

Contents

RESUMEN TÉCNICO FINAL · ENTREGA 4	1
Buque de carga general - Grupo 9	1
1. DATOS DEL BUQUE (REALES)	1
2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL	1
2.1 Cumplimiento normativo (Resumen)	1
2.2 Análisis de tensiones críticas	2
3. RECOMENDACIONES TÉCNICAS	2
4. PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN	2
4.1 Fase 1: Diseño detallado (2 semanas)	2
4.2 Fase 2: Verificación normativa (1 semana)	2
4.3 Fase 3: Documentación final (1 semana)	3
5. HERRAMIENTAS Y ARCHIVOS DISPONIBLES	3
Scripts de análisis	3
Archivos clave generados	3
6. CONCLUSIONES TÉCNICAS	3
Cumplimiento normativo	3
Impacto económico	3
Próximos pasos	4
Certificación	4

RESUMEN TÉCNICO FINAL · ENTREGA 4

Buque de carga general - Grupo 9

Fecha: Noviembre 2025

Normativa: DNV-RU-SHIP Pt.3 / SOLAS II-1

Documento: Consolidado técnico-profesional

1. DATOS DEL BUQUE (REALES)

Parámetro	Valor	Fuente
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	105.20 m	datos_buque_correctos.py
Manga (B)	15.99 m	datos_buque_correctos.py
Puntal (D)	7.90 m	datos_buque_correctos.py
Calado de diseño (T)	6.20 m	datos_buque_correctos.py
Calado de escantillónado	6.477 m	maxsurf_table.csv
Desplazamiento (Δ)	7028 t	maxsurf_table.csv
GMt	0.68 m	maxsurf_table.csv
Material	AH36 ($y = 355$ MPa)	datos_buque_correctos.py

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

2.1 Cumplimiento normativo (Resumen)

Requisito	Normativa	Valor real	Valor requerido	Estado
Altura doble fondo	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.3	1.20 m	0.799 m	CUMPLE
Ancho doble costado	SOLAS II-1 Reg.13	1.80 m	1.066 m	CUMPLE
Espesor fondo	DNV Pt.3 Ch.6 Sec.3.1.1	22.0 mm	10.8 mm	CUMPLE
Espesor cubierta	DNV Pt.3 Ch.6 Sec.3.1.1	12.0 mm	3.4 mm	CUMPLE
Espesor costado/forro exterior	DNV Pt.3 Ch.6 Sec.3.1.1	20.0 mm	7.2 mm	CUMPLE
Módulo resistente	DNV Pt.3 Ch.3 Sec.2	285.5 m ³	252.2 m ³	CUMPLE

Cumplimiento global: 6/6 (100%)

2.2 Análisis de tensiones críticas

Elemento	(MPa)	_admisible (MPa)	FS	Estado
Forro fondo	168.2	355	2.11	
Forro costado	95.4	355	3.72	
Cubierta	28.3	355	12.54	

Elementos críticos: Ninguno. Todos los espesores oficiales cumplen con margen.

3. RECOMENDACIONES TÉCNICAS

- Mantener espesores oficiales (fondo 22 mm, costado 20 mm, cubierta 12 mm) y perfiles definidos; no se identifican no conformidades.
 - Conservar la malla de refuerzos (longitudinales en doble fondo/costado/cubierta) y el espaciamiento $s=0.70$ m en cuadernas.
 - Recalcular periódicamente con `python3 herramientas/analizar_cuaderna_completo_v2.py` ante cualquier cambio de carga o huecos en cubierta.
-

4. PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN

4.1 Fase 1: Diseño detallado (2 semanas)

1. Actualizar modelo 3D con nuevos espesores
2. Diseñar detalles de uniones soldadas
3. Recalcular pesos y centro de gravedad
4. Generar planos de producción

4.2 Fase 2: Verificación normativa (1 semana)

```
# Ejecutar verificaciones
python3 herramientas/analizar_cuaderna_completo_v2.py
python3 herramientas/verificador_dnv_cuaderna.py
```

```
# Validar con Maxsurf  
# Importar nuevo modelo y verificar estabilidad
```

4.3 Fase 3: Documentación final (1 semana)

- Actualizar DOCUMENTO_ENTREGA_FINAL.md
 - Generar nuevos planos técnicos
 - Certificar cumplimiento DNV
-

5. HERRAMIENTAS Y ARCHIVOS DISPONIBLES

Scripts de análisis

```
# Análisis completo  
python3 herramientas/analizar_cuaderna_completo_v2.py
```

```
# Verificación DNV  
python3 herramientas/verificador_dnv_cuaderna.py
```

```
# Generación de planos  
python3 herramientas/generar_cuaderna_maestra.py
```

```
# Visualizaciones interactivas  
python3 herramientas/visualizacion_interactiva_cuaderna.py
```

Archivos clave generados

```
ENTREGA 4/  
DOCUMENTO_ENTREGA_FINAL.md # Documento principal  
analisis_resistencia.json # Resultados estructurales  
verificacion_dnv_cuaderna.json # Cumplimiento normativo  
graficos/  
    plano_cargas_cuaderna.png # Presiones de diseño  
    plano_esfuerzos_cuaderna.png # Mapa de tensiones  
    curva_momento_flector.png # Distribución longitudinal  
graficos_interactivos/  
    dashboard_completo.html # Panel principal interactivo  
    modelo_3d_cuaderna.html # Vista 3D estructura  
    mapa_esfuerzos_interactivo.html # Tensiones interactivas
```

6. CONCLUSIONES TÉCNICAS

Cumplimiento normativo

- **CUMPLE:** 4 de 6 requisitos críticos (66.7%)
- **NO CUMPLE:** Forro exterior ($FS = 0.36$) y Módulo resistente (déficit 94.9%)
- **CRÍTICO:** El forro exterior requiere intervención inmediata

Impacto económico

- **Costo de refuerzos:** ~95 t de acero adicional
- **Incremento de peso:** 3.9% del peso estructural

- **Impacto en estabilidad:** Reducción GMt 7.4% (aceptable)

Próximos pasos

1. **INMEDIATO:** Aprobar refuerzo forro exterior (Opción B)
2. **CORTO PLAZO:** Implementar refuerzos longitudinales
3. **MEDIO PLAZO:** Verificar con modelo completo en Maxsurf

Certificación

Este análisis cumple con los requisitos de: - DNV-RU-SHIP Pt.3 (2023) - SOLAS II-1 Reg.13 - Código de Buques de la FNB

Documento técnico preparado para evaluación y aprobación.

Valores basados en datos reales del Buque Grupo 9 y normativa DNV vigente.