Energía del Pacífico

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto: LNG to Power
TOMO I

2016 Diciembre 16-3489

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

DILLON CONSULTING

INDICE DE TOMOS

TOMO I

- Capítulo 1
- Capítulo 2
- Capítulo 3
- Capítulo 4
- Capítulo 5

TOMO II

- Capítulo 6
- Capítulo 7
- Capítulo 8
- Capítulo 9
- Capítulo 10

TOMO III

- Apéndices Capítulo 2
- Apéndices Capítulo 4

TOMO IV

- Apéndices Capítulo 5
- Apéndices Capítulo 6

TOMO V

- Apéndices Capítulo 7
- Apéndices Capítulo 8
- Apéndices Capítulo 9
- Apéndices Capítulo 10

TABLA DE CONTENIDO TOMO I

1.0 Título y Autores 1-1
1.1 Titular 1-1
1.2 Autores 1-1

3.0 Propósito y Necesidad 3-1
3.1 Objetivo del Proyecto 3-1
3.2 Propósito y Necesidad 3-1
3.3 Base Legal Del Proyecto 3-2

2.0 Resumen Ejecutivo 2-1
2.1 Descripción del proyecto 2-1
2.1.1 Participación de las Instituciones Financieras Internacionales 2-5
2.1.2 Proceso de EsIA y Marco Regulatorio 2-5
2.2 Organización del Reporte del EsIA 2-5
2.3 Alternativas y Descripción del Proyecto 2-7
2.4 Medioambiente en el Área de Influencia 2-11
2.4.1 Área de Influencia del Proyecto 2-11
2.4.2 Condiciones Existentes 2-12
2.5 Participación de Los Actores Sociales 2-16
2.6 Estudio de Riesgo y Plan de Contingencia 2-16
2.7 Impactos y Medidas Ambientales 2-17

4.0 Descripción del Proyecto y sus Alternativas 4-1
4.1 Análisis de Alternativas y Optimización del Proyecto 4-2
4.1.1 Alternativas del Proyecto 4-2
4.1.2 Diseños Alternativos y Optimización 4-3
4.2 Ubicación del Proyecto y Colindantes 4-7
4.2.1 Localización del Proyecto 4-7
4.2.2 Área del Inmueble y Sector a Ocupar 4-7
4.2.3 Calificación de Lugar y Línea de Construcción 4-8
4.2.4 Plano Topográfico del Terreno 4-8
4.2.5 Colindantes 4-11
4.3 Acceso al Proyecto 4-17
4.3.1 Accesos al Terreno de la Central Térmica y Sitio de Acopio 4-17
4.3.2 Acceso a la Terminal Marítima 4-18
4.4 Alcance del Proyecto 4-21
4.4.1 Elementos del Proyecto 4-21
4.4.2 Etapas del Proyecto 4-22
4.4.3 Alcance de la Central Térmica 4-22
4.4.4 Tipo de Sistema de Conversión de Energía 4-23

4.4.5 Descripción de Instalaciones e Infraestructura 4-25
4.4.6 Régimen de Operación de la Central Térmica 4-30
4.4.7 Programa General del Proyecto 4-30
4.4.8 Normas Técnicas Consideradas en el Diseño 4-32
4.5 Etapa de Construcción del Proyecto 4-39
4.5.1 Etapa de Preparación de Sitio 4-39
4.5.2 Etapa de Construcción 4-40
4.5.3 Movimientos de Tierra 4-44
4.5.4 Plantel de Construcción y Sitio de Acopio de Materiales 4-44
4.5.5 Instalación de Muelle Temporal 4-46
4.5.6 Mano de Obra Etapa de Construcción 4-50
4.5.7 Sistema Constructivo y Tecnológico Obras en Tierra 4-51
4.5.8 Impermeabilización de Áreas 4-52
4.5.9 Actividades que Generan Impactos en Etapa de Construcción 4-55
4.6 Etapa de Funcionamiento 4-59
4.6.1 Diagrama de Manejo de Combustibles 4-60
4.6.2 Tecnología y Especificaciones de Equipos 4-60
4.6.3 Técnicas para Incremento de Eficiencia 4-80
4.6.4 Mano de Obra Durante Operaciones 4-83
4.6.5 Operaciones de Mantenimiento 4-83
4.7 Combustibles 4-90
4.7.1 Balance de Masa y Energía 4-90
4.7.2 Composición del Combustible 4-93
4.7.3 Características de Peligrosidad y Hoja de Seguridad de Materiales 4-93
4.7.4 Fuentes de Suministro 4-97
4.7.5 Operaciones de Acondicionamiento del GNL 4-97
4.7.6 Mantenimiento de la Temperatura 4-97
4.8 Instalación de Obras Marítimas 4-98
4.8.1 Parámetros de Diseño 4-103
4.8.2 Condiciones Límites de Operación 4-105
4.8.3 Método Constructivo 4-108
4.8.4 Preparación de la Base de Rompeolas: Dragado 4-112
4.9 Almacenamiento y regasificación de Combustible 4-116
4.9.1 Proceso de Descarga del Buque Carguero 4-116
4.9.2 Proceso de Regasificación 4-118
4.9.3 Operación de la Unidad de Almacenamiento Flotante (FSU) 4-124
4.9.4 Descripción de la Unidad de Almacenamiento y Regasificación 4-137
4.9.5 Provisión de Servicios Básicos a FSU/ FSRU 4-139
4.9.6 Zona de Restricción 4-140
4.10 Tubería de Transporte de Combustible 4-143
4.10.1 Proceso Constructivo de la Tubería en Tierra 4-144
4.10.2 Proceso Constructivo Tubería en Lecho Marino 4-146

4.11 Manejo de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos en la Etapa de Funcionamiento 4-152
4.11.1 Almacenamiento de Aceite y Estructuras de Contención 4-166
4.11.2 Manejo de Aguas Residuales 4-166
4.11.3 Manejo y Tratamiento de Aguas Aceitosas 4-167
4.11.4 Contención de Transformadores 4-170
4.11.5 Sistema de Tratamiento de Agua Residual Doméstica 4-170
4.12 Consumo del Recurso Hídrico 4-171
4.12.1 Demandas de Agua del Proyecto 4-171
4.12.2 Fuente De Abastecimiento 4-173
4.12.3 Almacenamiento de Agua 4-175
4.12.4 Monitoreo del Pozo y el Acuífero 4-175
4.12.5 Calidad del Agua 4-175
4.12.6 Sistema de Tratamiento de Agua Potable 4-176
4.12.7 Planta Desmineralizadora 4-177
4.12.8 Consumo de Agua Dulce del FSU / FSRU 4-177
4.12.9 Consumo del Recurso Hídrico Etapa de Construcción 4-178
4.12.10 Drenaje Pluvial 4-178
4.12.11 mpacto Hidrológico Cero 4-180
4.13 Protocolo de Pruebas 4-181
4.13.1 Muestreo de GNL 4-182
4.13.2 Monitoreo de Agua del Pozo 4-183
4.13.3 Emisiones Atmosféricas 4-183
4.13.4 Mecanismo de Paro del Sistema en Caso de Detectarse Condiciones de Descarga no Favorables 4-184
4.13.5 Calidad de Aire Ambiente 4-185
4.13.6 Meteorología 4-186
4.13.7 Ruido 4-187
4.13.8 Aguas Residuales Especiales 4-188
4.13.9 Aguas Aceitosas (Pruebas de Aceptación de Separador) 4-189
4.13.10 Resultados del Protocolo de Pruebas 4-189
4.14 Etapa de Cierre 4-190

5.0 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES: FÍSICAS, BIOLÓGICAS Y SOCIO-ECONÓMICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA 5-1
5.1 AREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO 5-1
5.1.1 Paisaje y Vistas 5-2
5.1.2 Límites Administrativos 5- 7
5.2 MEDIO FÍSICO 5-14
5.2.1 Clima y Meteorología 5-14
5.2.2 Calidad del Aire 5-22
5.2.3 Niveles de Ruido 5- 27
5.2.4 Geología 5-32

000007

5.2.5 Análisis Geoténico 5- 34
5.2.6 Tipo y Clase de Suelo 5- 42
5.2.7 Topografía 5- 44
5.2.8 Hidrología (Incluyendo la Calidad del Agua Superficial) 5-53
5.2.9 Hidrogeología (Incluyendo la Calidad de las Aguas Subterráneas) 5-63
5.2.10 Procesos Costeros: Batimetría, mareas, corrientes marinas, ... 5- 78
5.3 MEDIO AMBIENTE BIOLÓGICO 5- 99
5.3.1 Ecosistemas y Áreas Protegidas 5- 99
5.3.2 Identificación del Área de Influencia Directa (AID) e Indirecta (AII) 5- 105
5.3.3 Metodología de Muestreo y Recolección de Datos 5-106
5.3.4 Flora Terrestre 5-110
5.3.5 Fauna en los Sitios de Estudio 5-119
5.3.6 Zonas de Interés Dentro del Proyecto 5-138
5.3.7 Conclusiones Estudio Biológico Terrestre 5-139
5.3.8 Flora y Fauna Marina 5-140
5.3.9 Calidad de Agua Marina 5-183
5.3.10 Análisis de Sedimento Marino 5- 198
5.3.11 Vectores de Enfermedades 5-202
5.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL 5-203
5.4.1 Actores Sociales 5-203
5.4.2 Condiciones Socioeconómicas 5-203
5.4.3 Infraestructura Social 5- 229
5.4.4 Recursos Culturales, Arqueológicos, Ceremoniales e Históricos 5-243
5.4.5 Uso del Suelo 5-252
5.4.6 Opinión de la Población 5-258

Listado de Figuras

Capítulo 2

Figura 2.1 Ubicación del Proyecto 2-3
Figura 2.2 Disposición de LNGC, FSU, FSRU, y Terminal Marítima 2-9
Figura 2.3 Elementos de La Central Térmica 2-10

Capítulo 4

Figura 4.1 – Área de Ubicación del Proyecto 4-9
Figura 4.2 – Uso de Terrenos Adyacentes 4-15
Figura 4.3 – Ruta de Equipos y Materiales para la Construcción del Proyecto 4-19
Figura 4.4 – Elementos del Proyecto 4-21
Figura 4.5 – Fase de Compresión de Ciclo de Combustión 4-24
Figura 4.6 – Diagrama de Operación del Ciclo Combinado 4-24
Figura 4.7 – Elementos del Proyecto 4-27
Figura 4.8 – Ubicación de Arboles 4-42
Figura 4.9 – Zonificación General del Sitio de Acopio de Materiales de la Terminal Marítima 4-46

Figura 4.10 - Muelle Temporal y Áreas Marinas de Restricción (Construcción) 4-48
Figura 4.11 – Estimación de Empleados - Horas-Hombre para la Construcción del Proyecto 4-51
Figura 4.12 – Módulos Pre-Ensamblados Central Térmica 4-53
Figura 4.13 – Sistema de Ciclo Combinado 4-61
Figura 4.14 – Diagrama de Operación de la Central Térmica 4-63
Figura 4.15 – Ejemplo de Set de Motor / Generadora del Tipo Wärtsilä 18V50SG 4-68
Figura 4.16 – Imagen del Módulo Auxiliar del Motor 4-70
Figura 4.17 – Plano de la Subestación Eléctrica 4-76
Figura 4.18 – Ejemplo de Una Típica Estación de Trabajo WOIS 4-77
Figura 4.19 – Típica Estación WISE, La Operación Diaria, Reporte de Producción y Libro de Registro de Datos 4-78
Figura 4.20 – Ejemplo de Panel de Control Común 4-79
Figura 4.21 – Imagen 3D De La Planta A Construir 4-81
Figura 4.22 – Balance de Masa y Energía 4-91
Figura 4.23 – Nivel de Inframabilidad 4-95
Figura 4.24 – Diseño propuesto para la Terminal Marítima 4-99
Figura 4.25 – Vista de perfil de Terminal Marítima: Rompeolas, FSU y FSRU 4-100
Figura 4.26 – Batimetría del Sitio y distanciamientos a CEPA y CENERGICA 4-101
Figura 4.27 Figura que muestra el dragado a realizar para el rompeolas 4-113
Figura 4.28 – Draga de Succión de Remolque 4-114
Figura 4.29 – Draga de Retroexcavadora con Carga Lateral de la Barcaza 4-114
Figura 4.30 – Draga de Cuchara 4-114
Figura 4.31 Diagrama Simplificado de Regasificación y Entrega de Combustible 4-119
Figura 4.32 – Balance de Masa de la Terminal Marítima 4-121
Figura 4.33 – Arreglo de Atraco con Únicamente el FSU 4-135
Figura 4.34 – Arreglo de Atraco con FSU y Buque Carguero de LNG de 174,000 m3 4-136
Figura 4.35 Arreglo de Atraco con FSU y Buque Carguero de LNG de 155,000 m3 4-136
Figura 4.36 Arreglo de atraco con FSU y buque carguero de LNG de 136,000 m3 4-137
Figura 4.37– Áreas Marinas de Restricción (Operaciones) 4-141
Figura 4.38 Esquema de Principales Elementos y Configuración de Tubería de GN 4-144
Figura 4.39 Detalle de zanja para instalación de tubería 4-146
Figura 4.40 – Tubería Subacuática, Opción en Tunel HDD 4-148
Figura 4.41 – Tubería Subacuática, Opción Parte Enterrada y Parte en Tunel HDD 4-149
Figura 4.42 – Tubería Subacuática, Opción Parte Enterrada y Parte sobre Muelle Tipo Caballet 4-150
Figura 4.43 – Tubería Subacuática, Opción Enterrada con Parte Final Protegida con Roca 4-151
Figura 4.44 – Esquema de sistema de tratamiento de aguas aceitosas 4-167
Figura 4.45 – Separador de Agua-Aceite 4-169
Figura 4.46 – Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales 4-171
Figura 4.47 – Demanda de Agua de la Central Térmica 4-173
Figura 4.48 – Esquema de Cunetas y Drenajes típicos en calles 4-179
Figura 4.49 – Detalles Típico de Drenajes 4-180

Figura 4.50 – Esquema de Funcionamiento de Sistema de Monitoreo por Prediccion de Emisiones 4-185

Capítulo 5

Figura 5.1 – Límites Administrativos 5- 9
Figura 5.2 – Ubicación Geográfica del Proyecto 5-11
Figura 5.3 – División Político-Administrativa del Municipio de Acajutla, Departamento de Sonsonate 5-13
Figura 5.4 – Zonas de Vida 5-15
Figura 5.5 – Mapa de Estaciones Pluviométricas 5-17
Figura 5.6 – Rosa de Los Vientos en Acajutla 5-21
Figura 5.7 – Monitoreo de Calidad de Aire, Ubicación de La Estación 5-25
Figura 5.8 – Uso de Suelo y Sitios de Monitoreo de Ruido de Fondo 5- 29
Figura 5.9 – Mapa Geológico 5-35
Figura 5. 10 – Mapa de Ubicación de Sondeos SPT, Marzo 2013 y Septiembre 2013 5-37
Figura 5.11 – Tipos de Suelo 5-45
Figura 5.12 – Topografía 5-47
Figura 5.13 – Pendientes 5-49
Figura 5.14 – Plano Topográfico 5-51
Figura 5.15 – Delimitación de Regiones Hidrográficas de El Salvador 5-53
Figura 5.16 – Ubicación de Cuerpos de Agua 5-57
Figura 5.17 – Red de Drenaje 5-59
Figura 5.18 – Mapa Hidrogeológico 5-65
Figura 5.19 – Mapa de Inventario de Pozos y Curvas Isofreáticas 5-69
Figura 5.20 – Cambio de Almacenamiento o Recarga de Acuífero 5-73
Figura 5.21 – Ubicación de Boya del Puerto de Acajutla 5-80
Figura 5.22 – Climatología Mensual de Corrientes Submarinas Frente a El Salvador 5-80
Figura 5.23 – Frecuencia de Dirección de las Corrientes del ADCP Medidas entre Septiembre del 2012 a Febrero del 2013 5-83
Figura 5.24 – Frecuencia de Dirección de las Corrientes del ADCP Medidas entre Mayo y Octubre del 2013 5-84
Figura 5.25 – Series de Datos del Re-análisis de Wavewatch III de Hs: Altura (m) Significativa de Ola, Az: Dirección (grados) de la Ola, Tp: Período (seg) de Ola, y W: velocidad (m/seg) del Viento 5-85
Figura 5.26 – Distribución de la Frecuencia de Dirección del Oleaje Frente a El Salvador 5-86
Figura 5.27– Contornos Batimétricos (m) para Propagar Oleaje de Agua Profunda Frente al Puerto de Acajutla 5-90
Figura 5.28 – Distribución de Oleaje de 1m en Agua Profunda 5-91
Figura 5.29 – Distribución De Altura (M) De Ola Extrema Al Frente de Puerto Acajutla desde El Oeste (W10-) 5-93
Figura 5.30 – Distribución de Altura (m) de Ola Extrema al Frente de Puerto Acajutla desde el Sur, en A: Períodos Menores de 9.5seg (S9.5-), y B: Períodos Mayores de 9.5seg (S9.5+) 5-93
Figura 5.31 – Distribución de Altura (m) de Ola Extrema desde el Suroeste para A): Períodos Menores de 10seg, y B): períodos mayores de 10seg 5-94
Figura 5. 32 – Variación del Nivel Del Mar, o Marea Meteorológica, del Oleaje Extremo 5-96

Figura 5.33 – Trayectorias de Ciclones Tropicales en Nuestra Región del PTE 5-97
Figura 5.34 – Distribución de Altura de Ola Extremo (Metros) durante El Huracán Adrián 5- 98
Figura 5.35 –Ecosistemas y Áreas Protegidas 5-103
Figura 5.36 – Porcentaje de Especies de Aves por Categoría de Estacionalidad Observados en el Sitio de Estudio, Acajutla, Junio 2014 5-123
Figura 5.37 – Frecuencias Totales Registradas en el Estudio sobre las Especies de Aves Observadas, Acajutla, Junio de 2014 5-130
Figura 5.38 – Áreas de Muestreos en Mar 5-145
Figura 5.39 – Zonificación de Biota Marina..... 5-147
Figura 5.40 – Porcentaje de Cobertura de Sustrato en el Perfil Vertical 5-156
Figura 5.41 – Porcentaje de Cobertura de Sustrato en el Perfil Horizontal..... 5-157
Figura 5.42 – Agrupaciones relizadas con ACP con un Porcentaje de Variana Agrupado de 82.9% y un Elipse de 95% 5-158
Figura 5. 43 – Especies Reportadas por Familia en la Zona de Pesca Artesanal en Acajutla 5-166
Figura 5.44 – Comparación de Análisis Realizados con Normativa de Referencia, para Mercurio, Cadmio y Niquel 5-201
Figura 5.45 – Comparación de Ánálisis Realizados con Normativa de Referencia, para Plomo, Arsenico, Cobre, Cromo Total y Zinc 5- 201
Figura 5.46 – Gráfico de Proyección Poblacional 5- 207
Figura 5.47 – Zonas de Pesca Generales 5- 219
Figura 5.48 – Area de Pesca Aproximada Para Rederos, Langosteros y Ostreros 5-221
Figura 5.49 – Elementos Marítimos (Actual).....5-225
Figura 5.50 Conectividad Vial del Municipio de Acajutla en la Región 5-231
Figura 5.51 – Calles y Avenidas Más Próximas al Proyecto.....5-233
Figura 5.52 – Distribución de Fallecidos en Accidentes de Tránsito por Tipo de Usuario 5-240
Figura 5.53 – Sitios Patrimonio Arqueológico y Cultural.....5-245
Figura 5.54 – Plano de Uso Suelo 5-255
Figura 5.55 – Comunidades que Rodean el Proyecto 5-259

Listado de Tablas

Capítulo 1

Tabla 1.1 – Autores Registrados en el MARN..... 1-1
Tabla 1.1 – Autores 1.2

Capítulo 2

Tabla 2.1 - Área de Influencia para el Proyecto “LNG TO POWER” 2-11
Tabla 2.1 - Área de Influencia para el Proyecto “LNG TO POWER” 2-11
Tabla 2.2 - Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción 2-19
Tabla 2.3 - Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción..... 2-27
Tabla 2.4 Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental 2-31
Tabla 2.5 - Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación 2-33
Tabla 2.6 Programa de Monitoreo Etapa de Operaciones..... 2-35

000011

Tabla 2.7 Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Operación .. 2-37

Capítulo 4

Tabla 4.1 - Evaluación de alternativas para Terminal Marítima 4-5
Tabla 4.2 - Tabla Áreas a ser Ocupadas por el Proyecto Dentro del Terreno de CEPA..... 4-8
Tabla 4.3 – Áreas a Ser Ocupadas Por El Proyecto en el terreno de la Central Térmica y Subestación 4-25
Tabla 4.4 – Áreas a Ser Ocupadas por el Proyecto Fuera del Terreno Arrendado para la Central Térmica y Subestación 4-25
Tabla 4.5 – Áreas a ser Ocupadas Sobre el Mar..... 4-25
Tabla 4.6 – Programa de Trabajo 4-31
Tabla 4.7 – Códigos y Estándares Aplicables a la Central Térmica..... 4-32
Tabla 4.8 – Árboles a Talar 4-40
Tabla 4.9 - Áreas a impermeabilizar..... 4-52
Tabla 4.10 – Desechos y Residuos a Generarse en la Etapa de Construcción* 4-56
Tabla 4.11 – Estimado de Inodoros Portátiles por Mes 4-57
Tabla 4.12 – Actividades de Mantenimiento con Base a Intervalos de Trabajo 4-83
Tabla 4.13 - Mantenimiento de Equipos en FSU / FSRU 4-87
Tabla 4.14 – Composición del Gas Natural 4-93
Tabla 4.15 – Comparación del GNL con Otros Combustibles..... 4-95
Tabla 4.16 – Comparación del GNL con Otros Combustibles..... 4-97
Tabla 4.17 – Información de Mareas Considerada para el Diseño 4-103
Tabla 4.18 - Capacidad de Buques para Establecer Criterios de Diseño de Límites de Condiciones Climáticas 4-105
Tabla 4.19 - Límites de Acercamiento y Atraque FSU y LNGC..... 4-106
Tabla 4.20 – Transferencia de Carga del FSU 4-107
Tabla 4.21 - Transferencia de Carga de LNGC (barco a barco)..... 4-107
Tabla 4.22 - Corrientes de GNL y GN en Proceso de Regasificación y Entrega de GN 4-120
Tabla 4.23 – Posibles FSU a Utilizar para Almacenamiento Flotante..... 4-127
Tabla 4.24 – Información Técnica de la Tubería 4-143
Tabla 4 25 - inventario y manejo de materiales, desechos y residuos líquidos de la planta de generación de energía..... 4-153
Tabla 4 26 - Inventario y manejo de materiales, desechos y residuos sólidos de la planta de generación de energía..... 4-161
Tabla 4 27 – Inventario y manejo de materiales, desechos y residuos gaseosos de la planta de generación de energía..... 4-164
Tabla 4.28 – Demandas de la Central Térmica..... 4-172
Tabla 4.29 – Pruebas de Verificación de la Composición del GNL 4-182
Tabla 4.30 – Registro de Explotación del Pozo..... 4-183
Tabla 4.31 – Resumen de Programa de Calidad Aire Ambiente (Emisiones Atmosféricas) Pruebas de Aceptación..... 4-183
Tabla 4.32 – Resumen de Programa de Calidad Aire Ambiente (Inmisiones Atmosféricas)..... 4-185
Tabla 4.33 – Meteorología 4-187

Tabla 4.34 – Resumen del Programa de Prueba de Ruido 4-187
Tabla 4.35 – Pruebas de Aceptación de Tratamiento de Aguas Residuales Especiales 4-188
Tabla 4.36 – Pruebas de Aceptación de Sistema de Tratamiento de Aguas Aceitosas 4-189

Capítulo 5

Tabla 5.1 – Área de Influencia del Proyecto LNG To Power 5-2
Tabla 5.2 – Intensidades Máximas de Lluvia (mm/min) para Diferentes Duraciones (min) de Tormentas. 5-19
Tabla 5.3 – Precipitación Mensual y Anual en mm 5-20
Tabla 5.4 – Temperatura. Estación Acajutla (T-6) 5-20
Tabla 5.5 – Vientos. Estación Acajutla (T-6) 5-21
Tabla 5.6 – Humedad Relativa Promedio. Estación Acajutla (T-6) 5-22
Tabla 5.7 – Evapotranspiración Potencial, mm. Estación Acajutla (T-6) 5-22
Tabla 5.8 – Concentraciones Ambiente para NO2, CO y PM2.5 5-27
Tabla 5.9 – Guías de Nivel de Ruido de la Corporación Financiera Internacional 5-27
Tabla 5.10 – Duración del Monitoreo de Ruido para Cada Uno de los 4 Puntos de Monitoreo 5-31
Tabla 5.11 – Resumen del Monitoreo de Ruido de Fondo 2014 y Criterios de Ruido Aplicables al Proyecto 5-31
Tabla 5.12 – Valores de Humedad por Sondeos Suelos Saturados 5-39
Tabla 5.13 – Profundidad de Suelo con Materia Orgánica 5-39
Tabla 5. 14 – Regiones Hidrográficas de El Salvador 5-53
Tabla 5.15 – Jerarquización de La Red Hidrográfica del Municipio de Acajutla 5-54
Tabla 5.16 – Calidad Sanitaria de las Aguas Superficiales de la Región Hidrográfica “D” 5-62
Tabla 5.17 – Calidad Sanitaria de las Aguas Superficiales de la Región Hidrográfica “D” 5-62
Tabla 5.18 – Recursos Hídrico por Región Hidrográfica (Mm3) 5-72
Tabla 5.19 – Parámetros Físico-Químicos Básicos 5-74
Tabla 5.20 – Resultados de Análisis Físico-Químicos del Agua 5-75
Tabla 5.21 – Datos de Mareas 5-79
Tabla 5. 22 – Algunas Estadísticas de las Corrientes Marinas (en m/seg) Medidas por el ADCP en Puerto Acajutla entre Septiembre del 2012 y febrero del 2013 5-82
Tabla 5.23 – Algunas Estadísticas de las Corrientes Marinas (en m/s) Medidas por el ADCP en Puerto Acajutla entre Mayo y Octubre del 2013 5-83
Tabla 5.24 – Características Promedio de las Series de Viento y Oleaje para el Pacífico Frente a Puerto Acajutla 5-87
Tabla 5.25 – Características Promedio de las Series de viento (m/seg) para el Pacífico Frente a Puerto Acajutla 5-87
Tabla 5.26 – Períodos de Retorno (PR) para el Oleaje Frente a las Costas de El Salvador.Distribución FT-I**, Kamphuis (2002) 5-88
Tabla 5.27 – Períodos de Retorno para Magnitudes (m/seg) Extremas del viento Según Dirección para El Pacífico Frente a Puerto Acajutla. Distribución FT-I 5-89
Tabla 5. 28 – Resumen de Características de Oleaje y Viento Extremo que se Utilizó para el Estado del Mar al Frente del Puerto Acajutla 5-92
Tabla 5.29 – Resumen de Características de Oleaje al Final de La Tubería Submarina 5- 95

000013

Tabla 5.30 – Especies Arbóreas en la Zona de Tubería, Acajutla, Junio 2014..... 5-111
Tabla 5.31 – Total de Especies Arbustivas y Herbáceas en el AID (Tubería), Acajutla, Junio 2014 5-111
Tabla 5.32 – Total de Especies Arbóreas en la Zona de Central Térmica, Acajutla, Junio 2014 5-112
Tabla 5.33 – Total de Especies Arbustivas y herbáceas Zona de Central Térmica, Acajutla, Junio 2014 5-113
Tabla 5.34 – Total de Especies Arbustivas y Herbáceas Zona de Central Térmica, Acajutla, Junio 2014 5-115
Tabla 5.35 – Total de Especies Arbóreas Encontradas en el AII, Acajutla, Junio 2014 5-117
Tabla 5.36 – Total de Especies Arbustivas y Herbáceas en el AII, Acajutla, Junio 2014..... 5-118
Tabla 5.37 – Herpetofauna Presentes en Área de Tubería, Acajutla, Junio, 2014..... 5-119
Tabla 5.38 – Herpetofauna Presentes en el Sitio de Estudio Área de Central Térmica, Acajutla, Junio, 2014 5-121
Tabla 5.39 – Categoría Taxonómica, Nombre Común, Clasificación por Estacionalidad según UICN y Estatus de Conservación según MARN y Abundancia de las Aves Observadas en Área de Tubería, Acajutla, Junio 2014 5-125
Tabla 5.40 – Categoría Taxonómica, Nombre Común, Clasificación por Estacionalidad según UICN y Estatus de Conservación según MARN y Abundancia de las Aves Observadas en Central Térmica, Acajutla, Junio 2014 5-127
Tabla 5.41 – Especies de Mastofauna Silvestre, Área de Tubería, Acajutla, Junio 2014 .....5- 132
Tabla 5.42 – Especies de Mastofauna Silvestre, Área de Central Térmica, Acajutla, Junio 2014 ...5-133
Tabla 5.43 – Porcentaje Promedio de Cobertura en el Perfil Vertical 5- 156
Tabla 5.44 – Porcentaje Promedio de Cobertura en el Perfil Horizontal.....5- 157
Tabla 5.45 – Porcentaje Promedio de Cobertura en el Perfil Horizontal.....5- 158
Tabla 5.46 – Producción Pesquera en la Zona de Estudio y Sitios Adyacentes para los Años 2002 y 2006.....5-158
Tabla 5.47 – Composición de Especies de las Capturas en la Zona de Influencia del Proyecto..... 5-162
Tabla 5.48 – Tallas y Pesos de Peces Capturados en Redes de Arrastre y de Flote. Acajutla, Agosto 2014, 2015 y 2016 5-167
Tabla 5.49 – Caracterización de la CPUE (Kg/hr)), Riqueza de Especies e Índices Ecológicos de la Zona del Proyecto y de la Zona de Influencia del Proyecto. Acajutla, Agosto de 2014, 2015 y 2016 5-171
Tabla 5.50 – Mamíferos Marinos Varados (Encallados) en Área de Influencia del Puerto de Acajutla..... 5-179
Tabla 5.51 – Puntos de Muestreo, Campaña 2014. Acajutla, Sonsonate, 2014 5-183
Tabla 5.52 – Punto de Muestreo, Campaña 2015. Acajutla, Sonsonate, 2015..... 5-184
Tabla 5.53 – Punto de Muestreo, Campaña 2016. Acajutla, Sonsonate, 2016..... 5-184
Tabla 5.54 – Parámetros Físico-Químicos de Aguas Superficiales de la Zona Costero Marina de Acajutla. Campaña 2014 5-185
Tabla 5.55 – Valores Reportados de los Parámetros Físico-Químicos de la Zona Costero Marina de Acajutla 2014..... 5-185
Tabla 5.56 – Otros Parámetros Analizados en Aguas Superficiales de la Zona Costero Marina de Acajutla. Campaña 2015 5-187

Tabla 5.57 – Parámetros Físico-Químicos de Aguas Superficiales de la Zona Costero Marina de Acajutla. Campaña 2015 5-188
Tabla 5.58 – Valores Reportados de los Parámetros Físico-Químicos de la Zona Costero Marina de Acajutla 2015..... 5-188
Tabla 5.59 – Otros Parámetros Analizados en Aguas Superficiales de la Zona Costero Marina de Acajutla. Campaña 2015 5-188
Tabla 5.60 – Parámetros Físico-Químicos de Aguas Superficiales de la Zona Costero Marina de Acajutla. Campaña 2016 5-189
Tabla 5.61 – Otros Parámetros Analizados en Aguas Superficiales de la Zona Costero Marina de Acajutla. Campaña 2016 5-191
Tabla 5.62 – Análisis de Metales Pesados en Sedimentos Marinos, 2014, 2015 y 2016 5-199
Tabla 5.63 – Enfermedades Endémicas Transmitidas por Vectores en El Salvador Relevantes para El Proyecto 5-202
Tabla 5.64 – Población Municipio de Acajutla 5-204
Tabla 5.65 – Proyección de Población Municipio de Acajutla 5-205
Tabla 5.66 – Proyección de Población Municipio de Acajutla 5-205
Tabla 5.67 – Población por Edades, Municipio de Acajutla y Promedio del País, Censo 2007 5-206
Tabla 5.68 – Educación por Edades, Municipio de Acajutla..... 5-207
Tabla 5.69 – Alfabetismo Adulto en el Municipio de Acajutla y Promedio Nacional..... 5-208
Tabla 5.70 – Tenencia de Vivienda a Nivel Nacional y en el Departamento de Sonsonate..... 5-209
Tabla 5.71 – Materiales Constructivos de Vivienda en el Municipio de Acajutla 5-210
Tabla 5.72 – Composición por Sexo de la Población Económicamente Activa Ocupada según Rama de Actividad Económica, Municipio de Acajutla, Departamento de Sonsonate, 2004 5-212
Tabla 5.73 – Ingreso Promedio Mensual Per Cápita según Actividad Económica y Sexo, Municipio 12de Acajutla, 2004.....5- 213
Tabla 5. 74 – Población que Recibe remesas 5-213
Tabla 5.75 – Producción de Granos Básicos en Territorios Pacífico Sonsonate 5-218
Tabla 5.76 – Producción de Caña de Azúcar y Frutales..... 5-223
Tabla 5.77 – Producción pecuaria en territorio Pacífico Sonsonate 5-223
Tabla 5.78 – Indicadores Socio-Económicos del Municipio de Acajutla 5-227
Tabla 5.79 – Calles Próximas al Proyecto 5-230
Tabla 5.80 – Conteo de Vehículos Livianos y de Carga 5-238
Tabla 5.81 – Fuentes de Abastecimiento de Agua Potable..... 5-242
Tabla 5.82 – Acceso a Servicios Sanitarios 5-242
Tabla 5.83 – Tabla de Municipios y Acceso a la Electricidad..... 5-243
Tabla 5.84 – Inventario de Inmuebles con Valor Cultural..... 5-247

Listado de Fotografías

Capítulo 4

Fotografía 4.1 – Vistas al Norte y al Sur de la Terminal Marítima 4-11
Fotografía 4.2 – Vistas al Sur y al Norte de la Tubería 4-12
Fotografía 4.3 – Vistas al Norte, Sur, Oriente y Poniente de Central Térmica..... 4-13

000015

Fotografía 4.4 – Vistas al Sur y al Norte de terreno de sitio de acopio..... 4-14
Fotografía 4.5 – Calle 24 de Octubre 4-17
Fotografía 4.6 – Imagen que Muestra la Ubicación de Materiales y Equipos Dentro del Plantel de Construcción..... 4-45
Fotografía 4.7 – Cortina de Agua Durante la Transferencia..... 4-117
Fotografía 4.8 – Imágenes de GEMMATA 4-128
Fotografía 4.9 – Imágenes de HISPANIA SPIRIT 4-129

Capítulo 5

Fotografía 5.1 – Líneas de Transmisión Eléctrica y Tanques de Almacenamiento de Combustible en el Sector Oriente del Terreno.....5-5
Fotografía 5.2 – Vista del Sector Poniente del Terreno, Donde se Aprecia el Estacionamiento de Camiones.....5- 5
Fotografía 5.3 – Vegetación Predominante en el Terreno del Proyecto 5- 6
Fotografía 5.4 – Muelle de Acajutla 5- 7
Fotografía 5.5 – Tráfico de Rastras y Vehículos Livianos sobre Alameda 25 Feb y Carretera CA-12 22
Fotografía 5.6 – Emisiones de Chimeneas de Duke Energy 5-23
Fotografía 5.7 – Plataforma Jack Up 5-41
Fotografía 5.8 – Canaleta en el Lindero Norte del Terreno 5-61
Fotografía 5.9 – Canaleta sobre la Calle de Acceso a CEPA 5-61
Fotografía 5.10 – (A) Sedimentos Aluvionales (B) Cenizas Dacíticas 5-64
Fotografía 5.11 – Piroclastos y Tobas Terciarias 5-64
Fotografía 5.12 – Vista Típica del Área de Estudio: Central Térmica, Acajutla, 2014 5-106
Fotografía 5.13 – Realización de Transeptos para el Inventario de Flora Arbórea y Arbustiva, Acajutla, junio 2014..... 5-107
Fotografía 5.14 – Observación Directa de Aves Acuáticas y Terrestres dentro del Área del Proyecto, Acajutla, Junio 2014 5-108
Fotografía 5.15 – Metodología de Toma de Datos de Excretas y Huellas de Mastofauna dentro del Área del Proyecto, Acajutla, Junio 2014..... 5-110
Fotografía 5.16 – Especies de Arbustos de A) Ficus Crocata (amate), B) Crescentia Alata (morro) Presentes dentro del Área de Influencia Directa del sitio de Estudio, Acajutla, Junio 2014 5-112
Fotografía 5.17 – Especies Registradas en el área de la Tubería A) Ctenosauria Similis, B) Iguana Iguana, Acajutla, Junio de 2014. (Fotografías por: Samuel Álvarez)..... 5-120
Fotografía 5.18 – Especies Registradas en el Área de la Tubería Gonatodes Albogularis A) Hembra, B) Macho, Acajutla, Junio de 2014. (Fotografías por: Samuel Álvarez) 5-120
Fotografía 5. 19 – Especies Registradas en el Área de la Central Térmica A) Anolis Sericeus, B) Sceloporus Variabilis, Acajutla, Junio de 2014. (Fotografías por: Samuel Álvarez) 5-121
Fotografía 5.20 – Especies Registradas en el área del Proyecto A) Rhinella Marinus, B) Boa Constrictor, Acajutla, Junio de 2014. (Fotografías por: Samuel Álvarez)..... 5-122
Fotografía 5.21 – Nidos de Especies Residentes en el sitio de A) Campylorhynchus Rufinucha y B) Icterus Pustulatus, Acajutla, Junio, 2014 5-124
Fotografía 5.22 – Nidos de Especies Residentes en el Sitio de A) Columbina talpacotti y B) Pachyrampus aglaiae Acajutla, Junio, 2014 5-124

000016

Fotografía 5.23 – Especie de Rupornis Magnirostris “gavilán” Observado en el Sitio, Acajutla, Junio 2014 ……5-126
Fotografía 5.24 – Especie de Pelecanus Occidentalis “pelicano café” y Buteo Plagiatus “gavilán gris” Observado en el Sitio de estudio, Acajutla, Junio 2014 5-127
Fotografía 5.25 – Especie de Puffinus Opisthomelas y Chlidonias Niger Observado en el Sitio de Estudio, Acajutla, Junio 2014 5-131
Fotografía 5.26 – Especies en el Sitio de Juvenil de Fregata y Tyrannus Melancholicus Acajutla, Junio, 2014 5-131
Fotografía 5.27 – Huellas de “conejo” A) Oryctolagus Cuniculus y “tacuazín Negro” B) Didelphis Marsupialis Encontradas en el Área de la Tubería, Junio 2014 (Fotografías por: Virna Morán) 5-134
Fotografía 5.28 – Huellas y Excretas de “Mapache” (Procyon Lotor) en el Área de Tubería de la Zona de Estudio, Acajutla, Junio 2014 (Fotografías por: Virna Morán y Samuel Álvarez).....5-134
Fotografía 5.29 – Excretas de A “zorra” (Urocyon Cinereoargenteus) y B “Tacuazín Común o Negro” (Didelphis marsupialis) en el Área de la Central Térmica, Acajutla, Junio 2014. (Fotografías por: Virna Morán) 5-135
Fotografía 5.30 – Salida de Acceso que Utilizan los Mamíferos Terrestres Confinados en el Área de la Central Térmica, hacia Las Instalaciones de CEPA y Otras Areas Circundantes, Junio, 2014....5-135
Fotografía 5.31 – Panorámica de la Línea Costera.....5-152
Fotografía 5. 32 – Ambientes de Acantilado.....5-153
Fotografía 5.33 – Divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophytas.....5-154
Fotografía 5.34 – Organismos del Area Intermareal.....5-155
Fotografía 5.35 – Sector Arenoso-Rocoso de la Línea Costera 5-159
Fotografía 5.36 – Sector Ambientes Algales a Diferentes Profundiades 5-160
Fotografía 5.37 – Especies Asociados a Barcos Hundidos en el Sector Sustrato Arenoso-Rocoso.5-160
Fotografía 5.38 – Impacto de Redes en Especies de Octocorales.....5-161
Fotografía 5.39 – a) Peces con Importancia Comercial Desembarcados en el Puerto de Acajutla, b) Moluscos y Crustáceos Capturados en la zona de Estudio, c) Punto de Muestreo Dentro de la Zona de Estudio.....5-162
Fotografía 5.40 – Fotografías Sub-Acuáticas donde se Muestra Peces Típicos de Fondos Rocosos. a) Johnrandallia Nigrirostris, b) Pomacanthus Zonipectus, c) Epinephelus Labriformis y d) Diodon Holocanthus 5-165
Fotografía 5.41 – Tallas Mínimas y Máximas de Lunarejo (Lutjanus Guttatus). Capturados con Línea de Mano 5-169
Fotografía 5.42 – Tallas Mínimas y Máximas de Jurel (Caranx Ccaninus). Capturados con Línea de Mano …… 5 - 165
Fotografía 5.43 – Misceláneos de Peces Capturados más Frecuentes 5-169
Fotografía 5.44 – Especies Comerciales de Desembarque, Puerto Artesanal de Acajutla 5-170
Fotografía 5.45 – a) Hembra Adulta de Tortuga Carey Eretmochelys Imbricata Depositando Huevos en Playa del AMP Los Cóbanos y b) Ejemplar de Tortuga Carey con Transmisor Satelital 5-170
Fotografía 5.46 – Huella de Desove de Tortuga Baule, en playa Texaco, Zona Industrial de Acajutla. 24 de Enero de 2015 5-177
Fotografía 5.47 – Ancho del Caparazón de una Tortuga Golfina Macho Capturada en Alta Mar. 9 de octubre de 2016. Mar abierto de Acajutla. 5-177

Fotografía 5.48 – Largo del Caparazón de una Tortuga Golfina Macho Capturada en Alta Mar. 9 de octubre de 2016. Mar abierto de Acajutla. 5-178
Fotografía 5.49 – Ejemplares de Delfines Avistados el AMP Los Cóbanos a) Tursiops Truncatus b) Stenella Coeruleoalba c) Stenella Longirostris 5-178
Fotografía 5.50 – Avistamiento de León Marino en Boyas de Rasa-Puma. 9 de Octubre de 2016 5 - 180
Fotografía 5.51 – Avistamiento de León Marino en Boyas de Rasa-Puma. 9 de Octubre de 2016 5 - 181
Fotografía 5.52 – Industrias Localizadas en Acajutla 5-214
Fotografía 5.53 – Vista de Actividad de Pesca Artesanal 5-216
Fotografía 5.54 – Puerto de Acajutla 5-224
Fotografía 5.55 – Restaurante y Comedor en Acajutla 5-228
Fotografía 5.56 – Carretera Hacia Acajutla 5-235
Fotografía 5.57 – Carretera Hacia Acajutla 5-235
Fotografía 5.58 – Carretera Hacia Acajutla 5-236
Fotografía 5.59 – Calle Acaxual 5-236
Fotografía 5.60 – Redondel en Intersección con Boulevard Coronel Oscar Osorio 5-237
Fotografía 5.61 – Unidad de Tipo de Ruta 252 5-237
Fotografía 5.62 – El Obelisco 5-249

Glosario

Siglas	Descripción
AAC	Autoridad de Aviación Civil
ADESCO	Asociación de Desarrollo Comunal
AIP	Área de Influencia del Proyecto
AMP	Autoridad Marítima Portuaria
ANDA	Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados - ANDA
AP	Área del Proyecto
BM	Banco Mundial
CAMARASAL	Cámara de Comercio e Industria del El Salvador
CAS	Servicio de especialidades químicas (Por sus siglas en ingles)
CCNIS	Consejo Coordinador Nacional Indígena Salvadoreño
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
CEM	Campos Electro Magnéticos
CENDEPESCA	Dirección General de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal
CEPA	Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
CN	Censos Nacionales
CNE	Consejo Nacional de Energía
CNR	Centro Nacional de Registros
CNSP	Consejo Nacional de Seguridad Pública
COMURES	Corporación de Municipalidades de la República del Salvador
CONACYT	Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología

Siglas	Descripción
CONAMYPE	Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa
CONCULTURA	Consejo Nacional para la Cultura y el Arte
CORSATUR	Corporación Salvadoreña de Turismo
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
CRETIB	Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Bioinfeccioso
CSSP	Consejo Superior de la Salud Pública.
CSV	Cámara de Valuadores de El Salvador
dB(A)	Niveles de presión sonora medido en decibeles en la escala A
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DGDR	Dirección General de desarrollo Rural
DGFCR	Dirección General de Ordenamiento Forestal Cuencas y Riegos
DGOA	Dirección del Observatorio Ambiental
DGPC	Dirección General de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres
DIGESTYC	Dirección General de Estadísticas y Censos
DQO	Demanda Química de Oxigeno
DRHM	Dirección Reguladora de Hidrocarburos y Minas
US-EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (Environmental Protection Agency)
EDP	Energía del Pacifico
EPP	Equipo de Protección Personal
EsIA	Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental
FISDL	Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local
FOEX	Fondo de Fomento a las Exportaciones
FONAES	Fondo Ambiental de El Salvador
FONAVIPO	Fondo Nacional de la Vivienda Popular
FSU	Unidad de Almacenamiento Flotante
FSRU	Unidad de Almacenamiento y Regasificación Flotante
FSV	Fondo Social para la Vivienda
GEI	Gas de Efecto Invernadero
GNL	Gas Natural Licuado
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IFC	Corporación Financiera Internacional (Por sus siglas en Inglés)
ISDEM	Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal
ISS	Instituto Salvadoreño del Seguro Social
ISTA	Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria
ISTU	Instituto Salvadoreño del Turismo
Kg	Kilogramos
LDE	Línea de Distribución Eléctrica
LFI	Límite de inflamabilidad inferior
LMA	Límite Máximo Aceptable

Siglas	Descripción
LMP	Límite Máximo Permisible
LMT	Línea de Mediana Tensión
LNGC	Barco Carguero de Gas Natural Licuado
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MARN	Ministerio de Medio Ambiente Y Recursos Naturales
MIDE	Ministerio de Defensa
MIGOB	Ministerio de Gobernación
MINEC	Ministerio de Economía
MINED	Ministerio de Educación
MINSAL	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MTPS	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
MW	Mega Watt
MW/h	Mega Watt / hora
NMP	Número Más Probable
NOx	Óxidos de nitrógeno
NO2	Bióxido de nitrógeno
NSO	Norma Salvadoreña Obligatoria
OMS	Organización Mundial de la Salud
PA	Puerto Acajutla
PH	Potencial de Hidrógeno
PMA	Programa de Manejo Ambiental
PM	Material Particulado
PM10	Material Particulado menor de 10 micras
PM2.5	Material Particulado menor de 2.5 micras
PNC	Policía Nacional Civil
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PS	Estándar(es) de Desempeño (Por sus siglas en Inglés)
PTS	Partículas Totales Suspendidas
RNPN	Registro Nacional de Personas Naturales
SC	Superintendencia de Competencia
SECULTURA	Secretaría de Cultura
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Comunicaciones
SNET	Servicio Nacional de Estudios Territoriales
TDR	Términos de Referencia
TDS	Total de Sólidos
UFC	Unidades Formadoras de Colonia
UTM	Universal Transverse Mercator

Energía del Pacífico

Proyecto: LNG to Power

Capítulo 1: Título y Autores

2016 Diciembre 16-3489

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

DILLON CONSULTING

1 Título y Autores

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO "LNG TO POWER",
ACAJUTLA, SONSONATE, EL SALVADOR

1.1 Titular

Energía del Pacífico, Ltda. de C.V.

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle
Apoderado Legal

1.2 Autores

ECO INGENIEROS: RPJSEA 001 y DILLON CONSULTING LIMITED

La Tabla 1.1 se presenta los autores del estudio de impacto ambiental registrados en el MARN, mientras que la Tabla 1.2 contiene todos los otros autores que contribuyeron.

Tabla 1.1 – Autores Registrados en el MARN

NOMBRE	NO RPSEA	PROFESIÓN	ÁREA DE ACTUACIÓN DENTRO DEL ESTUDIO	FIRMA
Ing. José Rodolfo Montufar	RPSEA 0025	Ing. Civil, Hidrogeólogo y maestría en medio ambiente	Coordinación, Evaluación de Impactos Ambientales, Hidrogeología e Hidrología	
Arq. Leonora Ferrer Morán	RPSEA 0011	Arquitecto, Maestría en Tecnología Geo-Ambiental	Apoyo a Coordinación, Evaluación de Impactos Ambientales y Riesgos	
Arq. Estela Jeannette Cisneros	RPSEA 0004	Arquitecto, Maestría en Tecnología Geo-Ambiental	Descripción del medio ambiente, uso de suelo y paisaje	
Ing. Nelson Eduardo Cabrera	RPSA 0003	Ingeniero Químico	Descripción del proyecto y evaluación de ruido y aire	

Tabla 1.1 – Autores Registrados en el MARN				
NOMBRE	**NO RPSEA**	**PROFESIÓN**	**ÁREA DE ACTUACIÓN DENTRO DEL ESTUDIO**	**FIRMA**
Lisbia Teresa Jarquín Deleón	RPSEA 0646	Arquitecta con Especialidad en Gestión Ambiental Territorial	Apoyo en la Edición del Informe	
Lic. Oscar Molina	RPSEA 0602	Biólogo	Especialista en Biología Marina	

Tabla 1.2 – Autores		
NOMBRE	**PROFESIÓN**	**ÁREA DE ACTUACIÓN DENTRO DEL ESTUDIO**
Don McKinnon	Planificador Socioeconómico y Medioambiental	Manager de Proyecto por parte de Dillon y Líder del Equipo/ Líder del Equipo de Análisis del Componente Social
Jessica Wright	Bióloga	Coordinadora de Proyecto/ Coordinador del Reporte de EsIA
Sari Liem	Planificadora Socioeconómica y de Salud	Salud Comunitaria
Ravi Mahabir	Ingeniero Químico Administrador de Riesgo Certificado	Líder del Equipo de Análisis del Componente Medioambiente Físico y Ciencias Atmosféricas
Hong Liu	Físico Atmosférico	Meteorología y Calidad de Aire
Amir Iravani	PGEO (Geo-científico Certificado) – Científico Medioambiental	Análisis de Ruido
Tony Walker	Especialista Medioambiental	Líder del Equipo de Análisis del Componente Biológico (Terrestre y Marino) 2014
John Fairs	Especialista en información Espacial	Líder del Análisis del componente de Geomática y Manejo de Datos
Merrilees Willemse	Planificador Socioeconómico y Medioambiental	Coordinador del Reporte de EsIA
Rob Turland	Planificador Medioambiental	Asesor de IFC
Paolo Mazza	Planificador	Mapas, dibujos y manejo de datos
Erika Yesenia Rodríguez	Socióloga con Maestría en comunicación social	Consulta pública del proyecto año 2014

Tabla 1.2 – Autores		
NOMBRE	**PROFESIÓN**	**ÁREA DE ACTUACIÓN DENTRO DEL ESTUDIO**
María Teresa García	Arquitecta	Edición de reportes e investigación de campo
Jorge Silvio Marson	Ingeniero Químico	Evaluación de emisiones atmosféricas
Alma Sánchez	Abogado	Cumplimiento legal
Mario Guevara	Ingeniero civil hidrogeólogo	Hidrología e Hidrogeología
Omar Lizano	Oceanógrafo	Oceanografía
Erick Mejía	Ingeniero Industrial	Empleo
Roberto Robles	Ingeniero Civil	Coordinador de trabajo de campo
Samuel Álvarez	Lic. en Biología	Estudio biológico terrestre, coordinador
Jennifer Abrego	Lic. en Biología	Estudio biológico terrestre y de aves
Virna Estefanía Morán	Lic. en Biología	Estudio terrestre, Asistente técnico, fauna, mastozoología
Melvin Bonilla	Lic. en Biología	Estudio biológico terrestre y de aves
Pablo Olmedo Galán	Lic. en Biología	Estudio biológico terrestre y de botánica
Roly Wilfredo Padilla	Arquitecto	Mapas y dibujos
Enrique Barraza	Dr. Biología Marina	Impactos en biota marina
Brenda Monterroza	Abogada	Consulta ciudadana en 2016

Energía del Pacífico

Proyecto: LNG Power Project

Capitulo 2: Resumen Ejecutivo

Diciembre 2016 – 16-3489

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

DILLON CONSULTING

2.0 Resumen Ejecutivo

2.1 Descripción del Proyecto

En diciembre de 2012 la Distribuidora de Electricidad del Sur, SA de CV (DELSUR), en representación de las empresas distribuidoras en El Salvador, inició una licitación para el suministro por 20 años de hasta 355 MW de energía eléctrica a centrales operando con gas natural, carbón y de energía renovable.

En respuesta a la licitación DELSUR, los accionistas de Energía del Pacífico S.A. de C.V. (EDP) propusieron el proyecto "LNG to Power" que consiste en una nueva planta de energía eléctrica a operar con gas natural, que se instalará en el puerto de Acajutla. En noviembre de 2013 dicha propuesta fue anunciada como la opción ganadora de la licitación. Así nació EDP, una empresa propiedad de Quantum Energy S.A. de C.V., y Generadora La Unión S.A. de C.V., una subsidiaria de la empresa finlandesa Wärtsilä. En la Figura 2.1, se muestra la ubicación del proyecto ADD INVENERGY

Los principales componentes del Proyecto son:

- **Terminal De Gas Natural Licuado (GNL), para la recepción, almacenamiento, regasificación, y manejo, que consistirá de:**
    - Una unidad de almacenamiento de GNL flotante (FSU) que permanecerá anclada a la terminal/estructura celular de protección (ataguía o rompeolas);
    - Una instalación de confinamiento en el mar, que será creada a través del uso de una estructura celular de protección (ataguía o rompeolas), o cajones; y
    - Una Unidad de Regasificación y Almacenamiento Flotantes (FSRU), a ubicarse en una barcaza a situarse dentro del confinamiento en el mar.
- **Una tubería para transportar el Gas Natural (GN) de la unidad de Regasificación y Almacenamiento Flotante, a la Central Térmica.**
- **Un Muelle Temporal para La Construcción (unos 300 m de longitud) que se extendería desde la línea costera de la zona de la zona de acopio para la construcción, para proporcionar acceso mar adentro (off-shore), durante la construcción. Observe que en la Figura 2.1 se muestran dos ubicaciones posibles ubicaciones de muelles temporales. Pero sólo se construirá UNA de las ubicaciones;**
- **Una Central Térmica de ciclo combinado con una potencia de 378 MW de generación que consistirá de:**
    - 19 motores alternos a gas natural alojados dentro de una sola casa de máquinas; y,
    - Una turbina de vapor que va a utilizar el vapor generado a partir del calor residual de los motores para generar energía eléctrica adicional.

El terreno a ser ocupado por Central Térmica y Subestación se ubica dentro de terrenos de uso industrial del “Puerto de Acajutla”. Durante la construcción se utilizarán también dos zonas de acopio temporal, aledañas al sitio del proyecto, como se muestra en la Figura 2.1.

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

UBICACION DEL PROYECTO / PROJECT LOCATION

FIGURA 2.1 / FIGURE 2.1

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
- TERRENO PROPIEDA DE CEPA / CEPA PROPERTY

0 100 200 400 m

1:16,000

FUENTE / REFERENCE
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN / WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM/SFG
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\2-1 - Project Location.mxd

PROYECTO / PROJECT: 163489
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/5/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

2.1.1 Participación de las Instituciones Financieras Internacionales

Al momento de la redacción de este informe, EDP está en el proceso de confirmar la institución financiera internacional para el proyecto.

2.1.2 Proceso de EsIA y Marco Regulatorio

El presente informe contiene los resultados obtenidos del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental completado para el proyecto. El proceso consistió en la descripción de las condiciones sociales y del ambiente natural, existentes en el área de influencia del Proyecto, evaluando el efecto que el proyecto podría tener en esas condiciones. La evaluación consideró todas las actividades del Proyecto, que cubren el ciclo de vida completo del mismo, incluyendo la construcción, operaciones y fase de cierre. La evaluación consideró las medidas de mitigación y de gestión para prevenir, minimizar o compensar los posibles efectos negativos y optimizar los beneficios. El informe también contiene planes de monitoreo y de gestión a implementar para el proyecto a través de las fases de construcción, operación y cierre.

El presente “Estudio de Impacto Ambiental” se ha preparado para hacer frente a los requisitos legales y regulatorios del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN), así como cumplir con las “Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Social y Ambiental” de la Corporación Financiera Internacional, incluyendo las guías de medioambiente, salud y seguridad del Banco Mundial.

La nomenclatura para la documentación relacionada con la “Evaluación de Impacto Ambiental” varía entre las diferentes instituciones y organismos e incluye términos como "Declaración de Impacto Ambiental", " Evaluación de Impacto Ambiental y Social", y "Evaluación Social y Ambiental". Para los efectos de este Proyecto, el término “Estudio de Impacto Ambiental” o EsIA, se considera que es sinónimo de los diferentes términos utilizados por los diversos organismos ambientales y las instituciones financieras que podrían estar involucradas en el Proyecto.

2.2 Organización del Reporte del EsIA

El contenido del presente estudio ha sido diseñado para cumplir con los “Términos de Referencia (TDR) dados por el Ministerio de Medioambiente de El Salvador (MARN) para el proyecto, con fecha 28 de mayo del 2014 (VER APÉNDICE 2A), así como en cumplimiento con las normas de desempeño de la CFI.

Siguiendo este capítulo introductorio, el EsIA está dispuesto de la siguiente manera:

- **Capítulo 3- Propósito y Necesidad del Proyecto:** describe la necesidad y propósito del Proyecto “LNG TO POWER”;
- **Capítulo 4- Descripción del Proyecto y Sus Alternativas:** describe la ubicación del proyecto, el acceso, el alcance, los reglamentos técnicos para el diseño, las actividades de construcción y

operación, las características y los procesos del proyecto, protocolos de pruebas, y el cierre y / o abandono del proyecto;

- **Capítulo 5- Descripción, Caracterización y Cuantificación del Medioambiente Actual:** De los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, del sitio y área de influencia (entorno); Se describen el área de influencia del proyecto y las condiciones del entorno social y natural existentes en el área de estudio;
- **Capítulo 6- Consideraciones Jurídicas y de Normativa Ambiental (Marco Legal y Regulatorio):** Describe las leyes de El Salvador y guías del Banco Mundial, así como reglamentos y normas aplicables al Proyecto. Este capítulo incluye tablas resumen que indicando la concordancia del Proyecto con los requisitos internacionales del Banco Mundial y locales de El Salvador;
- **Capítulo 7- Identificación, Priorización, Predicción y Cuantificación de los Impactos Ambientales Potenciales y Situaciones de Riesgo:** Describe la evaluación de los efectos del Proyecto sobre el medioambiente, identifica la mitigación propuesta y los potenciales efectos resultantes, netos (o residuales) del Proyecto, una vez implementadas las medidas de mitigación propuestas. En este capítulo también se incluye la evaluación de los efectos acumulativos;
- **Capítulo 8- Participación de Los Actores Sociales:** Describe el proceso de consulta realizado para el EsIA, los grupos de interés o actores sociales involucrados, las actividades de consulta llevadas a cabo, resúmenes de las opiniones vertidas durante las actividades de consulta, y los indicadores de las preocupaciones y oportunidades identificadas durante la consulta;
- **Capítulo 9- Estudio de Riesgo y Plan de Contingencia:** Describe la identificación de riesgos naturales y tecnológicos relacionados con el Proyecto, la magnitud de los riesgos y los planes de contingencia a poner en marcha para manejar el riesgo; y
- **Capítulo 10- Programa de Manejo Ambiental:** Describe los planes y procedimientos de manejo de los impactos a ser implementadas durante las fases de construcción y operación del Proyecto, incluyendo la identificación de las responsabilidades y los costos de mitigación ambiental y medidas de control y monitoreo.

Un desglose de los contenidos de cada uno de los capítulos, se proporciona en la tabla de contenido al principio de este documento.

2.3 Alternativas y Descripción del Proyecto

Durante la planificación del proyecto, se llevaron a cabo los siguientes estudios de alternativas de desarrollo y estudios optimización de diseño para el Proyecto:

- Selección del Sitio del Proyecto;
- Sistema de Regasificación y Almacenamiento de GNL.
- Sistema de Enfriamiento de La Central Térmica;
- Sistema de Alimentación de Agua de La Central Térmica;
- Diseño de la Distribución;
- Diseño y Ubicación del Muelle Temporal;
- Diseño de Terminal Marítima; y
- Tubería de Gas Natural-Incluyendo transición mar a costa.

Detalles relacionados con los análisis para cada uno de los elementos anteriores, se proporciona en el apartado 4.1. La descripción del proyecto que se proporciona a continuación, se basa en el diseño predilecto que ha sido identificado como un resultado del análisis de alternativas y el trabajo de optimización.

Entrega de GNL

Combustible para el Proyecto será entregado como Gas Natural Licuado (GNL) mediante buques tanques de GNL (también conocido como LNGC). Se espera que hasta aproximadamente 32 buques por año (bajo el escenario de que el GN será vendido a otros usuarios) llevarían GNL a la FSU. Sin embargo, cabe destacar que para las operaciones únicamente de la Central Térmica, se necesitarían cerca de 8 entregas de GNL por año, el GNL se almacenaría en la FSU y en la FSRU.

Regasificación

El GNL se transferiría de la FSU a la FSRU que estaría ubicada en una barcaza dentro del recinto marítimo. El FSRU entonces regasificaría el GNL a GN.. La planta de regasificación funcionará de acuerdo a la demanda de la Central Térmica, para suministrarle el gas natural. Para el proceso de regasificación se requiere de calor para vaporizar el GNL, el cual será suministrado por agua de mar. La planta de regasificación constará de vaporizadores que utilizan tubos de intercambio de calor. Una tubería de GN conectará a la FSRU con la Central Térmica en tierra.

La Figura 2.2 provee una ilustración de las instalaciones marítimas, incluyendo el LNGC, FSU, FSRU y la Terminal Marítima.

Central Térmica

El gas natural de la planta de regasificación se utilizará como combustible para una Central Térmica, de alta eficiencia, y de ciclo combinado. La Central Térmica consistirá en una casa de máquinas con 19 unidades motor generador de 18.3 MW. La eficiencia de la planta será mejorada mediante el uso de vapor de calor de escape de los motores, para generar 30.0 MW adicionales de energía en una turbina de vapor. La capacidad máxima de la planta cuando se ejecute en ciclo combinado será de 378 MW.

Las emisiones de las chimeneas de la Central Térmica serán más bajas que las emisiones provenientes del petróleo o el carbón de otras plantas de generación de energía. El sistema de enfriamiento de la Central Térmica será de ciclo cerrado de aire enfriado con radiadores, que tienen un consumo mínimo de agua, para el enfriamiento del ciclo de vapor. Debido a la naturaleza del sistema, el proyecto tendrá un mínimo consumo de agua. El agua subterránea se utilizará como fuente de agua para el Proyecto.

Una ilustración de la Central Térmica, equipo de enfriamiento, chimeneas, y otros equipos relacionados, se puede apreciar en la Figura 2.3 de elementos del proyecto.

Instalaciones Asociadas

El proyecto denominado “Línea de Transmisión de 230 kV”, será un proyecto independiente pero estrechamente relacionado, y será construido para interconectar el presente Proyecto, con la red eléctrica nacional. Este proyecto de la línea será objeto de un estudio de impacto ambiental independiente.

Programación y Fuerza de Trabajo para Construcción y Operación

Se espera que la construcción comience en el 2016, y tendrá una duración de aproximadamente 3 años. Con el mantenimiento y las reparaciones apropiadas, la planta será capaz de funcionar durante varias décadas. Se espera que habrá aproximadamente 100 empleados permanentes, necesarios para las operaciones. El número de empleados necesarios para la construcción variará de acuerdo con las actividades de construcción, en el pico de las actividades se espera que el número de trabajadores sea de alrededor de 1,500 personas.

Figura 2.2 - Disposición de LNGC, FSU, FSRU, y Terminal Marítima

Fuente: EXMAR, 2016

Figura 2.3 - Elementos de La Central Térmica

Fuente: Wärtsila, 2014

2.4 Medioambiente en el Área de Influencia

2.4.1 Área de Influencia del Proyecto

La Tabla 2.1 resume el área de influencia para el Proyecto, de acuerdo a la definición de área de influencia del proyecto contenida en las Normas de Desempeño de la CFI. Los efectos sobre el sitio del Proyecto, así como efectos indirectos, los impactos acumulativos, y los efectos de los acontecimientos no planificados pero predecibles, se abordan en este informe de EsIA. Aquellos efectos asociados con instalaciones relacionadas, se analizarán en un EsIA independiente que está siendo preparado, para el proyecto estrechamente relacionado denominado "Línea de Transmisión a 230 kV".

Tabla 2.1 - Área de Influencia para el Proyecto "LNG TO POWER"
A (i)-- Actividades del Proyecto e Instalaciones
1. Áreas Terrestres y Marítimas permanentemente ocupadas por Unidad de Almacenamiento Flotante (FSU), Unidad de Regasificación y Almacenamiento Flotante (FSRU), Terminal Marítima, tuberías, y Sitio de Central Térmica.
2. Áreas terrestres, temporalmente ocupadas para zonas de acopio de materiales durante la etapa de construcción.
3. Zona marítima, temporalmente ocupada para la construcción del muelle temporal.
4. Ubicación mar adentro para la disposición de sedimentos del dragado.
5. Instalaciones fuera del sitio e infraestructura que podría llegar a ser utilizada por el proyecto (Canteras que provean materiales, áreas para disposición de tierra proveniente de obras de terracería, áreas de disposición final de desechos sólidos, calles de acceso).
A(ii)- Desarrollos no programados aunque previsibles provocados por el proyecto
1. No se prevén desarrollos no programados o previsibles a ser provocados por el Proyecto.
A(iii)- Impactos indirectos del proyecto sobre la biodiversidad o sobre los servicios ecosistémicos
1. Efectos potenciales del muelle temporal, FSRU/FSU, y de las actividades marinas, sobre los recursos pesqueros locales (peces y crustáceos).
B. Instalaciones Conexas
1. Área de Influencia para desarrollo posterior de la Línea de Transmisión del Proyecto (Este será tratado como un proyecto aparte y su documentación será presentada en un EsIA distinto).
C. Impactos Acumulativos
1. Efectos acumulativos en la calidad de aire y emisiones de ruidos actuales, provenientes de las actividades industriales y otras fuentes existentes.
2. Efectos acumulativos en tierra, agua, y condiciones marinas, considerando el desarrollo industrial actual del Puerto y de las Áreas o terrenos pertenecientes al mismo.

2.4.2 Condiciones Existentes

El proyecto se ubica dentro de terrenos del actual Puerto de Acajutla en una zona de uso industrial, afectados por las actividades propias del puerto. Se localiza en el Municipio de Acajutla, Departamento de Sonsonate.

2.4.2.1 Medio Físico

El clima del Municipio de Acajutla dentro del cual se ubica el Proyecto, se caracteriza por ser cálido, ya que se sitúa sobre la planicie costera occidental del departamento de Sonsonate, con temperaturas entre 27º a 40º C, una humedad relativa del aire entre 67% y 70% y precipitación promedio entre 1,400 a 1,700 mm por año.

La zona presenta niveles relativamente altos de contaminantes atmosféricos, principalmente material Particulado, por la presencia de industrias y las actividades propias del puerto, de acuerdo a mediciones realizadas. También se realizaron mediciones de ruido, encontrando niveles altos de ruido, en comparación con las guías del Banco Mundial.

El Proyecto se localiza en la unidad geomorfológica denominada como Planicie Costera, caracterizándose por pendientes del terreno entre el 0% y 7%. Los terrenos donde se localiza el proyecto, están formados por rocas de origen volcánico, pertenecientes al período terciario, principalmente tobas y piroclastos. La natural cimentación de los conglomerados que conforman este estrato, lo convierten en uno de los materiales más estables por su compactación, al cual se le suma el amplio grosor de su horizonte, únicamente apreciable desde el borde costero, el cual en ocasiones alcanza los 30 m sin lograr definir su profundidad bajo el nivel del mar. De acuerdo a todos los análisis realizados durante estudios geotécnicos, el terreno es adecuado para resistir con las cargas esperadas y cumplir con las demandas estructurales del Proyecto. Esta misma cimentación, compactación y estabilidad, es la responsable de la baja permeabilidad, no obstante, es posible ubicar aguas subterráneas que pueden ser explotados con pozos profundos.

Los suelos en el área son clase IV, de fertilidad baja o moderada y del grupo de suelos regosoles y halomórficos. Dentro del terreno donde se desarrollará el Proyecto no existen ríos que lo atraviesen, ni tampoco quebradas de invierno, el terreno drena a una canaleta del Puerto; esta canaleta drenará el proyecto y drena también las industrias en la zona.

Los pozos perforados en el área están aprovechando los acuíferos constituidos por los materiales de la Formación Bálsamo. La profundidad al agua encontrada en los pozos perforados más cercanos oscila entre 24 y 30 metros. El acuífero de Acajutla presenta buenos rendimientos y se prevee será capaz de suministrar el agua para el proyecto con la perforación de un pozo profundo. En análisis realizados en pozos de la zona, no se ha detectado intrusión salina, presentando el agua buena calidad.

El medio marino en las inmediaciones de la terminal marítima está sujeto a mayores niveles de turbidez durante los períodos de fuertes descargas de los ríos de la zona, incluido el Río Sensunapán, Río Barranca y El Sunza, particularmente durante la temporada de lluvias. Las muestras de agua en el área indican que los niveles de sedimento pueden ser alrededor de 180 mg /l hasta 300 mg/l.

Se recolectaron muestras de sedimentos marinos en un área más grande y se analizaron las concentraciones químicas. Se recolectaron y analizaron un total de 29 muestras de sedimento. Basándose en este análisis, se determinó que las concentraciones de todos los parámetros claves de sedimentos eran mucho más bajos que sus respectivos criterios. Estos resultados sugieren que no se esperan efectos biológicos adversos en el área del proyecto como resultado de las concentraciones de metales y metaloides, en el sedimento.

2.4.2.2 Medioambiente Biológico Terrestre

Las especies de árboles en el sitio representan una transición entre seco a bosque tropical caliente / húmedo, con especies como: morro (*Crescentia alata*), zarzo blanco (*Acacia colinsii*), zarzo (*Machaeriumbiovulatum*), zarzo espino (*Acacia polyphylla*), pie de venado (*Bauhiniaungulata*), casco de venado (*Bauhiniaaculeata*), entre otros. En total se registraron un total de 96 especies de flora, de las cuales, 37 son de tipo arbóreo y 56 de tipo arbustivo y herbáceo. En el recorrido de la tubería encontramos jardines de CEPA con mangos y cocos.

Dos especies de árboles clasificados como "amenazados" por MARN fueron identificados en el sitio de la Central Térmica: *Sterculia apetala* y *Maclura tinctoria* comúnmente conocidos como "castaño" y "palo de mora" respectivamente; También en la propiedad se encontró *Dalbergia chontalensis*, un arbusto que se clasifica como una especie en peligro de extinción.

En el ancho de servidumbre de la tubería, se identificó la especie arbórea *Caesalpinia bonduc* "avellana", también una especie amenazada. En el área de acopio para la construcción, hubo dos especies de árboles identificados como "amenazados" por MARN incluyendo: *Albizia niopoides* "Conacaste Blanco" y *Dyphysa Americana* "Guachipilin"; una especie de arbusto *Dalbergia chontalensis Standl. & L.O. Williams.*

Con relación a la fauna, se observó un total de 16 especies de herpetofauna (anfibios 1 y 15 reptiles) dentro del área del proyecto, de las cuales 3 son categorizados como "amenazada" por el MARN (nombres comunes: “Garrobo” (*Ctenosauria similis)*, iguana verde (*Iguana iguana*) y falsa coral (*Lampropeltis triangulum), Porthidium ophryomegas “víbora castellana” y Leptodrymus pulcherrimus “bejuquilla de cabeza verde”,* y uno categorizado como "preocupación menor "por la UICN (nombre común: sapo común).

Cincuenta y tres (53) especies de aves y un total de 7 nidos activos fueron identificados; Una de las aves identificadas en el área del proyecto se considera amenazadas de acuerdo a la lista del MARN: “catalnica” Brotogeris jugularis.Todas las especies de avifauna identificados fueron clasificados como "menos preocupación" por la UICN. De las aves que anidan en el lugar, todos son considerados especies residentes y típicamente construyen sus nidos en el mismo lugar o sitios parecidos al año. La especie de ave más común observada en el lugar fue el pelícano pardo (residente). La mayor parte de la avifauna identificados son considerados generalistas y son tolerantes a las influencias antropogénicas.

Mamíferos identificados dentro de la zona del proyecto se caracterizan como animales domésticos (es decir, gato, ratón y ratas) y 8 especies de animales silvestres (por ejemplo, conejo, zorrillo, ardilla, zarigüeyas y mapaches). Todos los mamíferos observados dentro del área del proyecto se consideran de Preocupación Menor o Datos Insuficientes con la UICN y no se consideran amenazadas o en peligro de extinción por el MARN.

Con relación a la fauna marina, el hábitat dentro del área propuesta se compone principalmente de limo, arena, roca y algunos arrecifes de coral al sur del muelle cerca del muelle CEPA existente. Este hábitat ofrece una combinación ideal de micro-hábitat para una gran variedad de vida marina sésiles incluyendo: invertebrados bentónicos de coral, los huevos, las larvas de peces y peces juveniles (ECO, 2014). La vida marina (como los peces adultos, mamíferos y tortugas marinas) será mínimamente afectada pues el hábitat está afectado no se considera crítico para sus requerimientos de historia de vida, estos animales se movilizan por toda la zona. No se afecta ningún hábitat de anidación de tortugas.

En la zona del muelle temporal para la construcción, se tiene una primera área dominada bajo cobertura de roca y luego dos zonas entre mezcladas, donde en una de ellas se observan mayores porcentajes de turf y en el otro mayor porcentaje de algas verdes. En la playa se observó anemonas y zoanthidos en las grietas de la roca. Las rocas de poca profundidad y mayor altitud se encontraron con mayor evidencia de riqueza de algas que las observadas a profundidades de 5-7 metros. El sustrato rocoso de este sector no se presenta de manera continua en el fondo, son pequeños promontorios rodeados por áreas arenosas. Sin embargo, la presencia del grupo de octocorales hace diferente este ambiente comparándolo que el sustrato rocoso más cercano a la orilla. Los organismos de este sector se encuentran sometidos a la constante degradación por ser impactadas por artes de pesca como la red langostera.

Se lograron identificar una diversidad de **34 especies** de peces, que forman parte de 20 familias, siendo la mayoría de hábitats marino asociados a arrecifes rocosos. La alta diversidad de especies encontrada en la zona de estudio, demuestra la importancia ecológica que este este ecosistema tiene, ya que los arrecifes rocosos sirven como sitios de reproducción y desove, crianza y cuido de muchas especies de peces moluscos y crustáceos con importancia ecológica y económica, lo cual concuerda con los

pescadores locales quienes afirman que la mayoría de especies registradas son usadas para el comercio y autoconsumo

Los dos grupos de mamíferos que pueden habitar o circular en zonas tropicales, como las de El Salvador, son los cetaceos y pinnípedos; es importante mencionar que durante los periodos de la época seca entre la segunda semana de diciembre de cada año y enero, se avistan "ballenas jorobadas" *Megaptera novaeangliae* en la categoría de Amenazada (MARN 2009) y específicamente en el Puerto de Acajutla se han capturado accidentalmente "leones marinos" *Zalophus californienensis.* Con relación a las ostras, se encontraron bancos de ostra en las zonas rocosas, pero de tallas reducidas.

2.4.2.3 Medio Socioeconómico y Cultural

El terreno del proyecto se encuentra ubicado dentro de terreno del Puerto de Acajutla, con uso previsto industrial, en la Ciudad de Acajutla. El terreno está rodeado de plantas industriales, bodegas de almacenamiento, y terrenos de uso industrial, y dentro de terrenos propiedad de CEPA. El uso actual del terreno es baldío, no habrá necesidad de reubicar personas. La zona de acopio y la servidumbre de la tubería, están en gran parte sin desarrollar, con la excepción de donde se superponen con el Parque Malecón frente al mar, el cual se encuentra en tierras de la CEPA y fue desarrollado por CEPA en 2015. La tubería también pasará por un área recreativa CEPA (campo deportivo), con acceso restringido.

Acajutla, donde se ubica el proyecto, es uno de los 16 municipios que integran el Departamento de Sonsonate. Acajutla se encuentra a 19 kilómetros de distancia de la cabecera del Departamento de Sonsonate y a 84 kilómetros de la ciudad Capital de San Salvador. Para el 2007, el municipio registró un total de 52,359 habitantes, 51.8% de ellos/as se localizan en el área rural y 48.2% en el área urbana. El Índice de Desarrollo Humano de Acajutla en el año 2009 fue de 0.717, resultado que le situó en la posición número 58 a nivel nacional (IDH 0.735)2. La tasa de alfabetismo adulto (mayores de 15 años) registrada en el año 2007 fue de 77.9%, lo que significa que más de una quinta parte de la población adulta (22,1%) no sabía leer o escribir.

La actividad económica predominante es el comercio, siguiendo los servicios y la industria, aunque los servicios son los que producen mayor empleo. No se prevee la instalación de campamentos para la construcción por la facilidad de acceso de la ciudad capital y zonas aledañas. En la zona del muelle se identificaron actividades de pesca que pudiesen ser afectadas, incluyendo el incremento en recorrido hacia zonas de pesca, y afectación a áreas de pesca de langosta, ostras y peces; aunque estas últimas se encuentran dentro de la zona restringida del Puerto.

El acceso al proyecto es por vías primarias, por la calle que conduce del Puerto a San Salvador, el acceso al proyecto se puede realizar sin afectar zonas residenciales. La ciudad cuenta con los servicios básicos, mismos que incluyen: recolección de desechos, energía eléctrica. En el terreno no se cuenta con servicio de manejo de aguas residuales por tubería ni factibilidad de agua potable.

En cuanto al paisaje y vistas, en la zona las vistas predominantes son muy similares a la del proyecto, incluyendo la vista del actual muelle.

2.5 Participación de Los Actores Sociales

Los actores sociales participaron a lo largo del desarrollo del EsIA. Las actividades de participación incluyeron:

- Apertura de una Oficina de Comunicaciones en Acajutla;
- Establecimiento de un sitio web informativo del Proyecto; y,
- Publicaciones, entrevistas, reuniones y talleres de participación con grupos de interés, incluyendo grupos de pescadores locales, y
- El desarrollo de Dos Asambleas Generales Públicas de Presentación del borrador del EsIA.

Las principales inquietudes y comentarios vertidos durante las actividades de participación son:

- Interés en oportunidades de empleo y beneficios económicos;
- Preocupación por los impactos a las actividades de pesca artesanal;
- Inquietud por la posible generación de polvo durante la etapa de construcción;
- Preocupación por la posible generación de ruido, que incluye sonidos/vibraciones inducidas por baja frecuencia; y
- Inquietud por los efectos sobre la calidad del aire local.

Mayores detalles del proceso de participación de los actores y descubrimientos se pueden encontrar en el capítulo 8 del presente estudio.

2.6 Estudio de Riesgo y Plan de Contingencia

Se ha realizado una evaluación cuantitativa de riesgos para el Proyecto (QRA “Qualitative Risk Assessment”), evaluando las amenazas presentes, tales como tsunamis, terremotos, lluvias intensas y amenazas antrópicas del entorno, que pueden desencadenar eventos como incendios y explosiones, dentro del proyecto y afectar a las propias instalaciones y el entorno, por el manejo de materiales peligrosos. El análisis de riesgos concluyó que basándose en criterios de riesgo aceptables, tanto el público como el medio ambiente, no estarían expuestos a un riesgo inaceptable. Con base a este análisis se determinaron las medidas preventivas para minimizar los riesgos, mismas a ser incluidas en el plan de manejo ambiental.

Se ha elaborado también un plan de contingencias a nivel conceptual, el cual esboza los lineamientos para el contenido de un futuro Pan de Contingencias más detallado, el cual será desarrollado como parte del diseño detallado del Proyecto. Este Plan a nivel conceptual, determina especialmente los eventos de riesgo que deberán ser considerados en el Pan de Contingencias Detallado.

2.7 Impactos y Medidas Ambientales

El EsIA emprendió un amplio proceso para identificar y analizar los efectos potencialmente significativos, teniendo en cuenta las medidas de mitigación probadas y eficaces que están disponibles para mitigar los efectos negativos, y presentar un marco integral de gestión y monitoreo. A continuación, se resumen los impactos potenciales claves del Proyecto, que fueron identificados mediante el presente EsIA.

Impactos de la construcción:

- Efectos de la calidad del aire y de la perturbación del ruido causados por el funcionamiento del equipo de construcción;
- Aumento de los vehículos de construcción en las carreteras locales y el riesgo para la seguridad pública de las actividades generales de construcción;
- Remoción de vegetación y hábitat dentro de la zona de construcción, corredor de tuberías y sitio de la Central Térmica;
- Posibilidad de incrementar las cargas de sedimentos procedentes de la escorrentía del sitio de construcción;
- Potencial de derrames de materiales peligrosos incluyendo combustible y lubricantes;
- Efectos de la iluminación del proyecto sobre la fauna y las especies marinas;
- Aumento temporal de los niveles de sedimentos en el medio marino debido al dragado y disposición de sedimentos;
- Eliminación del hábitat acuático y perturbación del hábitat cercano;
- Aprovechamiento potencial del agua subterránea;
- Posibles impactos sociales locales de los solicitantes de empleo;
- Restricción de acceso a los navegantes y pescadores en torno a los componentes marítimos del proyecto; y
- Beneficios económicos para la comunidad local a través de oportunidades de contratos de empleo y servicios.

Impactos Operacionales:

- Las emisiones al aire y ruido del proyecto estarán dentro de los criterios aplicables;
- Efectos de iluminación del proyecto sobre la fauna y las especies marinas;
- Restricción de acceso a los navegantes y pescadores en torno a los componentes marítimos del proyecto;
- Descarga de agua fría y caliente en el ambiente marino - la descarga no excederá un delta de 5 grados Celsius;
- Aprovechamiento potencial del agua subterránea para su uso;
- Creación de nuevas oportunidades de hábitat marino; y
- Beneficios económicos para la comunidad local a través de oportunidades de contratos de empleo y servicios.

La Tabla 2.2 proporciona una visión global de los impactos identificados, tanto positivos como negativos; medidas de mitigación propuestas para cada impacto y presenta el Programa de manejo ambiental para la etapa de construcción, con un costo de $941,764.88. La Tabla 2.3 presenta el programa de monitoreo para la construcción y la Tabla 2.4 el programa de ejecución de las medidas ambientales.

Así mismo las Tablas 2.5, 2.6 y 2.7. proporcionan el Programa de Manejo Ambiental, monitoreo y programa de ejecución, para la fase de operación, respectivamente. El costo del programa de manejo ambiental en la etapa de operación es de $243,307.80.

En la tabla 2.6 se incluyen monitoreos a realizar en el proyecto que no están asociados a ninguna medida ambiental, pero que son necesarios de ejecutar en la etapa de operaciones.

En la tabla 2.3 se presenta el programa de ejecución de la construcción del proyecto, dividido en tres años, para dividir igualmente el monto de la fianza ambiental..

Tabla 2.2 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsa-ble de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• funcionamiento de generadores estacionarios • funcionamiento del equipo motorizado móvil • Tala y descronconado • Trabajo de excavación • Actividades generales de construcción • Construcción relacionada al tránsito	• Exposición de los trabajadores y del público a la emisión de contaminantes del aire • Emisiones de GHG	**Atenuación** **1. Reducción de Emisiones de Gases**	Desarrollar un Plan de mantenimiento que considere: • Programa de mantenimiento, • Sistema de control/ seguimiento • Ubicación de generadores estacionarios 50 m del límite norte del sitio • Protocolo anti-paro • Uso de autobuses para el transporte de trabajadores de fuera de Acajutla al sitio desde las principales ciudades	Área del sitio de Proyecto y rutas de transporte y acarreo	EDP	$2,000.00	Durante la construcción	Sin impacto significativo en la calidad del aire La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte de trabajadores
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• Despeje • Trabajos de excavación • Actividades generales de construcción • Tráfico relacionado a la construcción	• Migración de las emisiones de polvo a los receptores fuera de sitio	**Prevención** **2. Plan de Manejo de Polvo**	Plan de Gestión de polvo incluyendo: • Riego de agua en calles internas del proyecto durante estación seca • Control de salida del sitio (lavado de ruedas, endurecimiento de superficies) • Estabilizar pilas de almacenamiento • Límites de velocidad en las carreteras internas • Cubiertas en camiones	Sitio del proyecto, sitio de acopio temporal, vías de transporte principales y para acarreo de materiales	EDP	$54,012.00	Durante la construcción	Prevenir Incrementos de polvo a corto plazo en las proximidades del sitio
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• Construcción de pilotes (en tierra) • Trabajo de terracería • Construcción, equipo operando • Planta dosificadora de concreto	• Ruidos molestos para las comunidades circundantes y residentes	**Atenuación** **3. Manejo de ruido durante construcción**	Desarrollar Plan de Gestión del Ruido Acumulando que considera: • Tipo, número y ubicación de los pilotes; • Uso de técnicas de bajo ruido para pilotes de ser factible (por ejemplo, pilotes vibratorios, pilotes a presión) • Horarios de construcción para excavación de pilotes y operación de la planta dosificadora de concreto. • Horarios para uso de vías primarias y para acarreo de materiales	Sitio del Proyecto, Sitio de Acopio Temporal, y vías para acarreo de materiales	EDP	$1,000.00	Duración de actividades de construcción, en particular hincado de pilotes.	Ruidos molestos en corto plazo en un radio de sitio del proyecto durante las horas diurnas.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• Tala y destronconado • Trabajos de terracería • Actividades de construcción general (en tierra)	• Pérdida suelo fértil/ mezcla de capas de suelo • Posibilidad de efectos sobre la flora y fauna marina por sedimentos que entran en las aguas marinas como consecuencia de la erosión de los materiales en tierra • Inundaciones fuera de las instalaciones como consecuencia de eventos pico de escorrentía de agua superficial	**Atenuación** **4. Manejo de suelo y agua lluvia en construcción**	Aplicar las disposiciones para el manejo del suelo previsto en "Instrucción en calidad e instalación, trabajos de excavación, Plantas de Energía" de Wärtilä, incluyendo: • Zanjeado y almacenamiento de suelo orgánico separado del subsuelo • El uso de bermas y cercas para controlar la erosión y evitar la escorrentía de sedimentos • Cercos para prevenir ingreso de maquinaria en zonas sensibles • Proteger o estabilizar material expuesto (re-vegetación, geo-membranas, concreto, etc.) • Proteger esquinas de zanjas y curvas con rocas o escollera - instalación de dispositivos de disipación de energía en salidas y lugares de descarga • Estanques de sedimentación / u otro sistema para eliminar los sedimentos de agua antes de la descarga y estanques para controlar • Estanques para controlar la descarga del agua lluvia.	Sitio General del Proyecto, sitio de acopio temporal, y las zonas de la línea costera que podrían ser susceptibles a la erosión	EDP	$75,800.00	Antes y durante la duración de las actividades de construcción, incluidas las actividades en las proximidades de la costa	Aprovechamiento de la tierra orgánica, proveniente de la huella del sitio, removida para su uso fuera del sitio. Liberación de sedimento marino por un corto período, sin efectos significativos sobre la flora y fauna marina. No hay cambios en el evento de inundación máxima.

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

000047

Tabla 2.2 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de materias primas peligrosas y desechos peligrosos (en terreno del proyecto y zona de acopio temporal)	Liberación accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: • contaminación del medio ambiente en el lugar, (suelo, aguas superficiales y subterráneas) • exposición de los trabajadores a materiales tóxicos o irritantes	**Prevención** **5. Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos**	Utilización de las Mejores Prácticas de la Industria Internacional para la manipulación, almacenamiento, uso de materiales peligrosos, incluyendo: • Formación profesional y equipo de protección personal disponible • Sobrellenado y protección de derrame • Etiquetado y control de inventario • Uso de la contención secundaria • Materiales incompatibles almacenados en lugares separados • Material de respuesta y limpieza por derrames • Disponibilidad de extintores de fuego	Zona de acopio temporal y Sitio de Construcción	EDP	$12,200.00	Durante la construcción	Bajo riesgo de contaminación significativa del suelo, aguas subterráneas o superficiales como resultado de la construcción
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenaje, manejo, uso y disposición de materias primas peligrosas (en tierra y mar adentro)	• Contaminación del medio ambiente por la eliminación inadecuada de desechos humanos	**Prevención** **6. Tratamiento de agua residual domestica**	• Baños portátiles con tanques integrados previstos para los trabajadores • Material recolectado será transportado en camiones para su tratamiento y disposición fuera del sitio en una instalación autorizada	Sitio de construcción y Sitio de acopio temporal.	EDP	$47,180.00	Durante la construcción	No hay contaminación de desechos humanos en el sitio del proyecto. Descarga de efluentes en la planta de tratamiento de residuos fuera del sitio.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas, y desechos peligrosos (mar adentro)	• contaminación de las aguas marinas o en los sedimentos por la liberación accidental de materiales peligrosos durante las actividades de construcción • posible contaminación de la cadena alimenticia humana	**Prevención** **7. Materiales peligrosos en construcción de Terminal Marítima y muelle temporal**	Además de los procedimientos generales para el almacenamiento y manejo de materiales peligrosos definidos en otros apartados, se utilizarán las siguientes prácticas: • Almacenaje de materiales peligrosos, incluyendo combustibles y lubricantes, en áreas confinadas. • Equipo para derrames estarán disponibles para su despliegue inmediato en caso de un derrame (booms absorbentes, barreras flotantes de contención de aceite, skimmers) • Los trabajadores serán capacitados en la prevención de derrames marinos y para dar respuesta y limpieza durante las actividades de construcción	Zona de muelle temporal, tubería, y área de Terminal Marítima	EDP	$11,520.00	Duración durante la construcción del muelle temporal, terminal marítima, y de la tubería	Ninguna contaminación ambiental significativa como resultado de derrames en mar se anticipa
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• perforación de pozos de sondeo (en tierra)	• Agujeros sin sellar pueden permitir la migración de material contaminante en las aguas subterráneas	**Prevención** **8. Cierre de perforaciones en suelo**	Tapado o sellado de los agujeros abiertos con arcilla bentonita u otro material adecuado	Zona donde se pueden requerir perforaciones (casa de máquinas)	EDP	$1,000.00	Exploración geotécnica	No hay nuevas vías creadas para la migración de material a las aguas subterráneas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Limpieza de tubería	• contaminación del medio ambiente por la liberación de agua de pruebas hidrostática y de lavado	**Prevención** **9. Descarga de agua de pruebas**	• El agua de prueba de presión será analizada para confirmar la ausencia de contaminación. El agua libre de contaminación será liberada a un drenaje local. Si se encuentra contaminada por encima de los criterios aplicables, el agua será tratada antes de su descarga. • El agua de lavado será recolectada para su eliminación apropiada según sea necesario.	Sitio para la descarga de agua después de las pruebas.	EDP	$3,000.00	Conforme finalización de las pruebas hidrostáticas de buques y tuberías	Sin contaminación significativa de la liberación de efluentes de lavado/pruebas hidrostáticas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Tala y destronconado Descapote	• Eliminación de la vegetación dando como resultado el desplazamiento de fauna hacia zonas inadecuadas, que podría causar mortalidad	**Atenuación** **10.Reubicación de fauna**	• Programa de Reubicación de Vida Silvestre: antes de iniciar obras, reubicar la fauna (por ejemplo, serpientes) a un hábitat adecuado con el apoyo de una ONG • Mantener de jaulas y entrenamiento a trabajadores de la construcción de respetar y proteger la fauna durante la construcción	Sitio del proyecto y Sitio de Acopio Temporal	EDP	$6,200.00	Inmediatamente antes de la limpieza, y durante la actividad de tala y destronconado	Reducir la mortalidad de fauna de gran tamaño. Reducir la migración de fauna en zonas cercanas no aptas

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

Tabla 2.2 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Tala y destronconado Descapote	• Pérdida de hábitat y el aumento de la fragmentación del hábitat	**Compensación 11.Reforestación y Apoyo a (FIAES)**	Restauración del hábitat, siembra de 20,782 árboles: • Plantación de 1,781 árboles en terrenos del proyecto • Plantación de 18,114 árboles fuera del sitio • El pago de $ 11,889.93 a FIAES para su uso en obras de mejoras y protección del medio ambiente en El Salvador	• Sitio del proyecto • Propiedades del municipio de Acajutla	EDP	$123,102.98	Al final de la construcción	El programa de siembra de árboles no resultará en la pérdida del número de árboles. Los trabajos de restauración que se realicen como parte del programa FIAES compensará la pérdida de hábitat en el lugar
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• Tala y destronconado • Actividades generales de construcción	• Perturbación de la línea costera y áreas de playa por pisoteo y almacenamiento de material, y paso de equipo pesado	**Prevención 12.Barrera en zona de playa**	Instalar vallas en la parte superior del acantilado y a lo largo de la calle de acceso temporal al muelle, para demarcar áreas fuera de límite y no perturbación	Corredor de tubería y sitio de acopio temporal para la construcción	EDP	$710.00	Antes del inicio de la tala y destronconado, y durante la duración de la construcción	Afectación al acantilado y la playa por la construcción del muelle temporal y la calle de acceso al mismo.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas peligrosas, y desechos comunes y/o peligrosos	• Almacenamiento y eliminación inadecuados de residuos de alimentos atrayente para la fauna	**Prevención 13.Prevención de interacción con fauna**	• Los desechos de alimentos se almacenarán en recipientes a prueba de vida silvestre que se vacían y limpian con regularidad Todos los desechos serán eliminados adecuadamente	Sitio del Proyecto, sitio de acopio temporal, terminal marítima, servidumbre de tubería, y muelle temporal	EDP	$2,400.00	Duración de las actividades de construcción	No hay atrayentes importantes para la fauna relacionados con el almacenamiento y la manipulación de los alimentos y sus desechos
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Hincado de Pilotes (mar adentro)	Ruidos bajo de agua por el hincado de pilotes puede: • Ser perjudicial para los buceadores de ostras (y buceadores recreativos) • Tener efectos letales y no letales en mamíferos marinos, tortugas y otra fauna marina	**Atenuación 14.Reducción de ruido durante pilotaje en mar**	Desarrollar un plan de gestión para el hincado de pilotes, compatible con el protocolo del Comité Conjunto de Conservación de la Naturaleza (JNCC) para minimizar el riesgo de lesión de los mamíferos marinos, y tortugas, por el ruido del hincado de pilotes, incluyendo consideraciones para: • Identificar y comunicar una zona de seguridad para pescadores y buzos • De ser factible, considerar el uso de técnicas de bajo ruido para perforar. • Búsqueda de buceadores, tortugas y mamíferos marinos en la zona de mitigación (500 m de radio de pilotes), antes de la perforación • Retrasar las actividades, si buzos, tortugas o mamíferos marinos se detectaron dentro de la zona de mitigación • Arranque suave del equipo de perforación y protocolo de reinicio después de los recesos • Mantenimiento de registros y presentación de informes	En un área de 500m afuera de las actividades de hincado de pilotes, muelle temporal, e instalaciones de la terminal marítima	EDP	$5,100.00	Plan antes del comienzo de perforaciones y su Implementación durante las actividades de perforación de pilotes	Mortalidad no significativa y una interrupción mínima a los mamíferos marinos u otras especies de fauna. Interrupción a los recolectores de ostras y posiblemente otros buceadores

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

000049

Tabla 2.2 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Hincado de Pilotes (mar adentro) Actividades Generales de Construcción (mar adentro)	• La iluminación artificial necesaria para la construcción puede afectar el comportamiento de la fauna marina, incluyendo tortugas	**Atenuación** **15.Plan de Iluminación de Terminal Marítima y Muelle Temporal**	Aplicar el Plan de Gestión de iluminación: • Reducir la iluminación en áreas no esenciales, en particular durante los períodos críticos de tiempo de ciclo de vida (por ejemplo, de anidación de tortugas) • Utilización de protectores para dirigir las luces a las áreas que requieran iluminación • Evitar luz directa en el agua • Montaje de luces bajas donde sea posible • Uso de luces de longitud de onda larga (ej., ámbar) que hacen la luz menos intensa para los animales nocturnos.	Terminal Marítima y muelle temporal	EDP	$1,000.00	Duración de las actividades de construcción mar adentro	Reducir la iluminación que puede perturbar el comportamiento fauna marina
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Dragado de sedimento marino	• El dragado incrementará la cantidad de sedimentos suspendidos en la columna de agua, así como la turbidez	**Prevención** **16. Medidas para Reducir la Turbidez y Biomonitoreo de Ostras**	Parar o reducir temporalmente las actividades de dragado si se detecta un exceso en los límites de turbidez durante el monitoreo. A la vez que realizar biomonitoreo de ostras.	Puntos M1 y M23, así como zona de ostras	EDP	$6,960.00	Establecer previo al comienzo de las actividades de dragado y mantener mientras duren las actividades de dragado, diariamente	Temporal y localizado con menor impacto a la flora y fauna acuática
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• Tala y destronconado • Terracería • Actividades generales de construcción	• Riesgo de seguridad al público por actividades generales de construcción, incluyendo el uso de maquinaria pesada • Las actividades de construcción pueden causar trastornos y molestias para los residentes locales o de negocios (quejas)	**Prevención** **17.Plan de Gestión Ambiental y Social**	Establecer un programa de enlace con la comunidad para ser atendido por dos oficiales de relaciones, cuyas responsabilidades incluyen: • Mantener la presencia de una oficina de enlace con la comunidad fuera de las instalaciones • Implementar un plan de comunicación que incluye reuniones, materiales, entrevistas, incluida la información/material educativo para el municipio, las escuelas y la comunidad. • Hacer sabedora a la comunidad, de la existencia del Mecanismo de Quejas. Registrar y solventar las quejas que sean presentadas por los actores.	Alrededor de las comunidades, escuelas, municipio	EDP	$84,150.00	Establecer antes del inicio de la construcción y mantenimiento durante la construcción	Conocimiento amplio del proyecto y los riesgos del público en general Bajo riesgo de ingreso no autorizada o riesgo de seguridad para público Responder a todas las denuncias válidas y las quejas registradas en la oficina
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades Generales de Construcción – mar adentro	• Riesgo de seguridad para el público (navegantes y pescadores) que operan en el entorno del muelle temporal, tubería, y barcos necesarios para la construcción de las instalaciones	**Prevención** **18.Seguridad en mar abierto**	Consulta con CEPA y la Autoridad Marítimo Portuaria (AMP), para desarrollar un plan de seguridad, incluyendo consideraciones para: • Formalizar los 300m de zona de exclusión alrededor del sitio del proyecto, con la AMP en acuerdo con CEPA. Esta zona de exclusión aplica para todos los buques incluidos el tráfico comercial del puerto. • Una zona de seguridad adicional con un mínimo de 500m de radio, aplicable para los buques que no sean de CEPA o de la terminal marítima de CEPA. • Marcado el límite del perímetro de seguridad. • Patrullas de seguridad/Refuerzo • La comunicación con/y educación de los pescadores locales y otros navegantes activos en la zona	Sitio del proyecto en el mar adentro	EDP	$5,500.00	Antes del inicio de la construcción y durante las actividades de construcción mar adentro	Bajo riesgo de incidentes significativos de seguridad hacia los navegantes y pescadores

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

Tabla 2.2 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Trafico relacionado a la construcción	El tráfico del proyecto en caminos públicos puede: • Crear riesgo para la seguridad pública (colisiones y accidentes) • Causar congestionamientos de tráfico	**Prevención** **19.Plan de Tráfico**	Plan de Gestión de Tráfico incluye: • El uso del transporte colectivo para los trabajadores (autobuses) para reducir los movimientos de vehículos • Especificación de rutas de acarreo designadas • No vehículos pesados en las carreteras locales • Los conductores recibirán capacitación sobre el Plan de Gestión de Tráfico. • Publicidad en cuanto a cierres o bloqueos a las horas de tráfico de poca actividad • señalización apropiada de controladores de tráfico • Consulta con el municipio, las comunidades locales, y las escuelas locales sobre el plan de tráfico y los peligros del tráfico	Sitio del Proyecto, rutas de transporte y acopio	EDP	$1,820.00	Duración de la Construcción	No hay un aumento significativo en el riesgo para la seguridad pública de tráfico relacionados con el proyecto Menor congestión periódica de la carretera principal de acceso al sitio
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Gestión de la fuerza laboral de la construcción	• La afluencia de personas que buscan empleo y la creciente demanda de servicios sociales y la posible interrupción de la paz y la seguridad de la comunidad • Seguridad y peligro para la seguridad, por el conjunto de personas que buscan empleo en las instalaciones	**Prevención/ atenuación** **20.Empleo de Trabajadores locales**	• Contratar a un oficial de contrataciones local, para apoyar a EDP y a los contratistas con la identificación de trabajadores locales calificados y no calificados • Ampliar la oficina fuera de las instalaciones en Acajutla para su uso por parte de EDP y contratistas como centro de contratación local • Publicar que las contrataciones se enfocarán en personal local y que no se harán contrataciones en las puertas de las instalaciones	• La entrada del sitio • Zona comercial Acajutla • Oficina del Proyecto	EDP	$25,500.00	Antes y durante la construcción	Beneficio neto esperado de la economía local a través de la contratación y uso de proveedores de servicios locales. Se espera alguna afluencia de solicitantes de empleo, pero con cambios mínimos a la base local de la población, la demanda de servicios locales, paz y seguridad
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción	• Problemas de seguridad, por el desarrollo de puestos de comida y comerciantes informales, cerca de la entrada a las instalaciones	**Prevención** **21.Prevención de tiendas informales alrededor del sitio**	Además de proporcionar instalaciones/opciones de comedor in situ, proporcionar: • Comunicación a los trabajadores para desalentar las compras en tiendas informales • Señales prohibiendo tiendas informales en la valla exterior de la propiedad • Coordinar con el municipio para remover tiendas informales	Entrada al sitio	EDP	$ 700.00	Duración de la construcción	Reducir el incentivo para que los comerciantes informales se ubiquen cerca de la entrada a las instalaciones
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• Tala y destronconado • Terracería • Hincado de pilotes • Actividades Generales de Construcción - en tierra • Prueba hidrostática	• Las actividades de construcción pueden suponer peligro para la seguridad de los trabajadores de CEPA y el público en el uso de campos deportivos de CEPA	**Prevención / atenuación** **22.Barrera de seguridad de tubería**	Proporcionar una barrera de seguridad para garantizar la seguridad del público.	• Sitio de acopio temporal • Ruta de Tubería	EDP	$8,822.00	Durante las actividades de construcción y pruebas en corredor de la tubería	Prevención del acceso de trabajadores de CEPA y público, a las áreas de construcción activas

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.

000051

Tabla 2.2 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• Actividad general de la construcción mar adentro • Presencia física del muelle temporal y terminal marítima	Las actividades de construcción y, finalmente, la presencia del muelle temporal, y la terminal marítima, producirán: • Restringir las zonas de pesca de los pescadores "ostreros" y "tuberos", • Obligar a los pescadores que salen del muelle artesanal, a viajar a distancias más largas cuando viajen hacia/desde el sur	**Compensación 23.Compensación a Pescadores**	Para compensar a los miembros de las cooperativas de pescadores, afectados por distancias de viaje más largas: • Instalación de un nuevo winche en el muelle artesanal • Instalación de 15 "Dispositivos Agregadores de Peces" (FAD) Para compensar a los pescadores "Ostreros" • Instalación de arrecifes artificiales Para compensar 57 pescadores conocidos como "tuberos" y "Ostreros", permitir elegir entre: • Participar en la construcción de un barco de remo, completando con entrenamiento en seguridad (manejo del producto, y recepción de equipo básico de pesca; o, • Recibir capacitación en una línea alternativa de trabajo con el objetivo de salir del rubro de la pesca.	• FAD- Noroeste de Muelle Artesanal • Arrecifes Artificiales- Norte del Muelle Artesanal • Winche- Muelle Artesanal • Equipo y Capacitaciones- A definir (Muelle Artesanal)	EDP	$55,650.90	Instalación completa de FAD, Arrecifes y winche, e iniciar la capacitación de ostreros y tuberos, antes del inicio de la construcción	El costo y el tiempo de navegación más larga para los cooperativistas serán compensados por las mejoras en el winche del muelle artesanal, y la instalación de los FAD´s. Los medios de vida de los ostreros locales, se verá mejorada por el desarrollo del arrecife artificial. Los medios de vida de los tuberos locales, se verán compensados por equipo/entrenamiento Mejorar la seguridad de los pescadores
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operaciones Gestión de Aguas Residuales	• Generación de aguas residuales	**Preventivo 24.Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales**	Instalación de la planta para el tratamiento de aguas residuales en la Central Térmica y la Terminal Marítima (FSRU/FSU)	Central Térmica: Al sur-oeste de la propiedad (Ver figura de localización de las medidas ambientales) Terminal Marítima: FSU y FSRU	EDP	$126,262.00	Instalación durante la fase de construcción	Toda agua de proceso y aguas residuales tratadas deben cumplir con las normas aplicables
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de operaciones Incremento de escorrentía superficial	• Generación de drenaje de aguas superficiales potencialmente contaminadas por aceites y grasas	**Preventivo 25.Separador agua-aceite**	Instalación de un sistema de tratamiento de aguas con residuos de aceite, para tratar agua potencialmente contaminada del drenaje superficial	Oeste de la propiedad (Ver figura de localización de las medidas ambientales)	EDP	$16,480.00	Instalación durante la fase de construcción	Toda el agua tratada debe cumplir con las normas aplicables
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Presencia física de las instalaciones	• Inundaciones fuera de las instalaciones como consecuencia de un aumento de caudal de los eventos de escorrentía de agua superficial	**Prevención 26.Tanque sedimentador / amortiguador para lluvia**	Construcción de dos estanques de sedimentación, una para la subestación y otra para el resto de la propiedad. El sistema final de gestión de aguas pluviales considerará técnicas "Desarrollo de de Bajo Impacto" (LID Low Impact Development) como: • Reducción de áreas impermeables; pavimentación permeable; cunetas y bioretencion; y con vegetación de paisajismo. • Abordar el resto del flujo de agua superficial del sistema de gestión de aguas pluviales permanentes.	Los estanques de sedimentación se localizarán al Sur del Sitio del Proyecto	EDP	$15,000.00	Antes de iniciar operaciones	No se esperaba tener un cambio significativo en el potencial de inundaciones aguas abajo del sitio, por un aumento del caudal máximo.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operación - actividades generales de funcionamiento	• Fase de Operaciones Equipos para combatir incendios	**Preventivo 27.Sistema de Protección contra incendios**	• Instalación del equipo de extinción de incendios: extintores, hidrantes, mangueras, válvulas, unidades móvil espuma, etc. • Proveer entrenamiento en extinción de incendios y simulacros	Instalaciones generales incluyendo Central Térmica y Terminal Marina	EDP	$119,295.00	Instalación y capacitación para ser completado antes del comienzo de las operaciones	Buenas prácticas internacionales de la industria de la preparación para la lucha contra incendios
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operación - actividades generales de funcionamiento	• Liberación accidental o fugas de gas natural	**Preventivo 28.Sistema de Detección de Fugas**	Equipos de detección de fugas en la Central Térmica (fijo), tuberías y Puerto de CEPA, así como medidores de gas portátiles para detectar fugas en las inspecciones visuales de las instalaciones	Tubería de GN, FSU, FSRU	EDP	$16,000.00	Compra de medidores antes de iniciar las operaciones	Inspecciones periódicas ayudarán a identificar fugas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operación - Operación del pozo	• Consumo de agua subterránea	**Preventivo 29.Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo**	Instalación de equipo de control de flujo, y medición de niveles y parámetros en pozos de monitoreo.	Pozos	EDP	$3,100.00	Instalación antes de comenzar las operaciones	La extracción del agua no debe sobrepasar el límite establecido en el permiso

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

Tabla 2.2 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción- mar adentro	• Riesgo al público y a los trabajadores	**Preventivo 30.Minimización de Vectores de Enfermedades**	Minimizar/remover áreas con estancamientos de agua, y proveer entrenamiento a los empleados para minimizar los sitios de vectores	Central Térmica y Sitio de Acopio Temporal	EDP	$2,400.00	Durante las actividades de construcción	Eliminación de hábitats de reproducción de mosquitos
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción- mar adentro	• Remoción y perturbación del hábitat marino	**Preventivo 31.Minimizar la afectación al hábitat marino**	En donde sea posible, operar equipo en tierra o en el mar (desde una barcaza o el muelle temporal), en una manera que minimice perturbaciones potenciales a la línea costera y al lecho marino; • Evitar encallar las barcazas usadas durante los trabajos de construcción • Un Monitor Ambiental Calificado, observará los trabajos, para determinar la necesidad de mitigación y confirmar que las medidas aplicadas están funcionando como esperado. • Inspección de especies en peligro en la ubicación del muelle temporal, previo a la construcción para evitar áreas con hábitats marinos importantes.	Sitios de construccion mar adentro	EDP	$1,000.00	Durante las actividades de construcción	Perturbación minimizada a los hábitats marinos
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Entrega de GNL Almacenamiento, manejo y regasificación de GNL	• Riesgo al público y a las actividades industriales cercanas por un evento catastrófico (derrames mayores de GNL/GN, grandes incendios, explosión)	**Preventivo 32.Evaluación detallada de riesgos y plan de contingencia**	Realizar una evaluación detallada del riesgo como parte del trabajo de diseño detallado final. • Desarrollo de un Plan de Manejo de Riesgo de Grandes Amenazas y Plan de Contingencia. • Entrenamiento y simulacros	FSRU/FSU	EDP	$100,000.00	Previo al inicio de operaciones	Riesgos a la seguridad pública dentro de las normas salvadoreñas y Buenas Prácticas Internacionales para la Industria
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Dragado de lecho marino para instalación de terminal marítima	• Generación de sedimentos en el agua y acumulación de sedimentos en el lecho marino	**Preventivo 33.Medidas para sitio de disposición de material de dragado**	Reducir la velocidad de la draga y medición de turbidez en el agua	Sitio de disposición final de material de dradago	EDP	$6,900.00	Durante dragado	Minimizar la perturbación del lecho marino
						TOTAL	**$941,764.88**		

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

000053

Tabla 2.3 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Atenuación** **1. Reducción de Emisiones de Gases**	registro de mantenimiento	Oficina de construcción del proyecto	Mensual	Revisión del registro	EDP	Verificar que el mantenimiento se realiza de acuerdo con el plan	Mejorar el mantenimiento según el programa	Página 10-4
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención** **2. Plan de Manejo de Polvo**	Exceso emisiones de polvo	Todas las áreas de construcción activas donde hay terreno descubierto	Diario /semanal	comprobación visual semanal de las emisiones excesivas de polvo por monitoreo ambiental del sitio Inspección semanal de las medidas de mitigación del polvo	EDP	Confirmar que los controles del polvo son eficaces para evitar la migración significativa fuera del sitio de polvo por vía aérea o vehículos	Si la migración excesiva de polvo se lleva a cabo se debe detener la actividad que la causa y aplicar las medidas de control adecuadas en el lugar, o hasta que las condiciones meteorológicas cambien (como por ejemplo la lluvia o reducción de viento)	Página 10-5
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Atenuación** **3. Manejo de ruido durante construcción**	Ruido molesto	Áreas residenciales cercanas	No aplica	quejas de las partes interesadas	EDP	Todas las quejas de ruido se deben investigar para identificar la causa raíz	Introducir medidas de control para hacer frente a las quejas por molestias válidas por ruido y dar seguimiento de comunicación con el denunciante	Página 10-7
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Atenuación** **4. Manejo de suelo y agua lluvia en construcción**	Condiciones físicas del suelo	Áreas sujetas a movimientos de tierra y excavaciones	Semanal	Inspección semanal de suelos expuestos y canales de drenaje para el exceso de erosión y sedimentación	EDP	Confirmar que los controles de sedimentos son eficaces para evitar la erosión significativa / sedimentación	Si hay erosión excesiva introducir medidas adicionales de estabilización para control	Página 10-8
		Inundación	Sitios de descarga de agua lluvia y canaleta de CEPA en punto de descarga	Semanal durante la temporada de lluvias - mensualmente durante la estación seca	Inspección visual del sistema de gestión de las aguas pluviales para comprobar la capacidad e integridad, y cualquier evidencia o riesgo de inundaciones y erosión	EDP	Verificar que no hay erosión, señales de inundaciones, daños en canaleta	Tomar acciones correctivas mejorando la infraestructura de canalización o estanque de retención	Página 10-8
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**5. Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos**	Manejo adecuado: almacenamiento en zona vallada, MSDS disponibles, instalación contención secundaria.	Sitio para el almacenamiento de materiales peligrosos	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Todos los materiales peligrosos deben ser de almacenamiento según sus características	Correcto almacenaje de materiales y refuerzo de capacitación al responsable del área	Página 10-11
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención** **6. Tratamiento de agua residual domestica**	Presencia y uso de sanitarios portátiles	En frentes de trabajo	Mensual	Inspección visual, registro de renta, registro de limpieza	EDP	Comparar número de sanitarios con registro de trabajadores, debe haber uno cada 25 trabajadores. Los sanitarios deben estar en buen estado y ser limpiados periódicamente	Contratar más sanitarios portátiles y solicitar su limpieza y mantenimiento	Página 10-15
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención** **7. Materiales peligrosos en construcción de Terminal Marítima y muelle temporal**	Registros de capacitaciones y accidentes, equipos de derrames y aceite biodegradable	En plantel de construcción	Semestral	Entrevistas a personal, registro de compra y fotográfico	Titular	Prevenir daño a las personal, infraestructura y medio ambiente	Actualización de los temas de las capacitaciones y compra de equipo que haga falta	Página 10-17

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

Tabla 2.3 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 8. Cierre de perforaciones en suelo**	Presencia de agujeros abiertos en la propiedad	Sitio de construcción de tanques y casa de máquinas	Fin construcción de fundaciones	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Verifique que todos los agujeros abiertos en el suelo están cerrados	Cerrar los orificios abiertos en el suelo	Página 10-18
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 9. Descarga de agua de pruebas**	Toma de muestras de agua de agua de ensayo	Antes de punto de descarga	Antes descarga, al final de la construcción	Muestreo con Equipamiento del lugar: sedimentos suspendidos, aceite y grasa	EDP	Verifique que los parámetros son según la normativa	Tratar el agua antes de su vertido	Página 10-19
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Atenuación 10. Reubicación de fauna**	Presencia de fauna en el sitio	Propiedad del proyecto, las áreas de extendido, y corredor de tubería	Una vez, antes de iniciar el desalojo de la propiedad	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Verificar que no hay fauna establecida presente en el sitio	Aplicar el programa de reubicación	Página 10-19
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Compensación 11. Reforestación y Apoyo a (FIAES)**	Número de especies plantadas, registro de pagos al FONAES	Áreas verdes del terreno	Semanal	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Verificar el establecimiento de la plantación	Cuido y mantenimiento o replantación de especies dañadas	Página 10-21
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 12. Barrera en zona de playa**	Presencia de cerco	Zona costera en el terreno para la tubería	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	La valla debe ser instalada	Instalar la valla, si no se ha instalado correctamente o está dañada	Página 10-29
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 13. Prevención de interacción con fauna**	Depósitos para desechos sólidos	Frente de trabajo dentro de las instalaciones	Semanal	Inspección visual	EDP	Verificar la instalación de depósitos y su uso adecuado	Asegurar desalojo y disposición final adecuada	Página 10-30
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Atenuación 14. Reducción de ruido durante pilotaje en mar**	Registro de observaciones	Área de ruido de pilotaje de 500m alrededor del embarcadero y zona de seguridad en Puerto CEPA (fig. 10.18)	Semanal durante las actividades de pilotaje	Registros diarios de las observaciones incluidas las especies, la ubicación, el tiempo, el estado de las operaciones de pilotes	EDP	Aplicar las medidas de gestión que se aplican cuando los mamíferos marinos están presentes	Reforzar la vigilancia y medidas propuestas	Página 10-32
		Hincado de pilotes	Lecho marino rocoso.	Mensualmente durante construcción	Inspección visual y registro fotográfico	EDP	Se debe encontrar despejada de fauna la zona de trabajo	Realizar el retiro de fauna previo a las actividades que no se haya retirado.	Página 10-32
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Atenuación 15. Plan de Iluminación de Terminal Marítima y Muelle Temporal**	Iluminación en el embarcadero	Embarcadero	Mensualmente durante construcción	Inspección visual y registro fotográfico	EDP	La iluminación no debe ser dirigido al agua de mar	Corregir la dirección de la iluminación	Página 10-35
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 16. Medidas para Reducir la Turbidez y Biomonitoreo de Ostras**	Turbiedad en el agua y metales en ostras	Zona del embarcadero de construcción fuera de las cortinas y bancos de ostras	La turbidez Semanal Y el biomonitoreo en ostras cada dos meses	material de obra y análisis en laboratorio	EDP	La turbidez debe cumplir con 75NTU promedio 30 días y 100NTU promedio 7 días; Metales en ostras no deben estar por encima de la línea de base (primera medición antes de obras)	Mejorar las medidas para control de sedimentación	Página 10-36
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 17. Plan de Gestión Ambiental y Social**	Corroborar la información de la población sobre el proyecto y conflictos que se presenten	Registro de reuniones y quejas	Mensual	Revisar quejas y su resolución	EDP	Verificar que se ha dado información del proyecto y resolución de conflictos	Mejorar los medios de información a la población y la atención de quejas	Página 10-38

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal Energía del **Pacífico Ltda. DE C.V.**

000055

Tabla 2.3 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 18. Seguridad en mar abierto**	Incidentes y accidentes	Alrededor de la construcción del embarcadero	Mensual	Revise la estadística de accidentes y la causa de ellos	EDP	Revisar la causa de accidentes	Instalar medidas para prevenir accidentes y mejorar la coordinación	Página 10-40
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 19. Plan de Tráfico**	Quejas de la población	Oficina de comunicaciones	Mensual	Revise si hay alguna queja de la comunidad o accidentes relacionados con el tráfico	EDP	Revisar la causa de la queja o accidente	Mejorar la capacitación a al personal a cargo del transporte de materiales o equipos	Página 10-41
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención/ atenuación 20. Empleo de Trabajadores locales**	Número de personas de la comunidad contratado para el proyecto	Oficina de comunicaciones	Mensual	Revisión de Estadísticas de las personas contratadas para el proyecto	EDP	Compare la actual contratación con el objetivo del 100% de trabajadores no cualificados del área local	Mejorar el mecanismo para la contratación de personal para incorporar a más personas de Acajutla	Página 10-42
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 21. Prevención de tiendas informales alrededor del sitio**	Tiendas informales alrededor del sitio del proyecto	En el perímetro de la zona del proyecto	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	No deben instalarse tiendas	Mejorar las medidas con los trabajadores	Página 10-43
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención / atenuación 22. Barrera de seguridad de tubería**	Presencia de barrera	Costa en el pasillo para la tubería	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	La barrera debe ser instalada	Instalar la barrera, si no se instala correctamente o faltan piezas	Página 10-44
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Compensación 23. Compensación a Pescadores**	Instalación de winche, en el muelle artesanal, arrecifes artificiales y FDAs	Muelle artesanal	6 meses y 1 año después de la finalización de la instalación	La inspección del sitio y registro fotográfico Entrevista para verificar la eficacia de la FAD	EDP	El cabrestante debe ser instalado. Se deben instalar los FAD y Arrecifes	Instale el equipo..	Página 10-44
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Preventivo 24. Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales**	Programa de compensación para pescadores independientes	NA	Antes de comenzar el programa para establecer la línea de base, luego 6 meses, 1 año y 2 años después de la finalización del programa de compensación	Entrevistar a cada pescador independiente sobre el estado de su medio de vida	EDP	Comparar sustento a los valores de línea base	Proporcionar asistencia correctiva para todos los pescadores cuyo sustento se empeore como resultado del proyecto	Página 10-46
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre		Análisis de la calidad del agua: DBO5, DQO, pH, Aceites y Grasas Sólidos Sedimentables Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes totales (CT)	Punto de salida de efluente de planta de tratamiento	Trimestral (4 veces por año)	Las muestras individuales sometidas a análisis analíticos de laboratorio siguiendo los estándares NSO aplicables.	EDP	NSO 13.49.01:09, DBO5 60 mg/L, DQO 60 mg/L, pH, grasa y aceites 20 mg/L, sólidos sedimentables 1 mg/L, sólidos suspendidos totales 60 mg/L, Temperatura 20-35 ºC, cloruros (reportar, no hay norma), caudal (punto "a" o "b")	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada al proyecto deben tomarse medidas correctivas para evitar una mayor contaminación	Página 10-4
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Preventivo 25. Separador agua-aceite**	Muestreo de la calidad del agua: el aceite y grasa e hidrocarburos	Antes de descarga en canaleta de CEPA	Trimestral (4 veces al año)	muestras individuales para su análisis analítico de laboratorio	EDP	Comparación los criterios de calidad del agua de superficie aplicable: Grasa y Aceites 20 mg/L, no debe haber presencia de hidrocarburos	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada al proyecto deben tomarse medidas correctivas para evitar una mayor contaminación	Página 10-52

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

Tabla 2.3 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Prevención 26. Tanque sedimentador / amortiguador para lluvia**	Inundación	Características Gestión manejo de agua superficial	Semanal durante la temporada de lluvias - mensualmente durante la estación seca	La inspección visual del sistema de gestión de las aguas pluviales para comprobar la capacidad e integridad, y cualquier evidencia o riesgo de inundaciones y erosión	EDP	Comparación con las especificaciones de diseño del sistema	Si las inspecciones indican un riesgo de inundación o erosión tomar acciones correctivas	Página 10-55
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Preventivo 27. Sistema de Protección contra incendios**	Instalación de todos los equipos y prueba de funcionamiento	Patios de tanques, rack de carga y planta envasadora	Semestral	Informe de operaciones de los equipos	EDP	Los equipos deben de operar de acuerdo a las especificaciones de los mismos	Reemplazo de equipos defectuosos	Página 10-57
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Preventivo 28. Sistema de Detección de Fugas**	Instalación de todos los equipos y prueba de funcionamiento	Patios de tanques, rack de carga y planta envasadora	Semestral	Informe de operaciones de los equipos	EDP	Los equipos deben de operar de acuerdo a las especificaciones de los mismos	Reemplazo de equipos defectuosos	Página 10-58
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Preventivo 29. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo**	Caudal de extracción, niveles piezométricos y parámetros que indiquen intrusión salina	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas situadas hacia arriba y abajo del gradiente del pozo y pozo de proyecto	Trimestral (4 veces al año)	muestras individuales presentados para su análisis analítico de laboratorio	EDP	Comparación a las condiciones de línea de base	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada al proyecto deben tomarse medidas correctivas para evitar una mayor contaminación e investigar las medidas correctivas necesarias	Página 10-59
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Preventivo 30. Minimización de Vectores de Enfermedades**	Presencia de larvas de mosquito	• Áreas de deposición • Áreas de agua estancada (por ejemplo, un estanque de aguas pluviales) sitio en general	2 veces por semana (puede ser reducida en la estación seca)	Inspección visual	EDP	Presencia del hábitat de reproducción, la presencia de larvas en el agua	Eliminar el hábitat de reproducción siempre que sea posible. De lo contrario, si las larvas persisten tratar con larvicida	Página 10-64
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Preventivo 31. Minimizar la afectación al hábitat marino**	Establecimiento del plan	• Terminal Marítima y Muelle Temporal	Durante construcción en el mar	Inspección	EDP	Verificar afectación de hábitat marino	Establecer procedimientos o mejoras a los mismos o reforzar procedimientos establecidos que se apliquen correctamente	Página 10-64
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Preventivo 32. Evaluación detallada de riesgo y plan de contingencia**	Establecimiento del plan	• Central Térmica y Terminal Marítima	1 vez previo al inicio de fase de operaciones.	Verificar que el plan esté establecido, coordinación con autoridades y entrenamiento a empleados	EDP	Es plan deberá contener todos los aspectos establecidos en el capítulo 9	Completar o justificar lo que haga falta	Página 10-67
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	**Preventivo 33. Medidas para sitio de disposición de material de dragado**	Turbidez	• Sitio de disposición de material de dragado, puntos de muestreo inicial	Diario durante los 18 días de dragado	Mediante equipo turbidimetro en el sitio	EDP	La turbidez debe cumplir con 75NTU promedio 30 días y 100NTU promedio 7 días	Reducir velocidad de descarga hasta lograr el parámetro establecido	Página 10-68

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.

000057

Tabla 2.4 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida ambiental	2017 J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MESES/ COSTO AÑO 1	2018 J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MESES/ COSTO AÑO 2	2019 J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	2020 J	F	M	A	MESES/ COSTO AÑO 3 (2019+2020)	Monto Calculado de la Medida Ambiental
Construcción	Atenuación 1. Reducción de Emisiones de Gases					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 444.44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 666.67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 888.89	$ 2,000.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Prevención 2. Plan de Manejo de Polvo											1	1	2 $ 6,001.33	1	1	1	1							1	1	6 $ 18,004.00	1	1	1	1							1	1	1	1	1	1	10 $ 30,006.67	$ 54,012.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Atenuación 3. Manejo de ruido durante construcción					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 222.22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 333.33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 444.44	$ 1,000.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Atenuación 4. Manejo de suelo y agua lluvia en construcción					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 25,266.67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 37,900.00	1	1	1	1													4 $ 12,633.33	$ 75,800.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Prevención 5. Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 2,711.11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 4,066.67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 5,422.22	$ 12,200.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Prevención 6. Tratamiento de agua residual domestica					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 10,484.44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 15,726.67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 20,968.89	$ 47,180.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Prevención 7. Materiales peligrosos en construcción de Terminal Marítima y muelle temporal					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 3,177.93	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 4,766.90	1	1	1	1	1	1	1	1	1								9 $ 3,575.17	$ 11,520.00
Construcción, Cierre	Prevención 8. Cierre de perforaciones en suelo													0 $ -										1	1	1	3 $ 1,000.00																0 $ -	$ 1,000.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Prevención 9. Descarga de agua de pruebas													0 $ -													0 $ -															1	1	1	3 $ 3,000.00	$ 3,000.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Atenuación 10. Reubicación de fauna				1	1	1							3 $ 3,100.00				1	1	1							3 $ 3,100.00																		0 $ -	$ 6,200.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Compensación 11. Reforestación y Apoyo a (FIAES)				1	1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 27,356.22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 41,034.33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 54,712.44	$ 123,102.98
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Prevención 12. Barrera en zona de playa				1	1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 195.86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 293.79	1	1	1	1	1	1	1	1									9 $ 220.34	$ 710.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Prevención 13. Prevención de interacción con fauna				1	1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 533.33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 800.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 1,066.67	$ 2,400.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Atenuación 14. Reducción de ruido durante pilotaje en mar				1	1	1	1	1	1				6 $ 5,100.00													0 $ -																		0 $ -	$ 5,100.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Atenuación 15. Plan de Iluminación de Terminal Marítima y Muelle Temporal				1	1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 275.86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 413.79	1	1	1	1	1	1	1	1	1								9 $ 310.34	$ 1,000.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	Prevención 16. Medidas para Reducir la Turbidez y Biomonitoreo de Ostras								1	1				2 $ 6,960.00													0 $ -																		0 $ -	$ 6,960.00

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.

Tabla 2.4 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida ambiental	2017 J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MESES/ COSTO AÑO 1	2018 J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MESES/ COSTO AÑO 2	2019 J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	2020 J	F	M	A	MESES/ COSTO AÑO 3 (2019+2020)	Monto Calculado de la Medida Ambiental
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Prevención** **17. Plan de Gestión Ambiental y Social**				1	1	1	1	1	1	1	1	1	9 $ 20,468.92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 27,291.89	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 36,389.19	$ 84,150.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Prevención** **18. Seguridad en mar abierto**					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 1,517.24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 2,275.86	1	1	1	1	1	1	1	1	1								9 $ 1,706.90	$ 5,500.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Prevención** **19. Plan de Tráfico**					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 404.44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 606.67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 808.89	$ 1,820.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Prevención/ atenuación** **20. Empleo de Trabajadores locales**					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 5,666.67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 8,500.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 11,333.33	$ 25,500.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Prevención** **21. Prevención de tiendas informales alrededor del sitio**					1	1	1	1	1	1	1	1	8 $ 155.56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 233.33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 311.11	$ 700.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Prevención / atenuación** **22. Barrera de seguridad de tubería**													0 $ -	1	1	1	1	1	1								6 $ 8,822.00																	0 $ -	$ 8,822.00
Preparación de sitio	**Compensación** **23. Compensación a Pescadores**		1	1	1	1	1	1						6 $ 55,650.90													0 $ -																	0 $ -	$ 55,650.90
Construcción, Cierre	**Preventivo** **24. Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales**													0 $ -													0 $ -								1	1	1						3 $ 126,262.00	$ 126,262.00
Construcción, Cierre	**Preventivo** **25. Separador agua-aceite**													0 $ -													0 $ -							1	1	1								3 $ 16,480.00	$ 16,480.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Prevención** **26. Tanque sedimentador / amortiguador para lluvia**				1	1	1							3 $ 15,000.00													0 $ -																	0 $ -	$ 15,000.00
Construcción, Cierre	**Preventivo** **27. Sistema de Protección contra incendios**													0 $ -													0 $ -											1	1	1	1	1	1	6 $ 119,295.00	$ 119,295.00
Construcción, Cierre	**Preventivo** **28. Sistema de Detección de Fugas**													0 $ -													0 $ -													1	1	1		3 $ 16,000.00	$ 16,000.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Preventivo** **29. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo**				1	1	1							0 $ 3,100.00													0 $ -																	3 $ -	$ 3,100.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Preventivo** **30. Minimización de Vectores de Enfermedades**				1	1	1	1	1	1	1	1		8 $ 533.33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 800.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16 $ 1,066.67	$ 2,400.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Preventivo** **31. Minimizar la afectación al hábitat marino**				1	1	1	1	1	1	1	1		8 $ 275.86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12 $ 413.79	1	1	1	1	1	1	1	1	1								9 $ 310.34	$ 1,000.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Preventivo** **32. Evaluación detallada de riesgos y plan de contingencia**							1	1	1	1			0 $ 50,000.00 -	1	1	1	1									12 $ 50,000.00																	0 $ -	$ 100,000.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	**Preventivo** **33. Medidas para sitio de disposición de material de dragado**								1	1				2 $ 6,900.00													0 $ -																	0 $ -	$ 6,900.00
TOTAL POR AÑO Y TOTAL PMA														**$ 251,502.35**													**$ 227,049.69**																	**$ 463,212.84**	**$ 941,764.88**

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.

000059

Tabla 2.5 – Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida Ambiental	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Operaciones	Quema de NG para producir energía en los motores	Emisiones a la atmósfera	**Prevención** **1. Monitoreo de Emisiones**	Realizar mediciones de emisiones cada año durante los tres primeros años, instalar un PEM (monitoreo de predicción de emisiones) y medir calidad aire ambiente para dióxido de nitrógeno (NO2), por 20 días continuos	Chimeneas de 4 motores seleccionadas al azar y Oficina de comunicaciones (aire ambiente)	EDP	$33,000.00	Anual	Emisiones e inmisiones por debajo de los estándares de referencia
Operaciones	Quema de NG para producir energía en los motores	Ruido	**Prevención** **2. Monitoreo de Ruido**	Medir los niveles de ruido Realizar durante tres años, anualmente. O más si se realizasen mayores cambios en los equipos / operaciones que pudiesen producir incremento de ruido.	El ruido debe ser monitoreado en puntos de línea base y en el límite de propiedad de la planta.	EDP	$3,000.00	Anual	El ruido en las zonas residenciales deberá ser menor a 55 dB(A) durante el día y no mayor de 3 dB(A) del ruido medido en la línea base, en la noche: L1 50 dB(A), L2 54 dB(A), L3 56 dB(A) y L4 45 dB(A). 70 dB(A) en lindero de propiedad.
Operaciones	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas, residuos y desechos peligrosos	Vertido accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: • La contaminación del medio ambiente (suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, el agua marina) • La exposición de los trabajadores a materiales tóxicas o irritantes • Posible contaminación de la cadena alimenticia humana (por la contaminación del agua marina)	**Prevención** **3. Equipo de Protección personal y de derrames**	Utilizar las Mejores Prácticas de la Industria Internacional para la manipulación, almacenamiento, uso de materiales peligrosos, incluyendo: • Sobrellenado y protección contra derrame • Etiquetado y control de inventario • El uso de contención secundaria • Materiales incompatibles almacenados en lugares separados • Material de respuesta contra derrame y limpieza de fácil acceso (en tierra y zona marina) • Equipo de protección personal disponible	Toda la planta y terminal	EDP	$9,860.00	Duración de la operaciones	Bajo riesgo de contaminación significativa del medio ambiente como resultado de las operaciones Bajo riesgo de exposición significativa de los trabajadores o de la cadena alimentaria humana a materiales peligrosos
Operaciones	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas, residuos y desechos peligrosos	Vertido accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: • La contaminación del medio ambiente, (suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, el agua marina) La exposición de los • trabajadores a sustancias tóxicas o irritantes La posible contaminación de la cadena alimenticia humana (de la contaminación del agua marina)	**Prevención** **4. Entrenamiento en medioambiente, higiene y seguridad**	Brindar capacitación en medio ambiente, higiene y seguridad para los trabajadores adecuados a su función y posición Proporcionar formación avanzada para los trabajadores encargados de la gestión de materiales peligrosos	Sitio del proyecto	EDP	$3,000.00	Durante operaciones	Todos los trabajadores recibirán una formación adecuada para el manejo y gestión de materiales peligrosos

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.

Tabla 2.5 – Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida Ambiental	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Operaciones	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas y desechos peligrosos	Vertido accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: • La contaminación del medio ambiente, (suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, el agua marina) • La exposición de los trabajadores a sustancias tóxicas o irritantes La posible contaminación de la cadena alimenticia humana (de la contaminación del agua marina)	**Prevención** **5. Planes y procedimientos medioambiente, higiene y seguridad**	Utilizar las Mejores Prácticas de la Industria Internacional para la manipulación, almacenamiento, uso de materiales peligrosos, incluyendo: • Equipo de protección personal disponible • Evitar sobrellenado y protección de derrame • Señalización, etiquetado y control de inventario • Uso de la contención secundaria • Materiales incompatibles almacenados en lugares separados • Material de respuesta y limpieza de derrames disponibles • Extintores disponibles	Zonas de almacenamiento de Materiales Peligrosos	EDP	$13,140.00	Durante operaciones	Bajo riesgo de contaminación significativa de los medios de comunicación del medio ambiente como resultado de las operaciones Bajo riesgo de exposición significativa de los trabajadores o de la cadena alimenticia humana por materiales peligrosos
Operaciones	• Entrega de GNL • Movimientos del FSU • Presencia física de las instalaciones • Actividades Operaciones Generales	• seguridad potencial para los pescadores artesanales y el público navegante en general • La relación general con público y los interesados	**Prevención** **6. Relación con la comunidad**	• Continuar Programa de Enlace con la Comunidad iniciado durante la construcción, incluyendo: • folletos de seguridad para pescadores y navegantes y para las escuelas • reuniones de seguridad • Respuesta a las quejas presentadas por los interesados	No aplica	EDP	$33,750.00	Divulgación de seguridad completa antes de las operaciones. Enlace y asistencia con el programa según sea necesario durante las operaciones	El conocimiento generalizado de los riesgos de seguridad marítima, seguridad de la navegación y el comportamiento de la navegación, y el peligro de la entrada no autorizada. Todas las quejas deben ser legítimamente dirigidas
Operaciones	Operaciones Generales	La iluminación artificial en el embarcadero y cerca de la costa puede afectar el comportamiento de la fauna marina, incluyendo tortugas	**Atenuación** **7. Plan de Iluminación del muelle**	Aplicar el Plan de Gestión de iluminación: • Reducir la iluminación en áreas no esenciales, en particular durante los períodos críticos de tiempo de ciclo de vida (por ejemplo, de anidación de tortugas) • Utilizar protectores para dirigir las luces a las áreas que requieran iluminación • La luz directa lejos del agua	Áreas de operación sobre el mar	EDP	$1,000.00	Durante operaciones	Eliminar iluminación innecesaria
Operaciones	Desalojo	La pérdida de hábitat y el aumento de la fragmentación del hábitat	**Compensación** **8. Mantenimiento a reforestación y Apoyo a FIAES**	Mantenimiento: • Mantenimiento de 1,781 árboles en el lugar de del proyecto. • Mantenimiento de 18,114 árboles en propiedades del Municipio de Acajutla • El pago de $ 14,038.20al FIAES para su uso en obras de restauración	• Las áreas identificadas en la propiedad (Apéndice 10A). • Propiedades del municipio de Acajutla (Apéndice 10B)	EDP	$142,957.80	Durante Años del árbol hasta que los árboles sean establecidos	Establecimiento de la plantaciónl. Los trabajos de restauración serán emprendidos por FIAES Ambiental de El Salvador compensará por la pérdida local del hábitat
Operaciones	Monitoreo de medidores de agua y características físico químicos.	La disminución de caudal de agua y contaminación por intrusión salina.	**Prevención** **9. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo**	Monitoreo de caudales de agua del pozo de abastecimiento de agua potable. Monitoreo de parámetros físico químicos del agua extraída.	• Pozo de extracción de agua • Pozos de monitoreo	EDP	$ 3,600.00	Durante tiempo de operación, explotación del pozo.	Se mantendrá con el nivel adecuado el caudal del agua subterránea y la calidad de la misma.
						Total	**$243,307.80**		

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.
Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

000061

Tabla 2.6 – Programa de Monitoreo Etapa de Operaciones

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultado	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Operación	**Prevención** **1. Monitoreo de Emisiones**	NOx; PTS; O2; CO; CO2; Flujo de los gases; Composición; Producción (MW) emisiones al iniciar operaciones, los dos años siguientes solo muestreo de NOx.	Muestreo en puerto en chimenea de 4 motores escogidos al azar.	Anualmente por los primeros tres años; Después, durante la vida del proyecto, si los resultados son favorables, el monitoreo será realizado cada tres años.	Método Isocinetico, Métodos de la EPA	EDP	Comparación al Proyecto Límites de Emisión Guía Banco Mundial, 200 mg/Nm^3	Realizar diagnóstico y mantenimiento para cualquier motor que esté emitiendo exceso de concentraciones de NOx	Página 10-87
		Monitoreo predictivos de emisiones	Motores en la planta	Continuos	Equipo PEM	EDP	Comparación al Proyecto Límites de Emisión de Pila	Realizar diagnóstico y mantenimiento para cualquier motor que esté emitiendo exceso de NOx	Página 10-87
		Concentraciones a nivel del suelo de NO2	Fuera de las instalaciones, sitio de monitoreo permanente	Continuos 20 días por un año	Según NSO 13.11.01: 01, Tabla 1, analizador electroquímico o similar	EDP	Comparación NSO 13.11.01: 01, Dióxidos de Nitrógeno: 150 µg/Nm3, para 24 horas	Aplicar medidas para reducir la concentración en el aire ambiente	Página 10-87
Operación	**Prevención** **2. Monitoreo de Ruido**	(Fuera del sitio) El ruido ambiental, incluido el ruido de baja frecuencia	En los cuatro puntos en zonas residenciales cercanas, utilizados para la línea base y en lindero	Anual y posteriormente solamente si se reciben quejas de la población	Monitoreo a realizarse de acuerdo al estándar internacional 9613-2 Acústica	EDP	El ruido en las zonas residenciales deberá ser menor a 55 dB(A) durante el día y no mayor de 3 dB(A) del ruido medido en la línea base, en la noche: L1 50 dB(A), L2 54 dB(A), L3 56 dB(A) y L4 45 dB(A). 70 dB(A) en lindero de propiedad.	Si el ruido de exceso identificado tras análisis determina las fuentes y medidas remediadoras potenciales	Página 10-91
Operación	**Prevención** **3. Equipo de Protección personal y de derrames**	Instalación de todos los equipos y prueba de funcionamiento	Patios de tanques, rack de carga y planta envasadora	Semestral	Informe de operaciones de los equipos, mantenimiento preventivo e inventario de equipo de derrames y contención	EDP	Mantenimiento preventivo e inventario de equipo de derrames y contención	Reemplazo de equipos defectuosos	Página 10-92
Operación	**Prevención** **4. Entrenamiento en medioambiente, higiene y Seguridad**	Registros de capacitaciones y accidentes	En oficinas al personal	Semestral	Entrevistas a personal	EDP	Prevenir daño a las personal, infraestructura y medio ambiente	Actualización de los temas de las capacitaciones	Página 10-93
Operación	**Prevención** **5. Planes y Procedimientos medioambiente, higiene y Seguridad**	Depósitos para desechos sólidos y manejo de materiales peligrosos	Sitio de acopio de desechos	Mensual	Inspección visual y reporte fotográficos	EDP	Prevenir la contaminación del suelo y agua	Asegurar desalojo y disposición final adecuada y buen uso de letrinas	Página 10-94
Operación	**Prevención** **6. Relación con la comunidad**	Corroborar la información de la población sobre el proyecto y conflictos que se presenten	Registro de reuniones y quejas	Mensual	Revisar quejas y su resolución	EDP	Verificar que se ha dado información del proyecto y resolución de conflictos	Mejorar los medios de información a la población y la atención de quejas	Página 10-96
Operación	**Atenuación** **7. Plan de Iluminación del muelle**	Iluminación en el embarcadero	Embarcadero	Mensual durante construcción	Inspección visual y registro fotográfico	EDP	La iluminación no debe ser dirigido al agua de mar	Corrija la dirección de la iluminación	Página 10-97
Operación	**Compensación** **8. Reforestación y Apoyo a FIAES**	Número de especies plantadas, registro donación	Áreas verdes del terreno	Mensual	Inspección visual y registro fotográfico	EDP	Compensación por tala de árboles	Cuido y mantenimiento	Página 10-98

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.

Tabla 2.6 – Programa de Monitoreo Etapa de Operaciones

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultado	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Operación	**9. Equipo de monitoreo de Caudal del Pozo y Pozos de monitoreo**	Agua de pozos	Agua de pozo de extracción y pozos de monitoreo	Semestral (2 veces al año) para parámetros físico químicos. Mensual (12 veces al año) inspección de piezómetros.	Análisis en laboratorio método según NSO 13.11.01: 01	EDP	Comparación con las condiciones de línea base y los criterios de calidad del agua	Si el monitoreo detecta indicios de intrusión proyecto debe revisar el consumo y buscar fuentes alternativas	Página 10-100
Operación	**10. Calidad de agua superficial**	Aceites y Grasas, Hidrocaruros	Puntos de descargas de agua residual, previo a su descarga	Trimestral (4 veces por año)	Análisis en laboratorio método según NSO 13.11.01: 01	EDP	Comparación con la normativa	Si el monitoreo detecta la contaminación relacionada con el proyecto, entonces tome medidas correctivas para detener la contaminación adicional e investigue la necesidad de medidas correctivas	No aplica
Operación	**11. Calidad de agua de efluentes de sistema de tratamiento de agua residual doméstica**	BOD 5, COD, pH, Aceites y Grasas Sólidos Sedimentables Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes totales (CT)	Agua residual doméstica de planta de tratamiento de Central Térmica, FSU y FSRU.	Trimestral (4 veces por año)	Análisis en laboratorio método según NSO 13.11.01: 01	EDP	Comparación con la normativa	Si el monitoreo detecta la contaminación relacionada con el proyecto, entonces tome medidas correctivas para detener la contaminación adicional e investigue la necesidad de medidas correctivas	No aplica
Operación	**12. Presencia de vectores de enfermedades**	Presencia de larvas de mosquito	Áreas de agua estancada, como estanques de agua pluvial y el sitio en general	2 veces por semana durante la estación lluviosa. Mensual durante estación seca	Inspección visual	EDP	Presencia del hábitat de reproducción, presencia de larvas en el agua	Si se detectan lavas se deben tomar acciones correctivas para solucionar el problema	No aplica
Operación	**13. Fauna Marina**	Presencia de biota marina dentro del rompeolas de la terminal. Cantidad y tipo de peces atrapados	Terminal marítima	Semanal por un año y mensual después del primer año	Inspección visual	EDP	Un número significativo de especies, en particular aquellas consideradas significativas, no deben quedar atrapadas dentro del rompeolas ni ser capturadas a través de la ingesta de agua.	Sustituir la rejilla en las aberturas de el rompeolas y en las aberturas de toma del agua, consideración de pantallas de desplazamiento si es necesario	No aplica
Operación	**14. Descarga de agua de FSU y FSRU**	Temperatura	Puntos de descarga de agua	Mensual	Sensor de temperatura	EDP	No debe ser mayor a 5ºC de la temperatura del cuerpo receptor	Tomar acciones correctivas para reducir la temperatura, previo a la descarga	No aplica

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, Energía **del Pacífico Ltda. DE C.V.**

000063

Tabla 2.7 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Operación

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Tiempo de Ejecución (Trimestres desde Inicio de Operaciones)												Monto Estimado de la Medida Ambiental
		AÑO 1				AÑO 1				AÑO 1				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Operaciones	**Prevención** **1. Monitoreo de Emisiones**													$33,000.00
Operaciones	**Prevención** **2. Monitoreo de Ruido**													$3,000.00
Operaciones	**Prevención** **3. Equipo de Protección personal y de derrames**													$9,860.00
Operaciones	**Prevención** **4. Entrenamiento en medioambiente, higiene y seguridad**													$3,000.00
Operaciones	**Prevención** **5. Planes y procedimientos medioambiente, higiene y seguridad**													$13,140.00
Operaciones	**Prevención** **6. Relación con la comunidad**													$33,750.00
Operaciones	**Atenuación** **7. Plan de Iluminación del muelle**													$1,000.00
Operaciones	**Compensación** **8. Mantenimiento a reforestación y Apoyo a FIAES**													$142,957.80
Operaciones	**Prevención** **9. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo**													$ 3,600.00
MONTO TOTAL DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES ETAPA DE OPERACIONES														**$243,307.80**

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Ing. Alejandro Alle, Apoderado Legal, **Energía del Pacífico Ltda. DE C.V.**

Energía del Pacífico

Proyecto: LNG to Power
Capítulo 3: Propósito y Necesidad

Diciembre 2016 – 16-3489

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

DILLON CONSULTING

3.0 Propósito y Necesidad

3.1 Objetivo del Proyecto

El objetivo del Proyecto es construir y poner en funcionamiento una terminal de GNL, así como una planta de generación eléctrica a base de gas natural, en el municipio de Acajutla, con la finalidad de que EDP pueda suministrar hasta 355 MW de energía eléctrica a las empresas de distribución de El Salvador

3.1 Propósito y Necesidad

El Salvador, al igual que la mayoría de los países de América Central, está en la necesidad de: (i) contar con capacidad de generación adicional para cumplir con el aumento de la demanda de electricidad y sustituir las unidades ineficientes y obsoletas, (ii) diversificar sus fuentes de energía o matriz energética, y (iii) disminuir el costo de la electricidad. Actualmente, el 50% de la generación eléctrica del país proviene de combustibles fósiles tales como el diésel y el petróleo. Esto ha resultado en altos costos para la electricidad en los últimos años, con precios promedio de alrededor de US $ 180 / MWh y tarifas para los usuarios finales por encima de US $ 230 / MWh, hasta el año 2014, lo que ha provocado limitaciones significativas a la economía, afectando negativamente la competitividad de las industrias locales, al no tener diversificada la matriz con opción a otros combustibles.

El Proyecto concuerda con la actual política energética del Gobierno de El Salvador, la cual tiene como objetivo reducir la dependencia de la generación de electricidad a base de derivados del petróleo hasta un 15%. El Proyecto colaborará con este objetivo, mediante el desarrollo de instalaciones para importar, almacenar y vaporizar el GNL, y de ese modo proporcionará el gas natural para alimentar la planta de energía.

El Proyecto representa la primera oportunidad concreta para construir una Terminal de GNL en Centroamérica, la cual podrá servir no solamente para generar una energía eléctrica más limpia y barata, sino que también podría significar la introducción de gas natural en la industria, el transporte y los hogares de El Salvador y sus países vecinos. Otro beneficio importante del Proyecto es la posibilidad de convertir a gas natural otras plantas de energía que actualmente trabajan con derivados del petróleo a gas natural. El Proyecto también representa la inversión más grande hecha por el sector privado, en un Proyecto de infraestructura, en la historia del País.

Las plantas de generación eléctrica alimentadas a gas natural bien estructuradas, tienen el potencial de reducir la dependencia de Centroamérica en la importación de derivados de petróleo. El GNL puede alimentar las necesidades fijas de energía y en concurrencia con las características de rápido arranque y

apago de las maquinas va a complementar el despliegue de las energías renovables en la región. Esto contribuirá con la política energética del gobierno de El Salvador que tiene como meta aumentar la cuota de las energías renovables arriba del 50%.

Finalmente, la introducción de gas natural como combustible para otros clientes, como centrales térmicas y otros usos, reducirá significativamente las emisiones de contaminantes nocivos, como óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y material particulado. También produce aproximadamente 37% menos de dióxido de carbono por unidad de energía, en comparación con el petróleo, y 50% menos que el carbón. De este modo, el gas natural es considerado por muchos como un "combustible puente" que puede ayudar a las naciones a reducir sus emisiones de carbono, mientras hacen la transición de los combustibles fósiles a formas de energía renovables o carbono-neutral. El reciente auge en la producción de gas natural en los Estados Unidos, por ejemplo, contribuyo a una caída de 3,8 por ciento en las emisiones de carbono en 2012.[1]

3.2 Base Legal del Proyecto

El Proyecto es el resultado de un proceso de licitación competitiva puesto en marcha por el Gobierno de El Salvador. Con el fin de lograr su objetivo de aumentar la generación de electricidad a través de otras fuentes que no sean combustibles derivados de petróleo, así como disminuir los precios generales de la electricidad, el regulador de electricidad salvadoreño SIGET, requirió a las empresas de distribución de electricidad, emitir una licitación competitiva para los acuerdos de compra de energía a largo plazo para un total de 355 MW.

El 20 de diciembre de 2013, EDP firmó catorce contratos de suministro con las empresas de distribución, y de ese modo estableció la base legal para el desarrollo y operación del Proyecto. Los contratos fueron ejecutados con las siguientes siete empresas de distribución (dos contratos por empresa de distribución) de acuerdo con los volúmenes de la energía a ser suministrada, como se indica por medio de licitación y de conformidad con el objetivo del proceso de licitación coordinado por la SIGET: CAESS, S.A. de C.V.; DELSUR, S.A. de C.V.; AES CLESA y CIA. S. en C. de C.V.; EEO, S.A. de C.V.; DEUSEM, S.A. de C.V.; B&D, S.A. de C.V.; and, EDESAL, S.A. de C.V.

[1] http://www.livesience.com/40600-us-carbon-dioxide-emissions-drop.html

Energía del Pacífico

Proyecto: LNG to Power

Capítulo 4: Descripción del Proyecto y sus Alternativas

Diciembre 2016 – 16-3489

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

DILLON CONSULTING

4.0 Descripción del Proyecto y sus Alternativas

El proyecto denominado “LNG TO POWER” consiste en la instalación de una Central Térmica para la generación de energía eléctrica con una capacidad neta de 378 MW, utilizando gas natural como combustible y una terminal marítima para recibir el Gas Natural Licuado (GNL) y convertirlo en Gas Natural (GN).

En la Terminal Marítima se va a transferir GNL desde el buque carguero de GNL hacia una unidad de almacenamiento flotante (FSU) atracada de forma permanente, para almacenamiento. Del FSU se envía el GNL a la unidad de almacenamiento y regasificación (FSRU), donde se regasificará el GNL y se enviará a tierra a través de una tubería, parte subacuática y parte subterránea, a la Planta de Generación.

La planta de generación eléctrica de 378 MW constará de:

- 19 motores de combustión interna Wärtsilä 18V50SG con una capacidad de 18.3 MW cada uno, para generación de un total de 348 MW.
- Una turbina de vapor de 30.0 MW que aprovechará los gases de escape de los motores para cerrar un ciclo combinado.
- Subestación de energía eléctrica.
- Instalaciones de apoyo, como estacionamientos, caseta vigilancia, sistema contra incendios, entre otros.

La Terminal Marítima consistirá en una barcaza o Unidad de Almacenamiento y Regasificación (FSRU) dentro de una estructura de rompeolas de tipo ataguía celular o de cajones de concreto; La misma estructura de protección servirá de para el atraque de una unidad flotante de almacenamiento (FSU) y para el buque metanero (LNGC). El FSU se encontrará atracado de forma permanente, a excepción de situaciones de clima extremo.

La Terminal Marítima de GNL estará constituida por los siguientes componentes:

- Un FSU (unidad flotante de almacenamiento), buque atracado de forma semipermanente al rompeolas.
- Un FSRU (Unidad de Regasificación y Almacenamiento flotante), buque que estará atracado de forma permanente y rodeado por el rompeolas.
- Un rompeolas, ataguía celular o de cajones para proteger el FSRU, y para atraco del FSU y Buque de GNL.
- Sistemas de transferencia de GNL y plataformas de acceso.
- Tubería de gas natural, parte submarina y parte en tierra (subterránea), que transportará el suministro de gas desde el FSRU a la planta de energía, con su equipo de protección y medición en tierra.

El Proyecto estará ubicado en el Puerto de Acajutla, Municipio de Acajutla, Departamento de Sonsonate, El Salvador. Las coordenadas geográficas del polígono del Proyecto en el Puerto de Acajutla son: 13°34'59"N y longitud 89°49'43"O. Ver Figura 4.1.

4.1 Análisis de Alternativas y Optimización del Proyecto

4.1.1 Alternativas del Proyecto

El proceso de licitación pública internacional, coordinada por DELSUR en el año 2013 fue adjudicado a EDP para proveer 355 MW de nueva capacidad eléctrica a ser entregada a siete empresas distribuidoras del País. La licitación siguió el reglamento especificado por el CNE1 y la SIGET2, el cual establecía lo siguiente:

- Acuerdo de compra y venta de energía por un período de 20 años; y,
- Prohibía el uso de aceites y coque de petróleo como combustibles.

Se recibieron dos propuestas a la licitación:

- Una planta de generación de 170 MW a base de carbón, con un precio de $135/MWh, ofertado por AES FONSECA ENERGÍA ("Oferta AES-FE"); y
- Una planta de generación de 378 MW a base de gas natural, con un precio de $119/MWh, ofertado por EDP ("Oferta EDP").

Los participantes fueron evaluados considerando el costo de la energía eléctrica y el criterio técnico del Proyecto. Los documentos de licitación (ANEXO No.2, LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL, No. DELSUR-CLP-001-2012) indicaban que el proceso de calificación evaluaría los siguientes parámetros:

1. Suministro de combustible para el Proyecto;
2. Experiencia en el desarrollo de proyectos de generación de energía;
3. Experiencia en la operación de proyectos de plantas de generación de energía;
4. Cumplimiento de las normativas medioambientales asociadas con el Proyecto;
5. Interconexión eléctrica al sistema de transmisión; y
6. Especificaciones técnicas de la Central Térmica.

[1] El Consejo Nacional de Energía (CNE), es la autoridad superior, rectora y normativa en materia de Política Energética y coordinadora de los distintos sectores del sector energético. su misión de ser el Ente Rector de la Política Energética Nacional.

[2] La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), es una institución autónoma de servicio público sin fines de lucro, con atribuciones para aplicar las normas contenidas en tratados internacionales sobre electricidad y telecomunicaciones vigentes en El Salvador, en las leyes que rigen los sectores de Electricidad y de Telecomunicaciones, y sus reglamentos, así como aplicar de conformidad con lo establecido en la Ley General de Electricidad la protección de los derechos de los usuarios y de todas las entidades que desarrollan actividades en el sector.

El día 25 de noviembre de 2013 se entregaron los resultados de la evaluación de la Oferta por medio del documento de adjudicación del proceso de Libre Concurrencia denominado Licitación Pública Internacional No. DELSUR-CLP-001-2012, indicando que el asocio QUANTUM-GLU había sido adjudicado de dicho proceso. La sociedad QUANTUM-GLU, una vez declarada vencedora del proceso de licitación, procedió a constituir la empresa Energía del Pacífico S.A. de C.V., empresa encargada de desarrollar el Proyecto de generación en cuestión.

4.1.2 Diseños Alternativos y Optimización

Durante el proceso de planificación del Proyecto se analizaron las siguientes alternativas para el desarrollo del Proyecto, y se llevaron a cabo estudios para la optimización del mismo:

- Selección del sitio;
- Sistema de almacenamiento de GNL;
- Sistema de enfriamiento de la Central Térmica;
- Sistema de suministro de agua para la Central Térmica;
- Distribución del Proyecto; y
- Diseño de la Terminal Marítima

El análisis de cada uno de los puntos anteriores se detalla a continuación.

4.1.2.1 Selección del Sitio

Para seleccionar el sitio de ubicación del Proyecto se decidió buscar un terreno que estuviera cerca de instalaciones portuarias para la descarga del gas natural, pues al inicio no se había considerado la construcción de una terminal marítima, y se pretendía utilizar gas natural no disponible en el país.

Los dos principales puertos en El Salvador fueron evaluados, Acajutla y La Unión, siendo el Puerto de Acajutla (administrado por CEPA3) el que ofreció las mayores ventajas, pues es un puerto operativo y tiene experiencia en manejo de combustibles y materiales peligrosos. A través de este Puerto ingresan la mayor parte de combustibles líquidos al país. Otras ventajas de esta ubicación fueron:

1. CEPA cuenta con terrenos disponibles para la construcción;
2. Los equipos pueden ser descargados en los actuales muelles para su instalación;
3. Toda el área que rodea los terrenos disponibles tiene uso industrial; y
4. Mayor cercanía al punto de mayor consumo energético del país.

[3] Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma.

4.1.2.2 Almacenamiento de GNL

Se evaluaron varias alternativas para el almacenamiento del GNL como parte de la etapa de planificación del proyecto:

1. Unidad de almacenamiento flotante y regasificación (FSRU) de gran capacidad, esta opción implica:

a. Un buque carguero equipado con tanques de almacenamiento de GNL y todo el equipo requerido para regasificación.
b. Tuberías para transportar el gas natural producido en la regasificación a la Central Térmica;
c. Almacenamiento en la tierra y los sistemas de manejo de GNL para proporcionar combustible a la Central Térmica durante períodos de clima extremo y cuando tanto la unidad flotante de almacenamiento y la unidad de regasificación se deba mover mar adentro; y Muelle para el acceso a la FSRU.

2. Unidad de almacenamiento flotante (FSU) y un tanque de almacenamiento en tierra, esta opción implica:

a. Un buque equipado con tanques de almacenamiento de GNL (FSU);
b. Tanque de almacenamiento de GNL en tierra;
c. Equipo para la regasificación de GNL en tierra; y
d. Tuberías y aislantes criogénicos para la transferencia de GNL al tanque de almacenamiento en tierra y al equipo de regasificación; y Muelle para el acceso al FSU

3. Barcaza para regasificación/almacenamiento (FSRU) y barcaza para almacenamiento (FSU), esta opción implica:

a. FSRU con regasificación y 50.000 m^3 mínimo de almacenamiento de GNL
b. FSU para almacenamiento de GNL y alimentación de la planta regasificadora con LNG.
c. Tubería para transportar el gas natural producido en la regasificación a la Central Térmica.
d. La FSRU va a proporcionar combustible a la Central Térmica continuamente, o almacenamiento cuando la unidad flotante de almacenamiento se mueva hacia el mar abierto.

La alternativa número 3 fue seleccionada como la opción óptima por las razones expuestas en la Tabla 4-1. Es importante tener en cuenta que el envío discontinuo de gas fue una de las razones principales para eliminar concepto número uno. Mientras que la alternativa número dos, fue descartada por el tiempo de construcción requerido, el cual hacía imposible la entrega de energía en el tiempo solicitado.

Tabla 4.1 - Evaluación de alternativas para Terminal Marítima			
Criterios	**Alternativa 1 Unidad grande de almacenamiento flotante y regasificación (FSRU)**	**Alternativa 2 Unidad de almacenamiento flotante (FSU) y un tanque de almacenamiento en tierra**	**Alternativa 3 Barcaza para regasificación/ almacenamiento (FSRU) y barcaza para almacenamiento (FSU)**
huella en tierra e impacto con respecto a las distancias de seguridad	Bajo, GNL en mar	Alto, Tanque de GNL en tierra	Bajo, GNL en el mar
Disponibilidad continua de gas natural a la Central Térmica	NO, en situaciones de clima extremo	SI, de tanque en tierra	SI, de FSRU con estructura de protección
Cumplimiento del tiempo de entrega de energía establecido en el PPA	Poco probable, por construcción de muelle	NO, por construcción de tanque en tierra y muelle	SI, disponibilidad de barcos
TOTAL	**NORMAL**	**NORMAL**	**BAJO**

Fuente: Elaboración Equipo Consultor

4.1.2.3 Sistema de Enfriamiento de la Central Térmica

El Proyecto cuenta con dos sistemas de enfriamiento; enfriamiento de los motores y enfriamiento del ciclo de vapor.

El sistema de enfriamiento de los motores a usar en el proyecto utiliza un circuito cerrado de agua con radiadores de aletas y ventiladores, el cual tiene un consumo de agua mínimo.

Tres alternativas fueron consideradas para el enfriamiento del ciclo de vapor, de las cuales se seleccionó la alternativa del sistema de enfriamiento con radiadores de la misma manera que se enfrían los motores. A continuación, se enumeran los atributos claves de cada uno de los sistemas:

1. **Sistema de enfriamiento de un paso con agua del mar:** Este sistema requiere de la construcción de una estructura para la alimentación de agua y tuberías, sistema de bombeo, y estructuras, así como tuberías para descarga de agua de enfriamiento.

Los sistemas de enfriamiento de un paso, toman agua de fuentes cercanas (Ej. el océano), lo hacen circular por tuberías que absorben el calor de los sistemas de vapor llamados condensadores, y descargan el agua más tibia de regreso a la fuente. En sistemas de un paso, el agua de enfriamiento pasa

a través del equipo de intercambio de calor una sola vez. Al emplear grandes volúmenes de agua, el aumento de temperatura en el efluente es pequeño y el contenido mineral queda prácticamente sin cambio.

Sin embargo, este tipo de sistema puede conllevar impactos tales como, atrapamiento de especies marinas en la toma de agua, uso periódico de biocidas y otros químicos para controlar corrosión y la descarga de agua a temperatura distinta a la del efluente.

2. **Sistema con torres de enfriamiento:** Los sistemas de recirculación abierta consisten fundamentalmente en circular el agua a través de una torre de enfriamiento y de aquí al equipo que va a ser enfriado.

Un sistema de torres de enfriamiento para el proyecto utilizaría 300 m^3/h. Esta cantidad de agua necesitaría ser suministrada desde un pozo tierra adentro a varios kilómetros del proyecto para evitar la interferencia con otros pozos existentes cerca del sitio y para evitar también el riesgo de intrusión salina. Adicionalmente al consumo de grandes cantidades de agua, el sistema también generaría considerables cantidades de aguas residuales a ser descargadas al océano.

Las torres de enfriamiento también son fuente de ruido, lo cual es un motivo de preocupación debido a la proximidad de ciertas zonas residenciales al proyecto. Parte del análisis realizado para el proyecto, identificó que el ruido proveniente de las torres de enfriamiento podría ser causa de molestias en la población.

3. **Sistema de enfriamiento con radiadores:** Este sistema usa aire en lugar de agua para enfriar el vapor. Este sistema usa mínimas cantidades de agua, aunque tiene una eficiencia menor en comparación con los sistemas de enfriamiento con agua y afecta en general el consumo de combustible de la Central Térmica. Para el Proyecto, se usará un sistema de radiadores montados sobre el techo de la casa de máquinas, análogo a los usados en el sistema de enfriamiento de motores de los vehículos.

En general, el sistema de enfriamiento con radiadores fue seleccionado como el sistema preferido para el enfriamiento del ciclo de vapor. Aunque es menos eficiente que los sistemas de enfriamiento con agua, este evita los efectos negativos en la vida marina asociados al sistema de enfriamiento de un paso con agua del mar. En comparación con las torres de enfriamiento, es menos ruidoso, y prácticamente no utiliza agua, así mismo evita la necesidad de explotar pozos a varios kilómetros de distancia a la Central Térmica, y la tubería de suministro de agua asociada.

4.1.2.4 Optimización en el Diseño de la Terminal Marítima y de la Central Térmica

La disposición para la ubicación de la tubería, del rompeolas con el FSRU, la ubicación del FSU de la Terminal Marítima y la disposición de los elementos de la Central Térmica, pasaron por numerosas revisiones para llegar a la distribución final presentada en este EsIA.

Los factores clave considerados en la elaboración del diseño final para la Terminal Marítima incluyen:

- Proveer un mínimo de 600m de distancia de separación entre el muelle existente de CEPA y las instalaciones en el mar del Proyecto (FSU, buques tanques y rompeolas);
- Mantener un mínimo de distancia de separación de 500 m entre el Proyecto y las instalaciones de CENERGICA;
- Evitar las tuberías de CENERGICA localizadas al norte; y
- Tener una adecuada profundidad de agua para maniobra segura y amarre de FSU y buques LNGC que visitarán el sitio.

El emplazamiento de la Central Térmica se configuró inicialmente con la casa de máquinas ubicada hacia el extremo norte de la propiedad, y el eje orientado de este a oeste. El tanque de almacenamiento de GNL se encontraba al sur, en línea con el muelle y las tuberías de GNL. El diseño inicial se modificó para obtener el diseño final presentado en este EsIA, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Reorientación de la casa de máquinas hacia el sur, y en un eje norte-sur, en primer lugar, para manejar la propagación del ruido hacia las zonas residenciales más cercanas, y, en segundo lugar, orientar la Central Térmica en línea con la nueva subestación a instalar, con acceso a la subestación de ETESAL al oriente y salida a la línea de transmisión hacia el norte;
- Previsión de espacio para la instalación de pozos de abastecimiento de agua subterránea y las posibles instalaciones para gestión de aguas residuales al sur de la propiedad; y
- Orientación de los puntos de acceso teniendo en cuenta los cambios planificados por CEPA a los controles de seguridad del puerto.

4.2 Ubicación del Proyecto y Colindantes

4.2.1 Localización del Proyecto

El proyecto “LNG TO POWER” se encontrará ubicado dentro de la zona industrial existente en el Puerto de Acajutla, dentro de terrenos arrendados a la COMISIÓN EJECUTIVA PORTUARIA AUTÓNOMA (CEPA). Figura 4.1, se muestra la ubicación del proyecto en general.

4.2.2 Área del Inmueble y Sector a Ocupar

El terreno total propiedad de CEPA tiene una extensión de 2, 086,082.02 m2, dentro del cual se ha arrendado al titular del proyecto una porción de terreno que comprende un área total de 126,431.09 METROS CUADRADOS, equivalentes 180,897.60 VARAS CUADRADAS, y 18.08 MZ distribuidas de la

siguiente forma (ver Tabla 4.1), más el terreno a establecer la servidumbre para el paso de la tubería, y el área de acopio durante la construcción.

Tabla 4.2 - Tabla Áreas a ser Ocupadas por el Proyecto Dentro del Terreno de CEPA	
Descripción	**Área (m^2)**
Terreno para Central Térmica	126,431.09
Terreno para tubería de GN de la Terminal Marítima a la Central Térmica	15,976.68
Terreno a arrendar para paso de tubería y área de acopio durante construcción	40,876.53
Total de áreas de proyecto en tierra	183,284.30

Fuente: Elaboración propia en base a planos del Proyecto

En el Apéndice 6E se presenta un documento de promesa de arrendamiento entre CEPA y EDP donde hacen constar que el terreno de la tubería y área de acopio está disponible para ser arrendados a Energía del Pacífico. Así mismo dentro del contrato de arrendamiento del documento principal se establece que se emitirá una servidumbre para el terreno donde se ubicará la tubería, terreno que está disponible como se explica en el documento en el Apéndice 6E.

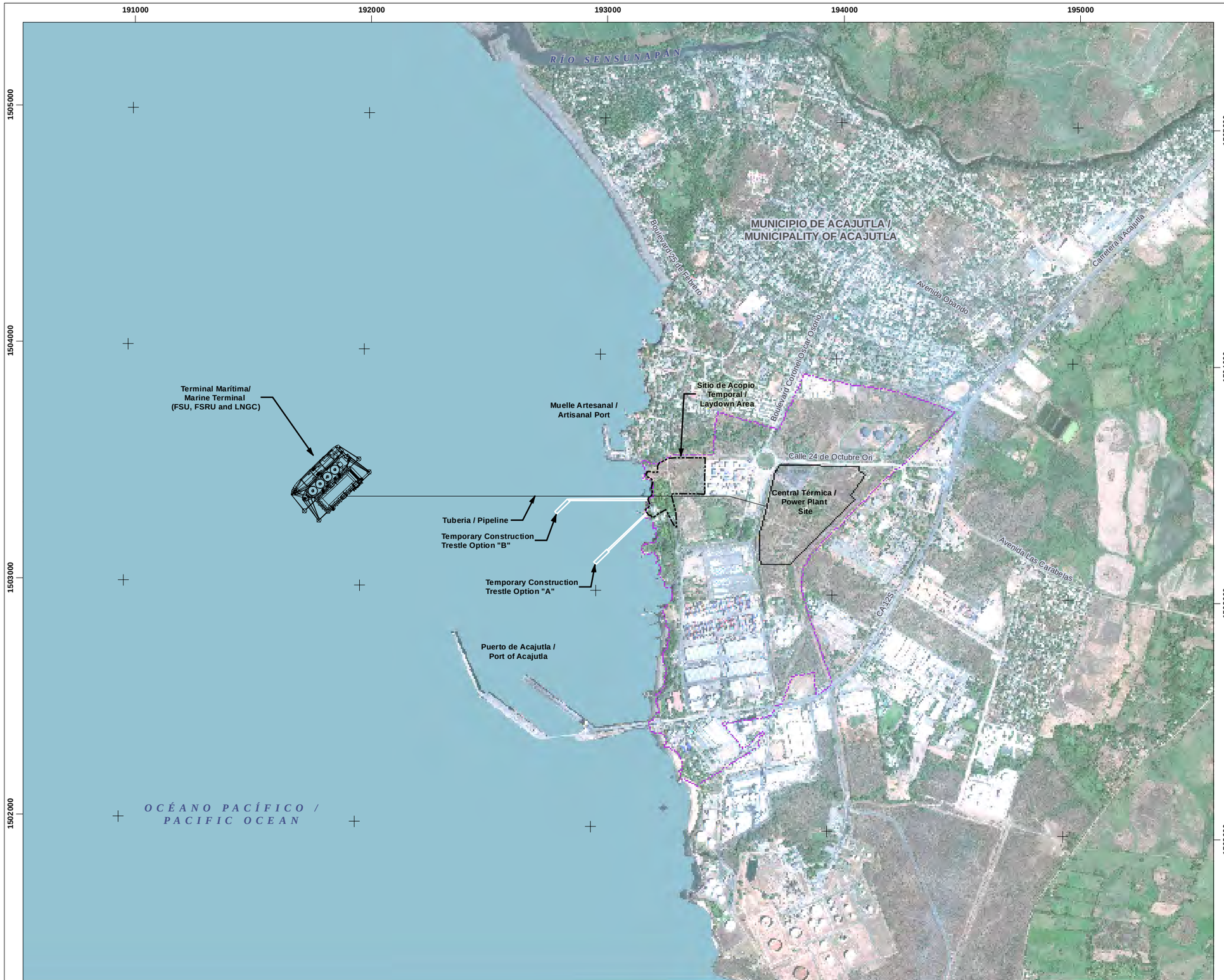
4.2.3 Calificación de Lugar y Línea de Construcción

Las factibilidades de calificación del lugar y línea de construcción del terreno para la Central Térmica, emitidas por VMVDU (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano), clasifican el uso del suelo como “Industrial” (basado en la localización, densidad y grado de urbanización), se muestran en el Apéndice 4A, “Calificación del lugar y línea de construcción”.

4.2.4 Plano Topográfico del Terreno

El terreno donde se ubicará la Central Térmica es plano, con pendiente suave bajando hacia el sur, sin construcciones existentes. Su uso actual es baldío. En el Apéndice 4B, “Plano topográfico de los terrenos”, se incluyen los planos.

También se incluyen los planos topográficos del recorrido de la tubería y del área de acopio, que se utilizarán durante la construcción.



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

ÁREA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO / PROJECT LOCATION

FIGURA 4.1 / FIGURE 4.1

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
- TERRENO PROPIEDA DE CEPA / CEPA PROPERTY

UBICACIÓN DE SITIO /
SITE LOCATION

0 100 200 400 m

1:16,000

FUENTE / REFERENCE
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN /
WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM/SFG
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\4-1 - Project Location.mxd

PROYECTO / PROJECT: 163489
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/2/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

4.2.5 Colindantes

Las colindancias de los terrenos a ser utilizados para el proyecto se detallan a continuación y se presentan en la Figura 4.2.

1. Colindancias de Terminal Marítima
    a. AL NORTE: Muelle artesanal a aproximadamente 1 kilómetro;
    b. AL SUR: Puerto de Acajutla a aproximadamente 730 metros;
    c. AL ESTE: Terrenos del puerto de Acajutla, utilizados como jardines y para residencia de empleados del puerto; y
    d. AL OESTE: Océano Pacífico (ver Fotografía 4.1).

Fotografía 4.1 – Vistas al Norte y al Sur de la Terminal Marítima

NORTE: MUELLE ARTESANAL	SUR: MUELLE DEL PUERTO DE ACAJUTLA

Fuente: Elaboración propia Eco Ingenieros/Dillon

2. Colindancias de la tubería y sitio de acopio
    a. AL NORTE: Terrenos propiedad de CEPA, actual malecón Acaxual y estacionamiento utilizado por la empresa OPSAL para estacionamiento de camiones y rastras;
    b. AL SUR: Jardines, residencias de los empleados y zona recreativa del puerto;
    c. AL ORIENTE: Terreno de la Central Térmica propuesta; y
    d. AL PONIENTE: Océano Pacífico (ver Fotografía 4.2).

Fotografía 4.2 – Vistas al Sur y al Norte de la Tubería

SUR: JARDINES Y CAMPO DEPORTIVO DEL PUERTO	NORTE: MALECON ACAXUAL Y ESTACIONAMIENTO DE CAMIONES

Fuente: Elaboración propia Eco Ingenieros/Dillon

3. Colindancia de Central Térmica

Los colindantes más próximos son:

a. AL NORTE: Terrenos baldíos de CEPA y de la Terminal de Combustibles de CENERGICA, con la calle 28 de Octubre Oriente de por medio;
b. AL ORIENTE: Central Térmica Acajutla (propiedad de Duke Energy Internacional) y Terrenos donde se ubica el pozo de agua de CEPA, y terreno baldío de ETESAL, con la línea férrea y servidumbre de línea de transmisión, propiedad de ETESAL de por medio;
c. AL SUR: Terreno baldío de CEPA; y
d. AL PONIENTE: Terrenos de CEPA utilizados para estacionamiento de rastras y camiones, con el Boulevard Coronel Oscar Osorio y portón de acceso principal de CEPA, de por medio (ver Fotografía 4.3).

Fotografía 4.3 – Vistas al Norte, Sur, Oriente y Poniente de Central Térmica

NORTE: TERMINAL CENERGICA	SUR: TERRENOS BALDÍOS CEPA
ORIENTE: CENTRAL TÉRMICA ACAJUTLA	PONIENTE: ESTACIONAMIENTO FURGONES

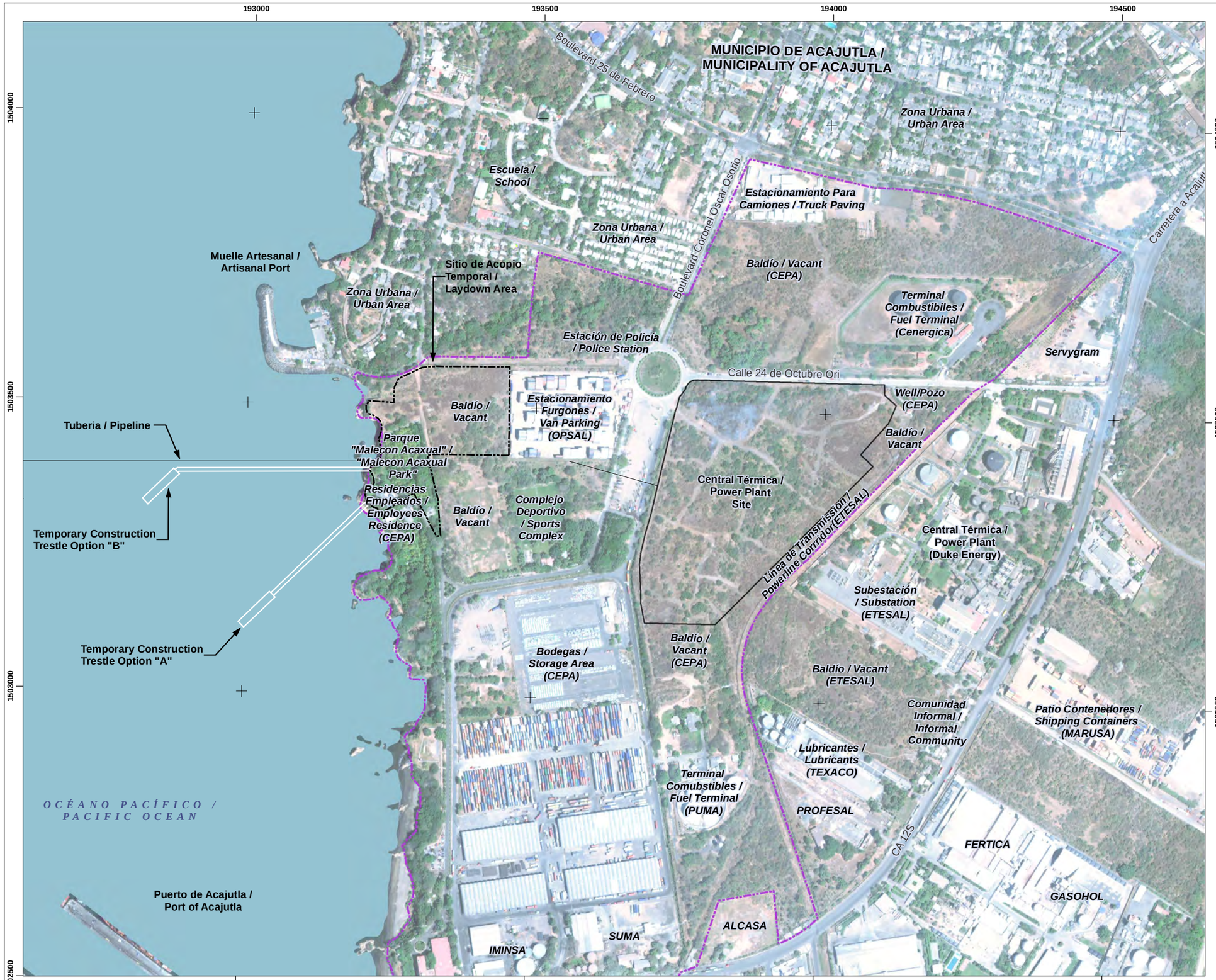
Fuente: Elaboración propia Eco Ingenieros/Dillon

4. Terreno para ubicación de tubería y sitio de acopio:
    a. AL NORTE: Viviendas y Cementerio de la ciudad de Acajutla, con la calle 24 de Octubre de por medio.
    b. AL SUR: Jardines y zona recreativa del puerto;
    c. AL ORIENTE: Terreno propiedad de CEPA, arrendado para estacionamiento de rastras y contenedores; y
    d. AL PONIENTE: Océano pacífico. (Ver Fotografía 4.4)

Fotografía 4.4 – Vistas al Sur y al Norte de terreno de sitio de acopio

ORIENTE: ESTACIONAMIENTO DE RASTRAS	NORTE: VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE ACAJUTLA

Fuente: Elaboración propia Eco Ingenieros/Dillon



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

USO DE TERRENOS ADYACENTES / PROJECT ADJACENT LAND USE

FIGURA 4.2 / FIGURE 4.2

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
- TERRENO PROPIEDA DE CEPA / CEPA PROPERTY

0 50 100 200 m

1:6,500

N W E S

FUENTE / REFERENCE
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN / WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\4-2 - Project Adjacent Land Use.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/8/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

4.3 Acceso al Proyecto

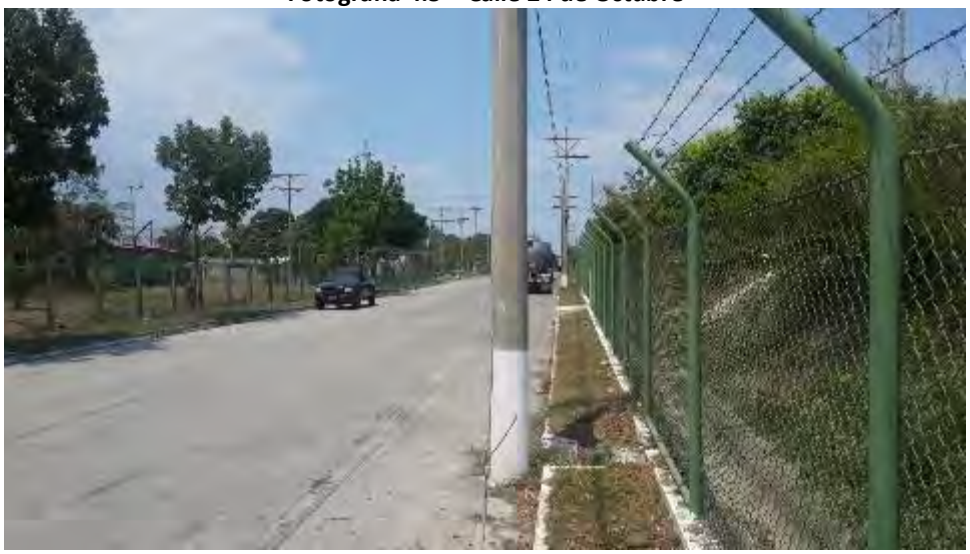
4.3.1 Accesos al Terreno de la Central Térmica y Sitio de Acopio

Los accesos al proyecto se detallan a continuación.

1. Central Térmica

El acceso al sitio en donde se construirá la Central Térmica y el terreno de la tubería y acopio, se realizará vía terrestre a través de la carretera pavimentada que conduce al Puerto de Acajutla cruzando en la calle 24 de Octubre oriente, hasta el Boulevard Oscar Osorio, donde está actualmente el acceso al terreno (ver Fotografía 4.5).

Fotografía 4.5 – Calle 24 de Octubre



Fuente: Elaboración propia Eco Ingenieros/Dillon

Para acopio de materiales y equipos, que no sean importados a través del puerto, será necesaria la reapertura de un tramo de la Calle 24 de Octubre, con el objetivo de que los camiones y equipo pesado no pase en medio de la ciudad. Este tramo está cerrado actualmente, pero ya está construido y es factible su utilización.

El acceso de equipos y materiales importados será a través del Puerto de Acajutla, en la carretera principal del puerto, cruzando siempre en la calle 24 de Octubre. En esta vía transita transporte liviano y pesado que se moviliza hacia y desde el puerto. En la Figura 4.3 se presenta un diagrama de los accesos previstos durante la construcción del proyecto.

El componente más pesado a ser transportado por el Puerto de Acajutla son los motores y generadores, que por su peso y dimensiones serán llevados directamente a su sitio de emplazamiento final. Se revisó

la capacidad del muelle para recibir este tipo de carga y la ruta, la cual se presenta en la Figura 4.3. En la ruta definida no hay impedimentos por peso y altura para recibir la carga, exceptuando líneas de telefonía y energía (baja tensión) que serán removidas temporalmente.

El resto de materiales y equipos provenientes del exterior, seguirán la misma ruta, pero como vienen en contenedores, no es necesario quitar las líneas antes mencionadas.

Material local: pétreos, hierro, bloques de cemento, láminas, madera, etc., serán llevados a la Central Térmica utilizando la carretera al Puerto de Acajutla, cruzando en la calle 24 de Octubre.

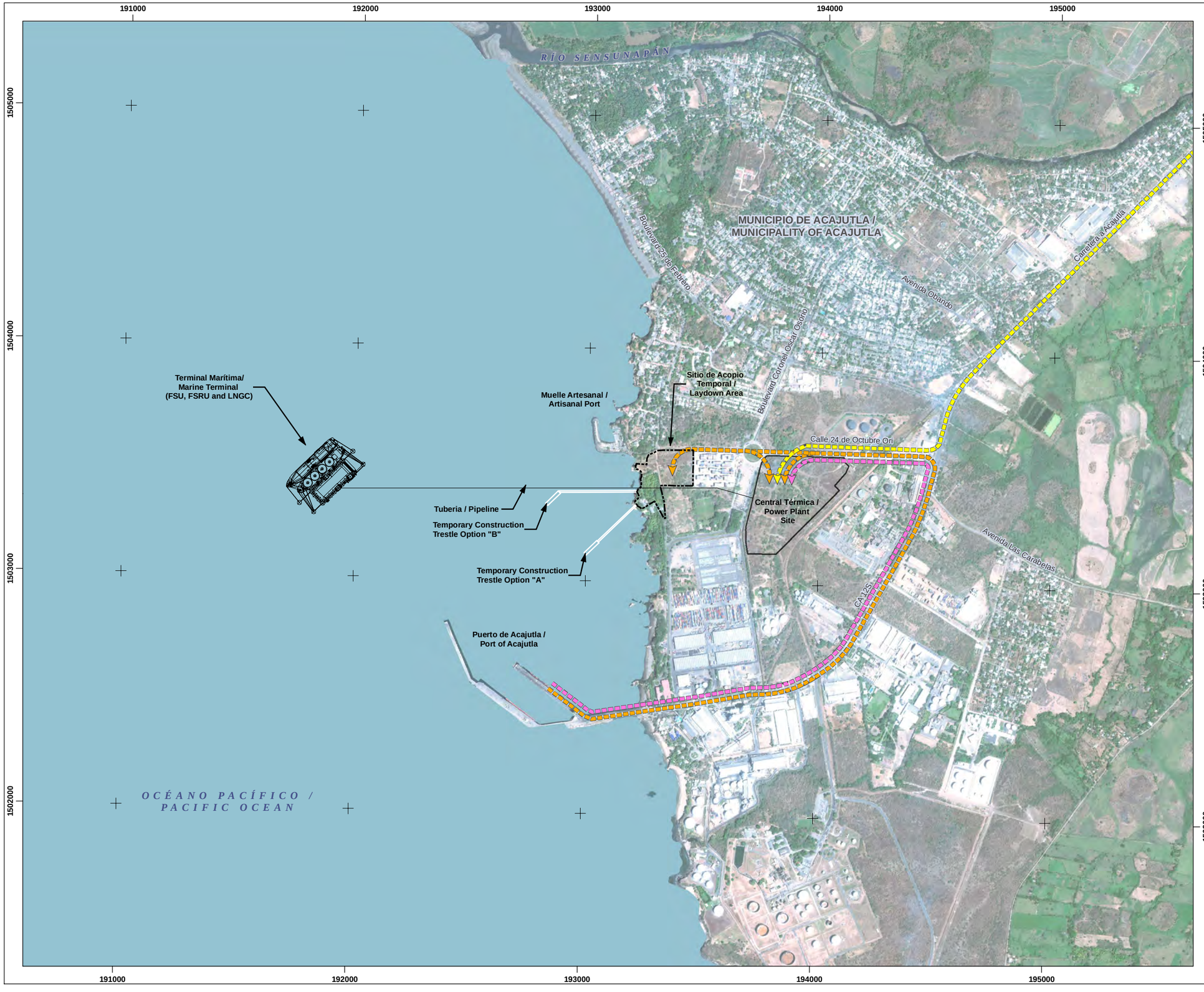
La calle 24 de octubre es transitada por vehículos livianos y pesados, hacia y desde las entradas del Puerto. El tráfico en esta calle puede considerarse bajo, se realizó conteo de vehículos en horas pico variando entre 20 y 200 vehículos por hora.

4.3.2 Acceso a la Terminal Marítima

Para la carga y descarga de personal, consumibles y desechos, la estructura de protección del FSRU contará con una plataforma de acceso. A la plataforma de acceso se llegará mediante al arrendamiento periódico de un barco de trabajo de 20 a 30m a CEPA.

En la plataforma habrá grúas y el equipo necesario para el movimiento de suministros y equipos. De ser necesario el FSU podrá alejarse de la estructura, para facilitar el acceso directo al FSRU de equipos mayores.

El proyecto cargará y descargará tripulación, consumibles y desechos mediante el uso de un barco de trabajo de 20 a 30 metros y las instalaciones existentes de CEPA que serán arrendadas al proyecto a tarifas regulares.



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

RUTA DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO/ PATH OF EQUIPMENT AND MATERIALS FOR THE PROJECT CONSTRUCTION

FIGURA 4.3 / FIGURE 4.3

- RUTA DE ACCESO MOTORES / ROUTE ENGINES ACCESS
- CAMINO DE ACCESO OTROS EQUIPOS DEL EXTERIOR / ROAD ACCESS OTHER EQUIPMENT FROM ABROAD
- ACCESO POR CARRETERA DE MATERIALES LOCALES / ROAD ACCESS LOCAL MATERIALS
- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA

0 100 200 400 m

1:16,000

N W E S

FUENTE / REFERENCE
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN /
WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\4-3 - Equipment Material Path.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/8/2016

DILLON CONSULTING

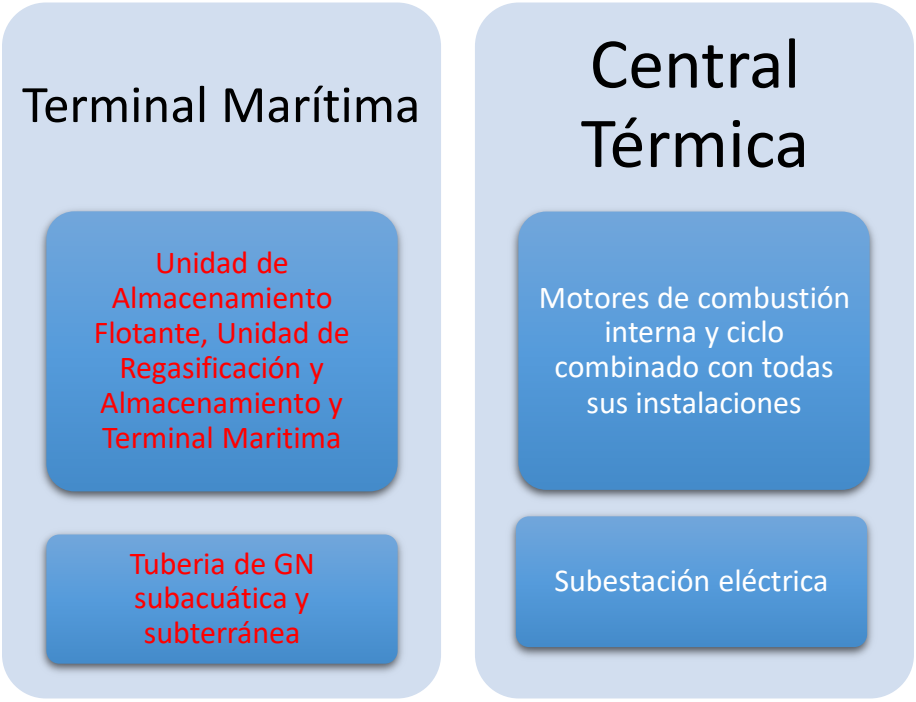
ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

4.4 Alcance del Proyecto

4.4.1 Elementos del Proyecto

El Proyecto se divide en dos elementos principales: Terminal Marítima y Central Térmica, como se ilustra en la Figura 4.4.

Figura 4.4 – Elementos del Proyecto



Fuente: Elaboración propia DILLON-ECO

4.4.1.1 Terminal Marítima GNL

La Terminal Marítima para la recepción de Gas Natural Licuado (GNL), para la recepción de buques tanques y almacenamiento del producto, consta de los siguientes elementos:

Una unidad de almacenamiento flotante (FSU) que permanecerá semipermanentemente atracada al rompeolas, dentro de la cual permanecerá atracado una unidad de almacenamiento y regasificación flotante (FSRU). El FSU consiste en un barco ya sea nuevo o a construir, utilizado para transportar y/o regasificar GNL; el FSRU consiste en una barcaza a ser construida; ambos van a permanecer en la Terminal Marítima y servirán de almacenamiento y para la regasificación; Una tubería subacuática (en mar) y subterránea (En tierra), para transportar el GN de la unidad flotante de regasificación y almacenamiento hacia la Central Térmica.

4.4.1.2 Central Térmica de Ciclo Combinado

La Central Térmica de 378 MW de potencia operará con gas natural como combustible y constará de:

- 19 motores de combustión interna Wärtsilä 18V50SGcon una capacidad de 18.3 MW cada uno, para generación de un total de 348 MW;
- Un ciclo combinado de vapor que utilizará los gases de escape de los motores para producir vapor que se utilizará en una turbina de vapor de 30.0 MW; y
- Subestación eléctrica.

4.4.1.3 Entrega de la Energía

Para interconectar el proyecto a la red eléctrica nacional se requerirá de la construcción de una línea de transmisión de alto voltaje de 230 kV. Esta línea de transmisión está siendo desarrollada en otro proceso de evaluación.

4.4.2 Etapas del Proyecto

El proyecto comprende las siguientes etapas:

1. Preparación de sitio, la construcción sí, pruebas para puesta en marcha;
2. Funcionamiento, donde se generará la energía a partir del gas natural; y
3. Cierre, se describe la etapa de cierre, aunque la Central Térmica y Terminal Marítima con el adecuado mantenimiento puede operar más de los 20 años que cubre el contrato firmado.

4.4.3 Alcance de la Central Térmica

La capacidad bruta de la Central Térmica en condiciones ambientales de diseño se detalla:

- Potencia activa eléctrica (grupos electrógenos de motor): 356 MW;
- Potencia activa eléctrica (turbina de vapor): 30 MW; y
- Total de potencia eléctrica activa: 386 MW.

El consumo interno de la Central Térmica es de 8,501 kW, el cual es necesario para el funcionamiento de los equipos propios que hagan operar la planta. La capacidad neta de la Central Térmica en condiciones ambientales de diseño se detalla:

- Potencia neta será de: 378 MW; y
- Tasa de conversión de calor (Heat Rate): 7800 BTU/kWh (Contenido calorífico superior).

La Central Térmica está diseñada para operar en ciclo combinado óptimamente, pero podrá operar en ciclo abierto en caso que la turbina de vapor este en mantenimiento. El ciclo combinado incluye el ciclo simple (combustión del combustible en el motor) y un segundo ciclo que es el uso de los gases calientes de escape del motor para producir vapor el cual impulsa a una turbina de vapor. Si la Central Térmica operara en ciclo simple, el consumo específico de la misma (o de cada motor) es de 8,256 Btu/kWh HHV,

mientras que operando en ciclo combinado el consumo especifico de la planta (o de cada motor) es de 7,800 Btu/kWh HHV. Para que opere el ciclo combinado es necesario que estén operando al menos cuatro motores.

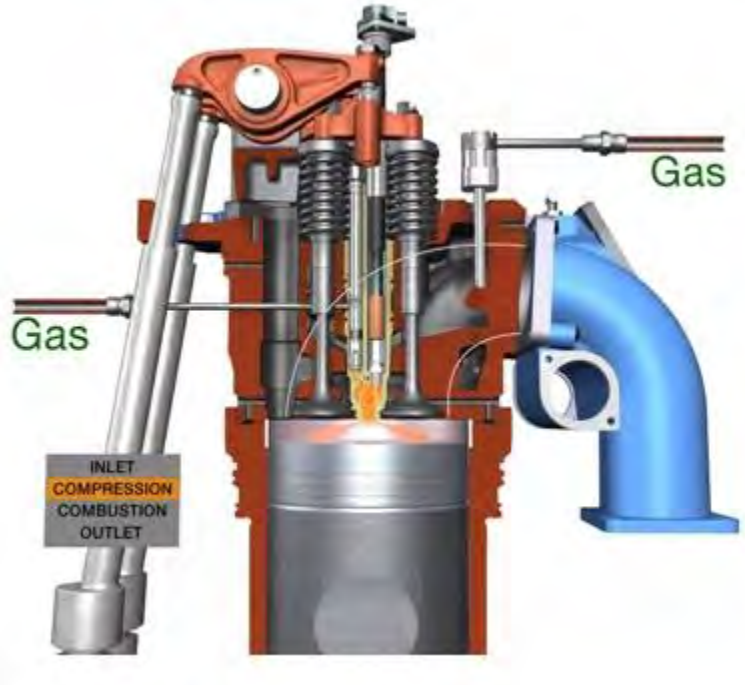
El consumo estimado de GNL para la Central Térmica está entre 70,000 m^3 y 100,000 m^3 por mes, lo que significa que teniendo en cuenta el tamaño de buques metaneros que se menciona en el apartado 4.8.4, se espera tener unas 8 entregas de GNL por año, como mínimo. Si se lograse vender gas natural a otras empresas, se tendría la capacidad de entrega hasta tres veces el consumo de la Central Térmica, pudiendo llegar a hasta 32 entregas al año, lo cual sería la capacidad total de la Terminal Marítima a construir.

4.4.4 Tipo de Sistema de Conversión de Energía

Los motores operan con el ciclo de combustión “Otto”, con gas de baja presión. En este proceso, el gas se mezcla con aire antes de las válvulas de entrada. Durante el periodo de ingreso, el gas también se alimenta en una pequeña precámara, donde la mezcla de gas es rica en aire en comparación con el gas en el cilindro. Al final de la fase de compresión la mezcla de gas / aire en la precámara es encendida por una bujía (Figura 4.5). Las llamas de la boquilla de la precámara encienden la mezcla de gas / aire en todo el cilindro. Después de la fase de trabajo del cilindro se vacía de los gases de escape y el proceso comienza de nuevo. El balance de energía y masa de la Central Térmica se presenta en la Sección 4.8.1 y se muestra en Figura 4.13.

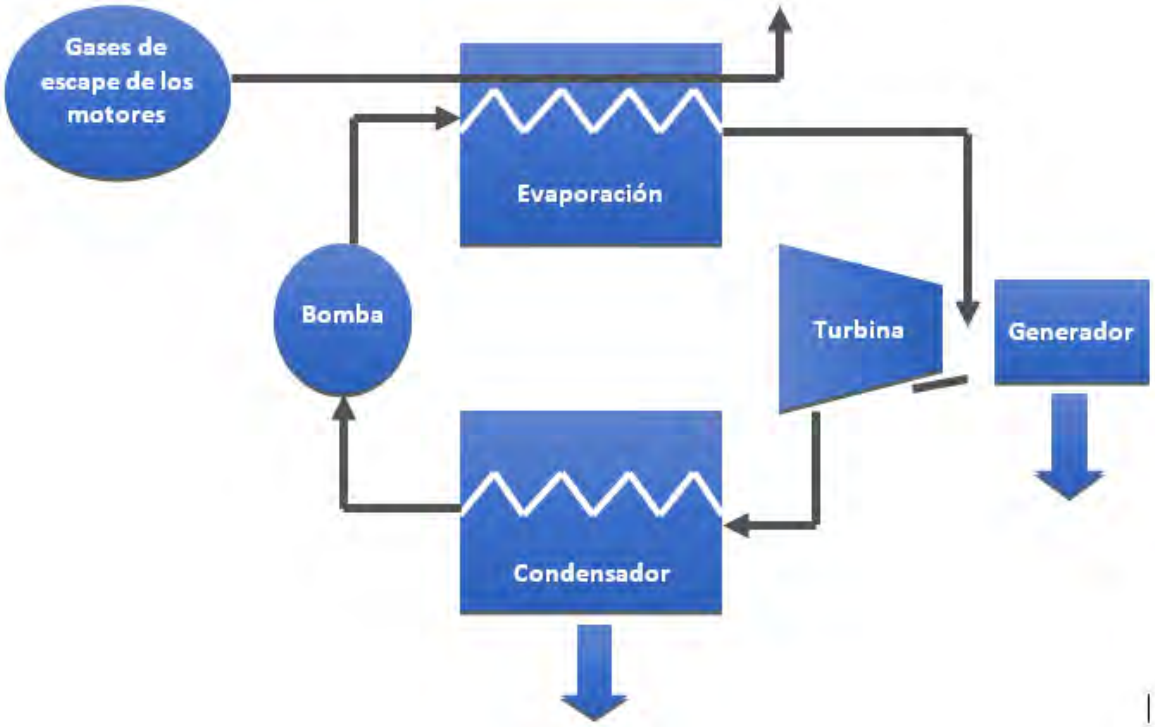
Y el convencional de agua/turbina de vapor (ciclo Rankine), para el ciclo combinado, que se muestra en la Figura 4.6. La configuración de la Central Térmica permitirá al proyecto tener una eficiencia neta del 49.4%.

Figura 4.5 – Fase de Compresión de Ciclo de Combustión



Fuente: Wärtsilä 2014

Figura 4.6 – Diagrama de Operación del Ciclo Combinado



Fuente: Elaboración propia ECO- DILLON

4.4.5 Descripción de Instalaciones e Infraestructura

El proyecto estará ubicado en las instalaciones del Puerto de Acajutla, en los terrenos propiedad de CEPA, como ya se mencionó. A continuación, se presentan los principales componentes del proyecto con sus respectivas áreas. En el Apéndice 4C, se presentan a detalle cada una de las áreas a ser ocupadas por el Proyecto (ver Tabla 4.3, Tabla 4.4 y Tabla 4.5).

Tabla 4.3 – Áreas a Ser Ocupadas Por El Proyecto en el terreno de la Central Térmica y Subestación

Descripción	Área (m^2)	Porcentaje
Subestación eléctrica	23,254.27	18%
Edificio principal	21,019.53	17%
Estanque de retención	1,252.48	1%
Estacionamiento	702.39	1%
Estructuras varias	1,819.26	1%
Calles	5,700.26	5%
Área de 4 pozos	314.60	0%
Área de uso futuro	49,337.03	39%
Área verde	23,031.27	18%
Área total	126,431.09	100%

Tabla 4.4 – Áreas a Ser Ocupadas por el Proyecto Fuera del Terreno Arrendado para la Central Térmica y Subestación

Descripción	Área (m^2)	Porcentaje
Terreno para tubería de GNL del muelle a la Central Térmica	15,976.68	28%
Terreno para acopio durante la construcción y paso de tubería	40,876.53	72%
Total, áreas complementarias	56,853.21	100%

Fuente: Elaboración propia Eco Ingenieros/Dillon

Tabla 4.5 – Áreas a ser Ocupadas Sobre el Mar

Descripción	Área (m^2)	Porcentaje
Cofre o ataguía conteniendo el FRSU	15,660.00	34%
Unidad de almacenamiento flotante	17,147.73	37%
Tubería bajo lecho marino	13,000.00	28%
Total de áreas sobre el océano	45,807.73	100.00%

Fuente: Elaboración propia Eco Ingenieros/Dillon

En la Figura 4.7 se presenta un esquema de la distribución de los distintos elementos de la Central Térmica dentro del terreno.

La Terminal Marítima de GNL y la Central Térmica consideran las siguientes áreas:

1. Terminal Marítima

La Terminal Marítima consistirá en una zona a dragar, tubería subterránea y un rompeolas o ataguía, llamado también "Cofre" de doble pared diseñado para soportar plataformas de carga y proteger y rodear la barcaza FRSU. La Terminal Marítima incluye:

Embarcaciones:

- Un FSU (unidad flotante de almacenamiento), buque atracado de forma semipermanente al rompeolas.
- Un FSRU (Unidad de Regasificación y Almacenamiento flotante), buque que estará atracado de forma permanente protegido por el rompeolas.

Infraestructura:

- El rompeolas, incluyendo las paredes de células circulares o cajones, y el área interior donde se ubicará el FRSU.
- Sistema estructural de postes de amarre, que se ubicarán fuera del rompeolas. Se instalarán sobre postes o sobre estructuras celulares circulares. Para la evaluación ambiental se asumirá la instalación sobre estructuras celulares circulares, que es la que pudiese presentar los mayores impactos ambientales.
- Una tubería subterránea de aproximadamente 1,300m con una zona de servidumbre de ancho de alrededor de 20m, el ancho final dependerá del alineamiento final. La servidumbre está definida para mantenimiento de la misma servidumbre y para definir una zona de exclusión de construcciones alrededor de la misma. Para efecto de evaluar los impactos ambientales se ha definido un ancho de 40m donde podría estar ubicada la tubería.

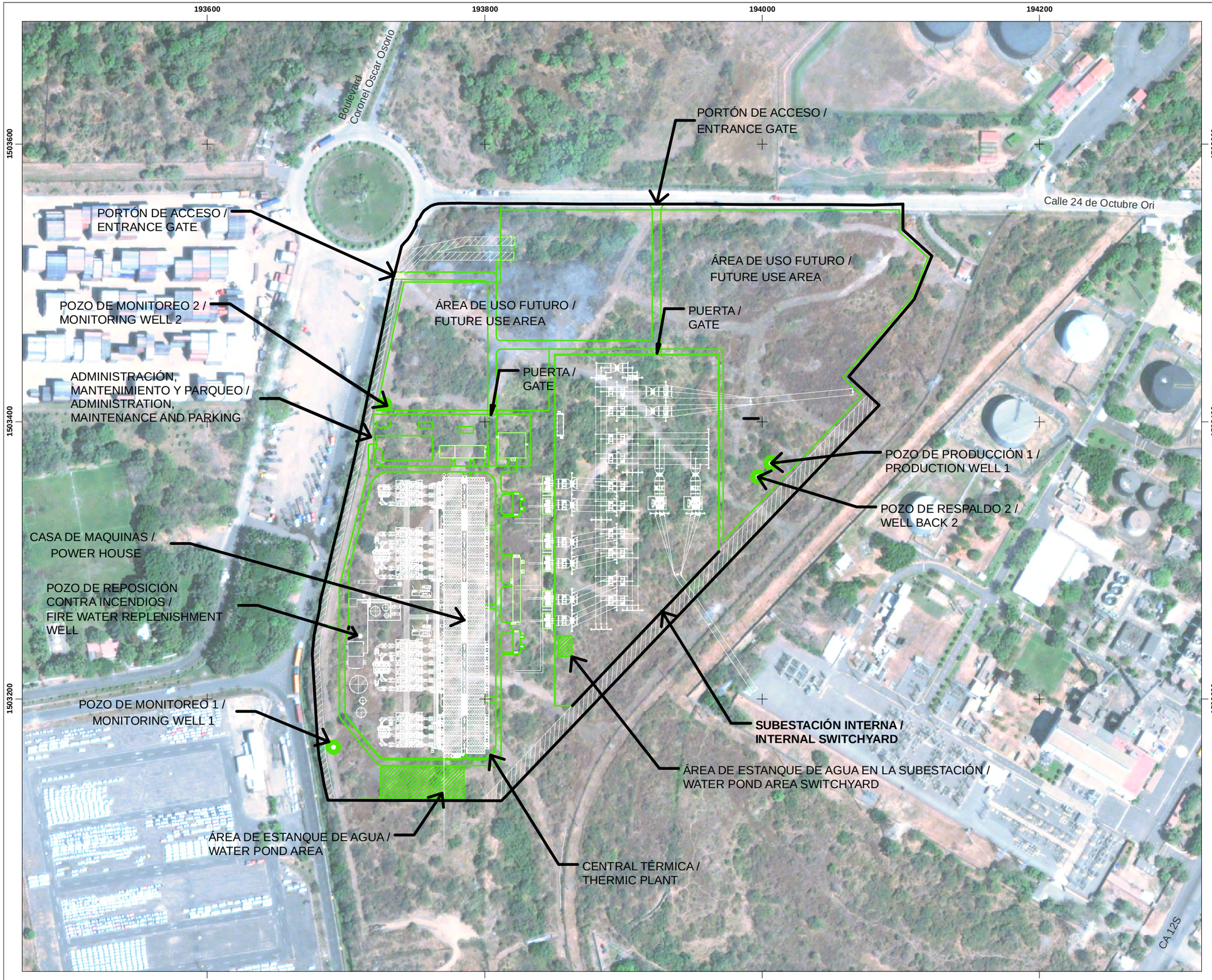
La ubicación exacta y el tamaño de los elementos del proyecto pudiesen variar durante la ejecución del diseño detallado. Se ha establecido en el Apéndice 4D los límites del área donde pudiesen ubicarse las estructuras. La zona de la Terminal Marítima incluye el espacio para la instalación de un muelle tipo caballete a para la construcción, que se detalla en apartado 4.6.5.

Se realizará remoción de suelo inadecuado (dragado) durante la construcción del rompeolas, previo a la construcción de las células circulares o cajones. Dragado adicional en el sitio de ubicación del FSU o del buque carguero podría ser necesario para facilitar el movimiento de los buques.

2. Central Térmica

La Central Térmica constará de los siguientes componentes:

a. Edificio de casa de máquinas: donde se ubicarán las unidades: motor - generador: La Central Térmica utilizará 19 unidades MOTOR-GENERADOR Wärtsilä 18V50SG, que operan a gas natural de media velocidad;



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

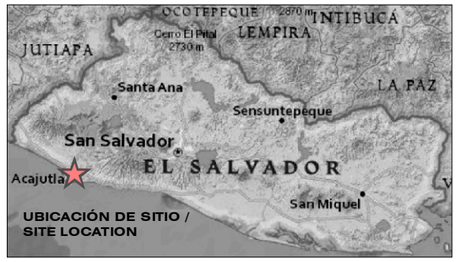
LNG TO POWER PROJECT

ELEMENTOS DEL PROYECTO / PROJECT ELEMENTS

FIGURA 4.7 / FIGURE 4.7

ELEMENTOS DEL PROYECTO / PROJECT ELEMENTS

SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE



0 25 50 100 m

1:2,700

N W E S

FUENTE / REFERENCE
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN / WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\4-7 - Project Elements.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/5/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

b. Calderas de recuperación de calor: una para cada unidad motor-generador, son calderas que aprovechan el calor de los gases de escape;
c. Sistema de manejo de gases de escape: con dos módulos de seis chimeneas agrupadas y un módulo de cuatro chimeneas y uno de tres chimeneas. Las chimeneas se agrupan con el objetivo de mejorar la dispersión de gases de escape;
d. 1 Turbina de vapor: para aprovechar los gases de escape, turbina de vapor de 30 MW de capacidad; y
e. Sistema de enfriamiento: para el enfriamiento de la turbina de vapor y de los motores; Se tendrá un sistema de radiadores montados sobre el techo de la casa de máquinas.

3. Subestación
   a. Subestación eléctrica: para transformar la energía que será entregada a la empresa transmisora.

4. Áreas de apoyo:
   a. Sistema de abastecimiento agua: tratamiento de agua para las calderas y otros procesos y almacenamiento de la misma, pozo, bombas;
   b. Casetas. Para control del acceso a la Central Térmica;
   c. Cafetería, servicios sanitarios y vestidores para los empleados;
   d. Administración. Para la administración de todas las operaciones en la Terminal Marítima y Central Térmica, incluye el cuarto de control de operaciones, donde se monitorean todas las actividades;
   e. Estacionamientos: para los administrativos y técnicos especialistas de la Central Térmica, además de visitantes;
   f. Mantenimiento, que incluye bodega, taller de mantenimiento y zona de almacenamiento al aire libre y almacén general. Cuenta con parqueo independiente para camiones descargando equipo;
   g. Tanque de agua de proceso y del sistema contra incendios, de 15 m de diámetro, con capacidad para 1,500 m^3 y casa para bombas del sistema contra incendios. Se ha dimensionado para 2 horas tomando en cuenta el peor de los incendios posibles de acuerdo a normas internacionales;
   h. Zonas verdes; y
   i. Áreas de circulación.

El perímetro del terreno tendrá un muro y dispondrá de tres puertas de entrada. También el área de subestación estará cercada por separado con una puerta de entrada. El muro será de 2.5 a 3 m de altura, con tres filas de alambre tipo razor en la parte superior.

4.4.6 Régimen de Operación de la Central Térmica

La Central Térmica podrá operar a carga completa y tiempo completa, siete días al año por veinte y cuatro horas, para un período de 20 años, pero también podrá operar a carga parcial. El análisis en el presente estudio está hecho con base a producción total, pero se han tomado en cuenta efectos de producción parcial cuando fuere necesario

4.4.7 Programa General del Proyecto

En la siguiente página Tabla 4.6 se presenta el programa resumido en las tareas principales del proyecto.

Tabla 4.6 – Programa de Trabajo

ACTIVIDAD	2016		2017												2018												2019												2020				
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
Obras Marinas (Cofferdam)			-2	-1	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29								
Cofferdam listo para recibir FSRU																																											
Ingeniería de aprovisionamiento y				-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
FSRU entregado																																											
Renovación FSU									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27								
FSU entregado																																											
Disponibilidad de gas																																											
Construcción de la central térmica		-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Construcción línea de transmisión								-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24								
Retroalimentación eléctrica																																											
Fecha de Operación Comercial																																											

Fuente EDP 2016

4.4.8 Normas Técnicas Consideradas en el Diseño

Como regla general, se aplicarán las normas salvadoreñas cuando existan y normas europeas y/o americanas, la que sea más estricta. Las normas a aplicar son:
El Salvador las leyes y regulaciones locales;
Requerimientos de diseño y especificaciones de construcción; y
Los códigos y normas que se detallan adelante.

Es esencial para las instalaciones mantener un alto nivel de disponibilidad con el fin proporcionar un suministro constante de gas y la industria del gas natural ha desarrollado estándares para cumplir con los requisitos de seguridad y fiabilidad.

4.4.8.1 Códigos y Estándares Aplicables a la Central Térmica

Los sistemas, equipos y otros serán diseñados, producidos, construidos e instalados de acuerdo con los estándares que se detallan (ver Tabla 4.7):

Tabla 4.7 – Códigos y Estándares Aplicables a la Central Térmica

Descripción	Código
Sistemas Mecánicos	
Prueba de motores	ISO 15550 excepto para el cálculo del consumo de combustible, que se basa en la experiencia de Wärtsilä de este tipo de motor.
Vibraciones	ISO 8528 parte 9
Diseño	EN 12100
Cálculos de diseño de tubería	EN 13480
Soldadura	EN 1011
Escaleras y plataformas	ISO
Estándares dimensionales para materiales de instalación (tuberías, vigas, etc.)	DIN, ISO, SFS y EN
Tanques Verticales	API 650 o EN 14015
Tanques horizontales	EN 12285
Normas materiales típicos	DIN, SFS y EN
Recipientes a presión	PED 97/23/EC o ASME
El sistema de gas	EN normas
Tuberías	EN13480 1-5
Zonas peligrosas	EN 60079
Componentes eléctricos dentro de las áreas peligrosas	EN60079-14
Sistemas Eléctricos	
Generador	IEC 60034 y marcado conforme a NEMA MG 1.
Transformador, tipo de aceite	IEC 60076
Transformador, tipo seco	IEC 60726

Tabla 4.7 – Códigos y Estándares Aplicables a la Central Térmica	
Descripción	**Código**
MV switchgear (Media Tensión)	IEC 62271-200 o IEC 62271
LV switchgear (Baja Tensión)	IEC 60439-1
Protección de caja	IEC 60529
Hardware de estación de trabajo	IEC 60950
Software de estación de trabajo	Partes aplicables de VDE 3699
Red de puesta a tierra	IEEE 80
Paneles de control	IEC 60439-1
PLC software	IEC 61131-3
Instalación de iluminación	IEC 60589
Detección de incendios	EN 54
Protección de las estructuras contra rayos	IEC 1024
Obras y Estructuras Civiles	
Carga del viento	UBC 1997
Diseño geotécnico	EN 1997. Eurocode 7
Estructuras de hormigón armado	SFS-EN 1992-1-1. Eurocode 2
Estructuras de acero	SFS-EN 1993-1-1…4. Eurocode 3
Pernos de anclaje embebidos	EC3 SFS-EN 1993-1-1, EC2 SFS-EN 1992-1-1
Paneles auto portantes metálicos de doble capa	EN 14509
Dimensiones de carretera (diseño estructural de acuerdo a AASHTO, procedimiento para bajo volumen de tráfico	AASHTO 2001. Vehículo WB-15M
Trabajos y estructuras enterradas	estándar ASTM Aplicable
Instalación de edificios prefabricados	Norma europea y estándar ISO
Ventilación y Aire Acondicionado	ASHRAE 62.1-2004 ASHRAE 55-2004
Tuberías de Alcantarillado	para tuberías de Polipropileno SFS-EN1451-1 o equivalente local Estándar Polivinilo cloruro SFS-EN1401 o equivalente local
Tuberías de agua	Estándar de Polietileno SFS-EN12201 o equivalente local
Clasificación y diseño de grúa	FEM
Las zonas de tanques de almacenamiento)	NFPA 30
Pintura de estructuras de acero	EN ISO 12944
Galvanización	EN ISO 1461
Escaleras y plataformas	EN ISO 14122. Escaleras fijas y plataformas
Rutas de evacuación	NFPA 101 es tomada en consideración, para salidas de emergencias por incendio o emergencias similares.
Medición del ruido	ISO 1996, Descripción acústica, medición y estimación de ruido ambiental, Parte 1-3

Explicación de abreviaciones:

DIN:	German Standard (Deutsche Institute für Normung) – Estándar Alemán, Instituto Alemán para normativas
EN:	European Standard (Norma Europea)
ISO:	The International Organization for Standardization (La Organización Internacional de Normalización)
SFS:	Finnish Estándar Association (Asociación de Estándares de Finlandia)
API:	American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo)
ASME:	American Society Of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
PED:	Pressure Equipment Directive (Directiva de equipos a presión)
IEC:	International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)
EN:	European Standard (Norma Europea)
VDE:	The Association for Electrical, Electronic & Information Technologies (La Asociación para Eléctrica, Electrónica y Tecnologías de la Información)
ASHRAE:	American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado Ingenieros)
ASTM:	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
AASHTO:	American Association of State Highway Transportation Official (Asociación Americana de transporte en carreteras interestatal Oficial)
ECCS:	European Convention for Constructional Steelwork (Convención Europea para la Construcción Metálica)
EN:	European Standard (Norma europea)
ENV:	European Pre-standard (Pre- estándar europeo)
FEM:	European Federation of Materials Handling and Storage Equipment (Federación Europea de Manejo de Materiales y equipos de almacenamiento)
NFPA:	National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra Incendios)
ISO:	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
SFS:	Finnish Estándar Association (Asociación de Estándares de Finlandia)
AISI:	American Iron and Steel Institute (Instituto del Hierro y el Acero)
UBC:	Uniform Building Code (Código uniforme de construcción)

4.4.8.2 Códigos y Estándares Aplicables a la Terminal Marítima de GNL

Para la Terminal Marítima los siguientes códigos y estándares serán aplicados.

4.4.8.3 Códigos Regionales

- Código Modelo de Construcción para Cargas de Viento - Asociación de Estados del Caribe (mayo de 2003)

- Código Modelo de Construcción de terremotos - Asociación de Estados del Caribe (mayo de 2003)

4.4.8.4 Códigos Internacionales y Estándares

Normas de diseño y material estructural:

- American Concrete Institute (ACI)
  - ACI 318-14 - Requisitos del Código de Construcción para Concreto Estructural y comentario de 2014.
- American Institute of Steel Construction (AISC)
  - AISC 360-10 - Especificación para edificios de acero estructural de 2010.
- Sociedad americana para pruebas y materiales internacional (ASTM)
  - ASTM A36 / A36M-14 - Especificación estándar para acero al carbono estructural de 2014
  - ASTM A307-14 - Especificación estándar para acero al carbono pernos, espárragos y varilla roscada 60.000 psi resistencia a la tracción, 2014.
  - ASTM A325-14 - Especificación estándar para pernos estructurales, de acero, con tratamiento térmico, resistencia a la tracción mínimo 120/105 ksi, 2014.
  - ASTM A500 / A500M-13 - Especificación estándar para formado en frío y soldadura de carbono sin costura para tubos de acero estructural en las círculos y formas, 2013.
  - ASTM A501-14 - Especificación Estándar para formado en caliente, soldados y sin costura de tubería estructural de acero al carbono, 2014.
  - ASTM A572 / A572M-15 - Especificación estándar para acero estructural de baja aleación de columbium- vanadio de alta resistencia, 2015.
  - ASTM F1554-15e1 - Especificación estándar para pernos de anclaje, de acero, 36, 55, y 105 ksi de límite de elasticidad de 2015.
- Código Internacional de Construcción de 2010
- Steel Structures Painting Council (SSPC)
  - SSPC Manual de pintura, Volumen 1, Buenas Prácticas de pintura, 4ª Edición de 2011.
  - SSPC Manual de pintura, Volumen 2, Sistemas y especificaciones de 2015.
  - SSPC SP 10 - limpieza a chorro blanco de 2006.
  - SSPC SP COM - Comentario preparación de superficie de sustratos metálicos, 2015.

Diseño de la estructura marina:

- Asociación Americana del Petróleo (API)
  - RP 2A-WSD: planificación, diseño y construcción de plataformas marinas fijas- diseño con tensión de trabajo de 2014.
  - SPEC 2B: Especificación para la fabricación de tubo acero estructural de 2001.
  - SPEC 5L: Especificación para Tubos de 2012.
- Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE)
  - ASCE 61-14, "diseño sísmico de los embarcaderos y muelles", de 2014.

- ASCE / SEI 7-10, "Cargas de Diseño Mínimas para Edificios y otras construcciones", de 2010.
- "Amarre de los buques a los embarcaderos y muelles", Manual de buenas prácticas de ingeniería, N° 129.

- British Standards Institution (BSI)
  - BS 6349-1-1, "Código de prácticas para la planificación y diseño de operaciones" de 2013.
  - BS 6349-2, "Código de prácticas para el diseño de muros Quay, embarcaderos y los delfines de amarre", 2010 (notificación reafirmación 2015).
  - BS 6349-4, "Código de Prácticas para el diseño de sistemas de amarre y defensas" de 2014.
- Tierras del Estado de California Comisión (CSLC)
  - Mantenimiento y standard de ingeniería para terminales marinos (MOTEMS, California Código de Construcción Capítulo 31F 2013), 2013.
- Canadian Standards Association (CSA)
  - EXP276.1-2015, "Requisitos de diseño para estructuras marinas asociadas con Instalaciones de GNL (DRMS), 2015.
- Foro Marítimo Internacional de Empresas de Aceite (OCIMF)
  - Guía para protección contra Incendios y evacuación de emergencia de terminales marinas de 1987.
  - Guía de equipo de amarre (MEG3), 2008.
  - Predicción de viento y cargas de corrientes para grandes buques petroleros (VLCCs), 1994.
  - Guía de seguridad para terminales maneando buques que transporten gases licuados a granel, 1993.
  - Especificación de diseño y construcción de brazos de carga marino 1999.
- Asociación de Congresos de Navegación Permanente Internacional(PIANC)
  - Directrices de diseño sísmico para estructuras portuarias, 2002
  - Guía para el diseño de sistemas de defensa marina (Fender systems), 2002
- Sociedad de operadores de terminales y tanqueros de gas internacional (SIGTTO)
  - IP 14: Selección del sitio y diseño de puertos y muelles de gas natural licuado, 1997
  - IP 15: Lista de directrices de diseño para terminales de gas licuado de 1997
  - Predicción de Cargas de viento sobre grandes cargueros de gas licuado, 2007
- Cuerpo de Ingenieros del Ejército (USACE)
  - EM 1110-2-2503: Diseño de las estructuras celulares de tablestacas, ataguías, y Las estructuras de contención, 1989
- Acero de Estados Unidos (USS)
  - Manual de diseño de láminas de acero, de julio de 1984. Actualizado y reimpreso por el Departamento de Transporte / FHWA EE.UU. con permiso.

Navegación marina

- Asociación Internacional de Autoridades de Faros (IALA)
  - Ayudas a la Guía de Navegación (NAVGUIDE), 4ª edición, 2014
  - 1023: El diseño de líneas principales de 2005

  - E-112-1: Recomendaciones para las luces de guía de 2005
  - E-200-2: Señales Luminosas Marítimas - Cálculo, definición y notación de rango luminoso de 2008
  - la Guía Nº 1008, control remoto y monitoreo de ayudas a la navegación de 2009.
  - Folleto sobre el sistema de boyas marítimas.
- Asociación de Congresos de Navegación (PIANC) Permanente Internacional
  - Criterios para los movimientos de los buques amarrados en puertos, 1995
  - AIPCN Informe N ° 121 - 2014, Directrices para diseño de canales de aproximación a la costa, 2014
  - Los grandes buques tanque y su recepción (datos-canales-atraco), (Suplemento al Boletín No. 16), 1973
  - PTC2 WG04: Las mercancías peligrosas en los puertos: recomendaciones para puertos: 1985, diseñadores y operadores portuarios, (Suplemento al Boletín Nº 49) de 1985
  - PTC2 WG05: espacio para la quilla para grandes buques marítimos en canales con parte inferior dura (Suplemento al Boletín N ° 51), 1985
  - PTCII-30 Canales de acceso - guía para el Diseño, (Suplemento al Boletín No. 95), 1997
  - AIPCN Informe Nº 116-2012, "Aspectos de seguridad que afectan a las operaciones en el atraque de Camiones cisterna a los terminales de petróleo y gas ", 2012
  - Marcom 55: Aspectos seguridad de las operaciones de atraque de los buques petroleros y de gas (Borrador)
- Compañía de Gas Tanker Internacional y Operadores de Terminales (SIGTTO)
  - Principios de manejo de gas Licuado en los buques y en las terminales, (Edición 3), 1999
- Cuerpo de Ingenieros del Ejército (USACE)
  - EM 1110-2-1613: Diseño hidráulico de proyectos de navegación de gran calado de 2006

Seguridad

- Organización Marítima Internacional (OMI)
- Código Internacional de Seguridad de Buques e Instalaciones Portuarias (Código PBIP)
- Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS)

Corrosión

- Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión (NACE)
  - SP0176-2007 (anteriormente RP0176), control de la corrosión de las zonas sumergidas de las estructuras de acero en mar instalados de forma permanente asociados con la producción de petróleo de 2007

GNL y gas natural

- Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA)
  - T59A: Estándar para la producción, almacenamiento y manejo de gas natural licuado (GNL); Criterios de rendimiento sísmicos, 2016

- Sociedad de operadores de buques tanqueros y terminales internacionales (SIGTTO)
  - Principios de manejo de gas licuado en los buques y en las terminales, (Edición 3)
  - IP 14: Selección del sitio y diseño de puertos y muelles de gas natural licuado
  - IP 15: Listado de Guías de diseño de terminales de gas licuado
  - IP 16: Interfaz nave / costa - Prácticas de trabajo seguras para GLP y gas licuado - Las cargas químicas de gas
  - Guía para la transferencia de barco a barco de petróleo, productos químicos y gases licuados (1ª edición) publicado por el CDI, ICS, OCIMF, SIGTTO de 2013

Costera

- Cuerpo de Ingenieros del Ejército (USACE)
  - Manual de Ingeniería de Costas de 2002
- Instituto de Desarrollo de la Zona Costera de Ultramar del Japón
  - Norma Técnica para puerto e instalaciones costeras en Japón de 2009

Iluminación de Emplazamientos y Eléctrica, Instrumentación y Controles

- Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) – si es aplicable
- Directiva atmósferas explosivas (ATEX) - según sea el caso
- Factory Mutual (FM)
- Underwriters Laboratories de EE.UU. (UL)
- American National Standards Institute (ANSI)
- Sociedad Americana de Pruebas y Materiales Internacionales (ASTM)
- Instituto Americano del Petróleo (API)
  - API RP 2003, Protección contra igniciones causadas por estática, relámpagos y corrientes dispersas, 2015,
  - API RP 500, práctica recomendada para la clasificación de las zonas de Electrotécnica Instalación en instalaciones petroleras clasificadas como Clase I, División 1 y División 2, 2012
  - API RP 505, Práctica recomendada para la clasificación de emplazamientos eléctricos en las instalaciones de petróleo clasificadas como Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2, 1997 (reafirmación 2013)
- Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA)
  - NFPA-30, Código de combustibles líquidos e inflamables, 2014
  - NFPA 307, Norma para la construcción y la protección de incendio en terminales marítimos, espigones y muelles.
  - NFPA-497, Práctica Recomendada para la Clasificación de líquidos inflamables, gases o vapores y de áreas peligrosas (clasificadas) para Instalaciones Eléctricas en Áreas de proceso químicos, 2012
- Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA)
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)
- Iluminación Ingenieros Sociedad (IES)
- Sociedad de Instrumentación de América (ISA)

Gasoducto en tierra

- Departamento de Transporte (DOT)
  - Requisitos para la seguridad de tuberías, Parte 191 y 192, estándares federales de seguridad mínimo, Título 49, Código de Regulaciones Federales de Seguridad de Tuberías, EE.UU. 2007, hace referencia en la DSE- 280/2009.
  - Sistemas de tuberías de transmisión y distribución de gas B31.8-2007, se hace referencia en el DSE- 280/2009

Plataforma Tubería y Gasoducto submarino

- Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)
  - ASME B31.8 Sistemas de tuberías de transmisión y distribución de gas, 2014
  - ASME B16.1 Ajuste de bridas y tuberías con bridas de hierro gris: clases 25, 125, y 250,2015
  - ASME B16.5 Tuberías con bridas y bridas: NPS 1/2 a NPS 24 Mm / in Estándar de 2013
  - ASME B16.9 Forjado de herrajes soldados a tope hechos en fábrica, 2012
  - ASME B16.34 Válvulas - embridado, roscado, y soldadura final, 2013
  - ASME B31.3 Tuberías de proceso
  - ASME Sec. IX Calificaciones para los procesos de soldadora
- Instituto Americano del Petróleo (API)
  - API RP14E Prácticas recomendadas para el diseño e instalación de sistemas de tuberías en plataformas de producción marina de 1991 - Reafirmación 2013
  - API 5L Especificaciones para tuberías de 2012
- American Bureau of Shipping
  - Sistemas de tuberías submarinos, 2014
- Det Norske Veritas (DNV)
  - DNV-OS-F101 Sistemas de tubería submarina, 2013
  - DNV-RP-F102 Revestimiento de juntas de tuberías y reparación de cobertura de tuberías en campo, 2011
  - DNV-RP-F103 Protección catódica de las tuberías submarinas por ánodos galvánicos, 2010
  - DNV-RP-F106 Cobertura y control de corrosión externa de tuberías, aplicados en fábrica, 2011
  - DNV-RP-F109 Estabilidad Diseño de tuberías submarinas al fondo de 2010

4.5 Etapa de Construcción del Proyecto

4.5.1 Etapa de Preparación de Sitio

En la preparación de sitio se realizará la limpieza del terreno, construcción de muro e instalación del plantel de construcción.

4.5.1.1 Limpieza del Terreno

En la siguiente Figura 4.8 se muestra la ubicación de árboles dentro del terreno, en donde se muestran un total de 603 árboles a talar, se puede apreciar así mismo su ubicación y también se detalla en cuadro aparte la cantidad de árboles a talar por especie. La tala de árboles se resume en la siguiente Tabla 4.8:

Tabla 4.8 – Árboles a Talar

Zona	Comunes	Amenazados
Terreno del proyecto	207	0
Terreno de tubería	112	0
Sitio de acopio	284	2
Total de árboles a talar	**603**	**2**

Fuente: Elaboración propia Eco Ingenieros/Dillon

4.5.1.2 Cercado

Se hará el cercado del perímetro de los terrenos destinados para acopio de materiales y recorrido de tubería, para delimitarlo con relación a los terrenos de CEPA y no permitir el acceso de personal extraño a la construcción. El terreno del proyecto ya se encuentra cercado, y el cerco se mantendrá durante la construcción, hasta que se instalen los muros definitivos del terreno.

4.5.1.3 Demolición de Edificaciones y Otras Estructuras

Será necesaria la demolición de estructuras (viviendas, aceras, calles, cercos) en el sitio de acopio del proyecto, terreno que también se dejará para futura ampliación. El material producto de la demolición será acopiado en el lugar y llevado a un sitio autorizado por el MARN para su disposición final.

4.5.1.4 Instalación de Muelle Temporal y Calle de Acceso a Muelle

Para acceder con facilidad a los frentes de trabajo se construirá un muelle de acceso al océano desde el sitio de acopio del proyecto. La instalación del muelle incluye:

- Excavación de tierra, para construcción de calle desde zona de acopio hasta el muelle en sí.
- Construcción de taludes en los costados de la calle.
- Pavimentación de la calle.
- Construcción de fundaciones, pilotes, estructura metálica, concreto armado.
- Instalación de señalización, cableado eléctrico, iluminación, barandales y obras exteriores.

4.5.2 Etapa de Construcción

4.5.2.1 Fabricación de Equipos

Se enviarán a fabricar los equipos que son elaborados en el exterior del país y toman cierto plazo para su fabricación: motores, generadores, calderas, equipos auxiliares, piezas de tanque, bombas, compresores, transformadores, equipos de conmutación, tanques de agua, etc. Estos serán transportados al sitio y armados en el lugar.

4.5.2.2 Obras Físicas

Se realizará la construcción de las edificaciones, pavimentos, tapiales. Las principales tareas son: excavación de fundaciones, armado y colado de fundaciones, armado y colado de pisos de concreto, paredes, losas, techos y acabados.

Se construirán las fundaciones de concreto de los sitios donde se ubican equipos y tanques al aire libre: tanque de agua, tanque de aceite lubricante, compresores, bombas, chimeneas, etc.

Simultáneamente se hará la instalación de la tubería de transporte de GN al interior de la planta. También se pavimentarán las áreas de circulación vehicular y las aceras de circulación peatonal.

4.5.2.3 Construcción de Terminal Marítima de LNG en el Mar

Dragado del área, construcción de rompeolas, postes de amarre, estructuras, e instalación de tubería. Instalación de plataformas, iluminación, etc.

4.5.2.4 Montaje de Equipos

Se realizará el montaje de compresores, equipos auxiliares, sistema contra incendios, etc.

4.5.2.5 Instalaciones Eléctricas

Instalación de la subestación eléctrica y cableado.

4.5.2.6 Construcción de Calles de Circulación (Dentro del Terreno)

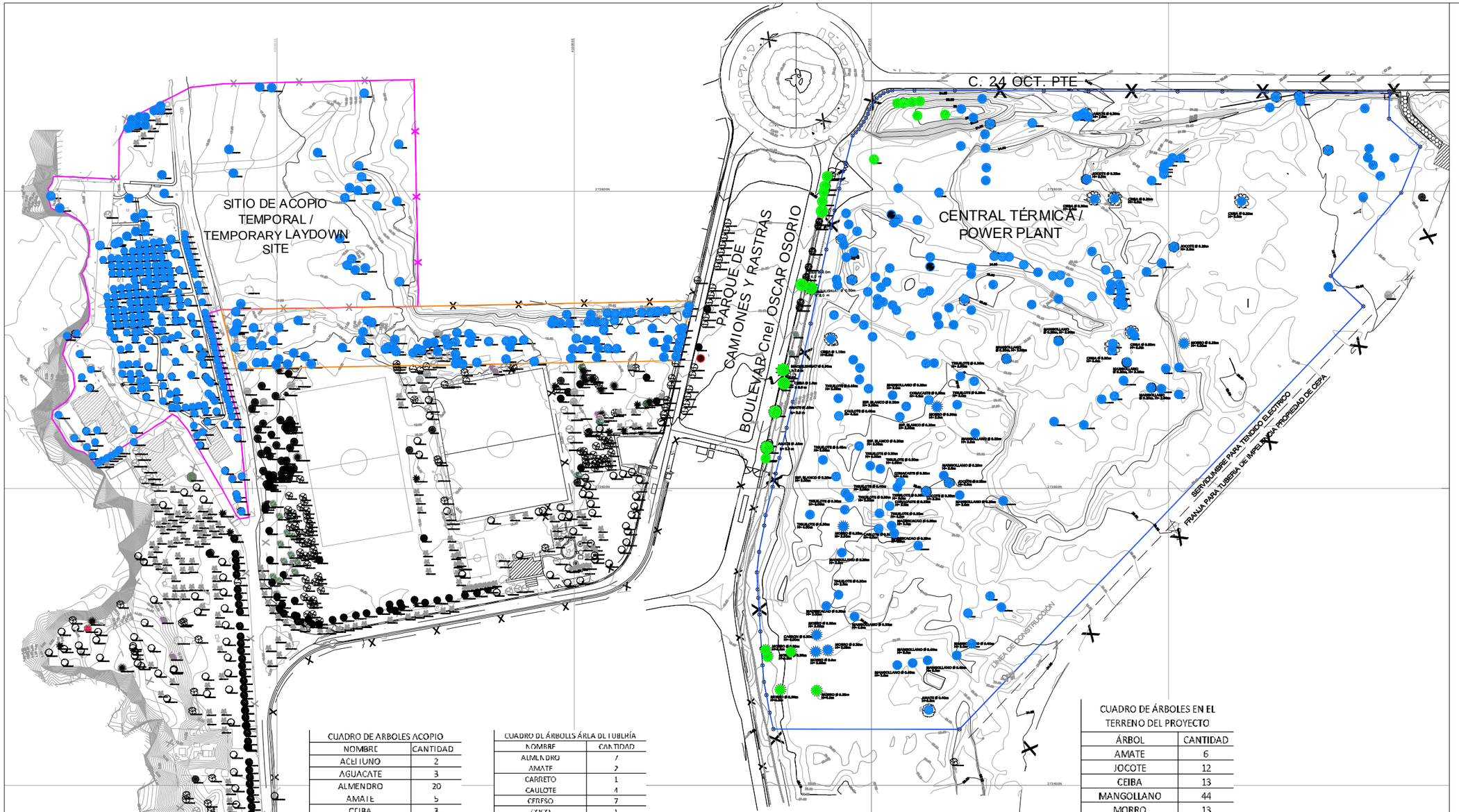
Se construirán las calles internas que darán acceso a la planta y al resto del terreno para uso futuro.

4.5.2.7 Adecuación Zonas Verdes

Se realizará la plantación de árboles y siembra de grama en zonas de jardines, así como plantas ornamentales para el embellecimiento de la planta.

4.5.2.8 Cierre de Construcción

Se levantará el plantel y se realizará limpieza general de las zonas de trabajo.



CUADRO DE ARBOLES ACOPIO	
NOMBRE	CANTIDAD
ACEITUNO	2
AGUACATE	3
ALMENDRO	20
AMATE	5
CEIBA	3
COCO	138
COCO ENANO	3
CONACASTE	1
GUACHIPILIN	1
IZOTE	1
MADRECACACO	16
MAGOYANO	1
MANGO	33
MANGOLLANO	5
MAQUILISHUAT	7
MARAÑÓN	2
MORRO	1
NANCE	1
NANCE INDIO	1
NARANJO	2
PALMERA	31
PALO DE SOPE	1
TAMARINDO	1
TIGUILOTE	4
UCAENA	1
TOTAL DE ÁRBOLES	284

ÁRBOLES A TALAR	281

CUADRO DE ÁRBOLES ÁREA DE TUBERÍA	
NOMBRE	CANTIDAD
ALMENDRO	7
AMATE	2
CARRETO	1
CAULOTE	4
CERREZO	7
COCO	1
CONACASTE	3
JOCOTE	1
MANGO	18
MANGOYANO	21
MAQUILISHUAT	24
MARAÑON	5
MORRO	2
PAPATURRO	1
TIGUILOTE	13
TOTAL DE ÁRBOLES	112

ÁRBOLES A TALAR	112

CUADRO DE ÁRBOLES EN EL TERRENO DEL PROYECTO	
ÁRBOL	CANTIDAD
AMATE	6
JOCOTE	12
CEIBA	13
MANGOLLANO	44
MORRO	13
MAQUILISHUAT	9
TIGUILOTE	29
MADRECACAO	10
GUAYABO	11
ESPINO BLANCO	30
CEREZO	1
CONACASTE	3
CAULOTE	14
CARBÓN	1
CAPULIN	9
CHILAMATE	1
JIOTE	1
TOTAL DE ÁRBOLES EN EL TERRENO	207

TOTAL DE ÁRBOLES A TALAR	183

TOTAL DE ÁRBOLES A CONSERVAR	24

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

UBICACIÓN DE ARBOLES / LOCATION OF TREES

FIGURA 4.8 / FIGURE 4.8

- ÁRBOLES A CONSERVAR / TREES TO CONSERVE
- ÁRBOLES A TALAR / TREES TO CUT
- PERIMETRO DE CENTRAL TÉRMICA / PERIMETER OF POWER PLANT SITE
- PERIMETRO DE LA TUBERÍA / PERIMETER OF THE PIP
- PERIMETRO SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / PERIMETER OF THE TEMPORARY LAYDOWN SITE

0 10 20 30 40 50 mt

N W E S

FUENTE / SOURCE:
ECO INGENIEROS / ECO INGENIEROS

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: ECO INGENIEROS
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: LF
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 4,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 4,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 11/25/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

4.5.3 Movimientos de Tierra

Los movimientos de tierra y/o o actividades de terracería del proyecto, comprenden las excavaciones, cortes, rellenos y eliminación del material excedente, que serán los necesarios para alcanzar los niveles proyectados del terreno en la ejecución de la edificación y sus exteriores; así como dar cabida a los elementos que deban ir enterrados, tales como cimentaciones, tuberías, etc.

El terreno donde se ubica el proyecto es relativamente plano, con pendientes entre el 2% y el 5%, ubicándose entre 22 y 26 msnm. El proyecto busca mantener el terreno plano, nivelarlo, y remover únicamente el material inapropiado para la cimentación, que será estimado de acuerdo a los estudios de suelo a realizar.

Al ser el sitio plano se busca crear una sola terraza. Típicamente las edificaciones se instalarán a un nivel 0.5m por encima del área circundante para facilitar el drenaje.

El material estéril sobrante será enviado al relleno sanitario de Aya Cachapa, como se detalla en apartado sobre desechos y residuos sólidos, adelante en el documento.

De ser requerido material para rellenos, serán traídos al sitio del proyecto de bancos de material que cuenten con su permiso ambiental o si son propios para el proyecto, se tramitará su permiso ambiental posteriormente.

4.5.4 Plantel de Construcción y Sitio de Acopio de Materiales

Por las dimensiones y complejidad del proyecto, se tendrán oficinas y sitios de acopio en:
Dentro del propio terreno; destinado para acopio de equipos y materiales de la planta y,
en un terreno destinado para tubería, arrendado a CEPA, para materiales y equipos de la Terminal Marítima.

Se instalará el plantel de construcción en furgones o de madera y lámina, para la instalación de bodegas, oficinas de supervisión de obra, control de materiales y mano de obra, servicios sanitarios y abastecimiento de agua.

Dentro de la zona de estas zonas se realizará llenado de combustibles de equipos menores: concreteras, pulidoras, minicargadores, etc. así como engrasado de los mismos equipos. Mantenimientos mayores serán realizados fuera de los terrenos del proyecto en sitios autorizados para este fin.

En los dos terrenos se almacenarán materiales peligrosos los cuales se manejarán adecuadamente como se detalla en la medida ambiental 5, capítulo 10 (ver Fotografía 4.6).

Fotografía 4.6 – Imagen que Muestra la Ubicación de Materiales y Equipos Dentro del Plantel de Construcción

Fuente: http://www.indetailmagazine.com/en/issue/1/2013/#!13

Dentro del sitio de acopio de la Terminal Marítima se tendrá una planta de concreto de 30m^3/h para proveer parte del concreto, que no sea traído de fuera del sitio.
El sitio de acopio del proyecto, contará con el espacio y las instalaciones apropiadas para almacenar los equipos, materiales e insumos necesarios para la construcción; estará formado por construcciones provisionales que servirán para: oficinas, bodegas, servicios sanitarios, área para empleados, área de llenado de combustible de equipos, taller para revisión y/o mantenimiento menor de equipos (mantenimientos mayores serán realizados fuera del sitio de acopio, en sitios autorizados para este fin) y cualquier otra instalación que se requiera en la obra para la ejecución de los trabajos.

En la Figura 4.9, se muestra una zonificación general para el sitio de acopio de materiales de la Terminal Marítima, que básicamente comprende: Área de mantenimiento, área de acopio al aire libre, área de oficinas y área de estacionamiento. La zonificación pudiese cambiar a criterio del contratista del proyecto.

Figura 4.9 – Zonificación General del Sitio de Acopio de Materiales de la Terminal Marítima

Fuente: Elaboración propia en base a planos del Proyecto

Las instalaciones del sitio de acopio, contarán con instalaciones de agua potable, servicios sanitarios y energía eléctrica. El área de talleres y depósitos, deberá disponer de sistemas de recolección de desechos sólidos y de drenaje adecuados para conducir las aguas lluvias y evitar la contaminación al suelo y a cursos naturales de agua.

Las áreas destinadas al almacenamiento de materiales granulares, contarán con barreras apropiadas que impidan su arrastre por acción del agua lluvia o del agua de escorrentía.

4.5.5 Instalación de Muelle Temporal

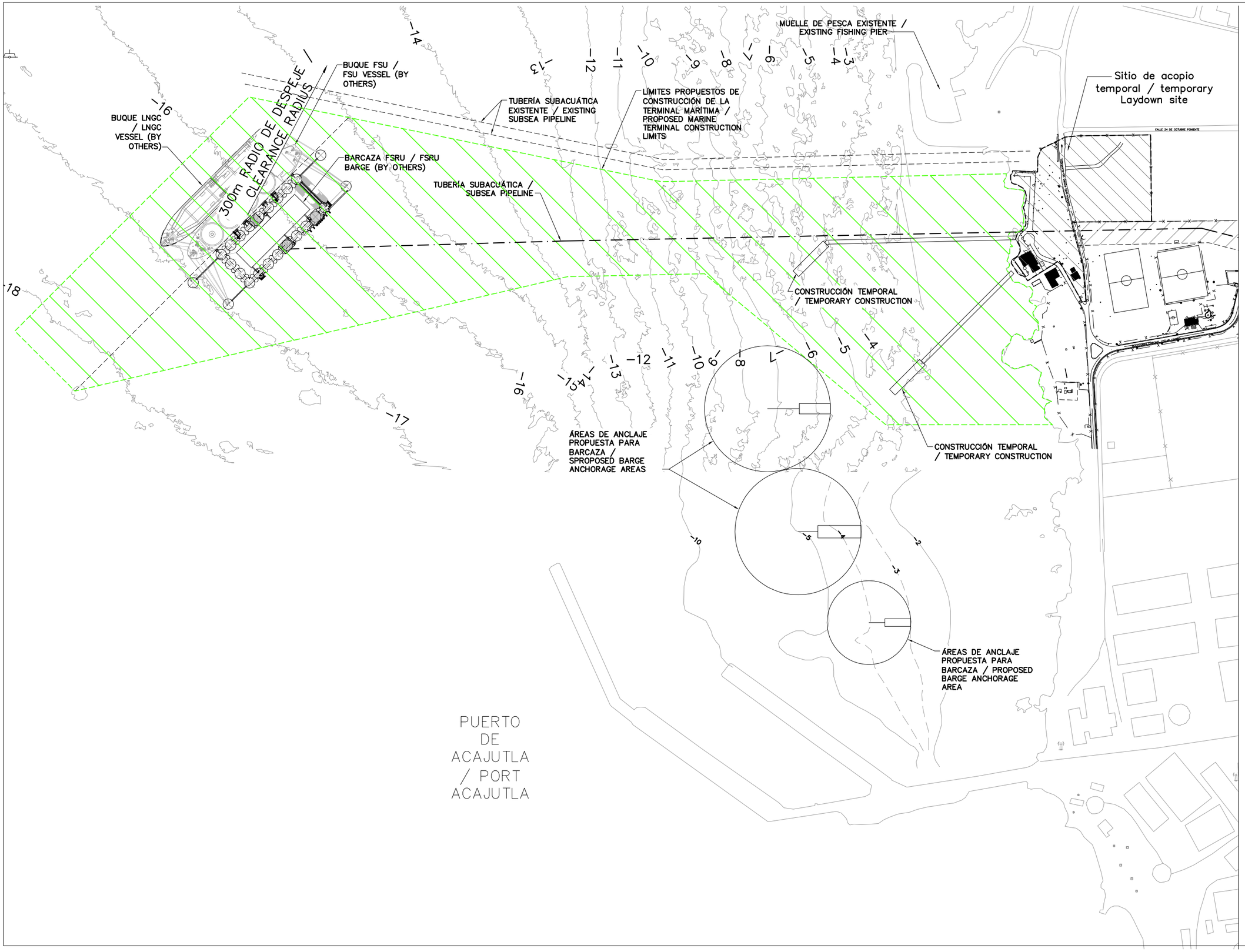
Dentro del terreno del sitio de acopio de la Terminal Marítima se instalará un muelle para facilitar el movimiento de personas, materiales y equipos. Para llegar al sitio del muelle será necesaria la construcción de una rampa.

Se están evaluando dos posibles opciones de ubicación del muelle. Para efectos de la evaluación ambiental se han considerado ambas, en cuanto a sus impactos y medidas, pero al final será construida solamente una de las dos opciones.

En la Figura 4.10, y apéndice 4D se presenta la ubicación de ambas.

En ambos casos el muelle ha sido diseñado con una plataforma de 75m de largo por 5m de ancho, elevada 6m sobre el nivel del mar en su parte final; para llegar a la plataforma se tendrá una rampa de 225m en la opción A, con un 3.56% de pendiente y una rampa de 330m en la opción B, con 2.42% de pendiente.

En total la opción A ocupa un área de 0.2625 Ha con una longitud de 300m sobre el agua y la opción B ocupa 0.34Ha, con 411.5m de longitud.



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

MUELLE TEMPORAL Y ÁREAS MARINAS DE RESTRICCIÓN (CONSTRUCCIÓN) / TEMPORARY JETTY AND MARINE RESTRICTION AREAS (CONSTRUCTION)

FIGURA 4.10 / FIGURE 4.10

LÍMITES PROPUESTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA TERMINAL MARÍTIMA / PROPOSED MARINE TERMINAL CONSTRUCTION LIMITS

0 50 100 150 200m

N W E S

FUENTE / SOURCE:
CEPA / CEPA

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: WARTSILA
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: WARTSILA
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 4,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 4,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/02/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

El caballete de acceso temporal a la construcción que se conecta a la tierra utilizará una reja abierta galvanizada o una cubierta de madera unida a bastidores de acero apoyados sobre pilotes de acero introducidos en el lecho marino (preperforados si la roca está presente cerca de la superficie).

El caballete se alineará con la dirección predominante de las olas para lograr el amarre más favorable para los barcos de tripulación y los buques de apoyo a la construcción. La estructura estará ubicada en aguas de aproximadamente 4m de profundidad durante la marea baja para acomodar de forma segura las barcazas de material cargado y remolcadores. Las luces temporales se utilizarán cuando sea necesario para el trabajo nocturno. La instalación se llevará a cabo utilizando un método de construcción, que avanza desde tierra hacia afuera, utilizando equipo terrestre.

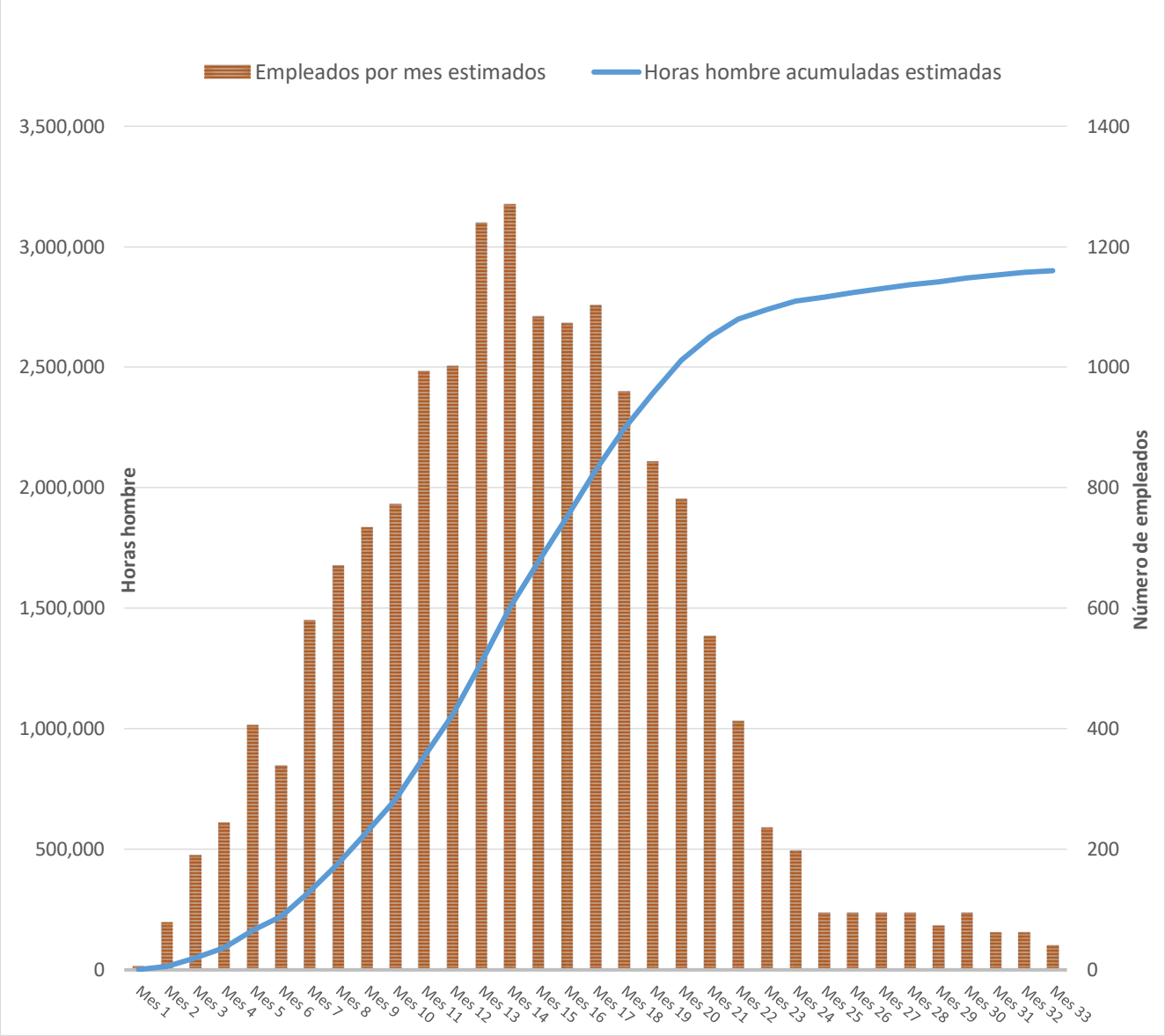
Cuando se complete la construcción de la Terminal Marítima, la deconstrucción del caballete temporal se llevará a cabo, del extremo en el mar hacia afuera. Una grúa terrestre ubicada en la parte superior del caballete operará hacia atrás desde el extremo de la cubierta e irá quitando el caballete y los pilotes, llevándolos de nuevo a la orilla. Se tratará de extraer de las pilas en su totalidad, sin embargo, si no tiene éxito, las pilas pueden ser cortado a nivel del lecho marino. No se llenarán los agujeros de la pila a menos que sea necesario. Cualquier corte que haya sido requerido en la roca para proporcionar acceso al muelle temporal permanecerá después de que la construcción esté completa

4.5.6 Mano de Obra Etapa de Construcción

Para la construcción de la Terminal Marítima se emplearán aproximadamente 140 personas, de las cuales entre 25 y 30 serán trabajadores locales. Habrá un promedio de 60-80 empleados en el proyecto mensualmente. Se tendrán turnos entre 8 y 12 horas, con un turno nocturno para excavación y/o relleno.

Para la construcción de la Central Térmica se tendrán turnos de trabajo de ocho a doce horas cada uno, para completar 44 horas a la semana por persona. En el siguiente gráfico se presenta los empleados estimados para el proceso de construcción, pudiendo llegar hasta 1,200 empleados en el pico de la construcción. Como se muestra en la Figura 4.11.

Figura 4.11 – Estimación de Empleados - Horas-Hombre para la Construcción del Proyecto



Fuente: Presentación Oficial EDP/Wärtsilä, marzo 2014.

4.5.7 Sistema Constructivo y Tecnológico Obras en Tierra

Las edificaciones de la Central Térmica tendrán las siguientes características:

1. Piso de concreto o concreto reforzado, según el peso de los equipos;
2. Estructura metálica de alma llena para el soporte de los edificios;
3. Paredes externas consistentes en paneles tipo sándwich livianos de entre 100 y 200 mm, con caras de acero y centro de lana mineral. En edificios donde no se requiere de aislamiento se utilizarán paredes de acero corrugado de 0.6 mm;
4. Las paredes internas serán también de paneles tipo sándwich livianos, de 100 mm, con paredes de acero y lámina mineral al centro;

5. El soporte de los techos será de lámina de acero corrugado liviana. Se utilizará aislamiento con lana mineral no combustible. Donde sea necesario se instalará una barrera para vapor. El techo será de hojas de acero corrugado, cubiertas de poliuretano;
6. Las puertas serán también de panel tipo sándwich y las ventanas de vidrio con marco de aluminio; y
7. En oficinas se instalará cielo falso acústico.

Los equipos se montarán sobre plataformas de concreto reforzado diseñadas según su peso. Los materiales como: pétreos, cemento, acero, concreto, bloques y ladrillos, ventanas, láminas de acero, aislantes, serán adquiridos en el mercado local.

Todos los equipos de procesos serán importados, y vienen en módulos pre ensamblados a ser conectados en el sitio y probados en fábrica. Como se muestra en la Figura 4.12. Esto facilita una rápida instalación.

4.5.8 Impermeabilización de Áreas

El tipo de cobertura a utilizar en el terreno de la Central Térmica y Subestación se detalla:

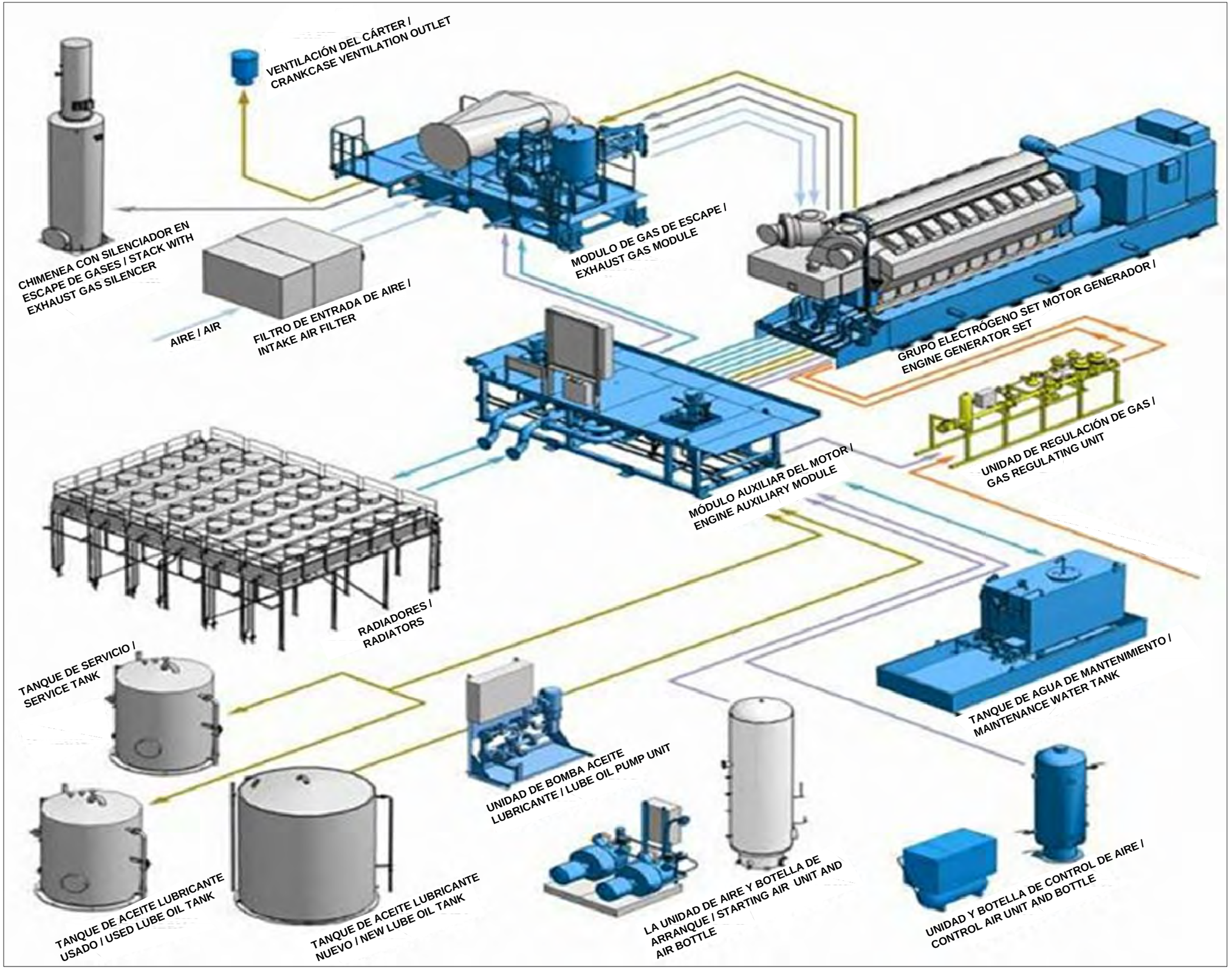
- Calles de acceso: pavimento asfáltico o concreto;
- Grava en zonas de tanques, subestación; y
- Grama en jardines, donde no hay tráfico. En estas áreas se utilizará la tierra de excavaciones para relleno.

El detalle de las áreas a impermeabilizar se muestra en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 - Áreas a impermeabilizar

Descripción	Área (m^2)	%	A impermeabilizar	%
Subestación eléctrica	23,602.61		23,602.61	18.67
Edificio principal	21,019.53		21,019.53	16.63
Estacionamiento	702.39		702.39	0.56
Estructuras varias	1,819.26		1,819.26	1.44
Calles	5,700.26		5,700.26	4.51
Área de pozos	314.60		314.60	0.25
Estanques de retención	2,217.99		2,217.99	1.75
Área verde	21,717.42			
Área de uso futuro	49,337.03			
Totales	126,431.09	100%		43.81%

Fuente: Elaboración propia, 2016



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

MODULOS PRE-ENSAMBLADOS CENTRAL TÉRMICA / PREASSEMBLED MODULES FOR THERMAL POWER PLANT

FIGURA 4.12 / FIGURE 4.12

FUENTE / SOURCE:
WARTSILA / WARTSILA

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: WARTSILA
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: WARTSILA
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 4,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 4,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 9/16/2014

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS

4.5.9 Actividades que Generan Impactos en Etapa de Construcción

Las principales actividades que generan impactos son:

- Limpieza y preparación del sitio;
- Movimiento de tierras;
- Construcción de pilotes (en tierra);
- Dragado de lecho marino y deposición de material dragado;
- Actividades generales de construcción en tierra y en lecho marino;
- Tráfico por acopio de materiales y transporte de personal;
- Almacenamiento, manejo, uso y disposición de materias primas y desechos peligrosos;
- Limpieza y pruebas de presión de depósitos y tuberías;
- Gestión de la construcción de la fuerza laboral;
- Compras y cadena de suministro; y
- Seguridad.

A continuación, explicamos los aspectos relacionados a manejo de desechos y residuos sólidos, agua residual, emisiones atmosféricas y ruido durante la construcción.

4.5.9.1 Manejo y Disposición Final de los Desechos y Residuos Sólidos

Los desechos sólidos a generarse durante la construcción de la planta, serán manejados temporalmente dentro del mismo terreno de la construcción. Estos serán recolectados de forma ordenada en recipientes (barriles metálicos) destinados especialmente para ello, de manera que no representen un riesgo de accidente o de contaminación ambiental, y finalmente serán dispuestos en un sitio autorizado.

Los desechos serán recolectados a través de transporte de la Alcaldía Municipal y transporte privado cuando sea necesario, y llevados al relleno sanitario de Salinas de Aya Cachapa. El relleno sanitario opera bajo la administración de CAPSA DE C.V. y cuenta con sus permisos de operación. Se cuenta con factibilidad de desalojo de los desechos por parte de la Alcaldía, la cual se incluye en el Apéndice 4E. Este relleno sanitario cuenta con permiso ambiental y se requerirá que la empresa que transporte los desechos cuente con los permisos correspondientes.

El plazo de almacenamiento temporal de los desechos producidos durante la etapa de construcción se estima de un máximo de 15 días, después de su generación y/o recolección. Los materiales de mayores dimensiones como piezas de metal o chatarra, se almacenarán en un sitio debidamente señalizado y delimitado. Estos materiales no contaminan el suelo por sus características.

Los materiales reutilizables tales como madera, piezas de lámina, tubos y ángulos metálicos, en algunas ocasiones son donados al personal de la empresa, otras veces son comercializados como chatarra, en el caso de los materiales metálicos.

En la siguiente Tabla 4.10, se resumen los principales tipos de desechos que se generarán durante la etapa de construcción y cuáles son las potenciales opciones para la disposición de los mismos.

Se generarán desechos sólidos de tipo especial por el engrasado y cambios de aceite de los equipos. No se permitirá el mantenimiento de equipos pesados en el sitio de la planta, sin embargo, siempre es necesario el mantener los equipos lubricados, revisión que se hará de forma periódica, pudiéndose tener desechos y residuos, como aceite lubricante usado y los depósitos del aceite lubricante nuevo.

Para su manejo adecuado, se instalarán contenedores plásticos de capacidad adecuada, con tapadera, y adecuadamente señalizado para mantener los desechos rotulados de la siguiente manera: “Desechos Peligrosos” (contaminado con aceites y grasas).

Los desechos se retirarán periódicamente y serán entregados a una empresa autorizada para el transporte y la disposición final de este tipo de desecho.

En la siguiente Tabla 4.10 se presenta un resumen de los desechos que se prevé serán generados en la etapa de construcción del proyecto.

Tabla 4.10 – Desechos y Residuos a Generarse en la Etapa de Construcción*

Desecho/Residuo	Origen	Manejo	Disposición
Combustible o aceite usado	Preparación de maquinaria y equipo diariamente	Almacenamiento en depósito de aceite reciclable	Venta para ser empleado como combustible
Material absorbente usado (wipes, aserrín)	Preparación de maquinaria y equipo diariamente	Almacenamiento en depósitos o bolsas cerradas, debidamente cerrado y rotulados como “desecho peligroso”	Incineración mediante métodos controlados, en sitios con autorización de la autoridad competente
Madera o leña	Tala y poda de vegetación, encofrado de concreto, andamios, etc.	Acopio en un área designada. La leña será troceada y ubicada en pantes	Venta de la madera o de la leña
Hojas y ramas	De tala y destronconado	Acopio en un sitio designado en cada frente de trabajo	Desalojo a sitio autorizado
Papel	De oficina y embalaje	Almacenar en un depósito señalizado	Venta para reciclaje
Domésticos (comedor y oficinas)	Alimentos, varios	Almacenamiento en depósitos cerrados	Con el tren de aseo o transporte autorizado y traslado al relleno sanitario

Tabla 4.10 – Desechos y Residuos a Generarse en la Etapa de Construcción*			
Desecho/Residuo	**Origen**	**Manejo**	**Disposición**
Vidrio	Envases	Almacenamiento en depósito cerrado	Venta para reúso
Plásticos	Material de embalaje	Almacenamiento en depósito cerrado	Venta para reciclaje
Ripio de construcción	De la propia construcción	Almacenamiento	Llevado a un botadero de ripio autorizado
Piezas de metal	Piezas sobrantes de estructuras de soporte y tuberías metálicas	Almacenamiento	Venta como chatarra
Material estéril de movimiento de tierras	Movimiento de tierras	Apilado en un área definida del terreno	Desalojo a sitio definido para relleno
Suelo del lecho marino	De dragado de lecho marino 130,000m^3	Acopio en barcazas	Depositado en zona en el mar
Bentonita	De perforaciones en lecho marino	Apilado en un área definida del terreno	Desalojo a sitio definido para relleno

**Desechos peligrosos incluyen: depósitos vacíos, aceite lubricante usado, solventes y otros reagentes, baterías y otros consumibles.*
Fuente: Elaboración propia ECO/DILLON.

El ripio será llevado a un sitio de disposición apropiado, autorizado por la Alcaldía Municipal y el por el MARN.

El manejo y disposición de material de dragado se explica en apartado 4.8.4.

4.5.9.2 Manejo y Disposición Final de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario

Durante la etapa de construcción se tendrán disponibles entre 10 y 48 inodoros portátiles, para los cerca de 1,200 empleados de la construcción, uno por cada 25 empleados, distribuidos en el área de construcción. Se mantendrán inodoros portátiles de acuerdo al personal en cada etapa (ver Tabla 4.11).

Tabla 4.11 – Estimado de Inodoros Portátiles por Mes		
MES	**Empleados por Mes Estimados**	**Número de Inodoros Portátiles**
Mes 1	6	1
Mes 2	79	4
Mes 3	190	8
Mes 4	244	10
Mes 5	406	17
Mes 6	339	14
Mes 7	580	24
Mes 8	670	27

Tabla 4.11 – Estimado de Inodoros Portátiles por Mes		
MES	**Empleados por Mes Estimados**	**Número de Inodoros Portátiles**
Mes 9	734	30
Mes 10	772	31
Mes 11	993	40
Mes 12	1001	41
Mes 13	1239	50
Mes 14	1270	51
Mes 15	1084	44
Mes 16	1072	43
Mes 17	1102	45
Mes 18	959	39
Mes 19	843	34
Mes 20	781	32
Mes 21	554	23
Mes 22	412	17
Mes 23	236	10
Mes 24	197	8
Mes 25	95	4
Mes 26	95	4
Mes 27	95	4
Mes 28	95	4
Mes 29	73	3
Mes 30	95	4
Mes 31	62	3
Mes 32	62	3
Mes 33	40	2
	Total unidades por MES	674

Fuente: Elaboración propia ECO/DILLON en base a información de EDP/Wärtsilä, 2014.

Los servicios sanitarios portátiles serán alquilados a empresas que cuenten con los permisos correspondientes, quienes serán responsables de la limpieza y mantenimiento de los mismos, que se realizará con regularidad. Estos estarán distribuidos en los diferentes frentes de trabajo.

4.5.9.3 Manejo de Aguas Lluvias

Durante la construcción se elaborará un plan de manejo de aguas lluvias que tendrá los siguientes objetivos:

- Prevenir la erosión de los suelos y sedimentación aguas abajo del proyecto;
- Manejar el flujo de agua de forma que no se exceda la capacidad de los colectores existentes; y,
- Mantener los patrones de drenaje actuales del terreno.

Durante la construcción se manejará el agua lluvia a través de canaletas provisionales hacia la canaleta existente de CEPA ubicada al sur-poniente del terreno, mientras se construyen los drenajes definitivos del proyecto.

Los sitios donde se almacenen aceites lubricantes y combustibles serán impermeabilizados y drenarán hacia trampas de grasas y aceites.

4.5.9.4 Ruido y Vibraciones

En la construcción se produce ruido por: limpieza del terreno, terracería, construcción de fundaciones en tierra y en mar, tráfico de vehículos pesados, y las actividades generales de construcción en tierra o en el mar. Cabe mencionar que la actividad de paso de vehículos pesados ya existe en la zona, por lo que los niveles de ruido y vibraciones actuales son considerables.

4.5.9.5 Emisiones a la Atmósfera

Durante la etapa de construcción se producirá polvo por el movimiento de vehículos con materiales, equipos y personal, entrando y saliendo de los sitios de construcción. También se producirá polvo durante los trabajos de terracería para la adecuación de los terrenos a los niveles de diseño. También se produce polvo y emisiones por las actividades generales de construcción en tierra y en el mar, por el uso de equipos y su movilización. Para mitigar el impacto por generación de polvo durante la construcción se proponen medidas ambientales que son incluidas en el PMA. También existirán emisiones de equipos y vehículos de construcción.

4.6 Etapa de Funcionamiento

Las principales actividades en la planta serán:

1. Atraque del buque metanero y descarga de GNL, cuando exista una descarga programada, se estima que ésta pueda durar hasta 36 horas;
2. Transferencia y almacenamiento (a temperaturas criogénicas y presión atmosférica) de GNL desde el buque metanero hacia el FSU;
3. Transferencia y almacenamiento de GNL del FSU hacia el FSRU.
4. Manejo del gas de evaporación (*boil-off gas* por sus siglas en inglés, BOG;
5. Regasificación y transferencia del GN desde el FSRU hacia la planta y medición de gas natural de forma permanente;
6. Generación de energía, mediante la combustión de gas natural y turbina de vapor;
7. Operación de sistema de enfriamiento;
8. Inyección de energía en la subestación; y
9. Mantenimiento de equipos.

4.6.1 Diagrama de Manejo de Combustibles

La central Térmica utilizará 19 unidades MOTOR-GENERADOR Wärtsilä 18V50SG, que operan a gas natural de media velocidad en configuración de ciclo combinado (FlexicycleTM). Flexicycle es un concepto Wärtsilä para una planta de ciclo combinado altamente eficiente y flexible basado en el diseño estándar de Wärtsilä. Cada generador tiene una potencia neta de 18,3 MW y contará con un generador de vapor de recuperación de calor suministrar vapor a una turbina de vapor de 30 MW de capacidad.

Esta configuración permitirá que el proyecto tenga una eficiencia neta de 49.4%. El cuadro siguiente muestra los principales componentes de la Central Térmica Flexicycle de Wärtsilä.

La configuración modular se ilustra en la Figura 4.13 y el Diagrama de Operación en la Figura 4.14.

4.6.2 Tecnología y Especificaciones de Equipos

4.6.2.1 Terminal Marítima de Gas Natural

Se tendrán tres regasificadores de tubo y carcaza a operar con mezcla de agua y glicol para la regasificación. También se contará con tres intercambiadores de calor de agua glicol / agua.

El equipo auxiliar en el FSU y FSRU incluye: generadores eléctricos para el FSRU y caldera y/generadores para el FSU, otros equipos como compresores de aire y generadores de nitrógeno, generadores de emergencia (diésel). Los equipos se describen a continuación.

Generador de Nitrógeno

El propósito del generador de nitrógeno es para producir suficiente nitrógeno para proteger el tanque de GNL de condiciones sub-atmosféricas que pueden surgir durante la descarga. Todas las tareas de purga también son realizadas utilizando nitrógeno.

Se contará con dos generadores de nitrógeno para producir suficiente nitrógeno para proteger el tanque de almacenamiento de GNL de las condiciones atmosféricas sub que pueden surgir durante la descarga. Un generador estará ubicado en el FSU y el otro en el FSRU, con una pureza de 97%. El generador de nitrógeno en el FSU tendrá una capacidad de 2x60m^3/h y el generador a bordo del FSRU, tendrá una capacidad de 1,000m^3/h.

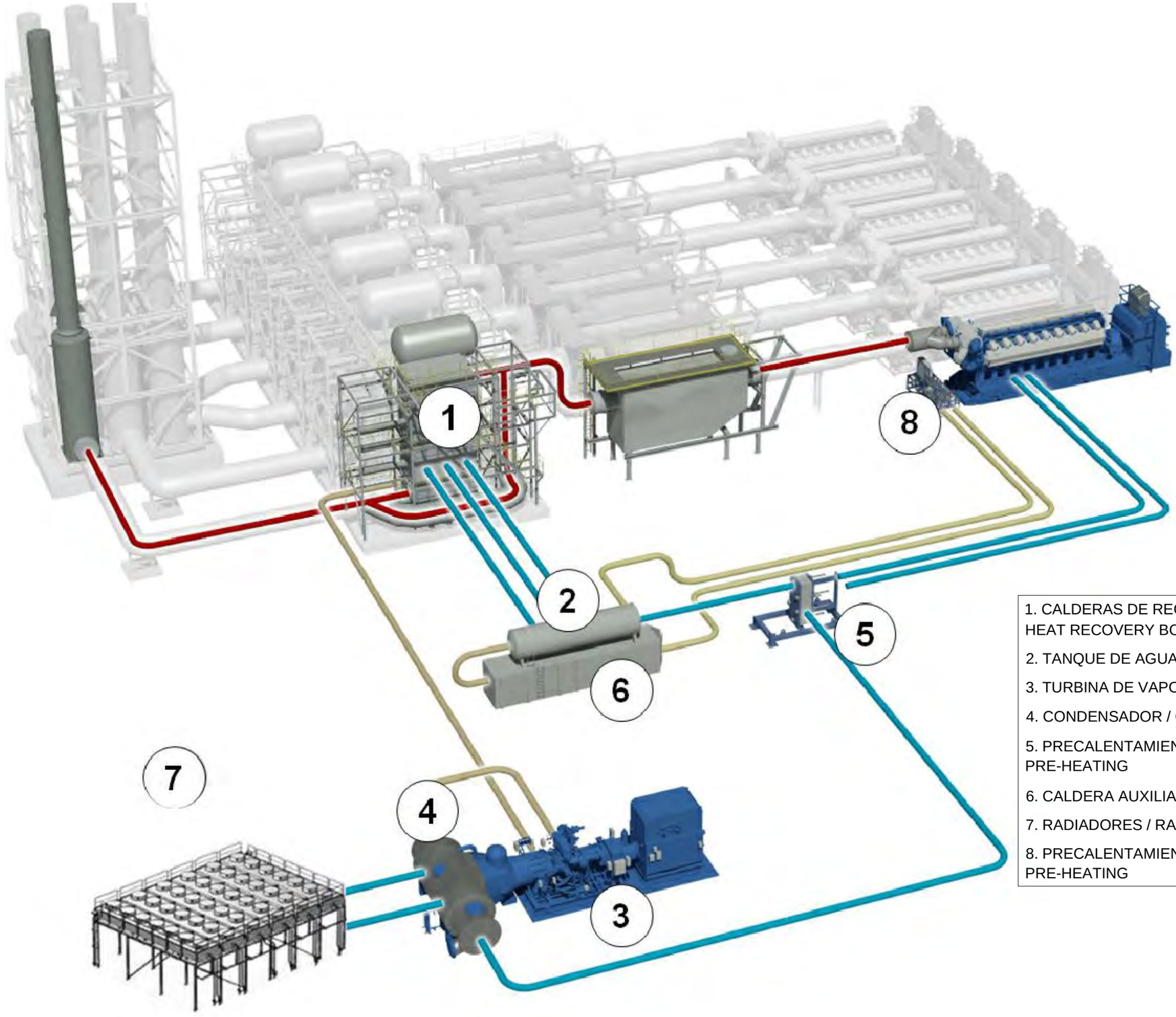
Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

SISTEMA DE CICLO COMBINADO / COMBINED CYCLE SYSTEM

FIGURA 4.13 / FIGURE 4.13



1. CALDERAS DE RECUPERACIÓN DE CALOR / HEAT RECOVERY BOILERS
2. TANQUE DE AGUA / WATER TANK
3. TURBINA DE VAPOR / STEAMTURBINE
4. CONDENSADOR / CONDENSER
5. PRECALENTAMIENTO DE AGUA / WATER PRE-HEATING
6. CALDERA AUXILIAR / AUXILIARY BOILER
7. RADIADORES / RADIATORS
8. PRECALENTAMIENTO DEL MOTOR / ENGINE PRE-HEATING

FUENTE / SOURCE:
WARTSILA / WARTSILA

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: WARTSILA
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: WARTSILA
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 4,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 4,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 9/16/2014

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

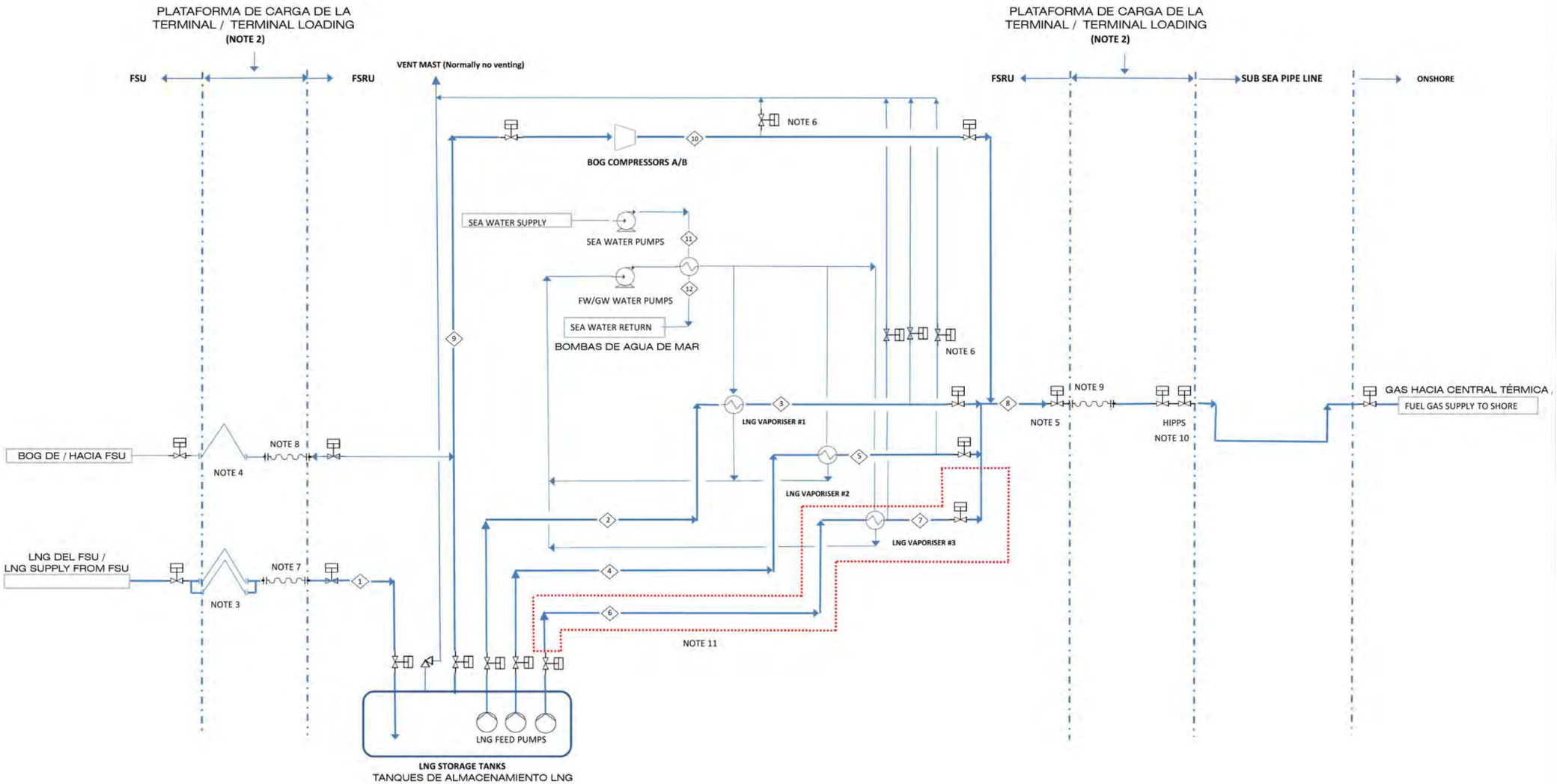
Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE LA CENTRAL TÉRMICA / DIAGRAM OF OPERATION OF THE POWER PLANT

FIGURA 4.14 / FIGURE 4.14



FUENTE / SOURCE:
WARTSILA / WARTSILA

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: WARTSILA
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: WARTSILA
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 4,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 4,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 11/27/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

Generador de Aire de Instrumentación

El propósito del generador de aire es producir suficiente aire de instrumentación para la operación de las válvulas de la terminal. El aire se produce secando y comprimiendo el aire en el ambiente.

Sistema de Control de la Terminal Marítima

El objetivo del sistema de control es garantizar la segura y adecuada operación de la Terminal Marítima de GNL. Se tendrán dos centros de control de todo el proyecto; uno dentro del FSRU y el otro dentro de la Central Térmica en tierra.

El FSU cuenta con su propio centro de control interno, pero normalmente no se realizará control de procesos, el cual se realizará en el centro de control FSRU, cuando el FSU esté atracado en la Terminal Marítima.

En general, el control y seguimiento de la Terminal Marítima serán realizadas por un pequeño centro de control lógico programable (PLC) c / w un sistema SCADA / HMI situado en la FSRU. Dentro de la sala de control del FSRU se controlarán vía sistemas ESD todos los sistemas de gas y a presión.

Durante la transferencia de GNL desde el LNGC, un sistema de control de ESD estará disponible a bordo del LNGC, para controlar la transferencia de líquido y vapor. La operación del FSRU será a tiempo completo (24 horas / 365 días). Generalmente, no habrá personal en las plataformas, únicamente tendrán acceso para actividades de mantenimiento.

Todos los procesos serán totalmente automatizados. Sólo serán necesarios la ejecución de unos pocos pasos por el operador, para el inicio y finalización de las operaciones, tales como descarga de buque metanero, transferencia de GNL y entrega del gas natural.

El sistema de control va a interactuar con todos los otros sistemas necesarios para la automatización de la terminal. El sistema también estará enlazado con el sistema de control de Central Térmica, permitiendo el intercambio de datos entre ambos, mediante cableado submarino de fibra óptica, de alta velocidad y banda ancha. Conexión de fibra óptica de la Terminal Marítima / FSRU a FSU será a través de un sistema de acoplamiento rápido. Se tendrá telecomunicaciones redundantes por radioenlace de microondas.

Un sistema de conectores de comunicaciones de liberación rápida dará desconexión rápida y liberación de las conexiones entre el FSU y la Terminal Marítima en caso salida del FSU por alguna condición climática o de emergencia. El sistema de comunicación de liberación rápida será un sistema de liberación de tensión de ruptura, que se activa cuando el buque se libera de sus amarras y comienza a alejarse de la Terminal Marítima; También se puede desacoplar manualmente, si hay tiempo suficiente para hacerlo.

Los siguientes sistemas están interconectando con el sistema de control de la terminal:
Monitoreo de presión, temperatura y volumen de tanques;
Detección de incendio y fugas de gas;
Sistema ESD (SIL calificado); Y
Control de brazos de carga.

1. Sistema de apagado de emergencia

El sistema de apagado de emergencia va a monitorear la planta durante situaciones críticas. Éste actuará sobre motores y otros equipos para prevenir que ocurran fallas catastróficas.

Todos los brazos y las mangueras, de vapor y líquidos, contarán con un sistema de apertura de emergencia.

2. Sistema de detección de fuego y fugas de gas

Instrumentos dedicados a la detección de fuego y gas serán instalados en todas las áreas de la planta. La detección de gas activa inmediatamente los sistemas de apagado de emergencia para evitar la propagación de gas y prevenir el riesgo de ignición. También se instalarán detectores de gases en el muelle de CEPA de acuerdo a lo recomendado en el estudio de riesgos del proyecto.

Señales de incendio también serán enviadas al sistema de control, y activarán los sistemas de emergencia para detener la alimentación de incendios con combustibles. El sistema de protección contra incendios también será activado para prevenir la propagación de un incendio.

Sistema de Control de Incendios

El equipo en la Terminal Marítima tendrá la capacidad de extinción de incendios suficiente para la atención de emergencias, incluyendo para la plataforma de transferencia, plataforma elevadora, plataforma de servicio, y dos (2) literas de salida de emergencia.

Los sistemas de extinción de incendios en la Terminal Marítima tendrán las siguientes características:

- Protección contra incendios de GNL, incluyendo dos (2) generadores de espuma de alta expansión, controlados a distancia, ubicados junto al sistema de contención de GNL adyacente a la plataforma de transferencia y dos (2) monitores químicos secos controlados manual o remotamente ubicados en la plataforma de transferencia
- Sistema de protección contra incendios de gas natural que incluye un sistema de extinción de químicos secos y dos (2) monitores de químicos secos controlados remotamente ubicados en la plataforma de elevación
- Dos (2) bombas y controladores de agua de incendios impulsados por motores diésel ubicados en la plataforma de servicio, con capacidad de 11.360 litros por minuto o 3,000 galones por minuto. Se utilizará agua de mar.

- Una (1) conexión a tierra en una de las plataformas y varios puntos de conexión de agua de incendio en la plataforma de servicio.
- Salidas para conexión y mangueras de incendio en todas las plataformas y los muelles de salida.
- Extintores químicos secos y portátiles en las plataformas elevadoras y de transferencia.
- Sistema de rociadores de agua en todas las plataformas de transferencia y elevación de GNL.
- Un sistema de rociadores automáticos suspendidos en la estación de bombeo.
- Sistema de detección de incendios y vapores ubicado en las plataformas elevadoras y de transferencia.
- Detector de baja temperatura ubicado en la cuenca del depósito de GNL y cerca de la salida de la plataforma de transferencia.
- Sistema de detección de vapor ubicado en la plataforma de servicio y literas de salida de emergencia.

El FSU y FSRU estarán equipados con sus propios sistemas de protección contra incendios. En el improbable caso de que se desencadene un incendio en la Terminal Marítima, los sistemas ESD se activarán para eliminar la fuente de combustible. El FSU y, si está presente, el LNGC procederán a retirarse de la terminal.

Instrumentos

Los instrumentos a instalar en la planta estarán dedicados a uno de los dos sistemas: Sistema de control de proceso o sistema de apagado de emergencia.

Los instrumentos de control de procesos se utilizarán para el control de la planta, el control, la regulación, alarma y parada del proceso. Todos los instrumentos estarán conectados al sistema de control. Los valores estarán disponibles para el operador todo el tiempo. También se registrarán en un sistema para facilitar la presentación de informes, el mantenimiento, la supervisión del rendimiento y resolución de problemas.

Instrumentos ESD se utilizarán para supervisar procesos críticos y para iniciar acciones de emergencia para evitar fallas catastróficas. Todos los instrumentos estarán conectados a los controladores de ESD.

Se instalarán una gran cantidad de instrumentos y sensores de diferentes tipos. En el tema de sistemas de emergencia, los instrumentos a instalar incluyen, pero no se limitan a:

- Flujo de gases, presión de tubería, cromatógrafos de gases, para analizar muestras de gas y calcular el valor calorífico bruto; y
- Instrumentos para detectar densidades y presiones dentro de tanques. Se monitoreará niveles, temperatura y densidad.

4.6.2.2 Central Térmica: Unidades Motor-generador

Se instalarán motores y generadores Wärtsilä 18V50SG. Los motores-generadores de este tipo son montados sobre una sola plataforma, montada a su vez sobre una fundación de concreto mediante columnas de acero. Ver Figura 4.15.

Figura 4.15 – Ejemplo de Set de Motor / Generadora del Tipo Wärtsilä 18V50SG

Fuente: Wärtsilä 2014

Las dimensiones del set 18V50SG son:
Longitud: 18782 mm;
Ancho: 5321 mm;
Alto: 6462 mm;
Peso (seco): 358,470 kg; y
Peso (húmedo) : 373,470 kg.

Descripción General del Motor

El motor es de cuatro tiempos, con pre-cámara, de encendido por chispa, de inyección por puerto, pistón de tronco, y con diseño de enfriamiento interno. El motor tiene un sistema de control incorporado, para controlar el proceso de combustión de forma individual en cada cilindro.

El motor está diseñado para operación continua, a cualquier carga entre 30% a 100% de la carga nominal. El motor puede ser operado entre 10-30% de carga por un período máximo de 10 minutos, después de los cuales la carga deberá ser incrementada por encima del 70%.
Los principales datos del motor son:
Configuración: V (forma del motor);
Número de cilindros: 18;
Diámetro interior: 500 mm;
Tiempo del motor: 580 mm;

Velocidad: 514 rpm;
Velocidad media del pistón: 9.94 m/s;
Presión media efectiva: 19.5 BAR;
Volumen del cilindro: 96.4 dm^3;
Radio de compresión: 11:1;
Número de válvulas de entrada: 2;
Número de válvulas de entrada: 2; y
Dirección de giro hacia el volante: En el sentido del reloj.

Descripción del Generador

El Generador es de 13,800 voltios, a 60 Hz. El generador es de tipo sincrónico, de tres fases, de polo saliente. Los principales datos del generador se detallan:
Poder aparente del generador: 23449 kVA;
Factor de poder medido: 0.8;
Voltaje nominal: 13800 v;
Corriente medida (in): 983 A;
Rango de voltaje ajustado: ±5 %;
Frecuencia: 60 Hz;
Velocidad: 514 rpm;
Sobre-velocidad: 617 rpm;
Corriente continua de corto circuito: > 2.5 x I_n;
Clase de aislamiento: tipo F[4];
Elevación de temperatura: tipo F;
Método de enfriamiento: Por aire;
Cerramiento: IP23; y
Standard: IEC60034.

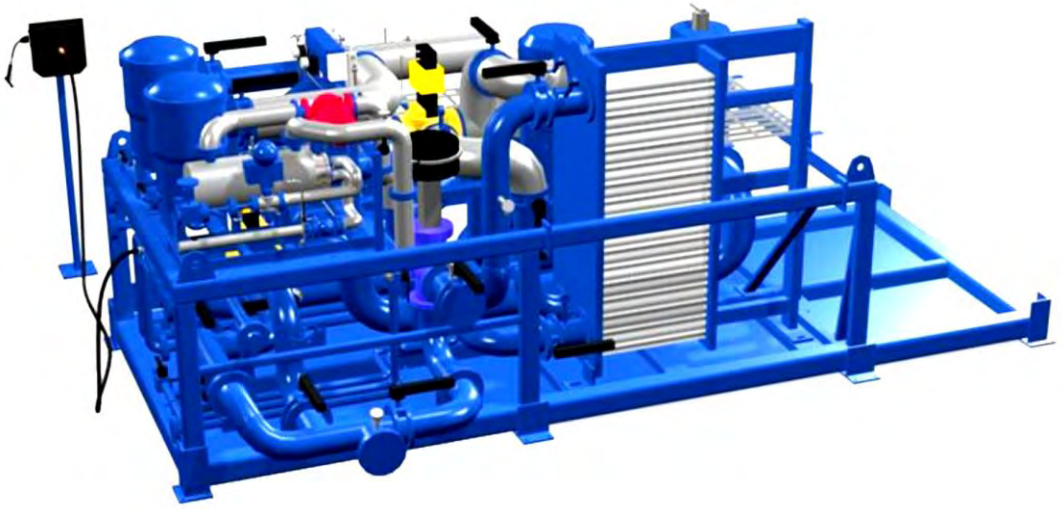
Equipos Mecánicos Auxiliares

El funcionamiento de la planta depende de los equipos mecánicos auxiliares. Los sistemas propuestos han sido optimizados para esta aplicación en particular. La función de estos sistemas es de proveer al motor con: Combustible, aceite lubricante, aire de inicio, agua de enfriamiento y aire de carga, en las cantidades y calidades requeridas, así como disponer de los gases de escape de forma adecuada.

[4] Los sistemas de aislamiento son clasificados por las clasificaciones estándar NEMA (National Electrical Manufacturers Association) de acuerdo con máximas temperaturas de funcionamiento permisibles, tipo F soporta una máxima temperatura de 155 °C.

Para asegurar la calidad y reducir el tiempo de la instalación, Wärtsilä ha desarrollado módulos auxiliares prefabricados. Estos módulos contienen varias piezas de equipo auxiliar (listado abajo) que es completamente instalado y acomodado en la fábrica, lo que ahorra tiempo de instalación y de ajuste de tuberías en el sitio. El módulo auxiliar completo es probado (en cuanto a presión y funcionamiento), y luego limpiado, pintado y protegido contra corrosión antes de su envío al sitio. Todas las conexiones externas son selladas y cubiertas con láminas de acero. Ver Figura 4.16.

Figura 4.16 – Imagen del Módulo Auxiliar del Motor



Fuente: Wärtsilä 2014

El módulo incluye:
Filtros automáticos de aceite lubricante;
1 enfriador de aceite lubricante;
1 bomba para aceite de pre-lubricación;
1 unidad de precalentamiento;
1 válvula termostática para el enfriador de aceite lubricante de respaldo;
1 válvula termostática para el sistema de agua de alta temperatura;
1 válvula termostática para el sistema de agua de baja temperatura;
1 bomba elevadora de presión;
1 tuberías y aislamiento;
1 válvulas y medidores; y
Módulo de panel de control.

Sistema para Gases de Escape

Los gases de escape son evacuados a la altura requerida a través de un silenciador y chimenea. El silenciador reduce el ruido del motor. Las chimeneas contarán con escaleras, plataformas y puertos de muestreo para facilitar el monitoreo de emisiones. Las características de las chimeneas se detallan:

Diámetro: DN 1600;
Material: Corten A; y
Altura: 50 m.

Sistema de Enfriamiento del Motor

La tarea principal del sistema de enfriamiento es proporcionar un enfriamiento adecuado de los componentes críticos del motor tales como chaquetas, culatas y turbocompresores, así como para enfriar el aire y la carga de aceite de lubricación que entra en los cilindros después de que ha sido comprimido por el turbocompresor.

El agua de enfriamiento del motor enfría el enfriador de aire de baja temperatura, aceite lubricante, enfriador de aire de alta temperatura y chaquetas de motores en un radiador de un solo circuito. Los circuitos de enfriamiento de cada motor están interconectados, pero se pueden aislar unos de otros si es necesario.

El sistema de refrigeración constará de radiadores de refrigeración montados en el techo, de tipo horizontal con ventiladores eléctricos de aire inducido. Los ventiladores de los radiadores pueden operar a diferentes velocidades según sea requerido, dependiendo de las unidades operando, lo que mejora la eficiencia de la planta.

Se instalarán cuatro de tanques de agua de mantenimiento, de 10 m^3cada uno, donde se almacenará agua usada para el mantenimiento y para mezclar productos químicos.

Sistema de Aceite Lubricante

Para proveer la lubricación adecuada para todas las partes móviles del motor. Se encarga del enfriamiento y filtración del aceite lubricante y todo el sistema de aceite lubricante de la planta, con almacenamiento del aceite nuevo y usado.

Para el almacenamiento del aceite lubricante nuevo se instalará un tanque de 150 m^3 de capacidad, de tipo vertical, aéreo, con sus escaleras, válvulas, indicadores de nivel y sensores.

Además, se contará con dos tanques de servicio de aceite de 16 m^3 cada uno. Los tanques de servicio proveen de almacenamiento temporal del aceite durante el mantenimiento de los motores. Estos tanques serán aéreos, y de tipo vertical, también con sus válvulas, escaleras, indicadores de nivel y sensores, entre otros.

Para el almacenamiento de aceite lubricante usado se instalará un tanque de 100 m^3de capacidad, aéreo, de tipo vertical, con sus escaleras, válvulas, e indicadores de nivel y sensores, al igual que los otros tanques de aceite.

Otros Equipos Auxiliares

Otros equipos auxiliares se detallan:

1. Sistema de combustible. Cuya función es la de proveer al motor con combustible, en el correcto flujo, presión y grado de pureza. El sistema de combustible incluye: medidores de flujo, válvulas, unidad de regulación de gas para regular la presión y tuberías;
2. Sistema de aire comprimido. Se emplea para el encendido de los motores y para equipos de control e instrumentación. El aire para este sistema es suministrado por un compresor de aire y es almacenado en botellas hasta ser usado. El sistema contará con: botellas de aire de encendido, unidad doble de compresores de aire de inicio, unidad de compresor para aire, tuberías y válvulas; y
3. Sistema de carga de aire. El filtro de aire protege el motor de impurezas en el aire de carga y el silenciador de carga reduce el ruido generado por la carga de aire al motor. Consiste en el filtro de aire de carga, con su cabezal de protección y ducto.

Sistema de Control de Incendios

La Central Térmica tendrá un sistema contraincendios de agua por tuberías de acuerdo con los requisitos del "sistema de tubería de soporte de clase II NFPA14". Además, se proporcionará espuma móvil. Para la acción inmediata contra incendios locales pequeños, la casa de máquinas estará equipada con extintores portátiles del polvo seco en lugares estratégicos, y extintores portátiles del CO2 para los fuegos eléctricos (espaciamiento según NFPA10).

El sistema se construirá usando "NFPA24 privado principal de servicio de incendios" como una guía de diseño. El diseño del área del tanque se basará en NFPA30. La bomba se dimensionará de acuerdo con los estándares NFPA 850 del mayor riesgo individual más el margen de manguera, se prevé que la capacidad será de 300 m^3 h. Las áreas de incendio estarán separadas entre sí por barreras contra incendios, separación espacial u otros medios aprobados.

El edificio de equipos contraincendios contendrá una unidad principal de bomba de lucha contra incendios y su sistema de control. La unidad principal de bombeo de agua de incendios suministrará agua desde el tanque de agua para hidrantes y manguera. Se contará con dos bombas de fuego de tipo centrífugo, un motor diésel accionado y un motor eléctrico accionado. Cada bomba es capaz de suministrar la cantidad total de agua para fines de extinción de incendios.

Dentro del edificio contra incendios se tendrá:

- 1 Unidad de bomba accionada por motor Diésel
- 1 Unidad de bomba accionada por motor eléctrico
- 1 bomba Jockey
- 1 Sistema de control
- 1 Aspersores (set)

- 1 Extintor de incendios portátil
- 1 Tubería (conjunto)

El tanque de agua será un tanque de acero al carbono soldado. El interior está pintado con revestimiento epoxi a prueba de inmersión. El volumen total del tanque de agua de incendio está dimensionado para aproximadamente 2 horas de funcionamiento con plena capacidad de bombeo de agua de incendio.

4.6.2.3 Central Térmica Producción Eléctrica Secundaria: Ciclo Combinado

El sistema de generación de vapor está diseñado para entregar vapor sobrecalentado a una turbina de vapor. El vapor será condensado en un condensador de vapor y el condensado es devuelto al sistema de calderas (circuito cerrado). Todos los motores estarán equipados con calderas separadas, de tipo de tubo de agua, empleando los gases de escape.

Calderas de Recuperación de Calor.

El flujo de gases de escape por la caldera es hacia abajo, pasando primero por la sección de sobrecalentamiento, y luego a través del evaporador y finalmente a través de la sección del economizador. Los tubos de agua son colocados de forma horizontal en la caldera y están equipados con un área extendida de superficie de calentamiento.

El economizador está ubicado debajo de la sección del evaporador. El agua de alimentación es bombeada por bombas centrífugas directamente del tanque de agua a través del economizador y después de un precalentado, el flujo es dirigido al tambor de vapor.

El evaporador es del tipo de tubo de agua. El agua será circulada del tambor de vapor a través del evaporador empleando circulación natural. Una parte del agua es evaporada y la mezcla de vapor y agua se regresa el tambor de vapor donde son separadas.

La sección de sobrecalentamiento de la caldera es alimentada con vapor saturado directamente del tambor de vapor y este calienta el vapor a la requerida temperatura sobrecalentada. Los tubos del supercalentador estarán ubicados horizontalmente sobre la sección del evaporador de la caldera.

El bypass del gas de escape estará localizado antes de la caldera de gases de escape.

La capacidad de la caldera se detalla:

- Generación de vapor sobrecalentado: 2.5 kg/s;
- Presión de vapor sobrecalentado: 15.5 bar;
- Temperatura de vapor sobrecalentado: 352 ^{o}C;

- Presión de vapor saturado: 16 bar;
- Temperatura de vapor saturado: 201 °C;
- Flujo de gases de escape: 31.4 kg/s;
- Temperatura de ingreso de gases de escape: 382 °C; y
- Temperatura de salida de gases de escape: 180 °C.

El sistema incluye, el supercalentador, evaporador, economizador, tambor de vapor. El tambor de vapor de la caldera está equipado con un separador agua/vapor para proveer de vapor saturado a supercalentador. El nivel de agua en el tambor es controlado de forma separada con un controlador de nivel conectado a válvulas de control en la tubería de alimentación de agua. El agua es recirculada desde el tambor de vapor a través de la caldera de gases de escape, en el evaporador y de vuelta al tambor de vapor.

En un contenedor de 40 pies estándar será instalado equipo auxiliar para el sistema de generación con vapor. Toda la instalación, tuberías, cableado, aislamiento, cableado, pintura y prueba del equipo dentro del contenedor será realizado en la fábrica, al ser montado, reduciendo el tiempo de instalación en el sitio.

Los equipos auxiliares:

- Tanque de alimentación de agua;
- Bombas de agua;
- Bomba de baja presión del evaporador;
- Medidor de flujo para la alimentación de agua;
- Unidad dosificadora de químicos;
- Tanque para descarga;
- Panel de control local; y
- Caldera que opera con combustible diésel para generación de vapor, para inicio de operaciones y de respaldo. La caldera incluye todos sus equipos auxiliares, y tendrá una capacidad de 2,000 kW, con temperatura de agua de alimentación de 142 °C, presión de vapor de 8 bar (a) y temperatura de vapor saturado a 170 °C.

Otros Equipos

- Cabezal de vapor (2 unidades). El vapor sobrecalentado de todas las calderas será enviado a un cabezal de vapor. Del cabezal de vapor será enviado a la turbina para la generación de energía. El cabezal también separa posibles gotas de agua en el vapor y las drena al sistema de retorno de condensados;
- Cabezal de vapor auxiliar, la caldera auxiliar a diésel tiene su propio cabezal de vapor.
- Medidores de vapor;

- Tanques de almacenamiento de agua de lavado de calderas; y
- Bombas.

Sistema de Turbina de Vapor

El set de turbina de vapor – Generador se compone de una turbina de vapor de condensación horizontal, de múltiples engranajes y de un generador para producción adicional de energía.
Las características de la turbina de vapor se detallan:

- Entrega bruta según las condiciones ambientales del sitio: 30,150 kW (el.);
- Flujo másico de vapor: 47 kg/s;
- Presión de vapor de ingreso: 15 bar (a);
- Temperatura de vapor de ingreso: 347 ^{o}C; y
- Presión de vapor de salida: 0.2 bar (a).

Contará con un equipo para reducción de velocidad, cuya función es la de reducir la rotación de la turbina a la velocidad de rotación del generador. Las características del generador son:

- Capacidad nominal: 37,688 kVA;
- Voltaje nominal: 13.8 kV, rango de ajuste de ±5%;
- Frecuencia: 60 Hz; y
- Velocidad: 1,800 rpm.

Se contará además con equipos auxiliares como: entrada y salida de vapor, sistema de condensados, sistema lubricante, drenaje, descarga de vapor, evacuación de condensados, sistema de enfriamiento de condensados, tuberías, válvulas, equipo eléctrico, sistema de tratamiento de agua, tanques de agua, entre otros.

Condensador y Sistema de Evacuación

El vapor que sale de la turbina es llevado al condensador. El condensador mantiene la presión del vapor de salida de la turbina lo más bajo posible. Las características del condensador se detallan:

- Capacidad de vapor a condensar: 47.3 kg/s;
- Presión de condensación de vapores: 0.2 bar;
- Temperatura de condensación: 60 °C;
- Flujo másico de agua de enfriamiento: 2375 kg/s;
- Temperatura de entrada, agua enfriamiento: 45 °C; y
- Temperatura de salida, agua enfriamiento: 55 °C.

El condensador estará equipado con ductos y tuberías, sistema de apagado y válvulas de seguridad, trampa de vapor y sistema de drenaje, instrumentación.

4.6.2.4 Distribución Eléctrica

Dentro de la planta se contará con un sistema de distribución eléctrica para distribuir toda la energía producida por la planta y para elevar su voltaje de manera que pueda ser entregada a la red de transmisión. La subestación contará con todos los equipos para la transformación, entrega de la energía, y protección de la red. Los principales sistemas se listan:

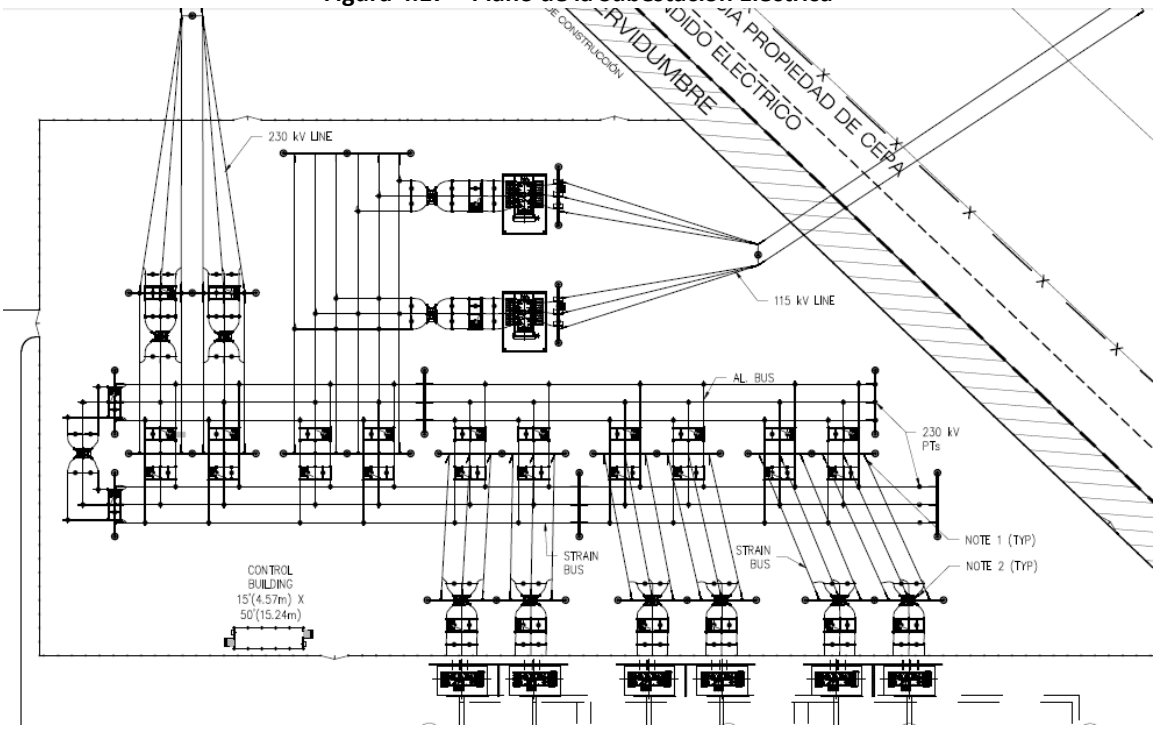
1. Sistema de bajo voltaje, para suministrar energía al interior de la planta;
2. Sistema de corriente directa, para suministrar corriente directa a algunos de los equipos; y
3. Subestación Eléctrica.

Una subestación eléctrica se instalará dentro del sitio:

- Conexión entre transformadores 13.8kV/230kV en el lado de alta tensión y subestación tipo interruptor y medio a 230kV
- Una línea aérea doble terna en 230 kV desde la Central Térmica hasta la SE Ahuachapán 230kV propiedad de ETESAL
- Dos transformadores 230/115kV de 250 MVA
- Una línea aérea doble terna en 115 kV, para la interconexión con la SE Acajutla de ETESAL.

En el sistema de alto voltaje se instalarán tres transformadores elevadores de potencia de 94MVA, de 13.8/230 kV, tres transformadores de potencia de 71 MVA, de 13.8/230 kV, con todos sus equipos auxiliares. La distribución en planta de la subestación se presenta en la figura 4.17.

Figura 4.17 – Plano de la Subestación Eléctrica



Fuente: M&N 2016

4.6.2.5 Sistema de Automatización

Se contará con un sistema avanzado para la operación y supervisión de toda la planta. El sistema está diseñado para lograr una operación segura, confiable, eficiente y sencilla, de los equipos de generación, equipos auxiliares y sistemas eléctricos. Su diseño modular permite una fácil ampliación del sistema.

La Central Térmica se puede controlar desde cualquier sistema de interfaz del operador Wärtsilä (estaciones de trabajo WOIS, CWA901). La estación de trabajo WOIS y los paneles de control conjunto común y de generación se localizarán en la sala de control, donde toda la supervisión principal de la planta se lleva a cabo.

Estación del Operador

La Central Térmica estará controlada y supervisada desde el sistema de interfaz del operador Wärtsilä (estación de trabajo WOIS). Todas las acciones necesarias para el normal funcionamiento, tales como iniciar y detener inicio y paro de los sets de generación, incremento y reducción de carga, se activan y controlan por medio de la estación de trabajo WOIS, mediante con el ratón, el teclado y la pantalla. El operador también puede supervisar los datos clave de la planta tales como las diversas temperaturas y presiones, así como medición de variables eléctricas tales como la potencia del generador, el voltaje y la frecuencia. Ver Figura 4.18. La estación de trabajo permite las siguientes funciones:

- Muestra el estatus de procesos y operaciones, utilizando objetos y gráficos;
- Tendencias de procesos, mostrando seis combinaciones de medidas como: presión, temperatura, velocidad, carga, etc. El operador puede combinar estas mediciones según su interés; se archivan medidas de hasta 180 días;
- Indicador de alarmas, que muestra la última alarma ocurrida e informa al operador de potenciales problemas en los procesos; y,
- Toda esta información puede ser impresa.

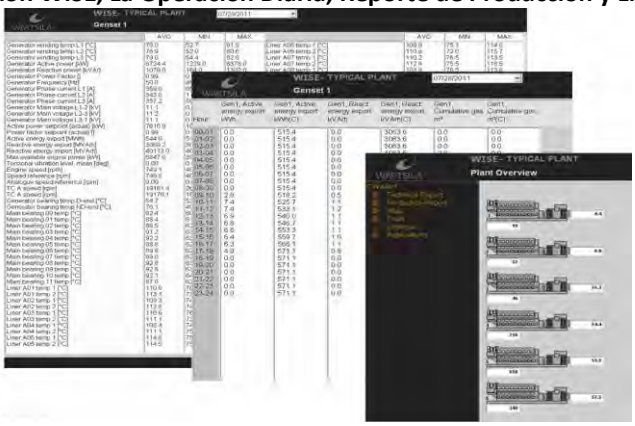
Figura 4.18 – Ejemplo de Una Típica Estación de Trabajo WOIS

Fuente: Wärtsilä 2014

Se contará con un sistema de información Wärtsilä (WISE) que maneja datos históricos y reportes de funcionamiento de la Central Térmica. La estación WISE puede generar la siguiente información (ver Figura 4.19):

- Reportes diarios de motores y de la planta, medidos de forma análoga;
- Desempeño histórico de los motores y la planta, mostrando tendencias;
- Reporte de producción diaria, de energía, así como consumo de combustibles;
- Reportes de producción mensual (con datos diarios), almacenados por 5 años; reportes anuales son almacenados por 10 años;
- Los reportes de producción incluyen mínimos, máximos, promedios y sumas totales para el período; y
- Libro de registro electrónico con facilidades de búsqueda para almacenar actividades de operación y mantenimiento.

Figura 4.19 – Típica Estación WISE, La Operación Diaria, Reporte de Producción y Libro de Registro de Datos



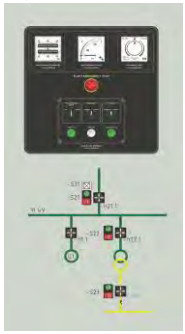
Fuente: Wärtsilä 2014

Panel de Control

El panel de control central común (CLS 901) contiene los interruptores de funcionamiento, los botones y los medidores de sincronización y el mímico para el sistema de media tensión de la planta. También contiene el sistema de PLC común. Ver Figura 4.20.

Además, se tendrán paneles de control central u paneles de módulos auxiliares.

Figura 4.20 – Ejemplo de Panel de Control Común



Fuente: Wärtsilä 2014

Sistemas Eléctricos

1. Sistema de servicio (bajo voltaje)

Para distribuir energía dentro de toda la planta. Contará con 6 transformadores auxiliares de 13,800 V a 480 V, con todos sus equipos accesorios.

Para las operaciones de inicio en caso de emergencia, cuando no hay energía en la red, se tendrá un generador de emergencia que opere con combustible diésel, con una capacidad de 800 kVA, operando a 60 Hz. El mismo contará con su tanque de combustible, radiador, chimenea y silenciador, panel de control.

2. Sistema de corriente directa (DC)

La planta estará equipada con un sistema de corriente directa que proveerá energía para el control, automatización, protección y sistemas de alarma, para garantizar la operación segura, y apagado de la planta en caso de falla.

Son tres sistemas de corriente DC, uno de 24 V y dos de 110 v, ambos constarán de batería, con capacidad de tres horas, cargadores, tablero de distribución, entre otros.

3. Sistema de alto voltaje

Para la entrega de la energía fuera de la planta se contará con:

- 3 Transformadores de poder de 94 MVA;
- Poder medido: 94 MVA ONAF;
- Voltaje Nominal, lado alto voltaje: 230 kV;
- Voltaje Nominal, lado medio voltaje: 13.8 kV;
- Rango de ajuste de voltaje: ±2 x 2.5 %; y
- Pérdida: < 0.5 % de poder medido.

3 Transformadores de poder 71 MVA

- Potencial nominal: 71 MVA ONAF;

- Voltaje nominal, lado alto voltaje: 230 kV;
- Voltaje nominal, lado de bajo voltaje: 13.8 kV;
- Rango de ajuste de voltaje: ±2 x 2.5 %;
- Estándar: IEC 60076 1...5;
- Enfriamiento: ONAF;
- Aumento de temperatura de aceite: 55/65 K; y
- Pérdida: < 0.5 % de potencia nominal.

2 Transformadores de poder 250 MVA

- Potencial nominal: 250 MVA ONAF;
- Voltaje nominal, lado alto voltaje: 230 kV;
- Voltaje nominal, lado alto voltaje: 115kV;
- Rango de ajuste de voltaje: ±2 x 2.5 %;
- Estándar: IEC 60076 1...5;
- Enfriamiento: ONAF;
- Aumento de temperatura de aceite: 55/65 K; y
- Pérdida: < 0.5 % de potencia nominal.

Los transformadores utilizarán aceite de transformador sin contenido de PCB, el volumen de aceite que se mantiene en cada transformador se detalla:
Transformador de 94 MVA, 13.8 kV/230 kV, cantidad de aceite: 30,000kg, equivalente a 34m^3;
Transformador de 71 MVA, 13.8 kV/230 kV, cantidad de aceite: 25,000kg, equivalente a 28m^3; y
Transformador de 250 MVA, 230 kV / 115kV, cantidad de aceite: 90,000kg, equivalente a 84m^3.

4.6.3 Técnicas para Incremento de Eficiencia

Este tipo de plantas son más eficientes comparadas con plantas similares utilizando diésel y sin ciclo combinado. La eficiencia de la planta se puede mantener con diferentes despachos debido a su diseño modular con el uso de múltiples motores primarios y la capacidad de los motores alternos para mantener una alta eficiencia en la operación a carga parcial.

Otra ventaja es la alta disponibilidad de la instalación. El mantenimiento puede llevarse a cabo mediante la eliminación de una sola unidad a la vez. La eliminación de cualquier unidad en mantenimiento tendrá un impacto menor al 6% en la capacidad de la planta, mientras que la tasa de calor permanece estable. La salida de la turbina de vapor es casi lineal a través de toda la curva de carga de la planta. En la Figura 4.21 se presenta una imagen 3D de la Central Térmica.

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

IMAGEN 3D DE LA PLANTA A CONSTRUIR / 3D IMAGE OF THERMAL POWER PLANT

FIGURA 4.21 / FIGURE 4.21

FUENTE / SOURCE:
WARTSILA / WARTSILA

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: WARTSILA
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: WARTSILA
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 4,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 4,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 11/29/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

4.6.4 Mano de Obra Durante Operaciones

Para la Central Térmica se contará con un estimado de 40 personas a tiempo completo, distribuidas en turnos de trabajo. El FSU será un barco con capacidad de navegar en altamar con marineros y operadores calificados de acuerdo a estándares internacionales los cuales van a navegar y operar el equipo de LNG del FSU y FSRU. Preliminarmente se estima que en el FSU habrá 15 marineros y en el FSRU 15 operadores. Mas unos 30 empleados administrativos.

Por lo que durante la etapa de funcionamiento se tiene un estimado de 100 empleados a trabajar en la Central Térmica y Terminal Marítima en diferentes turnos de trabajo. Más un número indeterminado de empleados temporales que darán apoyo de mantenimiento.

4.6.5 Operaciones de Mantenimiento

4.6.5.1 Central Térmica

El mantenimiento del motor y equipos se programa usualmente con base a horas de trabajo. Las condiciones de funcionamiento reales determinarán en gran parte el mantenimiento necesario para el motor. Debido a la dificultad en anticipar las variadas condiciones de funcionamiento que se pueden encontrar en el campo, los intervalos indicados en el horario se deben utilizar para los propósitos de orientación solamente. Donde se encuentre cualquier indicación que el funcionamiento de un procedimiento de mantenimiento se requiere antes del período recomendado, la práctica prudente de la industria dicta que el procedimiento de mantenimiento sugerido se realice.

Las principales actividades de mantenimiento de la Central Térmica se presentan en la siguiente Tabla 4.12.

Tabla 4.12 – Actividades de Mantenimiento con Base a Intervalos de Trabajo

Trabajos Obligatorios	**Intervalos (hrs)**
Revisar drenajes de enfriador(es)	50
Revisar y registrar todos los valores de operación	
Revisar niveles de agua en tanque(s) de expansión	
Revisar indicadores de caída de presión (Gas, aceite lubricante)	
Limpieza del compresor con agua	
Verificar el despeje de la válvula	
Verificar calidad del agua	
Revisar el funcionamiento de la válvula de compuerta de residuos	
Medir la caída de presión sobre la carga del enfriador de aire	
Limpieza de turbina con agua	

Tabla 4.12 – Actividades de Mantenimiento con Base a Intervalos de Trabajo	
Trabajos Obligatorios	**Intervalos (hrs)**
Tomar muestra de aceite lubricante para análisis de laboratorio	500
Revisar funcionamiento de detector de bruma en el aceite	
Limpiar filtro centrífugo	
Revisar función de válvula de derivación de presión	
Comprobación el apriete de los tornillos de fijación del motor	1,000
Sustituya los cartuchos de filtro de gas de la unidad reg. de gas	
Limpiar los cartuchos de filtro de gas (en motor montado)	
Re-engrasar la bomba de aceite lubricante	
Comprobación del funcionamiento de los sistemas de control	2,000
Hacer la prueba de fugas (sistema de gas)	2,000
Inspección visual de los rotadores de válvulas	
Comprobar la separación del yugo y la válvula	
Cambiar el filtro de aire fresco y el detector de bruma del aceite	
Sustitución de bujías	
Limpiar y comprobar la condición de la bobina de encendido	
Examinar y limpiar el filtro del aceite lubricante	
Revisar conectores y cables	4,000
Limpiar y revisar la válvula de descarga y el actuador	
Inspeccionar superficies de contacto del árbol de levas	
Verificar el alineamiento del árbol de levas	
Comprobación la alineación (del motor montado flexible)	
Limpie la carga del enfriador de aire	
Reemplazar los cartuchos del filtro de gas en la unidad reg. de gas	
Reemplazar los cartuchos del filtro de gas (en el motor montado)	
Comprobación la alineación del acoplador flexible	
Inspección visual de los fuelles de expansión	6,000
Inspeccionar soportes y fuelles de ductos de escape	
Inspección de las conexiones de tubería flexible	
Verificar equipo de automatización	8,000
Limpiar y comprobar válvula de precámara	9,000
Engrase del eje impulsor del dispositivo giratorio	
Reacondicionamiento general de la descarga	
Limpiar el relleno del filtro de aire y el interior del filtro	
Desmontar y limpiar el turbocompresor	

Tabla 4.12 – Actividades de Mantenimiento con Base a Intervalos de Trabajo	
Trabajos Obligatorios	**Intervalos (hrs)**
Renovar las conexiones de tubería flexible	12,000
Inspeccionar (reemplazar) los cojinetes del turbocompresor	
Cambio de aceite de dispositivo giratorio	18,000
Verificar ajuste de pernos de cerradura del motor	
Comprobación la función del gato hidráulico	
Substituir la bobina de encendido en el enchufe	
Comprobar espacio libre de cojinete de empuje	
Mantenimiento del sistema de gas	
Reemplazo de válvulas principales de admisión de gas	
Reemplazo de punta de precámara	
Reemplazo de válvula de precámara	
Inspeccionar el árbol de levas del engranaje de transmisión	
Inspeccionar los cojinetes de la cabeza de la biela, uno/banco	
Inspeccionar los trazadores cilíndricos + afilado	
Revisión de la culata	
Inspeccionar los pistones y sustituir los aros de los pistones	
Verificar el tubo de refrigeración del pistón, un cilindro / b	
Desmantelar los giradores de válvulas, limpieza e inspección	
Revisión de pequeños extremos de cojinete y el pasador del pistón, uno / banco	
Inspección de cojinete principal	
Reemplazo de sensores de presión del cilindro	
Reacondicionamiento de la válvula principal de inicio	24,000
Cambiar fuelles de dilatación	
Sustitución de la unidad electrónica	
Reemplazar amortiguadores de vibración en sistema de control	
Inspección de partes de turbocompresor	
Limpiar y examinar válvula termostática del HT-agua	
Limpiar y examinar válvula termostática del LT-agua	
Limpie y examine la válvula termostática del aceite	
Examinar la bomba de aceite lubricante y el engranaje impulsor	
Examinar la bomba de HT-agua y el engranaje de transmisión	
Examinar la bomba de LT-agua y el engranaje de transmisión	
Verificar el acoplamiento flexible	

Tabla 4.12 – Actividades de Mantenimiento con Base a Intervalos de Trabajo	
Trabajos Obligatorios	**Intervalos (hrs)**
Substituir los cojinetes del volante	36,000
Sustituir las mitades del cojinete de empuje	
Cambiar sello del cigüeñal	
Reemplazar la pre cámara	
Limpieza de espacios de la camisa del cilindro de enfriamiento con agua	
Comprobación de espacios de cojinetes en varillas de levantamiento y basculador	
Cambiar el bush del cojinete de rodillo de la varilla de levantamiento	
Revisar la galería de enfriamiento del pistón, todos los cilindros	
Cambiar rotadores de válvula y guías de válvula	
Cambiar válvulas de entrada y salida y asientos	
Inspeccionar cojinete del árbol de levas / banco	
Revisión de arranque distribuidor de aire	
Substitución de cojinetes de la cabeza de biela	
Reemplazar cojinetes principales	
Reemplazo de cojinete de la punta del gobio	
Cambio de las places de soporte del tubo de escape	
Cambio del cojinete de empuje del engranaje intermedio	
Desmonte del apagador en el cigüeñal, revisión de condición.	
Reacondicionamiento general del acoplador elástico (árbol de levas)	
Reemplazar cargador de enfriados de aguar	
Cambio de fuelles de expansión (turbocompresor- entrada de aire)	48,000
Reemplazar rotor del turbocompresor	
Inspección de la entrada de gas/cajas de salida del turbocargador	

Fuente: Wärtsilä 2014.

4.6.5.2 Terminal Marítima de GNL

El mantenimiento consiste en la revisión periódica de instrumentación, tuberías, tanques, bombas, válvulas, brazos de carga, equipo de regasificación, para evaluar su estado y funcionamiento y proceder a limpieza, reparación y/o cambio de partes (ver tabla 4.13).

Tabla 4.13 - Mantenimiento de Equipos en FSU / FSRU		
Sistema de	**Equipo**	**Actividades de mantenimiento**
General	Motores eléctricos	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		medición de vibración de motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		anual de engrase de los rodamientos de motor eléctrico
	Casco	5 inspección anual de la clase
	Actuadores hidráulicos	prueba funcional de 3 meses
	Todos los rodamientos	Medición de ultrasonido (CbM)
Estructura y tanques	Tanques de lastre	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años
		inspección anual de tanque
	Rúbrica de ventilación de aire	inspección visual anual
	Rompeolas	Estudio 5 año de rompeolas
	Tanque de agua destilada	prueba hidrostática inspección, la limpieza y el depósito del tanque 5 años
	Tanque MDO	prueba hidrostática inspección, la limpieza y el depósito del tanque 5 años
	Tanque de drenaje HFO	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años
		alarma de nivel de prueba de 6 meses
	Tanque de agua dulce	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años
		inspección anual de depósito y limpieza del tanque
		6 meses análisis de agua potable
	Tanque de sentina aceitosa	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años
		alarma de nivel de prueba de 6 meses
	Tanque de inspección de drenaje aceitoso	prueba hidrostática inspección, la limpieza y el depósito del tanque 5 años
	Tanque LO	alarma de nivel de prueba de 6 meses
		inspección visual de 5 año y limpieza del tanque
		verificación anual del funcionamiento de las válvulas
	Tanque de lodos	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años
		alarma de nivel de prueba de 6 meses
	Espacio vacío	Estudio 5 año de espacio vacío
		inspección anual del espacio vacío
Anclaje, amarre y remolque	Cabrestantes de ancla y amarre	3 meses inspección y prueba funcional
en su caso		prueba anual de freno
		5 años renovar el baño de aceite
		renovar anualmente cambios de aceite baño planetery
		6 meses análisis de lubricantes prueba de contenido de

Tabla 4.13 - Mantenimiento de Equipos en FSU / FSRU		
Sistema de	**Equipo**	**Actividades de mantenimiento**
		aceite y agua
		calibración de cadena de ancla de 5 año / medición
	Paquete de energía hidráulica	medición de vibración de motor eléctrico de 3 meses
		prueba de resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses
		anual de engrase de los rodamientos de motor eléctrico
		revisión de 5 años de la bomba del enfriador de aceite
		Revisión de la bomba hidráulica después de 20000 rhrs
	Sistema de remolque de emergencia	prueba funcional mensual
		control 2-anual
Carga	Calentador de carga	inspección anual 5
	Refrigeración y sellado de sistemas de agua	inspección anual 5
	Instalación eléctrica	inspección anual 5
	Dispositivos de presión y vacío	inspección anual 5
	Bombas de carga principal	Revisión de la bomba después de 10000 rhrs (CbM)
		prueba de resistencia eléctrica de motor sumergido 6 meses
	Bombas de extracción y pulverización	Revisión de la bomba después de 10000 rhrs
		prueba de resistencia eléctrica de motor sumergido 6 meses (CbM)
	Válvulas de seguridad	prueba de la válvula de 5 años (algunos de ellos anualmente)
	Inyectores de aerosol	filtros de entrada de boquilla de verificación de condición anual spray
		6 meses comprobación de fugas y operación de boquillas
	Bomba de vacío	limpieza Filtro tamiz después 3000 rhrs
		renovación de cilindro del aceite de lubricante después de 2000 rhrs
		Revisión de la bomba después de 4000 rhrs
Regasificación	Válvulas de control	prueba funcional de 3 meses
	Actuadores hidráulicos	prueba funcional de 3 meses
	Válvulas de seguridad	prueba de la válvula de 5 años (algunos de ellos anualmente)
	Motores eléctricos	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6

Tabla 4.13 - Mantenimiento de Equipos en FSU / FSRU		
Sistema de	**Equipo**	**Actividades de mantenimiento**
		meses (CbM)
		medición de vibración de motor eléctrico de 6 meses (CbM)
	Compresor BOG	Mantenimiento preventivo 4000 rhrs
		Mantenimiento preventivo 8000 rhrs
	Unidad de medición	calibración anual
	Bomba de alimentación de emergencia	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		Revisión de la bomba después de 10000 rhrs
	Bomba de aumentador de presión de agua de calefacción	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		Revisión de la bomba después de 40000 rhrs
		inspección visual de 6 meses y prueba funcional
	Vaporizadores	inspección anual 5
		instrumentación de calibración anual en vaporizador
Sistema barco a barco (ship to ship STS)	Sillas de montar	6 meses lubricación / engrase
	Mangueras de STS	renovación cada 5 años
		presión anual y prueba de condituctivity
	Acoplamiento de desbloqueo de emergencia	revisión anual de los acoplamientos
	Pedazo de carrete	Echale un vistazo anual tinte
Motor Diesel auxiliar	Motor	Según el plan de Wartsila Maitenance, mantenimiento preventivo revisar después de 4,000 rhrs 8,000 rhrs, 12,000 rhrs, 16,000 rhrs, 24.000 y 32.000 y 48.000 horas.
	Bomba MDO	revisión de 5 años
	Bomba de combustible piloto	Revisión de la bomba después de 20,000 rhrs
Sistema de agua de lastre y mar	Bombas de lastre	Verificación funcional de inyector de aire 2-mensual
		Alineación Compruebe cada 5,000 rhrs
		Engrasar cojinetes de la bomba cada 1000 rhrs
		6 - prueba funcional mensual
	Bombas de agua de mar	Bomba engrase cada 5000 rhrs
		Revisión de la bomba después de 20,000 rhrs
		6 - prueba funcional mensual
	Bomba de circulación de	Revisión de la bomba después de 20,000 rhrs

Tabla 4.13 - Mantenimiento de Equipos en FSU / FSRU		
Sistema de	**Equipo**	**Actividades de mantenimiento**
	agua de mar y bomba de agua de enfriamiento por agua de mar	
Sistema de agua dulce	Bombas de agua dulce	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		medición de vibración de motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		Engrase motor eléctrico cada 2,000 rhrs
	Filtro y filtros	inspección y limpieza anual
	Generador de agua dulce	limpieza química de 4 meses y control interno
	Enfriadores de agua frescas	anual limpieza
	Filtro de agua de mar	limpieza del filtro del agua de mar 2-mensual

Fuente: EXMAR 2016.

4.7 Combustibles

El combustible a utilizar en los motores para la generación de energía es el Gas Natural proveniente de la vaporización del GNL. El valor calorífico inferior esperado del gas será como mínimo 36 MJ/m^3 N[5] yel número de metano esperado es de 80. El consumo específico de calor del combustible será de 78007750 BTU/kWh, (HHV), con una eficiencia cercana al 50%.

4.7.1 Balance de Masa y Energía

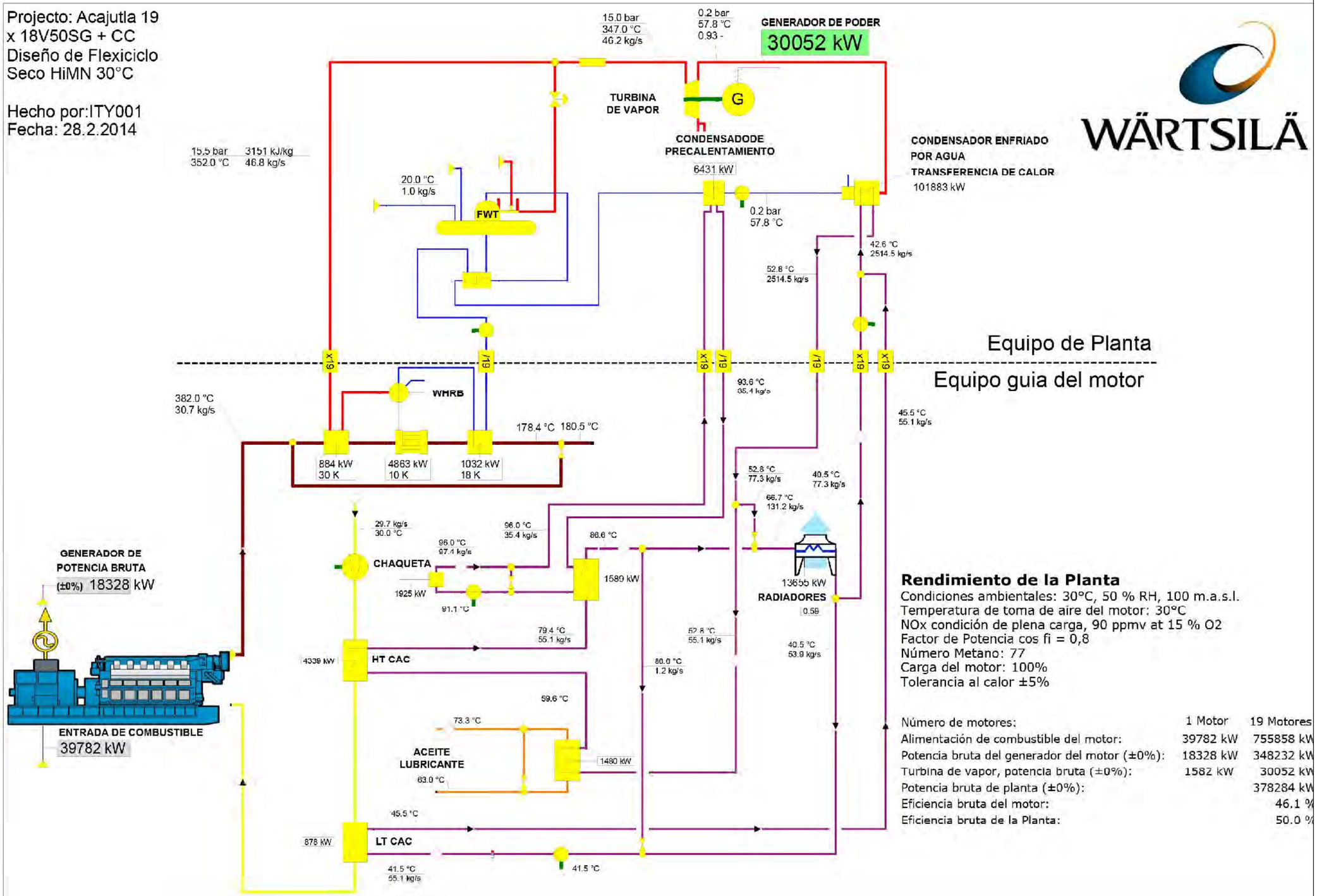
En la siguiente Figura 4.22 se presenta el balance de masa y energía.

Por cada uno de los motores se consumen 39,782 kW de combustible y salen 18,328 kW de energía (bruta). Adicionalmente se producen 1,582 kW por cada motor en la turbina de vapor, que opera con el vapor de las calderas de recuperación de calor de cada motor.

[5] Valores expresados en m^3 normales: a 0ºC y 101.3 kPa.

Projecto: Acajutla 19 x 18V50SG + CC
Diseño de Flexiciclo Seco HiMN 30°C

Hecho por:ITY001
Fecha: 28.2.2014



Rendimiento de la Planta

Condiciones ambientales: 30°C, 50 % RH, 100 m.a.s.l.
Temperatura de toma de aire del motor: 30°C
NOx condición de plena carga, 90 ppmv at 15 % O2
Factor de Potencia cos fi = 0,8
Número Metano: 77
Carga del motor: 100%
Tolerancia al calor ±5%

	1 Motor	19 Motores
Número de motores:		
Alimentación de combustible del motor:	39782 kW	755858 kW
Potencia bruta del generador del motor (±0%):	18328 kW	348232 kW
Turbina de vapor, potencia bruta (±0%):	1582 kW	30052 kW
Potencia bruta de planta (±0%):		378284 kW
Eficiencia bruta del motor:		46.1 %
Eficiencia bruta de la Planta:		50.0 %

FUENTE / SOURCE:
WARTSILA / WARTSILA

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: WARTSILA
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: WARTSILA
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 4,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 4,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 9/16/2014

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO
LNG TO POWER PROJECT

BALANCE DE MASA Y ENERGÍA / MASS BALANCE AND ENERGY

FIGURA 4.22 / FIGURE 4.22

4.7.2 Composición del Combustible

La composición prevista del gas natural se detalla en la Tabla 4.14.

Tabla 4.14 – Composición del Gas Natural

Componente	Símbolo	Porcentaje
Metano	CH_4	88.42 mo-%,
Etano, máx.	C_2H_6	10.44 mo-%
Propano, máx.	C_3H_8	0.31 mo-%
i-Butano, máx.	C_4H_{10}	0.01 mo-%
n-Butano, máx.	C_4H_{10}	0.01 mo-%
i-Pentano, máx.	C_5H_{12}	0 mo-%
n-Pentano, máx.	C_5H_{12}	0.01 mo-%
Hexano y otros hidrocarburos		0 mo-%
Nitrógeno	N_2	0.80 mo-%
Dióxido de carbono	CO_2	0 mo-%
Azufre total, máx.	S	5 mg/kg

Fuente: Wärtsilä 2014

El proceso de licuefacción del gas natural requiere de la extracción de algunos de los componentes no-metano como el agua y el dióxido de carbono, para evitar que se solidifiquen cuando el gas es enfriado a la temperatura de -256 °F. Como resultado, el GNL está típicamente compuesto de metano, como se presenta en la Tabla 4.14.

4.7.3 Características de Peligrosidad y Hoja de Seguridad de Materiales

La hoja de seguridad del Gas Natural y del Gas Natural Licuado se presenta en el Apéndice 4F. Según la clasificación de la NFPA[6], se clasifica:
Salud: 1;
Inflamabilidad: 4;
Reactividad: 0; y
Especial: N/A.

El gas natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61, aire = 1.0) y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna.

[6] NFPA: National Fire Association, Asociación Nacional contraincendios de Estados Unidos.

El gas natural se clasifica de acuerdo al REGLAMENTO ESPECIAL EN MATERIA DE SUSTANCIAS, RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS, como CLASE 2: GASES, División 2.1 Gases inflamables. Las Propiedades del Gas Licuado se resumen:

- Tóxico No
- Carcinógeno No
- Vapor Inflamable Si Forma Nubes de Vapor
- Asfixia Si, pero dentro de una nube de vapor
- Temperatura Extremadamente Fría Si
- Otros Riesgos a la Salud Ninguno
- Punto de Destello4 (°F) -306
- Punto de Ebullición (°F) -256 Rango de
- Inflamabilidad en el aire, % 5-15
- Presión almacenada Atmosférica

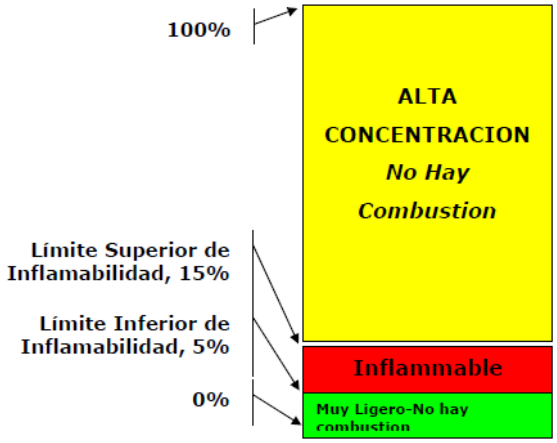
Comportamiento en casos de derrame Se evapora formando "nubes" visibles. Partes de las nubes pueden ser inflamables o explosivas bajo ciertas condiciones.

Las principales características del GNL son:
Bajo condiciones de presión atmosférica normal, el GNL es un líquido criogénico claro, no corrosivo y no tóxico;
Es inodoro, de hecho, para poder detectar derrames de gas natural provenientes de los calentadores de agua y otros equipos de gas natural, se le deben añadir odorantes al metano;
Al igual que cualquier otro material gaseoso que no sea el aire o el oxígeno, el gas natural vaporizado de GNL puede causar asfixia debido a la falta de oxígeno en áreas cerradas y sin ventilación;
La *densidad* de GNL es de aproximadamente 3.9 libras por galón, comparado con la densidad del agua, que es de aproximadamente 8.3 libras por galón. Por tanto, al derramarse sobre el agua, éste flota y se vaporiza rápidamente; y
De no manejarse adecuadamente conforme a los sistemas de seguridad, al vaporizarse puede ser inflamable y explosivo, pero sólo bajo condiciones especiales.

El *nivel de inflamabilidad* es el rango entre las concentraciones mínimas y máximas de vapor (porcentaje por volumen) en el cual el aire y los vapores de GNL forman una mezcla inflamable que puede alcanzar el punto de ignición. La Fig. 4.21 abajo, muestra que los *límites superiores e inferiores de inflamabilidad* del metano, el componente dominante del vapor de GNL, son del 5% y 15% por volumen. Cuando la concentración del fluido excede su límite superior de inflamabilidad, no podrá quemarse debido a que no hay suficiente oxígeno. Esta condición puede existir, por ejemplo, en un tanque de almacenamiento cerrado en donde la concentración del vapor contiene aproximadamente 100% de metano. Cuando la concentración del fluido es menor que el límite inferior de inflamabilidad, no podrá quemarse debido a

que no hay suficiente metano. Un ejemplo es el derrame de pequeñas cantidades de GNL en un área bien ventilada. En esta situación, el vapor de GNL se mezcla rápidamente con el aire y se disipa en una concentración menor al 5 por ciento. Ver Figura 4.23.

Figura 4.23 – Nivel de Inframabilidad



Fuente: Sistemas De Seguridad Y Protección De GNL, Center for Energy Economics, University of Texas, 2014

Una comparación de las propiedades de GNL con las de otros combustibles líquidos como lo muestra la Tabla 4.15, abajo, también indica que el Límite Inferior de Inflamabilidad de GNL es generalmente más alto que el de otros líquidos, o sea que para que hubiera ignición se necesitarían más vapores de GNL (en un área específica), comparado con el GLP o la gasolina.

Tabla 4.15 – Comparación del GNL con Otros Combustibles

Propiedades	GNL	Gas Licuado del Petróleo (GLP)	Gasolina	"Fuel Oil"
Tóxico	No	No	Si	Si
Carcinógeno	No	No	Si	Si
Vapor Inflamable	Si	Si	Si	Si
Forma Nubes de Vapor	Si	Si	Si	No
Asfixia	Sí, pero dentro de una nube de vapor	Igual que el GNL	Si	Si
Temperatura Extremadamente Fría	Si	Si, cuando se refrigera	No	No
Otros Riesgos a la Salud	Ninguno	Ninguno	Irritación a los ojos, narcosis, nausea, otros	Igual que la gasolina
Punto de Destello (°F)	-306	-156	-50	140
Punto de Ebullición (°F)	-256	-44	90	400

Tabla 4.15 – Comparación del GNL con Otros Combustibles				
Propiedades	**GNL**	**Gas Licuado del Petróleo (GLP)**	**Gasolina**	**"Fuel Oil"**
Rango de Inflamabilidad en el aire, %	5-15	2.1-9.5	1.3-6	N/A
Presión almacenada	Atmosférica	Bajo presión (atmosférica si se refrigera)	Atmosférica	Atmosférica
Comportamiento en casos de derrame	Se evapora formando "nubes" visibles. Partes de las nubes pueden ser inflamables o explosivas bajo ciertas condiciones.	Se evapora formando nubes de vapor que pueden ser inflamables o explosivas bajo ciertas condiciones.	Se evapora formando charcos inflamables; tendrá que limpiarse	Igual que la gasolina

Fuente: Sistemas De Seguridad Y Protección De GNL, Center for Energy Economics, University of Texas, 2014

El gas metano alcanza el punto de ignición únicamente cuando la proporción o mezcla del vapor de gas al aire queda dentro del rango limitado de inflamabilidad. Un riesgo frecuentemente esperado es la ignición a causa de flamas o chispas y por tanto, las instalaciones de GNL se diseñan y operan bajo normas y procedimientos que eliminan este riesgo y de llegar a existir flamas o chispas, cuentan con suficientes sistemas de detección y protección en contra del incendio. La temperatura de auto ignición es la temperatura más baja en la que el vapor de gas inflamable puede arder de forma espontánea sin necesidad de una fuente de ignición después de varios minutos de exposición a una fuente de calor. Una temperatura mayor a la temperatura de auto ignición causará la ignición después de un período de exposición menor. Con respecto a las temperaturas muy altas dentro del rango de inflamabilidad, la ignición puede ser virtualmente instantánea.

La temperatura de auto ignición queda por arriba de los 1000°F (540°C) en cuanto a los vapores del metano derivados de GNL y una mezcla de combustible y aire de aproximadamente el 10 por ciento de metano en el aire (aproximadamente en el medio del 1-15 por ciento del límite de inflamabilidad) a presión atmosférica. Esta temperatura extremadamente alta requiere una fuente importante de radiación termal, calor o una superficie caliente. Si un derrame de GNL en tierra o agua que produzca vapor de gas inflamable no encuentra una fuente de ignición (flama, chispa o fuente de calor de por lo menos 1000°F [540°]), entonces el vapor generalmente se dispersa en la atmósfera y no ocurre un incendio.

Cuando se compara con otros combustibles líquidos, el vapor de GNL necesita una temperatura muy alta para que ocurra la auto ignición, como lo muestra la Tabla 4.16.

Tabla 4.16 – Comparación del GNL con Otros Combustibles	
Combustible	**Temperatura de Auto Ignición, ^{o}C**
GNL (principalmente el metano)	540
GLP	454.44-510
Etanol	422.78
Metanol	463.89
Gasolina	257.22
Combustible Diésel	Aprox. 315.56

Fuente: Sistemas De Seguridad Y Protección De GNL, Center for Energy Economics, University of Texas, 2014

4.7.4 Fuentes de Suministro

EDP sostuvo reuniones con los principales proveedores de GNL, como: BP, BG, Gas Natural Fenosa, Shell, Total y GDF Suez, entre otros, para discutir las alternativas de ubicación del proyecto, probable consumo mensual y tipos de barcos de GNL utilizados por estos proveedores. El proveedor seleccionado fue Shell.

En virtud de la negociación comercial para el suministro de largo plazo a El Salvador, se llegó a la conclusión que el tamaño de la Terminal Marítima debería ser compatible con la flota existente y futura de embarcaciones que transportan GNL en largas distancias. De esta forma el proyecto fue estructurado para recibir embarcaciones de GNL de diversos tamaños, desde 136.000 hasta 180.000 m^3 de carga de GNL.

Shell es un proveedor de GNL denominados de portfolio, o sea, que disponen de GNL en varios lugares en el mundo. De esta forma se minimiza el riesgo de entrega de GNL, ya que el suministrador tiene varias fuentes del combustible para compensar la eventual falta de gas natural en un local en específico.

Shell podrá suministrar Gas Natural Licuado para suministrar GNL de diferentes sitios, entre los que podemos mencionar: Perú, Estados Unidos, Libia, entre otros.

4.7.5 Operaciones de Acondicionamiento del GNL

El único acondicionamiento que se dará al GNL es regasificarlo y convertirlo a GN, cuyo proceso se explica en apartado 4.13. “regasificación”.

4.7.6 Mantenimiento de la Temperatura

A pesar de la eficiencia de los aislantes éstos no mantienen el GNL en los niveles de refrigeración requeridos. El GNL se almacena como un criogénico en ebullición — un líquido que a cierta presión de almacenamiento es sumamente frío en su punto de ebullición. El GNL almacenado es análogo al agua hirviendo, sólo que es 244°C más frío. La temperatura del agua hirviendo (100°C) no cambia, aunque se incremente el calor, ya que ésta es enfriada por evaporación (generación de vapor).

De igual forma, el GNL permanecerá a casi la misma temperatura si la presión se mantiene constante. Este fenómeno es denominado auto refrigeración. Mientras que al vapor (GNL vaporizado por ebullición) se le permita salir del tanque (el tanque de GNL), la temperatura será constante. Esta evaporización es capturada por las instalaciones del GNL y los buques y es utilizada como combustible. Habrá un generador de nitrógeno para proteger los tanques de incremento de temperatura.

4.8 Instalación de Obras Marítimas

La Terminal Marítima estará formada por un FSRU flotando dentro de una estructura de protección, rompeolas, que servirá de atraque para el FSU y LNGC. El FSU y LNGC serán amarrados por a la estructura a través de sistemas de amarre convencionales para terminales marítimas. Se espera que el FSU permanezca atracado semipermanentemente, con la excepción de cuando haya fenómenos meteorológicos extremos. La barcaza FSRU será amarrada de manera permanente dentro del rompeolas.

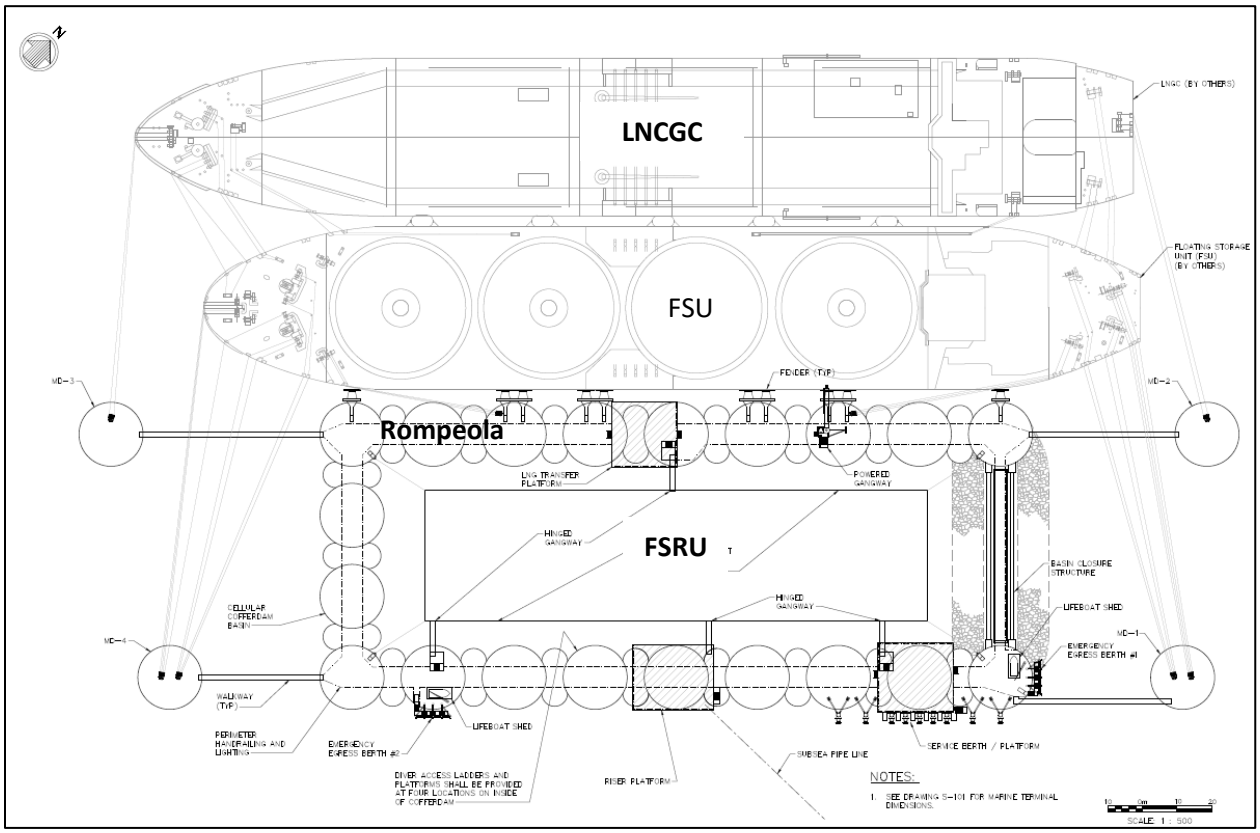
El LNGC va a atracar solo cuando sea necesario abastecer al FSU. El LNGC atracará a un costado del FSU. Se ubicará espuma flotante o defensas neumáticas entre ambos barcos, para protección durante el atraque. Líneas de amarre del LNGC serán aseguradas a los postes de amarre y / o al FSU.

La Terminal Marítima se compone de los siguientes componentes:

- Un rompeolas (de estructura celular o cajones) que soportará la plataforma elevadora, plataforma de transferencia, la plataforma de servicios, defensas, pasillos y pasarelas
- Una plataforma de transferencia de GNL apoyar los brazos de carga / descarga o mangueras, tuberías criogénico, y otros equipos de la superestructura y sistemas
- Una plataforma de soporte vertical de brazos de descarga de gas o mangueras, el elevador de tuberías y otros equipos de la superestructura y sistemas
- Equipo de parachoques y tren de fondeo para el FSU
- Postes de amarre con el equipo utilizados para el amarre tanto del FSU como del LNGC
- Pasarelas / pasos entre la plataforma de transferencia, la plataforma de subida y postes de amarre
- Una plataforma de servicios con la instalación de parachoques y equipo de amarre para embarcaciones de apoyo. La plataforma de servicios también puede facilitar el traslado de provisiones y el equipo de mantenimiento, agua potable y aguas residuales.

La Figura 4.24 muestra un diseño típico de la Terminal Marítima con la opción de celdas celulares.

Figura 4.24 – Diseño propuesto para la Terminal Marítima



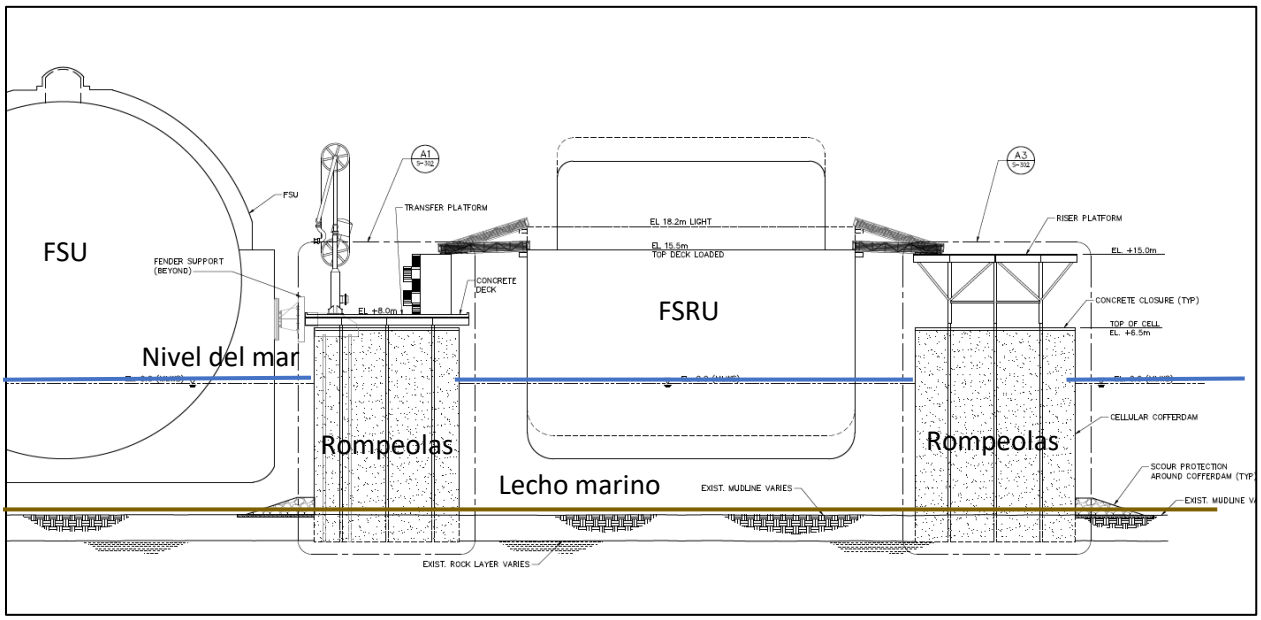
Fuente: M&F Feed Drawings, 2016

Ejemplo de disposición y amarre de la Terminal Marítima y sus diferentes elementos

El suministro de gas natural, ya regasificado a ser proporcionado por el FSRU, se transportará a través de una tubería submarina al punto de conexión con la tubería de gas en tierra, y de allí a la Planta.
En tierra la Terminal Marítima incluirá una estación de medición, indicador de integridad de la tubería, Estación de lanzador / receptor para PIG, válvulas de cierre de emergencia (ESD) y válvulas de purga.
Esta infraestructura en tierra se ubicará dentro del terreno cercado de la Central Térmica.

En la siguiente Figura 4.25, se presenta un detalle visto en perfil de los principales elementos de la terminal, con la opción de rompeolas de tipo ataguía celular.

Figura 4.25 – Vista de perfil de Terminal Marítima: Rompeolas, FSU y FSRU



Fuente: M&F Feed Drawings, 2016

En la Figura 4.26 se muestran los distanciamientos que se han dejado hacia el muelle de CEPA y hacia las boyas de CENERGICA, como se detalla:

1. Espacio para maniobras y entrada de barcos muelle de CEPA: 600m mínimo; y
2. Espacio para maniobras boyas CENERGICA: 500m, mínimo

Este espaciamiento es el que fue considerado para efectos de diseño, y no para la operación de la Terminal Marítima.

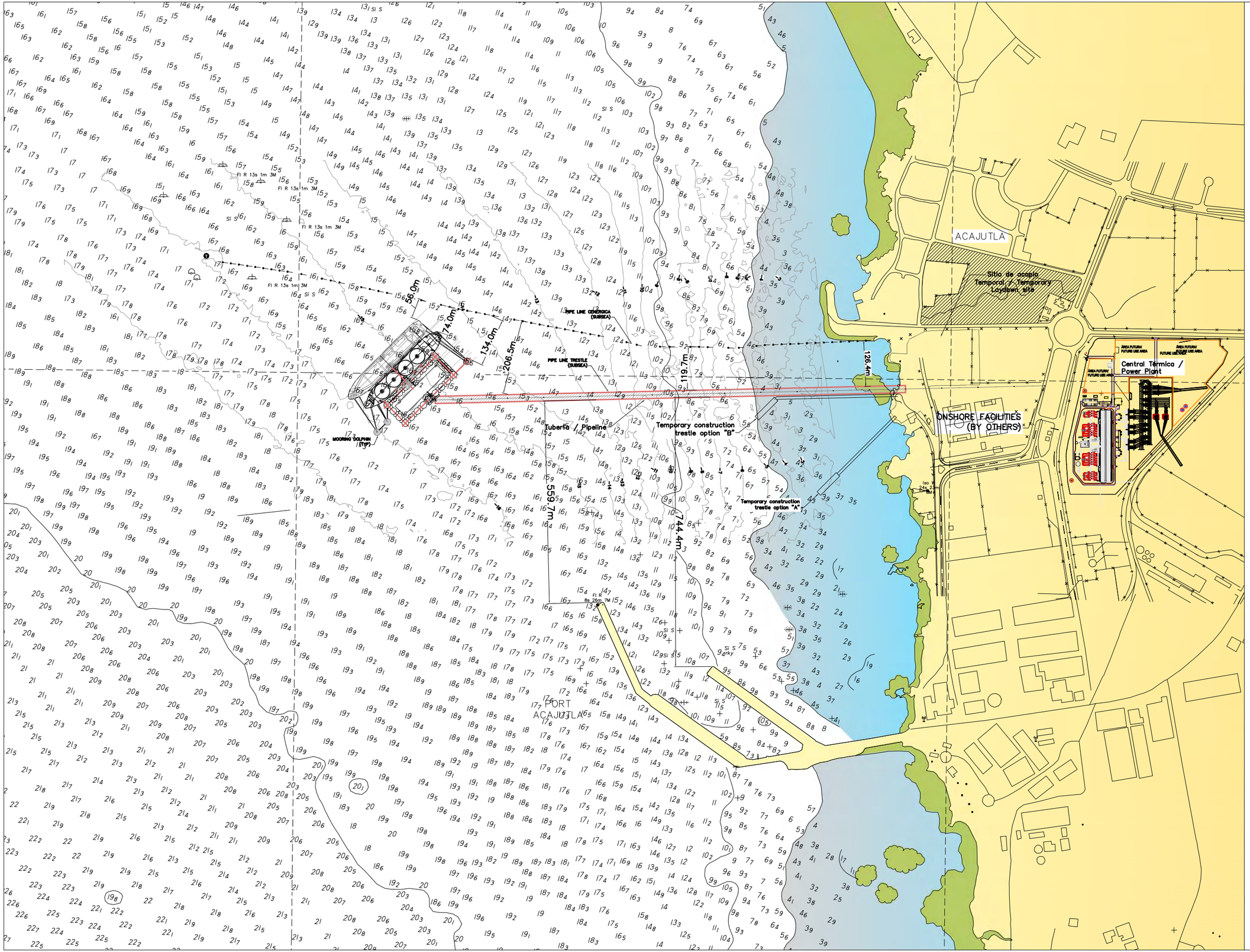
Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

BATIMETRÍA DEL SITIO Y DISTANCIAMIENTO A CEPA Y CENERGICA / SITE BATHYMETRY AND DISTANCING TO CEPA AND CENERGICA

FIGURA 4.26 / FIGURE 4.26



0 50 100 150 200m

SIN ESCALA/DO NOT SCALE
PIES DRAWING

FUENTE / SOURCE:
AMP, CEPA, CNR, IDNO / AMP, CEPA, CNR, IDNO

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: WARTSILA
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: WARTSILA
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 4,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 4,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/05/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS

4.8.1 Parámetros de Diseño

Toda la infraestructura marina será diseñada para soportar olas extremas, el nivel de agua y eventos de viento, incluyendo las condiciones de tsunami. Diferentes elementos son diseñados para diferentes condiciones. Los datos de eventos a utilizar para el diseño final se describen a continuación.

Acajutla presenta ciclos de olas semi-diurnos caracterizados por dos mareas altas y dos mareas bajas, de diferente tamaño, cada día lunar. La información de mareas fue obtenida del Centro de Nivel de Mar, de la Universidad de Hawai, datos entre 1962 y 2012 y de los datos tomados por una boya de olas en el sitio del proyecto para un corto período de tiempo. Ver Tabla 4.17.

Tabla 4.17 – Información de Mareas Considerada para el Diseño

Datum	Descripción	UHSLC 082 Acajutla (m)	AWAC (m)
HAT	Marea astronómica más alta	1.33	1.36
MHHW	Promedio más alto de marea alta	0.85	0.84
MHW	Promedio de nivel alto	0.75	0.76
MSL	Promedio de nivel	0.0	0.0
MLW	Promedio de nivel bajo	-0.75	-0.75
MLLW	Promedio menor de marea baja	-0.79	-0.79
MLWS	Media baja de marea alta	-0.98	-1.0
LAT	Menor marea astronómica	-1.2	-1.2
MN	Amplitud de marea media (MHW – MLW)	1.5	1.55

Fuente: Centro de Nivel de Mar, de la Universidad de Hawai, datos entre 1962 y 2012 y de los datos tomados por una boya de olas en el sitio del proyecto para un corto período de tiempo.

4.8.1.1 Viento

Los datos de viento de Acajutla se tomaron de la estación de NOAA 9648958 Acajutla que abarca un período de 2 años.

Los vientos soplan principalmente desde el norte y desde el noreste, seguido por los vientos del sur. En el verano, los vientos del norte son fuertemente dominantes. Las velocidades del viento superiores a 5, 10 y 20 nudos, se presentan aproximadamente 38%, 8,4% y 0,1% de las veces, respectivamente. La velocidad del viento más alta registrada es de 45,3 nudos del este-sureste.

Para el diseño final se utilizarán datos de los estudios meteorológicos y oceanográficos a ser realizados. El análisis de valores extremos se llevará a cabo después de la calibración del modelo numérico con el fin de determinar la altura de las olas y período de retorno de eventos y períodos.

4.8.1.2 Corrientes

Las condiciones actuales de funcionamiento en el sitio se obtuvieron de la realización de una simulación de 1 año con el modelo hidrodinámico de dos dimensiones MIKE 21 FM. El modelo se corrió con niveles de agua astronómicos de la base de datos de la Universidad del Estado de Oregon y residuales calculados de la medición de niveles de agua en Acajutla así como vientos de OWI Hindcast.

Además, un AWAC se desplegó en el entorno de la Terminal Marítima para medir la dirección y magnitud de la corriente. A la fecha de presentar este estudio, se han descargados y procesados 8 meses de datos de vientos, holas, corrientes promediadas y mareas. Al finalizar los estudios meteorológicos y oceanográficos, se definirán los parámetros para el diseño final.

Las velocidades de las corrientes que pueden producir daños son bajos en el sitio, inferiores o iguales a 0,1 nudos alrededor del 13% de las veces. La máxima corriente calculada es de 0,28 nudos. La circulación en el área del sitio se ve afectada por los vientos locales y la presencia de la infraestructura existente. las corrientes inducidas por el tsunami se discuten en la Sección 8.2.9. Los datos obtenidos en mediciones en 2016 muestran hasta 2 nudos en corriente superficial y 7 nudos en corriente profunda, en el sitio.

4.8.1.3 Tsunami

Un estudio de modelación numérica detallada se realizó para evaluar el riesgo de tsunami en el sitio de la terminal. Un total de 16 escenarios se modelaron utilizando 2 modelos numéricos diferentes para desarrollar 32 series de tiempo separados que se utilizan para desarrollar curvas de excedencia para el sitio del proyecto.

Las elevaciones de cresta máximas a lo largo del atracadero varían de 3.2 a 3.8m para el 10% de condición de excedencia, y 2.0 a 2.4m para la condición de 50% de excedencia. Las detracciones máximas se encuentran entre -2.6 y -3.0 m para la condición de excedencia de 10% y -1.8 y -1.9 m para la condición de excedencia del 50%.

Corrientes de tsunami en el atracadero variaron entre 2,2 y 2,8 m/s para la condición de excedencia del 10% en la dirección paralela al atracadero. En otras direcciones (por ejemplo, perpendiculares a la litera) las velocidades estimadas de corriente están a menos de 2 m/s. Los resultados de la simulación muestran que la primera onda de tsunami llega aproximadamente 40 minutos después del terremoto y la primera cresta de la ola llega a unos 5 minutos más tarde.

La valoración del peligro de Tsunami indica que las corrientes inducidas por el tsunami en la zona pueden ser tan altas como 5,8 nudos.

4.8.2 Condiciones Límites de Operación

La Terminal Marítima tendrá límites establecidos de operación, parámetros ambientales que cuando se exceden resultará en no realizar el atraco, paro de operaciones o des anclaje y dejar la terminal. Esta sección presenta los límites operables seguros previstos para la terminal. El plan de operaciones de la Terminal Marítima definirá los límites de carga, movimientos admisibles para la conexión al colector de buque y operación del de brazo de carga. Se incluirán también límites definidos como permisibles para amarre, la para las defensas y movimientos de la embarcación mientras cuando se encuentre atracado.

Los límites operacionales Terminal Marítima incluirán:

- Límites de aproximación y atraque. Condiciones límites del clima para la aproximación y atraque del FSU y LNGC en la terminal;
- Límite de transferencia de carga. Condiciones de clima límite para el FSU y LNGC atracados en la Terminal Marítima conectados en cualquier línea, boya de atraque o defensas, o movimiento de los barcos como resultado de vientos, corrientes o acción de las olas; y
- Límites de salida – limitación de condiciones climáticas para el FSU y de LNGC que parten de la terminal.

Se han establecido límites operativos preliminares basados en los estudios de remolcador, amarre dinámico y de puente realizados a la recha para el FSU y el LNGC aproximándose al sitio y atracando. Estos límites son preliminares y serán definidos después de realizar un mayor análisis en la etapa de diseño final en consulta con las entidades reguladoras. También se presentan límites preliminares para operación del FSU y LNGC anclados en la terminal.

4.8.2.1 Embarcaciones Tipo y Criterios de Atraque

Los límites de funcionamiento se basan en las siguientes capacidades de buque, que se presentan en la Tabla 4.18.

Tabla 4.18 - Capacidad de Buques para Establecer Criterios de Diseño de Límites de Condiciones Climáticas

Vasos de diseño	Capacidad (mínimo)	Capacidad (máximo)
FSU	125.000 m^3	125.000 m^3
FSRU	100.000 m^3	100.000 m^3
Transportadores de LNG	136.000 m^3	180.000 m^3

Fuente: M&N, Terminal Operating Limits Memo, 2016

Los sistemas de amarre de la Terminal Marítima se basan en lo siguiente:

- El FSU dejará el muelle cuando las condiciones ambientales limitantes se presenten o estén previstas que van a superarse;
- El LNGC dejará el muelle cuando las condiciones ambientales limitantes se presenten o estén previstas que van a superarse;

- Los remolcadores no operarán en condiciones superiores a una altura de ola de HS = 1,5 m. Si se obtienen más remolcadores de mayor capacidad para el proyecto puede revisarse esta restricción;
- Para las líneas de amarre de acero, la carga permitida de trabajo segura (SWL) se define como el 55% de la mínima carga de rotura (MBL) por recomendaciones de OCIMF;
- Para las líneas de amarre sintéticas, la carga permitida de trabajo segura (SWL) se define como el 50% de la mínima carga de rotura (MBL) por recomendaciones de OCIMF;
- La carga de trabajo admisible en las defensas es la reacción clasificada en análisis de rendimiento de diseño;
- Para el FSU amarrado a la estructura, el brazo de carga debe permitir los siguientes límites de movimiento: Oleaje de 4,0m, 4,0m de balanceo y 2,0m de tirón; y
- Para LNGC (amarrado al FSU), los movimientos permitidos de nave se limitan a lo siguiente: Oleaje de 2,0m, 2,0m de balanceo y 1,0m de tirón.

4.8.2.2 Limitación de Condiciones Climáticas para Acercamiento y Atraque del FSU y LNGC

La limitación de las condiciones para el acercamiento de ambos, el FSU y LNGC, en la Terminal Marítima serán los que se presentan en la Tabla 4.19:

Tabla 4.19 - Límites de Acercamiento y Atraque FSU y LNGC

Actividad (Funcionamiento normal) [1]	**Viento (nudos)**[2]	**Ola Hs (m)**[3]
FSU acercamiento y atraque	25	1,5 m
LNGC acercamiento y atraque	20	1,0 m

(1) Aplicable para buques de hasta 180.000 m3.
(2) Velocidad del viento es la velocidad medida a la altura de referencia estándar de 10 metros MSL y es representante de una velocidad sostenida promedio de 30 segundos.
(3) Límite de hs proporcionada es aplicable para períodos de onda (Tp) menos de 12 segundos. Para Tp > 12 segundos, límites de onda pueden ser menores dependiendo de las condiciones y tipos de embarcación.
Fuente: M&N, Terminal Operating Limits Memo, 2016

Visibilidad

Limitaciones debido a la visibilidad será a discreción de los pilotos.

Corrientes

Limitaciones debido a las corrientes será a discreción de los pilotos.

4.8.2.3 Condiciones Limitantes para la Transferencia de Carga

Las condiciones limitantes para el FSU y LNGC atracados en la Terminal Marítima que requieren finalizar la transferencia de carga y/o salida de la Terminal Marítima serán las que se presentan en la Tabla 4.20 y 4.21.

Tabla 4.20 – Transferencia de Carga del FSU		
Actividad (Funcionamiento normal)	**Viento (nudos)[1]**	**Ola Hs (m)[2]**
Detener descarga (FSU)	30	1.75m
Desconecte los brazos de descarga (FSU)	35	1.75m
Reanudar descarga (FSU)	25	1,5 m
Dejar la litera (FSU)	40	2,0 m

[1] *Velocidad del viento es la velocidad medida a la altura de referencia estándar de 10 metros MSL y es representante de una velocidad sostenida promedio de 30 segundos.*
[2] *Límite de hs proporcionada es aplicable para períodos de onda (Tp) menos de 12 segundos. Para Tp > 12 segundos, límites de onda pueden ser menores dependiendo de las condiciones y tipos de embarcación.*
Fuente: M&N, Terminal Operating Limits Memo, 2016

Tabla 4.21 - Transferencia de Carga de LNGC (barco a barco)		
Actividad (Funcionamiento normal) [1]	**Viento (nudos)[2]**	**Ola Hs (m)[3]**
Detener descarga (LNGC)	25	1.25m
Desconectar hoses(LNGC)	30	1.25m
Reanudar descarga (LNGC)	20	1,0 m
Dejar la litera (LNGC)	35	1,5 m

(1) Aplicable para buques de hasta 180.000 m3.
(2) Velocidad del viento es la velocidad medida a la altura de referencia estándar de 10 metros MSL y es representante de una velocidad sostenida promedio de 30 segundos.
(3) Límite de hs proporcionada es aplicable para períodos de onda (Tp) menos de 12 segundos. Para Tp > 12 segundos, límites de onda pueden ser menores dependiendo de las condiciones y tipos de embarcación.
Fuente: M&N, Terminal Operating Limits Memo, 2016

Visibilidad

Limitaciones debido a la visibilidad será a discreción del piloto.

Corrientes

Limitaciones debido a las corrientes será a discreción del piloto.

Límites operables reales será más refinado durante el diseño detallado y también durante las operaciones, como la experiencia de las instalaciones de sitio específico y se convierten en entender mejor las interacciones ambientales.

4.8.2.4 Monitoreo de Variables Meteorológicas y Dinámicas Costeras

La operación segura de la Terminal Marítima se controla a través de la utilización de una combinación de herramientas de predicción, tal como predicción meteorológica, y medición de campo en tiempo real, tales como medidores de elevación del agua y anemómetros (velocidad del viento). Cuando las condiciones ambientales, como la velocidad del viento o las alturas de las olas superan los límites de seguridad especificados, las operaciones de carga se detendrán y en condiciones extremas, el buque de descarga de GNL podría abandonar el puesto de atraque.

Para el caso de tsunamis, la Terminal Marítima dependerá de alertas de tsunami y la información de Tsunamis del Centro de Alerta del Pacífico (PTWC), dirigido por la NOAA y situado en Hawai, y del centro nacional de alerta de tsunamis, que forma parte del Ministerio de Medio Ambiente.

Para la alerta de las condiciones meteorológicas y oceánicas extremas, como huracanes o vientos, depresión tropical / olas, la Terminal Marítima se basará en información del Centro Nacional de Huracanes de la NOAA (NHC) y de alertas meteorológicas nacionales. Para los fenómenos meteorológicos no relacionadas con tormentas, la Terminal Marítima responderá en los informes de previsiones meteorológicas locales.

Información meteorológica en tiempo real y datos de estado de mar serán recogidos en la Terminal Marítima a través de un Sistema de monitoreo marítimo “Marine Environmental Monitoring Systems” (MEMS). Esto permitirá que la Terminal Marítima pueda conocer las condiciones que ocurren en tiempo real y tomar decisiones eficaces para garantizar condiciones de operación segura

4.8.3 Método Constructivo

El rompeolas a instalar puede ser de dos tipos: estructura celular circular o cajones. Ambos son descritos en el presente documento. La Terminal Marítima se puede construir de diferentes maneras, la solución óptima depende de los parámetros geotécnicos y las condiciones meteorológicas-oceánicas que se determinen con los estudios finales, y la adecuación de equipos de construcción marina dada las condiciones locales.

4.8.3.1 Rompeolas Tipo Estructura Celular

La construcción del rompeolas de estructuras celular circular. Las estructuras celulares pueden construirse tanto en seco como en húmedo, sin prefabricación, en su sitio final, utilizando equipos y técnicas de construcción convencionales. Las estructuras celulares requieren relativamente poca preparación del lecho de la fundación.

Las células circulares son de chapa de acero laminado en caliente con estructura de red, colocado en una configuración cilíndrica, representado por círculos grandes cuando es visto en planta. Las células circulares equidistantes se conectan con pequeños semicírculos del mismo material; las dos formas están conectadas por ganchos en forma de “Y” especialmente fabricados, y por lo general se cruzan en ángulos de grado 30, 35 o 45. Tanto las células completamente circulares y áreas de arco son llenados de material granular para completar la forma de la estructura mediante la gravedad.

La metodología general y la secuencia de la construcción de las estructuras celulares de tablestacas del rompeolas es la siguiente:

1. Debido a que la obra se realiza en el mar, se prevé que la mayor parte del proceso de construcción se completará desde una barcaza especializada con plataforma elevadora. Las barcazas especializadas de plataforma necesitan condiciones en el mar en que éste no se eleve más de 1 a 1,5m para su instalación, se espera que este tipo de estado del mar (1 a 1,5m) esté disponible y no se dificulte la colocación previa a la construcción. Una vez que se eleva, la barcaza se eleva por encima de las olas la altura de 1,5m. Se espera que la mayoría de las olas sean de menos de 1m, hay aproximadamente un 15% de excedencia de olas con altura de ola superior a 1m.
2. Preparación de la subrasante, mediante dragado o métodos de excavación generales, para eliminar todo el material suelto, compresible, y no adecuado en el interior de la huella donde se ubicará la estructura celular. El material competente, tal como arena densa, no es preciso eliminarlo, siempre que siga estando totalmente consolidado y sin molestias.
3. Trazado de posición e instalación de la plantilla de tablestaca. Las plantillas de tablestacas se configuran por lo general con armazón de acero estructural, con pata o pilas de tubos utilizados para soportar su peso y mantener la posición durante la instalación. Se requerirá una plantilla de dos o tres niveles para un entorno expuesto como Acajutla.
4. Los pilotes de las hojas vienen prefabricados, de acuerdo a las necesidades propias del proyecto, apoyos y con la cobertura preinstalada. Con la plantilla instalada y asegurada, cada hoja individual es levantada con una grúa y colocada alrededor de la plantilla, y se engancha con la hoja colocada previamente. Este proceso se repite hasta que el círculo se completa con todas las hojas extendidas aproximadamente a igual distancia sobre la plantilla.
5. Equipos mecanizados, tales como el equipo de tablestaca de Dawson, que apoya las hojas mientras que están siendo elevados en su posición y ayuda en la alineación y el roscado de hojas, pueden ser necesarios debido a los vientos moderados que hacen el roscado más difícil, además de brindar una mejor eficiencia en la colocación de láminas en condiciones de viento, el dispositivo junto con grilletes de accionamiento remoto, permite que todo el trabajo que se realiza desde el nivel del suelo o de la cubierta sea controlado desde una posición elevada, lo cual es una ventaja de seguridad significativa.
6. Con las hojas colocadas alrededor de la plantilla, las hojas individuales se bajan de forma incremental utilizando un martillo vibratorio para "empujar" las hojas a su posición. Cuando sea necesario según diseño, las hojas se pueden bajar más y ser asentadas a nivel de fundación (por ejemplo, cuando hay aluvión denso o roca blanda) utilizando un martillo de impacto.
7. La plantilla para los arcos de interconexión se coloca ajustada hacia abajo y la hoja en forma de arco es instalada de una manera similar a la de las células circulares.
8. Una vez el tablestacado celular circular se instala a la elevación requerida, se retira la plantilla, y la celda llena con material granular. Una vez que ambos lados de la lámina de arco son completados el área entre las células circulares está lista para el llenado. Ambas operaciones se pueden hacer usando bandas transportadoras tipo concha o cualquier otro método de manejo de materiales a granel.

9. Una vez las células se finalizan están listas para la instalación de las estructuras y equipos de apoyo que se colocarán sobre estos para la operación de la terminal.

Al estar las estructuras circulares de tablestacas finalizadas se pueden colocar losas de cubierta de hormigón para la plataforma de carga y plataformas verticales para soportar dispositivos de amarre, sistemas tipo duques de alba y guardabarros, tapas de hormigón, rocas armadas de protección, y utilidades. Si se desea, fundaciones extendidas, pilotes sin desplazamiento (por ejemplo, pilotes “H”, pilas de tubos de acero) y tablestacas podrían ser considerados e instalados dentro del relleno celular, sin afectar la estructura general.

Es posible que se instalen pilotes dentro de la estructura rompeolas para soportar plataformas de trabajo (plataforma de transferencia, plataforma elevadora y la plataforma de servicios).

Sólo tres lados del rompeolas de tablestacas serán construidos a toda su altura, la parte superior de la celda de elevación aproximada a 6.0m. El cuarto lado del rompeolas o bien se construye en un momento posterior o será parcialmente construido para una elevación superior de -4.5m. Una vez que la barcaza FRSU se hace flotar en su posición y es amarrada al interior, el cuarto lado del rompeolas se cerrará.

La cantidad total de hormigón fundido a ser utilizado en el mar se ha estimado en aproximadamente de 5,915m^3. Los moldes a usar estarán sellados para evitar fugas, y se aplicarán buenas prácticas de manejo, que prohíben la limpieza de equipos de concreto en el océano.

4.8.3.2 Rompeolas de Tipo Cajones

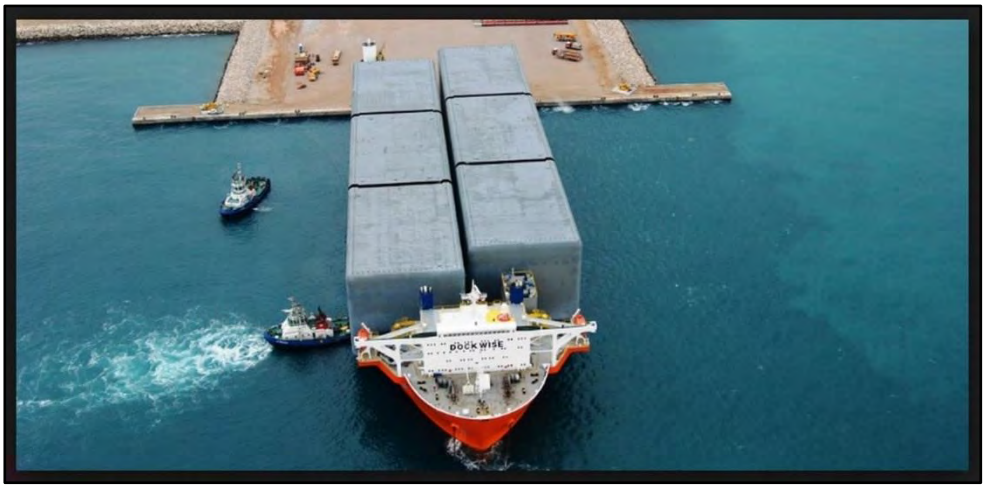
Una opción de construcción bajo consideración es el uso de cajones de hormigón. La ventaja de este sistema es que el mismo molde se utiliza para la construcción de los cajones que son módulos de hormigón armado. La altura final y el ancho de los cajones dependerán de las condiciones locales y la longitud puede variar dependiendo de los moldes, muelles y equipos que posee el contratista para su construcción flotante.

Preliminarmente, se prevé que los cajones que se instalarán será de aproximadamente 70m de largo, con un ancho de 24m y una altura máxima de 31m, en los que unos 10.000 metros cúbicos de hormigón se utilizarán para cada cajón, con cemento tipo V, y con acero reforzado. Se estima que se utilizarían aproximadamente 80.000 metros cúbicos de hormigón en total.

La opción de cajón se podría construir en uno de dos métodos. El primer método consiste en llevar los cajones pre-construidos para ser colocado en su posición final en el proyecto. Estas piezas pueden ser transportadas en buques especiales que pueden sumergirse lo suficiente como para permitir que las piezas pesadas sean alojadas en su plataforma y luego ser transportadas a su destino final. (Ver Fotografía 4.4, 4.5 y 4.6).

Los cajones entonces serían remolcados utilizando una barcaza de transporte a su posición.

Fotografía 4.4 – Pasos 3 y 4 Transporte en Barcazas



Fuente: EDP, 2016

Fotografía 4.5 – Transporte al Sitio Final

Fuente: EDP, 2016

El cajón terminado es amarrado y arrastrado por remolcadores. Una vez colocado en la posición donde va a ser colocado, se llena de agua por medio de bombas sumergibles hasta que se hunde y llega al fondo del mar que se ha preparado y nivelado previamente.

Una vez en su lugar, los cajones son llenados con material de relleno (arena u otro) y sellados con hormigón. Cada cajón se coloca en su posición y forma la Terminal Marítima.

Fotografía 4.6 – Vista de elementos en construcción sobre cajones terminados

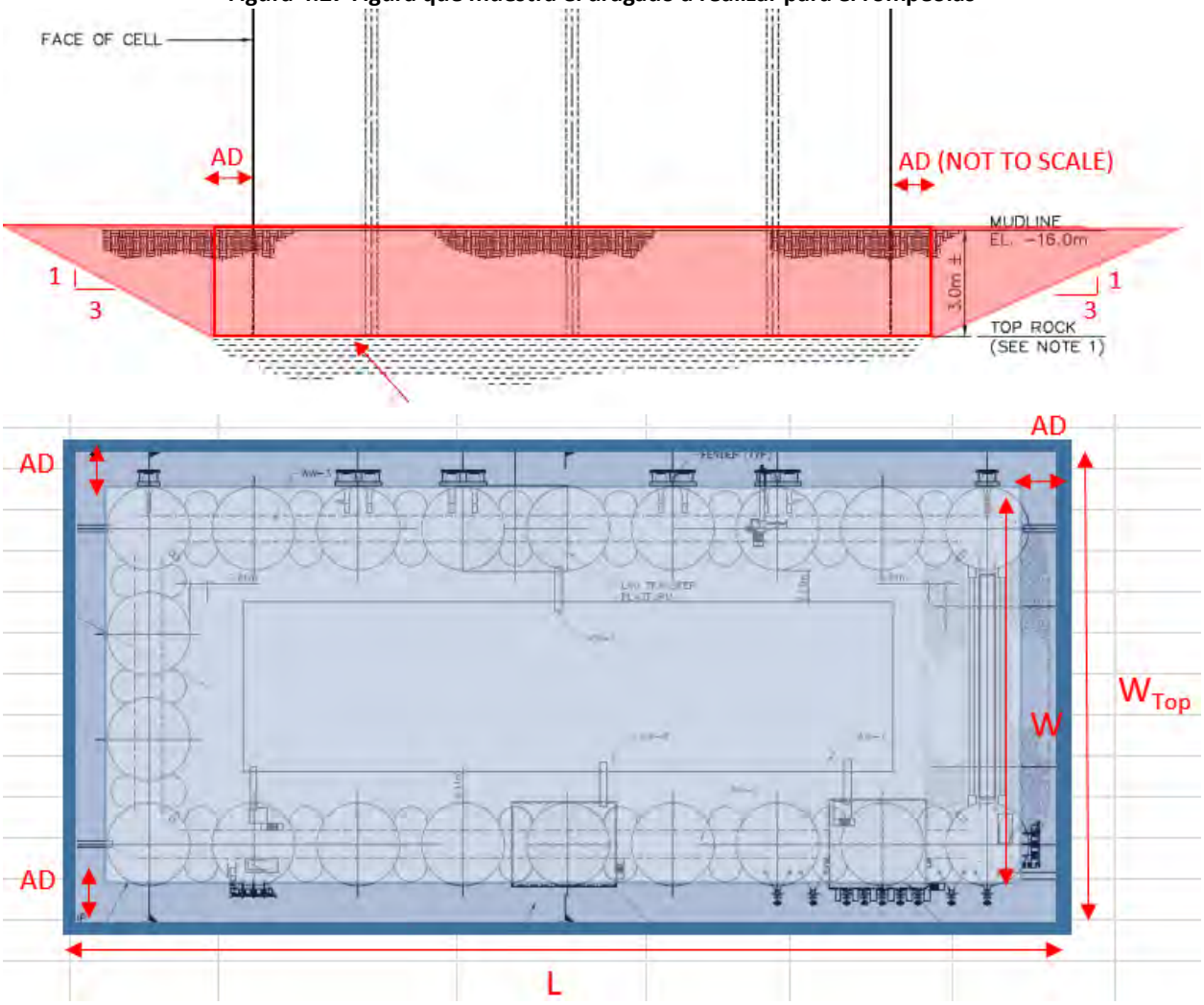
Fuente: EDP, 2016

El paso final es la construcción de los elementos de la Terminal Marítima sobre los cajones.

4.8.4 Preparación de la Base de Rompeolas: Dragado

Se estima que, para preparar la base del suelo de apoyo de las estructuras, ya sean cajones o ataguía celular, será necesario retirar el material no adecuado o liquificable, estimado en 130,000m^3. Ver Figura 4.27.

Figura 4.27 Figura que muestra el dragado a realizar para el rompeolas



Fuente: M&N, 2016

Se solicitaron datos a la industria de dragado sobre las metodologías y tasas más probables de extracción del material para modelar un escenario lo más representativo posible durante el estudio de dispersión de la sedimentación que se realizó. Se han considerado los siguientes métodos de dragado para dragar la huella de la Terminal Marítima y realizar la zanja de la tubería submarina:

- Draga de succión de remolque;
- Draga de retroexcavadora con carga lateral de la barcaza; y
- Draga de cuchara.

Dados los volúmenes de dragado y las tasas de dragado (confirmados mediante la revisión de la literatura, la experiencia y la consulta con la industria de dragado), se estimó la duración del dragado y el calendario de trabajo correspondiente. Se espera completar el dragado en aproximadamente 18 días.

En las siguientes figuras 4.28 a 4.30 se muestran los tipos de draga posibles a utilizar.

Figura 4.28 – Draga de Succión de Remolque

Fuente: Images from B3D-design, Wasa Dredging and East Marine

Figura 4.29 – Draga de Retroexcavadora con Carga Lateral de la Barcaza

Fuente: Images from B3D-design, Wasa Dredging and East Marine

Figura 4.30 – Draga de Cuchara

Fuente: Images from B3D-design, Wasa Dredging and East Marine

Durante el dragado se producirá turbidez en el agua debido a los sólidos en suspensión. El efecto de la suspensión de sedimentos fue modelado y se explica ampliamente en el capítulo 7.

Se evaluó la alternativa de empleo de cortinas antiturbidez, sin embargo, fue desestimada debido a que la instalación de pantallas de turbidez alrededor de la zona de trabajo en condiciones oceánicas abiertas es extremadamente difícil, debido a las hinchadas, los anclajes y las puertas necesarias para permitir el acceso a los buques. Así mismo, las pantallas de turbidez obligatorias en varios proyectos en otros lugares, han demostrado tener muy poca eficiencia en contener suspensiones de grano fino. Los actuales campos de flujo y las condiciones oceánicas oleaje / oleaje que prevalecen en el sitio de Acajutla inducirán un arrastre considerable en las pantallas e incluso podrían inducir turbulencias que probablemente resuspendan los sedimentos de los fondos marinos. Expuestos a las malas condiciones climáticas el riesgo de las cortinas en la deriva debido a la falla de la amarradura o razgado será constante. Esto induce peligros para los buques de navegación y al aterrizar en los arrecifes estas cortinas pueden causar daños ambientales significativos.

El método de control seleccionado has sido mediante el monitoreo de turbidez en puntos de interés y la interrupción de los trabajos, para iniciar cuando se hayan dispersado los sedimentos.

Disposición del Sedimento Dragado

La selección de un adecuado sitio para disposición del material para el dragado propuesto de sedimento marino (De ahora en adelante SDMDO “Sitio de Disposición de Material Dragado Oceánico”) por sus siglas en inglés), se hizo teniendo en cuenta las recomendaciones hechas en USACE EM 1110-2-5025 para dragado y manejo de materiales de dragado (julio de 2015).

Se han establecido los siguientes requisitos para la selección de un SDMDO. El sitio debe:

- Estar localizado dentro de una distancia económicamente factible desde el punto de dragado;
- Estar establecido de tal manera que se minimicen los posibles daños a los recursos críticos, así como para minimizar la interferencia con otros usos beneficiosos pero incompatibles del medio ambiente oceánico;
- Proporcionar la capacidad de almacenamiento requerida para satisfacer el requisito de dragado y para proporcionar esta capacidad, minimizando al mismo tiempo posibles impactos adversos al medio acuático ya la salud humana; y
- No causar, ya sea a corto plazo/fase de construcción, ni a largo plazo/fase permeante, un peligro para la navegación.

Las consideraciones técnicas en la selección de un SDMDO, considerando los objetivos arriba mencionados, incluyen: profundidad del agua, características físicas del material dragado, naturaleza de

las operaciones de disposición, y características de forzamiento ambiental (olas y corrientes). Estos factores técnicos se han determinado durante la Fase de Ingeniería y Diseño Inicial (FEED).

Los criterios específicos para el sitio fueron:

- Alejado del Área Natural Protegida de Los Cóbanos
- Alejado del barco hundido General Arce
- Alejado de rutas de pesca, en consulta con cooperativas de pesca, se determinó que entre el sitio del proyecto y la zona hacia la frontera con Guatemala, circulan aproximadamente 5 barcos al día, en promedio, en agua de alrededor de 50m de profundidad. Por lo que hay área suficiente para que las actividades a realizar no afecten la pesca.
- Profundidad entre 30 y 50m
- En una zona donde no se afecte el paso de barcos, desde y hacia el puerto. Se revisaron los mapas de posicionamiento de bardos.

Utilizando los resultados del análisis de dispersión de la pluma de dragado (ref. M&N 2016), la batimetría local y el uso marítimo, y considerando las probables operaciones de eliminación, se propone que el radio del SDMDO sea de 1,5 nm con un amortiguamiento de 0,5 nm con un radio central de -89.8971, 13.5424 (WGS84) (Ver Figura 7.10, en capítulo 7) Esto permite una zona de amortiguamiento para el buque/draga de desecho en términos de maniobrabilidad y deriva, asegurando al mismo tiempo que los sedimentos re-suspendidos se asientan dentro de los SDMDO especificados.

La draga reduciría su velocidad al acercarse al punto central especificado, luego se mantendría firme sobre el área designada o mantendría un rumbo lento dentro del radio de 1,5 nm. El amortiguamiento adicional de 0,5 nm proporciona una zona de resuspensión.

Después de la aceptación del SDMDO propuesto, se espera que el emplazamiento y su uso se emitan como “Aviso a los Marineros”, y que todos los buques asociados con las operaciones de dragado deberán mostrar luces y señalización de acuerdo con la legislación y autoridad vigentes.

Previo al inicio de los trabajos se hará una caracterización del sitio, que incluirá toma de muestras para análisis de bentos, para determinar si el sito es factible sin afectar ecosistemas sensibles.

4.9 Almacenamiento y regasificación de Combustible

4.9.1 Proceso de Descarga del Buque Carguero

El buque carguero (LNGC) atracará a un costado del FSU. Protecciones flotantes de espuma o neumáticos se colocarán entre los barcos y se conectarán al FSU. Las líneas de amarre del LNGC serán aseguradas a los delfines de amarre y / o al FSU. El LNG se transfiere desde el LNGC a la FSU a través de

sistemas de mangueras flexibles. Se espera que la Terminal Marítima pueda recibir buques de LNGC entre 138.000 m^3 y 174.000 m^3 de capacidad.

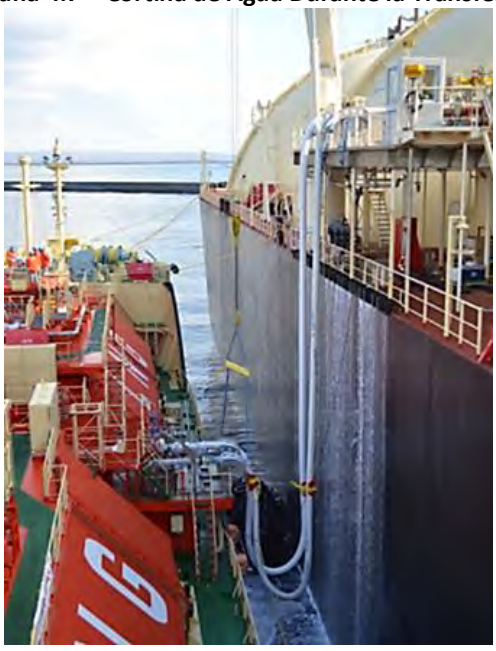
Los LNGC serán apoyados por remolcadores de apoyo durante la aproximación a la Terminal Marítima, todo coordinado y en apoyo de personal de control del Puerto de Acajutla. Se requerirá un remolcador de espera en la Terminal Marítima en todo momento para la FSU y cuando un LNGC está atracado el fin de servir los barcos para respuesta de emergencia debido a los tsunamis, incendios, o cualquier otro evento.

El LNGC se colocará con la popa orientada hacia el lado de la orilla, haciendo coincidir la orientación a la del FSU. La zona de giro será en aguas más profundas al oeste de la terminal. Para salir de la terminal, el LNGC también estará bajo el apoyo remolcador, y el buque va a salir directamente hacia adelante hacia zonas en alta mar. El FSU será atracado de manera similar; Sin embargo, atraque y de-atraque del FSU se producirán en raras ocasiones.

Durante la descarga se aplicará una “Cortina de agua” durante todo el tiempo en el costado del buque, para que en el caso de un derrame de LNG se proteja el metal del barco por el cambio brusco de temperatura.

El LNG será responsabilidad de la compañía suministrante hasta su descarga en el FSU. El gas será medido y analizado en cada entrega.

Fotografía 4.7 – Cortina de Agua Durante la Transferencia



Fuente: Wärtsilä, 2014

4.9.2 Proceso de Regasificación

La regasificación será realizada conforme a la demanda, es decir que se regasificará el combustible que sea necesario de acuerdo a la demanda de la planta de generación eléctrica.

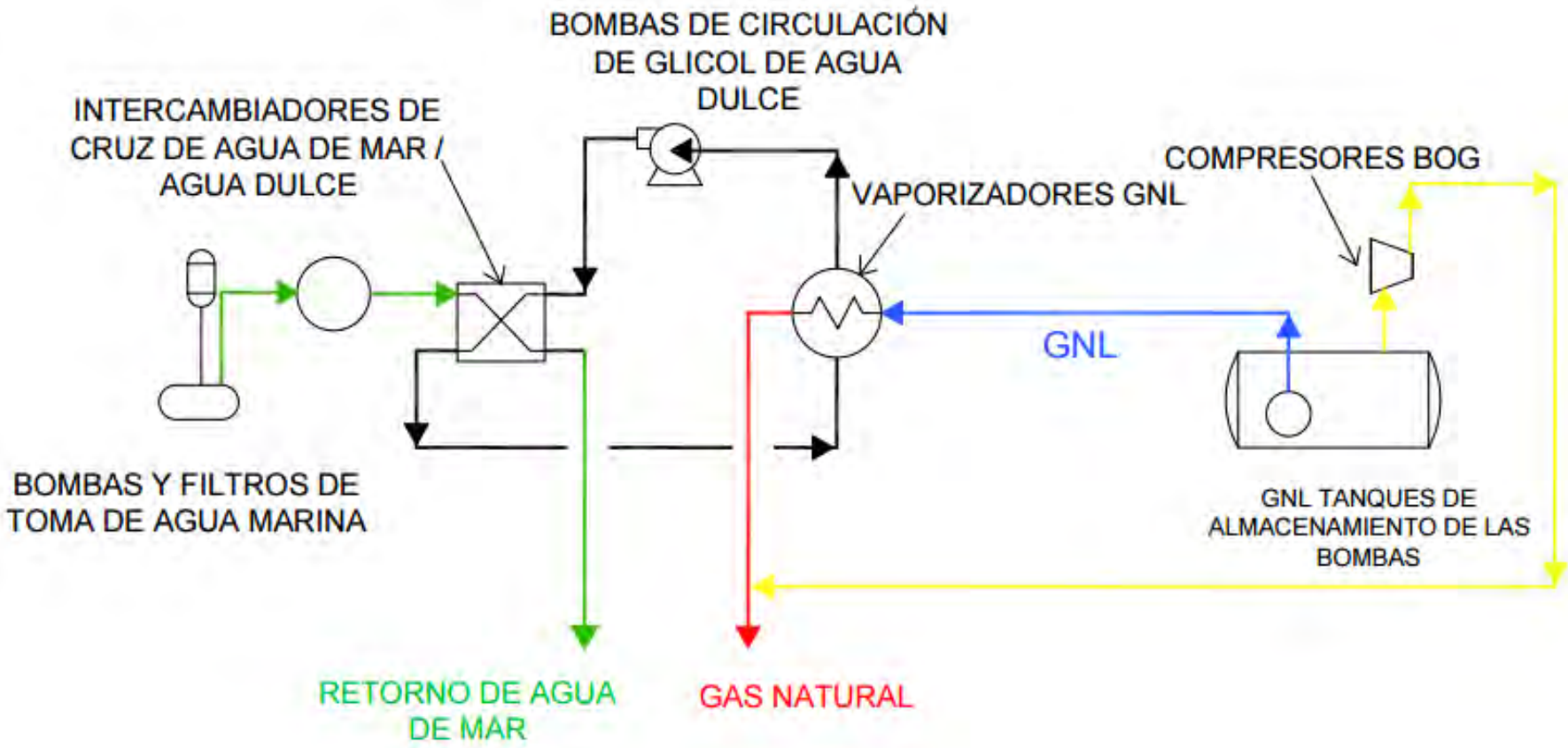
El GNL será bombeado desde los tanques de almacenamiento del FSRU a los vaporizadores de carcasa y tubo donde se utiliza un ciclo de agua dulce con glicol para vaporizar el GNL. El agua con glicol es posteriormente calentada en un segundo intercambiador de carcaza y tubo, la fuente de calor será agua de mar. La unidad de regasificación se compone de tres (3) trenes, que pueden funcionar de forma totalmente independiente. Los tres trenes tienen una capacidad de 93.3 millones de pies cúbicos por día (MMPCD) cada uno.

A baja velocidad de envío de gas (4-12MMPCD), las bombas de carga en el FRSU se detienen y BOG se envía directamente a la planta a 10 bares al colector, a través de compresores redundantes. Los mismos compresores se utilizan para suministrar gas combustible a los motores FSRU y para el control de la presión del tanque de carga. Este último se realiza mediante el envío del exceso de BOG (de FSRU y FSU) directamente a la planta como parte del gas regasificado que se envía. La combinación de los vaporizadores de GNL y compresores BOG se utilizará para enviar gas natural a las instalaciones en tierra.

El calor de la planta de regasificación será proporcionado por agua de mar. Calefacción del sistema de regasificación se realiza con un sistema de glicol de agua dulce de ciclo cerrado. El sistema de ciclo cerrado se calienta por un sistema de agua de mar de ciclo abierto, como se muestra en la siguiente Figura 4.31 y en el diagrama en Figura 4.32 y Apéndice 4G.

Las principales características de tuberías, y las corrientes de GNL y GN en el proceso de regasificación y entrega del GN se presentan en la Tabla 4.22.

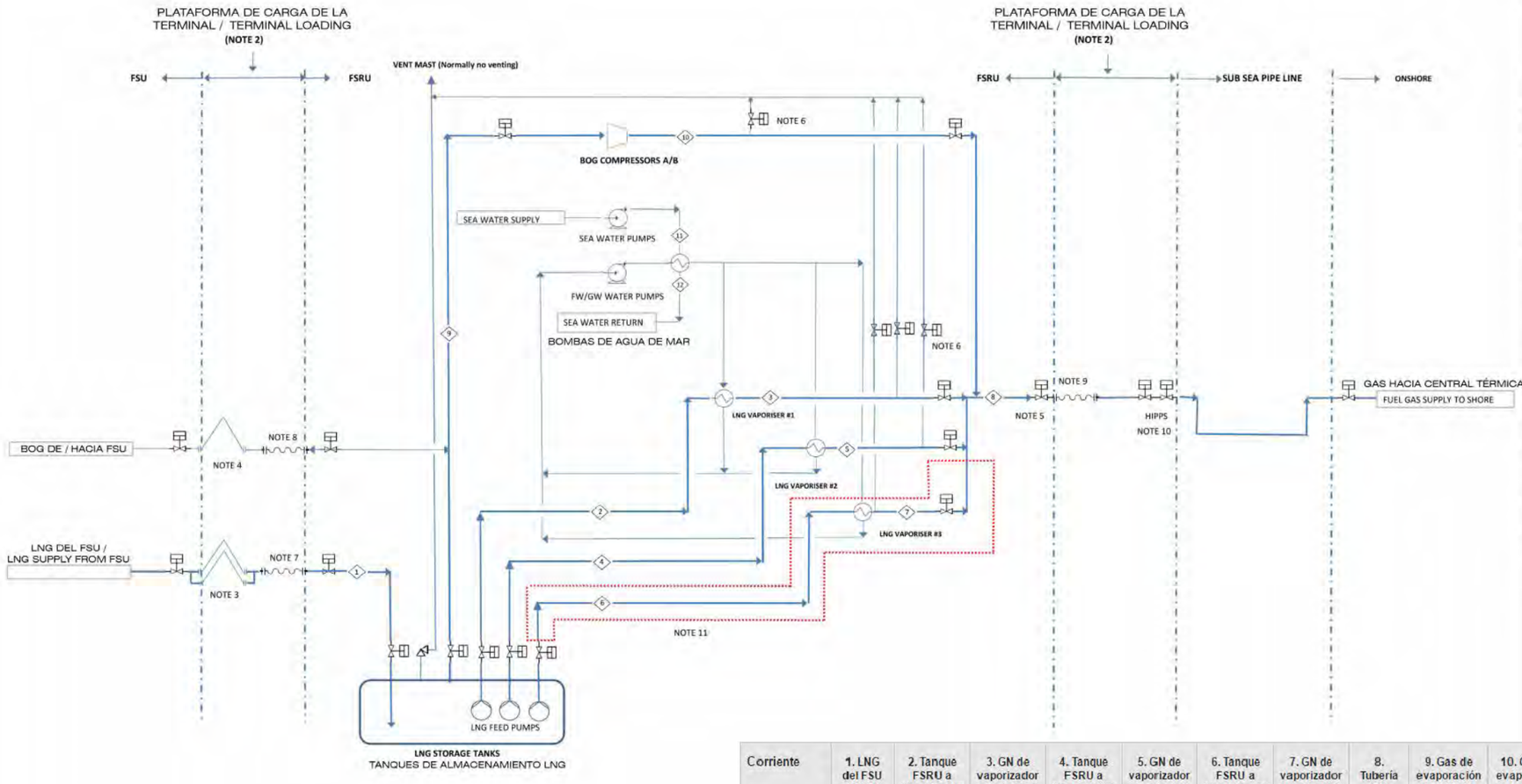
Figura 4.31 Diagrama Simplificado de Regasificación y Entrega de Combustible



Fuente: M&N, 2016

Tabla 4.22 - Corrientes de GNL y GN en Proceso de Regasificación y Entrega de GN												
Corriente	**1. LNG del FSU al FSRU**	**2. Tanque FSRU a Vaporizador 1**	**3. GN de vaporizador a la planta 1**	**4. Tanque FSRU a Vaporizador 2**	**5. GN de vaporizador a la planta 2**	**6. Tanque FSRU a Vaporizador 3**	**7. GN de vaporizador a la planta 3**	**8. Tubería GN hacia la planta**	**9. Gas de evaporación de FSRU a bombas**	**10. Gas de evaporación de bombas a Tubería GN**	**11. Agua de mar para regasificación entrada**	**12. Agua de mar para regasificación salida**
Flujo (m3/h)	3,000	177		177		177					10,000	10,000
Flujo (MMSPCD)			93.3		93.3		93.3	280	12	12		
FASE	Liquido	Liquido	Gas	Liquido	Gas	Liquido	Gas	Gas	Gas	Gas	Liquido	Liquido
DENSIDAD (kg/m^3)	460	460	9	460	9	460	9	8	1	8	1,000	1,000
Presión (BAR)	2	13	12	13	12	13	12	11	1.1	1	5	5
Temperatura (oC)	-163	-163	5	-163	5	-163	5	5	-140	5	28	23
Diámetro (pulgadas)	16	6	14	6	14	6	14	24	10	8		
Longitud (m)	100	50	50	100	50	100	50	50	50	100	40	40
Volumen (m^3)	13.0	0.9	0.5	1.8	0.5	1.8	0.5	14.6	2.5	3.2		
Masa (kg)	5967	420	45	83	45	839	45	117	3	26		

Fuente: M&N, 2016



GENERAL NOTES:

A) THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED ON PRELIMINARY INFORMATION FROM THE VENDOR AND IS INTENDED TO BE USED AS BASIC INFORMATION FOR PRELIMINARY SAFETY/QRA STUDIES. THIS DRAWING SHALL BE UPDATED BY THE FSRU CONTRACTOR.

B) BATTERY LIMITS AND SCOPE OF SUPPLY OF THE FSRU PROVIDER IS PRELIMINARY.

C) DESIGN OF THE SYSTEMS FOR LNG TRANSFERS BETWEEN FSU AND FSRU AND GAS TRANSFER BETWEEN FSRU AND ONSHORE TO BE RE-ASSESSED ONCE SELECTION OF GROUNDING/FLOATING IS DEFINED.

NOTES:

1. HYDROCARBON INVENTORY REFER TO VOLUME BETWEEN TWO ISOLATION VALVES.
2. PLEASE REFER TO MOFFAT & NICHOL MECHANICAL DRAWING S-107.
3. TWO (2) LIQUID LOADING ARMS (1 IN OPERATION).
4. ONE (1) VAPOUR LOADING ARM.
5. TWO GAS FLEXIBLE PIPES OF 70 MMSCFD EACH. PROVIDE SPACE ALLOCATION/CONNECTIONS FOR FUTURE THIRD AND FOURTH FLEXIBLE.
6. BLOW DOWN VALVES TO VENT MAST FOR ESD.
7. 3 (+1) LIQUID HOSES, ONE SPARE FOR LIQUID OR VAPOR TRANSFER.
8. ONE VAPOUR HOSE LINE TO LOADING ARM.
9. 2 HOSE CONNECTIONS FOR GAS TRANSFER.
10. HIPPS SYSTEM TO BE CONFIRMED DURING HAZOP.
11. FOR FUTURE EXPANSION TO 280 MMSCFD

Corriente	1. LNG del FSU al FSRU	2. Tanque FSRU a Vaporizador 1	3. GN de vaporizador a la planta 1	4. Tanque FSRU a Vaporizador 2	5. GN de vaporizador a la planta 2	6. Tanque FSRU a Vaporizador 3	7. GN de vaporizador a la planta 3	8. Tubería GN hacia la planta	9. Gas de evaporación de FSRU a bombas	10. Gas de evaporación de bombas a Tubería GN	11. Agua de mar para regasificación entrada	12. Agua de mar para regasificación salida
Flujo (m3/h)	3,000	177		177		177					10,000	10,000
Flujo (MMSPCD)			93.3		93.3		93.3	280	12	12		
FASE	Liquido	Liquido	Gas	Liquido	Gas	Liquido	Gas	Gas	Gas	Gas	Liquido	Liquido
DENSIDAD (kg/m^3)	460	460	9	460	9	460	9	8	1	8	1,000	1,000
Presión (BAR)	2	13	12	13	12	13	12	11	1.1	1	5	5
Temperatura (oC)	-163	-163	5	-163	5	-163	5	5	-140	5	28	23
Diámetro (pulgadas)	16	6	14	6	14	6	14	24	10	8		
Longitud (m)	100	50	50	100	50	100	50	50	50	100	40	40
Volumen (m^3)	13.0	0.9	0.5	1.8	0.5	1.8	0.5	14.6	2.5	3.2		
Masa (kg)	5967	420	45	83	45	839	45	117	3	26		

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

BALANCE DE MASA DE LA TERMINAL MARÍTIMA / MASS BALANCE OF THE MARINE TERMINAL

FIGURA 4.32 / FIGURE 4.32

FUENTE / SOURCE:
WARTSILA / WARTSILA

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: WARTSILA
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: WARTSILA
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 4,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 4,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 9/16/2014

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

4.9.2.1 Toma de agua de Mar

Para la regasificación se necesita un flujo de agua de mar de diez mil metros cúbicos por hora. Misma que será devuelta, después de ser utilizada para la regasificación. Se ha tomado como temperatura base para toma del agua de 28ºC, siendo el agua devuelta 5 ºC más fría, es decir a 23 ºC.

Para proteger el equipo de proceso y el sistema de tuberías, se instala un sistema de protección de crecimiento marino (MGPS) en el sistema de agua marina (SW). Para el FSRU, una pequeña cantidad de agua de mar se toma de la ingesta de agua y entra en un sistema de electro-cloración, equipado con electrodos energizados bajo anódica directa y de corriente del cátodo. En esta condición, la solución acuosa de cloruro de sodio (NaCl) se transformará en hipoclorito de sodio (NaOCl).

El NaOCl es el agente activo que va a proteger el sistema. El NaOCl natural decaerá después de unos pocos minutos para recombinarse en NaCl y H2O. Para el FSU, un sistema similar puede ser utilizado o sistema de ánodos Cobre.

4.9.2.2 Proceso para Regasificar

Se tendrán tres regasificadores en el FSRU, uno de operación y dos de respaldo con el objetivo de garantizar la entrega de gas natural de forma permanente a la planta.

El FSU entregará el GNL al FSRU, con un caudal de 3,000m^3/h a ser almacenado en los tanques del FSRU. Esta entrega no es realizada de forma permanente, si no cuando se necesite llenar los tanques. Se utilizará una tubería de 16” a 2 bares de presión.

De los tanques del FSRU, se entrega el GNL a -163 ºC al equipo de regasificación, mediante una tubería de 6” a 13 bares de presión; El GN ya regasificado, se entrega a 5 ºC, a la tubería de 14” que llevará el gas a la planta, a 12 bares de presión. Esta operación se realizará de forma permanente, cuando esté operando la planta.

4.9.2.3 Boil off Gas (BOG)

El gas de evaporación a generarse en los tanques de almacenamiento del FSRU y FSU o del buque de LNGC se utilizará parcialmente para la planta de generación de energía. El gas de evaporación, si se alcanza la presión máxima en los tanques, se enviará a la planta o, alternativamente, a la unidad de combustión de gas en caso de que no haya ningún consumo en la planta.

La evacuación del exceso BOG es estrictamente una medida de emergencia para controlar la presión del tanque de carga. El Código Internacional de Gas requiere dos medios para la eliminación de BOG. La principal es la quema en los motores. El uso de unidades de quema de gas es el segundo medio para eliminar el exceso BOG, que se va a utilizar.

Con bajas emisiones de gas (4-12MMSCFD), las bombas de carga en el tanque se detienen y BOG se envía directamente a la planta con 10 barg en el colector a través de compresores redundantes. Los mismos compresores se utilizan para suministrar gas combustible a los motores FSRU y para el control de la presión del tanque de carga. Esto último se hace enviando el exceso de BOG (de FSRU y FSU) directamente a tierra como parte del envío de regasificación. La combinación de vaporizadores de GNL y compresores BOG se proporcionará para enviar gas natural a las instalaciones costeras.

El gas de evaporación sale de los tanques a -140 ^{o}C, a 1.1 bares de presión, y se lleva a los compresores para llevarlo a 1 bar y 5 ^{o}C, para poder ser entregado.

4.9.3 Operación de la Unidad de Almacenamiento Flotante (FSU)

El FSU contará con una caldera con sistema de enfriamiento utilizando agua de mar. Se utilizarán 10,000m^3/h de agua de mar. El agua se regresará al océano 5°C más caliente. Mayor detalle se presenta en el capítulo 7.

El FSU tendrá dos calderas de vapor sobrecalentado de 120.000 lb / h que funcionarán con gas natural. Se detalla la capacidad de cada caldera:

- Generación de vapor sobrecalentado: 120.000 libras / h;
- Presión de vapor sobrecalentada: 90 bar;
- Temperatura del vapor sobrecalentado: 600 oC;
- El consumo de combustible de cada caldera, amarrado al terminal marítimo, produciendo 26.000 libras de vapor será de 750 libras / hora de gas natural

Como fuente alternativa de energía para bombas de carga y energía en general del barco, el FSU tendrá un motor de combustión interna (IC) de 2MW. El motor consumirá aproximadamente 130 libras / hora de gas natural. Este motor IC también tendrá la capacidad de operar con combustible diésel durante emergencias solamente.

Para la planta de vapor se instalará un sistema de enfriamiento, que consistirá en intercambiadores de calor de casco y tubo utilizando agua de mar como medio de enfriamiento. La entrada de agua de mar para el enfriamiento será de 2,78 m3 / h mientras esté amarrada al terminal marítimo.

El FSU contará con un generador de agua dulce de capacidad aproximada de 40 ton / día para necesidades de caldera y 5 toneladas / día para necesidades de personal.

4.9.3.1 Equipos de Atraque

El FSU se encontrará atracado de forma permanente, utilizando líneas de amarre convencionales y ganchos de liberación rápida ubicados en los postes de amarre y en la propia ataguía celular. La idea es

que el FSU pueda liberarse fácilmente de los amarres y deje el atracadero en el caso de eventos climáticos extremos.

El buque carguero de GNL que llegará a descargar en el FSU, atracará a un costado del FSU apoyado en defensas neumáticas que estarán colocadas a un costado del FSU. Sistemas de amarre convencionales amarrados en proa y popa del buque carguero serán asegurados a postes de amarre, también en ganchos de liberación fácil con las otras líneas conectando con el FSU.

El FSRU será mantenido en su lugar utilizando cadenas catenarias ancladas dentro del espacio protegido del rompeolas.

4.9.3.2 Descarga de GNL

Carga del FSRU

Para rellenar el tanque FSRU, es más probable que el GNL sea transferido de la FSU mediante el uso de brazos de carga de GNL que se instalarán en la plataforma de transferencia; La decisión final en cuento al uso de brazos de carga y/o mangueras de transferencia serán evaluados en la fase de diseño detallado.

El diseño indica que se requieren tuberías en la Plataforma de Transferencia para transportar el LNG a dos (2) mangueras de transferencia de LNG que serán conectadas al colector FSRU para permitir la transferencia al tanque de almacenamiento FSRU.

Un brazo de carga de vapor y dos (2) mangueras de vapor también se instalarán en la plataforma y se conectarán a los colectores de buques FSU y FSRU, respectivamente, para permitir el flujo de vapor bidireccional a través de la plataforma durante las siguientes condiciones:

- Flujos de vapor de la FSRU a la FSU durante el llenado del tanque de almacenamiento FSRU;
- Los flujos de vapor de la FSU a la FSRU durante el llenado de la FSU por el LNGC; y
- El gas de evaporación (BOG) de los tanques FSU LNG inactivos sería consumido internamente por la FSU para controlar las presiones del tanque, pero con la línea de vapor conectada, cualquier BOG en exceso puede ser transferido a la FSRU para compresión y transferencia a tierra.

Drenaje y Purga después de la Transferencia

Una vez que se haya completado la transferencia al tanque de almacenamiento FSRU, se cerrarán las bombas en el tanque de FSU y se cerrarán las válvulas LNG de ambos colectores. Las líneas de vapor permanecerán abiertas tanto a los espacios de vapor del tanque FSRU como FSU. Se inyectará nitrógeno en el puerto de inyección en el punto más alto del brazo de carga, lo que empujará el LNG en ambas direcciones hacia los tanques de almacenamiento FSU y FSRU a través de un bypass alrededor de las

válvulas de aislamiento del colector. LNG en la tubería de transferencia se drenará al punto más bajo en el sistema de tuberías y se comenzará a vaporizar, de acuerdo a la presión.

A continuación, se abrirán las conexiones de drenaje en la tubería de transferencia para permitir que el GNL fluya hacia el tambor de drenaje de LNG. Desde el tambor de drenaje de LNG, se unirá una línea de vapor al conducto de transferencia de vapor para permitir que el GNL vaporizado vuelva a fluir hacia uno de los espacios de vapor de los tanques de almacenamiento de los recipientes.

Modo de espera
La tubería de transferencia es drenada y purgada. El brazo / manguera de vapor permanecerá conectado para permitir la transferencia de vapor desde la tubería de líquido, así como entre los espacios de vapor del tanque FSU y FSRU.

4.9.3.3 Selección y Calibrado del Equipo

Tamaño del tambor de drenaje de GNL
El tambor de drenaje de LNG será dimensionado para contener el volumen de líquido en la tubería de manguera y de transferencia de líquido, más un volumen de amortiguación de funcionamiento. A pesar de que el LNG puede ser purgado fuera de las líneas de líquido y en los tanques de almacenamiento del recipiente antes de drenar las líneas en el tambor de drenaje.

Dimensionamiento de la cuenca del embalse de GNL
Se proporcionará una cuenca de contención en el rompeolas en una celda adyacente a la plataforma de transferencia. La cuenca recogerá cualquier derrame de GNL que ocurra en la plataforma de transferencia. El dimensionamiento de la cuenca de contención se basará en el tiempo de cierre de las válvulas ESD.

Armas de carga y mangueras de transferencia
Tanto las mangueras como los brazos de carga son capaces de realizar la transferencia entre el FSU y la Plataforma de Transferencia, así como entre la Plataforma de Transferencia y la FSRU. Seguirán siendo analizados durante las fases de diseño detallado del proyecto.

Los brazos de carga vienen con una inversión inicial más alta y los costos de mantenimiento y son un poco más fáciles de manejar. Cuando se manipulan según los procedimientos operativos apropiados y se suministran con acoplamientos de rotura de emergencia adecuados, las mangueras también son una opción viable. Las mangueras tendrían que ser inspeccionadas rutinariamente y normalmente son reemplazadas en promedio por dos años, ya que son más susceptibles a la manipulación y los daños en servicio, una serie de mangueras de repuesto se mantendría en la Terminal Marítima para reemplazo rápido.

4.9.3.4 Descripción de la Unidad de Almacenamiento Flotante

EDP está considerando dos opciones para la unidad flotante de almacenamiento (FSU), ambos de ellos similares en términos de diseño y de la edad. Las opciones son los buques que figuren Hispania Spirit y Gemmata, aunque pudiese ser otro diferente.

4.9.3.5 Descripción de FSU

En el Apéndice 4H se presentan las especificaciones detalladas de la embarcación ESPÍRITU HISPANIA y la embarcación Gemmata. ESPÍRITU HISPANIA "Hispania Spirit" Fue construido en 2002 y cuenta con tanques de tipo membrana (GT N º 96) con una capacidad total de 140.678 m^3. El Gemmata fue construido en 2004 y cuenta con tanques de tipo esférico Moss Rosenberg con capacidad total de 138,000m^3 (ver Fotografía 4.8 y Fotografía 4.9).

En la siguiente Tabla 4.23 se presentan las principales características de los buques antes mencionados.

Tabla 4.23 – Posibles FSU a Utilizar para Almacenamiento Flotante

Característica	HISPANIA SPIRIT	GEMMATA
Bandera	España	Singapur
Tipo	Tanquero	Tanquero
Toneladas brutas	94822	111459
Desplazamiento	79363	72727
Eslora x manga	279.8m x 43.4m	290m x 46.28m
Año de construcción	2002	2004
Estado	Activo	Activo

Fotografía 4.8 – Imágenes de GEMMATA

Fuente: vesseltracker.com

Fotografía 4.9 – Imágenes de HISPANIA SPIRIT

Fuente: vesseltracker.com

En el Apéndice 4I se presenta información detallada del buque Hispania Spirit, el cual es la opción preferida para utilizar como FSU para el Proyecto. Los datos generales del buque son los siguientes:

NOMBRE DEL BARCO: HISPANIA SPIRIT
DISTINTIVO DE LLAMADA: EBZZ
NOMBRE DEL ARMADOR: NAVIERA TEKKAY SHIPPING SPAIN, S.A.
DIRECCIÓN DEL ARMADOR: C/Musgo Nº 5, 2ª PL. La Florida 28023 MADRID ESPAÑA
TONELAJE BRUTO: 94822
TONELAJE NETO: 28446
TONELAJE BRUTO CANAL DE SUEZ: 98212.61
TONELAJE NETO CANAL DE SUEZ: 84218.92
TIPO DE BUQUE: LNG CARRIER TYPE 2G
NUMERO DE REGISTRO: 12-02
NUMERO IMO: 9230048
BANDERA: ESPAÑOLA (CANARIAS)
PUERTO DE REGISTRO: STA. CRUZ DE TENERIFE
FECHA DE ENTREGA: 30-09-02
SOCIEDAD CLASIFICADORA: BUREAU VERITAS
ESLORA MÁXIMA: 279.8 m.
ESLORA ENTRE PP: 268.8 m.
MANGA: 43.40 m.
PUNTAL MODULADO (TRUNK DECK): 26.0 m
CALADO DE DISEÑO: 11.4 m.
CALADO DE ESCANTILLONADO: 12.1 m.
CAPACIDAD DE TQS DE CARGA: 140,500 m^3.
VELOCIDAD DESIGNADA: 19.5’.
CONSUMO DE F.O.: 168 TONS/Día.
DISTANCIA PUENTE A PR: 220.1 m
DISTANCIA PUENTE A PP: 59.7 m
DISTANCIA PUENTE A MANIFOLD: 78.3 m
DISTANCIA MANIFOLD A PR: 141.8 m
GINDOLA: 53.93 m.
GINDOLA (Bajada la antena): 50.53 m.
TIPO MAQUINA PRINCIPAL: TURBINA MARINA VAPOR
TASA MÁXIMA CONTÍNUA: 36000 PS X 88 RPM
TASA MÁXIMA NOMINAL: 32400 PS X 85 RPM
ASTILLERO CONSTRUCTOR: DAEWO SHIPPING & MARINE ENGINEERING CO., LTD.

Actualmente solo se construyen gaseros con tanques de membrana o gaseros con tanques esféricos. El Hispania Spirit es un buque gasero con Tanques de Membrana.

Los tanques están doblemente aislados unidos al casco interior del buque alineados en dirección proa-popa. El sistema de contención está basado en una delgada capa (barrera primaria), la membrana, encima del aislamiento. Además, hay una segunda barrera, para asegurar la integridad de la carga en caso de fuga.

Los espacios entre el casco interior del buque y el casco exterior se utilizan para lastrar el buque y también como protección de los tanques de carga en situaciones de emergencia como pudieran ser una colisión o una varada.

Los tanques de carga están separados de otros compartimentos y entre ellos mismos por cinco ataguías[7] transversales, los cuales son compartimentos secos.

Los espacios de lastre alrededor de los tanques de carga están divididos en dos tanques laterales de doble fondo, babor y estribor, en cada tanque de carga.

Este buque cuenta con membranas tipo *Gaz Transport,* que es el sistema dominante en la mayoría de gaseros de membrana. La barrera primaria y secundaria son idénticas y están hechas con placas de invar[8] de un grosor de 0.7 mm. Este material se caracteriza por su pequeño coeficiente de expansión térmico. Es tan fino que al caminar por encima flexa.

El aislamiento de las placas de invar está formado por cajas de madera contrachapada rellenas de perlita. El espacio que hay entre las barreras está inertizado con Nitrógeno para eliminar el riesgo de explosión en caso de fuga de los tanques. Se inertiza con Nitrógeno y no con gas inerte porque el punto de rocío es mucho menor que el del gas inerte. A -150ºC con gas inerte se crea una escarcha o polvo dañino para las barreras. El Nitrógeno se genera con la planta generadora de Nitrógeno de a bordo.

La capacidad de los tanques en el buque Hispania Spirit tiene la siguiente capacidad:

- Tanque 1: 21,944.10 m^3;
- Tanque 2: 40,431.80 m^3;
- Tanque 3: 40,447.40 m^3; y
- Tanque 4: 37,854.60 m^3.

[7] Los ataguías son espacios que no se usan para almacenar nada. Simplemente sirven como espacio vacío de seguridad.
[8] El metal invar es una aleación de Níquel al 36% y Hierro al 64% con muy poco carbono y algo de cromo.

Para una capacidad total de: 140,678.90 m^3. Los tanques se llenan hasta un 98.5% de su capacidad y el llenado se realiza a una tasa de 12,468 m^3/h.

El líquido de LNG se carga y descarga por medio de los dos manifolds, y este se envía a y desde el domo de líquido del tanque de carga a través de la línea de líquido, que va desde proa a popa a lo largo de toda la cubierta de carga. Cada línea del manifold está separada en dos conexiones de carga/descarga, a babor y estribor, haciendo un total de cuatro conexiones de carga/descarga a cada banda.

Los domos de vapor de los tanques de carga se mantienen en contacto con la línea de vapor que va desde proa a popa por la cubierta de carga. La línea de vapor también tiene una conexión en el manifold, la cual se usa para regular la presión de los tanques cuando se carga o descarga. Cuando se está cargando, la línea de vapor del manifold, conjuntamente con los compresores de HD, se utilizan para devolver el gas de los tanques a la terminal. Cuando se descarga, la línea de vapor se usa con el manifold de vapor, o vaporizador, para suministrar gas a los tanques para remplazar el líquido de la carga saliente.
Línea de vapor y líneas de stripping entrando al domo de vapor
La línea de stripping se puede conectar a la línea de líquido de los manifolds y además se puede usar para reachicar o para enfriar cada tanque de carga, y además para rociar/dispersar (spray) durante la descarga si el retorno de vapor es insuficiente.

La línea de vapor y la de stripping, ambas, están conectadas al domo de vapor de cada tanque. En los domos de vapor están instaladas las válvulas de seguridad, toma de presión y tres puntos de muestreo. La línea de spray de cada tanque consiste en dos líneas de spray, dentro de cada tanque en su parte superior para distribuir el líquido en los diferentes rociadores para permitir la vaporización y así conseguir un mejor ritmo de enfriamiento.

La línea de vapor está conectada a cada domo de vapor para ventear el boil-off del gas, el cual se descarga a la atmósfera a través del palo de venteo No.1. La línea principal de vapor también lleva el gas del boil-off a la máquina para quemar a través de los compresores LD y los calentadores de gas.

Toda la línea de carga está soldada sin que haya uniones por las que se pueda producir un derrame. En el resto de las líneas, donde existen bridas de unión, en las expansiones, válvulas u otros equipos se colocan pletinas que aseguran la continuidad de estas líneas evitando diferencias de potencial, debido a la electricidad estática, entre las líneas de carga y el resto de líneas.

Ambos sistemas, el de líquido y el de vapor han sido diseñados de tal forma que la contracción y expansión se absorba por medio la configuración de líneas. Esto se realiza por medio de las expansiones en la línea de vapor, y por medio de la distribución de la línea de líquido, de tal forma que tenga juego

para absorber las contracciones y expansiones. Además, existen unos soportes de líneas fijas y móviles para asegurar que el esfuerzo de las líneas se mantiene entre unos límites aceptables.

Expansión

Todas las secciones de las líneas de líquido pueden ser aisladas, así en el caso de que quede algo de líquido atrapado entre las válvulas, esto se evita instalando las válvulas de seguridad de alivio, que alivian el exceso de vapor. Esto es una medida de seguridad añadida, aunque la práctica normal es que cualquier líquido remanente que quede atrapado se caliente y se evapore antes de cerrar cualquier válvula. Todas las válvulas principales, tales como las de los colectores, también llamadas válvulas ESD, y las válvulas independientes de carga y descarga se manejan remotamente desde el IAS , así que todas las operaciones normales de carga se pueden llevar a cabo desde la sala de control de carga (CCR).

Cuando se produce un ESD, las válvulas del colector se cierran automáticamente, parando las operaciones de carga o descarga. Existe una válvula no retorno en la descarga de cada bomba, que evita el reflujo del líquido hacia el tanque. Además, posee un orifico de drenaje de 6 mm en el disco de la válvula para permitir a las líneas de descarga del tanque se puedan drenar y desgasificar. También se instalan válvulas no retorno en las bridas de descarga de los compresores, las líneas de descarga de las bombas de desmontaje y la bomba de descarga de emergencia tienen válvulas no retorno situado justamente después de las válvulas de las descargas hidráulicas.

En el interior del tanque, en cada brazo de la torre de bombas se sitúa un pequeño rociador (encima de cada línea de descarga de cada bomba) para mantenerlo a baja temperatura durante toda la descarga.

El sistema de líquido de la torre de las bombas contará con una línea de líquido; El sistema de líneas de líquido está formado por líneas de acero inoxidable criogénico conectadas a los cuatro tanques de carga y a los colectores de ambas bandas. En cada domo de líquido de cada tanque hay un colector que conecta con las líneas principales para la carga o descarga, este colector en el domo de líquido conecta con las líneas de descarga de las bombas de cada tanque de babor y estribor, la línea de carga, la bomba de pozo de emergencia y la línea de rociado.

También contará con una línea de vapor que estará formado por líneas de acero inoxidable, conectando cada uno de los cuatro tanques de carga a una línea común al colector de babor, a la sala de compresores y al palo de venteo de proa (Nº1).

La línea que va a la sala de compresores nos permite que ese vapor sea utilizado de la siguiente manera:
Enviarlo a la Terminal Marítima durante la carga mediante los compresores HD para controlar la presión de los tanques;
Durante los viajes en lastre o cargados el gas que evapora se envía a la maquina por medio de los compresores LD y posteriormente a los calentadores para que sea utilizado como fuel en las calderas;

Durante los periodos de reparaciones el gas debe ser vaporizado y ser usado para purgar y secar los tanques de carga; y
La línea que va hacia el palo de venteo de proa actúa como una válvula de seguridad para todos los tanques, para controlar la presión de los tanques durante las operaciones habituales.

Del mismo modo que la línea de líquido, en ciertos puntos a lo largo de las líneas de vapor, tenemos bridas para facilitar el insertado y la ventilación de los tanques durante las operaciones de reacondicionamiento.

Todas las secciones de la línea de vapor que están fuera de los tanques de carga están aisladas con espuma rígida de poliuretano para actuar como barrera estanca al agua y al vapor.

4.9.3.6 Diseño y Mecanismos para el Amarre del Buque de GNL al FSU

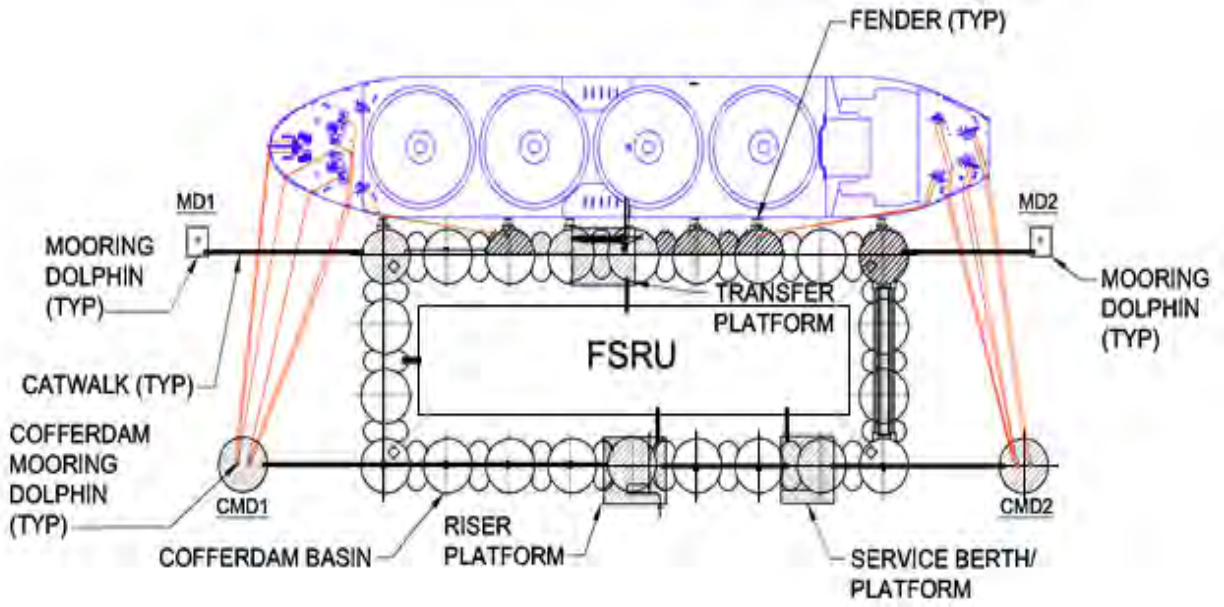
A continuación, se describe el método de amarre de las embarcaciones, que se basan en el diseño preliminar de la Terminal Marítima; se harán las modificaciones pertinentes en el diseño final

Caso 1: Solo el FSU Atracado
El FSU estará anclado a lo largo del rompeolas, se espera utilizar seis defensas y dos conjuntos de ganchos de amarre. Se han configurado delfines de amarre (CMD, cofferdam mooring dolphins), CMD1 en la proa y CMD2 en la popa; y postes de amarre adicionales (MD mooring dolphins) para ser utilizados por los buques metaneros para la entrega. El sistema de amarre se compone de veintidós (22) líneas de amarre:

• Cuatro (4) líneas de proa a CMD1;
• Cuatro (4) líneas tipo duques de alba a CMD1;
• Tres hacia adelante y tres líneas de muelle de popa a los dos conjuntos de ganchos de amarre sobre la estructura cofre; y
• Ocho (8) líneas de popa a CMD2.

Las cuatro defensas servirán para hacer contacto con el cuerpo central paralelo del FSU. (Ver Figura 4.33)

Figura 4.33 – Arreglo de Atraco con Únicamente el FSU



Fuente: M&N 2016

Caso 2: FSU y Carguero de GNL atracados

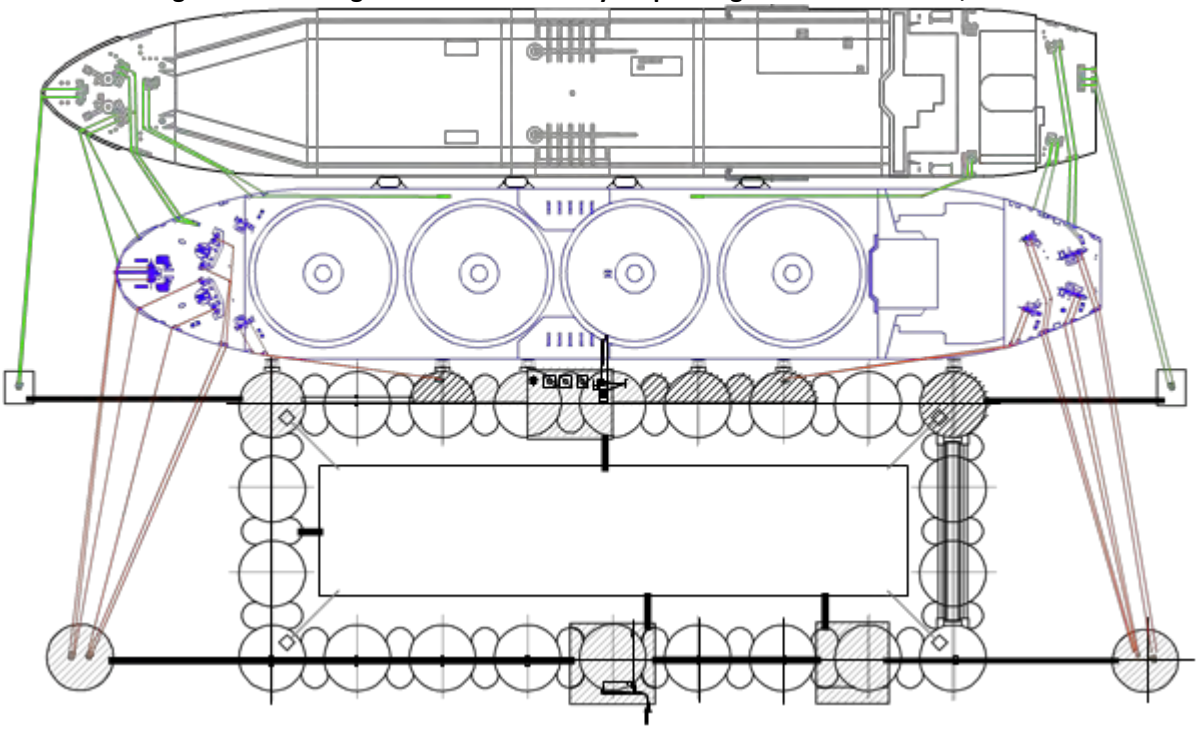
Para todos los diseños de amarre propuestos, con el LNGC atracado, la disposición de amarre para la el FSU seguirá siendo la misma que la presentada en el apartado anterior. Sin embargo, al tener los resultados de tsunami y condiciones de operación, se revisará la disposición final propuesta.

El amarre de los buques de carguero de LNG de 174.000 m^3, 155,000 m^3 y 136,000m^3, utilizará dieciséis (16) líneas tal como se presenta en Figuras 4.34, 4.35 y 4.36 para cada uno de los casos.

- Dos líneas de proa a MD1;
- Cuatro líneas tipo duques de alba al FSU;
- Dos adelante y dos líneas de muelle de popa al FSU;
- Cuatro líneas de popa al FSU; y
- Dos líneas de popa a MD2.

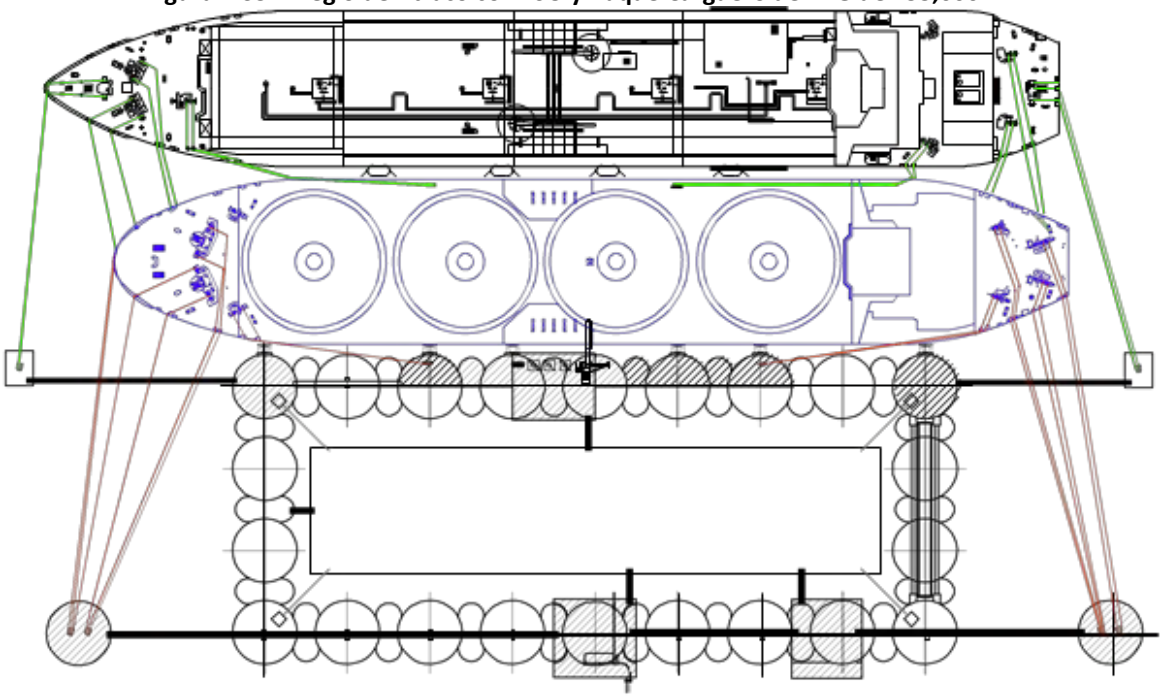
Cuatro (4) defensas flotantes conectadas al FSU se ubicarán entre el buque carguero y el FSU, y harán contacto con el cuerpo de ambos, colocados de forma paralela. Las defensas serán colocadas de forma que no estén por debajo de las mangueras a utilizarse para la transferencia.

Figura 4.34 – Arreglo de Atraco con FSU y Buque Carguero de LNG de 174,000 m^3



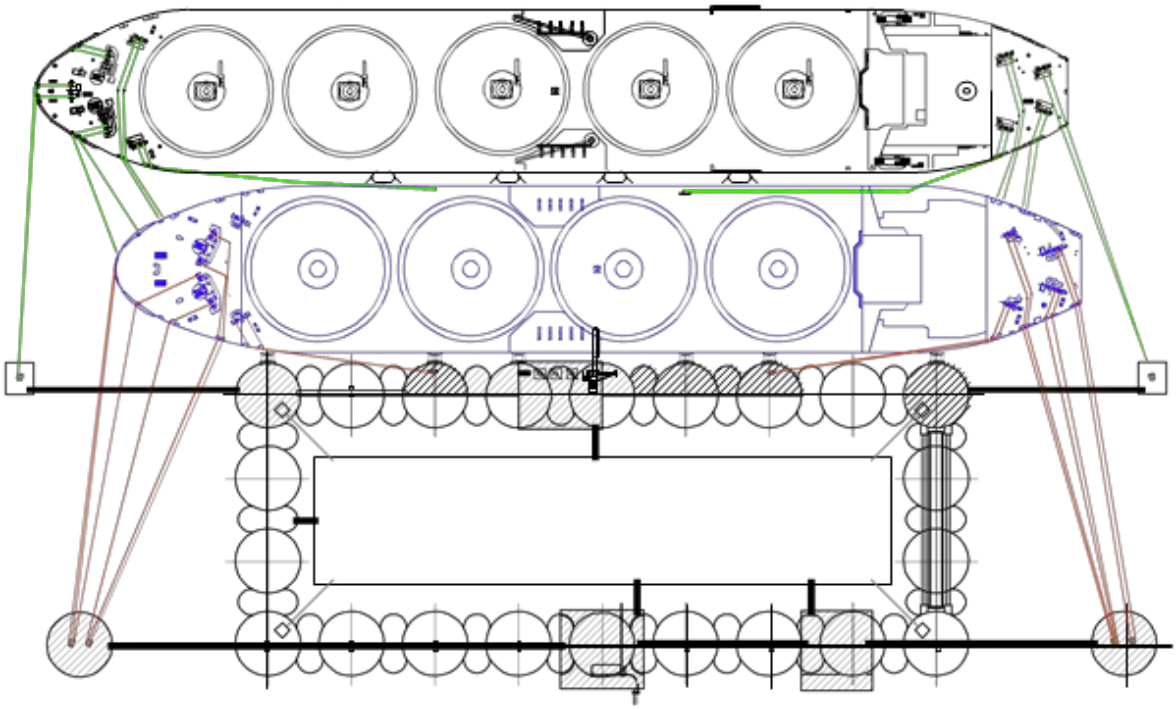
Fuente: M&N 2016

Figura 4.35 Arreglo de Atraco con FSU y Buque Carguero de LNG de 155,000 m^3



Fuente: M&N 2016

Figura 4.36 Arreglo de atraco con FSU y buque carguero de LNG de 136,000 m³



Fuente: M&N 2016

4.9.4 Descripción de la Unidad de Almacenamiento y Regasificación

El FSRU estará atracado de forma permanente dentro del rompeolas, amarrado por medio de cadenas a la misma y sobre una cama de material granular.

Para el FSRU se tienen las especificaciones con las que se construirá la barcaza. Se necesita una barcaza no propulsada con almacenamiento de GNL y una cubierta plana para soportar una planta de regasificación, en adelante el FSRU.

El sistema de almacenamiento del FSRU tendrá una capacidad de aproximadamente 100,000 m³ de GNL.

La FSRU tendrá tres motores de combustión interna de 4.5MW que funcionarán con gas natural. Se prevé que los tres motores estarán funcionando a la máxima velocidad de emisión de gas de 280 MMSCFD. Cada motor IC consumirá aproximadamente 130 libras / hora de gas natural. Los motores IC también tendrán la capacidad de operar con combustible diésel durante emergencias solamente.

Como fuente alternativa de energía para bombas de carga y consumo de energía en general, el FSU tendrá un motor de combustión interna (IC) de 2MW. El motor de IC consumirá aproximadamente 130

libras / hora de gas natural. Este motor IC también tendrá la capacidad de operar con combustible diesel durante emergencias solamente.

Para la planta del motor, se instalará un sistema de enfriamiento, que consistirá en intercambiadores de calor de casco y tubo usando agua de mar como medio de enfriamiento. La ingesta de agua de mar para enfriamiento será de 0.33 m3 / h mientras esté amarrada al terminal marítimo.
El FSRU tendrá un generador de agua dulce de capacidad aproximada de 6tons / día para las necesidades de personal.

Otras capacidades generales se detallan:

- Tanques de agua de lastre, incluidos los tanques de pico: Suficiente para mantener la quilla incluso en todas las condiciones de carga.
- Aceite combustible pesado: No es necesario.
- Combustible diésel marítimo: Suficiente para alimentar la FSRU en con el combustible propio durante 10 días.
- Depósito de agua dulce: 400m³.
- Tanques de agua destilada: de acuerdo a diseño del constructor.

Los tanques de carga, tanques de lastre de agua, tanques de combustible, tanques de agua dulce y demás se pueden organizar en el casco del FSU, según diseño del constructor.

4.9.4.1 Tanques de Carga

Se prevé que contará con tanques de membrana que se instalarán en el casco de la FSRU con una capacidad total de 100,000 m^3. La membrana primaria estará hecha de acero inoxidable de cromo-nickel (SS304L) y la membrana secundaria es membrana de material compuesto. Cada membrana estará equipada con aislamiento para reducir al mínimo la entrada de calor en el sistema.

Este sistema de membrana tiene una contención secundaria completa que se utiliza en muchos buques metaneros. Si hay una fuga de la membrana primaria, la segunda membrana está diseñada para contener el GNL durante al menos quince días de acuerdo con el Código Internacional de Gaseros (CIG). Este sistema de membrana también se proporciona detección de fugas; Las dos zonas de aislamiento independientes de cada tanque son llenadas y vaciadas con gas nitrógeno. La integridad de ambas membranas se supervisa de forma permanente mediante la detección de hidrocarburos en el gas de nitrógeno.

Las características generales de los tanques se detallan:

- Número de tanques de carga: Se preveen 2, pero va a ser definido por el constructor para maximizar la flexibilidad operativa y minimizar los costos;

- Temperatura de diseño -163 ° C;
- La presión de diseño de al menos 700 mbarg;
- La forma del tanque: OMI tipo C, Bi-lóbulo, o equivalente según la recomendación del constructor;
- Diámetro (interno), Longitud (interna) y material: según la recomendación del fabricante.
- Tubería interna: acero inoxidable AISI 304L; y
- Tanque de material de aislamiento: de acuerdo al tipo de tanque seleccionado; con cobertura de protección de espuma con superficie polimérica.

Equipo en la cúpula de los tanques de carga:

- Control remoto de accionamiento hidráulico de válvulas de cierre rápido (ESD);
- Válvulas controladas a distancia;
- Válvulas de accionamiento manual;
- Válvulas de seguridad del tanque (pilotada);
- Alarma de presión máxima;
- Alarma de nivel máximo (95% y 98%);
- Medidor de nivel (tipo flotante);
- Medidor de nivel (tipo radar);
- Medidor de presión;
- Medidor de temperatura; y
- Tubos de muestreo.

Una conexión de membrana de goma se prestará entre la cúpula del tanque de carga y la cubierta FSRU.

4.9.5 Provisión de Servicios Básicos a FSU/ FSRU

El acceso para mantenimiento y apoyo al FSU / FSRU se realizará desde tierra en una plataforma de transferencia y servicio, a ubicarse sobre el rompeolas.

La energía para el propio FSRU y la Terminal Marítima será proporcionada desde el FSRU, a generarse localmente a partir de GNL almacenado.

La energía para el FSU será generada con las calderas de vapor situadas en el FSU o motores de combustión interna.

La Terminal Marítima incluirá un sistema generador de emergencia a diesel (en una posición fija), y un interruptor de transferencia manual para iniciar el generador y ejecutar los servicios esenciales en la plataforma del generador en caso de que la energía primaria FSRU no se pueda operar.

La entrega de provisiones y equipos a la FSRU y descarga de residuos y desechos se realizará mediante transferencia a barcazas de servicio, en la plataforma de servicio, apoyado mediante grúas.

La carga de agua potable a la FSRU y la descarga de efluentes (basura, agua de sentina, lodos, etc.) de la FSRU se realizará mediante la transferencia a través de la plataforma de servicios a través de tuberías hacia y desde los buques de servicio.

La entrega de provisiones y equipos al FSU será realizado mediante rúas de las barcazas de servicio atracados directamente al lado de estribor del FSU.

4.9.6 Zona de Restricción

Existen dos objetivos para las zonas de seguridad de los buques de GNL

- Para minimizar la colisión mientras el barco está en marcha; y
- En el muelle para proteger la propiedad y el personal circundantes de los peligros que podrían estar asociados con la ignición.

Con relación a los riesgos, se busca evitar colisión con el tráfico mercantil que pasa hacia el Puerto de Acajutla y colisión con embarcaciones de recreo / buques pesqueros / buques de abastecimiento para fondeo y amarre de El Paso.

Se ha establecido una zona de 300m de diámetro restringida para el paso de embarcaciones hacia el Puerto de Acajutla; Y un circulo de seguridad de 500 para otras embarcaciones, que no sean controladas por CEPA, como los barcos de los pescadores. Estas distancias serán revisadas en la etapa de diseño final y operaciones para su optimización. Ver Figura 4.37.

189000 190000 191000 192000 193000 194000

1505000 1504000 1503000 1502000 1501000

RÍO SENSUNAPÁN

MUNICIPIO DE ACAJUTLA / MUNICIPALITY OF ACAJUTLA

Boulevard 25 de Febrero

Boulevard Coronel Oscar Osorio

Avenida Obando

Calle 24 de Octubre Ori

CA12S

Área Restringida de Boyas (ConexiónTuberia) / Mooring Restricted Area (Pipeline Connection)

Áreas Marinas de Restricción / Marine Restriction Areas

Terminal Marítima/ Marine Terminal (FSU, FSRU and LNGC)

Tuberia / Pipeline

Muelle Artesanal / Artisanal Port

Sitio de Acopio Temporal / Laydown Area

Central Térmica / Power Plant Site

Temporary Construction Trestle Option "B"

Temporary Construction Trestle Option "A"

Resguardo Marítimo / Shelter Area

Terreno Propieda de CEPA / CEPA Property

Puerto de Acajutla / Port of Acajutla

OCÉANO PACÍFICO / PACIFIC OCEAN

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

ÁREAS MARINAS DE RESTRICCIÓN (OPERACIONES) / MARINE RESTRICTION AREAS (OPERATIONS)

FIGURA 4.37 / FIGURE 4.37

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
- TERRENO PROPIEDAD DE CEPA / CEPA PROPERTY

ÁREAS MARINAS DE RESTRICCIÓN / MARINE RESTRICTION AREAS

- ZONA DE RESTRICCIÓN DE PASO DE BARCOS (300 M)/ MARINE VESSEL RESTRICTION ZONE (300 M)
- ZONA DE RESTRICCIÓN DE PASO DE BARCOS (SOLO BARCOS CONTROLADOS POR CEPA, 500 M) / MARINE VESSEL RESTRICTION ZONE (CONTROLLED CEPA TRAFFIC PERMITTED, 500 M)

0 100 200 400 m

1:20,000

N W E S

FUENTE / REFERENCE
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN / WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\5-XX - Maritime Elements.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/8/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

4.10 Tubería de Transporte de Combustible

El detalle de la tubería se presenta en la Tabla 4.24.

Tabla 4.24 – Información Técnica de la Tubería

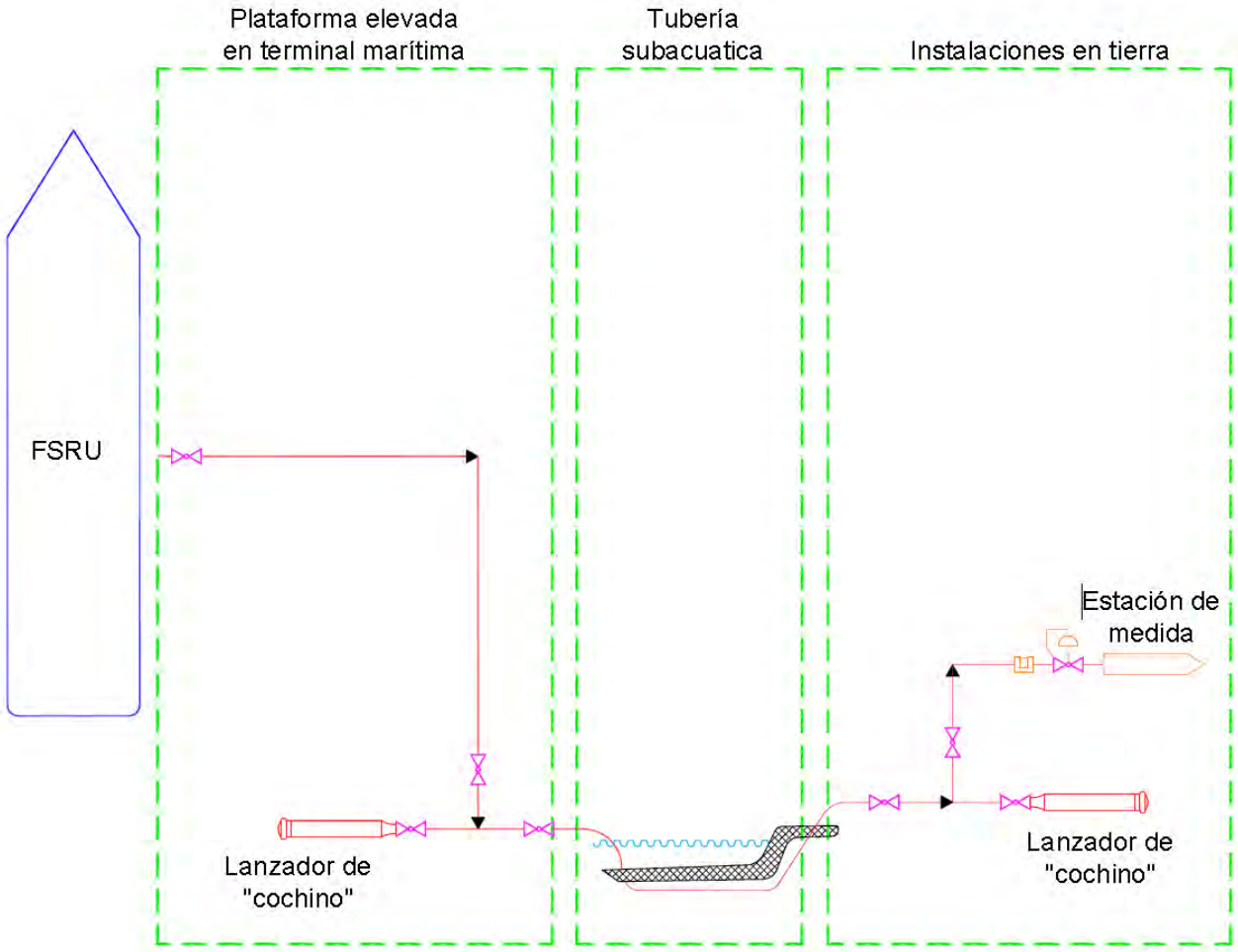
TIPO DE TUBERÍA	INICIO	FINAL	Material	Diámetro (pulgadas)	Presión operacional de entrada (Bar)	Temperatura de operación (°C)	Tasa de transferencia	
							Valor	Unidad
GNL	FSU	FSRU	Acero inoxidable	16	2	-163	3,000	m^3/h
GN	FSRU	CENTRAL TERMICA	Acero al carbón	24	11	5	280	MMCFPD

Fuente: M&N 2016

El caudal, presión y temperatura de la tubería será monitoreado a través de una estación de medición instrumentada que estará ubicada en las inmediaciones de la Central Térmica. Los datos serán recibidos y supervisados mediante el uso de un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) que evaluará el estado operacional de la tubería.

Una vez instalada, la integridad de la tubería será garantizada mediante pruebas de presión hidrostáticas o neumáticas periódicas, así como mediante un sistema de “Smart pig” o cochino inteligente, equipo que medirá el grosor de la pared de la tubería y la integridad de la misma en toda su extensión. La Figura 4.38 esquematiza los elementos de la Tubería.

Figura 4.38 Esquema de Principales Elementos y Configuración de Tubería de GN



Fuente M&N, 2016

4.10.1 Proceso Constructivo de la Tubería en Tierra

La construcción comenzará con la limpieza del corredor del gasoducto. El suelo, incluyendo tierra orgánica será acopiado en un área determinada para su uso en las actividades de relleno de la zanja, una vez sea colocada la tubería.

Se prevé que la zanja será de aproximadamente 4 a 6 pies de ancho y alrededor de 2 a 5 pies de profundidad a la parte superior de la tubería. La excavación incluirá el uso de excavadoras y cargadoras. Dónde se encuentre roca, se emplearán técnicas de voladura.

El proyecto cumplirá con procedimientos de control de erosión aceptados internacionalmente para controlar descarga de sedimentos en los cursos de agua de la zona.

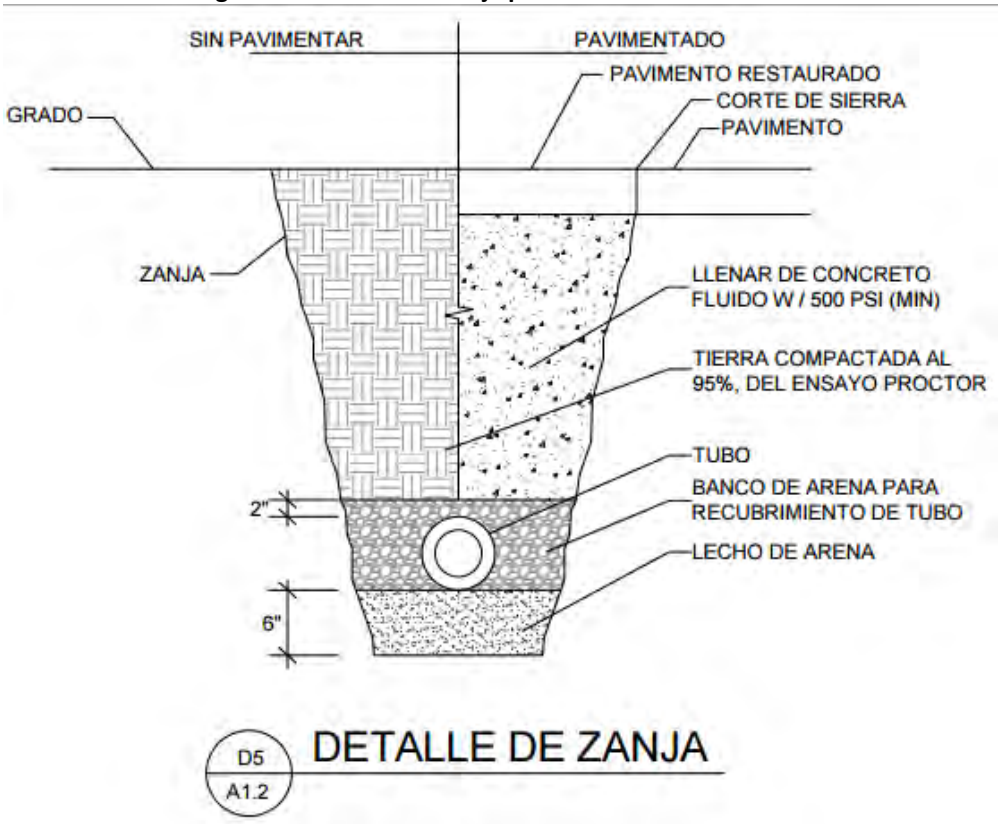
Típicamente la tubería en tierra es enterrada mediante construcción en trinchera, con un mínimo de profundidad de 2 pies. En la construcción en trinchera, el espacio donde ira la tubería se excava y la tubería es colocada en el hueco excavado después de ser soldada, de haber realizado pruebas a la soldadura, “jeeped” (prueba de continuidad de cobertura de protección) y de haber realizado pruebas hidrostáticas. Posteriormente el hueco es llenado y compactado.

El paso de la tubería bajo calles o bajo zonas con cargas vivas podrá ser colocada a una mayor profundidad y si es necesario, será colocada dentro de una “caja” de acero que es instalada mediante método de perforación y excavación. Esto protege la tubería de cargas vivas, como paso de vehículos.

En todos los casos se mantendrá la distancia apropiada de instalaciones de otras utilidades e infraestructura en general.

La construcción de la tubería requerirá excavación del material de suelo existente. Esta actividad incluirá la utilización de excavadoras, cargadoras y excavadoras. Donde se encuentre roca muy dura, se emplearán técnicas de voladura, dando cumplimiento a todas las normas requeridas salvadoreños, permisos y requisitos de seguridad. Los materiales excavados serán almacenados junto a la zanja para su uso posterior en las actividades de relleno. Antes de cualquier excavación, el contratista determinará la ubicación de los servicios existentes, ya sea por debajo o por encima del suelo, y deberá seguir los procedimientos locales para no afectar ninguna tubería o línea eléctrica existente. La tubería se instalará con un método de excavación de zanjas "asentar y cubrir". En la Figura 4.39 se presenta un detalle:

Figura 4.39 Detalle de zanja para instalación de tubería



Fuente M&N, 2016

4.10.2 Proceso Constructivo Tubería en Lecho Marino

En el caso de la tubería submarina, la tubería podría ser armada totalmente en tierra y luego halada a su posición final en el lecho marino. El remolcado de la tubería podrá hacerse sobre el lecho marino, sobre el agua o en una combinación de ambos. Para este proyecto en particular, una instalación horizontal mediante perforación direccionada va a ser también considerada.

Un estimado de 1,300m de tubería serán enterradas en el lecho marino, la zanja será de aproximadamente 2m de ancho por 3m de profundidad, con un aproximado 3H: 1V pendiente lateral. El material excavado de la zanja se depositará junto a la zanja para ser utilizado para llenado después de la colocación de la tubería. De encontrarse material rocoso se utilizarán explosivos para su instalación. La tubería estará protegida de las corrientes del tsunami con un colchón de bloques de hormigón articulado o un manto de piedra de gran tamaño. Aproximadamente 45.000 m3 de material será excavado en alta mar para instalar la tubería.

Si se encuentran condiciones geotécnicas favorables, la tubería puede construirse utilizando la técnica de perforación direccional horizontal (HDD). Este método requerirá un pozo de entrada en tierra para

ser excavado para el equipo de perforación y un pozo de salida en el fondo marino cerca la Terminal Marítima. La excavación puede necesitar el uso de explosivo si se encuentra roca. La instalación de la tubería desde el pozo de salida del HDD a la plataforma de elevación se realizará con el método de corte y cubierta descrito anteriormente.

Cuando la tubería esté colocada en su lugar, el extremo hacia el mar será soldado a la sección ascendente que será entonces asegurada a la estructura de la plataforma ascendente. Una de las plataformas elevadoras facilitará la instalación del tubo ascendente sobre la plataforma elevadora. Después de instalar el tubo vertical, la zanja abierta y los pozos del HDD (si se usan) pueden ser rellenados.

La construcción de la tubería costa afuera se completará usando barcazas jack-up y / o barcazas flotantes. Los taladros HDD se pueden usar si se selecciona un túnel HDD. Aproximadamente 45.000 m3 de material serán excavados en alta mar para instalar la tubería.

Se han evaluado las posibles opciones para colocar la tubería en la zona del risco, para entrada a tierra. Estas opciones se presentan en Figuras 4.40 a 4.43. Las opciones son:

- Tunel HDD.
- Parte enterrada y Parte túnel HDD.
- Parte enterrada y parte sobre un muelle tipo caballete.
- Escavada, siendo la última parte protegida con roca.

Figura 4.40 – Tubería Subacuática, Opción en Tunel HDD

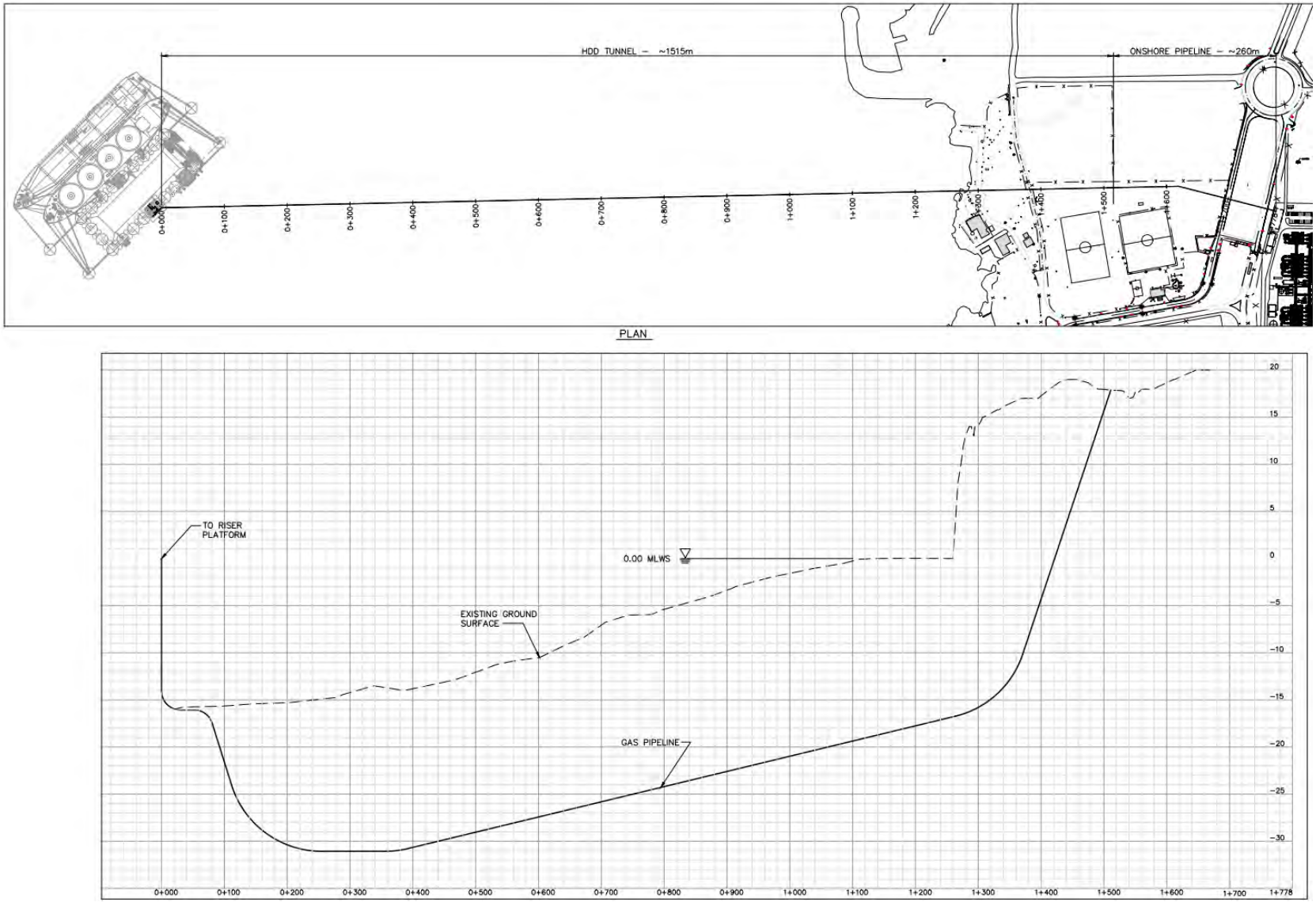
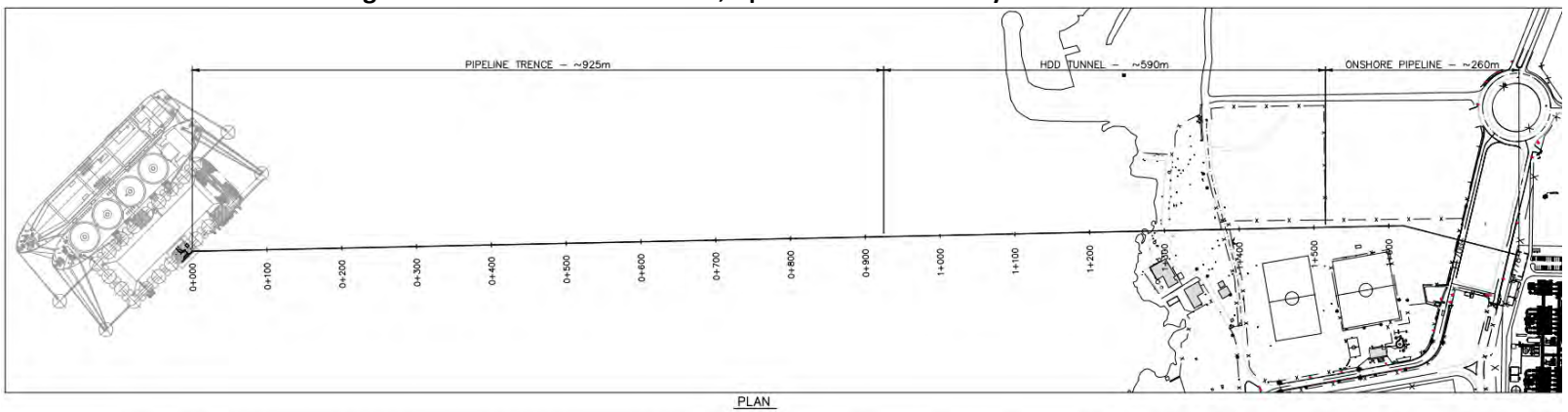


Figura 4.41 – Tubería Subacuática, Opción Parte Enterrada y Parte en Tunel HDD



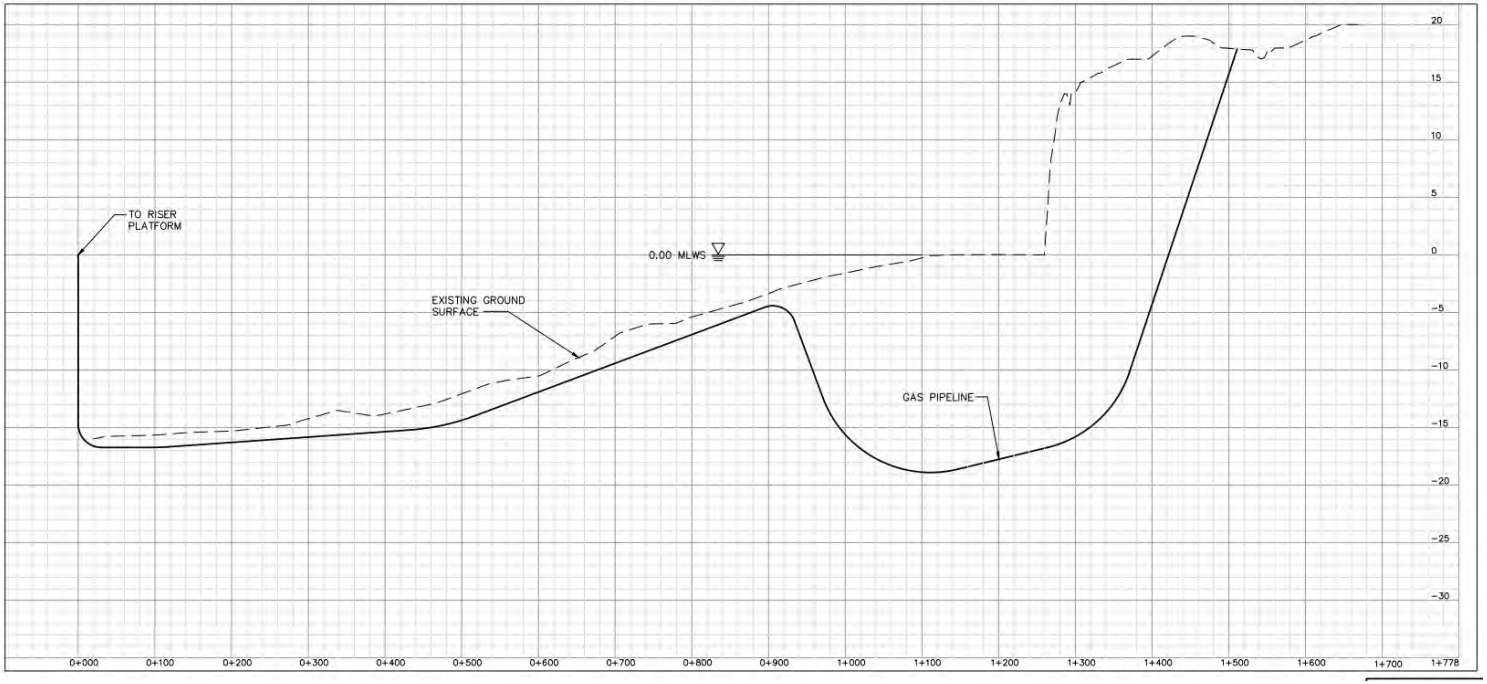


Figura 4.42 – Tubería Subacuática, Opción Parte Enterrada y Parte sobre Muelle Tipo Caballet

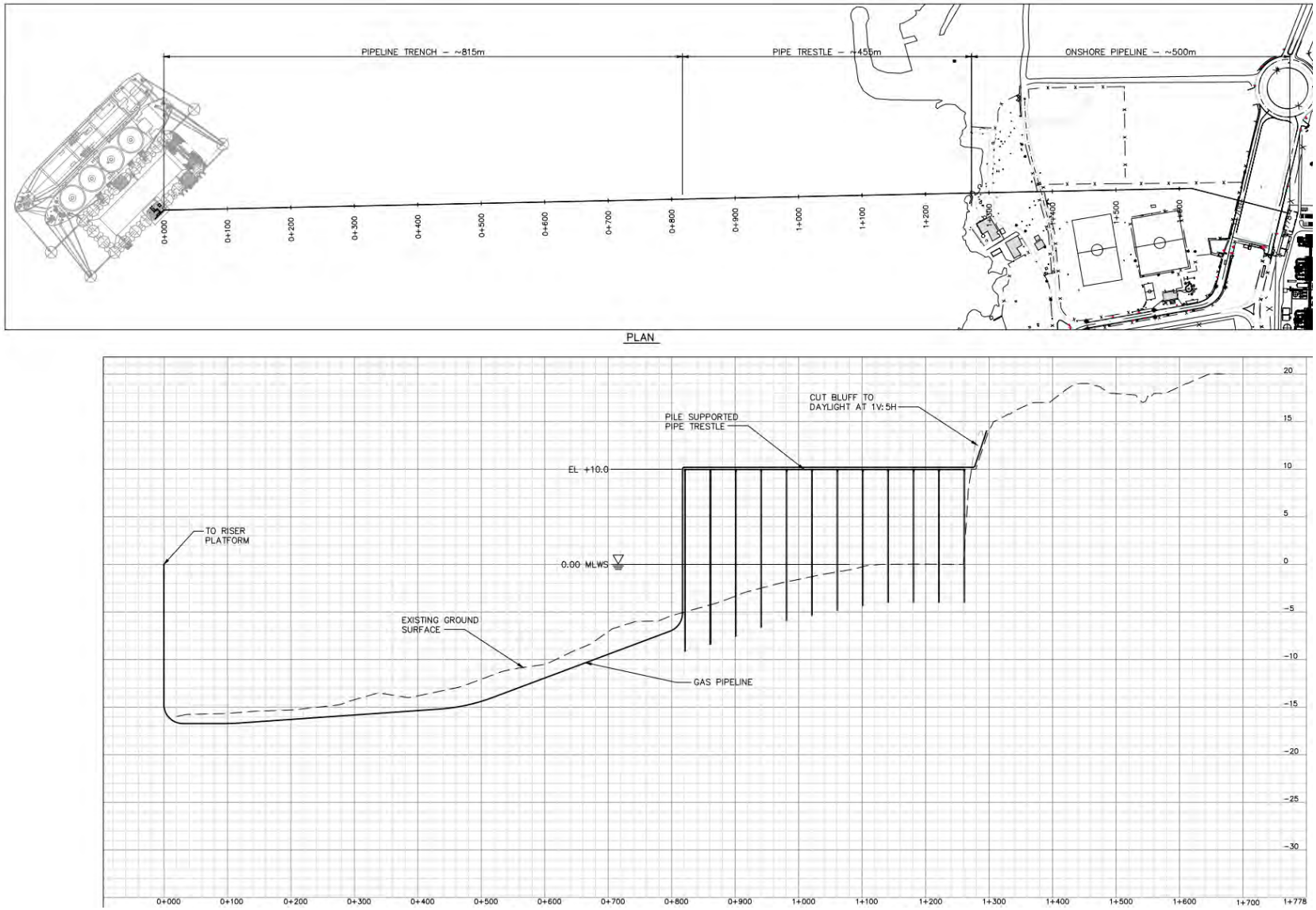
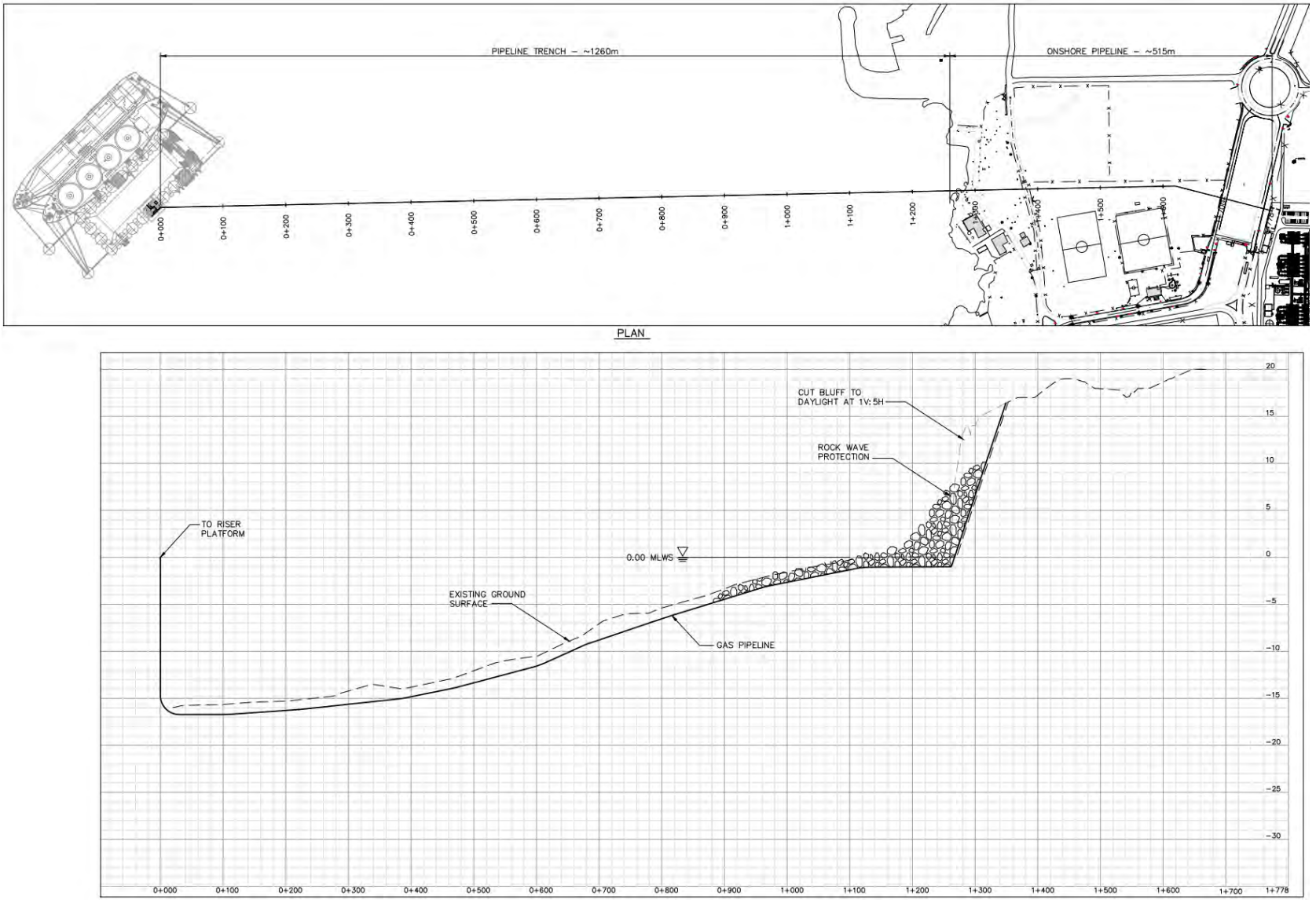


Figura 4.43 – Tubería Subacuática, Opción Enterrada con Parte Final Protegida con Roca



4.11 Manejo de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos en la Etapa de Funcionamiento

En las Tablas 4.25, 4.26 y 4.27, se presentan los principales materiales peligrosos, líquidos, sólidos y gaseosos, respectivamente, indicando el nombre, peligrosidad, uso en la planta, cantidad a almacenar. Las tablas incluyen también si se generan o no residuos peligrosos del mismo material o del envase donde se almacena y disposición final.

Los principales materiales peligrosos se detallan:

- Gas Natural y Gas Natural Licuado;
- Nitrógeno;
- Aceites lubricantes;
- Aceite dieléctrico para el transformador;
- Químicos para mantener limpia el agua de las calderas y sistemas de enfriamiento, como desincrustantes y alguicidas;
- Químicos para el sistema de purificación de agua;
- Químico para el sistema de tratamiento de aguas aceitosas;
- Combustible diésel para compresor diésel y motor diésel contraincendios; y
- Limpiadores para el taller de mantenimiento.

Exceptuando el GN, GNL y aceites lubricantes, estos materiales se utilizarán y almacenarán en cantidades relativamente pequeñas, como se indica en las Tablas 4.25, 4.26 y 4.27. Las hojas de seguridad de los materiales se incluyen en el Apéndice 4F.

Tabla 4-25 - inventario y manejo de materiales, desechos y residuos líquidos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTA MARN	NÚMERO CAS	DESCRIPCIÓN	CANT. PERMI-TIDA MARN	PELIGROSI-DAD	CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
GAS NATURAL LIQUIDO (GNL) (METANO O R50)	SI	74-82-8	METANO, COMPRIMIDO O GAS NATURAL, COMPRIMIDO CON ELEVADO CONTENIDO DE METANO	1Kg	GAS FLAMABLE	Es altamente Inflamable y con el aire puede formar mezclas explosivas. Puede ocasionar asfixia al personal por desplazamiento de oxígeno.	Terminal Marítima: Unidad flotante de almacenamiento (FSU), tanque de almacenamiento de GNL en tierra, Muelle	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte por tanque y tubería	SI ES NECESARIO, USAR DETECTOR DE GAS COMBUSTIBLE (EXPLOSIMETRO). ESTABLEZCA UN PERIMETRO DE SEGURIDAD. CIERRE LAS VALVULAS EN LAS TUBERIAS O TANQUES DE GAS NATURAL LÍQUIDO. NO USAR CO2, JABON DE BAJA EXPANSION O AGUA APLICADA EN SPRAY CON FUERTE PRESION DIRECTAMENTE SOBRE EL GAS LIQUIDO	Aproximadamente 100,000 m^3 en el tanque de GNL en tierra y 140,000 m^3 en la unidad de almacenamiento flotante	ANTE UNA FUGA: REFRIGERE EL CONTENIDO EXPUESTO Y AYUDE A DISPERSAR LA NUBE DE GAS CON AGUA EN SPRAY
			METANO, LIQUIDO REFRIGERADO O GAS NATURAL, LIQUIDO REFRIGERADO CON ELEVADO CONTENIDO DE METANO	25 g								
NITROGENO LIQUIDO	NO	7727-37-9	NITRÓGENO	N/A	LIQUIDO TOXICO	Causa congelamiento y sofocación rápida además de quemaduras criogénicas y daño a los pulmones	Terminal Marítima: tanque de almacenamiento de GNL en tierra, sala de regasificación, área de carga de GNL a camiones	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte por tubería	USE EL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL RECOMENDADO POR EL FABRICANTE, CIERRE VALVULAS DE SUMINISTRO. APLIQUE UN AGENTE EXTINGUIDOR A UNA DISTANCIA SEGURA, PROTEJA EL AREA CIRCUNDANTE	Generador de nitrógeno, capacidad 2,000 Nm^3/hr	APLIQUE UN AGENTE EXTINGUIDOR A UNA DISTANCIA SEGURA, PROTEJA EL AREA CIRCUNDANTE
MOBIL DTE OIL MEDIUM	NO	68649-42-3	PHOSPHORODITHOIC ACID, O, O-DI C1-14-ALKYL ESTERS, ZINC SALTS (2:1) (ZDDP)	N/A	ACEITE USADO	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	BEARINGS DEL GENERADOR (Sin recirculación de aceite)	2,200 Litros / año	2 BARRIL de 55 gal al año, se utiliza para transporte de aceite usado	CONTENCION Y RECOLECCIÓN EN BARRIL DE ACEITE USADO	2 Barriles (55 Gal c/u)	INCINERACION U OTRO DEFINIDO POR ENERGIA DEL PACIFICO
MOBIL DELVAC MX 15W40	NO	68649-42-3	ZINC DITHIOPHOSPHATE	N/A	ACEITE USADO	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	MOTOR DIESEL COMPRESOR AIRE DE ARRANQUE	50 Litros / mes	2 BARRIL de 55 gal al año, se utiliza para transporte de aceite usado	CONTENCION Y RECOLECCIÓN EN BARRIL DE ACEITE USADO	1 Barril (55 Gal)	INCINERACION U OTRO DEFINIDO POR ENERGIA DEL PACIFICO
Mobil Pegasus 805	NO	125643-61-0	BENZENE PROPANOIC ACID, 3,5-BIS (1,1-DIMETHYLETHYL)-4-HYDROXY-,C7-9 BRANCHED ALKYL ESTERS	N/A	ACEITE USADO	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	CARTER MOTOR W 18V50SG	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA- Transporte a granel	CONTENCION Y RECOLECCIÓN EN BARRIL DE ACEITE USADO	80 m^3	INCINERACION U OTRO DEFINIDO POR ENERGIA DEL PACIFICO
MOBIL RARUS 827	NO	119-06-2	1,2-BENZENEDICARBOXYLIC ACID, DITRIDECYL	N/A	ACEITE USADO	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	CARTER COMPRESOR AIRE ARRANQUE	60 Litros / mes	El recipiente se limpia y se envía con chatarra	CONTENCION Y RECOLECCIÓN EN BARRIL DE ACEITE USADO	1 Recipiente (5 Gal)	INCINERACION U OTRO DEFINIDO POR ENERGIA DEL PACIFICO

Tabla 4-25 - inventario y manejo de materiales, desechos y residuos líquidos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTA MARN	NÚMERO CAS	DESCRIPCIÓN	CANT. PERMI-TIDA MARN	PELIGROSI-DAD	CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
MOBIL RARUS SHC 1026	NO	No reportable hazardous substance(s) or complex substance(s)	This material is not considered to be hazardous according to regulatory guidelines	N/A	ACEITE USADO	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	CARTER COMPRESOR DE INSTRUMENTOS	40 Litros / mes	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCION Y RECOLECCIÓN EN BARRIL DE ACEITE USADO	1 Recipiente (5 Gal)	INCINERACION U OTRO DEFINIDO POR ENERGIA DEL PACIFICO
MOBIL SHC 634	NO	No reportable hazardous substance(s) or complex substance(s)		N/A	ACEITE USADO	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	MECANISMO GIRO LENTO DEL MOTOR W 18V50SG	100 Litros / año	El recipiente se limpia y se envía con chatarra	CONTENCION Y RECOLECCIÓN EN BARRIL DE ACEITE USADO	1 Recipiente (5 Gal)	INCINERACION U OTRO DEFINIDO POR ENERGIA DEL PACIFICO
ACEITE MOBIL AUTOMATIC TRANSMISSION FLUID	NO	64742-55-8	HYDROTREATED LIGHT PARAFFINIC DISTILLATES,PETROLEUM	N/A	ACEITE USADO	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	RODAMIENTOS	10 Litros / año	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCION Y RECOLECCIÓN EN BARRIL DE ACEITE USADO	1 Recipiente (2 Gal)	INCINERACION U OTRO DEFINIDO POR ENERGIA DEL PACIFICO
		72623-86-0	LUBRICATING OILS (PETROLEUM), HYDROTREATED NEUTRAL OIL-BASED									
ACEITE DIELECTRICO	NO	64742-53-6	Aceite Nafténico Destilado de Petróleo	N/A	ACEITE USADO	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	TRANSFORMADOR	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - equipo único	CONTENCION Y RECOLECCIÓN EN BARRIL DE ACEITE USADO	NO APLICA - Con base en demanda	ANTE UNA FUGA: RECOLECCIÓN EN BARRIL
INHIBIDOR DE CORROSION SP- 400	NO	64742-49-0/ 107-83-5	Isómeros de hexano	N/A	LIQUIDO INFLAMABLE	Es irritante para ojos y piel. Además tiene hidrocarburos que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El aerosol se descarga y se envía con chatarra	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	5 recipientes (16 Onzas c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		110-54-3	n-Hexano									
		8052-41-3	Solvente Stoddard									
		propietario	Mezcla aditiva									
		34590-94-8	Dipropileno glicol éter monometil									
		68476-86-8	Gas de petróleo licuado									
COAGULANTE S- MIX-2040	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS ACEITOSAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	6 Recipientes (5 Gal c/u)	ANTE UNA FUGA: RECOLECCIÓN EN BARRIL

Tabla 4-25 - inventario y manejo de materiales, desechos y residuos líquidos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTA MARN	NÚMERO CAS	DESCRIPCIÓN	CANT. PERMI-TIDA MARN	PELIGROSI-DAD	CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
FLOCULANTE S- POL 4040	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS ACEITOSAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	6 Recipientes (5 Gal c/u)	ANTE UNA FUGA: RECOLECCIÓN EN BARRIL
SODA CAUSTICA	SI	1310-58-3	HIDROXIDO DE SODIO, SÓLIDO	25 Kg	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS ACEITOSAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	6 Recipientes (5 Gal c/u)	ANTE UNA FUGA: RECOLECCIÓN EN BARRIL
			SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO	25 L								
TRASAR-22141 PHOSPHATE	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE RECUPERACION DE CALOR DE GASES DE COMBUSTION	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	6 Recipientes (5 Gal c/u)	ANTE UNA FUGA: RECOLECCIÓN EN BARRIL
NALCO EG-5010 ALKALINITY CONTROL	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE RECUPERACION DE CALOR DE GASES DE COMBUSTION	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	6 Recipientes (5 Gal c/u)	ANTE UNA FUGA: RECOLECCIÓN EN BARRIL
Tri-ACT-1820 CORROSION INHIBITOR	NO	108-91-8	CYCLOHEXYLAMINE (SARA 302)	N/A	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE RECUPERACION DE CALOR DE GASES DE COMBUSTION	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	6 Recipientes (5 Gal c/u)	ANTE UNA FUGA: RECOLECCIÓN EN BARRIL
		100-37-8	ETHANOL	N/A								
		110-91-8	MORPHOLINE	N/A								
PH STABILIZER 8735	NO	1310-73-2	SODIUM HYDROXIDE (CERCLA)	N/A	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE RECUPERACION DE CALOR DE GASES DE COMBUSTION	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	6 Recipientes (5 Gal c/u)	ANTE UNA FUGA: RECOLECCIÓN EN BARRIL
		1310-58-3	POTASSIUM HYDROXIDE (CERCLA)	N/A								
		7732-18-5	WATER	N/A								
PLURON ACI M	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE OSMOSIS INVERSA	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	2 Recipientes (5 Gal c/u)	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL

Tabla 4-25 - inventario y manejo de materiales, desechos y residuos líquidos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTA MARN	NÚMERO CAS	DESCRIPCIÓN	CANT. PERMI-TIDA MARN	PELIGROSI-DAD	CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
PLURON SEK M	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE OSMOSIS INVERSA	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	2 Recipientes (5 Gal c/u)	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL
PLURON CE 800 B	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE OSMOSIS INVERSA	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	1 Recipientes (1 Kg)	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL
SALT TABLETS	NO IDENTI-FICADO	7647-14-5	Sodium Chloride	N/A	SUSTANCI ATOXICA	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE OSMOSIS INVERSA	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	1 Recipientes (50 Kg)	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL
DREWGARD 4109	NO IDENTI-FICADO	7775-19-1	SODIUM METABORATE TETRAHYDRATE	N/A	LIQUIDO TOXICO	Es irritante para ojos y piel. Además tiene hidrocarburos que causa efectos adversos en el medio acuático	TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUA DE REFRIGERACION DEL MOTOR	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	NO APLICA - Con base en demanda, almacenado por el proveedor	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL
		1303-96-4	SODIUM TETRABORATE, DECAHYDRATE									
		7631-99-4	SODIUM NITRATE									
		7632-00-0	SODIUM NITRATE (SARA III)									
		6834-92-0	SODIUM METASILICATE (ANHYDROUS)									
		64665-57-2	SODIUM TOLYLTRIAZOLE									
ACONDICIONADOR Y AJUSTADOR DE CORREAS (BELT DRESSING)	NO IDENTI-FICADO	107-83-5/64742-49-0	HEXANE ISOMERS	N/A	LIQUIDO INFLAMABLE	Es irritante para ojos y piel. Además tiene hidrocarburos que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El aerosol se descarga y se envía con chatarra	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	2 Recipientes (16 Onzas c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		110-54-3	N-HEXANE									
		9003-29-6	POLYSISOBUTENE									
		68476-86-8	LIQUEFIED PETROLEUM GAS									
SOLVE - ELECTRIWEL L	NO IDENTI-FICADO		SOLVENTE DIELÉCTRICO	N/A	LIQUIDO INFLAMABLE	Esta compuesto por hidrocarburos que causan irritación y efectos adversos en el medio acuático	TRANSFORMADOR	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y se envía con chatarra	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	NO APLICA - Con base en demanda	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
MAGNA FLUX PENETRANT,		PENETRANT		N/A	LIQUIDO INFLAMABLE	Está compuesto por hidrocarburos que causan irritación y	TALLER DE MANTENIMIENTO - SALA DE	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El aerosol se descarga y se envía con	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	Caja de 9 Recipientes (16 Onzas c/u) que incluye: Limpiador,	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		8042-47-5/ 64742-47-8	WHITE MINERAL OIL (petroleum)									

Tabla 4-25 - inventario y manejo de materiales, desechos y residuos líquidos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTA MARN	NÚMERO CAS	DESCRIPCIÓN	CANT. PERMI-TIDA MARN	PELIGROSI-DAD	CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
DEVELOPER, REMOVER		71888-89-6	PHTHALIC ESTERS			efectos adversos en el medio acuático	MAQUINAS		chatarra		Penetrante y Revelador	
		68476-86-8	LIQUEFIED PETROLEUM GASSES									
		DEVELOPER										
		67-63-0	2-PROPANOL									
		67-64-1	2-PROPANONE									
		75-28-5	ISOBUTANA (PROPELLANT)									
		REMOVER										
		64742-89-8	LIGHT ALIPHATIC SOLVENT NAPHTHA									
		124-38-9	CARBON DIOXIDE (propellant)									
PINTURAS	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO INFLAMAB LE	Esta compuesto por hidrocarburos que causan irritación y efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO	NINGUNO - PINTURA VENCIDA	El recipiente se limpia y se envía con chatarra	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	NO APLICA - Con base en demanda	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
THT (TETRAHIDR OTIO FENO)	NO	110-01-0	SULFURO DE TETRAMETILENO, TIOLANO, THT C4H8S	N/A	LIQUIDO INFLAMAB LE	Es altamente inflamable y con el aire puede formar mezclas explosivas Y es nocivo para organismos acuáticos	CITY GATE	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte por botella comprimida	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	NO APLICA - Con base en demanda, almacenado por el proveedor	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
THINNER	NO	64742-89-3	ADELGAZADOR	N/A	LIQUIDO COMBUSTI BLE	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO	30 Litros / mes	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	1 Recipiente (5 Gal)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
AFLOJADOR PENETRANT E	NO	8032-32-4	DISOLVENTE	N/A	LIQUIDO COMBUSTI BLE	Es irritante para ojos y piel. Además tiene hidrocarburos que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El aerosol se descarga y se envía con chatarra	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	12 Recipientes (10 Onzas c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		119345-04-9	PETRONATE									
		8012-95-1	ACEITE MINERAL									
		A-70	NO ESTABLECIDO									
VARSOL	NO	64742-47-8	DESTILADOS ALIFÁTICOS	N/A	LIQUIDO COMBUSTI BLE	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO	48 Litros / mes	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	2 Recipiente (5 Gal c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
ACPM (DIESEL)	NO	68334-30-5	HIDROCARBUROS Y ADITIVOS.	N/A	LIQUIDO COMBUSTI BLE	Los hidrocarburos poseen Eco toxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	MOTOR DIESEL CONTRAINCENDIO YCOMPRESOR DIESEL	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte en BARRIL de 55 galones cada 3 meses.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	1 Recipiente (55 Gal)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO

Tabla 4-25 - inventario y manejo de materiales, desechos y residuos líquidos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTA MARN	NÚMERO CAS	DESCRIPCIÓN	CANT. PERMI-TIDA MARN	PELIGROSI-DAD	CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
QUIM	NO	7647-01-0	ACIDO CLORHÍDRICO	N/A	LIQUIDO TOXICO	Al contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos. Y es toxico para organismos acuáticos y plantas.	TALLER DE MANTENIMIENTO	48 Litros / mes	1 BARRIL plástica de 5 gal al mes, se lavan y almacenan, para re-uso.	LAVADO DEL AREA CON ABUNDANTE AGUA	2 Recipientes (5 Gal c/u)	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL
CAPTAN MASK	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO TOXICO	Es irritante para ojos y piel. Además tiene hidrocarburos que causa efectos adversos en el medio acuático	CITY GATE	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	1 Recipiente 5 Gal	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
LIMPIADOR DE CONTACTOS CRC	NO	811-97-2	1,1,1,2-TETRAFLUOROETHANE (HFC-134a)	N/A	LIQUIDO TOXICO	Es irritante para ojos y piel. Además tiene polímeros que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El aerosol se descarga y se envía con chatarra	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	10 Recipientes (16 Onzas c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		138495-42-8	1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-DECLAFLUOROPENTA									
		163702-07-6	METIL NONAFLUOROBUTIL ÉTER									
		163702-08-7	METIL NONAFLUOROISOBUTIL ÉTER									
GASKET LOCTITE 5699	NO	70131-67-8	SILOXANES AND SILICONES, DI-ME, HYDROXY-TERMINATED	N/A	LIQUIDO TOXICO	Es irritante para ojos y piel. Además tiene polímeros que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y se envía con chatarra	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	20 Tubos (32 Onzas c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		471-34-1	CALCIUM CARBONATE									
		2224-33-1	BUTAN-2ONE O,'O,O"-(vinylsilylidyne) TRIOXIME									
		68909-20-6	SILICA, AMORPHOUS, TEATED									
		96-29-7	BUTANONE OXIME									
		7429-90-5	ALUMINIUM									
COIL CLEANER (BOBINA)	NO	1310-73-2	SODIUM HYDROXIDE	N/A	LIQUIDO CORROSIVO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	TALLER DE MANTENIMIENTO	30 Litros / mes	1 BARRIL plástica de 5 gal al mes, se lavan y almacenan, para reuso.	LAVADO DEL AREA CON ABUNDANTE AGUA	2 Recipientes (5 Gal c/u)	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL
		110615-47-9	ALKYL POLYGLYCOSIDE									
BACTROL	NO	64-17-5	ETHANOL	N/A	LIQUIDO CORROSIVO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	TANQUE AGUA DE MANTENIMIENTO	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	1 BARRIL plástica de 5 gal al mes, se lavan y almacenan, para reuso.	LAVADO DEL AREA CON ABUNDANTE AGUA	4 Recipientes (5 Gal c/u)	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL
		7732-18-5	WATER									
		67-63-0	ISOPROPYL ALCOHOL									
FRIXON	NO	81406-37-3	FLUROXYPYR-MEPTYL	N/A	LIQUIDO	El peligro a la salud	TANQUE DE AGUA	NINGUNO -	Se reutilizan cada	LAVADO DEL AREA CON	4 Recipientes (5 Gal	DILUCIÓN CON

Tabla 4-25 - inventario y manejo de materiales, desechos y residuos líquidos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTA MARN	NÚMERO CAS	DESCRIPCIÓN	CANT. PERMI-TIDA MARN	PELIGROSI-DAD	CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
		19432-41-6	ALKYLPHENOL ETHOXYLATES		ALCALINO	asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	DE MANTENIMIENTO	POSIBLES FUGAS	mes con el proveedor	ABUNDANTE AGUA	c/u)	AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL
		64742-94-5	SOLVESSO 150#									
GASKET LOCTITE 515	NO	79-10-7	ACRYLIC ACID	N/A	LIQUIDO ANAEROBICO	Es irritante para ojos y piel. Además tiene polímeros que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	20 Tubos (32 Onzas c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		80-15-9	CUMENE HYDROPEROXYDE									
		868-77-9	2-HYDROXYETHYL METHACRYLATE									
		98-82-8	CUMENE									
SELLADOR LOCTITE 567	NO	39382-25-7	BISPHENOL A FUMARATE RESIN	N/A	LIQUIDO ANAEROBICO	Es irritante para ojos y piel. Además tiene polímeros que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	20 Tubos (32 Onzas c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		25852-47-5	POLYGLYCOL DIMETHACRYLATE									
		9004-81-3	POLYGLYCOL LAURATE									
		61791-29-5	POLYETHYLENE GLYCOL MONOCOCOATE									
		13463-67-7	TITANIUM DIOXIDE									
		112945-52-5	SILICA, AMORPHOUS, FUMED, CRYSTAL-FREE									
		81-07-2	SACCHARIN									
		25068-38-6	EPICHLOROHYDRIN-4,4'-ISOPROPYLIDENE DIPHENOL RESIN									
		107-21-1	ETHYLENE GLYCOL									
FIJADOR LOCTITE 242	NO	80-15-9	HYDROPERÓXIDO DE CUMENO	N/A	LIQUIDO ANAEROBICO	Es irritante para ojos y piel. Además tiene polímeros que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	20 Tubos (32 Onzas c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		11294-5-52-5	SILICA AMORFA, AHUMADA, LIBRE DE CRISTALES									
		25852-47-5	DIMETACRILATO DE POLIGLICOL									
		9004-96-0	OLEATO DE POLIGLICOL									
		81-07-2	SACARINA									
		57-55-6	PROPILENGLICOL									
SELLADOR LOCTITE 545	NO	18268-70-7	POLYGLYCOL DIOCTANOATE	N/A	LIQUIDO ANAEROBICO	Es irritante para ojos y piel. Además tiene polímeros que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	20 Tubos (32 Onzas c/u)	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
		109-16-0	DIMETACRILATO DE POLIGLICOL									
		868-77-9	METACRILATO DE 2-HIDROXIETILO									

Tabla 4-25 - inventario y manejo de materiales, desechos y residuos líquidos de la planta de generación de energía												
MATERIAL	EN LISTA MARN	NÚMERO CAS	DESCRIPCIÓN	CANT. PERMI-TIDA MARN	PELIGROSI-DAD	CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
		112945-52-5	SILICE AHUMADA									
		114-83-0	1-ACETILO-2-FENILHIDRAZINA									
		98-82-8	CUMENE									
		79-41-4	ACIDO METACRILICO									
		80-15-9	PEROXIDO DE HIDROGENO CUMENO									
KLEN	NO IDENTI-FICADO	111-76-2	BUTIL CELLOSOLVE	N/A	LIQUIDO BIODEGRA DABLE	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	TALLER DE MANTENIMIENTO	240 Litros / mes	2 BARRILES plásticas de 5 gal al mes, se lavan y almacenan, para reúso.	LAVADO DEL AREA CON ABUNDANTE AGUA	2 Recipientes (5 Gal c/u)	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL
		6834-92-0	METASILICATO DE SODIO									
SKIN	NO IDENTI-FICADO			N/A	LIQUIDO BIODEGRA DABLE	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	TALLER DE MANTENIMIENTO	48 Litros / mes	1 BARRIL plástica de 5 gal al mes, se lavan y almacenan, para reúso.	LAVADO DEL AREA CON ABUNDANTE AGUA	2 Recipientes (5 Gal c/u)	DILUCIÓN CON AGUA EN TANQUE DE AGUA RESIDUAL

Fuente: Wärtsilä 2014.

Tabla 4-26 - Inventario y manejo de materiales, desechos y residuos sólidos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTA DEL MARN	NUMERO CAS	DESCRIPCIÒN	PELIGROSIDAD DEL DESECHO	PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
TRAPOS Y FILTROS CON HIDROCARBUROS	NO IDENTI-FICADO			SOLIDO INFLAMABLE	Los hidrocarburos poseen Ecotoxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	100 kg / mes	NO APLICA	RECOLECCION EN BOLSAS Y RECIPIENTES DE COLOR ROJO	200 Kg	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
TUBOS FLUORESCENTES	NO IDENTI-FICADO			MERCURIO	El mercurio es un metal pesado que se introduce en la cadena alimenticia a través del suelo y afecta la salud humana.	TODA LA PLANTA DE GENERACION	60 kg / año	NO APLICA	RECOLECCIÓN EN CAJA DE CARTON DE LOS COMPONENTES	50 Unidades	RECUPERACION DE LOS COMPONENTES
PILAS Y BATERIAS	NO IDENTI-FICADO			PLOMO	El plomo es un metal pesado que se introduce en la cadena alimenticia a través del suelo y afecta la salud humana.	SUBESTACION DE BAJA TENSION - OFICINAS	20 kg / año	NO APLICA equipo único	RECOLECCIÓN EN CAJA DE MADERA	NO APLICA - se usan dispositivos con batería recargable	RECUPERACION DE LOS COMPONENTES
CINTAS Y TONER DE IMPRESORAS	NO IDENTI-FICADO			TINTAS COLORANTES	Es un químico que causa efectos adversos en el medio acuático y en el subsuelo.	OFICINAS	20 kg / año	NO APLICA equipo único	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	NO APLICA - Con base en demanda	RECUPERACION DEL PLASTICO
BALASTOS Y TARJETAS ELECTRONICAS	NO IDENTI-FICADO			METALES PESADOS	Los metales pesados se introducen en la cadena alimenticia a través del suelo y afecta la salud humana.	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	Con base en demanda	RECUPERACION DE LOS METALES PESADOS
RECIPIENTES PLASTICOS DE ACEITE Y GRASA	NO IDENTI-FICADO			SOLIDO INFLAMABLE	Los hidrocarburos poseen Ecotoxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	RECOLECCIÓN CON LOS TRAPOS USADOS	Aproximadamente 20 Recipientes entre 2 Gal, 5 Gal y 55 Gal	INCINERACIÓN EN HORNO CONTROLADO
RECIPIENTES DE FUMIGACIONES	NO IDENTI-FICADO			COMPUESTOS ORGANICOS PERISTENTES	Los compuestos orgánicos persistentes se introducen en la cadena alimenticia a través del suelo y afectan la salud humana.	PLANTA DE GENERACION	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se entrega al proveedor	RECOLECCIÓN CON ARENA O TIERRA	NO APLICA - A cargo del proveedor	RECUPERACION DE LA MATERIA PRIMA
RECIPIENTES PLASTICOS DE QUIMICOS	NO IDENTI-FICADO			SOLIDO CON LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	Aproximadamente 40 Recipientes entre 2 Gal, 5 Gal y 55 Gal	REUSO DIRECTO COMO RECIPIENTES DE TALLER
LOCTITE SUPERFLEX RED	no	7631-86-9 64742-46-7 17689-77-9	SILICON DIOXIDE DISTILLATES (petroleum), HYDROTREATED MIDDLE TRIACETOXYETHYLSILANE	SILICONA TOXICA	Es irritante para ojos y piel. Además, tiene polímeros que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	20 Tubos (32 Onzas)	INCINERACIÓN DEL TRAPO EN HORNO CONTROLADO

Tabla 4-26 - Inventario y manejo de materiales, desechos y residuos sólidos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTA DEL MARN	NUMERO CAS	DESCRIPCIÒN	PELIGROSIDAD DEL DESECHO	PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
		4253-34-3	METHYLSILANETRIYL TRIACETATE								
		64-19-7	ACETIC ACID								
LOCTITE SILVER GRADE	NO IDENTI-FICADO	6474-52-5	MINERAL OIL	GRASA USADA	Es irritante para ojos y piel. Además, tiene hidrocarburos que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	20 Tubos (32 Onzas)	INCINERACIÓN DEL TRAPO EN HORNO CONTROLADO
		7782-42-5	GRAPHITE								
		1305-78-8	CALCIUM OXIDE								
		7429-90-5	ALUMINIUM								
		64741-44-2	PETROLEUM DISTILLATE								
		8001-78-3	CASTOR IL, HYDROGENERATED								
		61789-97-7	TALLOW								
		14808-60-7	SILICA,QUARTZ								
LOCTITE SUPERFLEX CLEAR	NO IDENTI-FICADO	7631-86-9	SILICA, AMORPHOUS (fumed)	SILICONA TOXICA	Es irritante para ojos y piel. Además, tiene polímeros que causa efectos adversos en el medio acuático	TALLER DE MANTENIMIENTO - MAQUINAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	20 Tubos (32 Onzas)	INCINERACIÓN DEL TRAPO EN HORNO CONTROLADO
		17689-77-9	ETHYLTRIACETOXYSILANE								
		4253-34-3	METHYLTRIACETOXYSILANE								
MOBILITH SHC 220	NO IDENTI-FICADO	94270-86-7	1H-BENZOTRIAZOLE-1-METHANAMINE,N,N-BIS(2-ETHYLYLHEXYL)-NETHYL-	GRASA USADA	Los hidrocarburos poseen Ecotoxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	RODAMIENTOS UNIDAD VENTILACION AIRE DE CARGA	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	1 Recipiente (5 Gal)	INCINERACIÓN DEL TRAPO EN HORNO CONTROLADO
		68411-46-1	BENZENAMINE, N-PHENYL-,REACTION PRODUCTS WITH 2,4,4-TRIMETHYLPENTENE								
		1310-66-3	LITHIUM HYDROXIDE MONOHYDRATE								
		confidencial	LITHIUM SALT OF ALIPHATIC ACID								
		10254-57-6	METHYLENE BIS (DIBUTYLDITHIOCARBAMATE)								
		68649-42-3	ZINC DITHIOPHOSPHATE								
MOBILITH SHC 100	NO IDENTI-FICADO	68649-42-3	ZINC DITHIOPHOSPHATE	GRASA USADA	Los hidrocarburos poseen Ecotoxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	RODAMIENTOS MOTOR BOMBA PRELUBRICACION	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y se envía con chatarra	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	1 Recipiente (5 Gal)	NCINERACIÓN DEL TRAPO EN HORNO CONTROLADO
CARBON ACTIVADO	NO IDENTI-FICADO	7440-44-0	CARBONO AMORFO	SOLIDO CON LIQUIDO TOXICO	El peligro a la salud asociado es que a su contacto causa quemaduras en la piel, las mucosas nasales y ojos.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS ACEITOSAS	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	NO APLICA - Con base en demanda	INCINERACIÓN DEL TRAPO EN HORNO CONTROLADO

Tabla 4-26 - Inventario y manejo de materiales, desechos y residuos sólidos de la planta de generación de energía											
MATERIAL	**EN LISTA DEL MARN**	**NUMERO CAS**	**DESCRIPCIÒN**	**PELIGROSIDAD DEL DESECHO**	**PELIGROSIDAD**	**SITIO DE USO**	**CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO**	**CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS**	**MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES**	**CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA**	**METODO DE DISPOSICION FINAL**
GRASA SHELL ALVANIA	NO IDENTI-FICADO	CLASIFICACION TIPO 3: PRODUCTO NO PELIGROSO. LOS COMPONENTES DE ESTA MEZCLA NO IMPARTEN PROPIEDADES PELIGROSAS AL PRODUCTO	GRASA LUBRICANTE QUE CONTIENE ACEITES MINERALES ALTAMENTE REFINADOS Y ADITIVOS	GRASA USADA	Los hidrocarburos poseen Ecotoxicidad que causa efectos adversos en el medio acuático	RODAMIENTOS MOTOR AIRE DE ARRANQUE	24 Litros / año	El recipiente se limpia y envía con plásticos.	CONTENCIÓN, RECOLECCIÓN Y APLICACIÓN EN TRAPOS USADOS	1 Recipiente (5 Gal)	INCINERACIÓN DEL TRAPO EN HORNO CONTROLADO

Fuente: Wärtsilä 2014.

Tabla 4-27 – Inventario y manejo de materiales, desechos y residuos gaseosos de la planta de generación de energía

MATERIAL	EN LISTADO DEL MARN	NUMERO CAS	DESCRIPCION	PELIGRO PELIGROSIDAD DEL DESECHO	PELIGROSIDAD	SITIO DE USO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO LIBERADO	CANTIDAD ESTIMADA DE ENVASES GENERADOS	MANEJO INTERNO ANTE FUGAS Y DERRAMES	CANTIDAD ESTIMADA DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA	METODO DE DISPOSICION FINAL
GAS NATURAL	NO IDENTI-FICADO	74-82-8 74-84-0 74-98-6 106-97-8	METANO ETANO PROPANO BUTANO	GAS FLAMABLE	Es altamente inflamable y con el aire puede formar mezclas explosivas Y puede ocasionar asfixia al personal por desplazamiento de oxígeno.	SALA DE MÁQUINAS, AREA DE REGASIFICACION	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte por gasoducto	CORREGIR LA FUGA, VENTILACIÓN DEL AREA Y ELIMINACIÓN DE FUENTES DE IGNICIÓN.	NO APLICA - Con base en demanda	ANTE UNA FUGA: AIRE - VENTEO NATURAL O FORZADO
HEXAFLUORURO DE AZUFRE (SF6)	NO IDENTI-FICADO	2551-62-4	HEXAFLUORURO DE AZUFRE	GAS ASFIXIANTE	El peligro asociado con escapes de este gas es asfixia por desplazamiento de oxígeno.	INTERRUPTORES SUBESTACION DE MEDIA TENSION	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - equipo único	CORREGIR LA FUGA, VENTILACIÓN DEL AREA Y ELIMINACIÓN DE FUENTES DE IGNICIÓN.	NO APLICA - Con base en demanda	ANTE UNA FUGA: AIRE - VENTEO NATURAL O FORZADO
OXIGENO	NO IDENTI-FICADO	7782-44-7	GAS	GAS NO TOXICO	El peligro a la salud asociado con escapes de este gas es mareo, aturdimiento y pérdida de conocimiento.	TALLER DE MANTENIMIENTO	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte por botella comprimida	CORREGIR LA FUGA, VENTILACIÓN DEL AREA Y ELIMINACIÓN DE FUENTES DE IGNICIÓN.	2 Botellas (50 Kg)	RECUPERACION DEL REMANENTE EN NUEVO CARGUE
ACETILENO	NO IDENTI-FICADO	74-86-2	GAS	GAS INFLAMABLE	El peligro a la salud asociado con escapes de este gas es que a altas presiones los recipientes causan golpes y asfixia.	TALLER DE MANTENIMIENTO	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte por botella comprimida	CORREGIR LA FUGA, VENTILACIÓN DEL AREA Y ELIMINACIÓN DE FUENTES DE IGNICIÓN.	2 Botellas (50 Kg)	RECUPERACION DEL REMANENTE EN NUEVO CARGUE
NITROGENO	NO IDENTI-FICADO	7727-37-9	GAS	GAS CONGELANTE	El peligro asociado con escapes de este gas licuado es congelamiento al contacto.	TALLER DE MANTENIMIENTO	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte por botella comprimida	CORREGIR LA FUGA Y VENTILACIÓN DEL AREA	NO APLICA - Con base en demanda	RECUPERACION DEL REMANENTE EN NUEVO CARGUE
HELIO	NO IDENTI-FICADO	7440-59-7	GAS	GAS ASFIXIANTE	El peligro asociado con escapes de este gas es asfixia por desplazamiento de oxígeno.	ANALIZADOR EN EL CITY GATE	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte por botella comprimida	CORREGIR LA FUGA Y VENTILACIÓN DEL AREA	NO APLICA - Con base en demanda	RECUPERACION DEL REMANENTE EN NUEVO CARGUE
R22 **(**GAS REFRIGERANTE)	NO IDENTI-FICADO	75-45-6	CLORODIFLUOMETANO	GAS INVERNADERO	El peligro asociado con escapes de este gas es que afecta la capa de ozono.	SISTEMAS AIRE ACONDICIONADO	NINGUNO - POSIBLES FUGAS	NO APLICA - transporte por botella comprimida	CORREGIR LA FUGA Y VENTILACIÓN DEL AREA	NO APLICA - Con base en demanda	RECUPERACION DEL REMANENTE EN NUEVO CARGUE

Fuente: Wärtsilä 2014.

Los principales residuos y materiales peligrosos a bordo del FSRU son los siguientes:

Materiales:

- El aceite de lubricación para toda la maquinaria
- El aceite hidráulico para el generador de emergencia, sistemas hidráulicos y actuadores

Desechos sólidos:

- Los elementos de filtro, cartuchos
- Adsorbentes no tóxicos gastados
- Formulario de mantenimiento de Residuos

Los desechos líquidos:

- Los residuos de aceite
- El agua aceitosa
- Los residuos sanitarios, aguas grises

Los desechos y residuos sólidos, comunes y peligrosos, serán llevados de forma periódica a la planta en tierra para su adecuada disposición conforme a las tablas de las páginas anteriores.

El diseño del sistema de gestión de la FSRU y HSE a bordo será tal para cumplir con las regulaciones de la OMI, en particular MARPOL.

En virtud del MARPOL (Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques), un plan de gestión de basura tiene que estar en su lugar durante las operaciones con el fin de manejar todo tipo de víveres, los residuos domésticos y operacional incluyendo residuos químicos. El seguimiento de la buena ejecución de este plan está garantizado por el mantenimiento correcto del Libro registro de basuras que registrará la recolección, procesamiento, almacenamiento y eliminación de la basura.

Al igual que en el libro registro de desechos, un Libro registro de hidrocarburos se mantendrá también para manejar cualquier lodo de aguas / aceitosa de la sala de máquinas según el requisito del MARPOL.

La FSRU estará provisto de una unidad de tratamiento de aguas residuales con 14 días de almacenamiento de aguas residuales. El agua tratada cumplirá con la norma de descarga de aguas residuales salvadoreña, previo a su descarga en el océano.

4.11.1 Almacenamiento de Aceite y Estructuras de Contención

Los tanques de aceites lubricantes y lodos contarán con bermas de protección dimensionadas para un volumen 10% mayor al volumen del tanque de mayor tamaño dentro del recinto. El suelo de las bermas de contención será impermeabilizado.

Las fundaciones del tanque serán hechas de anillos de vigas de hormigón reforzado, en tiras en la base, alternadas con una losa de soporte de carga sobre ellas. Los tanques se instalarán dentro del área de contención. Para prevenir contaminación se instalará la loza de concreto pulido compacto.

El área de contención tendrá una pendiente hacia una zanja de hormigón abierta para recoger el agua de lluvia. Para la contención de un posible derrame, a la salida de la zanja se instalarán válvulas de agua e hidrocarburos, que serán operadas manualmente. El agua de lluvia se conduce al sistema de agua de lluvia mediante la apertura de la válvula de agua de lluvia. Agua con posible contenido de aceite será llevada mediante la apertura de la válvula de agua aceitosa al separador y al tanque de lodos.

4.11.2 Manejo de Aguas Residuales

En la Central Térmica se producen las siguientes aguas residuales:

1. Agua de rechazo de la planta de tratamiento de agua potable.
2. Agua residual doméstica de baños y cocinas.
3. Agua con posible contenido de aceites: de talleres, bermas de contención de tanques y lavado de calderas; éste último se realiza dos veces por año.
4. Agua de purga de calderas.

El agua de rechazo de la planta de tratamiento de aguas lluvias será descargada de forma directa; esta agua cumplirá con los parámetros establecidos en la norma de aguas residuales.

El agua de lavado de las calderas contiene una mezcla de ceniza, residuos de hidrocarburos y agua. El contenido de ceniza depende del combustible utilizado; El agua de la purga será neutralizada en un tanque de colección de agua de lavado antes de ser bombeada al sistema de tratamiento de aguas aceitosas.

El agua de la purga de calderas se espera que cumpla los parámetros de la norma salvadoreña. Los parámetros que pudiesen elevarse son los fosfatos y el hierro, relacionados al control de la corrosión. En una planta bien mantenida los parámetros se cumplen.

El tratamiento que se dará al agua con posible contenido de aceites y al agua residual doméstica se describe a continuación.

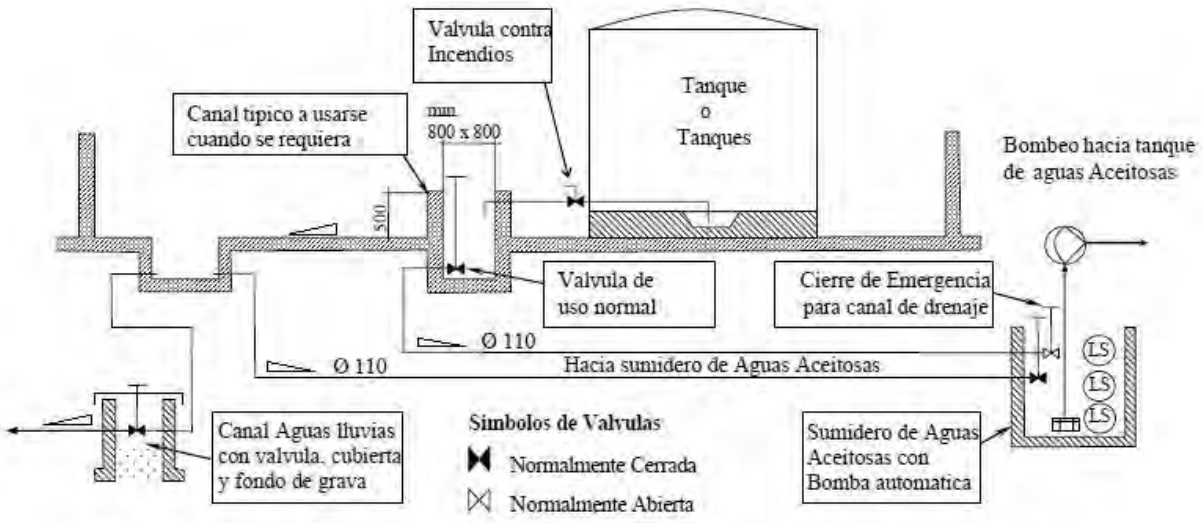
4.11.3 Manejo y Tratamiento de Aguas Aceitosas

Todos los tanques con contenido de aceites, contarán con un sistema de drenaje. El propósito principal es realizar la colección de aguas y limpieza de las áreas del tanque, resultando en un menor riesgo de contaminación de las aguas lluvias.

El problema típico en los diseños de drenaje recientes ha sido que el agua aceitosa del fondo del área de contención del tanque de aceite combustible (u otro hidrocarburo) ha podido entrar también al área de donde las aguas lluvias son colectadas. Durante una tormenta muy fuerte el agua puede inundar un canal de drenaje demasiado bajo y resultar en un esparcimiento de aguas aceitosas sobre el área. Esta es la razón por la cual los canales de drenajes se han diseñado con paredes de medio metro de altura.

El esquema principal es mostrado en figura 4.44 a continuación.

Figura 4.44 – Esquema de sistema de tratamiento de aguas aceitosas



Fuente Wärtsila 2016

La filosofía y las reglas más importantes que previenen derrames son las siguientes

- Las válvulas Normalmente cerradas deben ser abiertas únicamente bajo supervisión.

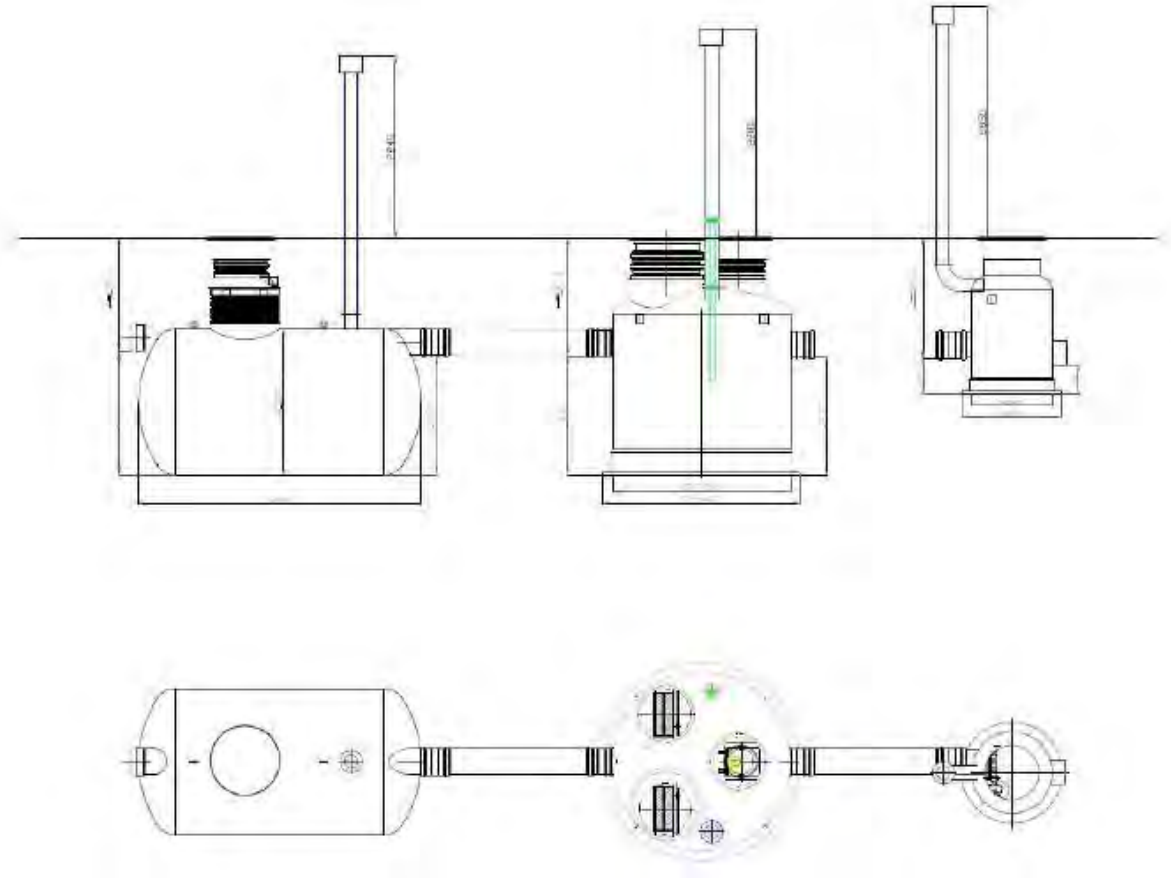
- Todos los tanques que contengan Hidrocarburos (agua aceitosa, lodo, aceite lubricante, combustible, etc.) tendrán un sistema de drenaje equivalente. Los tanques cercanos usaran el mismo canal de drenaje. Si se utilizan embudos después de las válvulas de drenajes (en filas de tanques pequeños, por ejemplo) estos estarán conectados con una tubería al canal común de drenaje del tanque.
- Se construirán canales de drenaje con paredes de 0,5 metros de altura aproximadamente para mantener el agua de lluvia pura y las aguas aceitosas separadas. La lluvia que cae directamente al canal de drenaje (en cantidades menores) será llevada al colector de aguas aceitosas. El área mínima del fondo del canal será de 800 x 800 mm para dar mantenimiento a válvulas y al canal. La válvula del canal de drenaje será equipada con un brazo de extensión para fácil operación.
- Todas las líneas de drenaje estarán normalmente cerradas para prevenir goteo de aceite fuera del área en caso de que el tanque derrame.
- Se separarán las tuberías del canal de drenaje del tanque y las del canal de aguas lluvias para evitar derrames directos del tanque al sistema de aguas lluvias.

El sistema de manejo de aguas aceitosas se encargará de colectar las aguas aceitosas y lodos que se produzcan en la planta para almacenarlo en un tanque para futura disposición y transporte. Los lodos serán entregados a una empresa que cuente con permiso ambiental para sus disposiciones finales y retiradas fuera de la planta.

Se contará con sistemas de separador agua aceite para drenar el agua que pudiese tener contacto con los aceites de los equipos.

La Figura 4.45 muestra el sistema de tratamiento para las aguas lluvias potencialmente contaminadas con aceite. Las aguas lluvias pasan a través de la trampa de arena donde las partículas se asientan. Cuando salen de la trampa de arena el agua es llevada a la trampa de aceite donde el contenido de aceite es separado con la ayuda de un coalescedor, el cual separa el aceite del agua, el sistema también incluye un recipiente de muestreo de donde las muestras del agua tratada pueden ser tomadas.

Figura 4.45 – Separador de Agua-Aceite



Fuente Wärtsila 2016

Durante la operación de la planta, el agua lluvia que potencialmente quede contaminada de aceite pasara por la trampa de aceite para prevenir contaminación. En general, el agua de limpieza contaminada proveniente de las siguientes áreas también será tratada:

1. Casa de máquinas;
2. Cuarto de switch;
3. Turbinas;
4. Calderas de recuperación de calor;
5. Zona de chimeneas;
6. Agua de lavado de calderas;
7. Sistema de recuperación de calor;
8. Edificio de aíre comprimido; y
9. Tanques exteriores.

4.11.4 Contención de Transformadores

Las fundaciones de los transformadores serán hechas de concreto reforzado, con un área de contención equivalente al 110% del volumen de aceite en el transformador. La losa de concreto será cubierta con grava gruesa soportada con una malla de concreto o una hoja de concreto perforada.

Para el manejo de un posible derrame también se tendrá dos válvulas, una para agua y una para aceites, manejadas de forma manual. Toda el área de transformadores se encontrará cercada.

4.11.5 Sistema de Tratamiento de Agua Residual Doméstica

Se instalará una planta de tratamiento para las aguas residuales provenientes de los empleados, cafetería y limpieza, para tratar el agua previa a su descarga y cumplir con la norma de calidad de agua residual descargada a un cuerpo receptor.

El monitoreo y seguimiento de la planta se presenta en el apartado 10.1.24. El agua a descargar cumplirá con lo establecido en la Norma de "AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR".

El efluente tratado será descargado a la canaleta de drenaje de CEPA en la esquina sur-poniente del terreno. Los lodos de la planta de tratamiento de agua residual doméstica serán secados al sol y utilizados como abono en las zonas verdes de la planta.

Se instalará un sistema de proceso SBR “Reactor de Carga en Secuencia” (Sequencing Batch Reactor) por sus siglas en inglés. Este proceso está dividido en las siguientes etapas:

Durante la fase inicial de carga (Amortiguado y almacenamiento de lodos) los sólidos (lodos) se asientan y el agua escurrente de la capa superior es trasladada a la segunda fase del tratamiento (El bioreactor).

El agua escurrente es aireada dentro del bioreactor con finas burbujas de oxígeno y esto hace que los microorganismos que consumen los nutrientes se incrementen. Esto puede verse en la fase de aireado.

Después del aireado, el cual dura relativamente largo tiempo, sigue una fase de descanso dentro del bioreactor. Durante esta fase el agua descansa completamente y el resto del lodo escurrente se asienta en el fondo del tanque y es creada una zona de agua clara.

El agua clara es extraída para desinfección con luz Ultravioleta, la cual mata la bacteria E.coli. El lodo asentado regresa desde el bioreactor al “Amortiguado y almacenamiento de lodos”. Después de esto comienza el ciclo de nuevo desde el principio.

La siguiente figura 4.46 muestra las diferentes fases del proceso SBR. En la aplicación propuesta el funcionamiento es el mismo, pero pueden ser diferentes tanques o cámaras.

Figura 4.46 – Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Figure 1 The different stages of the SBR process.

Fuente Wärtsila 2016

El monitoreo y seguimiento de la planta se presenta en el apartado 10.1.24. El agua a descargar cumplirá con lo establecido en la Norma de "AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR".

4.12 Consumo del Recurso Hídrico

4.12.1 Demandas de Agua del Proyecto

Las instalaciones de laCentral Térmica, funcionarán en un área aproximada de 126,431.09 m² y consiste en áreas para uso industrial, las cuales utilizarán agua como materia prima, por lo que las demandas se han calculado con base en la utilización del agua de un pozo a perforar, para riego de zonas verdes, labores de limpieza en las instalaciones de la Planta Térmica, consumo humano, para uso industrial y sistema contra incendios. En la Tabla 4.28 y Figura 4.47, se describen las demandas máximas de agua por cada actividad prevista a instalarse en la Planta Térmica

Tabla 4.28 – Demandas de la Central Térmica			
Descripción	**Demanda de Agua (m^3/h)**	**Demanda de Agua (m^3/d)**	**Caudal Medio (l/s)**
Aguas de rechazo del sistema de tratamiento de agua	7.83	187.92	2.18
Mantenimiento sistema de enfriamiento	0.07	1.68	0.02
Agua para empleados[1]	0.21	5.04	0.06
Talleres	0.07	1.68	0.02
Lavado turbo	0.00	0.05	0.00
Lavado de calderas	0.04	0.96	0.01
Pérdidas de vapor	0.75	18.00	0.21
Purga de caldera	4.53	108.72	1.26
TOTAL	13.50	324.05	3.75
Reúso de agua para riego (De agua de rechazo de sistema de tratamiento de agua	4.90	117.60	1.36
PARA 20 HORAS DE BOMBEO	16.20	388.86	4.50

Fuente: Wärtsilä 2016.

Se ha estimado el consumo de agua con base a la producción máxima. La demanda media diaria de agua del Proyecto es de 3.75 L/s (13.50 GPM), equivalentes a 324.05 m^3/d.

El caudal de bombeo de agua (20 horas diarias) para cubrir la demanda del proyecto, se obtiene multiplicando el caudal medio diario por el factor 1.2, con lo que se obtiene el resultado siguiente:

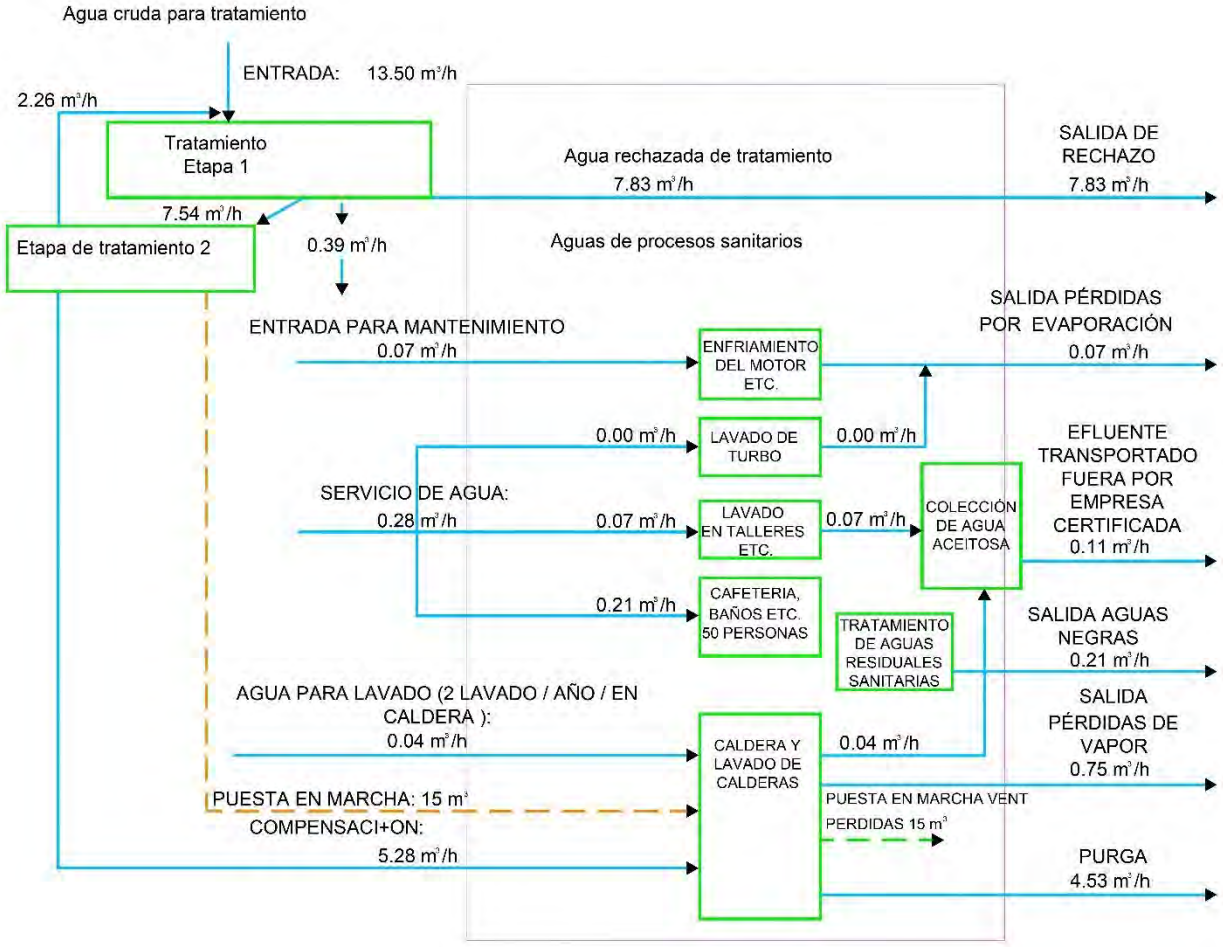
Qmd = 324.05 x 1.2 = 388.86
Por lo que se tiene un caudal de bombeo de 4.5 L/s (16.20 GPM), equivalentes a 388.86 m3/d.

En el área de estudio se observan pozos de producción variable, desde 1.26 hasta 66.24 L/s, dependiendo de su profundidad, por lo que es factible obtener este caudal con la perforación de un pozo profundo en la zona de máxima producción del acuífero.

El caudal aprobado en carta de no afectación de fecha 2 de junio de 2015 es suficiente para cubrir la demanda proyectada. (Ver Apéndice 4J).

La información técnica del sistema de enfriamiento que respalda el consumo de agua proyectado se presenta en el apéndice 4K.

Figura 4.47 – Demanda de Agua de la Central Térmica



Fuente: Wärtsilä 2016

En los diferentes sistemas se tendrá la siguiente cantidad de agua en recirculación:

- Sistema de Enfriamiento (Radiadores y Tuberías): 270m^3;
- Depósito de agua tratada: 300m^3; y
- Tanque de agua de la caldera: 200m^3.

En el Apéndice 5I, se incluye el estudio hidrogeológico, donde se evalúa la factibilidad de abastecimiento mediante pozo, siendo factible la explotación.

4.12.2 Fuente De Abastecimiento

Con el propósito de cubrir las demandas de agua del Proyecto, se realizará la perforación de varios pozos dentro del área del proyecto a desarrollar, como se detalla:

- Pozo de operación

- Pozo de respaldo
- Pozos de monitoreo (2)

las características y ubicación de los mismos se describen a continuación.

- Pozo de producción

Construcción de un pozo que deberá tener las características de perforación siguientes:

- Ubicación X= -89.827450---W y Y= 13.582900----N
- Profundidad total: 120 metros.
- Diámetro de Perforación: 12 pulgadas.
- Diámetro de Revestimiento: 8 pulgadas
- Nivel Estático probable: 25 a 30 metros.
- La ubicación del sitio recomendado para perforación del pozo se muestra en Mapa Nº 8 (Mapa de Alternativas).

- Pozo respaldo:

Se ha considerado la construcción de un pozo de respaldo, que se perforará próximo al pozo de producción, el cual funcionará únicamente cuando el pozo principal se encuentre en mantenimiento.

El pozo de respaldo deberá tener las mismas características del pozo de producción:

- Ubicación = -89.82745---W y Y= 13.58290----N, son las mismas coordenadas, aunque deberán estar separados entre 6 y 12 m, de preferencia hacia el noreste.
- Profundidad total: 120 metros.
- Diámetro de Perforación: 12 pulgadas.
- Diámetro de Revestimiento: 8 pulgadas
- Nivel Estático probable: 25 a 30 metros.
- Longitud de rejilla: 1/3 del espesor húmedo, aproximadamente 30 m.
- Ubicación: 14 m al suroeste del pozo de producción (ver las Figura 4.4).

En alineación con la guía NFPA 850 que trata con el caudal necesario para rellenar el tanque de agua contraincendios, en caso de incendio se utilizará el pozo de producción. De acuerdo a las características del acuífero es posible extraer un caudal de 20.5 L/s desde la ubicación propuesta, como solo funcionaría durante un día, en caso de incendio, no afecta en absoluto a los pozos vecinos, ya que la zona de captura se puede considerar que solo se extendería unos pocos metros.

4.12.3 Almacenamiento de Agua

Para el almacenamiento del agua se tendrá un tanque que almacenará el agua de proceso y usos comunes y el agua del sistema contra incendios. El tanque será de 15 m de diámetro, con capacidad para 1,500 m^3 y casa para bombas del sistema contra incendios.

4.12.4 Monitoreo del Pozo y el Acuífero

Para monitoreo del pozo y el acuífero se instalará un medidor de agua de 2" con flange y presión estándar multi-chorro. Se llevará un registro diario de la explotación del pozo.

Con el objetivo de realizar un monitoreo continuo y verificar que no se produzca riesgo de intrusión salina en el acuífero, se propone la construcción de dos pozos de monitoreo. El cambio químico en el agua se verá reflejado por un incremento en el valor de Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos y Temperatura.

Los pozos serán perforados en las coordenadas siguientes (tentativas):

- Pozo de monitoreo N° 1 N 273,459.55 y E 410,261.13
- Pozo de monitoreo N° 2 N 273,809.29 y E 410,558.48

Las características de cada pozo de monitoreo a perforar son las siguientes:

- Profundidad total: 100 metros;
- Diámetro de Perforación: 10 pulgadas;
- Diámetro de Revestimiento: 6 pulgadas; y
- Nivel Estático probable: 25 a 30 metros.

Ambos pozos van a contar con equipos de registro diario de Nivel Estático (tubo piezométrico), Temperatura, Conductividad y Sólidos Totales Disueltos, conocidos en el mercado como DATA LOGGER.

4.12.5 Calidad del Agua

Para actualizar la información sobre la calidad de las aguas subterráneas en el área de estudio, se realizó una campaña reciente de toma de muestras en pozos perforados del área de Acajutla. Se tomaron muestra de agua en pozos de DUKE ENERGY (2, 6, y 7) y en el pozo N° 1 de CEPA en Acajutla, fueron las únicas empresas que aceptaron realizar la toma de muestras de agua en sus pozos.

En el estudio hidrogeológico en el apéndice 5I y 5J se incluye el análisis completo de las muestras antes mencionadas, cuyos resultados se analizan a continuación.

El análisis de la electro-neutralidad indica que el error de análisis en las muestras obtenidas en fecha 9 de julio de 2014, oscila entre el 9.5% y el 17.4%, lo recomendado es que los resultados se encuentren por debajo del 15%, pero aun así se analizaron todas las muestras, debido a que su número es muy limitado.

Las muestras que presentan el menor error en el balance iónico son las muestras de los pozos DUKE N° 6 y DUKE N° 7, con valores de 9.51% y 11.1%, respectivamente. Las muestras de los pozos DISAGRO N° 1 y DISAGRO N° 3, obtenidas en fecha 16 de marzo de 2012, son de 23.1% y 15.5%, respectivamente.

Las gráficas de Piper, Stiff y Schoeller de las 4 muestras recientes y las 2 muestras de DISAGRO, del año 2012, en el estudio hidrogeológico. En las gráficas de Stiff se puede apreciar que mientras más cerca del mar se encuentre la fuente de agua, está más cargada de minerales, tal es el caso de los pozos de DISAGRO. El pozo DUKE N° 2, por el contrario, al encontrarse más alejado, es el que sus aguas presentan menor mineralización.

Así mismo, en el gráfico de Piper se observa que los pozos de DISAGRO tienen una naturaleza química muy diferente del resto de pozos analizados. Lo mismo se puede observar en el diagrama de Schoeller.

4.12.6 Sistema de Tratamiento de Agua Potable

El agua proveniente del pozo será almacenada en el tanque, antes de ser tratada. El agua recibirá un primer tratamiento para hacerla adecuada para los procesos básicos: agua para radiadores, reemplazo del sistema de vapor y para la caldera auxiliar.

El agua tratada del primer tratamiento (agua de proceso) será almacenada en un tanque de 200 m^2 de capacidad de tipo vertical, con sus compuertas, indicadores de nivel, válvulas, switch, alarmas, escaleras, etc. El tanque estará construido con material anticorrosión para evitar que entren partículas al sistema.

Se contará con dos módulos del sistema de tratamiento de agua constarán de:

- Capacidad 8 m^3;
- 2 filtros de arena;
- 2 unidades de suavizado (Tanques de NaCl);
- Cartucho de seguridad con malla de 5 micrones;
- Bomba centrífuga de alta presión;
- Un tren de sistema de ósmosis inversa;
- Tanque de limpieza química; y
- Panel de control, tuberías y válvulas.

El agua tratada del primer tratamiento se espera que tenga las siguientes características:

- pH at 21°C: 6 – 8;
- Solidos totales disueltos: < 100mg/l;
- Dureza total Ca2+ + Mg2+ < 0.2° dH;
- Silicatos as SiO2: < 10mg/l;
- Hierro Fe Trazos; y
- Solidos suspendidos < 0.5mg/l.

Parte del agua proveniente del primer tratamiento pasará a un segundo tratamiento en un sistema de ósmosis inversa, y después almacenada a un tanque de 100m^3. El agua para producir vapor en el sistema de ciclo combinado provendrá de este tanque.

4.12.7 Planta Desmineralizadora

La planta desmineralizadora de agua está diseñada para desmineralización del agua tratada a utilizar en las calderas de recuperación de calor. El agua tratada deberá cumplir con las siguientes características:

- pH: 6-7;
- Conductividad: < 1 mS/m;
- TDS: < 5 mg/l;
- Dureza total: < 0.01 dH;
- Alk. as (HCO3): < 1 mg/l;
- Fe + Cu: < 0.02 mg/l;
- Silica SiO_2: < 0.1 mg/l;
- Cloruros Cl: < 1 mg/l; y
- Na + K: < 2 mg/l.

Se utilizarán los siguientes químicos para el tratamiento del agua:

- Amina 8030 A: 2 g/t; y
- KK-830 : 3 g/t.

4.12.8 Consumo de Agua Dulce del FSU / FSRU

A bordo del FSU y FSRU, un generador de agua dulce de aproximadamente 45 ton / día se prevé para las necesidades de personal y para las calderas de motores. En el FSRU y FSU generará 6 t / día de agua dulce para las necesidades de personal.

4.12.9 Consumo del Recurso Hídrico Etapa de Construcción

Durante la etapa de construcción se utilizará tanques de almacenamiento temporales de agua, los cuales serán llenados con agua del pozo, sin sobrepasar el caudal de bombeo, el cual es de 4.5 L/s (para 20h de bombeo)

De requerirse mayor cantidad de agua a la que se puede bombear, ésta será abastecida mediante camiones cisterna, que provengan de sitios autorizados por ANDA y el MARN.

Los usos del agua durante la construcción incluyen:

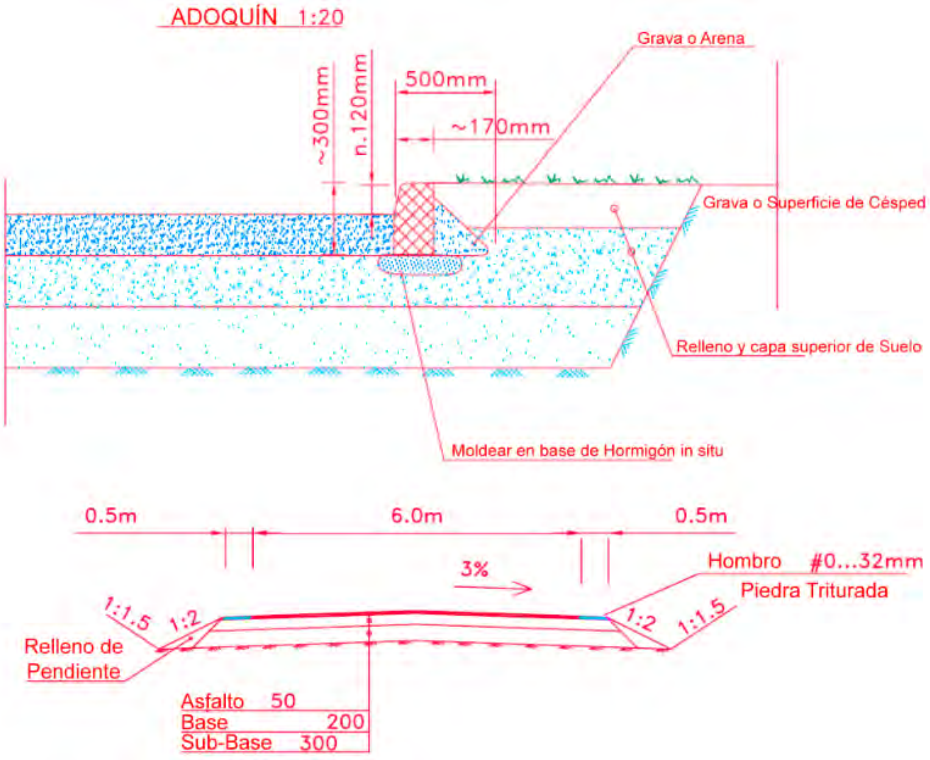
- Consumo doméstico de los empleados, para lavado y cafetería. El consumo humano será abastecido por agua embotellada y se utilizarán sanitarios portátiles sin consumo de agua.
- Consumo para elaboración de concretos y mezclas de cemento. Para colado de grandes volúmenes de concreto, este será abastecido al proyecto premezclado.
- Limpieza de zonas de trabajo.
- Riego para control de polvo, durante terracería en la estación seca.
- Riego de zonas verdes que se vayan adecuando.

4.12.10 Drenaje Pluvial

El Sistema de drenaje consistirá principalmente de canaletas abiertas, con concreto, rip-rap o revestimiento de grama. El agua proveniente de calles y otras áreas con pavimento impermeable será canalizada fuera por canaletas abiertas o tuberías, y cajas tragante.

Se utilizarán cunetas alrededor de la casa de máquinas y talleres, por razones visuales y para canalizar el drenaje. Ver Figura 4.48.

Figura 4.48 – Esquema de Cunetas y Drenajes típicos en calles



Fuente: Wärtsilä 2014

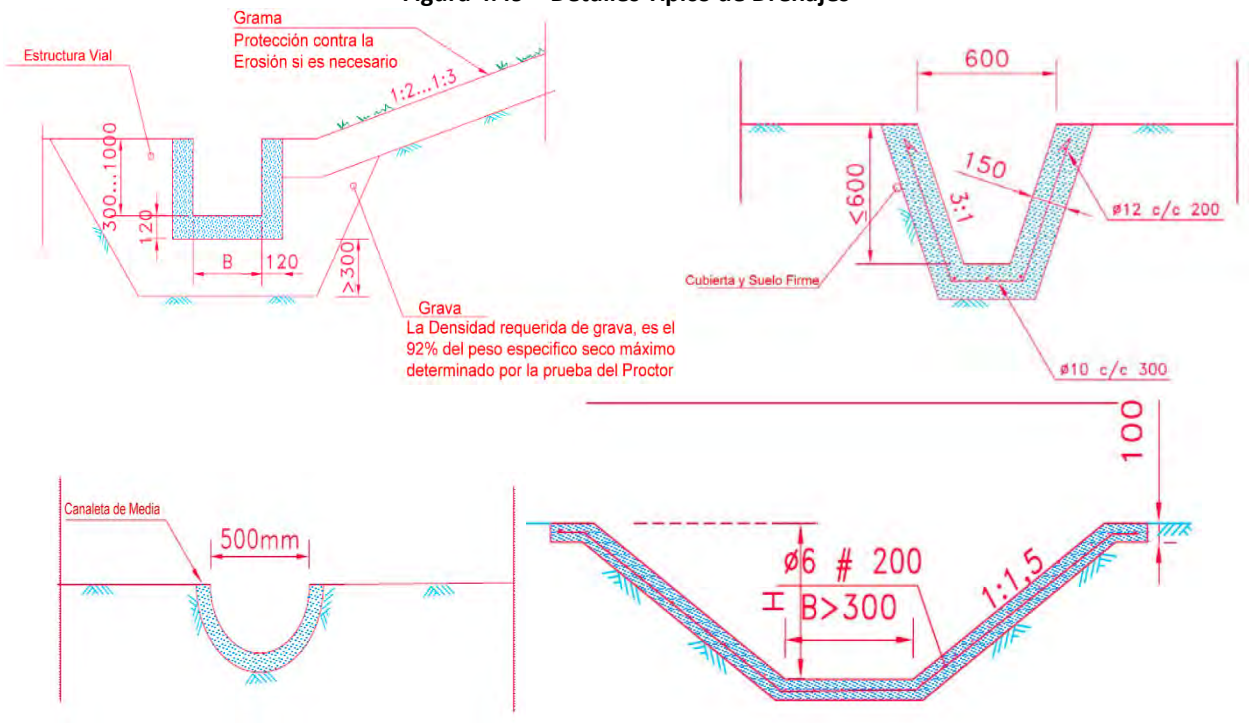
Las obras para canalizar el agua incluyen:

Zanjas: Se utilizarán zanjas trapezoidales alrededor de todo el terreno (dibujo en mm). El concreto tendrá un espesor de 5 cm como mínimo. Con pendientes del 0.5% a 1.0%. Tendrán una profundidad máxima de 1 m y un ancho máximo de 3m.

Canaletas de media caña: Alrededor de la casa de máquinas y otros edificios se utilizarán drenajes rectangulares o de media caña. El concreto tendrá un espesor de 11 a 15 cm, con acero reforzado. Los drenajes tendrán una pendiente mínima de 0.5% y máxima de 3%. La profundidad será entre 30cm hasta 1m; y el ancho entre 0.3cm y 1.2m. Se utilizará una cubierta de concreto o parrilla metálica donde haya paso de personas o vehículos. Si el drenaje pasa por debajo de calles se utilizará una tubería subterránea.

Los techos serán drenados mediante tuberías y cajas, hacia los drenajes antes mencionados. Ver Figura 4.49.

Figura 4.49 – Detalles Típico de Drenajes



Fuente: Wärtsilä 2014

Drenajes en zonas de tanques: El agua lluvia áreas de bermas de contención de tanques se canalizarán hacia el separador agua y aceite y hacia el estanque para control de aguas aceitosas.

4.12.11 Impacto Hidrológico Cero

Para reducir el impacto hidrológico por la generación de caudales en el área del proyecto, se van a construir obras de detención con capacidad de almacenar el volumen adicional a las condiciones sin proyecto.

El caudal calculado para el terreno sin proyecto generado por la intensidad máxima de lluvia, 0.17mm/min, para un período de retorno de 100 años es 179L/s. La duración de tormenta utilizada es de 24 horas. Se utilizó para el diseño tormenta con período de retorno de 100 años, de acuerdo a normativa de Estados Unidos, por requerimiento del titular del proyecto.

Dentro del área del proyecto, se genera un caudal total de 210L/s con proyecto. La diferencia de caudales entre las condiciones con y sin proyecto, es de 0.033m^3/seg para el área de la subestación, y de 0.16m^3/seg para el resto del terreno. Los datos de lluvia máxima diaria utilizados en este estudio corresponden a la estación pluviométrica Acajutla, son del período 1971-2011 (41 años). No hay datos

más recientes; sin embargo, el período analizado incluye eventos meteorológicos catastróficos, tales como IDA (2009), AGHATA (2010) y 12E (2011).

Se proponen dos estanques de detención consistentes en una laguna y sistema de bombeo cada uno ya que el punto de descarga del mismo se encuentra en una cota superior, en la canaleta de CEPA, sobre el Boulevard Coronel Oscar Osorio.

El estanque de retención para el resto del terreno sin la subestación eléctrica tendrá unas dimensiones mínimas de 24 x 60 metros en la base y 1.8 metros de altura, teniendo una capacidad de 2,544.48 m^3. El tiempo de vaciado del tanque será el doble de llenado, para que se cumpla el criterio de impacto hidrológico cero.

El estanque de retención para la subestación, tendrá unas dimensiones de 15 x 10 metros de base y 1.8 metros de altura, con capacidad para 267.84m^3.

El equipo de bombeo recomendado es de tipo sumergible, ya que estará sumergido dentro del estanque, Debido al bajo caudal y la pequeña carga hidráulica que debe vencer, se ha estimado una potencia requerida de 1.1 HP, dato a confirmar en la etapa de diseño final. El agua será evacuada en 48 horas.

Se instalará una trampa de sólidos en el ingreso de las aguas lluvias a los estanques de detención, con el propósito de evitar que sólidos de gran tamaño puedan dañar la bomba, se recomienda utilizar una bomba sumergible para aguas residuales, ya que éstas tienen capacidad de manejar partículas sólidas de hasta 2 pulgadas de diámetro.

Los estanques serán inspeccionados periódicamente para verificar que no existen obstrucciones o sedimentación excesiva en el mismo. La inspección debe ser diaria en época de lluvias, debiendo limpiar o retirar basura y sedimentos cuando sea necesario.

4.13 Protocolo de Pruebas

Todos los componentes serán probados según sea necesario de acuerdo a las normas y / o requisitos en su caso y estándares del fabricante. Un programa de prueba global se preparará para los equipos. Los informes de inspección o certificados serán presentados según el estándar del fabricante.

A continuación presentamos el protocolo de pruebas de desempeño ambiental a realizar para la verificación del funcionamiento de la tecnología para la generación termoeléctrica propuesta en el Proyecto, así como de los sistemas para prevenir y controlar la potencial emisión de contaminantes, de forma que permita evaluar bajo condiciones controladas, con la presencia de representantes del

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales el cumplimiento de los valores máximos permitidos en el ordenamiento jurídico, para la descarga de vertidos y emisiones, ya sean líquidos, sólidos o gaseosos. Las pruebas se realizarán para obtener el PERMISO AMBIENTAL DE FUNCIONAMIENTO del proyecto. Los parámetros a monitorear previo a la puesta en operaciones incluyen:

- Emisiones atmosféricas;
- Calidad de aire ambiente;
- Aguas residuales especiales;
- Aguas residuales ordinarias;
- Meteorología; y
- Hermeticidad de tuberías de transporte de GN.

4.13.1 Muestreo de GNL

El protocolo de estas pruebas se someterá a la aprobación del MARN, cuyo personal será invitado a presenciar su ejecución (ver Tabla 4.29).

Tabla 4.29 – Pruebas de Verificación de la Composición del GNL	
Sitio de muestreo:	GNL
Parámetros:	Composición del GNL
Métodos a usar:	Cromatografía de gases
Número de Pruebas:	Una, la primera carga de GNL recibida
Duración del muestreo:	Toma de muestra simple
Composición a cumplir (no aplica normativa):	El GNL suministrado, cumplirá con la siguiente especificación (la "Especificación", de acuerdo al contrato de suministro: Composición de hidrocarburos y contenido de Nitrógeno dentro del siguiente rango: Metano: 85.00mol% mínimo Etano: 15,00% molar máximo Propano: 5,00% molar máximo Butanos: 2,50% molar máximo Pentanos y más pesado: 0,25% molar máximo Nitrógeno: 1,0% molar máximo Impurezas dentro del siguiente rango: Sulfuro de Hidrógeno: 6.0 mg / SCM máximo Azufre total: 30,0 mg / SCM máximo Mercurio: 50.0 ng / SCM máximo

Fuente: Elaboración propia

4.13.2 Monitoreo de Agua del Pozo

El protocolo de estas pruebas se someterá a la aprobación del MARN, cuyo personal será invitado a presenciar su ejecución (ver Tabla 4.30).

Tabla 4.30 – Registro de Explotación del Pozo	
Sitio de muestreo:	Pozo de abastecimiento de agua
Parámetros:	Volumen extraído diariamente (día)
Métodos a usar:	Medidor de caudal
Número de Pruebas:	30 mediciones (1 mes para el informe de protocolo de prueba), el monitoreo será continuo durante operaciones.
Duración del muestreo:	Toma de muestra simple
Caudal a extraer (no aplica normativa):	Extracción de 4.5 l/s (para 20h de bombeo)

Fuente: Elaboración propia

4.13.3 Emisiones Atmosféricas

Las emisiones atmosféricas de gases de combustión serán medidas luego de la puesta en marcha de los motores. El muestreo será llevado a cabo por un laboratorio independiente seleccionado por EDP y autorizado por el MARN. Personal del MARN será invitado a presenciar su ejecución.

Los métodos de medición serán métodos de referencia de la US EPA9 y métodos ASTM. El programa de emisiones atmosféricas es resumido en la Tabla 4.31 siguiente.
Para la chimenea se detalla:

Tabla 4.31 – Resumen de Programa de Calidad Aire Ambiente (Emisiones Atmosféricas) Pruebas de Aceptación	
Sitio de Muestreo:	Chimeneas de 5 motores
Parámetros:	NO_X; PTS; O_2; CO; CO_2; flujo de gases; composición; producción (MW)
Métodos a usar:	NO_x: US EPA Método 7, o 7C, o 7E
	PTS*: US EPA Método 17E o EPA 201A
	O_2: US EPA Método 3A o 3B
	Emisiones de CO_2 serán calculadas en base al análisis de combustible y al O_2 medido; Alternativamente Métodos EPA 3A o 3B pueden ser utilizado.
	Flujo de gases: US EPA Método 2
	Humedad de gases: US EPA Método 4
	Consumo de combustible: Medición de carga

[9] US 40 CFR 60 Apéndice A, Métodos de referencia.

Tabla 4.31 – Resumen de Programa de Calidad Aire Ambiente (Emisiones Atmosféricas) Pruebas de Aceptación	
Número de pruebas:	3 corridas para cada parámetro
Duración de muestreo:	≥1 hora a ≥90% máxima carga continua
Norma a cumplir:	Guías del IFC, 2007.

*Nota: PTS: Partículas suspendidas totales

Fuente: Elaboración propia ECO/DILLON

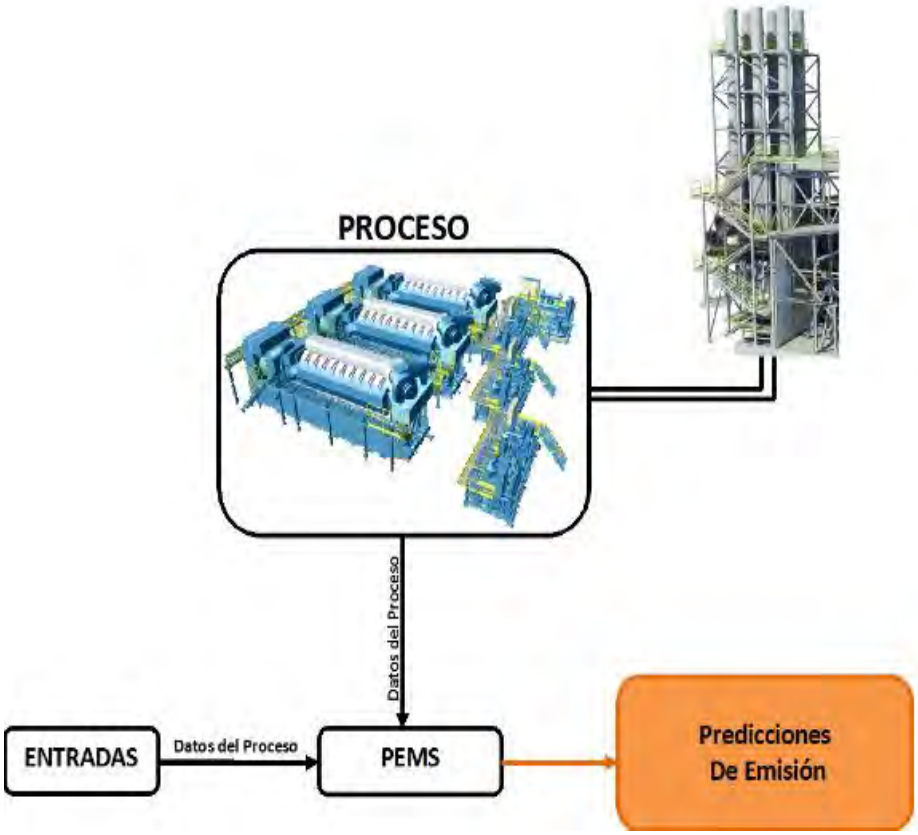
En el Apéndice 4L se incluye el procedimiento detallado de la prueba de emisiones atmosféricas.

4.13.4 Mecanismo de Paro del Sistema en Caso de Detectarse Condiciones de Descarga no Favorables

Siendo NO_x el contaminante principal producido en la combustión del gas natural, el detector de gases de NO_x permite la lectura de los niveles de NO_x en la chimenea en tiempo real, por lo que al detectarse niveles fuera de norma durante las pruebas se procederá con el paro del sistema.

Adicionalmente, se instalará un equipo de SISTEMA DE MONITOREO POR PREDICCIÓN DE EMISIONES (PEM por sus siglas en ingles). Estos sistemas calculan las emisiones mediante modelos que utilizan datos reales de diferentes parámetros, utilizan instrumentación robusta y pueden ser verificados por mediciones de referencia. Estos sistemas se han probado Estados Unidos y son utilizados en más de cien instalaciones en el mundo para reportar las emisiones. El estándar de USEPA No. 16, da los requerimientos para estos equipos. Ver Figura 4.50.

Figura 4.50 – Esquema de Funcionamiento de Sistema de Monitoreo por Prediccion de Emisiones



Fuente: Wärtsilä, 2014

4.13.5 Calidad de Aire Ambiente

La calidad de aire ambiente será medida luego de la puesta en marcha de los equipos. El muestreo será llevado a cabo por un laboratorio seleccionado por EDP. Personal del MARN será invitado a presenciar su ejecución.

Los métodos de medición serán métodos de referencia de la US EPA[10] y métodos ASTM. El programa de emisiones atmosféricas es resumido en la Tabla 4.32.

Para aire ambiente se detalla:

Tabla 4.32 – Resumen de Programa de Calidad Aire Ambiente (Inmisiones Atmosféricas)	
Sitio de Muestreo:	Un punto en el área crítica determinada en el modelado de dispersión.
Parámetros:	NO_x; durante el período de la prueba se anotarán poder calorífico,

[10] US 40 CFR 60 Apéndice A, Métodos de referencia.

Tabla 4.32 – Resumen de Programa de Calidad Aire Ambiente (Inmisiones Atmosféricas)	
	consumo de combustible, producción (MW)
Métodos a usar:	Medición continua equipo analizador electroquímico continuo a ser adquirido por la empresa similar al utilizado para la línea base
Número de pruebas:	Continuo
Duración de muestreo:	20 días continuos de muestreo
Norma a cumplir	NSO 13.11.01:01, tabla 1 Dióxido de nitrógeno: 150 µg/Nm^3, para 24 horas.

Fuente: Elaboración propia ECO/DILLON con información Wärtsilä.

Se comentarán los resultados, con los datos meteorológicos obtenidos de la estación meteorológica a instalar.

4.13.6 Meteorología

Se operará y mantendrá una estación meteorológica permanente, con el propósito de:
Facilitar la interpretación de los datos de monitoreo de NO_2 y PST;
evaluar episodios de calidad aire (por ejemplo, eventuales observaciones de olor a gases de escape); y construir una base de datos local para una aplicación más precisa de modelos de dispersión.

Se instalará una estación meteorológica, para registrar los siguientes parámetros:
Dirección de viento (grados, desde el norte = 0, desde el este = 90);
Velocidad de viento (m/s);
Humedad relativa (%, punto de rocío calculado °C);
Temperatura (°C);
Lluvia (mm totales, mm/h); y
Radiación solar (W/m^2, actualmente no funciona).

Los sensores de viento serán ubicados de modo de cumplir con los siguientes lineamientos[11]:
La altura estándar es 9-10 m sobre suelo plano sin obstáculos;
Mantener una distancia ≥10 veces la altura de los edificios o árboles más cercanos;
Si el sensor se instalase sobre un edificio, hacerlo sobre un mástil de ≥ 6 m sobre la parte más alta del edificio; y
Si el sensor se instalase sobre una torre (p.ej. chimeneas) hacerlo sobre un soporte horizontal de una longitud igual al doble del diámetro de la torre, e instalar esta extensión hacia dónde viene el viento la mayor parte del tiempo.

[11] Fuente: NOAA, Guidelines for Meteorological Station Reconnaissance and Meteorological Sensor Height Measurements, Abril 2008.

Un resumen de los datos meteorológicos locales será incluido en los informes anuales que EDP presente al MARN, donde se reporten los resultados de las mediciones de calidad de aire. Este resumen incluirá para cada periodo de muestreo el número de horas en que la estación de monitoreo pasivo estuvo a sotavento de la PLANTA (± 11.25 grados), y la velocidad promedio del viento. Es decir, que si el monitor está ubicado exactamente al oeste de la PLANTA (270 grados) se contaría el tiempo en que la dirección del viento estuvo en el intervalo (78.75 a 101.25 grados). La producción de este resumen meteorológico será facilitada por el uso de software o una hoja de cálculo para clasificar las direcciones de viento, con respecto a la orientación de cada una de las estaciones de monitoreo de calidad de aire (ver Tabla 4.33).

Tabla 4.33 – Meteorología	
Sitio de muestreo:	Oficina de comunicaciones de EDP.
Frecuencia:	Continua, archivo horario de datos.
Parámetros a determinar:	Dirección y velocidad del viento, radiación solar, temperatura, humedad.
Métodos a usar:	Lineamientos NOAA para estaciones meteorológicas. (NOAA, guidelines for meteorological station reconnaissance and meteorological sensors height measurements, Abril 2008).
Número de pruebas:	Continuo
Duración del muestreo:	Continuo

Fuente: Elaboración propia ECO/DILLON con información Wärtsilä.

Los datos que se obtengan de la estación meteorológica a instalar se emplearán para revisar a futuro los datos, pues no se tendría información suficiente durante una hora que dura el muestreo en chimenea, o 24 horas que dura el de aire ambiente. Se anotará la información atmosférica durante las pruebas de emisión e inmisión, para comentar los resultados obtenidos.

4.13.7 Ruido

El ruido será medido luego de la puesta en marcha de los equipos. El muestreo será llevado a cabo por un contratista independiente seleccionado por EDP. Personal del MARN será invitado a presenciar su ejecución.

Los métodos de medición serán métodos de referencia de la US EPA y métodos ASTM. La medición de ruido a realizar se detalla (ver Tabla 4.34).

Tabla 4.34 – Resumen del Programa de Prueba de Ruido	
Sitio de muestreo:	4 puntos en receptores sensibles, muestreados para la línea base del proyecto y en un punto en el borde de la propiedad
Frecuencia:	3 pruebas en un período de un mes

Tabla 4.34 – Resumen del Programa de Prueba de Ruido	
Parámetros a determinar:	dBA en el día y en la noche
Métodos a usar:	Medición con sonómetro
Número de pruebas:	3 pruebas
Duración de muestreo:	Puntual
Norma a cumplir	El ruido en las zonas residenciales donde se ubican los puntos deberá ser no mayor de 3 dB(A) del ruido medido en la línea base

Fuente: Elaboración propia ECO/DILLON con información Wärtsilä.

Take a simple with the engines not operating

4.13.8 Aguas Residuales Especiales

El protocolo de estas pruebas se someterá a la aprobación del MARN, cuyo personal será invitado a presenciar su ejecución. El muestreo será llevado a cabo por un laboratorio externo seleccionado por EDP.

El fluido saliente de la purga de calderas y del rechazo de la planta de tratamiento de agua del pozo será muestreado semanalmente por los parámetros listados en la Tabla 4.35, durante 4 semanas consecutivas. Los métodos de muestreo y análisis serán los prescriptos por la norma NSO 13.49.01:09. La prueba será considerada satisfactoria si las cuatro muestras de efluente tratado resultasen en concentraciones inferiores a los límites de la norma.

Tabla 4.35 – Pruebas de Aceptación de Tratamiento de Aguas Residuales Especiales	
Sitio de muestreo:	a) Salida de agua de rechazo de planta de tratamiento de agua potable. b) Agua de purga de calderas
Estabilización:	1 mes desde la puesta en servicio
Parámetros y frecuencia:	Semanal, por 4 semanas: DBO5, DQO, pH, grasa y aceites, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, Temperatura, cloruros, caudal (punto “a” o “b”)
Métodos a usar:	Prescriptos por NSO 13.49.01:09
Número de Pruebas:	1 para cada parámetro y frecuencia
Duración del muestreo:	Muestra Compuesta
Norma a cumplir:	NSO 13.49.01:09, DBO5 60 mg/L, DQO 60 mg/L, pH, grasa y aceites 20 mg/L, sólidos sedimentables 1 mg/L, sólidos suspendidos totales 60 mg/L, Temperatura 20-35 ºC, cloruros (reportar, no hay norma), caudal (punto “a” o “b”)

Fuente: Elaboración propia ECO/DILLON con información Wärtsilä.

4.13.9 Aguas Aceitosas (Pruebas de Aceptación de Separador)

El protocolo de estas pruebas se someterá a la aprobación del MARN, cuyo personal será invitado a presenciar su ejecución. El muestreo será llevado a cabo por un laboratorio externo seleccionado por EDP y el Contratista principal del proyecto, dado que sus resultados determinarán la aceptación o rechazo de la planta de tratamiento de aguas aceitosas.

El fluido entrante y saliente de la planta será muestreado semanalmente por los parámetros listados en la Tabla 4.36, durante 4 semanas consecutivas. Los métodos de muestreo y análisis serán los prescritos por la norma NSO 13.49.01:09. La prueba será considerada satisfactoria si las cuatro muestras de efluente tratado resultasen en concentraciones inferiores a los límites de la norma.

Tabla 4.36 – Pruebas de Aceptación de Sistema de Tratamiento de Aguas Aceitosas	
Sitio de muestreo:	a) Salida de sistema de tratamiento de aguas oleosas.
	b) Entrada de sistema de tratamiento de aguas oleosas.
Parámetros y frecuencia:	Semanal, por 4 semanas: temperatura, pH, sólidos sedimentables, caudal (punto “a” o “b”), grasa y aceites, DBO5, DQO, sólidos suspendidos totales.
Métodos a usar:	Prescriptos por NSO 13.49.01:09
Número de pruebas:	1 para cada parámetro y frecuencia
Duración del muestreo:	Muestra Compuesta
Norma a cumplir:	NSO 13.49.01:09, DBO5 60 mg/L, DQO 60 mg/L, pH, grasa y aceites 20 mg/L, sólidos sedimentables 1 mg/L, sólidos suspendidos totales 60 mg/L, Temperatura 20-35 ºC, caudal (punto “a” o “b”)

Fuente: Elaboración propia ECO/DILLON con información Wärtsilä.

4.13.10 Resultados del Protocolo de Pruebas

Los resultados de las pruebas serán presentados al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en un informe técnico que contendrá como mínimo:
Objetivos;
Metodología;
Resultados;
Copia de registros de laboratorio; y
Registro fotográfico.

4.14 Etapa de Cierre

El proyecto operará bajo las regulaciones y requerimientos según se especifica en el Acuerdo de Compra de Energía (PPA). El PPA para el proyecto tiene un plazo establecido de 20 años, sujeto a revisión y extensión. La infraestructura instalada tiene una vida física viable extender en los próximos decenios y permanecería en funcionamiento hasta el momento en que el proyecto se determina que ya no será viable; se estiman más de 50 años de vida con el adecuado mantenimiento.

Por tanto, la fase de clausura del proyecto se llevaría a cabo sobre la base de factores relacionados con la productividad actual y la sostenibilidad del proyecto como fuente de energía para la zona. Dada la incertidumbre sobre el punto final definitivo de las operaciones del proyecto, en el momento de cierre en el futuro, se realizará una evaluación para determinar las condiciones imperantes con el fin de desarrollar un plan detallado y específico del contexto de gestión ambiental y social para esta fase. Las opciones para la gestión definitiva de los activos de infraestructura del proyecto incluirán, pero no estaría limitado a:
Conversión de maquinaria instalaciones y las operaciones para satisfacer las necesidades de una estrategia energética futura;
Venta de las instalaciones a un tercero;
Demolición y remoción de toda la infraestructura del proyecto; o
Desmantelamiento de las instalaciones y la infraestructura sin demolición.

En todo caso el terreno será dejado con las estructuras requeridas para su futuro uso y limpio de contaminación en suelo y agua.

Energía del Pacífico

Proyecto: LNG to Power
Capítulo 5: Descripción De Las Condiciones Ambientales: Físicas, Biológicas Y Socio-Económicas del Área De Influencia

tI-NJûŜ M

Diciembre 2016 – 16-3489

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

DILLON CONSULTING

5 Descripción de las Condiciones Ambientales: Físicas, Biológicas y Socio-Económicas del Área de Influencia

5.1 Area de Estudio del Proyecto

El estándar de desempeño de IFC (1 de enero de 2012) especifica que los riesgos y los impactos asociados a un proyecto serán analizados en el contexto del área de influencia del Proyecto. El IFC indica que el área de la influencia abarca:

A. El área que probablemente será afectada: (i) el Proyecto y las actividades e instalaciones del cliente de la propiedad directamente, operando y manejando (incluido por los contratistas) y que son componentes del Proyecto; (ii) Impactos de desarrollos imprevistos causados por el Proyecto que puede ocurrir más adelante o en otra ubicación; o (iii) Impactos indirectos del Proyecto en la biodiversidad o los servicios del ecosistema en tanto que pueden afectarla vida de las comunidades y dependencias.
B. Instalaciones asociadas, que son las instalaciones que no se financian como parte del Proyecto y que no habrían sido construidas o ampliadas de no existir el Proyecto y sin las cuáles no sería viable el Proyecto.
C. Impactos acumulativos que resultan del impacto incremental, en las áreas o los recursos usados o afectados directamente por el Proyecto, de otros progresos existentes, planeados o razonablemente definidos cuando se realice el proceso de la identificación de riesgos e impactos.

La Tabla 5.1 resume el área de la influencia para que el Proyecto “LNG to Power” según la definición proporcionada por IFC.

Los efectos sobre el sitio del Proyecto, así como efectos indirectos, impactos acumulativos, y los efectos de desarrollos imprevistos pero predecibles, cuando sea relevante al Proyecto LNG to Power, en este informe de EIA. Los efectos asociados con instalaciones asociadas se tratan en un informe separado de EIA que se está preparado para el Proyecto de Línea de Transmisión del Proyecto LNG to power.

Tabla 5.1 – Área de Influencia del Proyecto LNG To Power
A(i) Actividades e Instalaciones del Proyecto
1. Áreas en mar ocupadas permanentemente por el rompeolas, la unidad de almacenamiento y regasificación (FSRU) dentro del mismo, la unidad de almacenamiento flotante (FSU) y la tubería sub acuática de GN. Áreas en tierra a ocupar por la tubería de GN, planta de generación y subestación eléctrica.
2. El área de terreno ocupada temporalmente para acopio de materiales.
3. Canales marítimos y áreas de maniobra para buques tanques de GNL y FSU (incluyendo áreas del fondo del mar potencialmente afectadas por el arraste del propulsor de la nave)
4. Áreas fuera del sitio afectadas por las emisiones del aire, emisiones de ruidos, salida de la precipitación excesiva, descargas de las aguas residuales, liberaciones del sedimento y cambios de los procesos costeros; así como las áreas potencialmente afectadas por peligros importantes tales como derrames, fuegos y explosiones
5. Instalaciones e infraestructura fuera del terreno que serán utilizadas por el Proyecto (bancos de materiales, las áreas de la disposición de desechos sólidos, instalaciones de disposición de desechos, vías de acceso)
A(ii) Desarrollos imprevistos, pero prededecibles
1. No se prevé ninguno desarrollo imprevisto pero predecible que sea significativo.
A(iii) Impactos indirectos del Proyecto en Biodiversidad o en los servicios del ecosistema
1. Efecto potencial del rompeolas, del FSRU, del FSU y de actividades marinas en recursos locales de las industrias pesqueras (peces y crustáceos)
B. Instalaciones Asociadas
1. Área de influencia de la línea de transmisión dentro de un EIA separado.
C. Impactos Acumulativos
1. Efectos acumulativos sobre la calidad de aire y el ruido que consideran la planta de energía existente y otras fuentes locales de emisiones de aire y de ruidos.
2. Efectos incrementales sobre la tierra, agua, condiciones marinas consideradas previamete, planeado, y desarrollo industrial definido razonablemente del puerto y del área en tierra del puerto

Fuente: Elaboración propia, 2016

5.1.1 Paisaje y Vistas

5.1.1.1 Generalidades del Paisaje del Municipio de Acajutla

Las cinco áreas rurales homogéneas que constituyen también los cinco estilos de paisaje y de manejo agrícola del territorio del municipio de Acajutla son:

1. **La Planicie Interior:** El profundo centro regional, uno de los espacios más fértiles del país y con extraordinarios recursos de agua, con una magnífica disposición geográfica como corredor natural entre montañas, que se abre por un extremo hacia San Salvador y por el otro hacia el Océano Pacífico. En esta planicie se encuentran, en posición central, Sonsonate e Izalco. Pese a sus notables recursos, no puede decirse que éstos se encuentren óptimamente aprovechados.

2. **La Baja Montaña**: No alcanza a contar con los recursos de la Montaña Media- Alta y su paisaje es el de la más típica economía de subsistencia salvadoreña, con un exceso de población rural que sobreexplota las pendientes y alimenta los síntomas de la pobreza extrema. Sin embargo, su ubicación es próxima a territorios dinámicos a los que provee tradicionalmente de recursos humanos y mercaderías diversas. La Baja Montaña se sitúa a modo de cordillera pre-litoral, interrumpida por la Planicie Interior y dividida en dos sectores. El área más característica es el Sector Poniente (Baja Montaña Poniente), que se extiende a modo de estribaciones por debajo de la montaña cafetalera entre la aglomeración de Sonsonate y la frontera con Guatemala.
3. **La otra Montaña Baja, la del Bálsamo (Baja Montaña del Bálsamo):** Presenta graves problemas de conectividad interna y externa pero también las ventajas de ciertos particularismos locales (el propio árbol del bálsamo con su cultura asociada), o enclaves de áreas naturales protegidas con potencial eco-turístico.
4. **La Costa y Planicie Costera:** *"La otra Gran Planicie"* tan abierta y tan diferente de la planicie interior, con grandes recursos y con una columna vertebral moderna como es la Carretera del Litoral que facilitan la existencia y crecimiento de una población densa en asentamientos relativamente recientes, pero también con el condicionante del riesgo de inundaciones y con manglares y diversas zonas húmedas cuyo manejo no es siempre adecuado.

La zona donde se desarrollará el Proyecto pertenece a la última área homogénea y estilo de paisaje, "La Costa y Planicie Costera". El terreno donde se ubica el Proyecto, es bastante plano, por lo que se tendrá una visual amplia, las vistas dentro del terreno para la planta, son un reflejo de la actividad industrial, predominan paisajes artificiales, es decir espacios que han sido transformados por la actividad humana. Así mismo la zona donde se desarrollará la terminal marítima, que pertenece a la planicie costera de Occidente, ya cuenta con el muelle del Puerto de Acajutla como parte de su paisaje, por lo cual la intervención al paisaje, por la construcción de la nueva terminal, no afectaría en gran medida.

Dentro de los principales elementos estructurales, el Proyecto se puede clasificar dentro de la categoría de "Principales Zonas Industriales", que incluye la concentración industrial portuaria de Acajutla y está al mismo tiempo relacionada con el elemento estructural de la red de carreteras. Para la descripción estético-paisajista del área de estudio se han definido dos zonas: Central Térmica y Términal Marítima, con características diferentes, ambas se describen a continuación.

5.1.1.2 Central Térmica

A continuación, se describen los recursos visuales evaluados en el terreno de la Central de Energía Térmica:

Cubierta Vegetal Dominante: Se refiere al tipo de cobertura vegetal visualmente dominante en un área determinada. La cobertura vegetal predominante en el terreno del Proyecto está conformada por

arbustos y matorrales, con algunos pequeños árboles dispersos. El medio vegetal ha sido alterado por la intervención humana en otras industrias circundantes.

Presencia de Fauna: Se refiere a todas las poblaciones animales, exóticas o autóctonas, que generen una dinámica interesante y que aporten a la calidad escénica del paisaje. Se identificaron en el área del terreno algunas especies de aves, reptiles y mamíferos, sin embargo, no se identificaron especies en peligro de extinción o que representen algún interés escénico.

Cuerpos de Agua: Se define como aquellos cuerpos de agua que poseen una significancia visual en el observador. No se identifican cuerpos de agua en el terreno del Proyecto que aporten al paisaje.
Intervención Humana: Son los diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales (caminos, líneas de alta tensión, urbanización, áreas verdes, etc.). Se identifican en el interior del terreno del Proyecto obras de intervención humana, así como en las zonas aledañas debido a que los terrenos también son de uso industrial. Chimeneas, plantas térmicas, estructuras de acero entre otras, conforman ya, parte del paisaje del sitio.

Áreas de Interés Histórico: Son todas las áreas que posean una carga histórica o patrimonial relevante para un país, región o ciudad (zonas donde se hallan registrado batallas importantes, asentamientos de pueblos originarios, etc.). El terreno del Proyecto, no representa un sitio de interés histórico, sin embargo, el muelle del puerto de Acajutla representa cierto interés por formar parte de la historia del desarrollo industrial del País.

Áreas de Interés Escénico: Se definen como zonas o sectores que por sus características (formas, líneas, texturas, colores, etc.) otorgan un importante grado de valor estético al paisaje. En el terreno del Proyecto, no se identificaron áreas de interés escénico.

Hitos Visuales de Interés: Son elementos puntuales que aportan belleza al paisaje de forma individual, y que por su dominancia en el marco escénico, adquieren significancia para el observador. En el paisaje de la Central Térmica, no existen elementos puntuales significativos que aporten belleza al paisaje.
La zona donde se ubica el Proyecto, es bastante plana, por lo que se tendrá una visual amplia. Pero el área no es frecuentada por personas ajenas a las actividades industriales que se desarrollan en el recinto portuario de CEPA.

A continuación, se presentan en la fotografía 5.1 a 5.3 algunas vistas que se identifican en la zona del Proyecto:

Fotografía 5.1 – Líneas de Transmisión Eléctrica y Tanques de Almacenamiento de Combustible en el Sector Oriente del Terreno

Fuente: Fotografías tomadas por el equipo consultor

Fotografía 5.2 – Vista del Sector Poniente del Terreno, Donde se Aprecia el Estacionamiento de Camiones

Fuente: Fotografías tomadas por el equipo consultor

Fotografía 5.3 – Vegetación Predominante en el Terreno del Proyecto

Fuente: Fotografías tomadas por el equipo consultor

5.1.1.3 Terminal Marítima

El Puerto de Acajutla es uno de los principales puertos de El Salvador, y uno de sus principales atractivos es el muelle de CEPA. Durante el siglo XX se desarrolló como soporte a para la industria del petróleo, por lo que la demanda de este producto favoreció la localización de refinerías sobre todo en puertos o en otras ciudades del interior, y junto a ellas surgieron polos industriales que se aprovechaban de la proximidad a la fuente de energía. Por otra parte, las industrias de bienes de consumo se fueron localizando junto al mercado, por lo que en casi todas las ciudades fueron apareciendo polígonos industriales que abastecían a las ciudades. Las nuevas industrias basadas en la alta tecnología, se situaron lejos de la ciudad, en zonas suburbanas, buscando ubicaciones más atractivas y próximas a las grandes infraestructuras de transporte que facilitan la comunicación, dando lugar a un paisaje industrial moderno, como es el caso del puerto de Acajutla.

La construcción de la Terminal Marítima y Central Térmica requerida para el Proyecto, no modificará significativamente la visual o paisaje actual en la zona del puerto o muelle de CEPA. El Proyecto será visto por los residentes en la ciudad y personas que visitan las playas al norte y occidente del Proyecto. Ver fotografía 5.4.

Fotografía 5.4 – Muelle de Acajutla

Fuente: mitierraacajutla.blogspot.co

5.1.1.4 Fragilidad Visual

La fragilidad visual se refiere al grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la ocurrencia de ciertas acciones. Determinar la fragilidad es una forma de establecer el grado de vulnerabilidad de un espacio territorial a la intervención, cambio de usos y ocupaciones que se pretendan desarrollar en él. En términos generales el paisaje identificado en el entorno del Proyecto es predominantemente industrial. Con la implementación del Proyecto no se modifica grandemente el paisaje del lugar ni las vistas escénicas que pudiesen existir.

5.1.2 Límites Administrativos

Acajutla es uno de los 16 municipios pertenecientes al suroccidental departamento de Sonsonate (Ver Figura 5.1), ubicado a 19 km de distancia de la cabecera departamental, Sonsonate y a 84 km de la ciudad capital, San Salvador. Su cabecera municipal es la ciudad-puerto de Acajutla, situada a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar (msnm); sus coordenadas son 13º 35' 30" L.N. y 89º 50' 04" L.W.G.

Colinda al norte con los municipios de Guaymango, Santo Domingo de Guzmán y Sonsonate; al este, con Sonsonate; al oeste, con Jujutla; y al sur, con el océano Pacífico (ver Figura 5.1 – Límites Administrativos Figura 5.2 Ubicación Geográfica del Proyecto). La jurisdicción municipal oficialmente reconocida comprende una superficie territorial de 166.59 km. De ésta, el 4.5 % se considera como área urbana, y el resto, como rural.

La estructura político-administrativa de la unidad se halla dividida en ocho cantones (ver Figura 5.3). En ellos se reconoce la existencia de, al menos, 45 caseríos o asentamientos humanos distribuidos de la siguiente manera: i) El Salamo, 2 caseríos; ii) El Suncita, 4 caseríos; iii) Metalío, 24 caseríos; iv) Morro Grande, 3 caseríos; v) Punta Remedios, 3 caseríos; vi) San Julián, 2 caseríos; vii) Santa Rosa El Coyol, 5 caseríos; y, viii) Valle Nuevo, 2 caseríos.

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

LÍMITES ADMINISTRATIVOS / ADMINISTRATIVE BOUNDARIES

FIGURA 5.1 / FIGURE 5.1

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- VIAS / ROADS
- LÍMITES MUNICIPALES / MUNICIPAL BOUNDARIES
- LÍMITES DEPARTAMENTALES / DEPARTMENT BOUNDARIES

0 1 2 4 km

1:170,000

N W E S

FUENTE / REFERENCE
MISIÓN DE MAPEO / MAPPING MISSION (SRTM)
LANDSAT-8 IMAGEN MOSAICO / LANDSAT-8 IMAGE MOSAIC (2014-01-30)

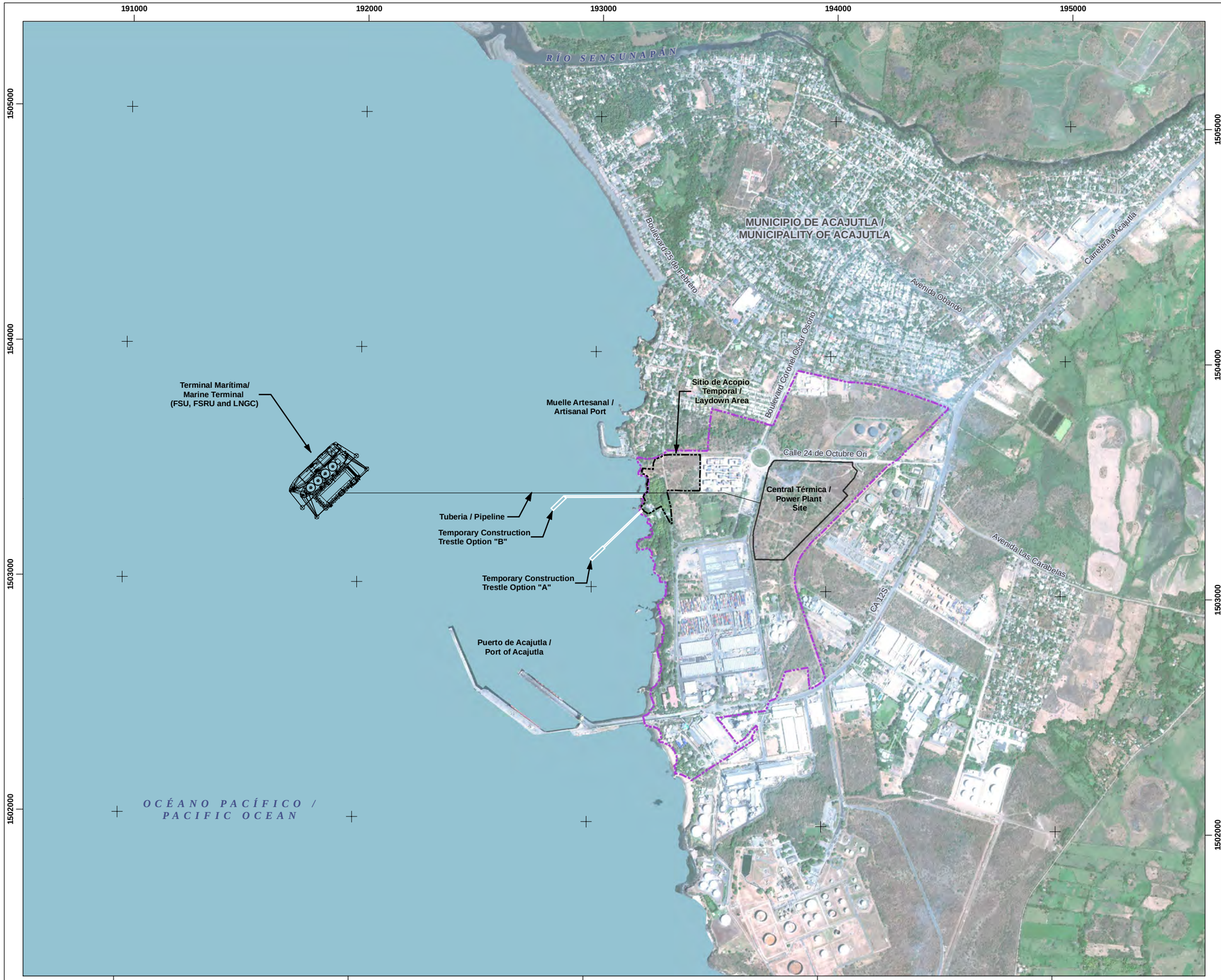
MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\5-1 - Administrative Boundaries.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/7/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO /PROJECT LOCATION

FIGURA 5.2 / FIGURE 5.2

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
- TERRENO PROPIEDA DE CEPA / CEPA PROPERTY

0 100 200 400 m

1:16,000

N W E S

FUENTE / REFERENCE
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN /
WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM/SFG
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

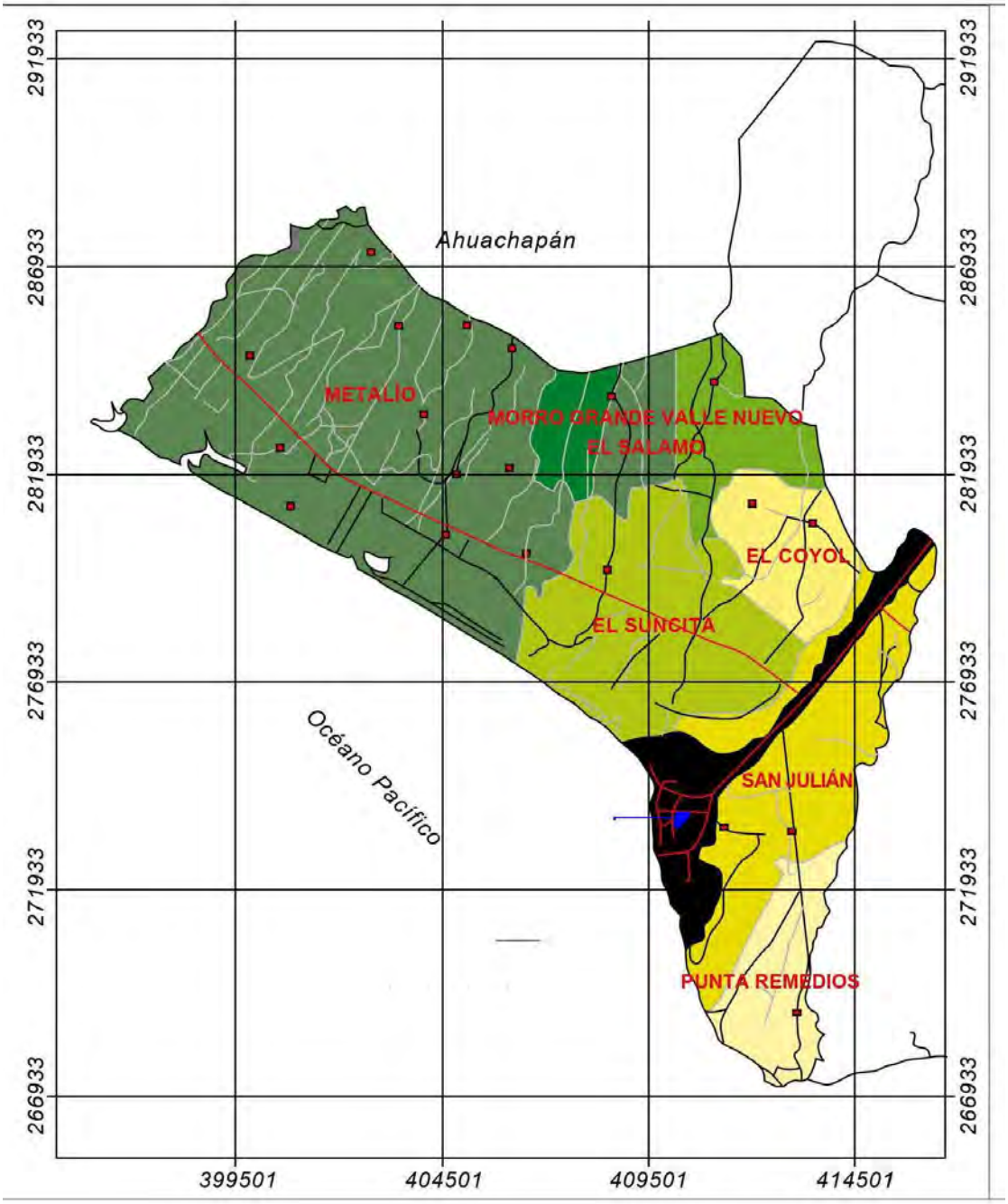
ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\5-2 - Project Location.mxd

PROYECTO / PROJECT: 163489
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/7/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

Figura 5.3 – División Político-Administrativa del Municipio de Acajutla, Departamento de Sonsonate



Fuente: Proyecto Promoción del Desarrollo Económico Local y Apoyo a la Rehabilitación Territorial en el Departamento de Sonsonate. Componente de Ordenamiento Territorial, Sistema de Información Geográfica, PNUD.

5.2 Medio Físico

A continuación, se describe el medio ambiente físico de los terrenos a ser afectados de forma directa por estructuras permanentes del Proyecto: terreno de la Central Térmica, tubería y terminal marina. El sitio de acopio del Proyecto se describe en detalle en el apéndice 5A.

5.2.1 Clima y Meteorología

El Salvador está bajo la influencia del clima del cinturón tropical[1], en donde dominan los procesos periódicos diarios y la circulación local. Otro factor importante es la preponderancia del mar sobre la tierra, ya que actúa como amortiguador de las fluctuaciones térmicas, así como fuente de humedad que imprime a la zona un clima de carácter marítimo, sobre todo en las partes meridionales.

El clima del Municipio de Acajutla dentro del cual se ubica el Proyecto, presenta un clima cálido, ya que se sitúa sobre la planicie costera aluvial occidental del departamento de Sonsonate. La temperatura anual oscila entre 27º a 40º C. Por otra parte, la precipitación promedio anual varía de 1,400 a 1,700 mm, registra una humedad relativa del aire entre 67% y 70%, y una evapotranspiración potencial de 1,400 a 1,600 mm[2].

Asimismo, de acuerdo a la configuración biológica, climática, régimen de precipitación pluvial, temperaturas, rango de elevaciones y características geológicas prevalecientes en la jurisdicción de Acajutla, a cuyo conjunto se le suele denominar comúnmente como “zona de vida”, se puede clasificar la totalidad del territorio en la categoría de bosque húmedo subtropical. Ver Figura 5.4.

5.2.1.1 Precipitación

La Estación Pluviométrica de Acajutla (T-6) es la estación con datos de intensidades máximas de lluvia más cercana al área del Proyecto. Los datos históricos de intensidades de lluvia de dicha Estación Pluviométrica se muestran en la Tabla 5.2 y su ubicación en la siguiente Figura 5.5.

[1] El tiempo en los trópicos está dominado por el cinturón de lluvias tropicales, que oscila desde el norte hacia el sur de los trópicos en el curso del año. Este cinturón de lluvias permanece en el hemisferio sur de octubre a marzo, y de abril a septiembre pasa al hemisferio norte.
[2] PNUD. “Monografía sobre desarrollo humano y Objetivos de Desarrollo del Milenio”. Municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate. El Salvador 2006. Página 38

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

ZONAS DE VIDA / LIFE ZONES

FIGURA 5.4 / FIGURE 5.4

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- VIAS / ROADS
- LÍMITES MUNICIPALES / MUNICIPAL BOUNDARIES
- bmh-S (BOSQUE MUY HÚMEDO SUBTROPICAL / SUBTROPICAL FOREST HIGH HUMIDITY)
- bmh-S (BOSQUE MUY HÚMEDO SUBTROPICAL, TRANSICIÓN A HÚMEDO / SUBTROPICAL FOREST HIGH HUMIDITY, TRANSITION TO HUMID)
- bh-S(c) (BOSQUE HÚMEDO SUBTROPICAL / HUMID SUBTROPICAL FOREST)
- bh-S (BOSQUE HÚMEDO SUBTROPICAL, TRANSICIÓN A TROPICAL / HUMID SUBTROPICAL FOREST, TRANSITION TO TROPICAL)
- bh-T (BOSQUE HÚMEDO TROPICAL / TROPICAL RAIN FOREST)
- bh-T (BOSQUE HÚMEDO TROPICAL, TRANSICIÓN A SUBTROPICAL / TROPICAL RAIN FORESTS, TRANSITION TO SUBTROPICAL)
- WATER / AGUA

0 1 2 4 km

1:170,000

N W E S

FUENTE / REFERENCE
MISIÓN DE MAPEO / MAPPING MISSION (SRTM)
LANDSAT-8 IMAGEN MOSAICO / LANDSAT-8 IMAGE MOSAIC (2014-01-30)
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES / MINISTRY OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES (MARN, 2002)

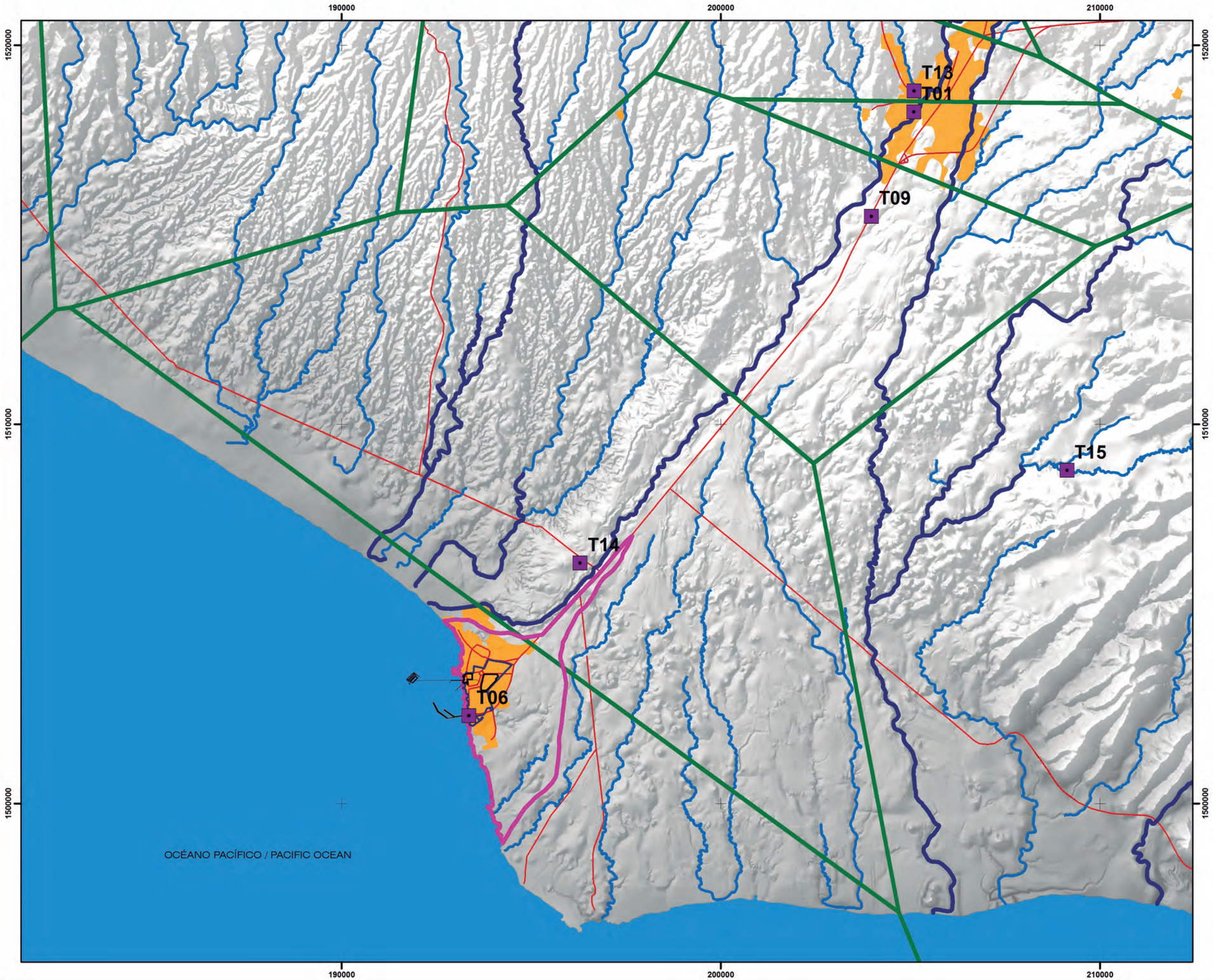
MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\5-4 - Life Zones.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/7/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

MAPA DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS / PLUVIOMETRICAL STATION MAP

FIGURA 5.05 / FIGURE 5.05

- ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS / PLUVIOMETRICAL STATIONS
- RIOS PRINCIPALES / PRINCIPAL RIVERS
- RIOS SECUNDARIOS / SECONDARY RIVERS
- CARRETERA / ROAD
- POLÍGONOS DE THIESSEN / THIESSEN POLYGONS
- SUBCUENCA / SUBWATERSHED
- MICROCUENCAS / MICROWATERSHEDS
- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- ÁREAS URBANAS / URBAN AREAS
- TERRENO PROPIEDAD DE CEPA / CEPA PROPERTY

0 1,000 2,000 4,000 m 1:100,000

ELABORACIÓN PROPIA / OWN ELABORATION
DATOS SIG DEL MARN ESCALA 1:25,000 /
DATA GIS OF MARN SCALE 1:25,000

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: NSCH
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: JMGR
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONA 16 WGS84

FILE / ARCHIVO:
C:/ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO,ECO, DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/HYDROGEOLOGICAL STUDY,ECO, DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL
FECHA / DATE: 3/12/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

La intensidad máxima de lluvia registrada es de 3.86 mm/min, correspondiente a una duración de 5 minutos y un período de retorno de 10 años. Los datos presentados en este estudio corresponden a la estación pluviométrica Acajutla (T-6), son del período 1959-1983, que son los datos más recientes con que cuenta el SNET[3], por lo que debe tenerse en cuenta que el cambio climático que se experimenta en la actualidad a nivel global también está afectando a El Salvador, aumentando las temperaturas medias máximas y mínimas, por lo que en la actualidad y en el futuro, el régimen de lluvias puede cambiar, considerando que las intensidades máximas de lluvia puedan aumentar.

Tabla 5.2 – Intensidades Máximas de Lluvia (mm/min) para Diferentes Duraciones (min) de Tormentas. Estación Acajutla (T-6)

AÑO	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360
1959	2.18	2.07	2.01	2.01	1.55	1.16	0.75	0.67	0.29	0.36	0.35	0.23	0.17
1960	3.26	2.38	1.61	1.47	1.06	0.73	0.70	0.43	0.34	0.33	0.30	0.25	0.21
1961	3.12	2.44	1.99	1.80	1.62	1.47	1.28	0.92	0.69	0.57	0.51	0.49	0.42
1962	3.56	3.00	2.72	2.47	2.16	1.62	1.23	0.79	0.65	0.49	0.45	0.39	0.24
1963	3.30	2.63	2.55	2.29	1.57	1.37	1.16	0.86	0.82	0.32	0.23	0.28	0.15
1964	2.64	2.39	1.96	1.70	1.27	1.16	1.03	0.77	0.62	0.50	0.46	0.23	0.21
1965	2.20	2.00	1.90	1.77	1.35	1.04	0.80	0.69	0.47	0.22	0.17	0.18	0.11
1966	2.00	1.69	1.58	1.53	1.37	1.02	0.89	0.73	0.52	0.39	0.37	0.10	0.10
1967	2.66	1.95	1.57	1.50	1.54	1.46	1.28	0.90	0.71	0.43	0.37	0.30	0.27
1968	2.22	2.00	1.77	1.56	1.26	1.13	0.98	0.71	0.64	0.33	0.29	0.23	0.16
1969	3.18	2.46	2.21	2.08	1.44	1.33	1.11	0.84	0.65	0.56	0.52	0.47	0.16
1970	3.84	2.76	2.13	1.95	1.55	1.41	1.29	1.17	1.17	1.01	0.86	0.66	0.54
1971	2.10	1.95	1.95	1.94	1.69	1.57	1.26	0.86	0.65	0.58	0.32	0.26	0.19
1972	3.86	3.29	3.09	2.83	2.57	1.93	1.50	1.02	0.77	0.63	0.53	0.41	0.30
1973	2.48	2.21	2.09	1.93	1.54	1.15	1.05	0.78	0.63	0.53	0.40	0.26	0.24
1974	2.10	1.96	1.77	1.95	1.62	1.22	0.95	0.68	0.53	0.45	0.41	0.26	0.17
1975	2.00	1.96	1.75	1.83	1.48	1.23	1.28	0.91	0.61	0.56	0.47	0.39	0.19
1976	2.82	2.65	2.33	2.11	1.85	1.41	1.11	0.84	0.36	0.32	0.25	0.23	0.14
1977	3.14	0.79	0.40	2.96	2.63	2.12	1.74	1.20	0.90	0.73	0.62	0.47	0.36
1978	3.08	2.24	2.24	2.22	1.84	1.33	1.03	0.67	0.52	0.42	0.37	0.29	0.21
1979	2.96	2.60	2.05	1.28	1.47	1.12	0.97	0.73	0.61	0.64	0.60	0.29	0.41
1980	2.40	2.26	2.07	1.61	1.45	1.27	1.17	0.96	0.74	0.60	0.50	0.38	0.25
1983	2.10	2.00	2.00	2.00	2.00	1.45	1.14	0.86	0.58	0.56	0.47	0.37	0.25

Fuente: SNET, 2002.

Así mismo, los valores medios mensuales y anuales de precipitación para la estación de Acajutla, se muestran en la siguiente Tabla 5.3, tal y como se mencionaba anteriormente, los valores de precipitación promedio anual varían de 1400 a 1700 mm aproximadamente.

[3] Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

Tabla 5.3 – Precipitación Mensual y Anual en mm

ESTACIÓN	ÍNDICE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Acajutla, Puerto Nuevo	T6	2.5	0.6	12.1	51.5	160.7	286.0	283.1	301.6	382.7	189.1	62.5	6.7	1,739.2

Fuente: SNET, 2002.

5.2.1.2 Temperatura

Considerando la regionalización climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como "Bosque húmedo subtropical" (con biotemperatura < 24 °C, pero con temperatura del aire, medio anuales >24°C). Las temperaturas máxima y mínima absolutas en Acajutla son 40.2°C (marzo/1991) y 15.1°C (enero/1956), respectivamente.

Los rumbos de los vientos son predominantes del Noreste, durante la estación seca y del Este en la estación lluviosa, la brisa marina ocurre después del mediodía, siendo reemplazada después de la puesta del sol por una circulación tierra-mar (rumbo Norte/Noreste) la velocidad promedio anual es de 10.6 km/h.

Según información recopilada en SNET en el año 2002, la temperatura promedio anual y máxima y mínima anual para la estación meteorológica de Acajutla, para un período de registro de 30 años, se muestran en la siguiente Tabla 5.4.

Tabla 5.4 – Temperatura. Estación Acajutla (T-6)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temp. máx., ºC	32.0	33.4	33.7	34.1	32.2	31.4	32.0	31.7	31.0	31.6	33.4	32.2	31.8
Temp. min., ºC	22.4	21.9	22.3	24.1	24.2	23.4	23.1	23.1	23.0	23.1	22.4	22.0	22.9
Temp. med., ºC	25.9	26.5	27.6	28.3	28.1	27.1	27.1	26.9	26.4	26.5	26.6	26.1	26.9

Fuente: SNET, 2002.

5.2.1.3 Vientos

Los rumbos de los vientos son predominantes del Noreste, durante la estación seca y del Este en la estación lluviosa, la brisa marina ocurre después del mediodía, siendo reemplazada después de la puesta del sol por una circulación tierra-mar (rumbo Norte/ Noreste).

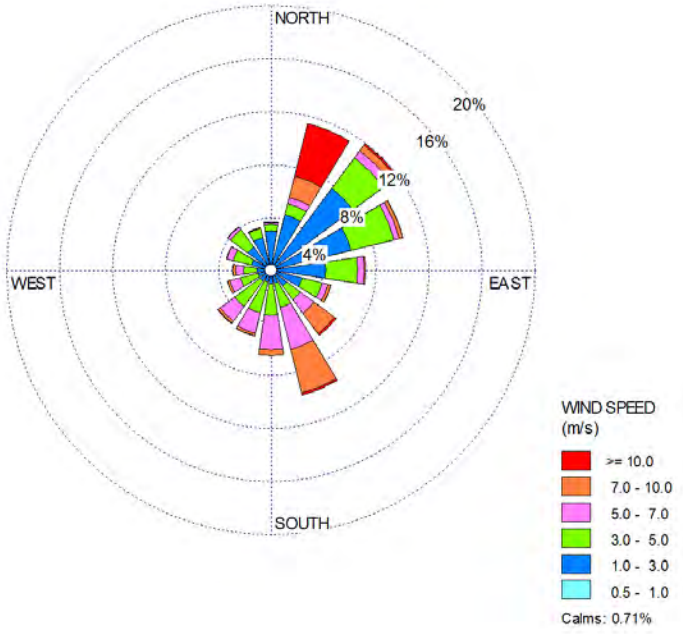
Con base a las observaciones estimadas de viento, de la estación climatológica de Acajutla, (registro de 10 años), se establece que el viento predominante proviene del Noreste, otras direcciones apreciables son del Este y del Oeste. La velocidad media que alcanzan los vientos varía entre 9 y 12.5 Km/h. Ver Tabla 5.5.

Tabla 5.5 – Vientos. Estación Acajutla (T-6)														
ELEMENTO	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**Mar**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**	**Periodo registro**
Rumbo dominante	NE	NE	NE	O	NE	E	NE-E	E	E	NE	NE	NE	NE	10 años
Velocidad media (Km/h)	11.3	**12.5**	11.6	11.1	10.3	9.9	9.9	9.5	9.6	9.3	11.0	10.9	10.6	10 años
Velocidad máx. absoluta (Km/h)	38.9	50.0	42.5	38.9	46.9	50.0	51.8	**59.9**	51.8	38.9	38.9	38.5	59.4	9 años

Fuente: SNET, 2002.

La rosa de vientos del Proyecto presenta dos direcciones muy marcadas, del Noreste y del Suroeste, proveniente del mar. Se puede observar en la Figura 5.6.

Figura 5.6 – Rosa de Los Vientos en Acajutla



Fuente: Elaboración propia, de datos de SNET

5.2.1.4 Humedad Relativa

De acuerdo con la información recopilada en SNET en el año 2002, la humedad relativa promedio registrada en la estación meteorológica de Acajutla (T-6), para un período de registro de 30 años, se muestra en la Tabla 5.6.

000287

Tabla 5.6 – Humedad Relativa Promedio. Estación Acajutla (T-6)													
MES	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
%	**69.3**	68.2	70.7	72.3	77.3	79.2	77.7	78.8	82.0	79.8	73.1	70.1	74.9

Fuente: SNET, 2002.

5.2.1.5 Evapotranspiración

La evapotranspiración potencial anual reportada en la Estación Acajutla es de 1,926 mm, el detalle por mes se puede observar en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7 – Evapotranspiración Potencial, mm. Estación Acajutla (T-6)													
MES	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
(mm)	146.3	147.8	177.9	179.7	177.8	165.0	173.6	170.5	151.8	151.2	142.8	141.5	1,926.0

Fuente: SNET, 2002.

5.2.2 Calidad del Aire

Dentro del área de influencia del Proyecto encontramos varias fuentes potenciales de emisiones:

- Emisión de partículas de polvo del paso de vehículos tanto livianos como pesados, sobre carretera principal CA-12, y sobre parte de Alameda 25 de febrero, frente a Parqueo de rastras. Ver fotografía 5.5.

Fotografía 5.5 – Tráfico de Rastras y Vehículos Livianos sobre Alameda 25 Feb y Carretera CA-12

Fuente: Fotografías tomadas por el equipo consultor

- Emisiones provenientes de otras industrias instaladas, siendo la más cercana, la Central Térmica de Duke Energy, con emisiones de NO_X, SO_2, Partículas, principalmente. Ver fotografía 5.6.

000288

Fotografía 5.6 – Emisiones de Chimeneas de Duke Energy

Fuente: Fotografías tomadas por el equipo consultor

Con el objetivo de evaluar las condiciones actuales de la calidad de aire en el área del Proyecto y establecer una línea base ambiental se realizó muestreo de los principales parámetros establecidos en el Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental. Las condiciones del muestreo, puntos de muestreo y resultados se incluyen en el Apéndice 5B. A continuación, se presenta un resumen de los resultados.

El monitoreo de la calidad del aire de fondo requiere la definición de compuestos indicadores; Especies individuales que serían indicativas de la calidad general del aire y podrían verse afectadas por el Proyecto propuesto. Los compuestos indicadores, la metodología de monitoreo y las concentraciones basales se presentan en las siguientes secciones.

Para caracterizar la línea base, se llevó a cabo un monitoreo de calidad del aire ambiente, para determinar compuestos indicadores clave. Estos compuestos indicadores son los siguientes:

- Dióxido de Nitrógeno (NO_2);
- Óxido de Nitrógeno (NO_X); y
- Monóxido de Carbono (CO).

Estos compuestos representan las emisiones significativas del Proyecto propuesto y por lo tanto forman el enfoque del programa de monitoreo y de la evaluación de los impactos potenciales. El monitoreo también se llevó a cabo para el ozono (O_3) y óxido de nitrógeno (NO) ya que estos parámetros son importantes en el modelado de los impactos potenciales de NO_2, así como para el Material Particulado <2.5µm ($PM_{2.5}$), debido a las preocupaciones de que los niveles ya pueden ser elevados en la zona.

000289

El documento de la normativa denominado “Calidad del Aire Ambiental Inmisiones Atmosféricas”, recomienda que podría ser relevante un monitoreo para Plomo y Dióxido de Azufre. Debido a que el combustible a utilizar para el Proyecto será gas natural, no existirán emisiones significativas de plomo o de Dióxido de Azufre, por lo tanto, no se realizó monitoreo de Plomo o de Azufre.

Los equipos utilizados para el monitoreo, permitieron un control continuo de la calidad del aire ambiente y por lo tanto, los datos capturados deben considerarse de mayor calidad que si se hubiese utilizado un monitoreo pasivo. (Ver mayor detalle de los equipos en apéndice 5C).

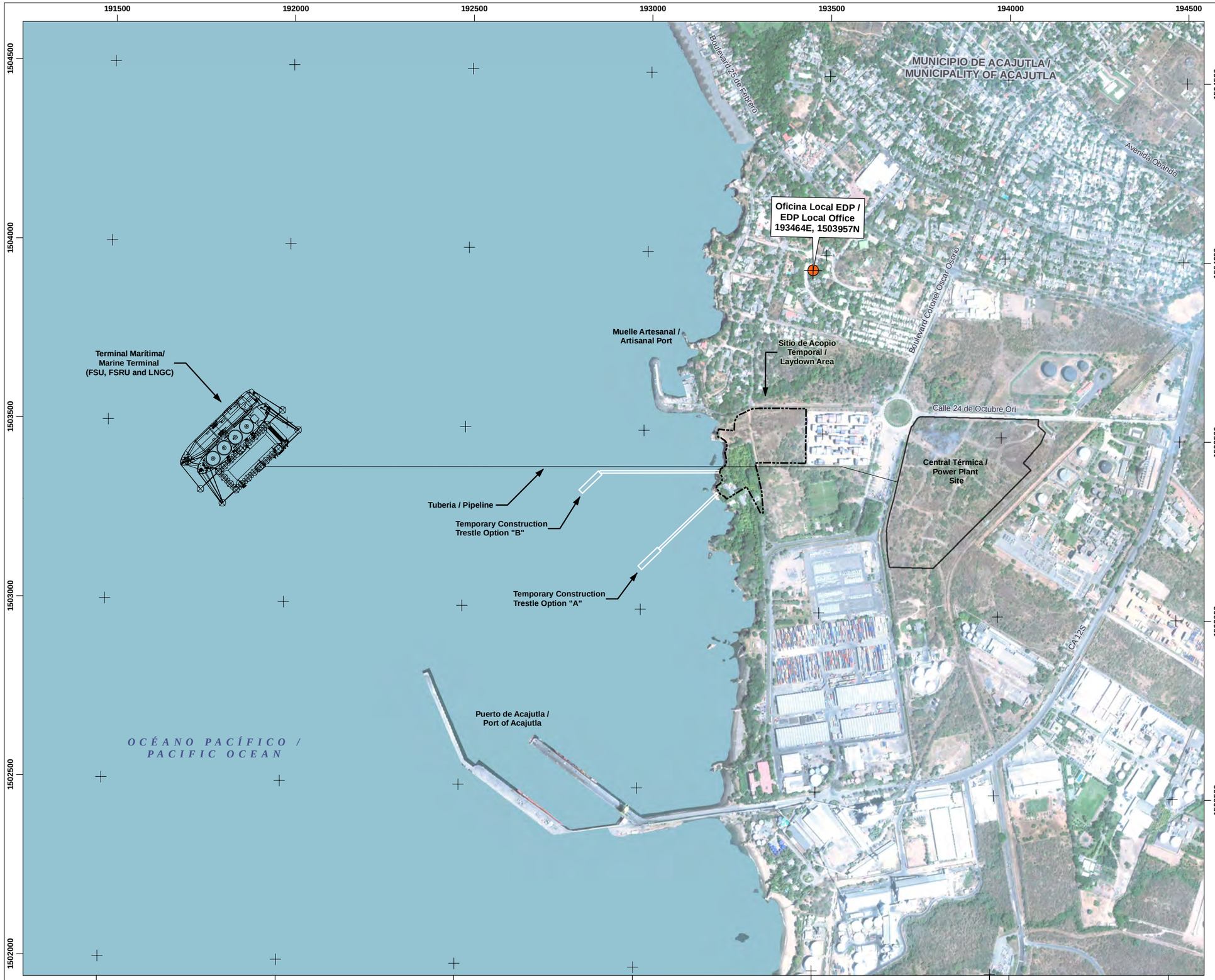
En 2014 se montó un sistema separado de equipos de monitoreo de la calidad del aire para monitorear los distintos compuestos seleccionados. Sin embargo, para la campaña de monitoreo de 2016, se optó por un sistema de monitoreo conjunto tipo AQMesh, el cual fue montado en el mismo lugar, descrito anteriormente. El sistema de monitoreo AQMesh fue calibrado por el fabricante antes de su puesta en marcha en el sitio. Este sistema monitoreó la calidad del aire ambiente para una gama de compuestos. A partir de los datos capturados, el conjunto de datos CO se utilizó dentro de esta evaluación. No obstante, se consideró que los datos disponibles para otros compuestos fueron reemplazados por los datos obtenidos del programa de monitoreo de 2016.

5.2.2.1 Localización de Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire Ambiental

Para la localización de las estaciones de monitoreo se consideraron los siguientes factores:

- Ubicación de la concentración máxima prevista para el Proyecto propuesto;
- Proximidad a receptores sensibles (residencias, escuelas, etc.) para capturar los niveles actuales que experimentan estos receptores;
- Presencia de otras fuentes de emisiones significativas (por ejemplo, el puerto, la planta de energía existente);
- Disponibilidad de un lugar seguro para los equipos; y
- Acceso a una fuente de alimentación eléctrica.

Sobre la base de estas consideraciones, los monitores fueron desplegados dentro de la ciudad de Acajutla y dentro de la zona residencial al noreste del Proyecto. La ubicación propuesta para las estaciones de monitoreo y del Proyecto se muestran en la Figura 5.7.



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

MONITOREO CALIDAD DE AIRE UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN / AIR QUALITY MONITORING STATION LOCATION

FIGURA 5.7 / FIGURE 5.7

- MONITOREO ATMOSFÉRICO UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN / AIR QUALITY MONITORING STATION
- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
- TERRENO PROPIEDA DE CEPA / CEPA PROPERTY

0 100 200 400 m 1:10,500

N W E S

FUENTE / REFERENCE
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN / WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\5-7 - Air Quality Monitoring.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/7/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

5.2.2.2 Línea Base de Calidad de Aire Ambiental

Basándose en la calidad del aire ambiente recogida, se tomaron los valores del percentil 90 como las concentraciones de fondo. Los promedios anuales de las condiciones de línea base se calcularon a partir de los resultados de 24 horas, debido a que el monitoreo se llevó a cabo durante menos de un año. La Tabla 5.8 a continuación muestra las concentraciones de línea base utilizadas en la evaluación.

Tabla 5.8 – Concentraciones Ambiente para NO_2, CO y $PM_{2.5}$

Periodo Promedio	NO_2 (µg/m³)	NO2 Criterio Calidad de Aire El Salvador (µg/m³)	CO (µg/m³)	CO Criterio Calidad de Aire El Salvador (µg/m³)	$PM_{2.5}$ (µg/m³)	$PM_{2.5}$ Criterio Calidad de Aire El Salvador (µg/m³)
1-hora	—	—	540.91	40,000	—	—
8-hora	—	—	457.76	10,000	—	—
24-hora	11.0	150	—	—	17.93	65
Anual	2.11	100	—	—	3.44	15

Nota: "—"indica que el período promedio no es aplicable al compuesto mostrado, en base a normativa de "Calidad del Aire Ambiental Inmisiones Atmosféricas, Norma Salvadoreña NSO 13.11.01:01

Fuente: Monitoreo realizado en 2016

Se monitoreó $PM_{2.5}$ en respuesta a preocupaciones de que los niveles de línea base estuvieran elevados. Debido a que los niveles de $PM_{2.5}$ monitoreados en el sitio, estaban muy por debajo del criterio, y se estima que las emisiones $PM_{2.5}$ de la combustión de gas natural serán muy bajas, no se llevó a cabo el modelado de las emisiones $PM_{2.5.}$

5.2.3 Niveles de Ruido

No se cuenta con normativa de ruido en El Salvador. Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad del Banco Mundial, identifican dos clases o grupos de receptores. Un grupo incluye a los usos de suelo habitacional o residencial, institucional y educacional, y el otro grupo incluye los usos de suelo industrial y comercial. Tal y como se indica en la Tabla 5.9 los niveles de ruido son más restrictivos para los receptores residenciales.

Tabla 5.9 – Guías de Nivel de Ruido de la Corporación Financiera Internacional

Receptor	Una hora LAeq (dBA)	
	Por el Día 07:00-22:00	Por la Noche 22:00-07:00
Residencial, institucional, educativo	55	45
Industrial, comercial	70	70

Fuente: Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, 2007.

Los impactos de ruido no podrán superar los niveles recogidos en la tabla anterior, ni podrán derivar en un incremento máximo de los niveles del ruido de fondo de 3 dB en el receptor más próximo. Los ruidos

000293

altamente molestos, como el ruido de los aviones que sobrevuelan una determinada zona y el paso de los trenes, no se tienen en cuenta a la hora de establecer los niveles de ruido de fondo.[4]

El seguimiento del ruido se deberá llevar a cabo a efectos de establecer los niveles existentes de ruido ambiental en la zona de las instalaciones propuestas y existentes, o a efectos de comprobar los niveles de ruido de la fase operacional.

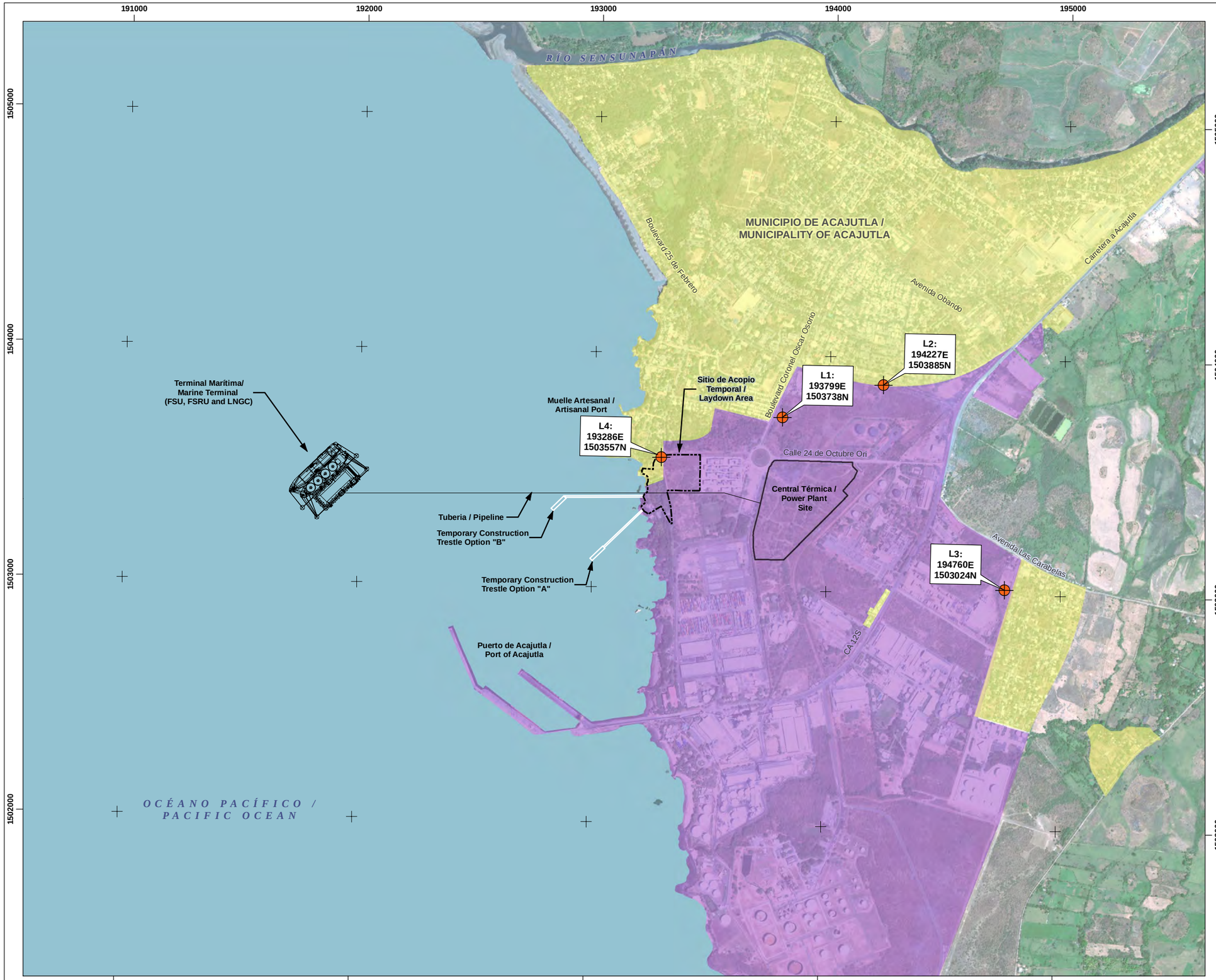
5.2.3.1 Usos de Suelo, Receptores y Localización de Puntos de Monitoreo para Ruido de Fondo

La siguiente Figura 5.8 muestra la proximidad de los usos de suelo residencial en zonas aledañas al sitio destinado para el desarrollo del Proyecto.

Los receptores residenciales (habitacional) más cercanos al Proyecto están localizados al lado Oeste del "Boulevard Coronel Oscar Osorio, al Norte la "Alameda 25 de Febrero", y al Este de la "Avenida Las Carabelas" donde únicamente se localiza la "Lotificación Alvarado". Los receptores de cáracter residencial se localizan en los alrededores del muelle artesanal de pesca.

La fuente dominante de ruido estacionario en los alrededores del sitio del Proyecto, proviende de la Planta de "Duke Energy". Se identificaron 4 puntos representativos para monitorear cada una de las áreas identificadas anteriormente, y recolectar información continua, monitorización de ruido por plazos prolongados de 48 a 96 horas. Los puntos de monitoreo de ruido se pueden apreciar en la Figura 5.9.

[4] Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad de la Corporación Financiera Internacional, abril 2007.



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

USO DE SUELO Y SITIOS DE MONITOREO DE RUIDO DE FONDO / LAND USE AND BACKGROUND NOISE MONITORING LOCATIONS

FIGURA 5.8 / FIGURE 5.8

- LUGARES DE MONITOREO DE RUIDO / NOISE MONITORING LOCATIONS
- RESIDENTIAL / RESIDENCIAL
- INDUSTRIAL
- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA

0 100 200 400 m

1:16,000

N
W E
S

FUENTE / REFERENCE
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN / WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\5-8 - Noise Monitoring Locations.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/7/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

5.2.3.2 Métodos y Resultados del Monitoreo Continuo de Ruido

El monitoreo del ruido se llevó a cabo para establecer los niveles actuales de ruido existentes en el área de estudio. El monitoreo fue completado de acuerdo a las "Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI", establecidas en la página 62 del mencionado documento. Se recolectó un total de 264 horas de monitoreo continuo de ruido, a lo largo de los 4 puntos de monitoreo propuestos. La siguiente Tabla 5.10 muestra la fecha de inicio, fecha de finalización, y duración aproximada para cada uno de los puntos de monitoreo.

Tabla 5.10 – Duración del Monitoreo de Ruido para Cada Uno de los 4 Puntos de Monitoreo

Punto de Monitoreo	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Duración aproximada (hrs)
1	Miércoles 9 de abril,2014	Domingo 13 de abril,2014	96
2	Miércoles 9 de abril,2014	Domingo 13 de abril,2014	96
3	Miércoles 9 de abril,2014	Jueves 10 de abril, 2014	24
4	Viernes 11 de abril, 2014	Domingo 13 de abril,2014	48

Fuente: Elaboración propia Dillon Consulting y ECO Ingenieros.

Las mediciones de ruido de fondo se hicieron con 3 medidores o sonómetros, modelo RION NL-22, equipados con parabrisas, cable de extnsión para micrófono, estuche protector, y un registrador de datos interno (data logger). Los micrófonos se colocaron a 1.5m del suelo aproximadamente. El equipo fue calibrado previo al inicio de los trabajos de campo y después de finalizado el monitoreo. Los certificados de dichas calibraciones se presentan en el Apéndice 5C. A continuación, se presenta una tabla resumen (Tabla 5.11) de los resultados de monitoreo y la identificación de los criterios de ruido aplicables al Proyecto (CAP).

Tabla 5.11 – Resumen del Monitoreo de Ruido de Fondo 2014 y Criterios de Ruido Aplicables al Proyecto

Punto de Monitoreo en Zonas Residenciales	Fechas de Monitoreo	Por hora Leq (dBA)					
		Día: 0700 to 2200			Noche: 2200 to 0700		
		Máximo	Mínimo	Criterio	Máximo	Mínimo	Criterio
1: al Noroeste	Abril 9 –13,	63.8	48.3	55	63.9	50.3	50.3
2: al Norte	Abril 9 –13,	66.1	53.9	255	62.6	53.6	53.6
3: al Suroeste	Abril 9 –10,	67.3	52.8	55	61.7	55.5	55.5
4: Cerca de Muelle Artesanal	Abril 11 –13,	62.6	46.2	55	58.9	43.9	45

Fuente: Guías de Nivel de Ruido de la Corporación Financiera Internacional

Los niveles de ruido mínimo medidos durante el día (0700 hrs a 2200 hrs) en todas las ubicaciones de monitoreo estuvieron por debajo de la pauta del Banco Mundial de 55 dBA (de día). Por lo tanto, el criterio de Proyecto ruido aplicable para el día de las zonas residenciales en las cercanías del Proyecto

sería la pauta de WB-EHS de 55 dBA. Los niveles de ruido mínimo medición durante la noche (2200 hrs a las 0700 hrs) en los sitios de monitoreo L1, L2 y L3 estaba por encima de la pauta del Banco Mundial de 45 dBA (noche). Para estos lugares, el criterio de ruido aplicable al Proyecto para zonas residenciales en las cercanías de los sitios de monitoreo L1, L2 y L3 serán los valores medidos mínimos indicados en la Tabla 5.11.

Los niveles de ruido mínimo medidos durante la noche y a monitorear en la ubicación L4, que cuenta con la mayor distancia de separación de la planta existente de Duke Energy, estuvieron por debajo de la pauta del Banco Mundial de 45 dBA (noche). Por lo tanto, el criterio de ruido aplicable al Proyecto para la noche en las zonas residenciales en las cercanías de L4 sería la pauta del Banco Mundial de 45 dBA (Ver Apéndice 5C).

5.2.4 Geología

5.2.4.1 Geomorfología

El área donde se localiza el Proyecto, está influenciada por 3 unidades estructurales geológicas que son: la Planicie Costera, la Cadena Costera y el Valle Interior, siendo sus principales características las siguientes:

a) **Planicie Costera:** Está constituida por dos fajas, su petrografía es variada ya que sobre ella han sido depositados los materiales por los ríos que atraviesan la región, formándose aluviones, así como depósitos de antiguas erupciones volcánicas. El terreno donde estará ubicado el Proyecto, está situado en esta unidad geomorfológica.

b) **Cadena Costera:** Básicamente está constituida por aglomerados gruesos y densos de la edad pliocénica, junto con las capas delgadas da lava andesítica, estratos de tobas e intercalaciones de ignimbritas.

c) **Valle Central o Graben:** Está limitada por escarpamientos de diferentes alturas, su ancho varía entre 10 y 30 Kms. los elementos petrográficos que la constituyen son: pómez, escorias, llapilli, toba y lava.

Como ya se mencionó, el Proyecto se localiza en la unidad geomorfológica denominada como Planicie Costera, caracterizándose como es de esperar, por bajas pendientes del terreno, formando una topografía casi plana y está constituida por dos fajas aisladas entre sí.

5.2.4.2 Geología Histórica

La región donde actualmente se asienta El Salvador, estuvo sometida a una intensa actividad de origen volcánico durante los períodos mioceno y plioceno de la era terciaria, entre los materiales eyectados en erupciones lineares, es decir por grietas o fisuras de gran longitud se cuentan: tobas brechadas, tobas aglomeradas, fundidas, aglomerados de tipo laharitico, piroclásticos de diversas dimensiones. La calidad de estos materiales va desde lo andesítico hasta lo basáltico y todos ellos se disponen en capas alternas

000298

de grueso espesor. Intercalado con ellos y a veces cubriendo la serie se presentan gruesas capas de lava también de andesita y basalto.

Posteriormente a esa actividad del terciario, dio comienzo un proceso de actividad tectónica, durante ella la plancha formada por materiales terciarios fue fracturada o dislocada por fallas, siendo las principales, con orientación oeste-noroeste. Como resultado de este diastrofismo, quedaron bloques alzados a la par de zonas hundidas o cuencas tectónicas. Los procesos erosivos formaron montañas en los primeros y valles en los últimos. Simultáneamente con los grandes fallamientos de orientación oeste-noroeste, se produjeron también otras dislocaciones, pero con rumbo norte-noreste las cuales afectaron el bloque alzado de la Montaña Costera formándole una zona hundida donde se localiza la ciudad de Sonsonate.

Básicamente los terrenos donde se localiza el Proyecto, están formados por rocas de origen volcánico, pertenecientes al período terciario, que cubren aproximadamente el 95% de esta región y el 5% lo cubren materiales de origen sedimentario, mucho más reciente. No omitimos mencionar que la actividad tectónica histórica de nuestro territorio, influyó en gran medida a la conformación de la Planicie Costera, debido a las diferentes transgresiones y regresiones del mar durante la edad del pleistoceno, lo cual permitió la erosión marina del bloque levantado (Montaña Costera), generó la planicie costera de Acajutla, alcanzando estos materiales, espesores de hasta 30 metros.

5.2.4.3 Geología Superficial

El Proyecto se encuentra ubicado dentro de la formación El Bálsamo, la cual se describe a continuación:

a) FORMACION BÁLSAMO:

Esta formación se presenta en una extensión aproximada del 95% del área de las micro cuencas y tiene una influencia total en el terreno donde estará la Central Térmica, y corresponde a la era Terciaria, transicional entre el Mioceno Superior e Inferior, encontrándose integradas por el miembro geológico b1.

Miembro b1: El miembro geológico b1 de la Formación Geológica Bálsamo, está formada por: epiclastitas volcánicas y piroclastitas, localmente efusivas básicas, intermedias intercaladas, con incorporaciones de lapilli de pómez y epiclastitas volcánicas fluviales, de las cuales puede decirse que constituye el basamento más antiguo en lo que forma la unidad denominada Bálsamo. El 95% del área de las microcuencas analizadas, está cubierta por esta formación, sin embargo, existe un 5% que ha sido cubierta por suelos de la formación San Salvador. El espesor de esta formación es superior a los 300 metros, así mismo, las epiclastitas y piroclastitas, debido a su edad, presentan un grado de consolidación intermedia, el cual fundamentalmente es consecuencia de un proceso diagenético natural.

5.2.4.4 Caracterización Geológica del Terreno

El municipio de Acajutla está conformado por las planicies costeras en el sur, (área en la que se encuentra el inmueble), y por pendientes o elevaciones considerables, varios kilómetros hacia el norte. La determinación de los diferentes aspectos geológicos se basó mediante inspecciones y recorridos de campo realizadas en el terreno, sin dejar de lado los componentes adyacentes y elementos de importancia relacionados a la geomorfología local, de igual forma se prestó atención al plano topográfico, el cual no muestra rasgos relevantes debido a que consiste en una sola formación geológica, definida por un solo miembro con una amplia extensión geográfica costera y conformada por un estrato con una profundidad no definida, pero que en ocasiones expone más de 30 m de altura en algunas partes de la zona costera de El Salvador.

Baxter (2001) establece para el territorio salvadoreño cuatro tipos de unidades geomorfológicas, siendo la correspondiente para el área de Acajutla, precisamente la de cuarto tipo nominada como “Planicie Costera del Pacifico” la cual a su vez también se reconocen dos tipos de geomorfologías costeras, la de “tipo llana” y “las de acantilados”. En general, el área geográfica de Acajutla presenta una combinación de estas geomorfologías costeras, especialmente en la zona industrial del municipio.

La natural cimentación de los conglomerados que conforman este estrato, lo convierten en uno de los materiales más estables por su compactación, al cual se le suma el amplio grosor de su horizonte, únicamente apreciable desde el borde costero, el cual en ocasiones alcanza los 30 m sin lograr definir su profundidad bajo el nivel del mar. Esta misma cimentación, compactación y estabilidad, es la responsable de la baja permeabilidad, no obstante, es posible ubicar aguas subterráneas que pueden ser explotados con pozos profundos, así como también es posible encontrar algunos nacimientos de agua en las bases de los acantilados en los bordes costeros más cercanos al área del Proyecto. Ver Figura 5.9.

5.2.5 Análisis Geoténico

Se han realizado y concluido a la fecha, dos campañas exploratorias, una tercera está en proceso; seguidamente, se describen cada una de ellas, presentando los principales hallazgos o resultados:

La ***Primera Campaña*** exploratoria fue llevada a cabo por la empresa consultora “Suelos y Materiales” en marzo de 2013. El propósito de la investigación exploratoria fue obtener una información de las condiciones del suelo en el lugar que se investiga. La profundidad, espesor, extensión y composición de cada uno de los estratos y la profundidad del agua subterránea, fueron los principales objetivos de la exploración. El documento completo se encuentra en el Apéndice 5D. Para tal fin se realizaron SEIS (6) PERFORACIONES TIPO PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT), distribuidos de forma conveniente para analizar toda el área. La profundidad máxima explorada fue de 2.50 m, efectuándose un total de 10.50 m de perforación. A continuación, un esquema detallando los lugares de exploración dentro del terreno. Ver Figura 5. 10.

192000
193000
194000
195000
196000
1505000
1504000
1503000
1502000

Terminal Marítima/
Marine Terminal
(FSU, FSRU and LNGC)

Muelle Artesanal/
Artisanal Port

Sitio de Acopio
Temporal /
Laydown Area

Central Térmica /
Power PLant Site

Tubería/Pipeline

Temporary Construction
Trestle Opcion "B"

Temporary Construction
Trestle Opcion "A"

Puerto de Acajutla/
Port of Acajutla

Río El Venado

OCÉANO PACÍFICO / PACIFIC OCEAN

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

MAPA GEOLOGICO / GEOLOGICAL MAP

FIGURA 5.09 / FIGURE 5.09

- CANALETA / CHANNEL
- QUEBRADAS / STREAMS
- CARRETERA / ROAD
- SUBCUENCA / SUBWATERSHED
- MICROCUENCAS / MICROWATERSHEDS
- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- TERRENO PROPIEDAD DE CEPA / CEPA PROPERTY
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN SITE

GEOLOGÍA / GEOLOGICAL

- EL BÁLSAMO; EPICLASTITAS VOLCÁNICAS Y PIROCLASTITAS; LOCALMENTE EFUSIVAS BÁSICAS, INTERMEDIAS INTERCALADAS.
- SAN SALVADOR, DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS DEL CUATERNARIO.

0 100 200 400 m

1:16,000

N
W E
S

ELABORACIÓN PROPIA / OWN ELABORATION
DATOS SIG DEL MARN ESCALA 1:25,000 /
DATA GIS OF MARN SCALE 1:25,000

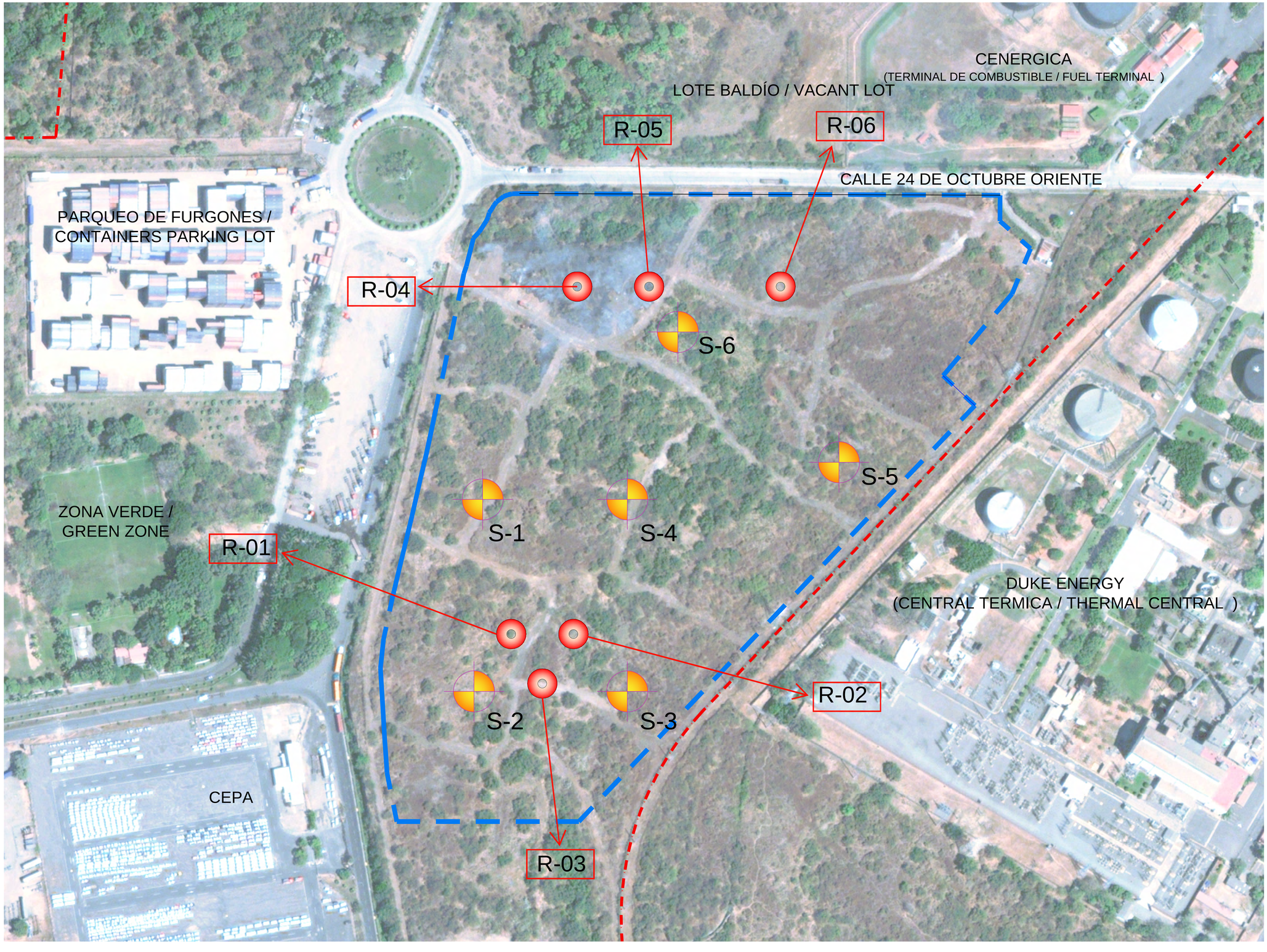
MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: NSCH
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: JMGR
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONA 16 WGS84

FILE / ARCHIVO:
C:/ESTUDIO HIDROLÓGICO,ECO, DIBUJO 1, EL SALVADOR/ECO INGENIEROS
C:/HYDROLOGICAL STUDY,ECO, DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL
FECHA / DATE: 3/12/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO
LNG TO POWER PROJECT

MAPA DE UBICACIÓN DE SONDEOS SPT, MARZO 2013 Y SEPTIEMBRE 2013 / LOCATION MAP PROBE SPT , MARCH 2013 AND SEPTEMBER 2013

FIGURA 5.10 / FIGURE 5.10

- UBICACIÓN DE SODEOS PRIMERA PARTE / PROBES LOCATION PART ONE
- UBICACIÓN DE SODEOS SEGUNDA PARTE / PROBES LOCATION PART TWO
- LIMITE DE PROPIEDAD DE CEPA / CEPA´S LAND LIMIT
- POLIGONAL DEL TERRENO / LAND POLYGONAL

0 10 20 30 40 50 m

1:2,500

N W E S

FUENTE / SOURCE:
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMAGENES DE ALTA RESOLUCIÓN / WORLDVIEW 2 HIGGH RESOLUTION IMAGERY (2014-12-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: ECO INGENIEROS
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: LF
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 5,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 5,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 09/20/2014

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

En este estudio se concluyó que en el terreno consiste de suelo muy duro (toba). No se detectó el Nivel Freático, pues no se pudo profundizar con los sondeos debido a que se encuentra terreno muy duro (toba) en toda el área.

Se encontraron estratos plásticos que son susceptibles a cambios volumétricos cuando varía su contenido de humedad y por tanto a problemas de asentamientos, agrietamientos, levantamientos, etc. Los contenidos naturales de humedad del suelo varían de Bajos a Saturados. Ver tabla 5.12.

Tabla 5.12 – Valores de Humedad por Sondeos Suelos Saturados

PROFUNDIDAD (m)		SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No. 3	SONDEO No. 4	SONDEO No. 5	SONDEO No. 6
		HUMEDAD %	HUMEDAD %	HUMEDAD %	HUMEDAD %	HUMEDAD %	HUMEDAD %
0.00	0.50	10.6	22.4	25.7	16.6	16.9	18.1
0.50	1.00	24.8	35.7	24.5	30.6	25.6	
1.00	1.50	29.5	39.6		37.7		
1.50	2.00	29.5	29.5				

Suelos Saturados

Fuente: Elaboración propia 2014.

Existen suelos conteniendo materia orgánica, según se detalla a continuación en tabla 5.13.

Tabla 5.13 – Profundidad de Suelo con Materia Orgánica

SONDEO No.	ELEVACIÓN BROCAL (m)	PROF. DE MATERIA ORGÁNICA (m)
1	23.16	--
2	22.45	0.00 – 0.50
3	22.61	--
4	25.13	--
5	25.85	--
6	27.32	--

Fuente: Estudio Geotécnico, Suelos y Materiales, marzo 2013.

Para los suelos del lugar, se podrán tomar los valores de los parámetros siguientes:

- PESO VOLUMETRICO HUMEDO γ = 1.8 Ton/m^3
- ANGULO DE FRICCION INTERNA ϕ = 26°
- COHESION APARENTE C = 1.00 Ton/m^2

Dado que será necesaria la restitución, utilizando material selecto, sano, no plástico, adecuadamente compactado, se podrán tomar los valores de los parámetros siguientes:

- PESO VOLUMETRICO HUMEDO $\gamma = 1.5$ Ton/m^3
- ANGULO DE FRICCION INTERNA $\phi = 32°$
- COHESION APARENTE C = 0.00 Ton/m^2

La ***segunda campaña*** exploratoria fue llevada a cabo por la empresa "Rodio Swissboring" en septiembre de 2013, supervisada de cerca por la empresa consultora EC[5]. Se realizaron un total de de 6 pozos exploratorios perforados, localizados en puntos de interés dentro del terreno. El documento completo se encuentra en el Aapéndice 5E y la ubicación de los sondeos en la Figura 5.11.

Los sondeos R01, R02 y R03 se ejecutaron a una profundidad de 60m, mientras que los sondeos R04, R05 y R06 se ejecutaron a una profundidad de 30m. El análisis geotécnico global tomó en consideración registros de campo (field logs), resultados de los análisis de laboratorio, resultados de los análisis de los sondeos exploratorios, resultados de análisis MASW y análisis proporcionados por CEPA del pozo existente.

De acuerdo a todos los análisis realizados para esta campaña se concluyó, basado en la profundidad máxima de exploración ejecutada, que el perfil de los suelos encontrados corresponde a depósitos piroclásticos aluviales, predominantemente arenas con presencia de limos y gravas. La presencia de limos y gravas disminuye a mayor profundidad.

Los depósitos encontrados corresponden a materiales de una alta densidad a excepción de los encontrados en el pozo R05, donde se encontraron materiales con una densidad media. Las velocidades de onda de sismorresistencia (Vs) encontradas fueron entre de 500 m/s y 1,000 m/s, lo cual indica que los materiales existentes tienen una alta densidad, lo que en otras palabras significa un material altamente competente desde un punto de vista ingenieril.

De acuerdo a todos los análisis realizados durante esta campaña, se puede concluir que el terreno es adecuado para resistir con las cargas esperadas y cumplir con las demandas estructurales del Proyecto. Siguiendo las recomendaciones pertinentes y diseño de fundaciones de acuerdo a una capacidad de carga del suelo de 200kPa (2.0 kg/cm2) y una profundidad mínima de fundaciones de 0.50m.

Para aquellas zonas donde se encontraron materiales con una densidad de baja a media (ej. R05), se recomendó realizar actividades de excavación, restitución y estabilización de suelos. El reporte geotécnico completo, se adjunta en el Apéndice 5F "Informe Final Campaña Geotécnica".

La ***tercera campaña*** exploratoria se está llevando a cabo en la zona donde se colocará la terminal marítima y la tubería submarina del Proyecto LNG To Power. Esta tercera campaña geotécnica, está

[5] Engineering Company of Central America, Estructuristas Consultores.

siendo realizada por la empres Fugro Consultants Inc. El objetivo de la exploración geotécnica es el de obtener la estratigrafía detallada del sitio, extrayendo muestras en campo que posteriormente serán analizadas en un laboratorio especializado.

La campaña geotécnica está siendo realizada utilizando una plataforma tipo jack-up, similar a la que se muestra en la Fotogafía 5.7, la plataforma puede operar con un calado mínimo de 0,6 metros y posee la posibilidad de auto propulsarse en distancias cortas. El Jack-up opera por encima de la influencia de vientos, oleaje y mareas; su cubierta estable y elevada proporciona una plataforma ideal para perforaciones profundas.

Fotografía 5.7 – Plataforma Jack Up

Fuente: Informe Geotécnico

El jack-up que utilizará el ingeniero marino es autopropulsada por medio de un propulsor hidráulico. Sin embargo, dicha plataforma no es totalmente independiente de remolcadores ya que serán necesarios para desplazamientos de media y larga distancia. Utilizando el sistema “spud legs” de accionamiento hidráulico, el jack-up es capaz de moverse con precisión entre los lugares de perforación.

El trabajo geotécnico y geofísico completado hasta la fecha muestra que las capas subyacentes de suelo están compuestas de una compleja mezcla de aluvión, roca volcánica y escombros en el cual la continuidad y fuerza de las superficies verticales y laterales varía en cortas distancias.

A pesar de que las tres unidades geológicas son generalmente identificables a lo largo del sitio, la continuidad lateral y vertical resultan difíciles de inferir con exactitud. Es importante hacer notar la presencia de rocas a solo unos pocos metros del lecho marino fue inesperada. Esto podría representar el punto final del avance de los escombros que fueron depositados en un sitio de menor energía, futuras investigaciones comprobarán o desmentirán estos hallazgos preliminares.

A pesar de que solo el 33% de la investigación geotécnica ha sido realizada hasta la fecha, las perforaciones y pruebas en sitio demuestran un amplio rango en las densidades para materiales granulares que pueden variar desde arena con sílices o compuestos con mayor cantidad de sílice y menor de arena.

Los rangos de densidad granular van desde muy suelta hasta muy densas (generalmente al aumentar la profundidad). Los ángulos de fricción efectiva de aluviones fueron altos para la perforación en tierra y tuvo un promedio de 27 grados en las perforaciones en el mar. Grava fue también encontrada en las perforaciones; la litología es predominantemente volcánica.

El peso total de unidades para todos los materiales encontrados promedió 18 kN/m3; el contenido de agua estuvo en el rango de 20 a 40%. Contenido fino de aluviones y materiales granulares correspondientes a los escombros depositados se encontraron en el rango de 12 a 38%. Contenido volcánico más antiguo estuvo en un rango inferior de 8-14%.

Pruebas de gravedad específica revelaron un rango de 2.5 a 2.75 a lo largo del sitio. El sitio puede ser dividido en dos secciones principales de diseño 1) la estructura de atraque localizada al oeste del sitio y 2) la superficie de la tubería.

El estudio de licuefacción ha relevado que las capas superiores de 3 a 6 metros de los -10 metros del contorno batimétrico hasta la estructura de atraque es susceptible a licuefacción y para el particular diseño del Proyecto, los 4 metros superiores deben ser considerados propensos a licuefacción.

El material encontrado adentro de la estructura de atraque que ha sido considerado como muy suelto a arena suelta podría ser propenso a licuefacción en caso de terremotos.

5.2.6 Tipo y Clase de Suelo

Con respecto al uso del suelo en Acajutla, el 8.38% de su superficie (una pequeña fracción) está compuesta de suelos aluviales clase II. Éstas son tierras muy productivas, pero requieren prácticas

cuidadosas de manejo, así como de conservación de suelos o de drenaje. En general, se considera que sus limitaciones de uso son pequeñas, si bien la selección de cultivos debe realizarse cuidadosamente. Tres cuartas partes de la tierra de Acajutla, corresponden a las clases III y IV.

En estas tierras el abanico de alternativas para sembrar distintos tipos de cultivos es bastante limitado; se requiere de un cuidadoso programa de manejo y conservación de suelos que incluya la construcción de terrazas, desagües, zanjas de desvío o canales.

Las pendientes van de moderadas a fuertes, de seis a 20 % de inclinación; poseen una alta susceptibilidad a la erosión; las caracteriza una baja o moderada profundidad de suelo, entre los 30 y los 100 cm; y están sujetas a frecuentes inundaciones debido a lo restringido del drenaje. Su fertilidad aparente es baja o moderada. Sin embargo, son tierras aptas para la actividad ganadera intensiva o semi-intensiva e incluso, para cultivos anuales resistentes a cierto grado de inundación y producción forestal.

5.2.6.1 Tipos de Suelo

El tipo de suelo presente en el terreno donde se desarrollará el Proyecto, corresponde a Regosoles y Halomorficos, variando su textura y profundidad en función del relieve del terreno. Estos suelos corresponden a antiguas planicies de pie de monte, casi sin disección y con relieve muy bajo.

Las pendientes predominantes son menores de 5%. Las capas inferiores están constituidas por tobas, conglomerados y talpetates duros y de baja permeabilidad.

Los regosoles son suelos superficiales arcillosos, algo pedregosos, de color negro o gris muy oscuro sobre subsuelos arcillosos y franco arcillosos, con colores claros. Por lo general a menos de 1 metro se encuentran las capas duras compuestas por tobas, conglomerados y talpetates.

Son suelos de baja permeabilidad muy pegajosos, plásticos, compactos y se rajan cuando están secos. Los suelos halomorficos se componen en superficie por franco arcillosos, de color café rojizo oscuro sobre subsuelos arcillosos, de estructura fuerte en bloques de color café rojizo.

A profundidades no mayores de 80 cm se encuentran tobas y conglomerados poco intemperizados. Estos son suelos de permeabilidad algo lenta, pegajosos, plásticos, de moderada fertilidad y algo pedregosos.

En general tienen un drenaje algo restringido y en la época seca son muy áridos y se agrietan. Hay cierto número de parcelas dedicadas a cultivos de provisión familiar, pero la mayor parte está dedicada a pastos de poco rendimiento, mezclados con vegetación arbustiva.

Por su baja posición, estas áreas pueden ser regadas, pero antes de ello tiene que determinarse cual cultivo es el más adecuado y los métodos y prácticas más efectivas. Ver Figura 5.11.

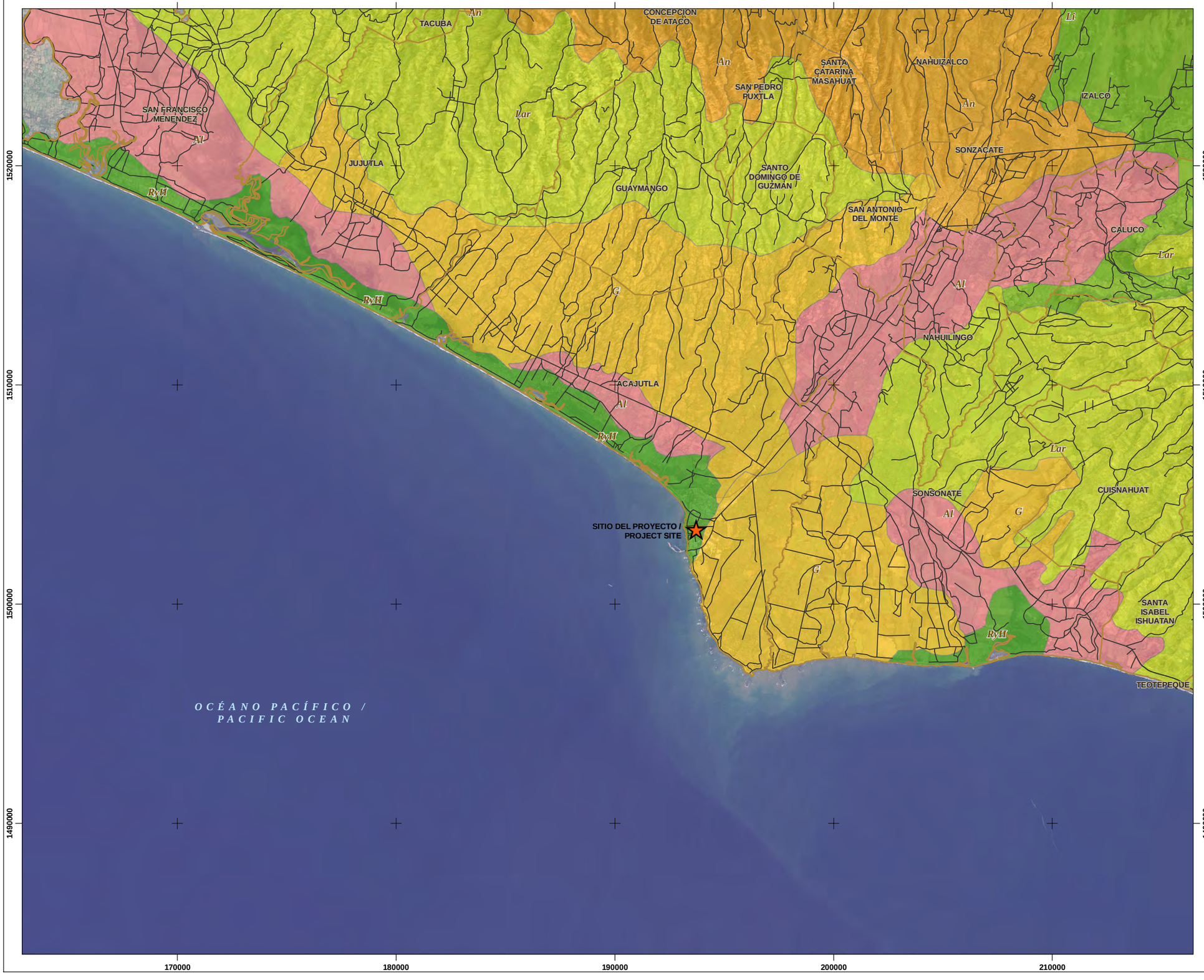
5.2.7 Topografía

Debido a que en su mayoría el territorio del municipio de Acajutla está conformado por planicies, no existen cerros importantes dentro del mismo, y las zonas que presentan mayor relieve se localizan al norte, en torno a los límites con los municipios de Guaymango y Santo Domingo de Guzmán. Toda la zona de Acajutla, donde se ubica el Proyecto, es predominantemente plana, con pendientes muy bajas, descendiendo hacia el sur-poniente, hacia el océano pacífico, tal como se aprecia en la siguiente Figura 5.12.

En específico el terreno donde se desarrollará el Proyecto, tiene una distribución predominante de pendientes entre 2 y 7%. En la parte media y parte baja del terreno se encuentran predominantes las pendientes en el rango de 2 a 7 % y la parte alta predominan las de rango de 0 y 2%.

En la siguiente Figura 5.13 se presenta un detalle de las pendientes predominantes en la zona donde se desarrollará el Proyecto. En la Figura 5.14 se presenta el plano topográfico del terreno del Proyecto, en el que se aprecian las curvas de nivel que lo atraviesan, identificando las curvas del número 21 hasta el número 28.

Como se puede observar el punto más elevado del terreno se encuentra en la esquina oriente y el más bajo en una depresión existente en el terreno cerca de la esquina nor-poniente. Básicamente se tienen dos niveles planos, en la cota 27 y en la cota 25. El terreno de la tubería también es predominantemente plano, ha sido modificado y se encuentra ocupado por zonas baldías, jardines, aceras y calles.



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

TIPOS DE SUELO / SOIL TYPES

FIGURA 5.11 / FIGURE 5.11

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- VIAS / ROADS
- LÍMITES MUNICIPALES / MUNICIPAL BOUNDARIES
- Al (ALUVIALES / ALLUVIAL)
- An (ANDISOLES / ANDISOLS)
- G (GRUMOSOLES)
- Lar (LATOSOLES ARCILLO ROJIZOS / LATOSOLS CLAY REDDISH)
- Li (LITOSOLES / LITHOSOLS)
- RyH (REGOSOLES Y HALOMORFICOS / REGOSOLS AND HALOMORPHIC)

0 1 2 4 km

1:170,000

FUENTE / REFERENCE
MISIÓN DE MAPEO / MAPPING MISSION (SRTM)
LANDSAT-8 IMAGEN MOSAICO / LANDSAT-8 IMAGE MOSAIC (2014-01-30)
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES / MINISTRY OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES (MARN, 2002)

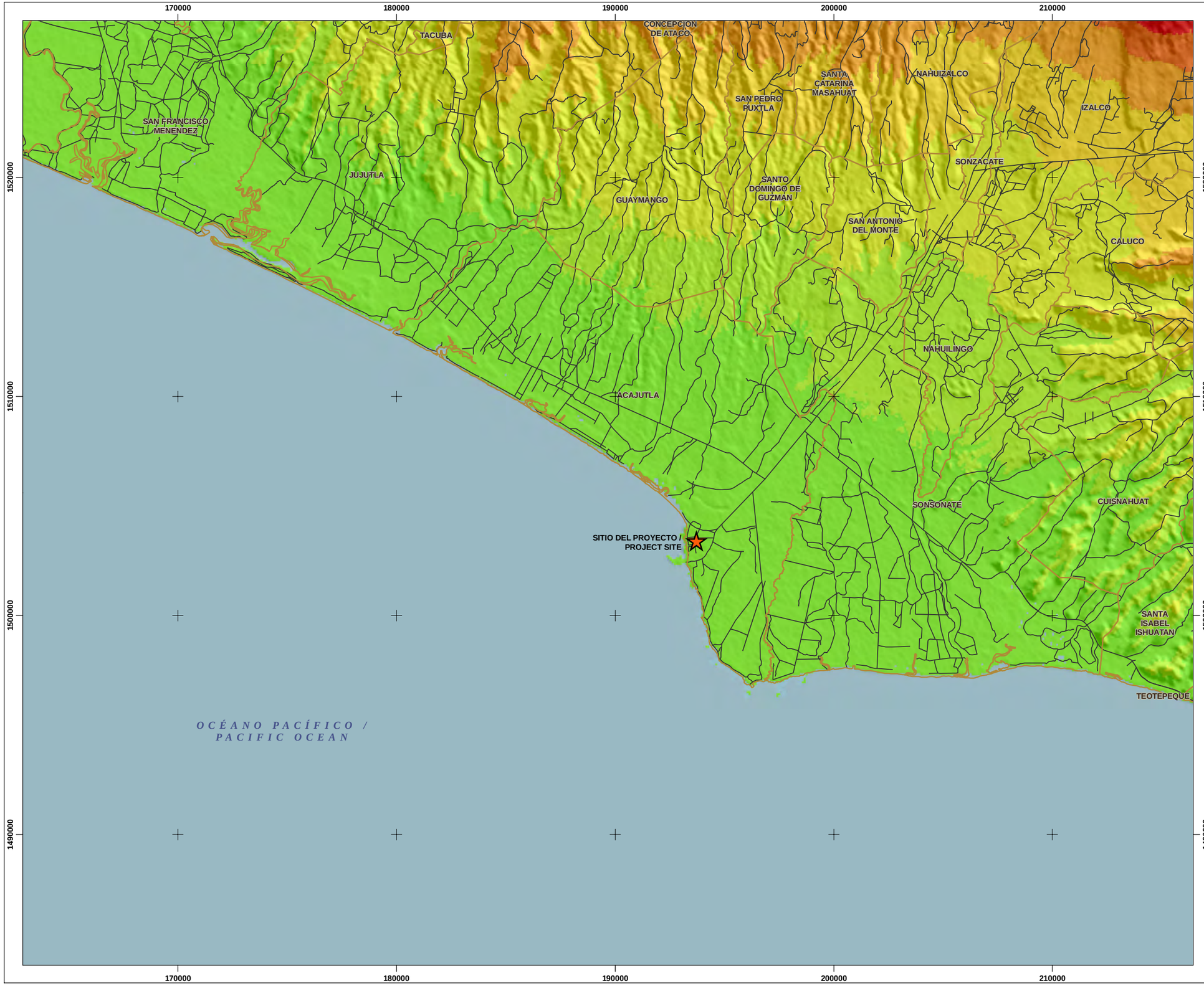
MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\5-11 - Soils Types.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/7/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

TOPOGRAFÍA / TOPOGRAPHY

FIGURA 5.12 / FIGURE 5.12

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- LÍMITES MUNICIPALES / MUNICIPAL BOUNDARIES
- ROADS / VIAS

ELEVACIÓN / ELEVATION

- 0 - 100 m
- 100 - 200 m
- 200 - 400 m
- 400 - 600 m
- 600 - 800 m
- 800 - 1,000 m
- > 1000 m

0 1 2 4 km

1:170,000

N W E S

FUENTE / REFERENCE
MISIÓN DE MAPEO / MAPPING MISSION (SRTM)
LANDSAT-8 IMAGEN MOSAICO / LANDSAT-8 IMAGE MOSAIC (2014-01-30)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXDs\Reporting - 2016\5-12 - Topography.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 12/7/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

PENDIENTES / SLOPES

FIGURA 5.13 / FIGURE 5.13

- CANALETA / CHANNEL
- QUEBRADAS / STREAMS
- CARRETERA / ROAD
- SUBCUENCA / SUBWATERSHED
- MICROCUENCAS / MICROWATERSHEDS
- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- TERRENO PROPIEDAD DE CEPA / CEPA PROPERTY
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN SITE

PORCENTAJE DE PENDIENTE / PERCENT SLOPE

- 0 - 2 %
- 2 - 7 %
- 7 - 15 %
- > 15 %

0 100 200 400 m

1:16,000

N W E S

ELABORACIÓN PROPIA / OWN ELABORATION
DATOS SIG DEL MARN ESCALA 1:25,000 /
DATA GIS OF MARN SCALE 1:25,000

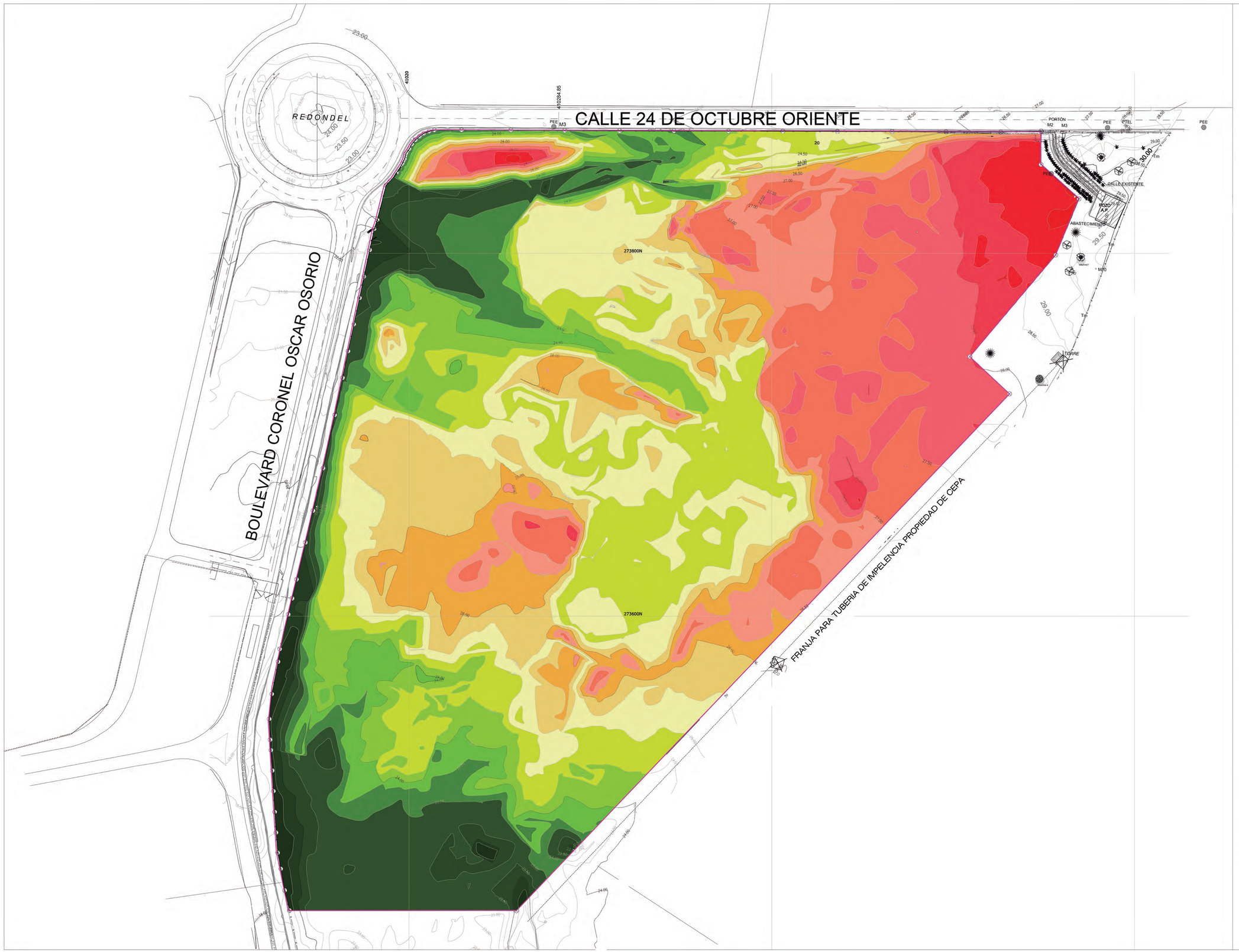
MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: NSCH
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: JMGR
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONA 16 WGS84

FILE / ARCHIVO:
C:/ESTUDIO HIDROLÓGICO,ECO, DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/HYDROLOGICAL STUDY,ECO, DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS: FINAL
FECHA / DATE: 3/12/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL



Energía del Pacífico

ENERGÍA DEL PACÍFICO
LNG TO POWER PROJECT

PLANO TOPOGRÁFICO / TOPOGRAPHIC MAP

FIGURA 5.14 / FIGURE 5.14

CURVAS DE NIVEL / LEVEL CURVES

- 29.50 MSM
- 29.00 MSM
- 28.50 MSM
- 28.00 MSM
- 27.50 MSM
- 27.00 MSM
- 26.50 MSM
- 26.00 MSM
- 25.50 MSM
- 25.00 MSM
- 24.50 MSM
- 24.00 MSM
- 23.50 MSM
- 23.00 MSM
- 22.50 MSM

- LIMITE DE PROPIEDAD DE CEPA / CEPA´S LAND LIMIT
- POLIGONAL DEL TERRENO / LAND POLYGONAL

0 10 20 30 40m

1:2,000

N W E S

FUENTE / SOURCE:
ECO INGENIEROS / ECO INGENIEROS

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: ECO INGENIEROS
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: LF
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE
C:/CAP 5,ECO,DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS
C:/CAP 5,ECO,DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL
FECHA / DATE: 11/21/2016

DILLON CONSULTING

ECO INGENIEROS
LÍDERES EN CONSULTORÍA AMBIENTAL