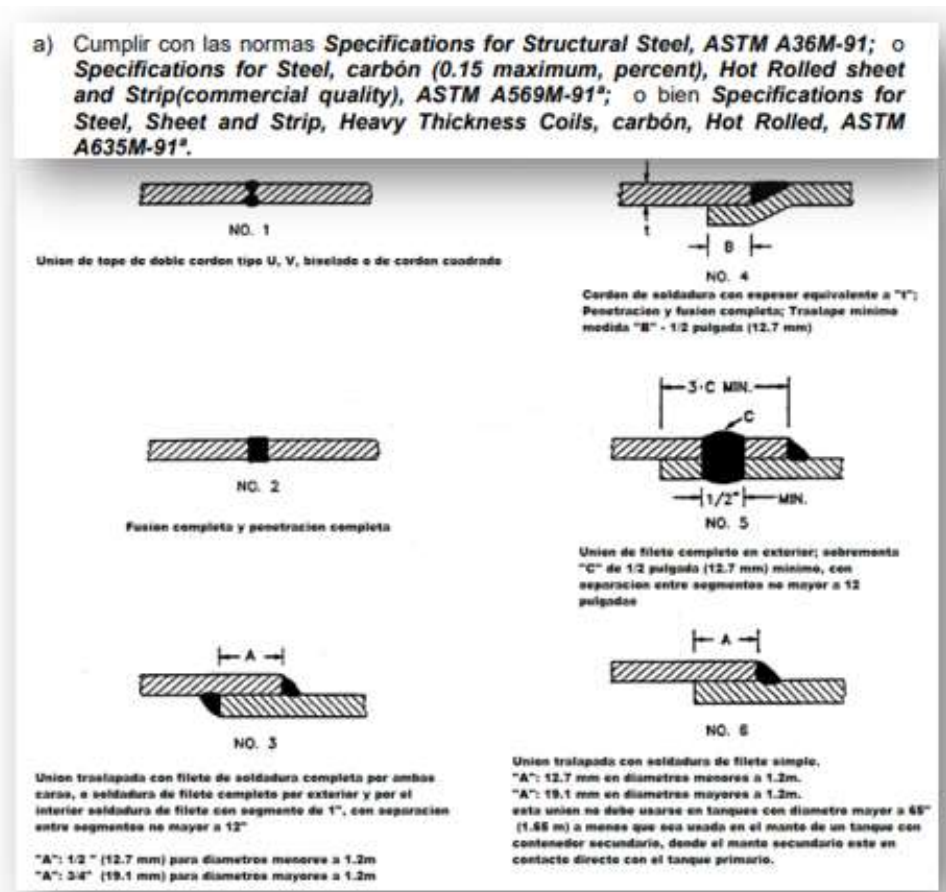
El cual podemos concluir que con las dimensiones calculadas el modelo cumple con la autonomía, velocidad y carga establecida.

Diseño Basado en Norma UL-142

Para los diseños de tanques de Grupos Generadores se aplica la Norma UL-142, en nuestro caso se ha utilizado esta norma como guía en la fabricación, el cual se pueden aplicar consideraciones tales como:

- Materiales / Espesores mínimos / Uniones Soldadas

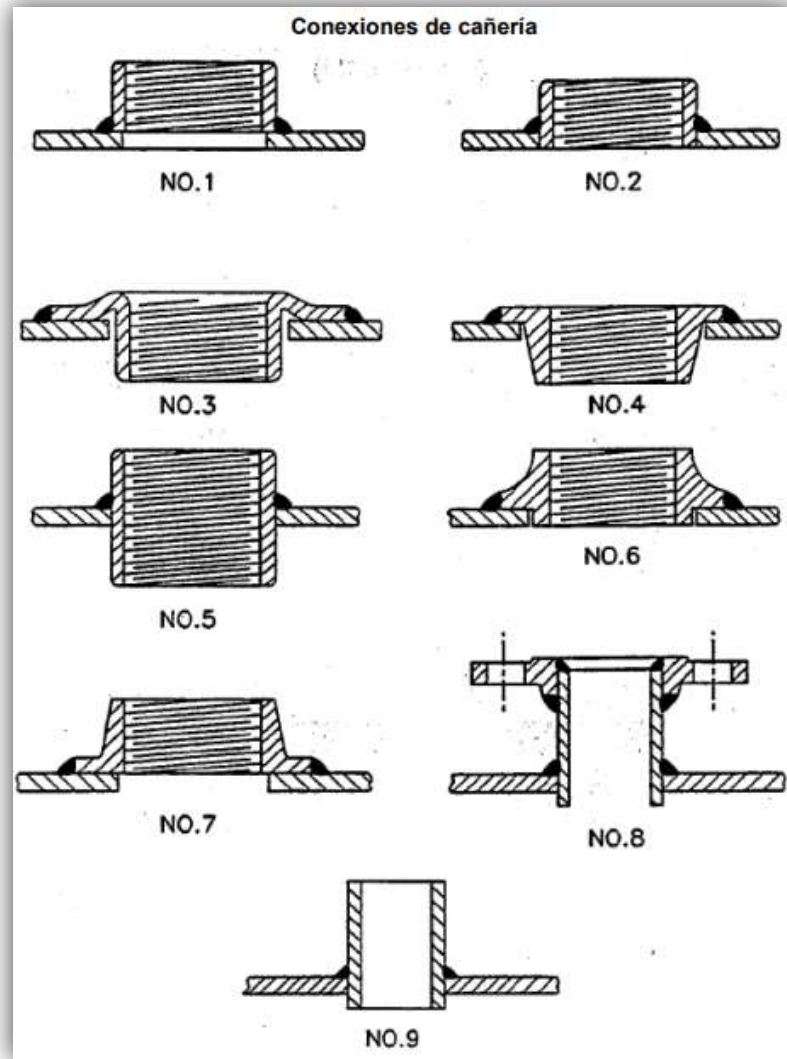
Figura 3.8: Consideraciones Materiales, Espesores y Uniones Soldadas



Fuente: Norma UL 142- Tanques Sub Base para Generadores

- Conectores para el combustible

Figura 3.9: Posiciones de soldeo de Boquillas



Fuente: Norma UL 142- Tanques Sub Base para Generadores


Selección de Amortiguadores Anti-Vibratorios

Para la Selección de estos amortiguadores se ha elegido al fabricante nacional IMER, el cual tiene una gama de productos orientados a la aplicación de grupos generadores con amplia experiencia demostrada por años y el cual considera el peso por punto de apoyo en carga Vertical.

Ahora se calculará esta carga debido al peso del motor y generador, para esto recurrimos a las Fichas Técnicas del Fabricante.

Extracto Ficha Técnica del Alternador:


Figura 3.10: Ficha Técnica de Generador AG102801

DATA SHEET		Synchronous Alternator			
Customer reference	:	Notes:			
Product line	:	AG10-280MADA1	Product code	:	14419071
Area classification	:	Safe			1010270687
General data			Degree of protection	:	IP23
Frame (IEC)	:	280	Mounting style	:	B3T
Insulation Class	:	180°C (H)	Number of poles	:	4
Total Harmonic Distortion (no load)	:	≤ 3%	Type of Pole	:	Salient
Stator winding pitch	:	2/3	Nominal rotation - 50 Hz	:	1500 rpm
Altitude	:	Up to 1000 m.a.s.l	Nominal rotation - 60 Hz	:	1800 rpm
Number of Leads	:	12	Over-speed	:	3250 rpm
Power factor	:	0.8 to 1.0	Alternator mass	:	1176 kg
Excitation system	:	Brushless with Auxiliary Coil	Over-voltage	:	1.1x for 1h each 6h
Cooling	:	IC01	Momentary Overload	:	1.5x 1h per 30s

Fuente: <https://www.weg.net/catalog/weg>

Extracto Ficha Técnica del Motor:

Figura 3.11: Ficha Técnica Motor Diesel TAD 1640 GE

VOLVO PENTA		Document No	
TAD1640GE-B		23572224	
Important			
This Technical Data Sheet and the corresponding Installation Instructions provide important information to ensure will operate according to the design specification in the Volvo Penta application for certification.			
Requirements marked with  are considered as critical for exhaust emissions compliance according to the design specification in the Volvo Penta application for certification.			
Failing to follow and meet these instructions and requirements when installing a certified engine in a piece of nonn use in the United States violates U.S. federal law (40 CFR 1068.105(b)), subject to fines or other penalties as des Air Act.			
General			
In-line four stroke diesel engine with direct injection. Rotation direction, anti-clockwise viewed towards flywheel.			
Turbocharged			
Number of cylinders			6
Displacement, total	litre	16,12	
	in ³	983,9	
Firing order		1-5-3-6-2-4	
Bore	mm	144	
	in	5,67	
Stroke	mm	165	
	in	6,50	
Compression ratio		17,0:1	
Wet weight	Engine only	kg	1550
(not including after treatment system)		lb	3417

Fuente: <https://www.volvopenta.com/industrial/power-generation-engines>

Se puede verificar los siguientes datos de las fichas técnicas:

Masa del Alternador: 1178 Kg

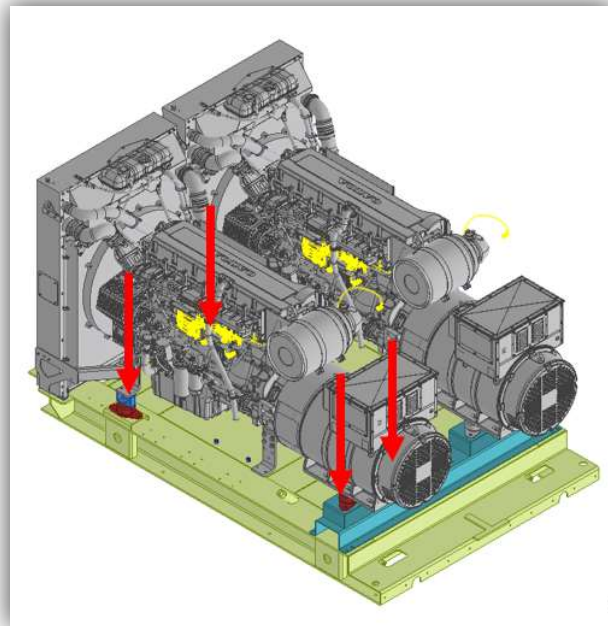
Masa del Motor: 1550 Kg

Donde podemos obtener el total de la masa y considerando un factor de seguridad de 2.5% debido a elementos posteriores que involucraran su funcionamiento:

Masa Total Aproximada = 2796.2 Kg

Ahora, se puede verificar que el motor y el alternador tienen 2 puntos de apoyo cada uno.

Figura 3.12: Diseño 3D de Grupos Electrónicos en Bastidor



Fuente: Elaboración Propia

Estáticamente la carga unitaria que soportaría cada amortiguador sería entonces:

$$\text{Carga Unitaria} = \frac{\text{Carga Total}}{\text{Num. Apoyos}}$$

Luego de operar, tendríamos:

Carga Unitaria = 699.05 Kg

Posteriormente de la gama de productos que tiene el proveedor se puede seleccionar el siguiente amortiguador:

Figura 3.13: Ficha Técnica de Amortiguador NR60



Fuente: Imer Soportes SAC

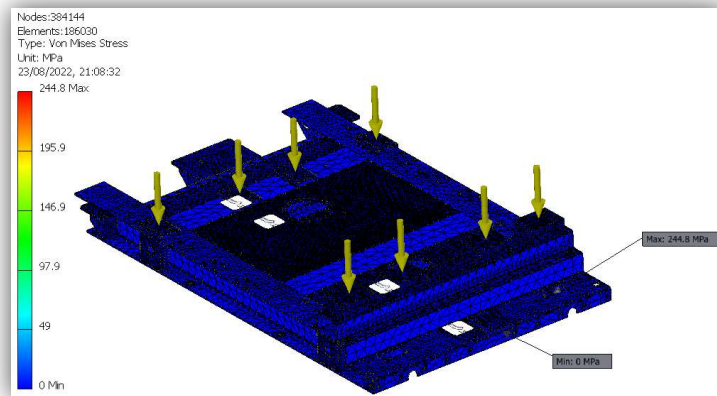
Este es el producto más adecuado ya que cumple con los requisitos mínimos para esta operación:

- Carga Máxima del amortiguador > Carga Unitaria calculada
800 kg > 699.05 kg
- Base Metálica superior e inferior, con el fin de evitar derrames
- Tratamiento Superficial Zincado, para prevenir oxidación ya que ira a una zona húmeda.
- Material anti vibratorio de caucho con Dureza de 60 Shore-A

Evaluación del Diseño mediante método de elementos finitos usando el software Autodesk Inventor 2022

Validación del Esfuerzo Máximo – Método Estático Lineal

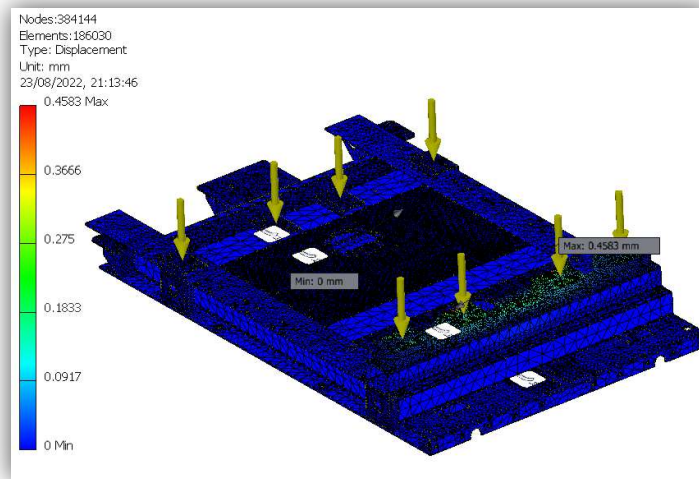
Figura 3.14: Análisis de Esfuerzos del Bastidor Tanque



Fuente: Elaboración Propia

Validación de Deformación Máxima – Método Estático Lineal

Figura 3.15: Análisis de Deformaciones del Bastidor Tanque



Fuente: Elaboración Propia

Estos valores nos dan como resultado la validación del diseño y su viabilidad para proceder con la fabricación.

Figura 3.16: Montaje de Grupos sobre Tanque Bastidor



Fuente: Motores Diesel Andinos (Modasa)

Diseño del silenciador de Gases de Escape

Para el diseño del silenciador se ha tomado en cuenta varias consideraciones, el cual se detallan a continuación:

- Tipo de silenciador según la atenuación
- Tipo de silenciador según la forma geométrica
- Caudal de Gases (m/s)
- Temperatura (°C)
- Contrapresión máxima ()

Tipo de silenciador según la atenuación

Debido a las características y teorías consultadas se ha decidido basarnos en un silenciador del tipo:

- Reactivo/Resistivo ya que se usaran cambios de sección geométrica y materiales absorbentes.

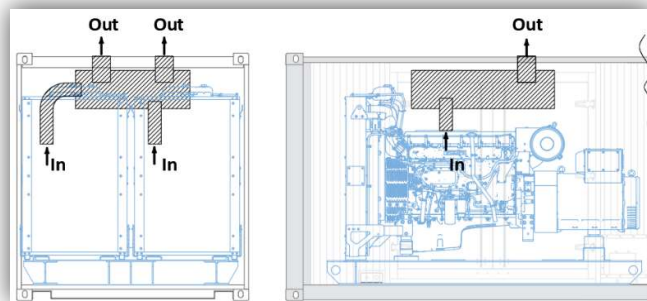
Tipo de silenciador según la forma geométrica

Las características del tamaño y forma de silenciador dependen del espacio donde serán instalados, en nuestro caso se consideró:

- Tipo cuadrangular o poliédrico

Además, para facilitar la instalación se consideró que el Silenciador sea único para 2 Motores, realizando un bosquejo preliminar se tiene:



Figura 3.17: Bosquejo de Silenciador Común



Fuente: Elaboración Propia

Para definir los diámetros del Silenciador, se recurre a la ficha técnica del motor:

Figura 3.18: Ficha Técnica Motor Diesel TAD 1640 GE

VOLVO PENTA			Document No		
TAD1640GE-B			23572224		
Intake and exhaust system			rpm	1500	1800
Air consumption at: (+25°C and 100kPa)	Prime Power	25°C 77°F	m ³ /min cfm	31,7 1119	39,7 1402
	Standby Power	25°C 77°F	m ³ /min cfm	33,1 1169	42,3 1494
 See front page for important information Max allowable air intake restriction including piping			kPa psi	5 0,7	5 0,7
Air filter restriction clean Volvo Penta filter			kPa psi	1,1 0,2	1,7 0,2
Heat rejection to exhaust at:	Prime Power		kW BTU/min	307 17459	319 18141
	Standby Power		kW BTU/min	335 19051	381 21667
Exhaust gas temperature after turbine at:	Prime Power		°C °F	472 882	419 786
	Standby Power		°C °F	484 903	438 820
 See front page for important information Max allowable back pressure in exhaust line (after turbine) Pipe dimension Ø: 125 mm			kPa psi	8 1,2	8 1,2
Exhaust gas flow at: (temp and pressure after turbine at the corresponding power setting)	Prime Power		m ³ /min cfm		
	Standby Power		m ³ /min cfm	31,8 1123	40,3 1423

Fuente: <https://www.volvopenta.com/industrial/power-generation-engines>

De la Ficha se tiene:

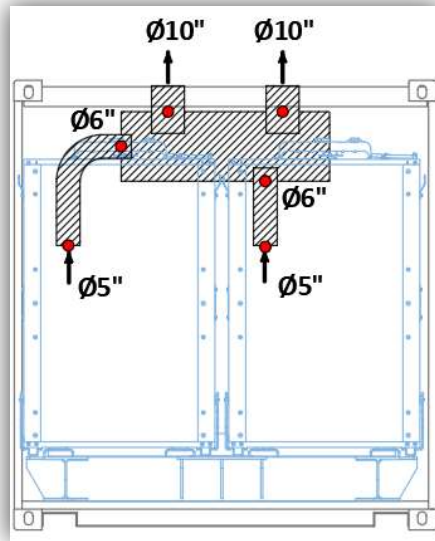
Diámetro de Salida de Motor = 125 mm ≈ 5 Pulgadas

Para evitar tener problemas de Flujo y Contrapresión, por experiencia se consideran lo siguiente:

Diámetro de Ingreso al Silenciador = 6"

Diámetro de salida del Silenciador al exterior = 10"

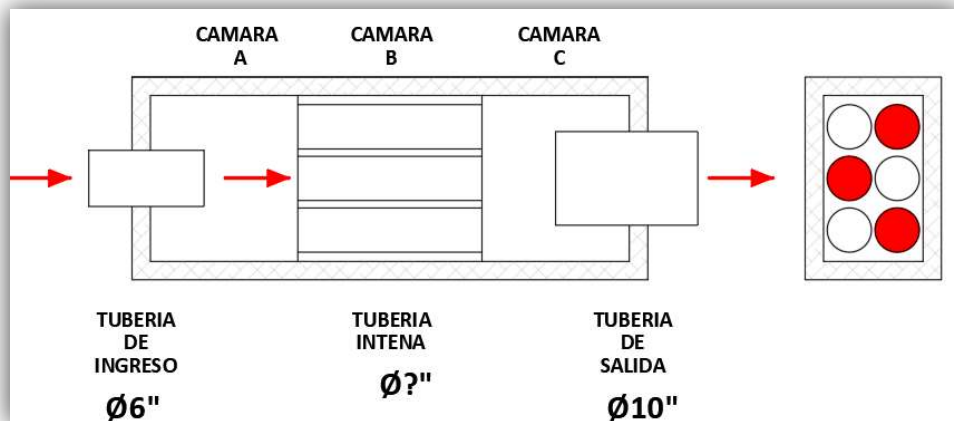
Figura 3.19: Definición de Diámetros de Escape de Gases



Fuente: Elaboración Propia

Se realiza el bosquejo el cual propone: 3 Cámaras

Figura 3.20: Configuración de Cámaras y Áreas en Silenciador



Fuente: Elaboración Propia

Para hallar el diámetro de las tuberías internas, se realiza un comparativo de áreas, el cual casi siempre se debe de mantener, ósea:

Σ Areas	\approx	Area
Tuberías Internas		Tubería Salida

Con el diámetro de 10" se deduce un área de 5.07 cm².

Ahora si consideramos un diámetro de Tubería Interior de 120mm, teniendo en cuenta que son 3 tuberías especificadas.

El área total de las tuberías internas será de 3.39 cm²

El cual se puede concluir que:

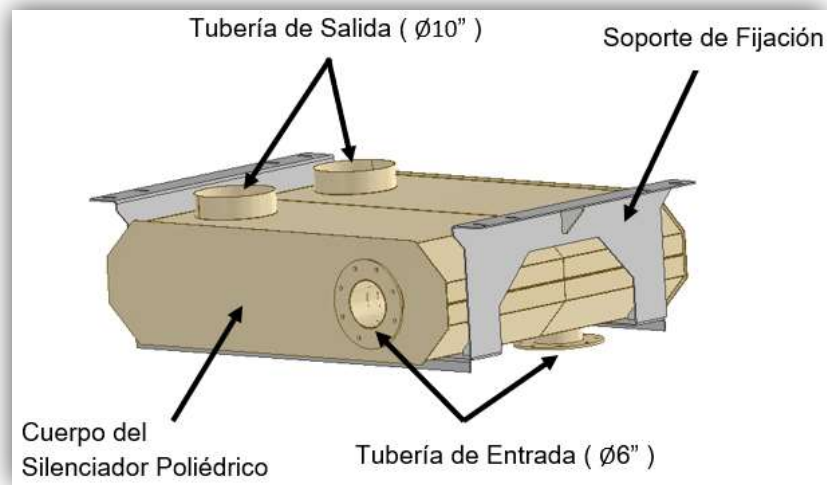
Area	<	Area
Tuberías Internas		Tubería Salida

Por lo tanto, no habrá obstrucción del fluido.

Luego, de tener estos datos obtenidos se procede con el desarrollo

Realizando el Prototipo digital en 3D el cual se muestran las partes:

Figura 3.21: Modelo 3D del Silenciador con sus partes Principales



Fuente: Elaboración Propia

Selección de Materiales usados para el diseño del silenciador

Se muestran a continuación:

Componente	Material		Espesor
Cuerpo del Silenciador, Separadores,tuberias,etc	Plancha de Acero estructural ASTM-A36	Liso y Peforado	1.5 a 8mm
Material Acustico	Fibra de vidrio	Tipo Manta	50 mm

Evaluación del Diseño mediante método de elementos finitos usando el software SolidWorks Simulación 2018

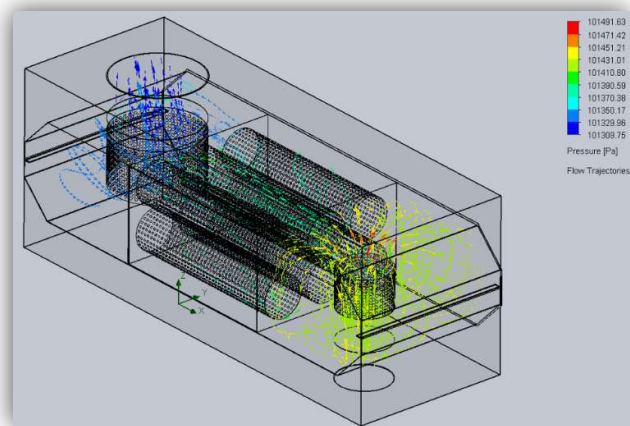
Para realizar la simulación de solicitaron estos datos adicionales al fabricante

Datos Adicionales de los Gases de Escape a la salida del Motor:

- Densidad del fluido = $0.475\text{kg/m}^3 (\pm 2\%) = 0,000475 \text{ g/cm}^3$ a 472°C
- Velocidad de Salida = $10,18\text{m/s}$
- Diámetro da Salida do Turbo: $\text{Ø}125\text{mm}$
- Presión de Salida = $8 \text{ kPa} / 1,2 \text{ psi}$ @ 1500rpm (máx. aceptable)
- Temperatura de salida = $472^\circ\text{C} / 882^\circ\text{F}$ @ 1500rpm

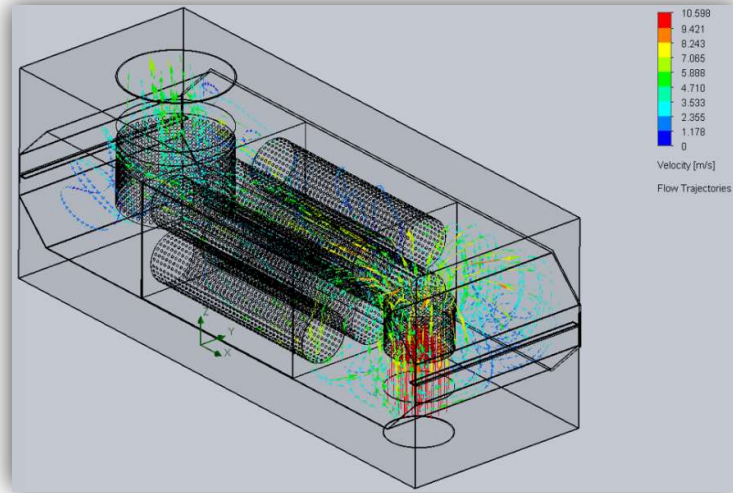
Validación de las Presiones – Análisis de Fluidos CFD

Figura 3.22: Análisis de Presiones en el Silenciador Poliédrico



Fuente: CUVICAD Diseño y Simulación de Ingeniería

Figura 3.23: Análisis de Velocidades en el Silenciador Poliédrico



Fuente: CUVICAD Diseño y Simulación de Ingeniería

Salida de Resultados de cálculo de Presión en cada lado del Silenciador (Izquierdo y Derecho)

Figura 3.24: Resultados de Presiones en el Silenciador Poliédrico

F11SE540475 - SILENCIADOR POLIEDRICO LADO IZQUIERDO							
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence
SG Average Total Pressure 1	[Pa]	101478.6068	101478.5704	101478.237	101478.6913	36.6	Yes
SG Average Total Pressure 2	[Pa]	101335.3346	101335.3195	101335.2927	101335.3427	49.4	Yes
Perdida de presion (Pa)		143.25					
Perdida de presion (KPa)		0.14					
Iterations []: 239 Analysis interval: 30							
F11SE540475 - SILENCIADOR POLIEDRICO LADO DERECHO							
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence
SG Average Total Pressure 1	[Pa]	101488.9945	101489.5278	101488.9945	101489.8753	100	Yes
SG Average Total Pressure 3	[Pa]	101335.7721	101335.873	101335.7361	101335.9633	100	Yes
Perdida de presion (Pa)		153.65					
Perdida de presion (KPa)		0.15					
Iterations []: 190 Analysis interval: 31							

Fuente: CUVICAD Diseño y Simulación de Ingeniería

Se sabe que Máxima Contrapresión Admitida según ficha del Motor = 8 KPa

Y los Resultados obtenidos por el software adicionando estos datos adicionales dan como resultado un valor máximo de 0.15 KPa.

Variación de Presión Máxima del Silenciador < 8 KPa

Estos valores nos dan como resultado la validación del diseño y su viabilidad para proceder con la fabricación, teniendo en cuenta de que se pudo verificar la caída de presión y que de acuerdo a parámetros de del Motor estamos dentro de las consideraciones del fabricante.

Proceso de Fabricación

En el área de silenciadores de la empresa se

Figura 3.25: Resultados de Presiones en el Silenciador Poliédrico



Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

3.1.2 Acondicionamiento e Insonorizado

Para iniciar la evaluación del sistema más óptimo de insonorización para este proyecto con base a los requisitos solicitados y al funcionamiento del equipo se ha de elegir el método más conveniente.

Criterio de Insonorización

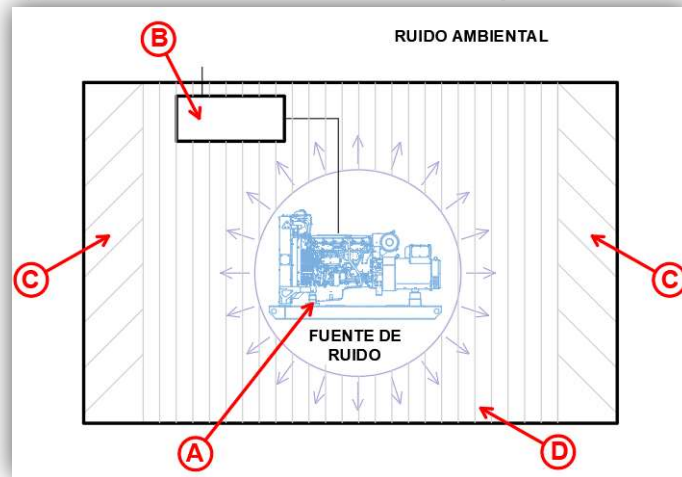
- Identificar la fuente sonora
- Evaluar Ruido Ambiental
- Plantear métodos para mitigar el ruido

A continuación, planteamos las consideraciones mínimas básicas para empezar a definir los primeros criterios para la insonorización

El siguiente bosquejo muestra estas consideraciones:

- A=Identificar las Fuentes de Ruido
- B=Diseñar el Sistema de Escape y Acústica
- C= Diseñar Sistema de Ventilación Adecuada y Acústica
- D=Diseñar Cabina Acústica cerrada
- Para los pasos C y D es necesario previamente acondicionar el espacio mínimo disponible de acuerdo al tipo de proyecto.

Figura 3.26: Consideraciones Básicas para Insonorizar



Fuente: Elaboración Propia

Acondicionamiento del Contenedor

Los contenedores marítimos estructuralmente están diseñados para soportar la carga Útil, este valor figura en la placa:

Carga Útil máxima = 26760 Kg

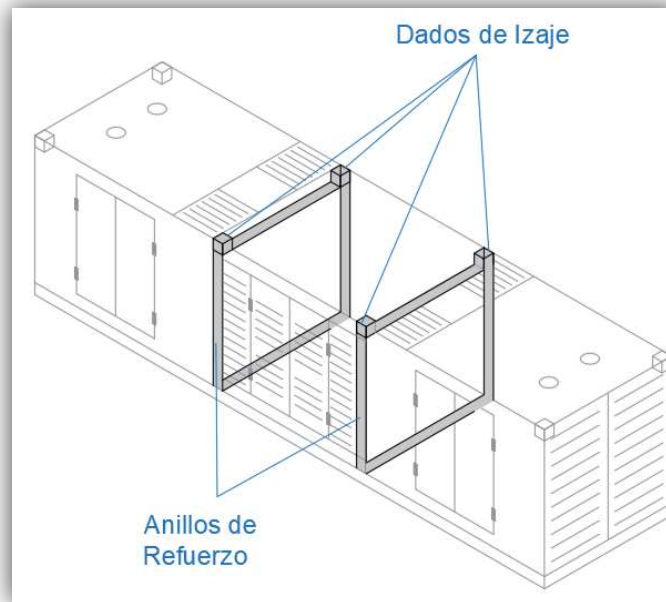
De igual forma se procedió a hacer un cálculo preliminar del peso aproximado para saber si se excede a este valor, tomando en cuenta:

Las siguientes masas: Motor, Alternador, Bastidor, Tanque, Tablero, Paneles, Silenciador, Fluidos, Cables, etc. El cual nos da como resultado parcial.

Carga Aproximada: 25000 Kg

De igual forma por experiencia en diseño de Grupos en Contenedores estos se deforman al momento de izarse y para minimizar estas deformaciones es necesario reforzar, el cual se propuso hacer los refuerzos de la siguiente manera:

Figura 3.27: Consideración de Refuerzo en Contenedor

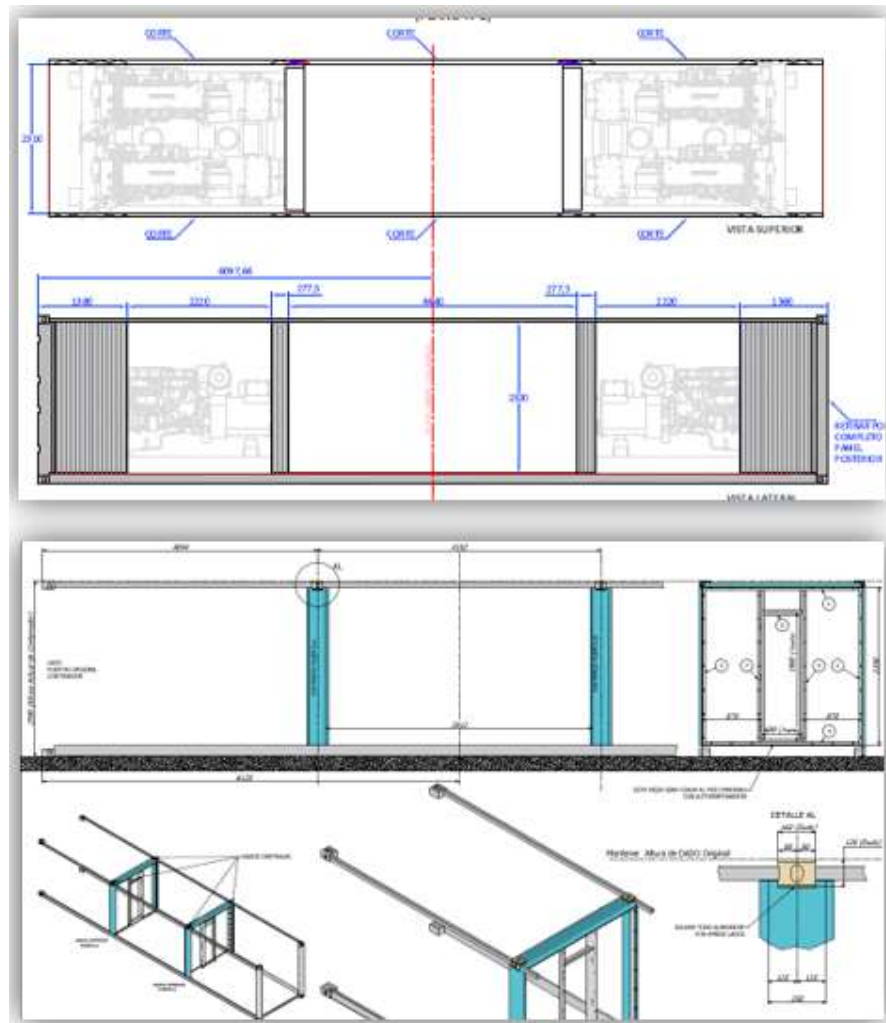


Fuente: Elaboración Propia

Con esta premisa se inició con los cortes necesarios:

En la imagen adjunta se visualiza los cortes de la cobertura externa.

Figura 3.28: Diagrama de Cortes de Contenedor



Fuente: Elaboración Propia

Ahora se procederá a diseñar los 4 “Refuerzo de Esquina”

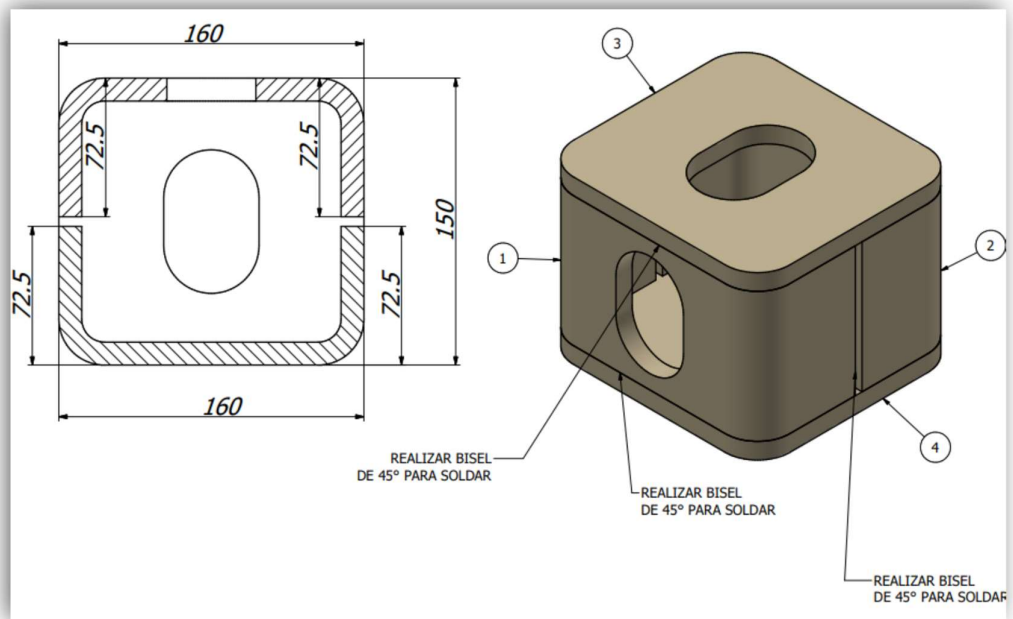
Que irán ubicados en la parte central, para eso se elabora el siguiente diagrama de cortes y el pre-dimensionamiento de este componente.

El diseño propuesto se ajusta a dimensiones actuales de los datos existente y manteniendo las consideraciones de: ISO 1161

A pesar que las originales están fabricadas en fundición, en nuestro caso se uso las siguientes características de material:

- Plancha Estructural A36
- Espesor = 12mm

Figura 3.29: Dimensionado de Dado de Izaje



Fuente: Elaboración Propia

Considerando la Carga Útil máxima que soporta el contenedor (26760 Kg)

Parta 4 puntos de izaje, añadiendo los 4 puntos adicionales, podemos calcular esta carga incluyendo un factor de seguridad de 1.5, por Punto de izaje tenemos:

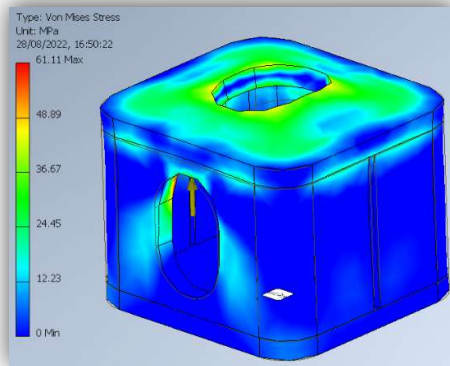
Carga máxima a Tracción = 5062 Kg

Evaluación del Diseño mediante método de elementos finitos usando el software Autodesk Inventor 2022

Con la herramienta de Análisis Computacional por elementos Finitos con el modo de Análisis estático Lineal, procedemos con la simulación respectiva:

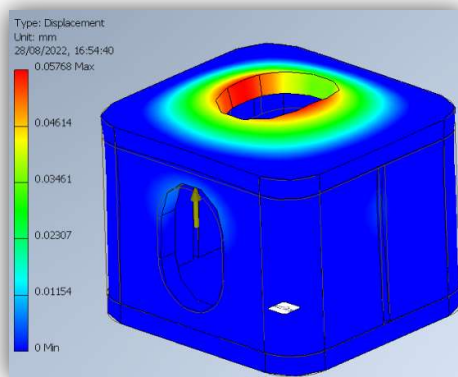
Se evidencia que no sobrepasamos el límite de Fluencia

Figura 3.30: Análisis de Esfuerzos del Dado de Izaje



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.31: Análisis de Deformaciones del Dado de Izaje



Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia que las deformaciones son casi 0, estos valores nos dan como resultado la validación del diseño y su viabilidad para proceder con la fabricación.

Proceso de Fabricación

Figura 3.32: Acondicionamiento de Contenedor de 40 Pies Estándar



Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

Consideraciones para la Ventilación

Según la proyección del cliente para la ubicación de sus equipos de acuerdo a la (Figura 3.4:) se tiene:

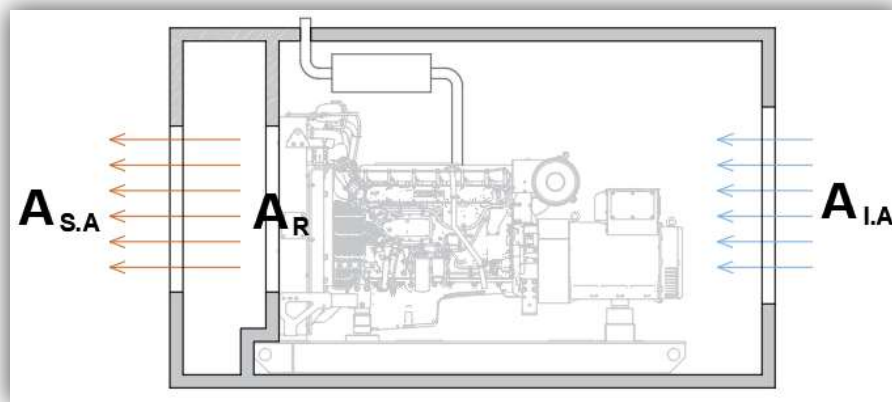
- Parte Lateral del contenedor (Grupos generadores 2 en cada extremo)
- Parte Central del contenedor (Tablero eléctrico y Transformador)

Se considero realizar el cálculo de áreas para no afectar la aspiración libre del Motor de Combustión.

Como se sabe que todo grupo generador emite calor, este debe ser evacuado al exterior. El diseño del área necesaria para esta refrigeración lo realizan los fabricantes de cada motor, dimensionando el radiador, el cual tienen una superficie (m²) el cual tiene que considerarse para que no exista problemas de sobrecalentamiento y estos influyan en el funcionamiento del motor.

Sabiendo esto entonces aplicaremos este Criterio Básicos para la Ventilación:

Figura 3.33: Criterio Básico de Ventilación



Fuente: Elaboración Propia

- **Diseño de Cavidades de salida de aire**

Teniendo en cuenta estos 3 casos, que en la práctica y verificados en la industria estos tipos de cabinas se pueden resumir en:

$$A_{S.A} > A_R$$

$$A_{S.A} = A_R$$

$$A_{S.A} < A_R$$

- Caso ideal ($A.S.A = < 101 - 110\% A_R >$)
- Caso teórico ($A.S.A = A_R$)
- Caso Opcional
($A.S.A = < 81 - 99\% A_R >$) (Aceptable)
($A.S.A = < 60 - 80\% A_R >$) (Aceptable Critico)
Verificar funcionamiento

Donde:

A.S. A= Área de Salida de Aire

R= Área del Radiador

Esto se cumple incluyendo el silenciador en el interior del recinto, ver imagen referencial:

Estos casos tienen sus ventajas y desventajas con respecto a:

- Atenuación al ruido.
- Temperatura del Motor

- **Diseño de Cavidades de Ingreso de aire**

Las Cavidades de Ingreso de Aire tienen que estar lejanas a:

- Salida de aire caliente
- Salida de gases de escape

y estas pueden ubicarse en la parte posterior, lateral o superior del recinto, teniendo en cuenta los criterios enunciados y de acuerdo al diseñador estas pueden ser de distintas formas y tamaños.

De igual forma se tienen 3 casos, que en la práctica y verificados en la industria estos tipos de cabinas se pueden resumir en:

$$A_{I.A} > A_R$$

$$A_{I.A} = A_R$$

$$A_{I.A} < A_R$$

- Caso ideal ($A.I. A = < 101 - 110\% A_R >$)
- Caso teórico ($A.S.A = A_R$)
- Caso Opcional
($A.I.A = < 81 - 99\% A_R >$) (Aceptable)
($A.I.A = < 60 - 80\% A_R >$) (Aceptable Critico)
Verificar funcionamiento

Donde:

A.I. A= Área de Ingreso de Aire

R= Área del Radiador

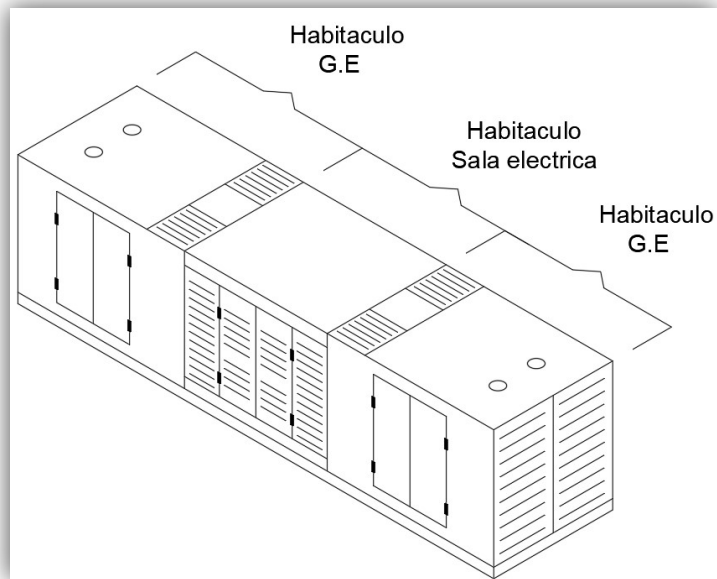
Estos casos tienen sus ventajas y desventajas con respecto a:

- Atenuación al ruido
- Ingreso de agua (producto de la lluvia)
- Temperatura del Motor

El presente bosquejo esquematiza la ubicación de:

- Componentes para el ingreso y salida de aire
- Ubicación de Grupos Electrónicos (G.E.)
- Ubicación de la sala Eléctrica
- Puertas para el Mantenimiento
- Salidas de gases de Escape

Figura 3.34: Ubicación de Habitaciones en el contenedor



Fuente: Elaboración Propia

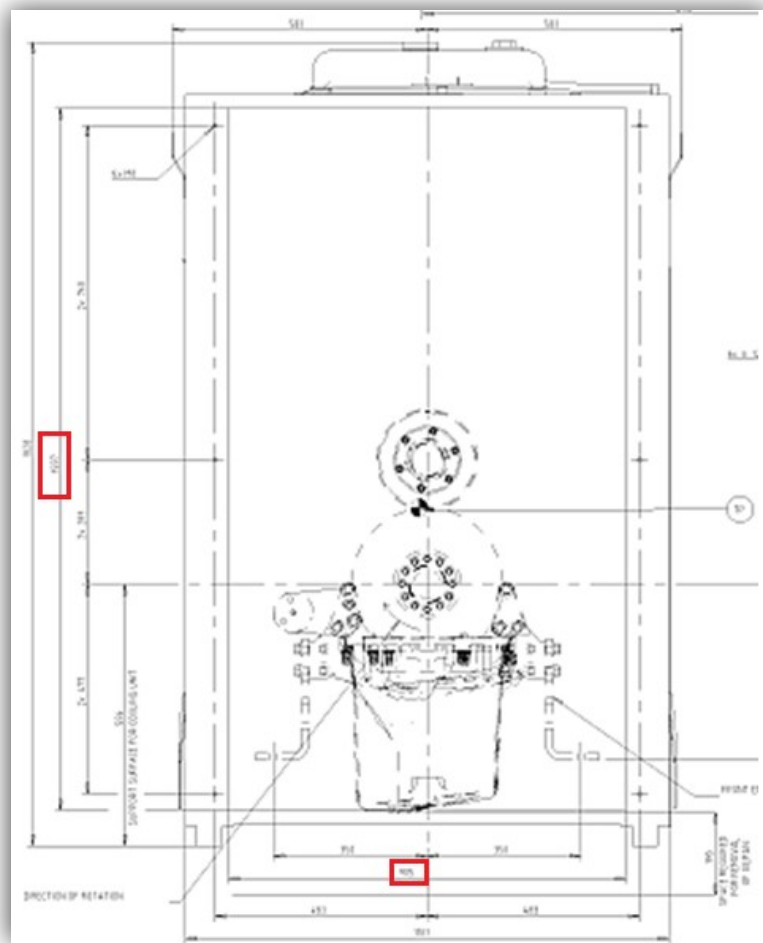
Con este bosquejo preliminar se iniciará el cálculo de áreas disponibles para el funcionamiento del mismo, posteriormente se afinará los detalles

Para incluir:

- Salida de fluidos del G.E.
- Llenado de Refrigerante
- Acceso a Baterías
- Acceso al techo, etc.

Del plano 2D del fabricante se puede verificar que el radiador tiene las siguientes dimensiones:

Figura 3.35: Plano 2D de Radiador



Fuente: <https://www.volvopenta.com/industrial/power-generation-engines>

Ancho=905 mm

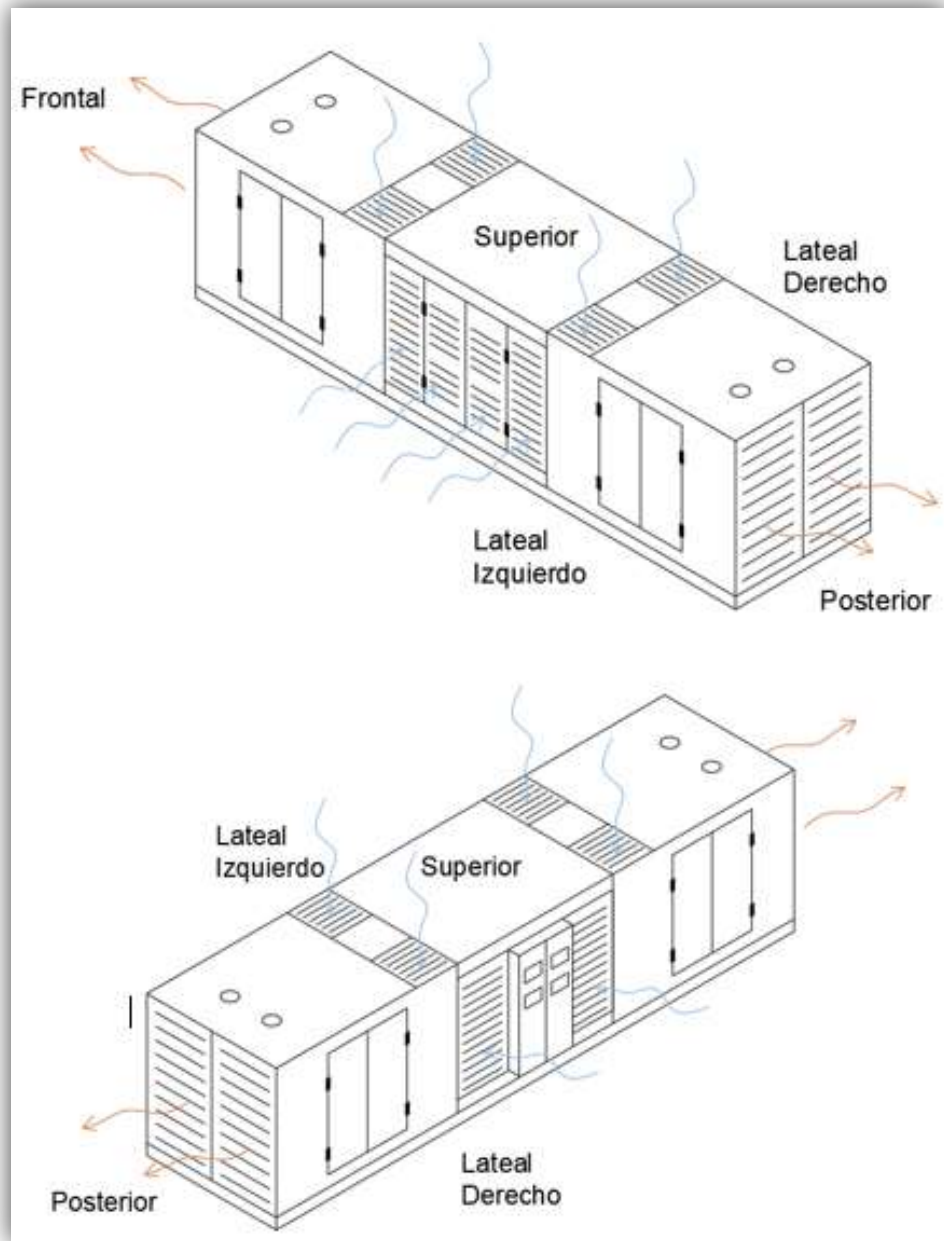
Alto=1597 mm

El cual se tiene de área:

Área del Radiador (AR) = 1.45 m²

Se ha realizado el bosquejo de las cavidades de ingreso y salida de aire para este proyecto, el cual se tiene de la siguiente forma:

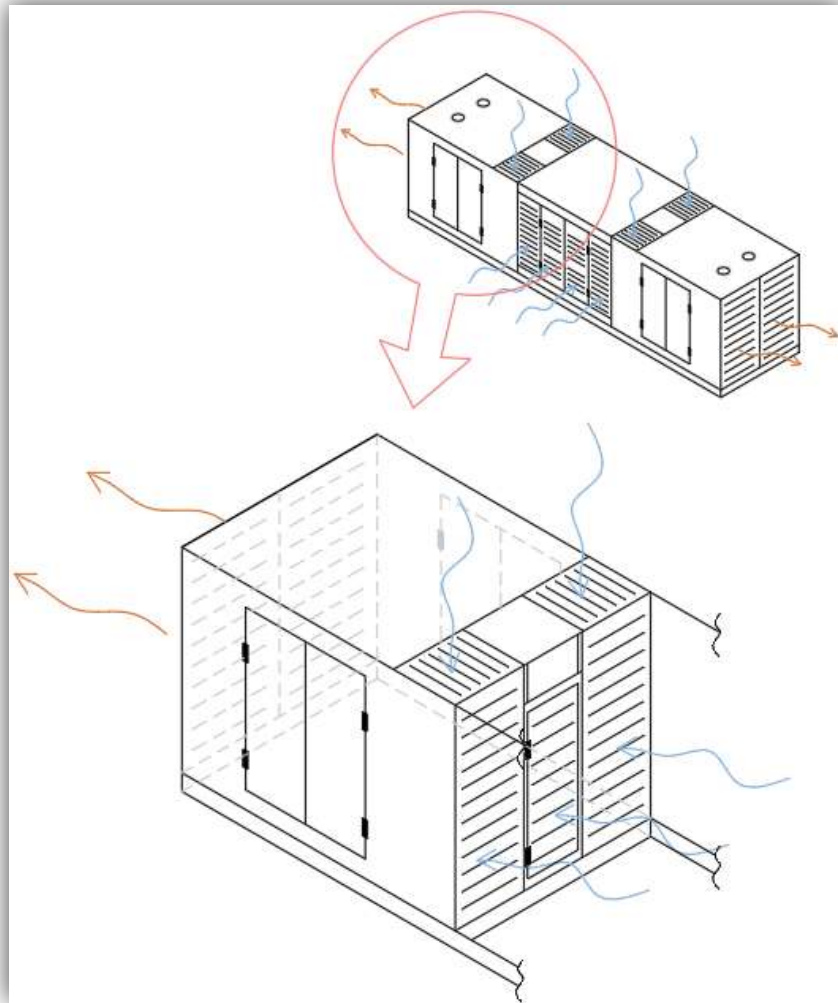
Figura 3.36: Entradas y Salidas de Aire Consideradas en el Contenedor



Fuente: Elaboración Propia

Pero para cada habitáculo donde se ubicarán lo grupos se visualizará internamente así:

Figura 3.37: Entradas y Salida de Aire en Habitáculo del G.E.

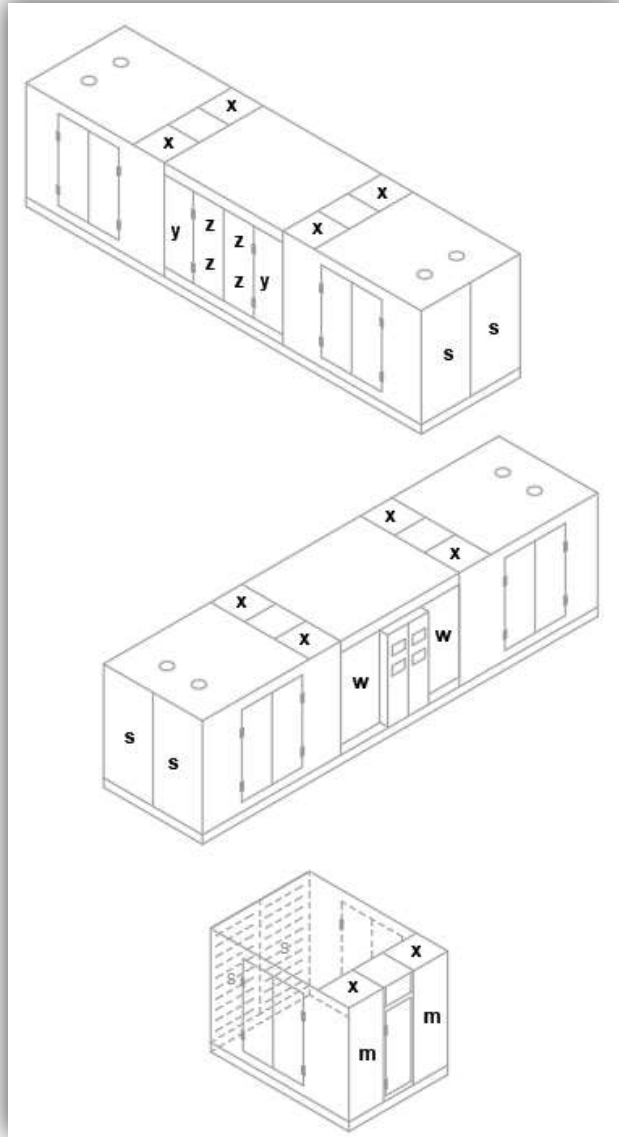


Fuente: Elaboración Propia

Las Entradas de Aire fresco se representan con flechas de color celeste, y las salidas de aire caliente son representadas con flechas de color marrón.

Una vez ubicadas las entradas y salidas de aire, procedemos a identificarlas para realizar el cálculo de Áreas para la ventilación de la sala y los grupos electrógenos.

Figura 3.38: Designación Numérica de Áreas



Fuente: Elaboración Propia

Las entradas y salidas de aire se compondrán de paneles con persianas acústicas, de tal forma que las persianas se orientes un cierto ángulo y en su interior contenga el material acústico.

Estas persianas que también llamadas Deflectores son parte de un panel que mayormente va empernado a la cabina

En nuestro caso se fabricarán estas rejillas considerando un área de paso de aire rectangular:

Teniendo en cuenta que el área del Radiador es: $(AR) = 1.45 \text{ m}^2$

Se han realizado iteraciones y pruebas, con el fin de respetar dimensiones y espacios mínimos para mantenimientos obtiene:

$$\text{AREA}(x)=0.18 \text{ m}^2$$

$$\text{AREA}(y)=0.88 \text{ m}^2$$

$$\text{AREA}(z)=0.29 \text{ m}^2$$

$$\text{AREA}(w)=1.39 \text{ m}^2$$

$$\text{AREA}(m)= 0.70 \text{ m}^2$$

$$\text{AREA}(S)= 0.93 \text{ m}^2$$

Diseño de Rejillas de Entrada Aire en el habitáculo del G.E.

Calculo el área de ventilación para proporcionar el flujo necesario para el correcto funcionamiento del grupo.

Cálculo de Áreas de ventilación

Características por panel:

Panel Vertical Lateral (2 Unidades)

- Paso aire (j=696, h=77)
- Cantidad entradas aire=13

Calculando el área de obtiene:1.39 m²

Panel Superior Techo (2 Unidades)

- Paso aire (j=717, h=63)
- Cantidad entradas aire=4

Calculando el área de obtiene:0.36 m²

En conjunto, operando se tienen como resultado:

$$A.I.A = 1.75 \text{ m}^2$$

El cual podemos calcular que estamos a un: 61%

Se verifica que nos encontramos en el caso (Aceptable Crítico):

$$(A.I.A = < 60 - 80\% AR >)$$

Aplicación de Insonorizado Acústico

Como ya la ventilación está asegurada, ahora para evitar la excesiva fuga de ruido, el diseño de los Paneles se realiza de acuerdo a criterios de empresas que han desarrollado estos elementos, tomando estos criterios:

- Aislamiento Acústico según UNE-EN 140-3:1995.
- Absorción Acústica según UNE-EN-20354

Cálculo del Espesor del Aislamiento Térmico – Acústico

Para el cálculo del diseño acústico para ambientes cerrados en la actualidad existen varias teorías y métodos, entre estos podemos mencionar:

- Teoría Estadística (Formulas de Sabine)
- Teoría Geométrica (Análisis con Software Acústicos)
- Teoría Ondulatoria
- Método Experimental (Ensayos de Pruebas y Error).

Además, dentro de la Cabina se produce:

- Campo de Sonido Reverberante
- Resonancia Acústica con Frecuencias de ondas estacionarias

En nuestro caso se estará utilizando la Teoría Estadística, en la cual proviene de ensayos estadísticos para los cuales los resultados son aproximados.

Este cálculo es basado en el tiempo de Reverberación para una determinada frecuencia de los materiales usados envolviendo volumétricamente un recinto (Cabina), el cual posee un determinado coeficiente de absorción acústica.

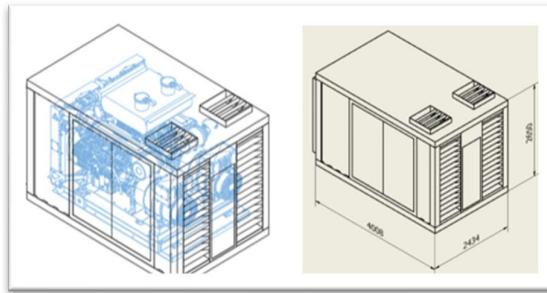
Procedimiento de Calculo:

- a) Verificación de dimensiones del recinto.
- b) Conceptualización del Diseño de los Paneles y Rejillas Acústicas.
- c) Selección de los Materiales de los Paneles Acústicos.
- d) Estimación del espesor del material acústico.
- e) Cálculo del coeficiente de Absorción de la Cabina.
- f) Cálculo del tiempo de reverberación.

a) Verificación de Dimensiones del Recinto (Cabina Insonora),
por Modos Normales (Frecuencias Resonantes)

En nuestro caso se ha determinado que las dimensiones para el recinto en un lado del contenedor donde se ubican 2 grupos Generadores.

Figura 3.39: Vista Isométrica simplificada de Cabina



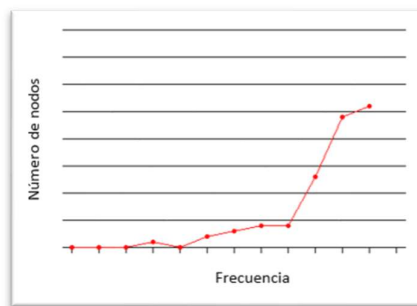
Fuente: Elaboración Propia

De donde se obtienes las dimensiones exteriores:

Largo=4008mm, Ancho =2434 mm, Alto=2650 mm

Dado que es un recinto pequeño, se evaluará los “Modos Normales de vibración” el cual generan Frecuencias bajas y se verificará si estas dimensiones son apropiadas, para eso usamos el software “Room Modes”

Figura 3.40: Modos Normales de vibración



Fuente: <http://www.bobgolds.com/Mode/RoomModes.htm>

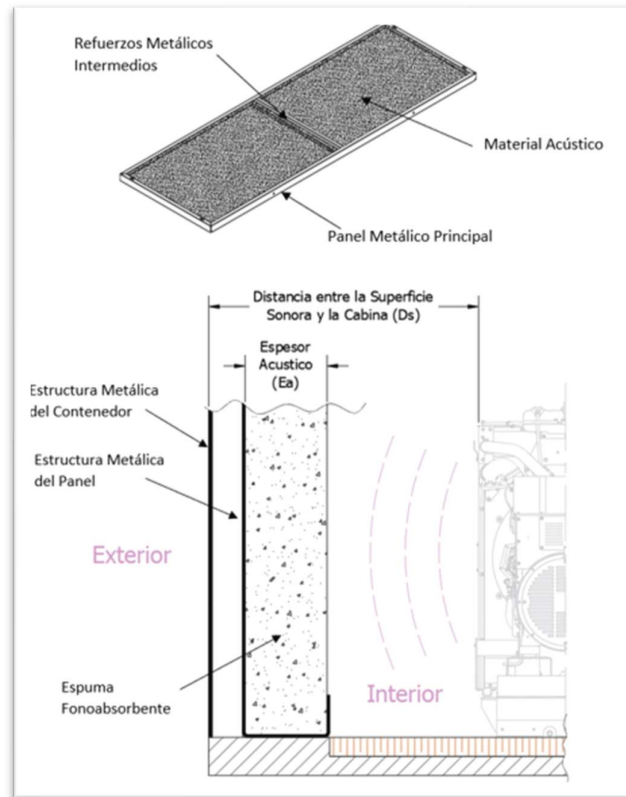
Esta curva es **creciente** y no debería de tener problemas de modos normales, por tal motivo dimensionalmente la cavidad del recinto es aceptable.

b) Conceptualización del Diseño para Paneles Y Rejillas Acústicas

Los Paneles y Rejillas acústicas que cubrirán internamente al Grupo Generador se consideran que tengan la siguiente estructura:

- Estructura Metálica de soporte
 - Plancha de Acero Estructural LAC ASTM A-36 (Espesores comerciales 1mm-1.5mm-2 mm)
- Material Aislante Acústico
 - Espuma Fonoabsorbente (Espesores comerciales 25-30-40-50 mm))
 - Lana de Roca (Manta Mallada de Espesores comerciales 20 – 40 mm)
 - Fibra de Vidrio (Rollo 1.5 m de 50 mm de espesor común)

Figura 3.41: Modelo conceptualizado de Panel Acústico



Fuente: Elaboración Propia

c) Selección de Materiales para los Paneles Acústicos

Estructura metálica

Se ha seleccionado la Plancha LAC ASTM A-36 de 1.5 mm (**Anexo 11**)

Debido a que tiene más ventajas, el cual se muestra en resumen en el siguiente cuadro:

Espesor	Rigidez	Peso	Costo	Facilidad del Doblez	Instalación
1 mm	Débil	Liviano	Bajo	Buena	Fácil
1.5 mm	Rígido	Aceptable	Medio	Intermedia	Moderado
2 mm	Muy Rígido	Pesado	Alto	Difícil	Muy Pesado

Material Acústico

Para la correcta selección del material Aislante Acústico se ha considerado la siguiente tabla el cual se muestra las ventajas y desventajas de cada uno de los materiales existentes en el mercado.

Descripción	Aislante Acústico	Seguridad	Presentación	Instalación
Espuma Fonoabsorbente	Bueno	No requiere	Placas solidas	Fácil
Lana de roca	Bueno	Requerido	Rollos	Moderado
Fibra de vidrio	Bueno	Requerido	Rollo Mallado	Difícil

El Material seleccionado para la cabina insonorizada es La “Espuma fonoabsorbente “ya que entre las ventajas que se muestran se incluye que viene con un adhesivo en su parte posterior y esto facilita la instalación en lugares de poco espacio además que se puede cortar fácilmente.

En el mercado existen 4 espesores de 25-30-40 y 50mm. (**Anexo 12**)

Además, la mayoría de grupos generadores irradia ruido de Baja Frecuencia el cual el Material Fonoabsorbente es útil para esta aplicación

d) Estimación del espesor del material Acústico

Se tiene que evaluar las frecuencias de Ondas Estacionarias para Resonancias Acústicas en Cabinas.

$$f = \frac{c}{2d}$$

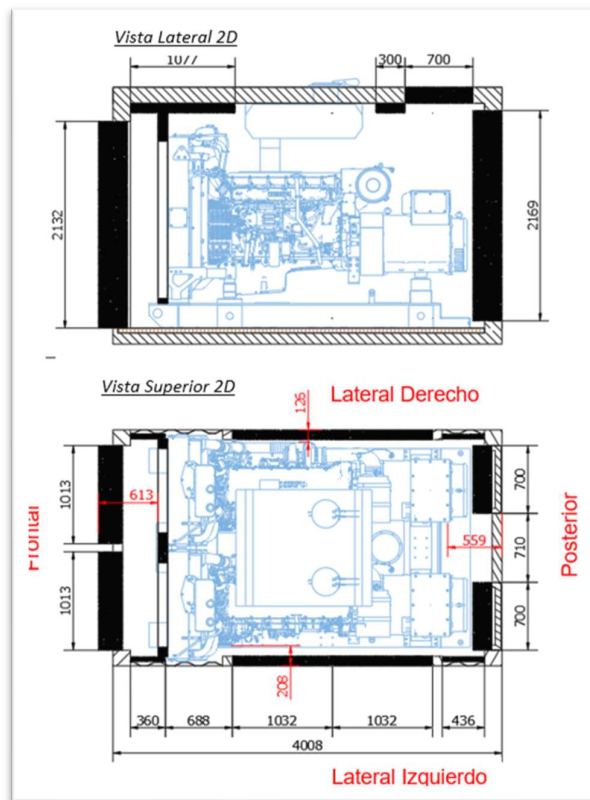
c = speed of sound (m s^{-1})
 $= 20.05 \sqrt{T}$
 T = temperature (Kelvin)
 d = distance between source and panel (m).

La capa de material absorbente de sonido debe tener aproximadamente la mitad del grosor del espacio de aire para amortiguar considerablemente la resonancia.

$$E_a = D_s / 2$$

Para esto se realiza la toma de medidas y se verifica estas distancias, de acuerdo al diseño propuesto.

Figura 3.42: Vistas Dimensionales 2D



Fuente: Elaboración Propia

Con los datos de:

- Temperatura aproximada en el interior del recinto con los motores a plena marcha se tiene: $75^{\circ} \text{C} = 348^{\circ} \text{K}$ (Temperatura medida en físico)
- Distancia Perimetral (Cotas en rojo)

Reemplazando valores en la fórmula de la Frecuencia se obtiene el siguiente cuadro:

	Frontal	Posterior	Lateral Derecha	Lateral Izquierda
Ds(mm)	613	559	126	208
Ds (m)	0.613	0.559	0.126	0.208
C (m/s)	374.0	374.0	374.0	374.0
f (Hz)	305.1	334.6	1484.2	899.1

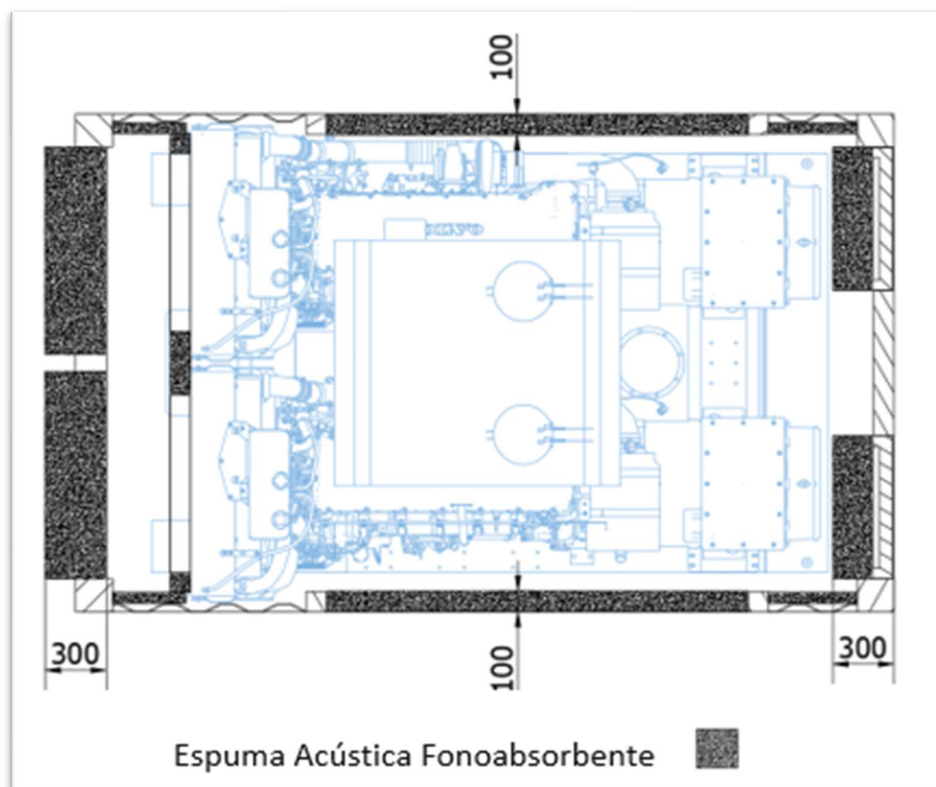
De acuerdo a los resultados podemos estimar los espesores del material acústico, aplicando la formula, el cual obtenemos:

	Ea (mm)
Frontal	306.5
Posterior	279.5
Lateral derecha	63
Lateral Izquierda	104

Por lo tanto, para cada lado del contenedor se aplicarán los espesores calculados.

- ✓ En el caso de las frecuencias elevadas en los Laterales se usará el artificio de usar doble espuma de 50mm obteniendo 100mm en total.
- ✓ En el caso de los lados Frontal y Posterior, se usará la espuma de 50mm, pero estas serán instaladas a lo largo obtenido los 300mm con las rejillas acústicas.

Figura 3.43: Acotado de Espesor de Material Acústico



Fuente: Elaboración Propia

e) Cálculo del Coeficiente de Absorción de La Cabina.

La cabina Insonora en general se encuentra compuesto de los siguientes materiales:

- ✓ Laterales, Frontal, Posterior y Techo (Estructura metálica y Espuma fonoabsorbente).
- ✓ Piso (Madera)

Los Coeficientes de absorción para los materiales asignados según Tabla adjunta en él. **(Anexo 13)** son:

Madera = 0.1

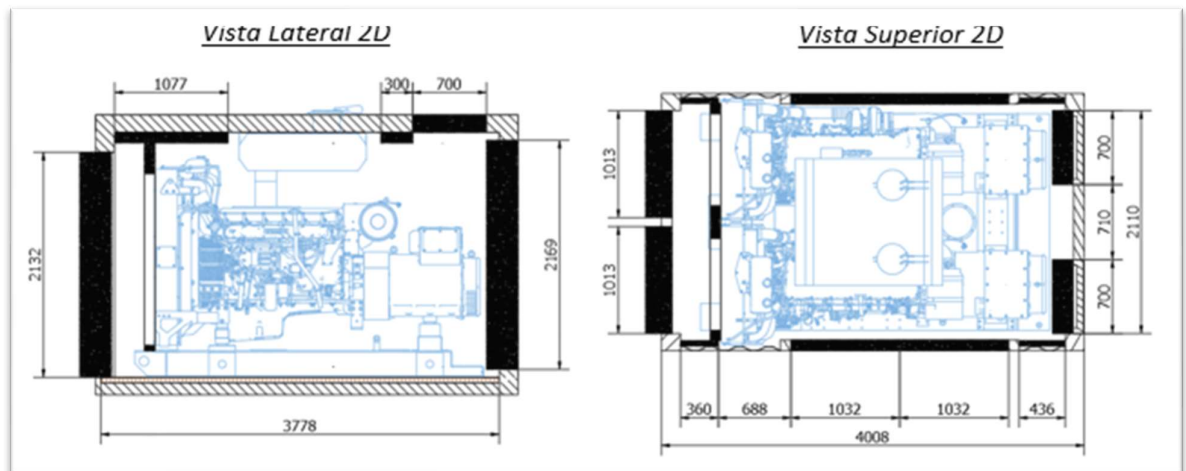
Metal = 0.03

Espuma fonoabsorbente = 0.75 . **(Anexo 12)**

Además, la mayoría de grupos generadores irradia ruido de

Acotando las dimensiones de los materiales del encerramiento se tiene:

Figura 3.44: Longitudes de Paneles Laterales y superior



Fuente: Elaboración Propia

Según la Ecuación de SABINE:

Para: Volumen > 1000 m³ Para: Volumen < 1000 m³

$$T_R = 0,161 \left(\frac{V}{A + 4mV} \right)$$

$$T_R = 0,161 \left(\frac{V}{A} \right)$$

V = Volumen del recinto (m³)

A = Absorción Acústica del Recinto (Sabinos métricos)

4mV = Absorción Acústica del Aire

Para nuestro caso la cabina tiene un volumen de: V. Cabina = 25.85 m³,

Ya que **V. Cabina < 1000 m³** usaremos la fórmula de la derecha.

Con las dimensiones establecidas usamos la fórmula para hallar:

A (Coeficiente de Absorción del Recinto)

$$A = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n$$

Reemplazando valores se tiene:

Ceficiente del Material	Descripcion	Perimetro (mm)	Altura (mm)	Superficie S (m2)	α	S x α
α (Paredes)	Paneles Laterales Metalicos	11232.0	2132.0	23.9	0.03	0.72
α (Paredes)	Paneles Laterales Absoventes	11232.0	2132.0	23.9	0.75	17.96
α (Techo)	Paneles en Techo Metalicos	2077.0	2110.0	4.4	0.03	0.13
α (Techo)	Paneles en Techo Absorventes	2077.0	2110.0	4.4	0.75	3.29
α (Piso)	Piso de Contenedor de Madera	3778.0	2110.0	8.0	0.10	0.80
				64.6	$\Sigma S \times \alpha$	22.89
					α	0.35

f) Cálculo del tiempo de reverberación

Aplicando la Formula de Sabine calculamos el tiempo de reverberación:

Superficie	64.6	m ²
volumen	25.85	m ³
Tr	0.2	Segundos

El tiempo **Tr < 1** nos indica que es un buen referente para las aproximaciones de los espesores y materiales acústicos implementados en las estimaciones antes mencionadas, por tal motivo el cálculo es óptimo.

Por lo tanto, se trabajará los diseños de los paneles y rejillas acústicas con:

Espuma fonoabsorbente de 50mm

ya que tiene buen desempeño a la acústica mediante la absorción, así como resistente al fuego con uso regular de hasta 100°C.

Cabe resaltar que se optó por este espesor ya que es el mayor espesor en el mercado de estos productos ya que comercialmente existen 25-30-40-50mm.

Nota:

Por motivos de seguridad de la empresa no se permiten la muestra de fichas técnicas de toda esta variedad de productos, pero en los anexos se adjunta la ficha Técnica de este Material procedente de China con el nombre de PU-FILM FOAM de espesor 40mm el cual según contacto con el proveedor de Shangay su coeficiente de absorción de la espuma de 50 mm es ligeramente similar.

Entrada de aire Lateral

Tomando en cuenta estas consideraciones para las entradas de aire Lateral se considera las Rejillas con las siguientes características:

- Angulo de Inclinación respecto a x = 30°
- Ancho mínimo de rejillas Horizontalmente = 300 mm
- Tipo de Rejilla o Deflector: Bordes Cilíndricos
- Lamina Metálica de la rejilla = Tipo Perforada (Ø6mm)
- Material Acústico Absorbente: Placa Composite 50 mm
- Largo de la Rejilla: 696 mm

Estos Diseños fueron desarrollados en el Programa Autodesk Inventor 2022 en el Entorno Sheet Metal

Bosquejo de Diseño Preliminar

De lo mencionado se plasma en un plano preliminar antes de realizar el plano final de fabricación

Imágenes de Componentes

Figura 3.45: Rejillas acústicas entrada de aire



Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

Entrada de aire Techo

Tomando en cuenta los criterios tenemos:

- Aislamiento Acústico según UNE-EN 140-3:1995.
- Absorción Acústica según UNE-EN-20354

Entrada de aire Lateral

Tomando en cuenta estas consideraciones para las entradas de aire superior se considera las Rejillas con las siguientes características:

- Angulo de Inclinación respecto a x = 30°
- Ancho mínimo de rejillas Horizontalmente = 300 mm
- Tipo de Rejilla o Deflector: Bordes Cilíndricos
- Lamina Metálica de la rejilla = Tipo Perforada (Ø6mm)
- Material Acústico Absorbente: Placa Composite 50 mm
- Largo de la Rejilla: 717 mm

Adicionalmente a este diseño se le tuvo que acondicionar una entrada curva por 3 motivos principales:

- Evitar el Acceso de Lluvia del Exterior
- Alejarse de la salida de gases de escape
- Evitar el acceso de animales

Imágenes de Componentes

Para el desarrollo de este ducto corbo se consideró mantener el radio de 790mm para no interferir en el ingreso de aire, además se colocó en la entrada unas persianas y malla protectora, todo este arreglo estará soldado a una brida empernable de forma rectangular en todo su perímetro, para que facilite la instalación en el lugar de destino.

Este Diseño fue desarrollado en el Programa Autodesk Inventor 2022 en el Entorno Sheet Metal.

Imágenes de Componentes

Figura 3.46: Rejillas acústicas entrada de aire techo



Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

Diseño rejillas de Salida de aire en el habitáculo del G.E

Se ha propuesto el siguiente diseño para la salida de aire caliente, el cual se puede ver el Panel con su marco empornable y deflectores internos, por cada salida de aire, irán 2 unidades de estos componentes tal como se muestra.

Cálculo de Áreas de ventilación

Características por panel:

- Paso aire
j=1009
h=66
- Cantidad entradas aire=14

Como se usarán 2 unidades en cada extremo, calculando las operaciones el resultado será:

$$A.S.A = 1.86 \text{ m}^2$$

El cual podemos calcular que estamos a un: 64%

Se verifica que nos encontramos en el caso (Aceptable Critico):

$$(A.S.A = < 60 - 80\% AR >$$

Aplicación de Insonorizado Acústico

Luego del cálculo de ventilación, ahora para evitar la excesiva fuga de ruido, el diseño de los Paneles se realiza de acuerdo a las consideraciones similares a los de la entrada de aire

- Aislamiento Acústico según UNE-EN 140-3:1995.
- Absorción Acústica según UNE-EN-20354

Salida de Aire Frontal

Las Rejillas Acústicas son consideradas también con las siguientes características:

- Angulo de Inclinación respecto a x = 30°
- Ancho mínimo de rejillas Horizontalmente = 300 mm
- Tipo de Rejilla o Deflector: Bordes Cilíndricos
- Lamina Metálica de la rejilla = Tipo Perforada (Ø6mm)
- Material Acústico Absorbente: Placa Composite 50 mm
- Largo de la Rejilla: 1009 mm

Estos Diseños fueron desarrollados en el Programa Autodesk Inventor 2022 en el Entorno Sheet Metal

Figura 3.47: Rejillas acústicas salida de aire



Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

Diseño la Entrada de aire en el habitáculo de la Sala eléctrica

Esta área según la información que se tiene solo será un área donde se ubiquen:

- El Tablero de Control Eléctrico
- Bandejas Eléctricas
- Transformador de Potencia (Sera Instalado en el cliente)

De igual forma desde la parte externa del Contenedor se calculará la Ventilación necesaria para considerar el flujo de aire hacia los habitáculos de los Grupos Generadores.

Cálculo de Áreas de ventilación

De la misma forma Calcularemos la entrada de aire, considerando los paneles y, z, w:

Panel “y” (2 Unidades)

- Paso aire (j=702, h=60)
- Cantidad entradas aire=21

Panel “z” (4 Unidades)

- Paso aire (j=600, h=70)
- Cantidad entradas aire=7

Panel “w” (2 Unidades)

- Paso aire (j=1108, h=60)
- Cantidad entradas aire=21

En conjunto, operando se tienen como resultado:

$$A.I.A \text{ (sala eléctrica)} = 5.73 \text{ m}^2$$

La salida de aire ya se calculó anteriormente, tomando en cuenta los paneles m, lo que se concluye:

$$\text{Área (m)} = 1.39 \text{ m}^2$$

Como son 2 áreas de los Grupos Generadores entonces calculando saldría:

$$\text{Área Total(m)} = 2.78 \text{ m}^2$$

El cual podemos calcular que estamos a un: 206%

Este valor es aceptable ya que como se mencionó esta sala tendrá elementos eléctricos que generan calor así que también se requiere una mayor ventilación.

Aplicación de Insonorizado Acústico

Las Rejillas Acústicas para este caso no serán tan exigentes, pero de la misma forma se consideran las siguientes características:

- Angulo de Inclinación respecto a x = 30°
- Ancho mínimo de rejillas Horizontalmente = 150 mm
- Tipo de Rejilla o Deflector: Bordes Rectos
- Material Acústico Absorbente: Placa Composite 50 mm
- Largo de la Rejilla: 702 / 600 / 1108 mm

Se desarrollaron 3 tamaños diferentes para los laterales y las puertas.

Estos Diseños fueron desarrollados en el Programa Autodesk Inventor 2022 en el Entorno Sheet Metal

Bosquejo de Diseño Preliminar

De la misma manera se realiza un plano preliminar antes de realizar el plano final de fabricación

Figura 3.48: Rejillas acústicas entrada de aire a Sala Eléctrica



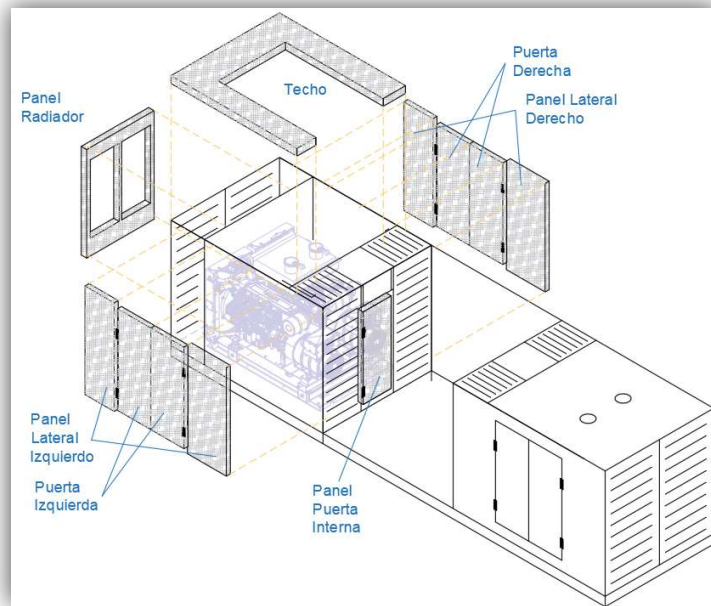
Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

Diseño de los paneles Acústicos Internos

Estos se encuentran ubicados encerrando la fuente sonora, como se puede apreciar se propuso instalar en las siguientes ubicaciones:

- Lateral (Izquierdo y Derecho)
- Superior (Techo)
- Frontal (Salida de Aire - Radiador)
- Posterior (Puerta Interna)

Figura 3.49: Paneles de Insonorización



Fuente: Elaboración Propia

En otras zonas no se puede instalar ya que estaban ocupadas por las Rejillas Acústicas, y además el panel del techo no se consideró en su totalidad ya que, en las áreas cercanas al silenciador, éstas se pueden deteriorarse rápidamente debido a la temperatura del silenciador.

Aplicación de Insonorizado Acústico en Paneles

El diseño de los Paneles se realiza de acuerdo a criterios de empresas que han desarrollado estos elementos, tomando estos criterios:

- Aislamiento Acústico según UNE-EN 140-3:1995.
- Absorción Acústica según UNE-EN-20354

El diseño de estos paneles logra reducir en gran medida los niveles de decibeles, aunque es importante el costo beneficio según convenga el caso del diseño.

se consideran las siguientes características:

- Cuerpo del Panel = Plancha de Acero de 1.5mm
- Material Acústico Absorbente: Placa Composite 50 mm
- Refuerzos acanalados (Plancha Plegada de 1.5mm)

Estos Diseños fueron desarrollados en el Programa Autodesk Inventor 2022 en el Entorno Sheet Metal

Se puede visualizar el modelo de Panel lateral y Techo.

De la misma manera se realiza un plano preliminar antes de realizar el Plano final de fabricación

Se ha considerado plegar la plancha en sus cuatro lados para obtener al final una pestaña de 25mm el cual servirá de sostén para el material absorbente que será instalado en el interior de este panel.

Aplicación de Insonorizado Acústico en Puertas

- También se utilizará el mismo criterio del insonorizado de los paneles, pero ya que en esta parte central se tiene más espacio podemos considerar las siguientes características:
 - Cuerpo del Panel = Plancha de Acero de 2 mm
 - Material Acústico Absorbente: Placa Composite 100 mm
 - Refuerzos acanalados (Plancha Plegada de 1.5mm)

Además, para hermetizar estas puertas con el marco metálico del contenedor se propone utilizar “Juntas de Sellado de Puertas”, comúnmente llamados “tecniautos” en todo el contorno de la puerta, siendo esto suficiente para evitar filtraciones sonoras hacia el exterior.

Estos Diseños fueron desarrollados en el Programa Autodesk Inventor 2022 en el Entorno Sheet Metal

Se puede visualizar el modelo de Las Puertas y sus bisagras

De la misma manera se realiza un plano preliminar antes de realizar el plano final de fabricación

Se ´ha considerado plegar la plancha en sus cuatro lados para obtener al final una pestaña de 25mm el cual servirá de sostén para el material absorbente que será instalado en el interior de este panel

Figura 3.50: Puertas Insonorizadas



Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

Montaje y Ensamblaje de Equipos

SALA ELECTRICA

La sala Eléctrica como se indicó al comienzo tenía que estar ubicada al centro del Contenedor, dejando los espacios adecuados para que los siguientes elementos se ubiquen sin problemas:

- Bandejas Porta cables
- Tablero eléctrico de Control y fuerza
- Transformador de Potencia

De todos estos componentes solo el Transformador sería instalado en el cliente en el lugar de la instalación.

De esta manera se vio la necesidad de calcular:

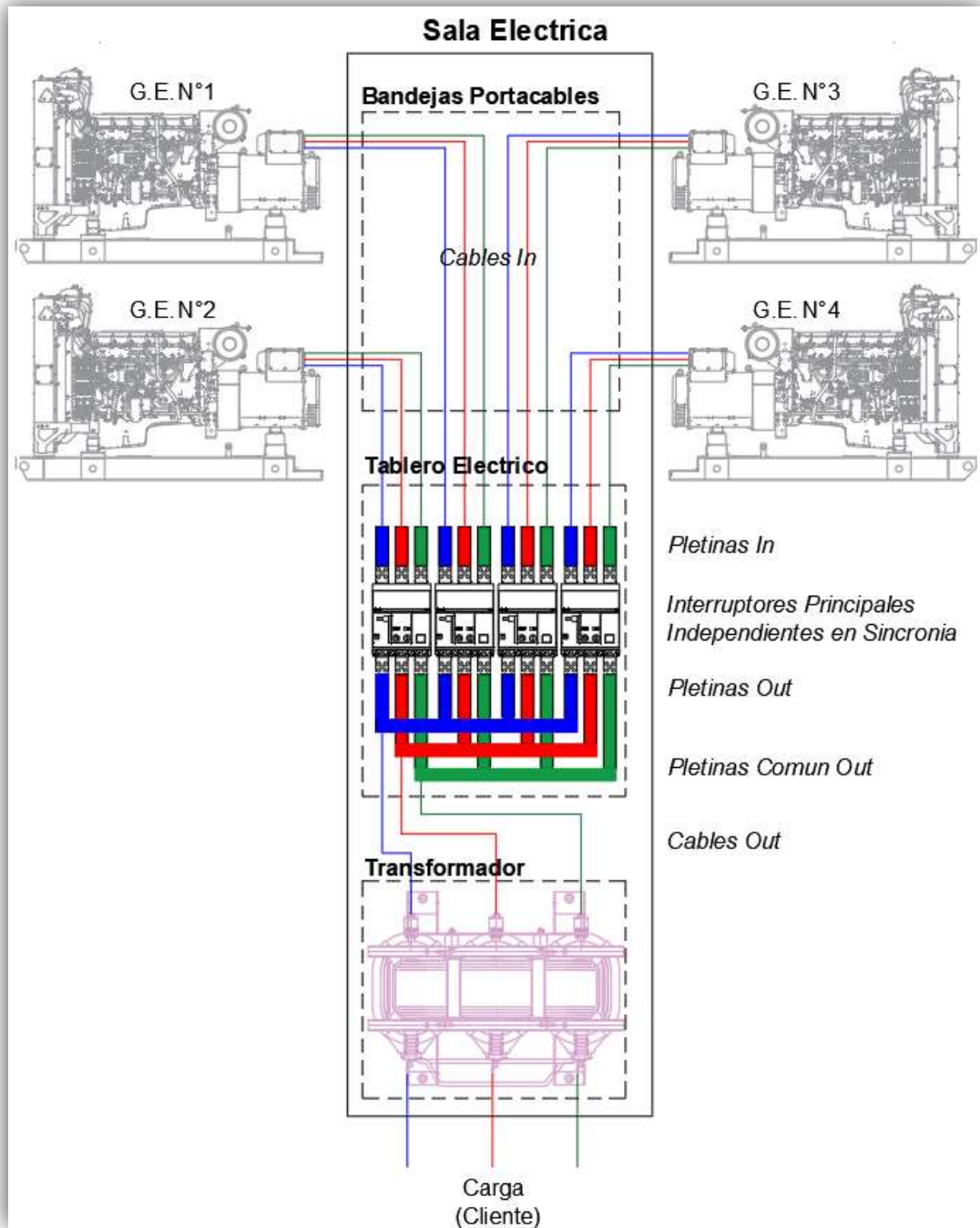
- Los Cables de Ingreso a los Interruptores
- Las Pletinas de Ingreso a los Interruptores
- Los Interruptores Principales
- Las Pletinas de salida
- Las Pletinas Común de salida
- Los Cables de Salida

Cabe resaltar que a solicitud del cliente se consideró mantener intacto el piso original del Contenedor, ya que este es de madera de 1" de espesor, el cual es útil como un aislante eléctrico, pero que de todas maneras se procedió a dar un mejor acabado debido al deterioro en algunas partes.

También esta sala no se consideraba el aislamiento acústico, bastaba con tener las entradas de aire necesarias para que pueda ingresar el flujo hacia los habitáculos de los grupos Electrógenos.

Se muestra el bosquejo de los componentes de la sala eléctrica:

Figura 3.51: Bosquejo Componentes eléctricos - Sala electrica

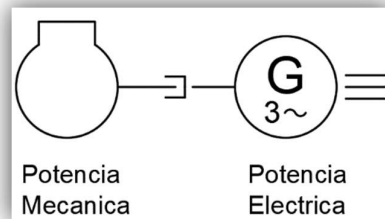


Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE LA POTENCIA ELECTRICA

Para esto partimos de los datos obtenidos del motor de combustión y el generador.

Figura 3.52: Simbología Motor-Generador



Fuente: Elaboración Propia

Datos de motor de Combustión:

- Marca: Volvo
- Modelo: TAD 1640 GE
- Combustible: Diesel
- Velocidad: 1500 Rpm
- Régimen de trabajo del Grupo Electrónico: Stand By

Con estos datos, consultamos la Ficha Técnica del Motor

El cual verificamos que el motor entrega una potencia al eje de :

$$\text{Potencia Mecánica} = 440 \text{ KW}$$

Ahora procedemos a calcular la Potencia Eléctrica del Generador,

Asumimos una Eficiencia que este entre $< 95 - 98 \% >$:

$$\eta = 95\%$$

Ahora utilizamos la siguiente formula:

$$\eta = \frac{\text{Potencia Electrica}}{\text{Potencia Mecanica}}$$

Obtenemos:

Potencia Eléctrica = 418 KW

De los Datos Entregados y del Generador tenemos:

- Marca: WEG
- Modelo: AG10 280MI40AI
- Voltaje: 400 VAC
- Frecuencia: 50 Hz
- Factor de Potencia: 0.8
- Fases: 3

Ahora utilizamos la siguiente fórmula para hallar la Intensidad de corriente:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{COS } \phi$$

Reemplazando los datos obtenidos, tenemos:

$$I = 754.2 \text{ Amp}$$

Este valor hallado hace referencia al valor por Fase.

SELECCIÓN DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL

Con este valor entre otras consideraciones propuestas por el área de Ingeniería eléctrica y en coordinación con el cliente, se opta por elegir el Interruptor Principal para cada Grupo electrógeno:

- Marca: Siemens
- Modelo: 3VA2780
- Polos: 3
- Intensidad de Empleo: 800 Amp

SELECCIÓN DE LOS “CABLES IN”

Los “CABLE IN” parten del Generador y llegan a las “PLETINAS IN “, estas a su vez se fijan al Interruptor Principal.

Del Catálogo de Fabricante, elegimos usar el Cable Calibre 2/0.

Este soporta 225 Amp al 100% de Carga.

Como la corriente por fase es de $I = 754.2$ Amp calculado anteriormente podemos calcular cuantos cables llevaran por fase, aplicando la fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ Cables} = \frac{\text{Intensidad Total por Fase}}{\text{Corriente Maxima del Cable}}$$

El resultado es: 3.35 Cables, por lo tanto, se necesitarán por fase:

4 cables Calibre 2/0

CALCULO DE LAS “PLETINAS IN”

Este cálculo radica principalmente en seleccionar el área transversal óptima para que soporte la Intensidad Total por fase.

Seleccionamos:

01 pletina de Cobre Pintadas de Sección Transversal 50x10 mm

El cual se cumple:

$I. \text{ Pletina IN} > I. \text{ total por Fase}$

Ósea: $1020 \text{ Amp} > 754.2 \text{ Amp}$

CALCULO DE LAS "PLETINAS OUT"

Como ambas soportan la misma Intensidad por fase, entonces también estas serán de sección transversal de 50x10 mm.

CALCULO DE LAS "PLETINAS COMUN OUT"

Estas pletinas finales también son conocidas con "PLETINAS BUS BAR"

Seleccionamos:

02 pletinas de Cobre Pintadas de Sección Transversal 120x10 mm

El cual se cumple:

$$I. \text{ Pletina Común OUT} > (I. \text{ total por Fase} * 4 \text{ G.E.})$$

$$\text{Ósea: } 3280 \text{ Amp} > 3016.7 \text{ Amp}$$

SELECCIÓN DE LOS "CABLES OUT"

Los "CABLE OUT" parten de las "PLETINAS COMUN OUT" y llegan a los terminales del "TRANSFORMADOR".

Del Catálogo de Fabricante, elegimos usar el Cable Calibre 4/0.

Este soporta 300 Amp al 100% de Carga.

Como la corriente total por fase de los 4 G.E. es de $I = 3016.7 \text{ Amp}$ calculado anteriormente podemos calcular cuantos cables llevaran por fase, aplicando la fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ Cables} = \frac{\text{Intensidad Total por Fase}}{\text{Corriente Maxima del Cable}}$$

El resultado es: 10.05 Cables, por lo tanto, se necesitarán por fase:

10 cables Calibre 4/0

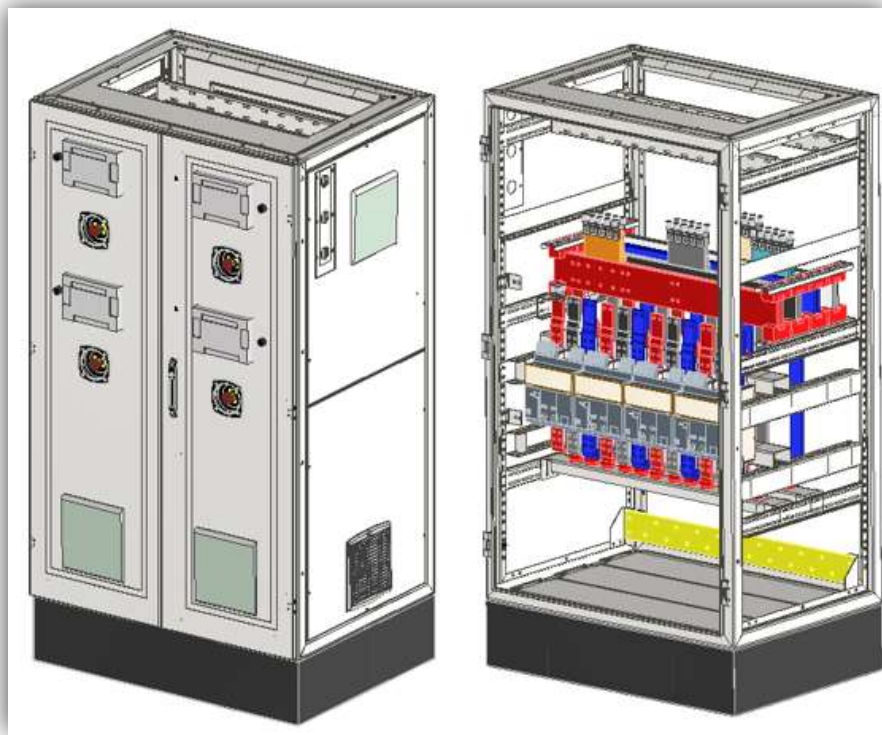
DISEÑO DETABLERO ELECTRICO

Para poder ubicar rodos los componentes antes mencionados se propuso que el Tablero Tenga las siguientes dimensiones:

- Ancho=1100
- Profundidad = 850
- Alto Total = 2040

Realizando el Modelo 3D con el Software Autodesk Inventor 2022 se tiene:

Figura 3.53: Diseño 3D Tablero eléctrico

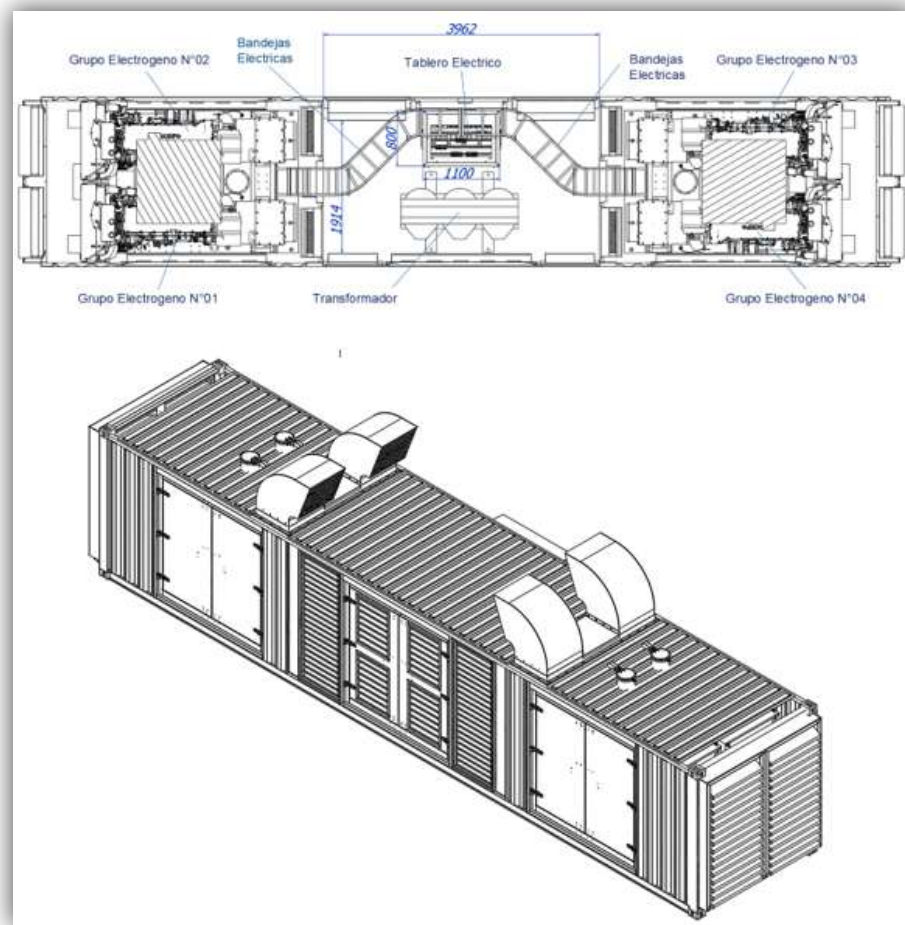


Fuente: Elaboración Propia

UBICACIÓN MECANICA DE COMPONENTES EN SALA ELECTRICA

Luego de haber dimensionado los cables, pletinas y los interruptores, se realiza el pre montaje de estos componentes. Quedando de la siguiente manera:

Figura 3.54: Ubicación de componentes en Sala eléctrica



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.55: Sala eléctrica por dentro del Contenedor



Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

3.1.3 Pruebas y Puesta en funcionamiento

Las pruebas realizadas para evaluar el buen funcionamiento de este equipo se realizaron dentro de la empresa dando resultados satisfactorios y teniendo en cuenta factores a corregir para levantar observaciones de detalles menores, pero de gran importancia

Las pruebas realizadas en este equipo son:

Prueba de carga:

PRUEBA CON CARGA (Cos Ø: 1.0)								
CARGA	V (Ph-Ph)	Alternador			Motor			Tiempo prueba (Min)
		A	kW	Hz	RPM	Temp. Agua (°C)	Presión Aceite (Bar)	
0%	400	-	-	50	1500	70	2.6	5'

Prueba de lluvia Y Ruido

PUNTOS DE INSPECCION	dbA @ 1 m.	dbA @ 3 m.	dbA @ 7 m.
	VACIO	VACIO	VACIO
A			87
B			87
C			88
D			88
TEMPERATURA			
100 % DE CARGA	°C	TECHO	CONTENEDOR
	60'	ENTRADA DE AIRE	P. LATERALES
PRUEBA DE LLUVIA	NO APLICA	SALIDA DE AIRE	P.FRONTAL

Nota:

Se desestimo la aplicación de la porta filtros externos de combustible, aire y aceite, ya que estos provocarían problemas en el funcionamiento, se quedaron tal como vienen de fábrica.

Prueba de Carga con Tanque Externo Diesel

Prueba de Lluvia con dispositivo de rociadores móviles

Figura 3.56: Pruebas de Lluvia y Carga



Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

3.1.4 Desarrollo para el Despacho y el transporte

DESARROLLO PARA IZAJE

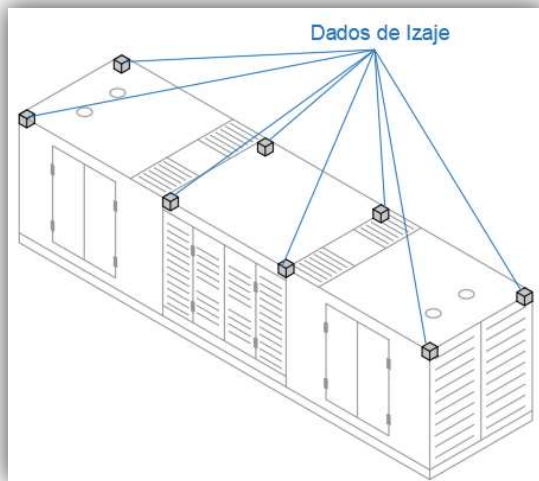
Este tipo de Contenedores transformados llamados POWER MODULE (Módulos de Poder) tienen en su construcción modificaciones y alteraciones del diseño, habrá que analizar el modo de izaje.

Comúnmente se utiliza Camiones Grúa ya que facilita la manipulación y la ubicación del mismo, por lo tanto, se realizaron las siguientes consideraciones de diseño:

Consideración de Izaje mediante los Dados

Por la forma constructiva del Contenedor se muestran los dados de izaje a utilizar en el diseño del contenedor:

Figura 3.57: Método de Izaje Propuesto



Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta que los 4 Dados de Izaje originales se encuentran en los extremos del Contenedor (2 en cada extremo) y los 4 dados fabricados adicionales están ubicados al centro del Contenedor.

Cálculo de Peso

Con toda la información obtenida del diseño, la parte constructiva y los componentes se aproximó la masa:

Descripcion	Masa (Kg)	Cantidad	Total (Kg)
Motor - Alternador	2800	4	11200
Bastidor	1950	2	3900
Silenciador	380	2	760
Tablero electrico	1280	1	1280
Bandejas y Accesoios	720	1	720
Paneles,Deflectores,soportes	1050	2	2100
Contenedor	2700	1	2700
Peneria,Mangueras,Conectores,etc	160	2	320
Refuerzos,Marcos,Cartelas,biseras,etc	380	2	760
Otros (Baterias,Calentadores;sop filtros)	95	2	190
			23930

La masa total aproximado es de = 24 000 Kg

Verificando la Placa de Identificación del contenedor según ISO 2716

recomiendan no exceder el PAYLOAD.

Por lo tanto, se debe cumplir:

**CARGA DEL
CONTENEDOR < PAYLOAD**

Esto es: 24000 Kg < 26760 kg

Dispositivo de Izaje anti deformaciones longitudinales

Por experiencia en diseños anteriores al momento de realizar el izaje de contenedores de 40 pies usando solamente los dados ubicados en los extremos, el contenedor sufre una deformación, debido a la flexión, este valor está en el rango de 3 a 10 mm.

En consecuencia, si se diseñan puertas de acceso lateral éstas tengan problemas en el cierre u apertura, lógicamente luego del izaje vuelvan a su posición, pero se tendría que hacer ajustes finales.

Para evitar estos inconvenientes ya que el diseño tiene varias puertas de acceso se decidió por usar un YUGO de izaje o SPREADERS, que son dispositivos para elevación de contenedores con Carga Especial.

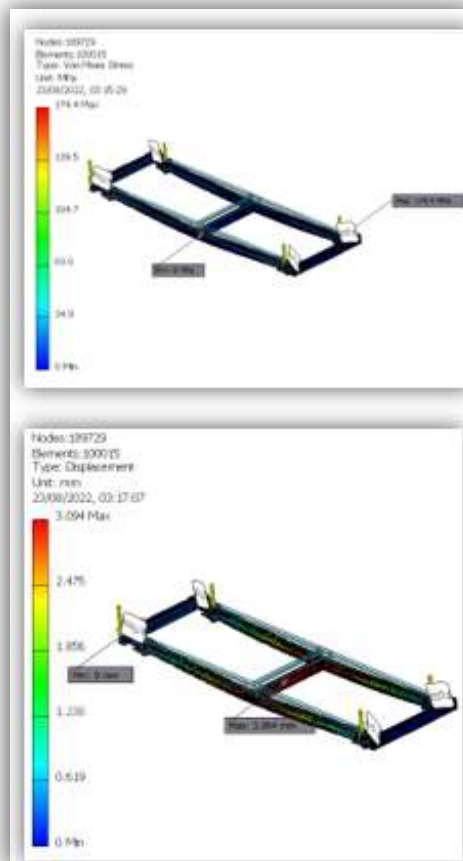
Se realiza el bosquejo de este dispositivo para su diseño:

Se procede al diseño de este Dispositivo y al posterior análisis con Elementos finitos para asegurar su viabilidad.

En su fabricación se usaron perfiles H Estructural de 10" y placas de 19, 25 y 50 mm

Simulación FEA – Verificación Esfuerzos Von Mises

Figura 3.58: Análisis Estático Lineal de Yugo



Fuente: Elaboración Propia

Selección de la Grúa

Ya que el proveedor tenía solo 2 grúas de capacidades de 30 y 50 Ton.

Se opto por contratar a la de 50 Ton.

Figura 3.59: Fotos del Yugo e izaje



Fuente: Motores Diesel Andinos (MODASA)

IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1.1 Discusión

A partir de los resultados obtenidos en cuanto al desarrollo global del presente proyecto coincidimos con Uysal, M., Bakar, O., Doğan, Y. (2022), “Comparación De Análisis De Ruido Y Valores De Prueba Con El Método De Elementos Finitos En Grupos Electrónicos Diésel”, Ya que los niveles de ruido deben siempre estar limitados legalmente por normas y reglamentos medio ambientales, en tanto es favorable el análisis de elementos finitos como estudio de valoración de resultados en cuanto a Acústica, pero en consecuencia en nuestro entorno es poco frecuente usar estos Software debido a las licencias, pero los cálculos por áreas según el informe emitido es una solución práctica y de uso común para estos desarrollos.

Con respecto a los recursos físicos, se tuvo inconvenientes con la logística ya que en plena pandemia los distintos proveedores nacionales e internacionales frenaron su producción y los envíos marítimos se restringieron.

4.1.2 Conclusiones

Se recepciono los equipos y estos fueron verificados usando check list y evaluados visualmente para detectar problemas de deterioro, Además se acondiciono un área para realizar estos trabajos en las Instalaciones de la empresa.

Se realizaron pruebas de presión de fugas a 5 Psi (Prueba Neumática) al bastidor tanque antes que se acoplen los motores y a su vez estos fueron sometidos a pruebas para verificar su buen funcionamiento de funcionamiento de los motores a carga del 110 % de su potencia.

El Cálculo de áreas en el sistema de escape de gases así como para el cálculo de la ventilación da resultados óptimos y favorables, los niveles sonoros están dentro de los parámetros de resultados obtenidos.

V RECOMENDACIONES

Para el Ensamblaje y Acoplamiento del Motor alternador se debe realizar en un área propia con sistemas de izaje necesariamente y contar con las herramientas de ajuste y verificación de alineamiento.

Se debe de realizar un programa de mantenimiento preventivo para garantizar el buen funcionamiento del mismo.

Para la Fabricación de los Paneles y Rejillas Acústicas se recomienda que el personal técnico tenga experiencia en la aplicación del material absorbente.

Se debería de Implementar Laboratorios de Pruebas Acústicas y dotar al área de Diseño de Ingeniería con Software Adecuados para evaluar componentes prototipos.

Para los procesos con soldadura se recomienda tener procesos y procedimientos según AWS.y a su vez implementar un área de prueba de bastidores según Normativa UL 142.

Para las pruebas de funcionamiento debido al tamaño del contenedor se recomienda utilizar unidades de Carga móviles y tener extensiones con cables de gran calibre para su conexión.

VI BIBLIOGRAFIA

NTP ISO 9612 2010, ACUSTICA Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de Ingeniería

NTP ISO 1996-1, ACUSTICA Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices Básicos y Procedimientos de Evaluación.

MARTINEZ, A., 2012 Reducción del impacto acústico producido por grupos electrógenos Diesel en zonas residenciales”

KOHLER, 2018. Measuring and Understanding Sound within Generator Applications

Roger Rosborough, 2016. Generator Sound Pressure Level Calculations

GENERAC INDUSTRIAL POWER, 2016. Sound Measurement and Specifications- Industrial Focus


BS EN ISO 11688-1:2009, Acoustics Recommended practice for the design of lownoise machinery and equipment

ISO 3744,2010 Acoustics Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane

MUÑOS P., 2020. Estudio E Implementación De La Reutilización De Contenedores Marítimos Como Unidad De Atención Primaria O Primeros Auxilios.

ANEXOS

ANEXO 1: LISTA DE ESPECIFICACIONE P1


		LISTA DE ESPECIFICACIONES		Revisado: AC	10-08-21										
				Aprobado: BB	Verificación: 10/10/2021										
1. Datos comerciales															
N° OC:	EX-057-2021	Cod. Cliente:	2000417	País:	Chile										
Razón Social:	GENERACION Y SISTEMAS S.P.A.														
2. Especificaciones Técnicas del Producto:															
Modelo:	POWER MODULE G52000V	CdE.SAP:	T38C168909	Cantidad:	2 UN										
Motor:	TAD 1640GE (08UN)**	CdE.SAP:	C16MT0341	ITM:	3 X 800A										
Alternador:	AG10280M40A1 (08UN)	CdE.SAP:	CONFIRMAR	Módulo:	IG-NT-BB										
Serie:	X27110E-X27115E														
Pedido SAP:	[POR CONFIRMAR] **CANTIDAD TOTAL 08 UN DE CADA MOTOR Y ALTERNADOR														
N°Bultos para despacho:															
<p>* Características Generales</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 80%;">-Tensión (V)</td> <td style="text-align: right;">400</td> </tr> <tr> <td>-Frecuencia (Hz)</td> <td style="text-align: right;">50</td> </tr> <tr> <td>-Fases</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>-Metros sobre nivel del mar</td> <td style="text-align: right;">1000</td> </tr> <tr> <td>-Señales de arranque</td> <td style="text-align: right;">SINCRONISMO</td> </tr> </table> <p>* Kit componentes adicionales y/o especiales instalados en el G.E.</p> <p style="text-align: center;">DISEÑO ESPECIAL DE G.E EN CONTENEDOR (DETALLE A CONTINUACION)</p> <p>* Consideraciones adicionales para el G.E.</p> <p>SUMINISTRO DE 02 POWER MODULES G2000-V: [SALA ELÉCTRICA QUE CONSTA DE CONTENEDOR INSONORIZADO 40 PIES HC CON 04 GE ABIERTOS + COMPONENTES]</p> <p>CADA POWER MODULE CONSTA DE:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CONTENEDOR INSONORIZADO DE 40 PIES, CON CELOSÍAS Y RECUBRIMIENTO EN HOJALATA 2. 04 G.E ABIERTOS MV-450 (MOTOR VOLVO TAD 1640GE Y ALTERNADOR WEG AG10280M40A1) 3. SALA ELÉCTRICA DE CONTROL CON ITM MOTORIZADO 3 X 800A Y MÓDULO COMAP PARA SINCRONISMO 4. TRANSFORMADOR (A CUENTA DEL CLIENTE, SEGUN PLANOS SE DEBE DEJAR ESPACIO PARA QUE SE COLOQUE EN SITIO) PARA MAYOR VIZUALIZACION GENERAL, VER PLANOS ARCHIVOS: ESQUEMA 1, ESQUEMA 2, ESQUEMA 3, ESQUEMA 4 <p>DETALLE POR COMPOSICION:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CONTENEDOR INSONORIZADO DE 40 PIES, CON CELOSÍAS Y RECUBRIMIENTO EN HOJALATA RECUBRIMIENTO DEL CONTENEDOR EN HOJALATA (NO SE REQUIERE MATERIAL ROBUSTO), VER ARCHIVO IMAGEN 1 CELOSIA EN HOJATA, DEBE SER FABRICADAS COMO REFERENCIA VER ARCHIVO IMAGEN 2 TODAS LAS PUERTAS DEBEN SER DEL TIPO CONTENEDOR A LA SALIDA DE AIRE CALIENTE Y ANTES DE LAS CELOSÍAS DEBE EXISTIR UNA CAMARA PLENUM SÓLO SE DEBE INSTALAR MATERIAL ACUSTICO EN LAS CAMARAS DONDE SE UBICAN LOS G.E TODO EL CONTENEDOR DEBE SER CON COLOR RAL 9010 Y CHASIS COLOR NEGRO TODO EL CONTENEDOR CON LOGO GENSYS GRUPO GENCORP Y LOGO LETRA G SEGUN FORMATO ESTABLECIDO EL CONTENEDOR INSONORIZADO CON NIVEL DE RUIDO DE 78 + 2DBA EN CAMPO ABIERTO A 7 METROS <p style="text-align: center;">CONTINUACION PAG. 2</p>						-Tensión (V)	400	-Frecuencia (Hz)	50	-Fases	3	-Metros sobre nivel del mar	1000	-Señales de arranque	SINCRONISMO
-Tensión (V)	400														
-Frecuencia (Hz)	50														
-Fases	3														
-Metros sobre nivel del mar	1000														
-Señales de arranque	SINCRONISMO														
Fecha de entrega		Comercial:	HUAMANI BOLIVAR ANGELA MELISSA												
Elaboración	ROY MAMANI	Firma:	Aprobado	Fecha:	07.05.2021										
Verificación	CÉSAR ALTAMIRANO	Firma:	Aprobado	Fecha:	10.05.2021										

ANEXO 2: LISTA DE ESPECIFICACIONE P2

		LISTA DE ESPECIFICACIONES		Revisado: AC	PC-08-04
				Aprobado: RBD	Versión/Fecha: 03/03/2021
1. Datos comerciales					
N° OC:	EX-057-2021	Cod.Cliente:	2000417	País:	Chile
Razón Social:	GENERACION Y SISTEMAS S.P.A.				
2. Especificaciones Técnicas del Producto					
Modelo:	POWER MODULE GS2000V	Cód.SAP:	T38C16809	Cantidad:	2 UN
Motor:	TAD 1640GE (08UN)**	Cód.SAP:	C16MT0341	ITM:	3 X 800A
Alternador:	AG10280M40A1 (08UN)	Cód.SAP:	CONFIRMAR	Módulo:	IG-NT-BB
Serie:	XZ7110E-XZ7115E				
Pedido SAP:	[POR CONFIRMAR] **CANTIDAD TOTAL DE UN DE CADA MOTOR Y ALTERNADOR				
N°Bultos para despacho:					
<p>2. 04 G.E ABIERTOS MV-450, COD. SAP T38MV67171, TOTAL 08 SERÍES (0Q7111E al XZ7114E) y (0Q7116E al XZ7119E) CONFIGURACION: TENSION 400V / FRECUENCIA 50Hz / 3 FASES MOTOR VOLVO TAD 1640GE a 1500RPM 50Hz y ALTERNADOR WEG AG10280M40A1 POTENCIA 571 KVA, STAND BY 163/27°C, 400V, 50Hz, 3 FASES, 12 HILOS, B1D14 CON TARJETA AVR PARA TRABAJO EN SINCRONISMO CADA G.E DENTRO DEL CONTENEDOR IRA SIN ITM Y SIN TABLERO DE CONTROL BASTIDOR TANQUE PARA AUTONOMÍA DE 30 HORAS AL 75% DE CARGA (CAPACIDAD MÍNIMA 695 LITROS) CALENTADOR DE AGUA DE 2000W, ARNES DE CONTROL DEL G.E AL TABLERO DE CONTROL Y SINCRONISMO CABLES DE FUERZA DEL G.E AL TABLERO DE CONTROL Y SINCRONISMO RECORRIDO DE CABLES DE FUERZA DE LOS G.E BAJAN A NIVEL DE CHASIS A PISO Y LUEGO CRUZAN HASTA QUEDAR ALINEADO A NIVEL DE PISO CON LOS ITM_s MOTORIZADOS DEL SWITCHGEAR PARA CADA PUERTA LATERAL DE ACCESO A LOS G.E DEBE TENER AMPLIO ACCESO PARA: .TOMA PARA CARGA DE COMBUSTIBLE .BATERIAS EN RACKS CON FILTROS QUE QUEDAN EN CARA OPUESTA. .SILENCIADOR RESIDENCIAL COLGADO DEL TECHO DENTRO DEL CONTENEDOR</p> <p>3. SALA ELECTRICA DE CONTROL: GABINETE AUTOSOPORTADO CON DIMENSIONES APROXIMADAS DE 2200 x 1200 x 500MM 04 TABLERO DE CONTROL CON MODULO COMAP PARA SINCRONISMO: MODULO IG-NT-BB / INTELVISION 5.7 / IGS-NT-LSM-PMS DONGLE / IG-AVRI INTERF. AVR / IG-AVRI TRANS LOW 04 SWITCHGEAR DE ITM_s MOTORIZADOS 3 X 800A PARA SINCRONISMO CON BUS DE BARRAS DE 3000A, PLETINAS DE COBRE DE ENTRADA Y SALIDA BARRA COMUN EN PARTE SUPERIOR POR DONDE SALE EL ARRANQUE ENCENDIDO HACIA EL TRANSFORMADOR ELEVADOR CARGADOR DE BATERIA 24V/5A EN TABLERO DE CONTROL POR ESTA SALA SE DARÁ EL INGRESO DE AIRE A LOS G.E</p> <p>NOTAS: ENVIAR PLANOS PREVIAMENTE PARA APROBACION DEL CLIENTE, LOS G.E_s SE SINCRONIZARAN ENTRE SI DENTRO DE CADA POWER MODULE, REALIZAR PRUEBAS PARA ASEGURAR OPERACION</p>					
Fecha de entrega		Comercial	HUAMANI BOUVAR ANGELA MELISSA		
Elaboración	ROY MAMANI	Firma:	Aprobado	Fecha:	07.03.2021
Verificación	CÉSAR ALTAMIRANO	Firma:	Aprobado	Fecha:	10.03.2021

ANEXO 3: CATALOGO MOTOR VOLVO

Template Issue: 20140218

VOLVO PENTA	Document No	Issue Index
TAD1640GE-B	23572224	01
<p>Important</p> <p>This Technical Data Sheet and the corresponding Installation Instructions provide important information to ensure the installed engine will operate according to the design specification in the Volvo Penta application for certification.</p> <p>Requirements marked with  are considered as critical for exhaust emissions compliance according to the design specification in the Volvo Penta application for certification.</p> <p>Failing to follow and meet these instructions and requirements when installing a certified engine in a piece of nonroad equipment for use in the United States violates U.S. federal law (40 CFR 1068.105(b)), subject to fines or other penalties as described in the Clean Air Act.</p>		

General

In-line four stroke diesel engine with direct injection. Rotation direction, anti-clockwise viewed towards flywheel.

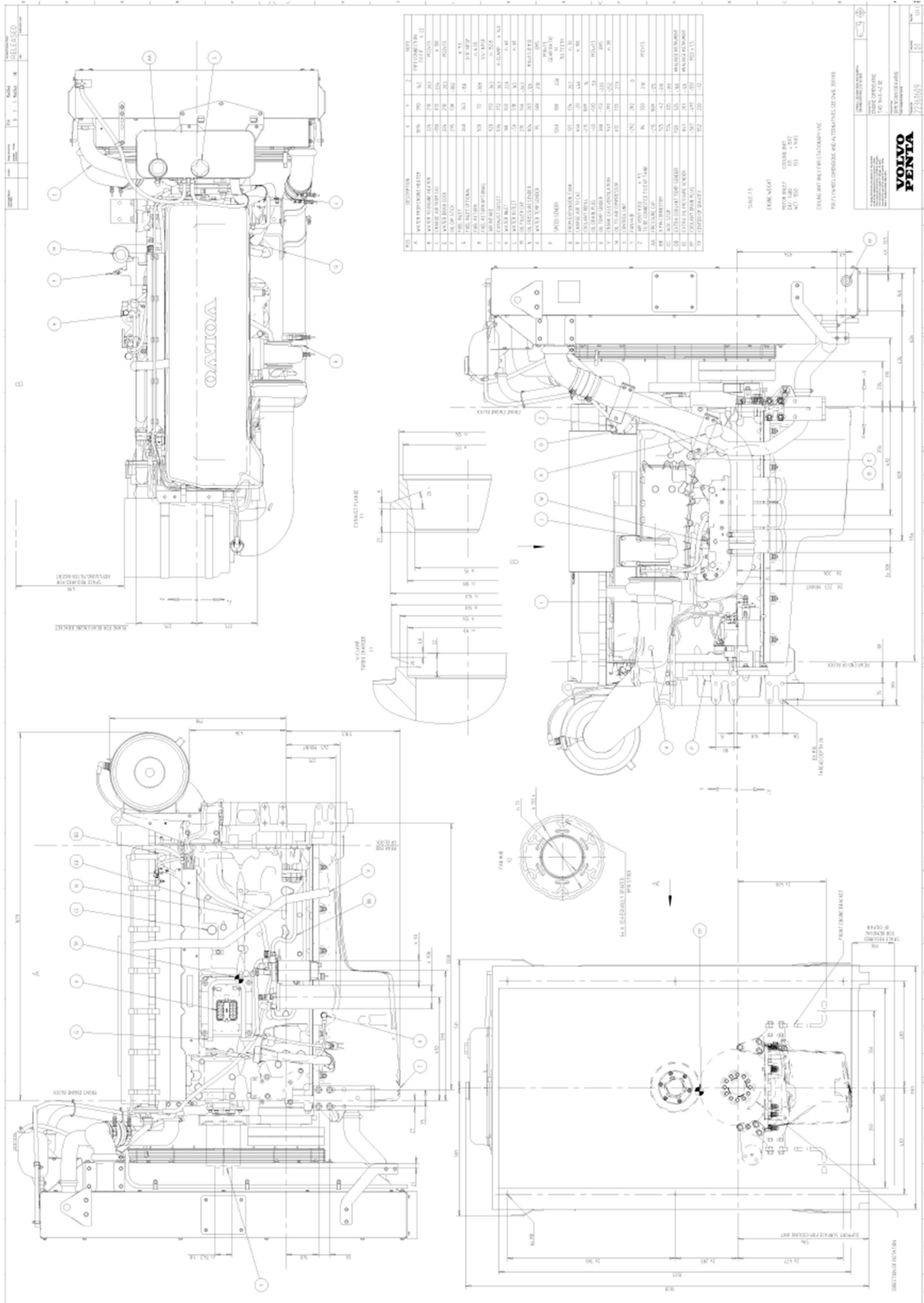
Turbocharged

Number of cylinders			6
Displacement, total		litre	16,12
		in ³	983,9
Firing order			1-5-3-6-2-4
Bore		mm	144
		in	5,67
Stroke		mm	165
		in	6,50
Compression ratio			17,0:1
Wet weight (Not including after treatment system)	Engine only	kg	1550
		lb	3417
	Engine incl. cooling system and air filtration system	kg	1750
		lb	3858
Engine incl. cooling system, air filtration system, and frame	kg	2020	
	lb	4453	

Performance

			rpm	1500	1800
Prime Power	without fan	kW		401	445
		hp		545	605
	with fan	kW		392	430
		hp		533	585
Standby Power	without fan	kW		440	494
		hp		598	672
	with fan	kW		431	479
		hp		586	651
Torque at:	Prime Power	Nm		2553	2381
		lbft		1883	1741
	Standby Power	Nm		2801	2621
		lbft		2066	1933
Power tolerance		%	+4 / -0		
Mean piston speed		m/s	8,3	9,9	
		ft/sec	27,1	32,6	
Effective mean pressure at:	Prime Power	MPa		2,0	1,8
		psi		289	267
Effective mean pressure at:	Standby Power	MPa		2,2	2,0
		psi		317	296
Max combustion pressure at:	Prime Power	MPa		15	16,2
		psi		2176	2350
Max combustion pressure at:	Standby Power	MPa		16,1	17,2
		psi		2335	2495
Total mass moment of inertia, J (mR ²)		kgm ²		4,20	
		lbft ²		99,7	
Friction Power		kW		38	55
		hp		51,68	74,8
Derating due to altitude - see Technical Diagrams					

ANEXO 4: PLANO MOTOR VOLVO



ANEXO 5: ORDEN DE COMPRA CONTENEDORES



modasa
motores diesel andinos s.a.

ORDEN DE COMPRA

ZNB4510157817

ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM. 38.2 LURIN-LIMA
 Teléfono Lurin : 616-9800
 Teléfono Frutales : 615-8500
 RUC : 20417926632

08.09.2021 08:48:14

Proveedor: 118726 MULTICONTAINER PERU S.A.C.
 RUC: 20553073694
 Dirección: AV. JUAN DE ALIAGA NRO. 150 LIMA - LIMA - MAGDALENA DEL MAR
 País: PE - Perú
 E-mail: iescalante@multicontainer.com
 Contacto: Irwin Escalante
 Fax: 924-665-503


Fecha: 08.09.2021
 Cond. de pago: Adelantado
 Moneda: USD
 Comprador: JUAN AQUIJE
 Telefono: 924-665-503

Pos.	Código	Cod.Prov.	Material	F.Entreg	UM	Cantidad	Val. Unit.	Val. Total
00010	C40C0002		CONTENEDOR 40 PIES	15.09.21	UN	2.00	-4,150.00	8,300.00
							Valor Bruto:	8,300.00
							Descuento:	0.00
							Valor Neto:	8,300.00
							IGV: 18%	1,494.00
Tot.Items: 1								9,794.00

ANEXO 6: LISTA DE COMPONENTES PARA FABRICACION

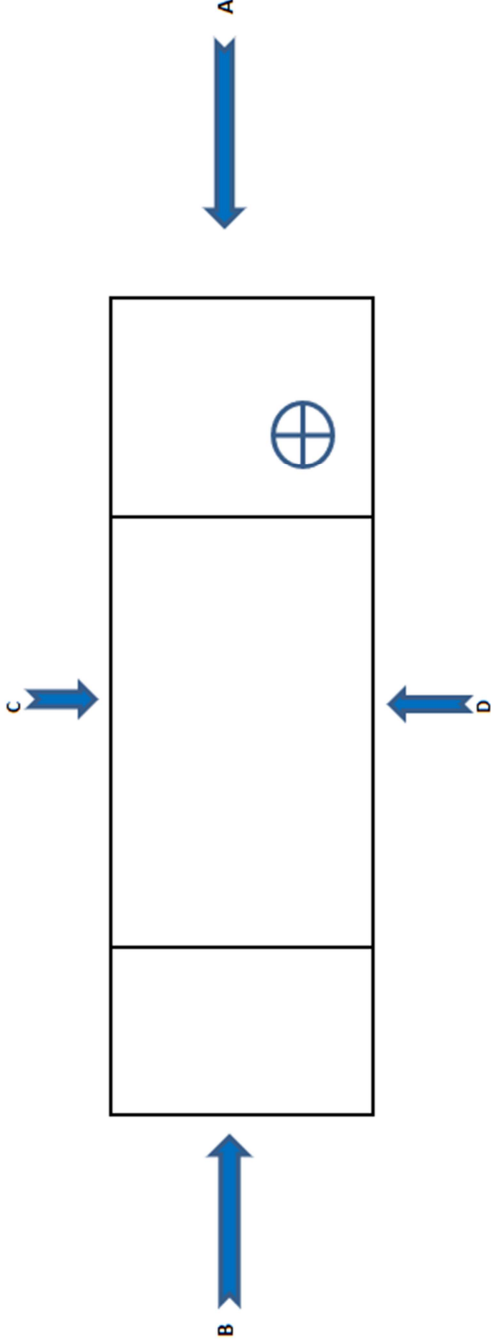
		LISTA DE COMPONENTES			Revisado: OC	FC-18-05
					Aprobado: OM	Revisado/Fecha: 09/28/12/20
I. Datos Generales						
N° OC	[E0057-2021]					
Cliente	GENERACION Y SISTEMAS SPA	Modelo de G.E.	POWER MODULE GS2500V			
II. Lista de Componentes						
Motor	TAD 1540GE	Entrada de aire	CENTRAL			
Alternador	AG10200M	Salida de aire	POSTERIOR - FRONTAL			
Módulo	IG-NT-05	Escape de gases	SUPERIOR CON RAIN CAP			
ITM	3x500	Nivel de ruido	POR DEFINIR			
Serie:	XZ7110E-XZ7110E	Rol de Cabina	SEGUN SOLICITUD CLIENTE			
N°	Descripción	Código	Cantidad	Rev.	Exp.	Observación
1 RETRABAJO CONTENEDOR						
1.1	PLANON '01 (CORTES LATERALES)	SK-5603	1	-	-	-
1.2	PLANON '02 (CORTES PARA DADOS Y MARCOS INTERNOS PUERTA)	SK-5602	1	-	-	-
2 REFUERZOS EXTERNOS - INTERNOS						
2.1	REFUERZO INFERIOR LONGITUDINAL CENTRAL - CONTENEDOR 40 STD	F11M5530758	4	-	4.5	-
2.2	REFUERZO INFERIOR LONGITUDINAL EXTREMOS - CONTENEDOR 40 STD	F11M5530759	4	-	4.5	-
2.3	REFUERZO LATERAL INFERIOR - CONTENEDOR 40 STD	F11M5530760	2	-	4.5	-
2.4	REFUERZO LATERAL VERTICAL - CONTENEDOR 40 STD	F11M5530761	4	A	4.5	-
2.5	REFUERZO INTERNO HORIZONTAL	F11M5530762	2	B	5.0	-
2.6	DADO IZAJE	F11M5530763	4	-	5.0	-
2.7	CANAL INTERNO HORIZONTAL	F11M5530764	2	-	4.5	-
2.8	CANAL INTERNO VERTICAL	F11M5530765	2	-	4.5	-
2.9	CANAL INTERNO VERTICAL IZQUIERDO	F11M5530766-1	2	-	4.5	-
2.10	CANAL INFERIOR PISO	F11M5530768	2	-	4.5	-
2.11	VERTICAL PUERTA DERECHA	F11M5530769	2	-	4.5	-
2.12	SUPERIOR PUERTA	F11M5530770	2	-	4.5	-
2.13	VERTICAL PUERTA IZQ	F11M5530771	2	-	4.5	-
3 BASTIDOR						
3.1	BASTIDOR VIGA 10'	F11TQ500411	2	B	0.0	VIGA 10X10
3.2	SOPORTE MOTOR	F11M5530790	8	B	5.0	-
3.3	TRAVESAÑO ALTERNADOR	F11M5530791	2	B	5.0	-
3.4	CALZAS RADIADOR	F11M5530792	8	B	0.0	-
3.5	BANDEJA DE BATERIAS (2x27 PLACAS RECORD) NEW ESPECIAL	F11M5530896-1	4	A	3.0	-
3.6	TRANTE (2x27 PLACAS RECORD)	F11M5530897	4	-	4.5	-
3.7	TAPA HAND HOLE 300mm (CIEGO)	F11M5530400-20	2	A	4.5	-
3.8	TAPA HAND HOLE 300mm (RESPRO)	F11M5530400-21	2	A	4.5	-
3.9	BASTIDOR VIGA 10' (VIGA 10x45 LB)	F11TQ500411-1	2	A	0.0	(VIGA 10x45)
4 MARCOS EXTERNOS						
4.1	MARCO SUPERIOR TECHO INGRE AIRE	F11M5530772	1	-	4.5	-
4.2	REFUERZO VERTICAL -INGRESO FRONTAL	F11M5530773	1	-	4.5	-
4.3	REFUERZO HORIZONTAL -INGRESO FRONTAL	F11M5530774	1	-	4.5	-
4.4	MARCO PUERTA CENTRAL	F11M5530775	1	-	1, 2, 3, 4, 5	-
4.5	MARCO PUERTA GE	F11M5530776	1	-	0.0	-
4.6	MARCO PUERTA GE SIMETRICA	F11M5530776-1	1	-	0.0	-
4.7	SOPORTE TECHO A	F11M5530777	1	-	0.0	-
4.8	SOPORTE OPUESTO TECHO A	F11M5530777-1	1	-	0.0	-
4.9	MARCO INFERIOR BATERIA	F11M5530778	1	A	0.0	-
4.10	MARCO SUPERIOR BATERIA	F11M5530779-1	1	A	0.0	-
4.11	SOPORTE TRANSVERSAL SILENCIADOR (H=50mm)	F11M5530182-1	1	-	4.5	-
4.12	MARCO SALIDA FLUIDOS	F11M5530659	1	-	2, 3, 4, 5	-
4.13	ANGULO CENTRAL - PUERTA TRANSFORMADOR	F11M5530779	1	-	3.0	-
4.14	ANGULO CENTRAL - PUERTA TABLERO	F11M5530779-1	1	-	3.0	-
4.15	MARCO CENTRAL PUERTA TABLERO	F11M5530780	1	B	4.5	-
4.16	SOPORTE INFERIOR TABLERO	F11M5530784	1	B	3.0	-
4.17	SOPORTE RADIADOR (MKB-30E)	F11M5530805	1	-	3.0	-
4.18	MARCO ANGULO B	F11M5530806	1	-	4.5	-
4.19	MARCO SALIDA DE GASES	F11M5530807	1	-	4.5	-
4.20	MARCO SALIDA AIRE (LADO CIEGO)	F11M5530838	1	-	3.0	-
4.21	MARCO SALIDA AIRE (LADO PUERTA ORIGINAL)	F11M5530839	1	-	3.0	-
4.22	MARCO PUERTA TABLERO	F11M5530780	1	A	0.0	-

ANEXO 7: PROTOCOLO DE RUIDO



modasa
motores diesel andinos s.a.

PROTOCOLO DE PRUEBAS GRUPOS INSONORIZADOS

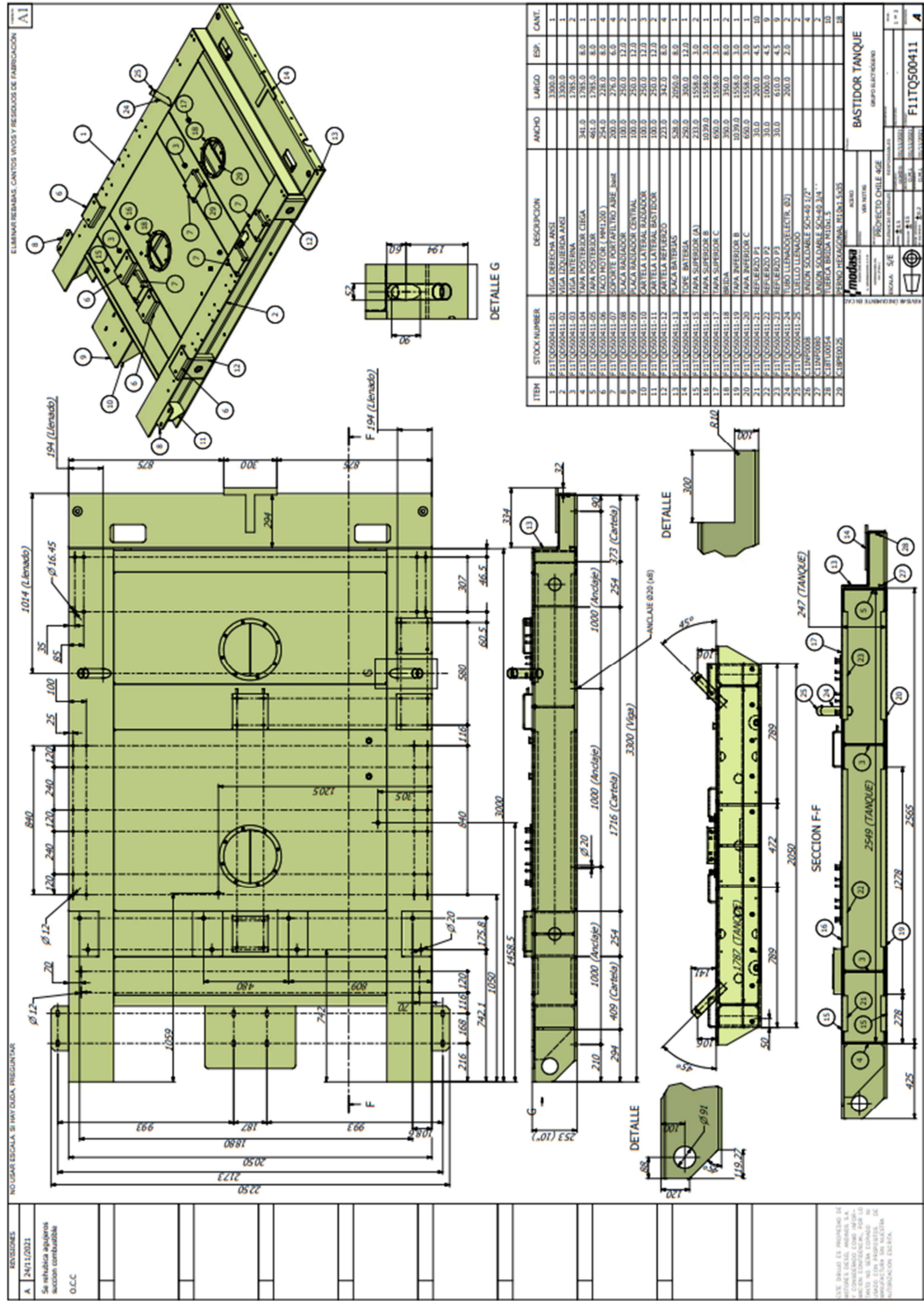


PUNTOS DE INSPECCION	dbA @ 1 m.		dbA @ 3 m.		dbA @ 7 m.	
	VACIO		VACIO		VACIO	
A					87	
B					87	
C					88	
D					88	

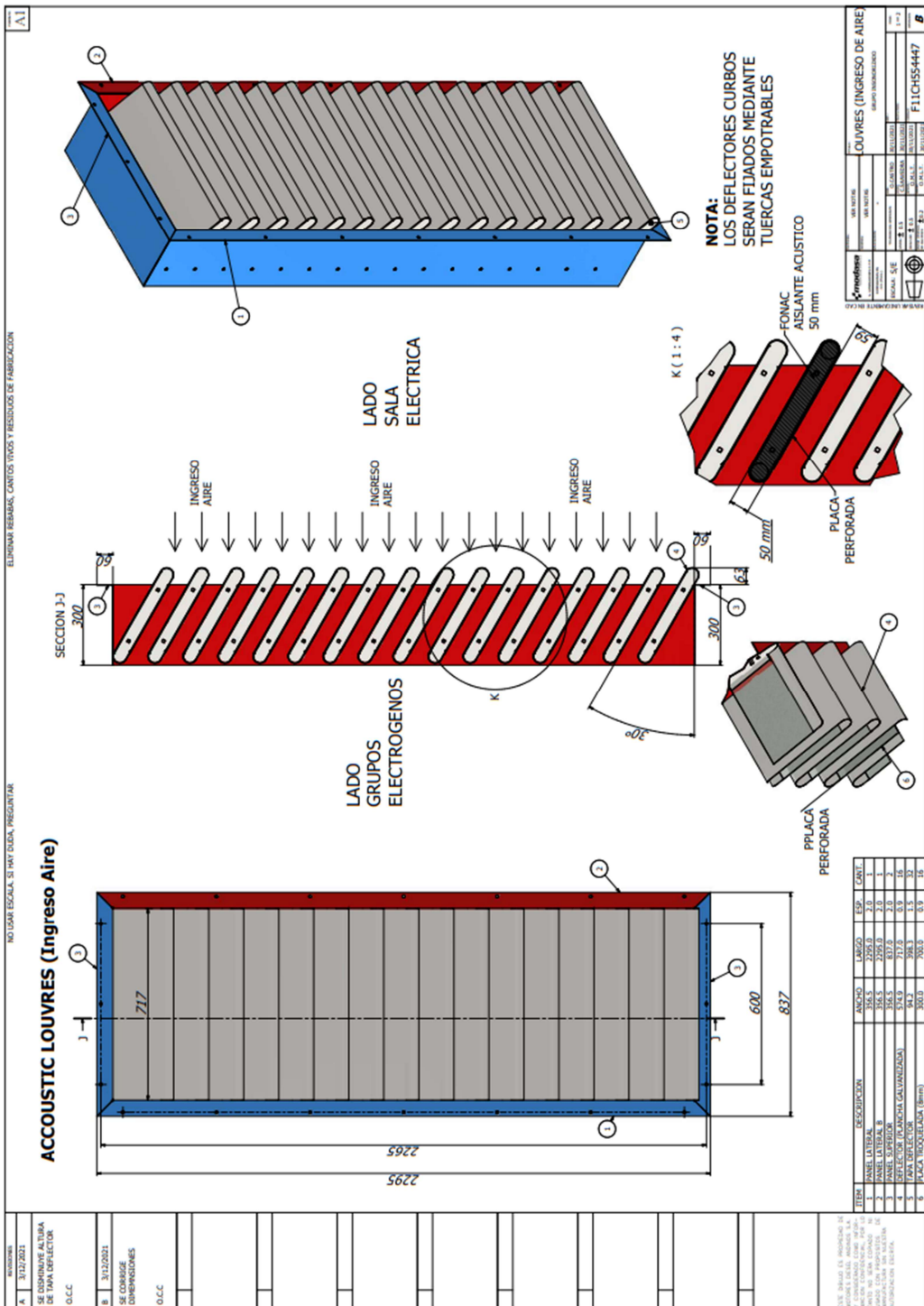
TEMPERATURA	°C	TECHO	CONTENEDOR
100 % DE CARGA	60'	ENTRADA DE AIRE	P. LATERALES
PRUEBA DE LLUVIA	NO APLICA	SALIDA DE AIRE	P. FRONTAL

OFERTA: 78 + 2 dbA. a 7 m. de distancia.			
MODELO DE GRUPO	POWER MOD.GS2000V	SERIE	X27115E
TIPO DE MOTOR	TAD1640GE	N° SERIE MOTOR	
TIPO DE ALTERNADOR	AG10280MI40A	N° SERIE ALTERNADOR	
dbA AMBIENTE	65	LISTA DE PARTES	T38CI69289
V°B° C.C.	A. ENRIQUEZ	FECHA	31/12/2021

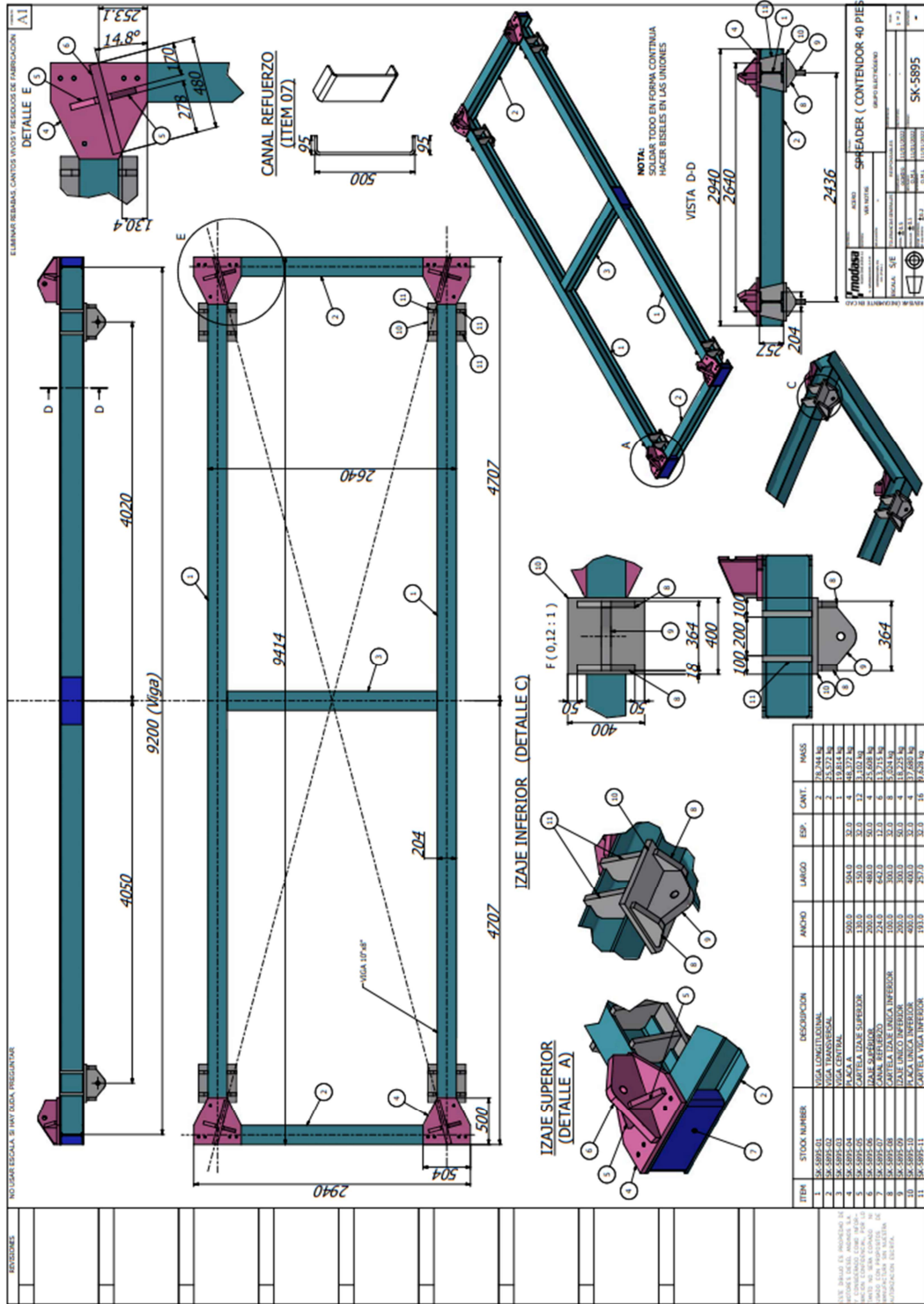
ANEXO 8: PLANO FABRICACION DE BASTIDOR



ANEXO 9: PLANO FABRICACION DE REGILLAS ACUSTICAS



ANEXO 10: PLANO FABRICACION DE YOGO DE IZAJE



ANEXO 11: FICHA TECNICA DE PLANCHAS METALICAS

Laminados en Caliente

BOBINAS Y PLANCHAS LAC

DENOMINACIÓN:
BLAC A36, PLAC A36.

DESCRIPCIÓN:
Bobinas y Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación.

USOS:
Se usa en la fabricación de tubos, perfiles plegados, asimismo luego de su corte en planchas, se emplea en la construcción de silos, carrocerías y construcción en general.

NORMAS TÉCNICAS:

DESIGNACIÓN	NORMAS TÉCNICAS
Estructural	ASTM A36 y Dimensiones según AISI G3193-2008

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%):

CAUDAL ASTM	% C	% Mn MÁX.	% P MÁX.	% S MÁX.	Si MÁX.
A36	0.25 máx.	-	0.040	0.050	0.40

DIMENSIONES NOMINALES:

BOBINAS LAMINADAS EN CALIENTE (BLAC A36)
1.5 x 1200 mm
1.8 x 1200 mm
1.9 x 1200 mm
2.0 x 1200 mm
2.2 x 1200 mm
2.3 x 1200 mm
2.4 x 1200 mm
2.5 x 1200 mm
2.9 x 1200 mm
4.4 x 1200 mm
5.9 x 1200 mm

PLANCHAS LAMINADAS EN CALIENTE (PLAC A36):

DIMENSIONES (mm)	PESO TEÓRICO EN kg/plancha				TOLERANCIA EN EL ESPESOR (mm)	ESPESOR EQUIVALENTE DARBOGGADO
	1200 x 2400 (mm)	1200 x 6000 (mm)	1500 x 6000 (mm)	2400 x 6000 (mm)		
1.5"	33.91				±0.18	1/16"
1.8"	40.68				±0.19	9/32"
1.9"	42.96				±0.19	9/32"
2.0"	45.23	113.04			±0.20	5/64"
2.2"	48.74	124.34			±0.20	2/23"
2.3"	52	130			±0.20	1/11"
2.4"	54.26	135.65			±0.20	3/32"
2.5"	56.52	141.3			±0.22	3/32"
2.9"	65.56	163.01			±0.22	1/8"
3.0"			211.95		±0.22	1/8"
3.9"	88.17	220.43			±0.24	5/32"
4.0"			282.6		±0.45	5/32"
4.4"	96.48	248.69			±0.45	3/16"
4.5"			317.83		±0.45	3/16"
4.8"			339.12		±0.45	3/16"
5.0"				565.20	±0.50	3/16"
5.9"	133.39	333.47			±0.50	1/4"
6	135.65	339.12	433.9		0,0/0,3	1/4"
6.35	143.56	358.9			0,0/0,3	1/4"
6.4			452.16	723.46	0,0/0,3	1/4"
8	180.86	452.16	565.2	904.32	0,0/0,3	5/16"
9	203.47		635.85	1017.36	0,0/0,3	3/8"
9.5			671.18	1073.88	0,0/0,3	3/8"
12	271.3		847.8	1356.48	0,0/0,3	1/2"
12.5			883.13	1413.00	0,0/0,3	1/2"
16	361.73		1130.40	1808.64	0,0/0,3	5/8"
19			1342.35	2147.76	0,0/0,3	3/4"
20	452.16			2360.80	0,0/0,3	3/4"
22			1554.30	2486.88	0,0/0,3	7/8"
25	565.2		1766.25	2826.00	1,0/0,3	1"
32	723.46		2260.80	3617.28	1,3/0,3	1 1/4"
38	859.1		2684.70	4295.52	1,5/0,3	1 1/2"
50	1130.40		3532.50	5652.00	1,8/0,3	2"
63	1434.38		4450.95	7121.52	2,4/0,3	2 1/2"
75	1895.60		5298.75	8478.00	2,8/0,3	3"
100	2260.80		7065.00	11304.00	3,5/0,3	4"
125			8831.25	14130.00	3,5/0,3	5"
150	3391.20		10597.50	16956.00	3,5/0,3	6"

(*) Dimensiones bajo norma AISI G3193

OCQ001-F202/01/JUN 18 - OCQ001-F201/01/JUN 18

Previo acuerdo se comercializa en otras medidas.



ANEXO 12: FICHA TECNICA DE ESPUMA FONOABSORVENTE

FOAM TECHNICAL SPECIFICATIONS



A. Sound Insulation Flame Retardant Materials of Foam

Our Sound Insulation Foam Is A kinds Of Flexible, Open Cell, Polyurethane Foam Treated With high amount of flame retardants, particulate filters and a polymeric bonding agent, which offers a class '0' non flammable fire performance and sound absorbing effort. HD emphasizes it's following foremost characteristics:

- Flameproof
- Open-cell structure
- Density
- Thickness
- Surface varieties



B. FOAM PHYSICAL SPECIFICATIONS

01	Density	22Kg/m3.
02	Thickness	3mm&up
03	Tensile Strength	< 80 kpA.
04	Tension Capacity	% 150
05	Thermal Conductivity	0,045 W/m/K.
06	Thermal Resistance (short usage)	-30°C, +130°C
07	Thermal Resistance (regular usage)	-30°C, +100°C

C. FOAM TECHNICAL SPECIFICATIONS

- ◆ Fire behavior: Flame Proof
 - Class 0 Fire Proof GB/T8410-2006 Regulations
 - Horizontal burning rate:0 mm/min Directive 95/28/EC: Annex IV & V
- ◆ Limited Oxygen Index:15% ASTM D-2863
- ◆ Dripping: 0 Vertical Bunsen Test
- ◆ Anti Bacterial Sanitized
- ◆ Fungus Resistance Test:Does not support Growth ASTM D-2020 & G21 Mildew
- ◆ Water Vapor Sorption : 9% STMC553-92
 - Air Erosion Resistance(4001-6000 fpm): Pass ASTM C1071-91 12.7
 - Corrosiveness (Galvanized Steel): Pass ASTM C665-95

D. SPECIFICATIONS OF PU FILM LAYER/FACED

35μ, Black, Easy to clean, Protect the material from grease, oil, dust, water and humidity, fit to ASTM E96-2005.



E. PACKING

- Sheet: 1.025 m x 2.025 m as standard or as requirement
- Rolls: Difference lengths according to the thickness
- Die cut parts
- Kits: According to required drawings, number of different shaped & sized pieces. It gives a great advantage to use the foam parts directly, without any wastage, avoiding additional cuttings or shapings during application. That would mean '0' wastage, better finishing, better insulation and impermeability.

F. INSTALLATION

Foam can be easily installed on any clean surface (concrete, plaster, wood, metal, plastic, etc) by using:

- The self adhesive at the back
- An appropriate solvent based adhesive

When needed, the sheets and rolls can be cut easily using a sharp blade.

G. WITH SELF ADHESIVE& BACK RELEASE PAPER

Any of the items can be offered with self adhesive & removable backing paper for easy applications.

Composition of Adhesive: Solvent type Pressure Sensitive Adhesive

Carrier: Release Paper (SVHC Concentrations<0.1%)



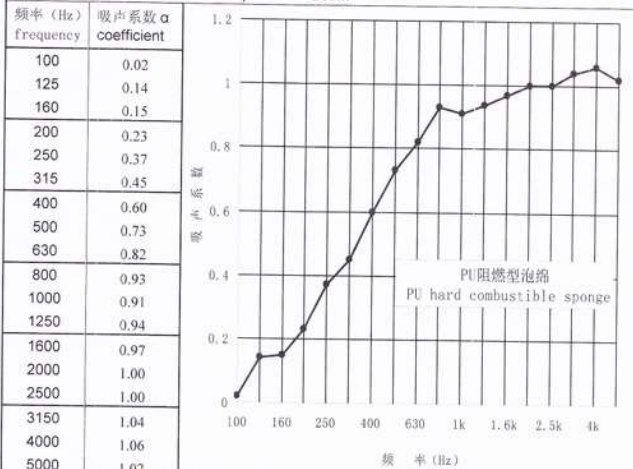
结果 Result

编号 Report No: Z19-038

PU 阻燃泡棉测试结果 (The test result of PU hard combustible sponge)

吸声系数实验室测量 (依据国家测量规范 GB/T 20247-2006 (ISO354:2003))
The measurements is performed according to the domestic standard GB/T 20247-2006 (ISO354:2003) Acoustics – Measurements of sound absorption in a reverberation room

测试日期(Date of test): 2019.06.16
 测试试件(specimen): PU 阻燃泡棉 PU hard combustible sponge
 (specimen description and installation is on page 3)
 试件安装(specimen mounted by): The client
 试件面积(Area of test specimen): 10m²
 试件厚度(Thickness of test specimen): 40mm
 面密度(Density): ----
 温度(Air temperature): 25°C
 相对湿度(Air humidity): 58%
 混响室体积(Source room volume): 268m³



NRC = 0.75 (降噪系数 Noise Reduction Coefficient)



ANEXO 13: COEFICIENTE DE ABSORCION ACUSTICA DE DIFERENTES MATERIALES

Techo absorbente.	0.7
Rejilla.	0.5
Madera	0.10
Espejos.	0.03
Metal.	0.03
Alfombras.	0.3
Butaca.	0.6
Persona	0.3
Lona	0.2
Pared.	0.03
Ventana abierta.	1.00
Ventana cerrada	0.5
Cortina	0.2.
Suelo mármol	0.03

ANEXO 14: SONOMETRO DIGITAL – CERTIFICADO DE CALIBRACION



INPROMET
INGENIERÍA EN LA MEDICIÓN

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
NORMA NTP ISO/ IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-094-2021

Laboratorio de Energía

Página: 1 de 2

Cliente	: MOTORES DIESEL ANDINOS S.A.-MODASA.	
Dirección	: Car. Antigua Panamericana Sur Km. 38,2 Lote. 3 Fnd. Las Salinas-Lima-Lurin.	
Expediente	: M1025	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales que realizan las unidades de medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Orden de Trabajo	: 0422	
Instrumento de Medición:	Sonómetro Digital	
* Marca	: RADIO SHACK	Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren de la autorización de la Dirección de Calidad de Inpromet Perú S.A.C. Certificados sin firma y sello carecen de validez. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados. Inpromet Perú S.A.C. recomienda interpretar correctamente el presente documento a fin de evitar resultados o acciones erróneas. INPROMET PERU SAC no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento
* Modelo	: 33-2055	
* Serie	: Z095184	
* Rango	: 60 dB a 126 dB	
* Resolución	: 0.1 dB	
* Identificación	: 993-0222	
* Fecha de Calibración	: 2021-07-15	
* Fecha de Emisión	: 2021-07-26	
Lugar de Calibración	: En las instalaciones de INPROMET PERU S.A.C.	
Método de Calibración	: Por comparación directa con patrones certificados por la DM-INACAL.	