

Auftragnehmer: 	Projekt: <p style="text-align: center;">LNG-Verflüssigungsanlage Konformität des Projekts mit EN 13645</p>	Auftraggeber: 
Auftragnehmer Dok-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Vertrag Nr.: ODA080457 Job Nr.: P23IT04461 Blatt 1 von 74	Auftraggeber Dok-Nr.: GTS 24/533

**LNG-Verflüssigungsanlage
Konformität des Projekts mit EN 13645**

Konformität des Projekts mit EN 13645 – Anlagen und Ausrüstungen für LNG
Prüfbericht

D1	07/09/2023	Abschließende Ausgabe	Giacomini	Silvi	Antonelli
D0	24/03/2023	Abschließende Ausgabe	Giacomini	Silvi	Antonelli
C0	20/03/2023	Erstellt zur Genehmigung	Giacomini	Silvi	Antonelli
REV.	DATUM	REVISIONS-TITEL	ERSTELLT	GEPRÜFT	GENEHMIGT

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001				Blatt 2	von 77	GTS 24/533

INDEX

1	EINLEITUNG	3
1.1	Zweck des Dokuments.....	3
1.2	Liste der Abkürzungen	3
1.3	Normen und Standards.....	4
1.3.1	Normen.....	4
1.3.2	Projektdokumentationen	4
1.3.3	Software	5
2	PROJEKT- / VERFAHRENSBESCHREIBUNG.....	6
	ANHANG A - CHECKLISTE.....	7
	ANHANG B – Analyse MÖGLICHER UNFALLSZENARIEN	31
B.1	BEWERTUNGSMETHODIK ZUR ANALYSE VON UNFALLSZENARIEN	32
B.1.1	Definitionen	32
B.1.2	Gefahrenermittlung.....	32
B.1.2.1	Ermittlung von verdämmten Bereichen.....	33
B.1.2.2	Wetterbedingungen	33
B.1.3	Häufigkeitsbewertung.....	33
B.1.3.1	Bewertung der Freisetzungshäufigkeit	33
B.1.3.2	Häufigkeitsbewertung von Unfallszenarien durch Ereignisbaumanalyse	33
B.1.3.3	Ereignisbaum	34
B.1.3.4	Zündwahrscheinlichkeit.....	34
B.1.3.5	Kriterien für die Auswahl glaubhafter Szenarien	36
B.1.4	Analyse der Folgen	36
B.1.4.1	Bestimmung der Freisetzungsrichtung	36
B.1.4.2	Berechnung der Durchflussmenge der Freisetzung.....	36
B.1.4.3	Grenzwerte für die Bewertung von Schadensabständen	37
B.1.4.4	Brand-Szenarien	37
B.1.4.5	Dispersion brennbarer Gase	37
B.1.4.6	Modellierung von Explosionen.....	37
B.2	ERGEBNISSE DER RISIKOBEWERTUNG	39
B.2.1	Identifizierung von Gefahren	39
B.2.1.1	Ermittlung von verdämmten Bereichen.....	41
B.2.2	Häufigkeitsanalyse	43
B.2.2.1	Bewertung der Häufigkeit von Freisetzungen	43
B.2.2.2	Abschließende Bewertung der Häufigkeit von Unfallszenarien	44
B.2.3	Folgenanalyse.....	52
B.2.3.1	Berechnung des Massendurchsatzes.....	52
B.2.3.2	Simulation eines Brandszenarios	54
B.2.3.3	Simulation der Dispersion brennbarer Gase.....	54
B.2.3.4	Simulation eines Explosionsszenarios.....	55
B.2.4	Ergebnisse der Analyse	56
	ANHANG C – DARSTELLUNG DER FOLGENANALYSE.....	62

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 3 von 77				GTS 24/533

1 EINLEITUNG

Die Bioplus LNG GmbH plant den Bau einer Erdgasverflüssigungsanlage, die in Renzenhof (Deutschland) errichtet werden soll.

Die Maßnahme umfasst die Errichtung einer Anlage, in der das Erdgas in einem geschlossenen Kreislauf mit Stickstoffrückführung bei Temperaturen im kryogenen Bereich verflüssigt werden soll. Der Prozess umfasst die folgenden wesentlichen Schritte:

- Erdgasaufbereitung;
- Verflüssigung;
- LNG-Lagerung und Verladung in LKW-Tankfahrzeuge.

SIAD MI ist das für das Engineering, die Beschaffung und den Bau des Hauptteils der LNG-Verflüssigungsanlage zuständige Unternehmen.

1.1 Zweck des Dokuments

Zweck des vorliegenden Dokuments ist die Überprüfung der Konformität des Projekts mit der Norm EN 13645 (Bezugsdokument [1]) - "Anlagen und Ausrüstungen für Flüssigerdgas – Auslegung von landseitigen Anlagen mit einer Lagerkapazität zwischen 5 t und 200 t".

Das vorliegende Dokument ist in folgende Hauptabschnitte unterteilt:

- ANHANG A: Überprüfung der Konformität des Projekts gem. EN 13645:2001 – Checkliste
- ANHANG B: Analyse des Unfallszenarios
- ANHANG C: Analyse der Folgen

1.2 Liste der Abkürzungen

Folgende englische Abkürzungen bzw. Akronyme werden in der vorliegenden Studie verwendet, ohne dass sie näher erläutert werden müssen:

ALARP	As Low As Reasonably Practicable	So niedrig wie vernünftigerweise praktikabel
BOG	Boil Off Gas	Boil Off Gas
C&E	Cause & Effect Matrix	Ursache-Wirkungs-Matrix
ETA	Event Tree Analysis	Ereignisbaum-Analyse
F&G	Fire & Gas	Feuer & Gas
HSE	Health, Safety and Environment	Gesundheit, Sicherheit und Umwelt
LCR	Local Control Room	Lokale Leitwarte
LEL	Lower Explosive Limit	Untere Explosionsgrenze
UEL	Upper Explosive Limit	Obere Explosionsgrenze
LNG	Liquefied Natural Gas	Verflüssigtes Erdgas
NG	Natural Gas	Erdgas
KO	Knock Out	Abscheidung
OGP	Oil & Gas Producers	Öl- und Gasproduzenten
TE	Top Event	Top-Ereignis
TSA	Temperature Swing Adsorption	Temperaturwechseladsorption
VCE	Vapour Cloud Explosion	Dampfwolkenexplosion

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 4 von 77				GTS 24/533

1.3 Normen und Standards

Die folgenden Bezugsdokumente wurden bei der Erarbeitung des vorliegenden Dokuments berücksichtigt:

1.3.1 Normen

Lfd. Nr.	Nr. Dokument	Titel	Datum
[1]	EN 13645	Anlagen und Ausrüstungen für Flüssigerdgas - Auslegung von landseitigen Anlagen mit einer Lagerkapazität zwischen 5 t und 200 t	2001
[2]	OGP-Bericht Nr. 434 - 01	OGP – Process Release Frequencies (<i>Häufigkeit von Prozessfreisetzungen</i>)	2019
[3]	OGP-Bericht Nr. 434 - 06	OGP - Ignition probability (<i>Zündwahrscheinlichkeit</i>)	2019
[4]	UK HSE failure data	Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments (<i>Ausfallrate und Ereignisdaten zur Verwendung im Rahmen von Risikobewertungen</i>)	2019
[5]	-	TNO “Purple Book” Guidelines for Quantitative Risk Assessment (<i>Lila-Buch: Leitlinien für die quantitative Risikobewertung</i>)	1999
[6]	-	TNO “Yellow Book” Methods for the calculation of Physical Effects due to releases of hazardous materials (liquids and gases) (<i>Gelb-Buch: Methoden zur Berechnung der physikalischen Auswirkungen von Freisetzungen gefährlicher Stoffe (Flüssigkeiten und Gase)</i>)	2005
[7]	OGP-Standard 434-15	OGP - Vulnerability of plant-structure (<i>Anfälligkeit der Anlagenstruktur</i>)	2010
[8]	UK HSE CRR 183	Development of methods to assess the significance of domino effects from major hazard sites (<i>Entwicklung von Methoden zur Bewertung der Bedeutung von Domino-Effekten bei Großschadenslagen</i>)	1998

1.3.2 Projektdokumentationen

Lfd. Nr.	Nr. Dokument	Titel	Rev.	Datum
[9]	140REZH690010001 PFS001 (SWDS271/5)	Ursache-Wirkungs-Matrix	0C	14/03/23
[10]	520REZH70000100 0SRI002 (I20784)	R+I-Fließbild	0C	13/03/23
[11]	520REZH598004003 SRI00 (2220698-0B-10-001 / EST105704)	Erdgasaufbereitung - R+I-Fließbild	0C	12/03/23

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645

Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht

Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.: C0	D0	D1			Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533
	Blatt 5 von 77					

[12]	520REZH700001000 SGR001 (I20785)	Verfahrensfließbild	0B	30/01/23
[13]	520REZH690010001 RBA001 (GTS24/525)	Anlagenprozess- und Betriebsbeschreibung	0A	06/02/23
[14]	900REZH690001000 PLY001 (I28783)	Anordnungsplanung mit Einbindepunkten	0F	16/03/23
[15]	GTS19/819	Verfahren für die Beladung von LNG-Tanklastwagen	0A	23/02/23
[16]	690REZH730001000 YDT001 (GTS19/ 817)	Schadstoff-, Entlüftungs- und Entleerungstabelle	0B	24/03/23
[17]	140REZH690010001 PEX001 (AA120)	Anordnung der Notaus-Taster und Brand- und Gasmelder	0B	17/03/23
[18]	520REZH690010000 PEX001 (I21005)	Anordnungsplanung mit ATEX-Bereich	0A	10/03/23
[19]	520REZH730001030 UBE001 (EST109978)	Erklärung zu Entlüftung, Fackel und thermischer Nachverbrennungsanlage	0A	14/06/23
[20]	900REZH690001000 1UBE00201 (GTS24/529)	Risikoanalyse - HAZOP-Bericht	0A	21/04/23

1.3.3 Software

Lfd. Nr.	Software	Entwickler	Version
[21]	PHAST	DVN-GL	8

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 6 von 77				Auftraggeber-Dok.-Nr.:
						GTS 24/533

2 PROJEKT- / VERFAHRENSBESCHREIBUNG

In der LNG-Verflüssigungsanlage wird Erdgas mit Stickstoff als Kühlmedium verflüssigt.

Vor der Verflüssigung wird das Erdgas gereinigt, um Bestandteile zu entfernen, die bei kryogener Temperatur gefrieren können (im Wesentlichen Kohlendioxid und Wasser).

Das von der eichfähigen Messanlage kommende Erdgas wird vor Eintritt in die Reinigungsanlage in einem Dampf-Wärmetauscher vorgewärmt; ein kleiner Teilstrom des Erdgases wird in einer Druckreduzierstation entspannt und als Brenngas einer thermischen Nachverbrennungsanlage und einem Dampfkessel zugeführt.

Das Erdgas wird in der Reinigungsanlage dekarbonisiert und getrocknet.

Die Reinigungsanlage umfasst eine Aminwäsche, die aus einer CO₂-Absorptionseinheit, einer Einheit zur Zugabe und Abtrennung von Lösungsmitteln, einem CO₂-Stripper und einer Einheit zur Vorkühlung und Trocknung von Erdgas zwecks Abtrennung von Wasser besteht.

In der Aminwäsche (selektives Lösungsmittel) erfolgt die Abtrennung von Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff, um eine Konzentration von wenigen ppm im eingespeisten Erdgasstrom zu erreichen.

Das gereinigte Erdgas gelangt in die Adsorptionskolonne, wo das saure Gas (i.W. Kohlendioxid) durch Benetzung mit Aminlösung im Gegenstromprinzip abgetrennt wird.

Am Austritt der Adsorptionskolonne wird das Erdgas gekühlt und zur TSA-Trocknungseinheit (Temperaturwechseladsorption) geleitet.

Nach der Trocknung wird das Erdgas in die Verflüssigungsanlage geleitet.

Die LNG-Verflüssiger/Cold-Box-Anlage umfasst alle Komponenten, die für die Verflüssigung von Erdgas in einem geschlossenen Kreislauf aus rückgeführtem Stickstoff bei kryogener Temperatur erforderlich sind. Das verwendete Kühlmittel ist Stickstoff.

Die gesamte kryogene Technik (Wärmetauscher, Armaturen, Rohrleitungen) ist in einer vertikalen Einhausung aus C-Stahl untergebracht; der Hohlraum zwischen den Einbauten der Cold-Box ist mit Perlit gefüllt, einem Material, das die kalten Anlagenteile thermisch isoliert. Eintritts- und Austrittsleitungen der Turbine, Filter und Sicherheits-Abschaltventil an der Turbine sind in einem Turbinenkanal aus C-Stahl untergebracht, der direkt mit der Cold-Box verbunden ist.

Außerhalb der Cold-Box ist ein Abscheider für das ablaufende LNG für den Fall vorgesehen, dass die Anlage abgeschaltet werden muss. Die verdampfte Flüssigkeit wird der Cold-Box zugeführt.

Das aus der Reinigungsanlage kommende Erdgas tritt in den primären Wärmetauscher ein, wo es gekühlt und verflüssigt und dann in der LNG-Unterkühlung tiefgekühlt wird. Von da wird das LNG in den LNG-Abscheider geleitet, wo die nicht kondensierbaren Gase (hauptsächlich Stickstoff und Wasserstoff gemischt mit anderen Kohlenwasserstoffen) vom LNG-Strom abgetrennt werden. Der an Stickstoff und Wasserstoff reiche Strom wird im HC-WT erwärmt und sodann in der thermischen Nachverbrennung verbrannt. Das flüssige Erdgas wird in die LNG-Lagertanks geleitet.

Für den Ausgleich der Stickstoffleckagen aus den Dichtungen der Verdichter und Turbinen/Booster zurück ins System sowie die Spülung der Fackel-, Entlüftungsleitungen und Ableitungen von Sicherheitsventilen sowie die Inertisierung der Cold-Box inertisiert ist ein kleiner Stickstoffstrom erforderlich.

Die Stickstoffversorgung erfolgt über ein Flüssigstickstoff-Lagersystem. Der für den Ausgleich der Leckagen und die Spülung benötigte Stickstoff wird aus den Tanks entnommen, verdampft und im kryogenen WT der Verflüssigung vorgewärmt.

Das LNG-Produkt wird in den LNG-Lagertanks gelagert. Jeder Tank ist an eine LNG-Verladepumpe angeschlossen, die das LNG vom Tank zum Tankcluster befördert. Das bei der Lkw-Beladung entstehende Boil-Off-Gas wird in den Lagertanks aufgefangen, solange der Druck in den Tanks niedrig genug ist. Steigt der Druck in den Tanks, wird das Boil-Off-Gas in den BOG-Verdichter geleitet und nach der Erwärmung im HC-WT am Eintritt zur Gasaufbereitung wieder ins System zurückgeführt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 7 von 77					Auftraggeber-Dok.-Nr.:
						GTS 24/533

ANHANG A - CHECKLISTE

In den folgenden Tabellen wird für jeden Absatz der Bezugsnorm EN 13645 (Bezugsnorm [1]) die Überprüfung der Konformität des Projekts dargestellt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645							
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht							
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:	
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 8 von 77			GTS 24/533		

[...]

4 – UMWELTAUSWIRKUNGEN

4.1 – Allgemeines

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
<p>Eine Umweltverträglichkeitsprüfung ist durchzuführen, wenn die LNG-Speicherkapazität den in den vor Ort geltenden Vorschriften festgelegten Grenzwert überschreitet. Liegt ein solcher Wert nicht vor, wird ein Grenzwert von 50 t empfohlen.</p> <p>Für die Bewertung der Auswirkungen sind alle Beschränkungen für den Transport von LNG zu berücksichtigen.</p> <p>Alle Emissionen der Anlage, d.h. feste, flüssige (einschließlich Wasser) und gasförmige (einschließlich Geruchsbelästigung), sind zu ermitteln. Es sind Maßnahmen zu ergreifen, um sicherzustellen, dass normale und unfallbedingte Emissionen für Personen, Eigentum, Tiere und Pflanzen unschädlich sind.</p> <p>Gegebenenfalls ist eine Entsorgungsrichtlinie für Abwässer festzulegen. Die Anforderungen an den Umgang mit toxischen Stoffen sind definieren.</p>	Überprüft	<p>Die Umweltverträglichkeitsprüfung hat ergeben, dass die folgenden Anforderungen an die Planung bereits im Projekt umgesetzt wurden:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Bei einer Notabschaltung der Anlage anfallende brennbare Fluide werden über einen Ausbläser abgeleitet; 2 - Bei einem normalen Anlagenstillstand werden nur der Erdgas-Regenerationsverdichter und der BOG-Verdichter druckentspannt und über Ausbläser abgeführt. Der regenerative thermische Oxydator bleibt in Betrieb, um das Abgas der Cold-Box-Verdampfung u. das BOG zu verbrennen; 3 - Bei der Druckentspannung der Anlage nach einem normalen Stillstand zu IH-Zwecken wird das brennbare Gas durch einen mobilen Verdichter zurück oder über eine Bodenfackel abgeführt. Die Bodenfackel wird vom Betreiber entsprechend dem gewählten IH-Verfahren eingeschaltet; 4 - Kontinuierliche CO₂-Ströme und nicht kondensierbare Gase, die im Betrieb aus der Cold-Box entweichen, werden in der regenerativen Thermischen Nachverbrennung verbrannt; 5 - Die relevanten Bestandteile des Abgases aus dem Dampfkessel und der regenerativen Thermischen Nachverbrennung liegen unterhalb der Grenzwerte der TA Luft 2021 und der VDI 3896; 6 - Zur Vermeidung von Gewässerverunreinigungen kommen die AwSV und DWA-A 780-1 zur Anwendung. <p>Angaben zu Schadstoffen, Entlüftungen und Entleerungen finden sich in Dokument 690REZH730001000YDT001 (GTS19/817, Bezugsdokument [16])- Tabelle Schadstoffe, Entlüftungen und Entleerungen.</p>

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645							
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht							
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:	
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 9 von 77			GTS 24/533		

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Jede durch den Betrieb verursachte Zunahme der Aktivitäten ist ebenfalls zu bewerten. Unerwünschte Aktivitäten sind nach Möglichkeit zu verhindern bzw. zu minimieren und einzuschränken. Folgendes sollte Berücksichtigung finden:		
- Lärmpegel;	Überprüft	Die durch die Tätigkeiten entstehenden Geräuschemissionen wurden bewertet; bei der Planung wurden die zulässigen Grenzwerte berücksichtigt.
- Vibrationspegel;	Überprüft	Die bei den Tätigkeiten entstehenden Erschütterungen wurden bewertet; bei der Planung wurden die zulässigen Grenzwerte berücksichtigt.
- Nacharbeit, Wirkung der Beleuchtung;	nicht zutreffend	Vernachlässigbare Wirkung.
- Abfackeln bzw. Abführung von Gas;	Überprüft	Die Wärmestrahlungs- und Gasdispersionswerte der Tätigkeiten wurden bewertet; bei der Planung wurden die in den Kapiteln 5.3.2 und 5.3.3 dieser Norm EN 13645 festgelegten zulässigen Grenzwerte berücksichtigt (Bezugsdokument [1]).
- Erwärmung bzw. Abkühlung von Wasser.	nicht zutreffend	Das Kühlwasser befindet sich in einem geschlossenen Kreislauf; die thermische Energie wird an die Umgebungsluft abgegeben.

4.2 – Immissionsschutz

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Folgendes ist sicher zu kontrollieren:		
- Verbrennungsprodukte aus Verdichterantrieben, Tauchverdampfern, befeuerten Erhitzer zur Regeneration;	Überprüft	Gilt nur für Regenerative Thermische Nachverbrennungsanlage und Dampfkessel. Die Verbrennungsprodukte entsprechen den Vorgaben der TA Luft 2021 und der VDI 3896.
- normales oder unbeabsichtigtes Abführen von Gasen;	Überprüft	Ausbläser und Fackelsystem sind für die sichere Abführung von brennbarem Gas ausgelegt.
- normales oder unbeabsichtigtes Abfackeln von Gasen;	Überprüft	Der Ausbläser verfügt über eine automatische CO ₂ -Löschung für den Fall einer versehentlichen Entzündung des abgeführten Gases. Die Bodenfackel kommt nur bei IH-Arbeiten zum Einsatz.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 10 von 77				GTS 24/533	

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
- ölhaltiges Wasser, das bei der Regeneration der Trocknung oder aus Maschinen kondensiert;	Überprüft	Der Ölkreislauf der Maschinen ist mit einem Tropfblech ausgestattet, um die Leckagen aufzufangen. Die Entleerungsleitung für ölhaltiges Wasser aus dem Instrumentenluftverdichter ist mit einem Ölabscheider ausgestattet.
- bei wassergekühlten Anlagen die Verunreinigung des Wassers durch Kohlenwasserstoffe aus undichten Wärmetauscherrohren;	Überprüft	Das Wasser in den Kühlern des Regenerationsgasverdichters und des BOG-Verdichters sowie im Erdgas-Regenerationskühler wird in einem geschlossenen Kreislauf geführt. Das Wasser in den Wannen des HC-WT und der Erdgas-Regenerations-WT wird im Betrieb nicht abgelassen.
- Entsorgung von Abfallprodukten (Chemikalien, Altöl und chlorierte organische Verbindungen);	Überprüft	Die Entsorgung der Abfälle erfolgt in Übereinstimmung mit den geltenden gesetzlichen Vorschriften. Das Abfallmanagementsystem wird in der nächsten Planungsphase detailliert erarbeitet.
- Verdampferwasser;	nicht zutreffend	In der Anlage ist keine Wasserverdampfung vorgesehen.
- geruchsbildende Chemikalien.	nicht zutreffend	Eine Geruchsbildung findet bei diesem Verfahren nicht statt.
Der Standard der Emissionskontrolle muss mindestens den in den vor Ort geltenden Vorschriften festgelegten Spezifikationen entsprechen.	Überprüft	Es gelten die folgenden Vorschriften: TA Luft 2021 und VDI 3896 sowie AwSV und DWA-A 780-1.

4.3 – Boil-off-/Flash-Gas-Management

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Ein kontinuierliches Abfackeln oder Entlüften ist zu vermeiden. Boil-off-Gas kann in einem Verflüssigungsprozess rückgeführt oder in das abströmende Gas eingespeist werden, um Abgase während des normalen Betriebs zu vermeiden.	Überprüft	Ein Boil-Off-Gas-Verdichter führt das Gas zum Eintritt zurück wo es mit dem Speisegas gemischt wird, siehe Projekt-R+IDs. Nr. 520 REZH700001000 SRI002 dargestellt (I20784, Bezugsdokument [10]). Nur der nicht kondensierbare Strom mit hohem Stickstoff- und Wasserstoffgehalt wird über die Regenerative Thermische Nachverbrennung verbrannt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 11 von 77				Auftraggeber-Dok.-Nr.:	
					GTS 24/533	

4.4 – Externe Kommunikationsnetze

	Konformitäts- prüfung	ANMERKUNGEN
Das Verkehrsaufkommen auf externen Straßen, Schienen und Wasserwegen in der Nähe der LNG-Anlage ist zu ermitteln.	Überprüft	Für die LNG-Verflüssigungsanlage wurde eine ausreichende Verkehrsinfrastruktur festgestellt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 12 von 77				GTS 24/533	

5 – SICHERHEITSKONZEPT

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
<p>LNG-Anlagen müssen so ausgelegt werden, dass die Risiken für Leben und Sachwerte sowohl innerhalb als auch außerhalb der Anlage auf ein Mindestmaß begrenzt werden. Während der Planung der Anlage oder während größerer Änderungen ist ein Sicherheitsmaßnahmeplan aufzustellen, wenn die Lagerkapazität für LNG den in den einschlägigen Vorschriften festgelegten Grenzwert überschreitet. Wenn ein solcher Wert nicht vorliegt, wird ein Grenzwert von 501 als angemessen angesehen.</p> <p>Der Sicherheitsmaßnahmeplan muss Aufschluss über die möglichen Risiken sowie die Einschätzung der möglichen Folgen geben. Er muss auch die Maßnahmen enthalten, die vom Bedienungspersonal durchzuführen sind, um die Risiken möglicher Störfälle zu kontrollieren.</p> <p>Mit der Umsetzung des Sicherheitsmaßnahmeplans ist so früh wie möglich zu beginnen. Wenn bei der Auslegung der Anlage weitere unhaltbare Risiken festgestellt werden, ist eine entsprechende Revision vorzunehmen.</p> <p>Eine Gefährdungs- und Betriebsfähigkeits-Studie (HAZOP-Studie = Hazard and operability study) oder eine gleichwertige Maßnahme ist durchzuführen, um Gefährdungen festzustellen und zu beseitigen oder auf ein Mindestmaß zu begrenzen.</p> <p>Im Anhang A wird ein schematisches Anlagendiagramm für den Prozess einer LNG-Satelliten- und -Tankanlage vorgestellt. Es ist vereinfacht und nicht direkt auf ein tatsächliches Projekt anwendbar.</p>	<p>Überprüft</p>	<p>Es wurde eine Analyse der Unfallszenarien durchgeführt, um die Sicherheitsabstände zu ermitteln, die innerhalb der Anlage (z. B. zwischen Verfahrenstechnik, Lager und Gebäuden) und zu den Anlagengrenzen einzuhalten sind, und die gemäß den in Abschnitt 5.3 von Bezugsdokument [1] ermittelt wurden. Die Analyse ist in Anhang B und C dargestellt.</p> <p>Es wurde eine HAZOP-Analyse durchgeführt (Bezugsdokument [20]).</p> <p>Der Ausbläser wird in Notfällen sowie für die Druckentspannung des Erdgas-Regenerationsverdichters und des BOG-Verdichters im Rahmen einer planmäßigen Abschaltung verwendet. Die Strahlungsgrenzwerte gemäß Abs. 5.3.2 von Bezugsdokument [1] werden gemäß dem Dokument („Erklärung zu Entlüftung, Fackel und thermischer Nachverbrennungsanlage“) (<i>“Vent, Hot Flare and Thermal Oxidizer Declaration”</i>) (Bezugsdokument [19]) auf die Verfahrenstechnik, Gebäude und Lagerbehälter angewendet</p>

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 13 von 77			GTS 24/533	

6 – ALLGEMEINE SICHERHEITSMASSNAHMEN

6.1 – Leckagen und Auslaufschutz

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
6.1.1 – Leckerkennungssystem		
Korrekte Auslegung, Herstellung, Bau und Betrieb reduzieren Quantität und Häufigkeit von Austritten entflammbarer Gase. An Stellen, an denen Undichtigkeiten auftreten und zu ernst zu nehmenden Ereignissen führen könnten, muss der Einbau fester Leckerkennungssysteme, die Leckstellen stoppen, betroffene Anlagenteile isolieren und potentielle, in der Nähe befindliche Zündquellen ausschalten, in Betracht gezogen werden.	Überprüft	Die Anlage ist mit einer Brandmelde- und Gaswarnanlage (F&G-System) ausgestattet, die auf den folgenden Detektortypen basiert, die über den gesamten Bereich verteilt sind: <ul style="list-style-type: none"> - Detektoren für brennbare Gase - Flammendetektoren - Ultraschalldetektoren - Thermoelemente - Detektoren für sauerstoffarme Atmosphäre - Rauchmelder Detaillierte Beschreibung der Funktionsweise der Melder/Detektoren und Einbauorte, siehe Dok. Nr. 520REZH690010001RBA001 (GTS24/525) - Prozess- und Betriebsbeschreibung der Anlage, 140REZH690010001PEX001 (AA120) - Anordnung der Notaus-Taster und Brand- und Gasmelder sowie 140REZH690010001PFS001 (SWDS 271/5) - Ursache-Wirkungs-Matrix (Bezugsdokument [13], [17] und [9]).
6.1.2 – Rohrleitungen und Ausrüstung		
Die durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Kontraktions- und Dehnungsprozesse können eine Ermüdung von Metallen hervorrufen und signifikante Spannungen in Rohrleitungen und Ausrüstungsteilen erzeugen, die zum Bruch führen können. Um dieses Risiko zu vermeiden oder die Folgen zu begrenzen, sollten die folgenden Maßnahmen ergriffen werden:		
- Die Anzahl der Rohrleitungsflansche sollte so gering wie möglich gehalten werden. Es sind möglichst Einschweißarmaturen einzusetzen;	Überprüft	Die Anzahl der Flansche in den Rohrleitungen wurde auf ein Minimum reduziert. Bei LNG- und BOG-Rohrleitungen sind Ventile/Armaturen mit Stumpf- bzw. Muffenschweißung ausgeführt.
- die Auslässe von Sicherheitsventilen sind so anzuordnen, dass Gefährdungen auf ein Mindestmaß begrenzt werden. Bei einer strahlartigen Freisetzung des Gases darf der Strahl weder auf die angrenzenden Anlagenteile noch auf Menschen treffen;	Überprüft	Überdruckventile werden über Sammler in die Kaltentlüftung entspannt. (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).
- die Auslegung der Rohrleitungen muss sämtliche Betriebszustände berücksichtigen;	Überprüft	Bei der Auslegung der Rohrleitungen sind alle Betriebsbedingungen berücksichtigt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 14 von 77			GTS 24/533	

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
- die Anlagen sind so auszulegen, dass der Betriebsdruck möglichst selten den Ansprechdruck der Sicherheitseinrichtungen erreicht;	Überprüft	Die Auslegungsbedingungen werden unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen festgelegt, um ein übermäßig häufiges Ansprechen der Sicherheitsventile zu vermeiden. Darüber hinaus ist ein System zur Rückführung von Boil-off-Gasen vorgesehen (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I 20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).
- für LNG sind Pumpen mit Spezialdichtungen oder Tauchpumpen einzusetzen	Überprüft	In dem Projekt werden Tauchfasspumpen berücksichtigt.
- oberirdische Behälter sind im Freien aufzustellen	Überprüft	Oberirdische Behälter sind auf freier Fläche installiert. (Dok. Nr. 900REZH690001000PLY001, I20783 - Anordnungsplanung, Bezugsdokument [14]).
- Anlagen, die brennbare Medien führen, sind nach Möglichkeit immer im Freien zu installieren, es sei denn, dies ist aus klimatischen oder Wartungsgründen nicht möglich. In einigen Fällen kann die Ausrüstung auch in geschlossenen Bereichen untergebracht werden, beispielsweise um geringe Mengen an freigesetztem Gas frühzeitig nachweisen zu können oder einen Hochdruckstrahl einzudämmen. In diesem Fall sollte der umgebende Raum ausreichend belüftet werden. Der notwendige Luftaustausch ist durch entsprechende Untersuchungen festzulegen;	Überprüft	Erdgasführende Anlagentechnik ist in offenen Bereichen installiert, mit Ausnahme von Dampfkesseln (Dok. Nr. 900REZH690001000PLY001, I20783 - Anordnungsplanung, Bezugsdokument [14]).
- Rohrdurchführungen in Betonwänden müssen eine ungehinderte Ausdehnung zulassen.	Überprüft	Bestätigt. Die Spannungsanalyse der Rohrleitungen wird in der nächsten Auslegungsphase durchgeführt.
Unzugängliche Teile von Rohrleitungen sind besonders gegen Korrosion zu schützen.	Überprüft	Bestätigt. Alle Rohrleitungen sind mit einem Anstrichsystem gemäß ISO 12944 - Teil 2 & 5 - Korrosivitätsklasse C3 für eine erwartete Mindesthaltbarkeit H versehen. Kryo-Rohrleitungen sind nicht lackiert, da sie aus Edelstahl sind.
In druckführenden Leitungen dürfen undichte Ventile oder Anschlüsse nur mit geeigneten Werkzeugen und Verfahren abgedichtet werden.	Überprüft	Bestätigt. Beim Einsatz von brennbaren Fluiden dürfen nur funkenfreie Werkzeuge verwendet werden.
6.1.3 – Auffangbecken		
Für den Fall, dass Leckagen von brennbaren Flüssigkeiten aus oberirdischen Behältern möglich sind, sind diese durch Wälle aufzufangen. Ausgetretene brennbare Flüssigkeiten dürfen in offenen Rinnen in ein Auffangbecken abgeleitet werden.	Überprüft	Die LNG-Lagertanks befinden sich in einem Betonbecken mit einer Aufkantung und einem ausreichenden Gefälle, um eventuelle Leckagen in einem mit einem Siphon ausgestatteten Ablauf zu führen.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 15 von 77			GTS 24/533	

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Das Auffangbecken ist so auszulegen, dass die brennbaren Flüssigkeiten nicht in das Abwassersystem gelangen können.	Überprüft	Es sind Abläufe mit Siphon vorgesehen, um zu verhindern, dass das verflüssigte Erdgas in das Entwässerungssystem gelangen kann. Im Falle einer Freisetzung von verflüssigtem Erdgas gefriert das Wasser im Siphon und verhindert den weiteren Ablauf des LNG.
Es ist zu prüfen, inwieweit Auffangbecken mit Detektoren ausgestattet werden müssen, um Undichtigkeiten festzustellen und die Verdampfungsrate im Auffangbecken zu kontrollieren. Das Auffangbecken kann in Sektionen unterteilt werden, um ein Verdampfen des LNG und somit die Gasemission in die Atmosphäre zu verringern.	Überprüft	Im Inneren des Beckens sind ein Melder für brennbare Gase und ein Tieftemperaturmelder installiert. Bei Aktivierung dieser Melder wird die Anlage (einschließlich der Lkw-Ladebuchten) abgeschaltet und die Tanks werden abgesperrt.
Wenn ein Rohr durch die Wandung eines Auffangbeckens hindurchgeführt wird, muss die Durchführung mit einem geeigneten System abgedichtet werden.	Überprüft	Bestätigt.
6.1.4 – Schutz gegen tiefe Temperaturen		
Beim Auftreten einer Undichtigkeit kann es zu einer Berührung zwischen der tiefkalten Flüssigkeit und den angrenzenden Anlagenteilen aus Metall kommen, was zu einer Versprödung dieser Teile führen kann. Geeignete Maßnahmen, um schwerwiegende Schädigungen zu verhindern, können in der Auswahl geeigneter Konstruktionswerkstoffe oder in einem Versprödungsschutz, beispielsweise durch Dämmung, bestehen.	Überprüft	Die Rohrleitungen und Behälter für den kryogenen Betrieb bestehen aus austenitischem Edelstahl, der für niedrige Temperaturen geeignet ist. Darüber hinaus sind im Auffangbecken der LNG-Tanks Niedrigtemperaturdetektoren vorgesehen, die eine Abschaltung und Druckentspannung der Anlage einleiten.
6.1.5 – Absperrarmaturen		
Bei Druckbehältern, die brennbare Flüssigkeiten, beispielsweise als Kältemittel eingesetzte Kohlenwasserstoffe, und LNG enthalten, sind in unmittelbarer Nähe der Entleerungsstutzen Absperrarmaturen vorzusehen. Diese Absperrarmaturen müssen ferngesteuert durch ein automatisches Not-AUS-System oder manuell verschließbar sein.	Überprüft	Die Notabschaltventile an den Flüssigkeitsauslässen der Lagertanks sind in der Nähe der Tanks im Inneren des Auffangbeckens installiert und werden vom ESD-System ferngesteuert.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 16 von 77			GTS 24/533	

6.2 – Absicherung gegen Überdruck

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Sicherheitseinrichtungen sind so auszulegen, dass in keinem Fall, auch nicht durch äußeres Feuer, Überdruck entstehen kann. Das aus Überdruckventilen von Behältern und Verdampfern entweichende Gas sollte sicher direkt in die Atmosphäre geleitet werden. In Fällen, in denen dies nicht sicher möglich ist, ist das Gas über einen Kamin oder eine Fackel abzuleiten.	Überprüft	Für einen Außenbrand ausgelegtes Sicherheitsventil. Über Sicherheitsventile entspannte Gase werden über Sammler in Richtung Ausbläser abgeführt. (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I 20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10])
Bei anderen Einrichtungen ist das austretende Gas in das Fackel-/Abblasesystem oder zu den Lagerbehältern zu leiten. Wenn die Risikoanalyse und die Umweltverträglichkeitsbewertung aufzeigen, dass die Folgen eines direkten Abblasens in die Atmosphäre vertretbar sind, ist eine Verbindung mit dem Fackel-/Abblasesystem nicht zwingend notwendig.	Überprüft	Die Sicherheitsventile sind über Sammler an die Ableitung zum Ausbläser angeschlossen. (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]) Bei einem normalen Anlagenstopp wird das brennbare Fluid nicht entspannt. Ausgenommen sind der Erdgas-Regenerationsverdichter und der BOG-Verdichter, für die eine Druckentspannung vorgesehen ist. Bei Instandhaltungsarbeiten wird das brennbare Fluid über die Fackel abgeleitet.
Wenn keine Feuerdämmung oder Sprinkleranlage vorhanden ist, werden automatische oder halbautomatische Notentspannungssysteme empfohlen. Es sind Absperrarmaturen einzubauen, die von der Messwarte oder einem anderen Standort außerhalb des Anlagenbereichs angesteuert werden, mit denen empfindliche Anlagenteile abgesperrt werden können.	Überprüft	Die Prozessabschnitte sind durch automatische Armaturen des Notaus-Systems isoliert. Die Gasaufbereitungs- (CO ₂ -Entfernung und Trocknung) und Verflüssigungsabschnitte werden durch den Eingriff des Notaus-Systems automatisch druckentlastet. Für die Beschreibung des Notaus-Systems siehe Dok. Nr. 520REZH690010001RBA001 (GTS24/525) - Anlagenprozess- und Betriebsbeschreibung (Bezugsdokument [13])

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 17 von 77				GTS 24/533	

6.3 – Brandschutz

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Brandschutzeinrichtungen müssen auf jeden Fall über Pulverlöscher verfügen. Sie müssen die Reaktionszeit sowie die vorhanden Feuerbekämpfungseinrichtungen der örtlichen Feuerwehr berücksichtigen.	Überprüft	Eine Feuerlöschanlage ist vorgesehen und entsprechend den vor Ort geltenden Vorschriften ausgelegt. Aktualisierung der Planung (Stand 29.05.2024): Die Auffangwanne der beiden LNG-Tanks wird mit einer Schaumglasauflage ausgestattet, um die Wärmestrahlung bei einem LNG-Brand unter den zulässigen Maximalwerten zu halten.
Vorwarnsysteme wie z. B. Feuermelder zum Einschlagen, Telefone, Personensuchsysteme, Videoüberwachung und Sirenen können eingesetzt werden.	Überprüft	Die Anlage kann ferngesteuert werden. Videoüberwachung und ein internes Kommunikationssystem sind vorgesehen.
Es sind Maßnahmen gegen das Einfrieren der Löschwassersysteme vorzusehen.	Überprüft	Das Löschwassernetz wird unterirdisch verlegt, um ein Einfrieren zu verhindern.
Wenn mehr als 50 t LNG gelagert werden, müssen auch Schaumerzeuger für die Auffangbecken des Behälters, falls vorhanden, installiert sein. Alternativ dazu kann auch ein anderes, überprüfbares System eingesetzt werden, bei dem Material wie z. B. Schaumglas verwendet wird, das auf der LNG-Oberfläche schwimmt und so seine Verdampfung reduziert, um die Wärmestrahlung eines LNG-Brands unter den in 5.3 aufgeführten Maximalwerten zu halten.	Überprüft	Die Auffangwanne der beiden LNG-Tanks wird mit einer Schaumglasauflage ausgestattet, um die Wärmestrahlung bei einem LNG-Brand unter den zulässigen Maximalwerten zu halten.

6.4 – Eingeschlossene Bereiche

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Gänzlich oder teilweise eingeschlossene Bereiche, wenn nicht bei der Auslegung der Anlage (siehe 6.1.2, Rohrleitungen und Ausrüstung) bewusst vorgesehen, müssen, soweit möglich, vermieden werden, insbesondere gilt:		
- Erdgas- und LNG-Rohrleitungen sollten nicht in geschlossenen Kanälen verlegt werden;	Überprüft	Gas- und LNG-Rohrleitungen sind nicht in geschlossenen Kanälen verlegt.
- wenn sich unter einem oberirdischen Behälter Freiraum befindet, muss dieser so groß sein, dass eine Luftzirkulation möglich ist;	Überprüft	Die vertikalen oberirdischen Tanks befinden sich in einem offenen Bereich, der eine Luftzirkulation ermöglicht.
- Kabelgräben, Kabelwannen u. ä. sind mit verdichtetem Sand zu Verfälen und mit flachen Betonplatten mit Lüftungslöchern abzudecken.	Überprüft	Die Anforderung findet für Kanäle innerhalb des prozesstechnischen Bereichs Anwendung, in dem Erdgas und LNG vorhanden sind.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645							
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht							
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:	
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 18 von 77				GTS 24/533	

6.5 – Not-AUS

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Es ist ein von der Prozesssteuerung unabhängiges Not-AUS-System vorzusehen.	Überprüft	Ein vom Leitsystem unabhängiges Notabschaltsystem ist vorgesehen. Es wird durch die Brand-/ Gasmeldeanlage (F&G-System) und durch die Drucktaster im Anlagenbereich und im Leitstand aktiviert. (Siehe Dok. 520REZH690010001RBA001, GTS24/525 - Anlagenprozess- und Betriebsbeschreibung und 140REZH690010001PEX001 (IAA120) - Anordnung der Notaus-Taster und Brand- und Gasmelder, Bezugsdokument [17]).
Bei nicht ständiger Anwesenheit des Betriebspersonals ist ein automatisches System erforderlich.	Überprüft	Ein vom Leitsystem unabhängiges Notabschaltsystem ist vorgesehen. Bei Abwesenheit von Personal wird es durch die Brand-/ Gasmeldeanlage (F&G-System) aktiviert (siehe Dok. GTS24/525 - Anlagenprozess- und Betriebsbeschreibung und 140REZH690010001PEX001 (IAA120) - Anordnung der Notaus-Taster und Brand- und Gasmelder, Bezugsdokument [13] und [17]).
Es ist ein Abschaltssystem vorzusehen, das eine Kaltversprödung von nach dem Verdampfer installierten Rohrleitungen verhindert.	Überprüft	Das Erdgas wird in der flüssigen Phase gespeichert und abtransportiert und nicht für den Abtransport in den gasförmigen Zustand gebracht. Ein Niedrigtemperaturschutz ist dem HC-WT nachgeschaltet, um das Boil-off-Gas aufzuwärmen.

6.6 – Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Vor Inbetriebnahme einer Anlage sind die in den einschlägigen Vorschriften festgelegten Abnahmeversuche von zugelassenen Testingenieuren oder Experten durchzuführen.	Überprüft	Bestätigt. Bei der Inbetriebnahmeprüfung wird die benannte Stelle anwesend sein.
Alle drucktragenden Anlagenteile sind entsprechend den einschlägigen Vorschriften oder den Herstellerangaben einer Druck- und Dichtheitsprüfung zu unterziehen.	Überprüft	Bestätigt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 19 von 77				GTS 24/533	

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Die Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme ist bei der Auslegung festzulegen. Entleerungsleitungen sind so auszulegen, dass eine Spülung und vollständige Trocknung der Hauptkomponenten und der Isolationsräume möglich wird.	Überprüft	Die Inertisierung mit Stickstoff ist vor der Inbetriebnahme und nach einer Notentspannung vorgesehen.
Sämtliche Leitungen sind bei Betriebsaufnahme zu inertisieren.	Überprüft	Das N2-Verteilungsnetz ist zur Inertisierung an die Prozessleitungen angeschlossen. (Dok. Nr. 520 REZH70000 1000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).

6.7 – Inspektion

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Die Prüfung ist unter Beachtung aller einschlägigen Normen und Regelwerke durchzuführen.	Überprüft	Bestätigt.
Oberirdische Behälter sollten so installiert werden, dass eine allseitige Außeninspektion möglich ist. Für die Wartung und Reinigung sollte um die Behälter herum ein Mindestabstand von 1,5 m eingehalten werden.	Überprüft	Die LNG-Tanks sind in einem Betonbecken untergebracht, das über eine Treppe zugänglich ist. Um jeden Behälter herum ist ein Wartungsbereich von mindestens 1,5 m gewährleistet.
Die Abstände zwischen den Inspektionen der Ausrüstungsteile von LNG-Behältern dürfen 3 Jahre nicht überschreiten.	Überprüft	Die Inspektionsanforderungen im Betrieb werden gemäß den vor Ort geltenden Vorschriften angewandt.
Die periodische Prüfung muss mindestens die folgenden Bestandteile der Ausrüstung abdecken:		
- Sicherheitseinrichtungen gegen Überdruck;	Überprüft	Die Inspektionsanforderungen im Betrieb werden gemäß den vor Ort geltenden Vorschriften angewandt.
- Sicherheits-Abschaltssysteme;	Überprüft	Die Inspektionsanforderungen im Betrieb werden gemäß den vor Ort geltenden Vorschriften angewandt.
- Sicherheitsarmaturen;	Überprüft	Die Inspektionsanforderungen im Betrieb werden gemäß den vor Ort geltenden Vorschriften angewandt.
- Messgeräte;	Überprüft	Die Inspektionsanforderungen im Betrieb werden gemäß den vor Ort geltenden Vorschriften angewandt.
- Steuereinrichtungen.	Überprüft	Die Inspektionsanforderungen im Betrieb werden gemäß den vor Ort geltenden Vorschriften angewandt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 20 von 77			GTS 24/533	

6.8 – Personal

	Konformitäts- prüfung	ANMERKUNGEN
Das in der Anlage tätige Personal muss die erforderlichen Qualifikationen besitzen. Insbesondere muss es im Umgang mit LNG und Erdgas vertraut sein.	Überprüft	Vor und während der Inbetriebnahme ist eine spezielle Schulung für das Bedienpersonal vorgesehen.
Die erforderlichen Qualifikationen sind im Sicherheitsplan festgelegt.	Überprüft	Vor und während der Inbetriebnahme ist eine spezielle Schulung für das Bedienpersonal vorgesehen.
Bei der Einstellung und auch während der Anstellung sind periodisch entsprechende Schulungen durchzuführen.	Überprüft	Vor und während der Inbetriebnahme ist eine spezielle Schulung für das Bedienpersonal vorgesehen.
Das nicht für den Betrieb der Anlage zuständige Personal muss eine angemessene Sicherheitsunterweisung erhalten.	Überprüft	Vor und während der Inbetriebnahme ist eine spezielle Schulung für das Bedienpersonal vorgesehen.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645							
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht							
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:	
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 21 von 77				GTS 24/533	

7 – AUSLEGUNG VON BEHÄLTERN

7.1 – Allgemeines

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Kryobehälter für die Lagerung von LNG sind nach den geltenden Normen und Regelwerken auszulegen.	Überprüft	Bestätigt. LNG-Tanks sind gemäß EN13458 projektiert (Bezugsdokument [1]).
In Anhang C sind einige Beispiele für die Auslegung von Druckbehältern aus Stahl dargestellt. Andere Konzepte wie beispielsweise Behälter, die unter Atmosphärendruck stehen, werden in diesem Anhang nicht behandelt, weil sie aus wirtschaftlichen Gründen im Allgemeinen nicht zur Lagerung kleiner LNG-Mengen eingesetzt werden. Sie sind jedoch nicht von dieser Norm ausgeschlossen	Überprüft	Bei den LNG-Lagertanks handelt es sich um vertikale Tanks mit einem Fassungsvermögen von 200 m ³ , die vakuumisoliert und in einem Betonbecken installiert sind. Die vorgesehene Verdampfungsrate liegt zwischen 0,1 und 0,2 %/Tag.

7.2 – Isolierung

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Zur Wärmeisolierung sind die in EN 1160:1996 definierten Baustoffe zu verwenden.	Überprüft	Bestätigt. Folgende Materialien werden verwendet: - Perlit für vakuumisolierte Behälter und Rohrleitungen; - Glaswolle oder Steinwolle zur Wärme- und Kälteisolierung.
Die Außenhülle des Behälters, die der Atmosphäre ausgesetzt ist (Metall- oder Betonoberfläche), muss so ausgelegt werden, dass ein Eindringen von Oberflächenwasser oder von Feuchtigkeit aus der Atmosphäre verhindert wird. Feuchtigkeit könnte zu Korrosionsproblemen und zur Alterung der Wärmedämmung und des Betons führen.	Überprüft	LNG-Tanks sind vakuumisoliert. Der Außenmantel ist vollständig verschweißt und dicht.

7.3 – Fundamente

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Fundamente sind nach anerkannter Ingenieurpraxis auszulegen und seismische Belastungen, wenn erforderlich, zu berücksichtigen. Ihre Auslegung muss Verschütten von LNG, Brandeinwirkung sowie deren mögliche Dauer berücksichtigen.	Überprüft	Die Fundamente sind für den Austritt von LNG und die Brandgefahr ausgelegt, wie in Dok.-Nr. 422REZH030001001PLY001 vorgegeben.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 22 von 77				GTS 24/533	

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Ein durch LNG verursachtes Einfrieren des Bodens unter dem Behälter unter normalen Bedingungen ist zu vermeiden. Bei unterirdischen Behältern werden Einrichtungen zur Messung der Bodentemperatur und unterirdische Heizungen empfohlen.	Überprüft	Oberirdischer Behälter, der sich in einem offenen Bereich befindet und auf Füßen installiert ist. Ein Einfrieren des Bodens ist nicht möglich, da keine Wärmeübertragung vom Innenbehälter auf den Außenmantel und die Beine stattfindet.

7.4 – Instrumentierung

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Es ist eine ausreichende Instrumentierung vorzusehen, damit der LNG-Behälter sicher in Betrieb genommen, betrieben und außer Betrieb genommen werden kann. Sie muss mindestens Folgendes beinhalten:		
- Füllstand: Der Behälter ist mit zwei unabhängigen Systemen auszustatten, eines davon mit ständiger Anzeige;	Überprüft	Bestätigt. Bereitstellung von zwei unabhängigen Gebern zur Füllstandsmessung (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).
- Druck: Oberhalb des höchsten Füllstandes ist ein Druckmessgerät anzubringen, das eine ständige Anzeige liefert.	Überprüft	Bestätigt. Bereitstellung eines Druckmessumformers mit örtlicher Anzeige, der an der Oberseite des Innenbehälters angeschlossen ist. (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).
Der Isolierraum des Behälters, z. B. bei doppelwandigen Behältern mit flachem Boden, kann mit Temperaturmessgeräten ausgestattet werden.	nicht zutreffend	Nicht auf vakuumisolierte Behälter anwendbar
Die folgenden Maßnahmen sind sicherzustellen:		
- generell sollte eine Wartung der Messgeräte auch während des Normalbetriebs des Behälters möglich sein;	Überprüft	Einbauort und Positionierung der Messungen sind so gewählt, dass Wartungsarbeiten möglich sind. Jedes Instrument ist mit einem Ventil ausgestattet. Die doppelten Füllstandsgeber und die doppelten Druckgeber ermöglichen die kontinuierliche Überwachung von Füllstand und Druck. Doppelte Sicherheitsventile mit Bypass sind installiert, um den Tank im Falle einer Wartung der Sicherheitsventile stets geschützt zu halten.
- eine Außerbetriebnahme des Behälters zur Wartung der Messgeräte ist durch entsprechende Auslegung zu vermeiden. Wenn trotzdem eine Außerbetriebnahme dafür erforderlich ist, müssen die Messgeräte eine ausreichende Redundanz aufweisen:	Überprüft	Bestätigt. Siehe Punkt oben.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 23 von 77				GTS 24/533	

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
- Grenzwert-Sensoren mit Sicherheitsfunktion (Druck, LNG-Füllstand usw.) müssen von dem Messgerät unabhängig sein;	Überprüft	Bestätigt (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).
- Messwerte sind an die Steuereinheit weiterzuleiten;	Überprüft	Bestätigt (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).
- ein Alarm ist der bedienenden Person, die sich vor Ort oder an einem davon entfernten Ort befinden kann, direkt zu übermitteln.	Überprüft	Meldungen laufen in Leitwarte vor Ort auf. Komplettes Leitsystem für Fernsteuerung ausgelegt.

7.5 – Absicherung gegen Überdruck

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Der Dampfraum des Behälters muss für den Ernstfall an eine Fackel oder ein Entlüftungssystem, an Sicherheitsventile und ggf. an eine Berstscheibe angeschlossen sein, damit in folgenden Situationen eine Ableitung des austretenden Gases möglich ist:		
-Verdampfen infolge Wärmezufuhr;	Überprüft	Sicherheitsventile sind für externe Feuer ausgelegt und für die Entspannung an Sammler angeschlossen (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema.
-Verdrängen beim Füllen des Behälters;	Überprüft	Die Sicherheitsventile sind für eine Verdrängung bei prozessseitiger Befüllung und Abführung über Kaltentlüftung ausgelegt.
-Entspannungsverdampfung beim Füllen;	Nicht zutreffend	LNG wird tiefkalt eingelagert.
-Änderung des atmosphärischen Drucks;	Nicht zutreffend	LNG wird unter Druck eingelagert.
-Rücklauf von einer Tauchpumpe.	Überprüft	Sicherheitsventile sind für Abkühlen der Pumpe und Abführung über Kaltentlüftung ausgelegt.
Der Behälter ist mit mindestens einem Sicherheitsventil und einer Berstscheibe oder zwei Sicherheitsventilen auszustatten. Das Abblasen erfolgt direkt an die Atmosphäre, außer in Fällen, wo die Gasfreisetzung in einem Notfall zu einer unerwünschten Situation führt. In diesem Fall sind die Abblasearmaturen in das Fackel- oder Abblasesystem einzubinden. Beide Abblasearmaturen sind so auszuliegen, dass das Versagen einer der Armaturen ausgeglichen werden kann.	Überprüft	Jeder Behälter ist mit 2 Sicherheitsventilen und zwei 2 Ersatzventilen ausgestattet, die durch ein Umleitungsventil getrennt sind und in den Sammler zur Entspannung geführt werden (Dok. Nr. 520REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 24 von 77				GTS 24/533	

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
<p>Wenn eine Berstscheibe oder ähnliches eingebaut wird, muss sie so ausgelegt werden, dass:</p> <ul style="list-style-type: none"> — sie während des Betriebes ersetzt werden kann; — keine Teile der Berstscheibe in den Behälter fallen; — keine Teile der Berstscheibe andere Teile des Behälters beschädigen. <p>Bei einem Bruch der Berstscheibe müssen möglicherweise vorhandene Boil-off-Gasverdichter automatisch abschalten.</p>	Nicht zutreffend	Es ist keine Berstscheibe vorgesehen.

7.6 - Auffangbecken

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
<p>Üblicherweise werden ein Lagerbehälter und seine Ausrüstung so ausgelegt, dass in störungsbedingten Situationen ein vollständiger Verlust der Flüssigkeit verhindert wird. Es können beispielsweise Absperrventile in Flüssigkeit führenden Rohren, die mit einem Druckbehälter verbunden sind, möglichst nahe am Behälter angeschweißt werden.</p> <p>So kann die Kapazität des Auffangbeckens eines Behälters, falls erforderlich, auf einen kleinen Teil des Behälter-inhalts beschränkt werden. Wenn ein vollständiges Austreten der Flüssigkeit nicht ausgeschlossen werden kann, muss die Kapazität des Beckens mindestens der zugehörigen Behälterkapazität entsprechen, wenn dies nicht in einschlägigen Vorschriften anders festgelegt ist.</p>	Überprüft	Das Fassungsvermögen des Beckens ist so bemessen, dass es die gesamte Flüssigkeit <u>eines</u> (1) Tanks aufnehmen kann. Notaus-Ventile am Flüssigkeitseintritt sind innerhalb des Beckens nahe an den Lagertanks installiert und werden über die Notabschaltung ferngesteuert.
Die Becken von zwei Behältern dürfen nebeneinander liegen. Eine Vertiefung im Boden kann als Auffangbecken dienen, wenn deren Eigenschaften dafür geeignet sind.	Überprüft	Für die Lagertanks ist ein gemeinsames Auffangbecken mit unterschiedlichem Gefälle vorgesehen, um ein Abfließen der freigesetzten Flüssigkeit in die an den gegenüberliegenden Rändern des Beckens gelegenen Siphonablauf zu erleichtern.
Der Boden des Auffangbeckens kann mit einer Isolationsschicht abgedeckt oder mit besonderen Baustoffen hergestellt werden, um die Verdampfung auf ein Mindestmaß zu begrenzen. Er darf weder von Kies bedeckt noch von Pflanzen bewachsen sein (siehe dazu EN 12066). Auch andere Maßnahmen zur Begrenzung der Verdampfung und zur Verminderung der Strahlungsintensität von entzündetem, verschütteten LNG können berücksichtigt werden.	Überprüft	Der Boden des Beckens ist aus Beton und undurchlässig.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 25 von 77			GTS 24/533	

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Regen- oder Löschwasser, das sich im Becken sammeln könnte, ist auf geeignete Weise abzuleiten, ohne dass verschüttetes LNG mit entfernt wird.	Überprüft	Bereitstellung eines Siphonablaufs, der die Ableitung von Regenwasser ermöglicht, ohne dass LNG in das Abwassersystem gelangt, da das Wasser im Falle einer LNG-Freisetzung plötzlich im Siphon gefriert.
Die Krone von Auffangdeichen darf nur so hoch sein, dass ein sicheres Eingreifen der Feuerwehr möglich ist und ein übermäßiges Einschließen von Dampf vermieden wird.	Überprüft	An der Wand des Beckens sind Zugangsleitern für Überwachungs-/Wartungsarbeiten im Beckeninnern vorgesehen.

7.7 – LNG-Förderung

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
LNG kann mit einer Pumpe aus dem Behälter gefördert werden oder indem der Druck im Gasraum erhöht wird, um die Flüssigkeit aus dem Behälter herauszudrücken. Der Druck kann mit Hilfe eines luftbeheizten LNG-Verdampfers erzeugt werden.	Überprüft	Das Umpumpen von LNG erfolgt mit einer externen Verladepumpe (Tauchpumpe).

7.8 – Überlauf

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Ein Überlaufen beim Befüllen eines Anlagenbehälters ist durch ein automatisches System zu vermeiden. Andernfalls muss ein von den örtlichen Behörden genehmigter Überlauf installiert werden, der so ausgelegt ist, dass er die maximale Fördermenge der zum Füllen des Behälters eingesetzten Pumpen ableiten kann, ohne eine Schädigung der Behälterstruktur hervorzurufen.	Überprüft	Eine Füllstandsmeldung ‚hoch‘ am Lagerbehälter führt zum Schließen des Ventils in der Zulaufleitung (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).
Wenn ein Überlaufrohr eingebaut wird, muss dieses mindestens in der Höhe, die dem „Hoch“-Alarmfüllstand entspricht, durch die Wand des Behälters geführt werden. Ein Alarm muss das Vorhandensein von Flüssigkeit im Rohr anzeigen.	Überprüft	Ein Überlaufrohr ist montiert. Ein Überlaufalarm wird durch eine in der Überlaufleitung installierte Niedrigtemperaturerkennung ausgelöst (Dok. Nr. 520 REZH700001000SRI002 (I20784) - R+I-Schema, Bezugsdokument [10]).

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 26 von 77				Auftraggeber-Dok.-Nr.:
						GTS 24/533

7.9 – Abstand zwischen Behältern

	Konformitäts- prüfung	ANMERKUNGEN
Der Mindestabstand zwischen Behältern ist nach einem ggf. erforderlichen Sicherheitsmaßnahmeplan (Abschnitt 5) zu ermitteln.	Überprüft	Die z. B. zwischen Verfahrenstechnik, Lager u. Gebäuden und zu den Anlagengrenzen einzuhaltenden Sicherheitsabstände wurden bewertet und sind in B und C dargestellt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 27 von 77			GTS 24/533	

8 – AUSLEGUNG DER ANLAGE

8.1 – Gefährdete und begrenzt zugängliche Bereiche

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Sofern nicht in den einschlägigen Vorschriften angegeben, sind die gefährdeten Bereiche nach EN 60079-10 zu klassifizieren, und die Ausrüstung in diesen Bereichen ist nach EN 1127-1 auszuwählen.	Überprüft	Die Einstufung als explosionsgefährdeter Bereich gemäß EN 60079-10-1 wurde entwickelt (Dok. Nr. 520REZH690010000PEX001 (I21005) - Anordnungsplanung mit ATEX klassifiziertem Bereich, Bezugsdokument [18]).
Notwendige Umzäunungen von Bereichen oder Anlagen müssen gasdurchlässig sein, um Gaseinschlüsse zu vermeiden.	Überprüft	Es gibt keine Einfriedung des Werksgeländes, die für brennbare Gase undurchlässig ist.
Warnzeichen müssen Personen über Risiken in Kenntnis setzen oder Anweisungen geben	Überprüft	Vor und während der Inbetriebnahme der Anlage ist eine Schulung des Personals geplant. Es sind Sicherheitsschilder vorgesehen, die auf Risiken hinweisen bzw. Anweisungen enthalten.

8.2 – Entlade- und Ladezonen

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Nach Abschluss des Entlade- oder Ladevorganges, müssen die Schlauchleitungen vor ihrer Demontage drainiert und entleert werden.	Überprüft	Die Schläuche werden entleert, entspannt und mit Stickstoff gespült, bevor die Verbindung getrennt wird (Dok. Nr. GTS19/819 - Verfahren für die Beladung von LNG-LKW, Bezugsdokument [15]).
Die Entlade-/Ladezone muss als Gefahrenzone klassifiziert werden, wenn eine temporäre Schlauchleitung gelegt wird.	Überprüft	Gefahrenbereichsklassifizierung für Schlauchanschluss erarbeitet, gemäß EN 60079-10-1 (Dok. Nr. 520REZH690010000PEX001 (I21005) - Anordnungsplanung mit ATEX-Bereich, Bezugsdokument [18]).
Die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen für die Entlade-/Ladezone müssen in Betriebsanweisungen definiert sein.	Überprüft	Für das Projekt wurde ein Verfahren zur Beladung von Lkw erarbeitet (Dok. Nr. GTS19/819 - Verfahren für die Beladung von LNG-LKW, Bezugsdokument [15]).

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 28 von 77			GTS 24/533	

8.3 – Verkehr und Parken

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Die Anordnung der Anlage ist so planen, dass Fahrzeugstaus vermieden werden. Sichere Zugänge zum Betrieb, Wartung und Brandbekämpfung sind sicherzustellen.	Überprüft	Rund um den Hauptbereich der Anlage ist eine Werksstraße vorgesehen, der einen sicheren Zugang für den Betrieb, die Wartung und den Notbetrieb der Anlage ermöglicht (Dok. Nr. 900REZH690001000PLY001 (I20783) - Anordnungsplanung, Bezugsdokument [14]).
Der Verkehr und das Parken von Fahrzeugen innerhalb der Anlage müssen in Übereinstimmung mit dem Sicherheitsmaßnahmeplan festgelegt werden. Die Auslegung der Anlage und deren Betriebsabläufe sind so zu gestalten, dass Unfallfälle von Fahrzeugen beim Be- und Entladen ausgeschlossen oder minimiert sind.	Überprüft	Es wurden Vorgaben für den Lkw-Verkehr auf dem Werksgelände und im Verladebereich definiert. Um das Risiko einer Kollision von Fahrzeugen zu minimieren, findet auf einem Verkehrsweg kein Verkehr in entgegengesetzte Richtungen statt. (Bezugsdokument Doc. 900REZH690001000PLY001 (I20783) - Anordnungsplanung, Bezugsdokument [14]).
Es müssen Maßnahmen getroffen und Schutzeinrichtungen vorgesehen werden, um ein Aufprallen von Fahrzeugen auf Lagerbehälter zu vermeiden.	Überprüft	Die Lagertanks sind in einem Beton-Auffangbecken innerhalb des Prozessbereichs angeordnet und vom Lkw-Verladebereich und den Straßen getrennt (Dok. Nr. 900REZH690001000PLY001 (I20783) - Anordnungsplanung, Bezugsdokument [14]).
Die Beleuchtung der Einrichtungen zum Be- und Entladen muss ausreichend sein, um diese Arbeiten sicher durchführen zu können.	Überprüft	Die im Verladebereich vorgesehenen Beleuchtungssysteme entsprechen den vor Ort geltenden Vorschriften.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 29 von 77			GTS 24/533	

8.4 – Anordnung der Anlagenteile

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
<p>Bei der Festlegung von Abständen zwischen Anlagenteilen müssen besonders die folgenden Punkte berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Wärmestrahlungsintensität; - die Bereiche, an denen ein zündfähiges Gemisch die untere Zündgrenze erreicht; - Lärm; - die Wirkung von Verpuffungen. 	Überprüft	<p>Die in der Anlage (z. B. zwischen verfahrenstechnischer Ausrüstung, Lagerbereichen und Gebäuden) und zu den Anlagen Grenzen einzuhaltenen Sicherheitsabstände wurden bewertet und sind in Anhang B und C dargestellt.</p> <p>Die wichtigsten Abstände, die für kritischste Ausrüstung/Bereiche relevant sind, sind nachstehend aufgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Verflüssigungsbereich befindet sich mindestens 19 m von den Lagertanks entfernt; - die Tanks sind mehr als 10 m vom Verladebereich der Tankwagen entfernt; dazwischen ist eine feuerfeste Betonwand vorgesehen, um Wechselwirkungen zwischen beiden Bereichen zu vermeiden - Der Leitstand vor Ort befindet sich in 20 m Entfernung zur nächstgelegenen verfahrenstechnischen Ausrüstung, um zu verhindern, dass er vom Konzentrationsprofil relativ zur UEG erreicht wird. - Der Fahrer-Container befindet sich in 17 m Entfernung zur nächstgelegenen verfahrenstechnischen Ausrüstung, um zu verhindern, dass er vom Konzentrationsprofil im Verhältnis zur UEG erreicht wird. <p>Der Kreislaufverdichter und die Turbine/der Booster befinden sich in einem Gebäude, das mit einer entsprechenden Schalldämmung ausgerüstet ist.</p> <p>Um die Erdgas- und BOG-Verdichter herum werden schallabsorbierende Platten installiert.</p>
<p>Die Station zur Sicherheitsüberwachung muss sich außerhalb der gefährdeten Bereichen befinden. Das dort anwesende Personal muss so geschützt sein, dass es ausreichend Zeit hat, um Notmaßnahmen durchzuführen und die Anlage zu verlassen.</p>	Überprüft	<p>Gemäß den Ergebnissen von Anhang B befindet sich die Leitwarte vor Ort in sicherer Entfernung zu den Betriebsbereichen, in denen brennbare Fluide unter Druck stehen.</p>

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:		Rev.:	C0	D0	D1	Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 30 von 77			GTS 24/533	

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Die Luftansaugöffnungen von möglichen dieselgetriebenen Feuerlöschpumpen und Notstromgeneratoren müssen außerhalb der zündfähigen Gaswolkenbegrenzung angeordnet werden.	Überprüft	Der Luftansaugung der Dieselgeneratoren befindet sich an einem sicheren Ort. Die Löschwasserpumpen befinden sich außerhalb des Bereichs der LNG-Verflüssigungsanlage.

8.5 – Blitzschutz und Erdung

	Konformitätsprüfung	ANMERKUNGEN
Die Anlagen sind gegen Blitzeinschlag zu schützen.	Überprüft	Der Blitzschutz ist gemäß den vor Ort geltenden Vorschriften ausgelegt.
Zum Potentialausgleich sind sämtliche Tragwerksteile aus Metall, einschließlich der Transportfahrzeuge, leitend mit einer gemeinsamen Erdung zu verbinden.	Überprüft	Alle Metallbauwerke sind geerdet. Die Erdung der Lkw während des Beladens ist ein zwingend einzuhaltender Schritt, der vom Betriebspersonal quittiert werden muss, um mit dem Lkw-Beladung fortfahren zu können (Dok. Nr. GTS19/819 - Verfahren für die Beladung von LNG-Tankwagen, Bezugsdokument [15]).
Die Hauptkomponenten der Anlage, z. B. Behälter und Abblaskamine, sind direkt mit dem Erdungspunkt zu verbinden und dürfen nicht auf die Leitfähigkeit von Rohrleitungen angewiesen sein.	Überprüft	Alle wichtigen Geräte sind direkt geerdet.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 31 von 77				GTS 24/533	

ANHANG B – ANALYSE MÖGLICHER UNFALLSZENARIEN

In diesem ANHANG B werden die Ergebnisse der Analyse von Unfallszenarien vorgestellt, die gemäß den Sicherheitskriterien in Bezugsdokument [1] für das Projekt LNG-Verflüssigungsanlage durchgeführt wurde.

Ziel der Studie ist es, die räumliche Anordnung der Anlagenkomponenten hinsichtlich der einzuhaltenen Mindestabstände zwischen den technischen Einrichtungen und zu den Anlagengrenzen zu überprüfen und die vorhandenen Sicherheitsmaßnahmen zu verdeutlichen.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 32 von 77				GTS 24/533

B.1 BEWERTUNGSMETHODIK ZUR ANALYSE VON UNFALLSZENARIEN

In diesem Kapitel wird die bei der Analyse zur Anwendung kommende Methodik beschrieben, wobei insbesondere auf folgende Maßnahmen als zentrale Schritte näher eingegangen wird:

- **Gefahrenermittlung:** Ermittlung von Ereignissen, bei denen es zu einem Verlust des räumlichen Einschlusses (Containment) kommt, und der damit verbundenen Top-Ereignisse;
- **Häufigkeitsanalyse:** Bestimmung der Freisetzungshäufigkeit;
- **Ereignisbaumanalyse:** Bewertung der Häufigkeit von Gefährdungsszenarien;
- **Folgenanalyse:** Bewertung der Folgen von Bränden, Explosionen und toxischen Stoffen im Zusammenhang mit den ermittelten Gefährdungsszenarien;
- **Ermittlung von Präventiv- und Abhilfemaßnahmen.**

B.1.1 Definitionen

So niedrig wie vernünftigerweise machbar (ALARP)

Der Grundsatz ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*) versucht, das potenzielle Schadensrisiko zu minimieren. Demnach ist das bestehende Restrisiko so weit wie vernünftigerweise machbar zu reduzieren.

Pasquill-Klasse

Kategorie zur Einordnung atmosphärischer Turbulenzen. Diese werden in die sechs Stabilitätskategorien A, B, C, D, E und F (Pasquill-Klassen) unterteilt, wobei Klasse A die instabilste und Klasse F die stabilste (bzw. am wenigsten turbulente) ist.

Explosion

Eine plötzliche Energiefreisetzung, die aus der Entzündung einer aufgrund von Verdämmung angestauten Wolke aus brennbarem Dampf/Gas gemischt mit Luft resultiert, in der die Flammen auf Geschwindigkeiten beschleunigt werden, die zu einer stoßwellenartigen Ausbreitung ins Freie führen.

Stichflamme

Unerwarteter Brand, der durch eine verzögerte Entzündung einer brennbaren Gaswolke verursacht wird. Er ist von sehr kurzer Dauer und durch eine sich schnell bewegende Flammenfront gekennzeichnet.

Freistrahbrand

Turbulente Flammendiffusion, die bei der Verbrennung einer kontinuierlich freigesetzten brennbaren Substanz mit einem erheblichen Impuls in eine bestimmte Richtung entsteht. Ein Freistrahbrand kann durch die Freisetzung von gasförmigen und flüssigen Stoffen (zweiphasig) entstehen.

Lachenbrand

Turbulentes Diffusionsfeuer, das über einer horizontalen Lache von verdampfenden Kohlenwasserstoffen brennt.

LNG-Tankcluster

Trankcluster für den Transport von LNG bei kryogenen Temperaturen.

Masse der Ex-Zone

Masse des brennbaren Stoffes in einer Konzentration zwischen der unteren und der oberen Explosionsgrenze in der Wolke.

Top-Ereignis

Auslösendes Ereignis, d.h. ein unerwünschtes Ereignis, das zu einem unfallbedingten Freisetzungsszenario führt.

B.1.2 Gefahrenermittlung

Der erste Schritt der Analyse besteht darin, glaubhafte Ereignisse zu ermitteln, die zu den folgenden finalen Unfallszenarien führen können:

- Brände;
- Explosionen;
- Dispersionen von brennbaren Gasen.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.:	C0	D0	D1		
	Blatt 33 von 77					Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533

Daher wurden in der Studie Ereignisse berücksichtigt, die zu einer unbeabsichtigten Produktfreisetzung führen können.

Darüber hinaus wurde bei den in der Studie untersuchten unfallbedingten Freisetzungen brennbarer Fluide auch die mögliche Eskalation des Szenarios mit einem Übergreifen auf andere Anlagen/Infrastrukturen bewertet.

B.1.2.1 Ermittlung von verdämmten Bereichen

Explosionen können auftreten, wenn eine brennbare Gaswolke (infolge von Leckagen im jeweiligen Bereich selbst oder in angrenzenden Bereichen) in einem verdämmten Bereich und bei Vorhandensein einer Zündquelle eingeschlossen wird.

Daher konzentriert sich der erste Schritt der Analyse auf die Bewertung der Ausdehnung der brennbaren Gaswolke: Die Kontur, die hier von Interesse ist, entspricht der unteren Explosionsgrenze (UEG). Die Charakterisierung verdämmter Bereich erfolgt auf Basis des verfügbaren Projektlayouts: Alle Bereiche, die durch das Vorhandensein von Zündquellen und Hindernissen gekennzeichnet sind, werden als potenziell verdämmte Bereiche angenommen. Im Falle einer Ansammlung brennbarer Gemische sind Explosionen in Anlagenbereichen wahrscheinlicher, in denen aufgrund der durch Hindernisse verursachten erhöhten Turbulenzen ein hohes Maß an Verdämmung herrscht. Infolgedessen nimmt die Flammgeschwindigkeit zu, was zur Erzeugung hoher Überdrücke führt.

B.1.2.2 Wetterbedingungen

In der Studie werden die folgenden durchschnittlichen Wetterdaten berücksichtigt:

- Temperatur: 7,5 °C
- Relative Luftfeuchtigkeit: 60%.
- Sonneneinstrahlung: 1 kW/m²

Für die Analyse der Unfallszenarien, insbesondere der Dispersion brennbarer Wolken, werden zwei Pasquill-Stabilitätsklassen berücksichtigt: 2F (sehr stabile Atmosphäre mit Windgeschwindigkeit von 2 m/s) und 5D (neutrale Atmosphäre mit Windgeschwindigkeit von 5 m/s).

Es wird davon ausgegangen, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens zwischen den Pasquill-Klassen 2F und 5D gleich ist (50 % - 50 %).

B.1.3 Häufigkeitsbewertung

Die Methodik für die Bewertung der Häufigkeit von Unfallszenarien wird in den folgenden Schritten zusammengefasst:

- Bewertung der Häufigkeit der Freisetzung für jedes Top-Ereignis;
- Bewertung der Häufigkeit der finalen unfallbedingten Szenarien durch die Entwicklung der Ereignisbaumanalyse (EBA);
- Definition der Kriterien für die Auswahl plausibler Szenarien.

B.1.3.1 Bewertung der Freisetzungshäufigkeit

Die Häufigkeit des Auftretens der auslösenden Ereignisse (Top-Ereignisse) wird auf der Grundlage der in der Literatur verfügbaren Analyse historischer Daten ermittelt, die für das Versagen von verfahrenstechnischen Einrichtungen (d.h. die Top-Ereignisursache) relevant sind.

B.1.3.2 Häufigkeitsbewertung von Unfallszenarien durch Ereignisbaumanalyse

Ausgehend von der im vorigen Absatz beschriebenen Häufigkeit des auslösenden Ereignisses wird die Häufigkeit jedes spezifischen Unfallszenarios (Lachenbrand, Stichflamme, Freistrahbrand, Explosion,

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 34 von 77				GTS 24/533

Dispersion) mit Hilfe einer Ereignisbaumanalyse (EBA) berechnet, wobei für die Zündwahrscheinlichkeiten die in der internationalen Literatur angegebenen Werte verwendet werden.

B.1.3.3 Ereignisbaum

Ein Ereignisbaum ist eine visuelle Darstellung aller Ereignisse, die in einer Anlage während einer zufälligen Sequenz auftreten können. Ausgangspunkt (das „Top-Ereignis“) ist das nicht gewollte auslösende Ereignis, z. B. die Freisetzung eines brennbaren Stoffes oder ein eine Katastrophe auslösendes Bersten einer Anlage. Die „Bäume“ zeigen die Abfolge der Ereignisse unter Berücksichtigung einer sofortigen oder verzögerten Entzündung des freigesetzten Stoffes: Jedes mögliche finale Szenario wird auf einer probabilistischen Basis quantifiziert.

Jeder Zweig des Baums stellt eine separate Ereignisfolge dar (d.h. eine definierte Menge funktionaler Beziehungen zwischen dem auslösenden Ereignis und den darauffolgenden Ereignisszenarien). Abhilfemaßnahmen und die Wahrscheinlichkeit von Erfolg oder Misserfolg werden nicht konservativ berücksichtigt. Die nachstehende Abbildung 1-1 zeigt ein Beispiel für einen Ereignisbaum.

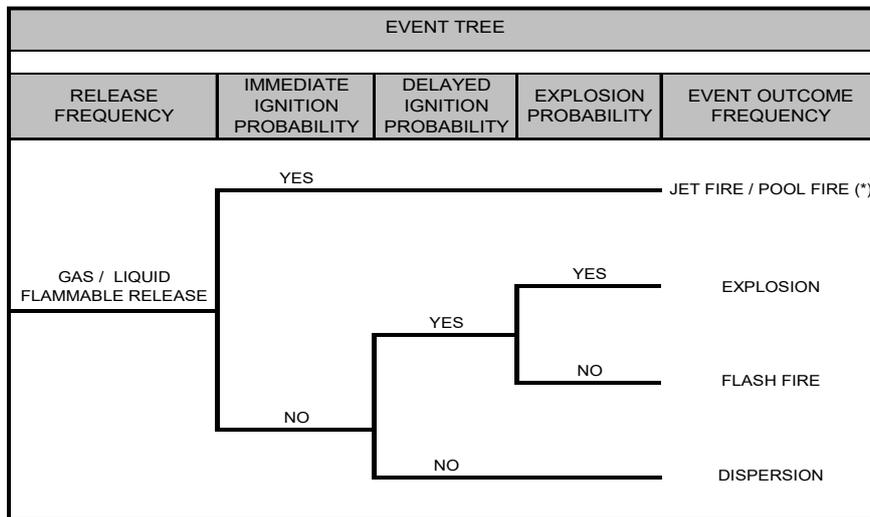


Abbildung 1-1 - Beispiel für Ereignisbaum

B.1.3.4 Zündwahrscheinlichkeit

In Anbetracht der begrenzten verfügbaren LNG-spezifischen Daten in der Literatur wurde die Bewertung der Zündwahrscheinlichkeiten unter Berücksichtigung der am meisten konsolidierten Daten für LPG-Systeme (Flüssiggas unter Druck) durchgeführt.

In der Studie verwendet wurden insbesondere die in Bezugsdokument [3] für die Freisetzung brennbarer Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten angegebenen Zündwahrscheinlichkeiten, die bei Anlagen mit einer Ausdehnung von mehr als 1200 m² (Szenario 8 - Large Plant Gas LPG, Bezugsdokument [3]) deutlich über ihrem Siedepunkt liegen.

Tabelle 1-1 (Bezugsdokument [3]) zeigt die Gesamtzündwahrscheinlichkeit als Summe der unmittelbaren und der verzögerten Zündwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Freisetzungsrate des brennbaren Stoffes.

Szenario Nr. 8 - Großanlage Gas LPG (Gas- oder Flüssiggasfreisetzung aus einer großen Onshore-Anlage)	
Freisetzungen von brennbaren Gasen, Dämpfen oder Flüssigkeiten, die deutlich über ihrem normalen Siedepunkt liegen, aus großen Onshore-Anlagen im Freien (Anlagenfläche über 1200 m ² , Standortfläche über 35.000 m ²).	
Freisetzungsrate [kg/s]	Zündwahrscheinlichkeit
0,1	0,0011
0,2	0,0014
0,5	0,0020
1	0,0025
2	0,0050
5	0,0125
10	0,0250
20	0,0500
50	0,1250
100	0,2500
200	0,5000
500	0,6500
1000	0,6500

Tabelle 1-1 - Zündwahrscheinlichkeit für Flüssiggasanlagen; Bezugsdokument [3].

Die in Tabelle 1-1 aufgeführten Daten sind in Abbildung 1-2 visualisiert (schwarze Kurve, Nr. 8).

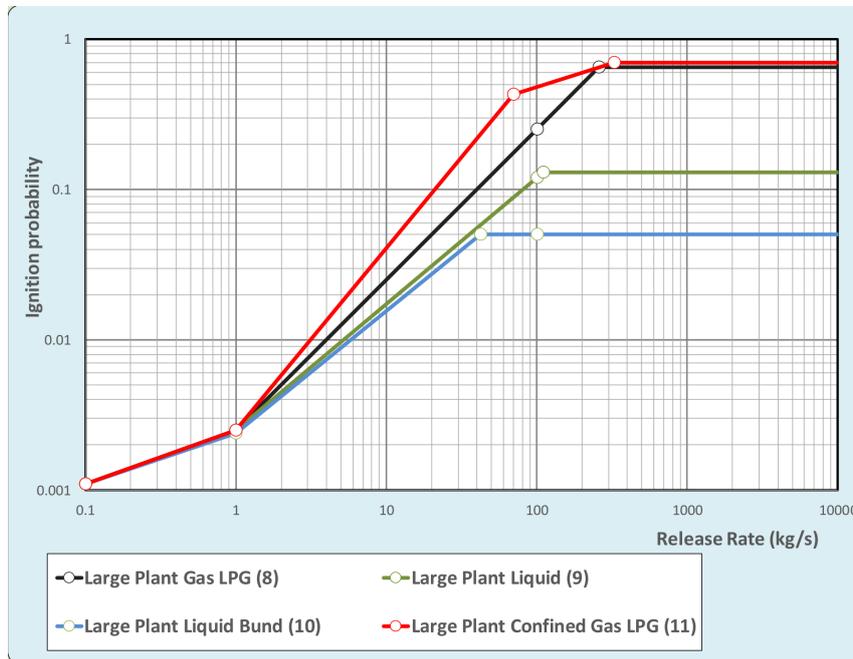


Abbildung 1-2 - Zündwahrscheinlichkeit für Flüssiggasanlagen; Bezugsdokument [3].

Die Verteilung zwischen sofortiger und verzögerter Zündwahrscheinlichkeit wurde für die Zwecke der vorliegenden Analyse auf jeweils 50 % festgelegt; daher wird für die Entwicklung der Ereignisbäume die in der Tabelle angegebene Gesamtwahrscheinlichkeit wie folgt unterteilt:

$$\begin{cases} P_{tot} = P_{imm} + P_{rit} \\ P_{imm} = P_{rit} = 1/2 P_{tot} \end{cases}$$

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001			Blatt	36	von	77
						GTS 24/533

Im Falle einer verzögerten Entzündung wird ein Dampfwolkenexplosionsszenario (*VCE – Vapour Cloud Explosion Scenario*) nur dann als glaubwürdig berücksichtigt, wenn die Simulationen der Dispersion brennbarer Gase zeigen, dass die brennbare Wolke in der Lage ist, jeden verdämmten Bereich zu erreichen.

Es wurde folgende Wahrscheinlichkeitsverteilung zwischen Stichflamme und Dampfwolkenexplosion angenommen:

- Die Wahrscheinlichkeit einer Stichflamme beträgt 60%;
- Die Explosionswahrscheinlichkeit beträgt 40%.

Für den Fall, dass die entzündbare Gaswolke keinen verdämmten Bereich erreicht, wurde die Wahrscheinlichkeit einer Stichflamme mit 100 % angesetzt.

B.1.3.5 Kriterien für die Auswahl glaubhafter Szenarien

Wie international üblich, gilt ein Unfallszenario als glaubhaft, wenn seine Eintrittshäufigkeit auf mehr als $1,00^{-06}$ Ereignisse/Jahr geschätzt wird; der genannte Wert stellt den Grenzwert dar, der glaubhafte von nicht glaubhaften Ereignissen unterscheidet.

Daher wird nach der Ereignisbaumanalyse jedes Szenario mit einer Eintrittshäufigkeit von weniger als $1,00^{-06}$ Ereignissen/Jahr in der vorliegenden Studie nicht näher analysiert.

B.1.4 Analyse der Folgen

Eine Analyse der Folgen wird für die gefährlichen Ereignisse durchgeführt, die durch unbeabsichtigte Freisetzungen brennbarer Fluide aus verfahrenstechnischen Anlagen auftreten können. Art und Ausmaß der finalen Szenarien hängen von folgenden Merkmalen ab:

- Art des freigesetzten Stoffes;
- Prozessbedingungen (P, T);
- Ort der Freisetzung und Ausbreitungsgebiet der Substanz;
- Grad der Eingrenzung (Vorhandensein eines verdämmten Bereichs);
- Mögliches Vorhandensein einer Zündquelle;
- Wetterbedingungen.

Die Freisetzungsszenarien wurden auf der Grundlage normaler Betriebsbedingungen gemäß der verfügbaren Projektdokumentation modelliert (Bezugsdokument [10] und [12]).

Die Modellierung der Folgen wurde mit der von DNV entwickelten Software Phast durchgeführt (Bezugsdokument [21]). In Anbetracht des internationalen Rufs dieser Software werden die erzielten Ergebnisse als schlüssig betrachtet.

B.1.4.1 Bestimmung der Freisetzungsrichtung

Eine unbeabsichtigte Freisetzung kann in verschiedenen Richtungen erfolgen (z. B. vertikal, horizontal oder in einem bestimmten Winkel zur Horizontalen), je nach Lage und Geometrie der beschädigten Ausrüstung und der Ursache für den Verlust des räumlichen Einschlusses (Containment).

Die Folgen von Unfallszenarien werden bei der Analyse mit einer angenommenen horizontalen Freisetzungsrichtung konservativ bewertet.

B.1.4.2 Berechnung der Durchflussmenge der Freisetzung

Der Spitzendurchfluss wird mit Hilfe der PHAST-Software auf der Grundlage der vorgenannten Merkmale bestimmt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 37 von 77				GTS 24/533

Die maximale Freisetzungsrate wird bei der Erstellung der Ereignisbäume (d.h. bei der Bestimmung der Zündwahrscheinlichkeiten) und zur Abschätzung der Folgen des sich final einstellenden Szenarios verwendet.

B.1.4.3 Grenzwerte für die Bewertung von Schadensabständen

Die Ergebnisse der Folgenanalyse sind in Tabellen dargestellt. Hier sind für jedes analysierte finale Ereignis (Brände, Explosionen und Dispersionen) die Entfernungen auf der windabgewandten Seite angegeben, bei denen die Grenzwerte (ausgedrückt als Wärmestrahlung, Überdruck und gefährliche Konzentrationen) erreicht werden.

B.1.4.4 Brand-Szenarien

Die in der Analyse berücksichtigten Strahlungsgrenzwerte gemäß Bezugsdokument [1] sind:

Finale Unfallszenarien	Lagerbehälter mit Oberfläche aus Beton	Andere Oberflächen von Druckbehältern und verfahrenstechnischen Anlagen	Leitwarte, IH-Werkstätten, Laboratorien, Lager, usw.	Verwaltungsgebäude
Feuer (Wärmestrahlungsfluss)	32 kW/m ²	15 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²

Tabelle 1-2 - Grenzwerte für Brandszenarien, die innerhalb der Anlagengrenzen zu berücksichtigen sind, Bezugsdokument [1].

Finale Unfallszenarien	Isolierter Bereich: Bereich, in dem sich nur gelegentlich eine geringe Anzahl von Personen aufhalten, z. B. landwirtschaftliche Flächen	Zwischenbereich: Bereich, der weder isoliert noch kritisch ist. Dies ist der überwiegende Fall	Kritischer Bereich: ein Ort, der nur schwer oder unter großen Gefahren schnell evakuiert werden kann (Sportstadion, Spielplatz, usw.) oder ein Bereich, in dem der Publikumsverkehr in Notfällen nicht unterbunden werden kann.
Feuer	13 kW/m ²	5 kW/m ²	1,5 kW/m ²

Tabelle 1-3 - Grenzwerte für Brandszenarien, die außerhalb der Anlagengrenzen zu berücksichtigen sind, Bezugsdokument [1].

B.1.4.5 Dispersion brennbarer Gase

Der bei der Analyse für die Modellierung der Dispersion brennbarer Gaswolken berücksichtigte Referenzgrenzwert ist die untere Explosionsgrenze (UEG) gemäß Bezugsdokument [1]. Daher wird davon ausgegangen, dass Konzentrationen brennbarer Gase, die gleich oder höher als die UEG sind, bei Vorhandensein einer geeigneten Zündquelle gefährliche Ereignisse auslösen können.

Die Wolke könnte bei verzögerter Zündung und fehlendem Einschluss eine Stichflamme verursachen oder zu einer Explosion führen, wenn die Wolke bei der Zündung teilweise eingeschlossen wird.

B.1.4.6 Modellierung von Explosionen

Die in der Analyse berücksichtigten Überdruckgrenzwerte wurden von internationalen Normen – siehe [7] und [8] – abgeleitet und sind in nachstehender Tabelle 1-4 und Tabelle 1-5 aufgeführt:

Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht

Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.: C0	D0	D1			Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533
	Blatt 38 von 77					

Finale Unfallszenarien	Schäden an verfahrenstechnischer Ausrüstung	Auswirkungen auf Gebäude in Stahlrahmenbauweise (statische Schäden)	Auswirkungen auf Betongebäude (statische Schäden)
VCE (Spitzenwert des seitlichen Überdrucks)	0,3 bar (Bezugsdokument [7])	0,21 bar (Bezugsdokument [7])	0,14 bar (Bezugsdokument [7])

Tabelle 1-4 - Grenzwerte für das VCE-Szenario in Bezug auf Ausrüstung und Statik.

Finale Unfallszenarien	Auswirkungen auf Menschen (möglicher Tod von Personen)	Auswirkungen auf Menschen (Hautverletzungen)
VCE (Spitzenwert des seitlichen Überdrucks)	0,14 bar (Bezugsdokument [8])	0,07 bar (Bezugsdokument [8])

Tabelle 1-5 - Grenzwerte für das VCE-Szenario in Bezug auf Menschen.

Für die Überdruckgrenzwerte bei Gebäudeschäden wird in der Analyse konservativ der Referenzwert von 0,14 verwendet.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001				Blatt 39	von 77	GTS 24/533

B.2 ERGEBNISSE DER RISIKOBEWERTUNG

B.2.1 Identifizierung von Gefahren

Um glaubhafte Unfallereignisse zu ermitteln, die zu Bränden, Explosionen und Dispersion für brennbare/toxische Gase führen können, wurden nur Ereignisse berücksichtigt, bei denen es zu einem Verlust des sicheren Einschlusses (*Loss of Containment*) kommt (willkürliches Bersten/Brüche, d.h. Ereignisse, die als Folge unerwarteter Brüche oder Freisetzungen aus Rohrleitungen und Ausrüstungsteilen auftreten).

Ausgangspunkt der in der vorliegenden Studie untersuchten Gefährdungen sind Freisetzungsszenarien für brennbare Stoffe, die von glaubhaften Ereignissen abgeleitet sind, bei denen es zum Verlust des sicheren Einschlusses kommt. Die Identifizierung der Gefahren erfolgt in zwei Schritten: Im ersten Schritt werden die Anlagenteile identifiziert, in denen es zu einer potenziellen Freisetzung brennbarer Stoffe kommen kann (siehe nachstehende Tabelle 2-1). Der zweite Schritt ist die Charakterisierung der Anlagenbereiche im Hinblick auf Betriebsbedingungen und Inventar. Um die Top-Ereignisse zu bestimmen, die im LNG-Verflüssigungsanlagenprojekt auftreten können, erfolgt eine systematische Analyse der R+I-Fließbilder und H&M-Bilanzen (Bezugsdokument [10] und [12]).

Die Analyse hat die in der nachstehenden Tabelle 2-1 aufgeführten Top-Ereignisse ermittelt. Die entsprechende Verteilung im Aufstellungsplan ist in Abbildung 2-1 dargestellt.

Top-Ereignis	Beschreibung
1	Unbeabsichtigte Freisetzung aus HW6000 - LNG-Vorwärmer
2	Unbeabsichtigte Freisetzung aus HW4001 - Vorkühler
3	Unbeabsichtigte Freisetzung aus CB7000 - Cold-Box (HX7000 - Primärer Wärmetauscher)
4	Unbeabsichtigte Freisetzung aus VT19000 / VT19001 - LNG Lagertanks
5	Unbeabsichtigte Freisetzung aus P19000 / P19001 - LNG-LKW-Verladepumpen
6	Unbeabsichtigte Freisetzung aus LNG-Verladeschläuchen
7	Unbeabsichtigte Freisetzung aus C9100 - BOG-Verdichter Stufe 1/2/3
8	Unbeabsichtigte Freisetzung aus C5500 - Erdgas-Regenerationsverdichter 1/2/3
9	Unbeabsichtigte Freisetzung von V16200 - Abscheidebehälter für schwere Kohlenwasserstoffe

Tabelle 2-1 - Beschreibung der wichtigsten Ereignisse

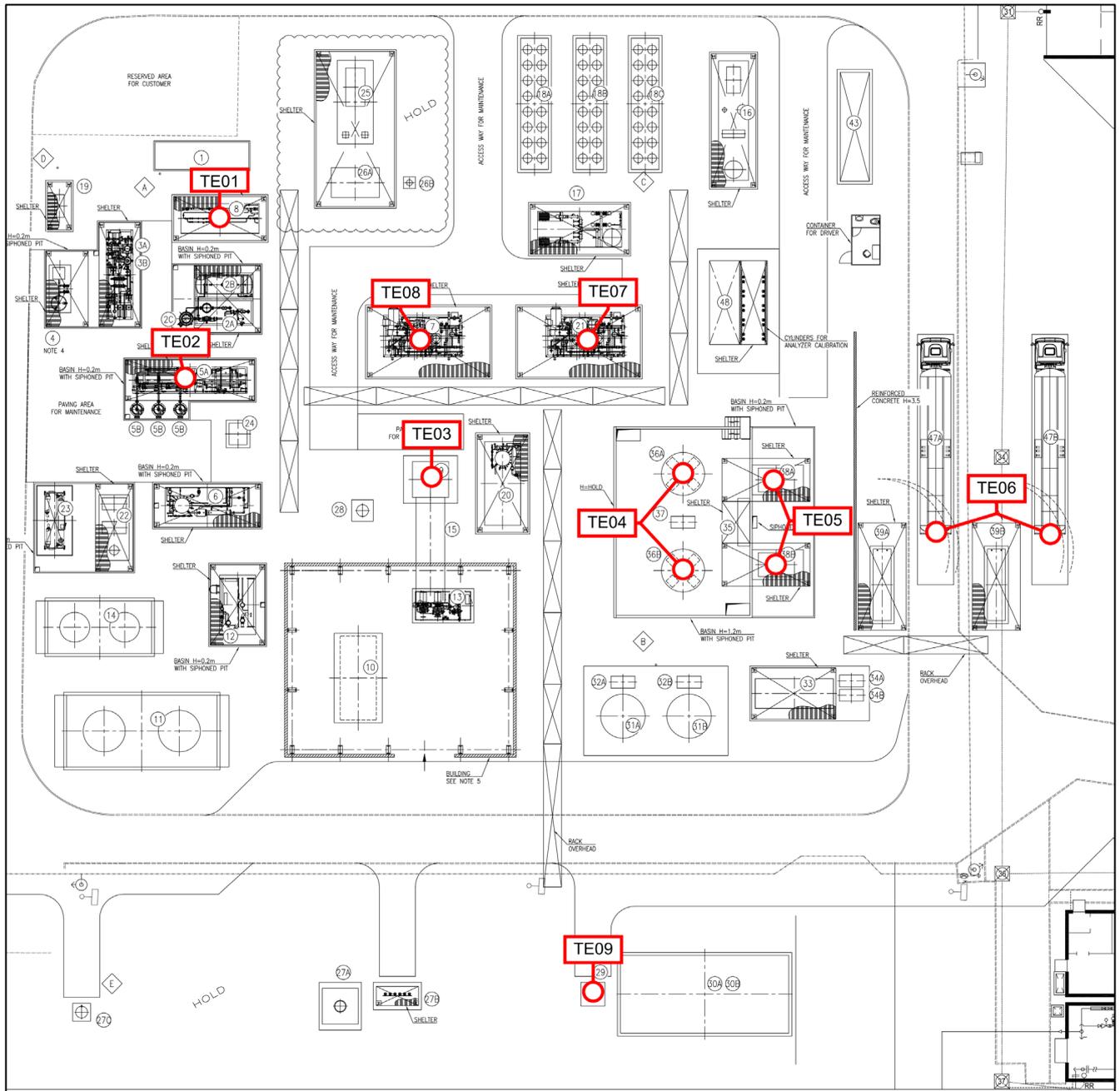


Abbildung 2-1 - Verteilung der Top-Ereignisse in der Anlage

Die nachstehende Tabelle 2-2 zeigt die Charakterisierung der abtrennbaren Anlagenabschnitte (d.h. der Teil der Rohrleitungen und Ausrüstungen, der zwischen Notaus-Absperrarmaturen liegt) und die damit verbundenen Top-Ereignisse, die in der vorliegenden Analyse untersucht wurden.

Abgesperrter Abschnitt		Im abgesperrten Bereich vorhandene Ausrüstung	Top-Ereignis(e) im absperrbaren Bereich
N°	Beschreibung		
1	ERDGASDRUCKREDUKTION, GASAUFBEREITUNG (ABSORPTION)	HW6000 - LNG-VORWÄRMER RS6000 - ERDGAS-DRUCKREDUZIERSTATION AU1000 - CO2-ABSORPTIONSEINHEIT (F1005/S1001/TW1002)	TE.01
2	GASAUFBEREITUNG (Trocknungsanlage)	DU4000 - ERDGAS- VORKÜHL- UND TROCKNUNGSANLAGE (HW4001/V4003/V4004/V4005/H4006/HW4002/F4005/S1003)	TE.02

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 41 von 77				GTS 24/533

3	VERFLÜSSIGUNG	HX7000 – PRIMÄR-WÄRMEÜBERTRAGER HX7001 - LNG-UNTERKÜHLER / WÄRMEÜBERTRAGER S7003 - LNG-ABSCHIEDER	TE.03
4	LNG-ROHRLEITUNG VON DER COLD-BOX ZU LAGERTANKS	-	(1)
5	LNG-LAGERUNG	VT19000 - LNG-LAGERTANK VT19001 - LNG-LAGERTANK E19000 - LNG-DRUCKAUFBAUVERDAMPFER	TE.04
	LADEPUMPE	P19000 - LNG-VERLADEPUMPE FÜR LKW P19001 - LNG-VERLADEPUMPE FÜR LKW V16200 - ABSCHIEDERBEHÄLTER FÜR SCHWERE KOHLENWASSERSTOFFE	TE.05
6	VERLADESCHLAUCH UND mobiler LKW?	FLÜSSIGGAS-VERLADESCHLAUCH UND BOIL-OFF- GAS EW9000 – HC ERHITZER	TE.06
7	BOG-VERDICHTER	ST9100 – DRUCKBEHÄLTER (an Einlass der Verdichter- stufe zum Ablassen der Druckwelle) C9100 - VERDICHTER STUFE 1/2/3 HW9101/9102/9103 – STUFE 1/2/3 ZWISCHENKÜHLER ST9103 - ABSCHIEDER DER 3. STUFE	TE.07
8	ERDGAS-REGENERATI- ONS-VERDICHTER	ST5500 – DRUCKBEHÄLTER (an Einlass der Verdichter- stufe zum Ablassen der Druckwelle) C5500 - VERDICHTER, STUFE 1/2/3 HW5501/5502/5503 - ZWISCHENKÜHLER, STUFE 1/2/3 ST5501/5502/5503 - ABSCHIEDER, STUFE 1/2/3 F5501 ABSTRÖMLSEITIGER FILTER; ERDGAS-REGE- NERATIONSVERDICHTER	TE.08
9	THERMISCHE OXIDATIONSANLAGE	EW9000 - HC ERHITZER V16200 - ABSCHIEDERBEHÄLTER FÜR SCHWERE KOH- LENWASSERSTOFFE SU2000 - DESORPTIONSEINHEIT (HW2004/P2005A-B/ HW2007/ TW2008/ F2002/ F2001/ F2003/ HW2010/ S2011/ HW2009/ H2001/ P2012A-B) SRU3000 - ZUGABE- UND ENTNAHMEEINHEIT FÜR AD- SORBENS	TE.09
10	ERDGAS- REGENERATION	HW5000 - ERDGAS-REGENERATIONSKÜHLER ST5000 - ERDGAS-KONDENSATABSCHIEDER EW5000 - ERDGAS-REGENERATIONSSHEIZUNG	(1)

Anmerkungen:

- Die systematische Analyse der R+I-Fließbilder zeigt, dass angesichts der Betriebsbedingungen des Prozesses und des begrenzten Einschusses des abtrennbaren Abschnitts kein Top-Ereignis für den Abschnitt identifiziert wurde.

Tabelle 2-2 - Abtrennbare Anlagenabschnitte und relevante Top-Ereignisse

B.2.1.1 Ermittlung von verdämmten Bereichen

Die verdämmten Bereiche werden nach den in Absatz B.1.2.1 genannten Kriterien ermittelt. Das entsprechende bewertete Volumen ist in Tabelle 2-3 angegeben. Die Verteilung der verdämmten Bereiche auf der Anlage ist in Abbildung 2-2 dargestellt.

Lfd. Nr. verdämmter Bereich (Congested Area)	Beschreibung	Fläche [m ²]	Höhe ⁽¹⁾ [m]	Gesamt- volumen [m ³]	Explosions- stärkenklasse (Bezugsdoku- ment [6])
CA-01	Verfahrenstechnischer Bereich (Gasaufbereitung und Verflüssigung)	2020	3.5	7070	5

Lfd. Nr. verdämmter Bereich (Congested Area)	Beschreibung	Fläche [m ²]	Höhe ⁽¹⁾ [m]	Gesamt-volumen [m ³]	Explosions-stärkenklasse (Bezugsdokument [6])
CA-02	LNG-Lagerbereich	390	7	2730	5
CA-03	Lkw-Verladebereich	370	4	1480	5

1) Die Höhe des verdämmten Bereichs wird unter Berücksichtigung eines Zwischenwerts für alle in diesem Bereich enthaltenen Geräte- und Bauwerkshöhen bewertet.

Tabelle 2-3 - Charakterisierung verdämmter Bereiche

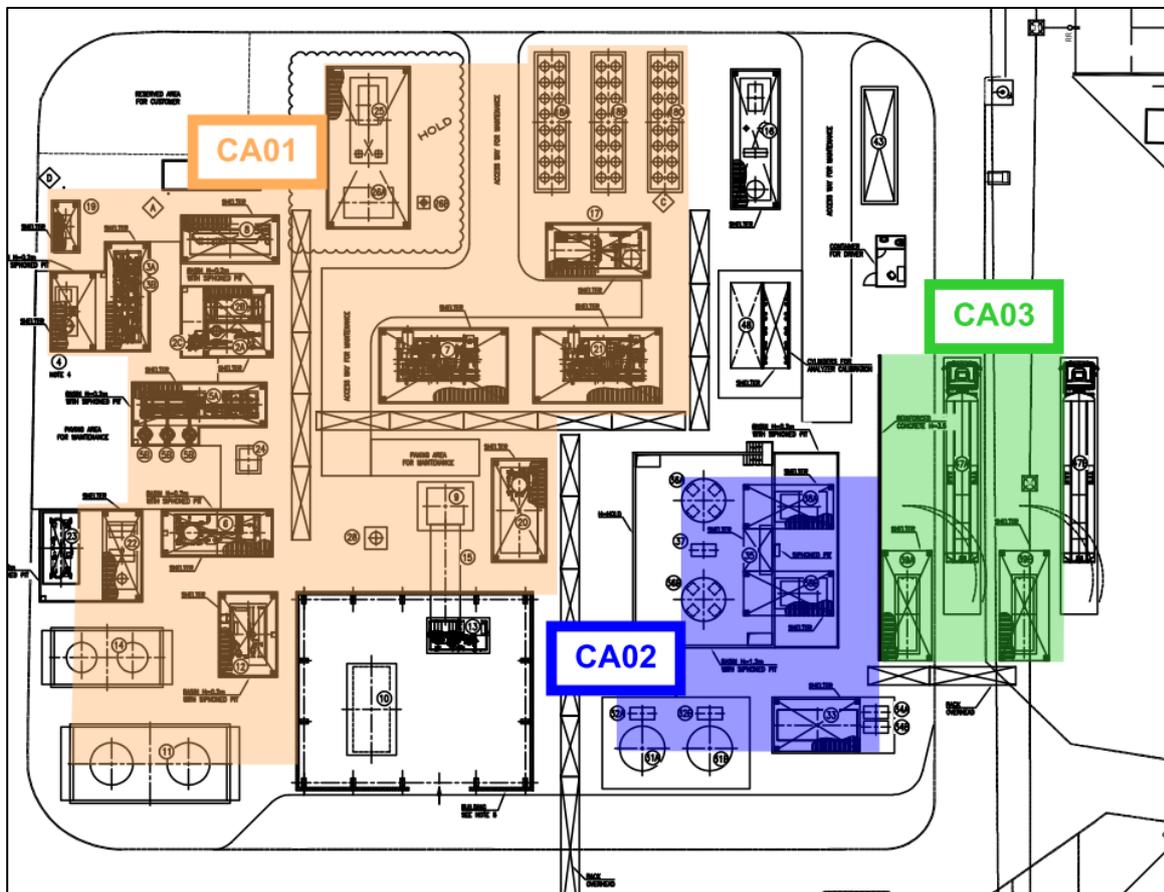


Abbildung 2-2 - Verteilung der verdämmten Bereiche im Aufstellungsplan

Die Modellierung der Explosionen erfolgte unter Verwendung des "Multi-Energy"-Modells. Für dieses Modell ist es erforderlich, den Parameter der Explosionsstärke als Eingangswert bereitzustellen. Für die vorliegende Analyse wird die anfängliche Explosionsstärke nach der von Kinsella (Bezugsdokument [6]) beschriebenen Methode gewählt: Die Auswahl der Explosionsstärke basiert auf dem Eindämmungsgrad, dem Einschluss und der Zündstärke. Für alle Fallstudien wird die Kurve Nr. 5 als repräsentative Kurve festgelegt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001		Blatt 43 von 77				GTS 24/533

B.2.2 Häufigkeitsanalyse

B.2.2.1 Bewertung der Häufigkeit von Freisetzungen

Wie in Absatz B.1.3 dargestellt wurden für die LNG-Verflüssigungsanlage neun (9) auslösende Ereignisse (Top-Ereignisse) ermittelt.

Die Eintrittshäufigkeit der ausgewählten Ereignisse wurde durch die Analyse historischer Daten (in der Literatur verfügbare Datenbanken) bewertet, die für die möglichen Ausfallursachen der einzelnen untersuchten Komponenten relevant sind (Bezugsdokument [2] und [4]).

Für die Erarbeitung der Analyse werden insbesondere Freisetzungen aus Öffnungen mit kleinem Durchmesser (zwischen 1 und 10 mm) betrachtet. Diese Freisetzungen treten bei Öl- und Gasanlagen am häufigsten auf. Daher wird dieser Bereich als der für die Festlegung einzuhaltender Mindestsicherheitsabstände in der Anlage und die Bewertung der Sicherheit repräsentativste Bereich ausgewählt. Für die Berechnung der Freisetzungsrates und die Analyse der Folgen wird eine Öffnung mit einem Durchmesser von 5 mm (ein Zwischenwert im genannten Bereich der Freisetzungshäufigkeit) als repräsentativ ausgewählt.

Die für jedes Top-Ereignis ermittelten Freisetzungshäufigkeiten sind in der folgenden Tabelle aufgeführt Tabelle -24.

Top-Ereignis	Beschreibung	Freisetzungshäufigkeiten [Ereignis/Jahr]
1	Unbeabsichtigte Freisetzung aus HW6000 - LNG-Vorwärmer	7.70 ⁻⁰⁴
2	Unbeabsichtigte Freisetzung aus HW4001 - Vorkühler	7.70 ⁻⁰⁴
3	Unbeabsichtigte Freisetzung aus CB7000 - Cold-Box (HX7000 – Primär-Wärmetauscher)	9.70 ⁻⁰³
4	Unbeabsichtigte Freisetzung aus VT19000 / VT19001 - LNG Lagertanks	7.60 ⁻⁰⁴
5	Unbeabsichtigte Freisetzung aus P19000 / P19001 - LNG-LKW-Verladepumpen	2.43 ⁻⁰³ (Siehe Tabelle 2-5)
6	Unbeabsichtigte Freisetzung aus LNG-Verladeschläuchen	1.75 ⁻⁰² (Siehe Tabelle 2-6)
7	Unbeabsichtigte Freisetzung aus C9100 - BOG-Verdichter Stufe 1/2/3	2.31 ⁻⁰²
8	Unbeabsichtigte Freisetzung aus C5500 - Erdgas-Regenerationsverdichter 1/2/3	2.31 ⁻⁰²
9	Unbeabsichtigte Freisetzung von V16200 – Abscheidebehälter für schwere Kohlenwasserstoffe	7.60 ⁻⁰⁴

Tabelle 2-4 Gesamthäufigkeit der Freisetzungen für jedes Top-Ereignis

Alle Szenarien, mit Ausnahme der Szenarien 5 und 6, sind für kontinuierlich betriebene Anlagen relevant. Unbeabsichtigte Freisetzungen aus der LNG-Verladepumpe (Top-Ereignis 5) und dem LNG-Verladeschlauch (Top-Ereignis 6) können jedoch nur während des Lkw-Verladevorgangs auftreten.

In Anbetracht der Parameter

- maximal 8 Betankungen pro Tag;
- Ladedauer 1 Stunde/Ladung;
- Ladevorgänge täglich (365 Tage/Jahr);

wird die Häufigkeit, mit der es zu einer unfallbedingten Freisetzung von LNG aus der Verladepumpe kommen kann mit 2,43⁻³ Ereignissen/Jahr berechnet.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 44 von 77					GTS 24/533

Ereignisart	Häufigkeit der Freisetzung aus Pumpe (Bezugsdokument [2])	Wahrscheinlichkeit des Pumpenbetriebs	Freisetzungshäufigkeit [Ereignis/Jahr]
Unbeabsichtigte LNG-Freisetzung aus LNG-Verladepumpe (P-19000/1)	7.30×10^{-3}	0.334	2.43×10^{-3}

Tabelle 2-5 – Freisetzungshäufigkeiten bei der Zentrifugalpumpe bei 5mm-Öffnung.

Die Häufigkeit, mit der es zu einer unbeabsichtigten Freisetzung von LNG aus dem Verlechschlauch kommen kann, wird mit $1,75 \times 10^{-2}$ Ereignissen/Jahr berechnet.

Ereignisart	Freisetzungshäufigkeit pro Vorgang (Bzugsdokument [4])	Anzahl der Ladungen pro Jahr	Freisetzungshäufigkeit [Ereignis/Jahr]
Unbeabsichtigte Freisetzung von LNG aus dem Verlechschlauch	6×10^{-6}	2920	1.75×10^{-2}

Tabelle 2-6 – Freisetzungshäufigkeiten beim LNG-Verlechschlauch bei 5mm-Öffnung.

B.2.2.2 Abschließende Bewertung der Häufigkeit von Unfallszenarien

Ausgehend von den in Abschnitt B.2.2.1 angegebenen Leckagehäufigkeiten wird die Häufigkeit jedes spezifischen finalen Szenarios (Brand/Explosion/Wolkendispersion) mit Hilfe der Ereignisbaumanalyse berechnet, wobei Werte aus der internationalen Literatur für unmittelbare und verzögerte Zündwahrscheinlichkeiten (siehe Abschnitt B.1.3.4) auf der Grundlage der maximalen Freisetzungsfussraten (Berechnung gem. Abschnitt B.2.3.1) übernommen werden.

Dabei werden Ereignisbäume für die beiden atmosphärischen Stabilitätsklassen 2F und 5D erarbeitet, für die die gleiche Eintrittswahrscheinlichkeit angenommen wird (50% - 50%). Somit werden für jedes Top-Ereignis zwei Ereignisbäume mit den gleichen Häufigkeiten der finalen Unfallszenarien ermittelt. Für jedes Top-Ereignis werden im Folgenden die Ereignisbäume nur für die atmosphärische Stabilitätsklasse 2F dargestellt. Die folgenden Tabelle 2-7 fasst die Häufigkeit des Auftretens für jedes endgültige Unfallereignis zusammen.

Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht

Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.:	C0	D0	D1			Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533
	Blatt 45 von 77						

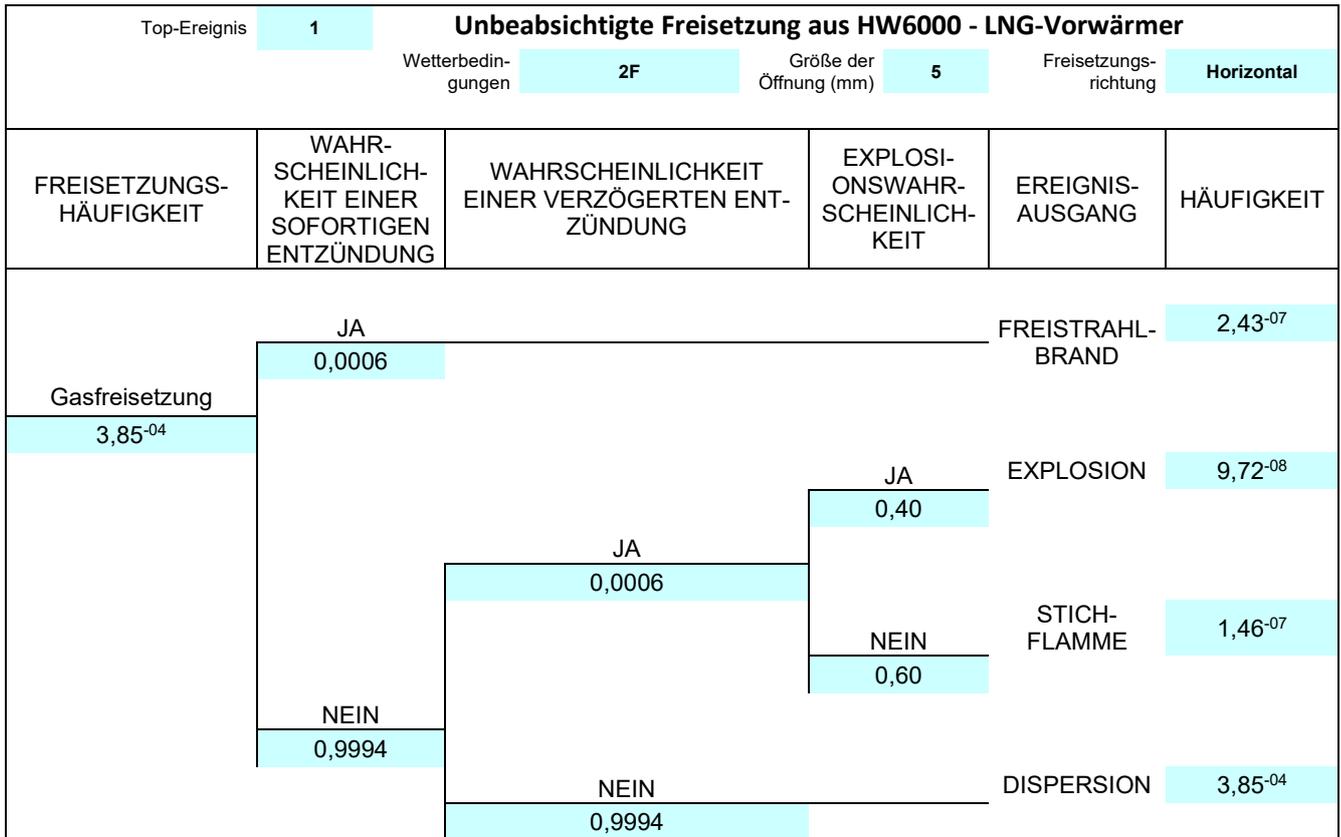


Abbildung 2-3 - Ereignisbaum für unbeabsichtigte Freisetzung aus HW6000 - LNG-Vorwärmer, Pasquill-Klasse 2F.

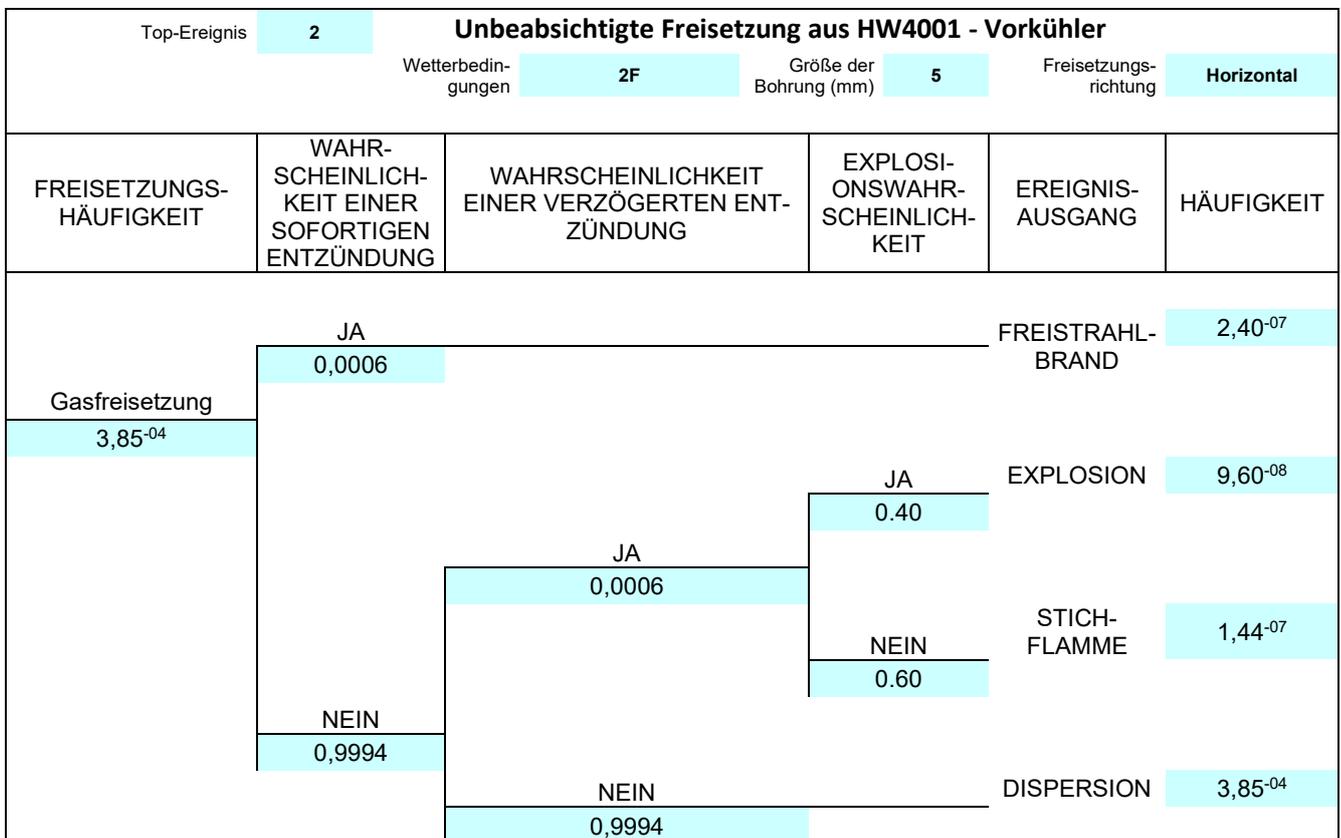
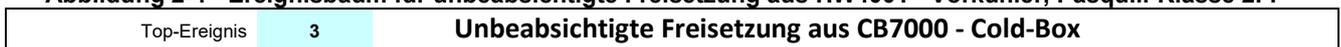


Abbildung 2-4 - Ereignisbaum für unbeabsichtigte Freisetzung aus HW4001 - Vorkühler, Pasquill-Klasse 2F.



Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht

Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.:	C0	D0	D1			Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533
	Blatt 46 von 77						

Wetterbedingungen		2F		Größe der Bohrung (mm)		5		Freisetzungsrichtung		Horizontal		
FREISETZUNGS-HÄUFIGKEIT	WAHRSCHEINLICHKEIT EINER SOFORTIGEN ENTZÜNDUNG	WAHRSCHEINLICHKEIT EINER VERZÖGERTEN ENTZÜNDUNG	EXPLOSIONSWAHRSCHEINLICHKEIT	EREIGNIS-AUSGANG	HÄUFIGKEIT							
Gasfreisetzung 4,85 ⁻⁰³	JA 0,0011				FREISTRAHL-BRAND	5,43 ⁻⁰⁶						
	NEIN 0,9989	JA 0,0011			EXPLOSION	2,17 ⁻⁰⁶						
		NEIN 0,60			STICH-FLAMME	3,26 ⁻⁰⁶						
			JA 0,40				DISPERSION	4,84 ⁻⁰³				
			NEIN 0,9989									

Abbildung 2-5 - Ereignisbaum für unbeabsichtigte Freisetzung aus HX7000 – Primär-WT, Pasquill-Klasse 2F.

Top-Ereignis		4		Unbeabsichtigte Freisetzung aus VT19000 - LNG-Lagertank		Wetterbedingungen		2F		Größe der Bohrung (mm)		5		Freisetzungsrichtung		Horizontal	
FREISETZUNGS-HÄUFIGKEIT	WAHRSCHEINLICHKEIT EINER SOFORTIGEN ENTZÜNDUNG	WAHRSCHEINLICHKEIT EINER VERZÖGERTEN ENTZÜNDUNG	EXPLOSIONSWAHRSCHEINLICHKEIT	EREIGNIS-AUSGANG	HÄUFIGKEIT												
Gasfreisetzung 3,80 ⁻⁰⁴	JA 0,0006				FREISTRAHL-BRAND	2,37 ⁻⁰⁷											
	NEIN 0,9994	JA 0,0006			EXPLOSION	9,48 ⁻⁰⁸											
		NEIN 0,60			STICH-FLAMME	1,42 ⁻⁰⁷											
			JA 0,40				DISPERSION	3,80 ⁻⁰⁴									
			NEIN 0,9994														

Abbildung 2-6 - Ereignisbaum für unfallbedingte Freisetzung aus VT19000 - LNG-Lagertank, Pasquill-Klasse 2F.

Top-Ereignis		5		Unbeabsichtigte Freisetzung aus P19000/19001 - LNG-LKW-Verlade-pumpe	
--------------	--	---	--	--	--

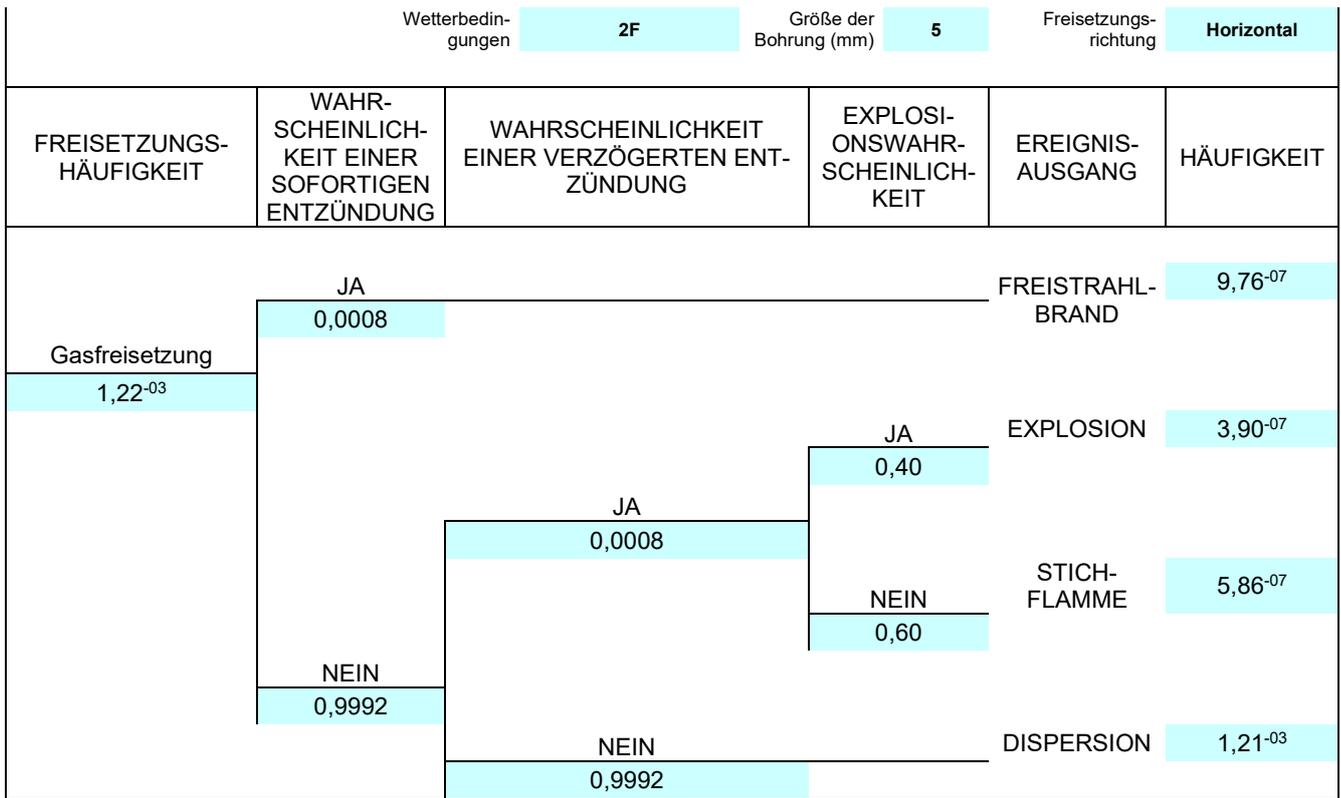


Abbildung 2-7 - Ereignisbaum für die unbeabsichtigte Freisetzung von P19000/19001 - LNG-LKW-Verladepumpen, Pasquill-Klasse 2F.

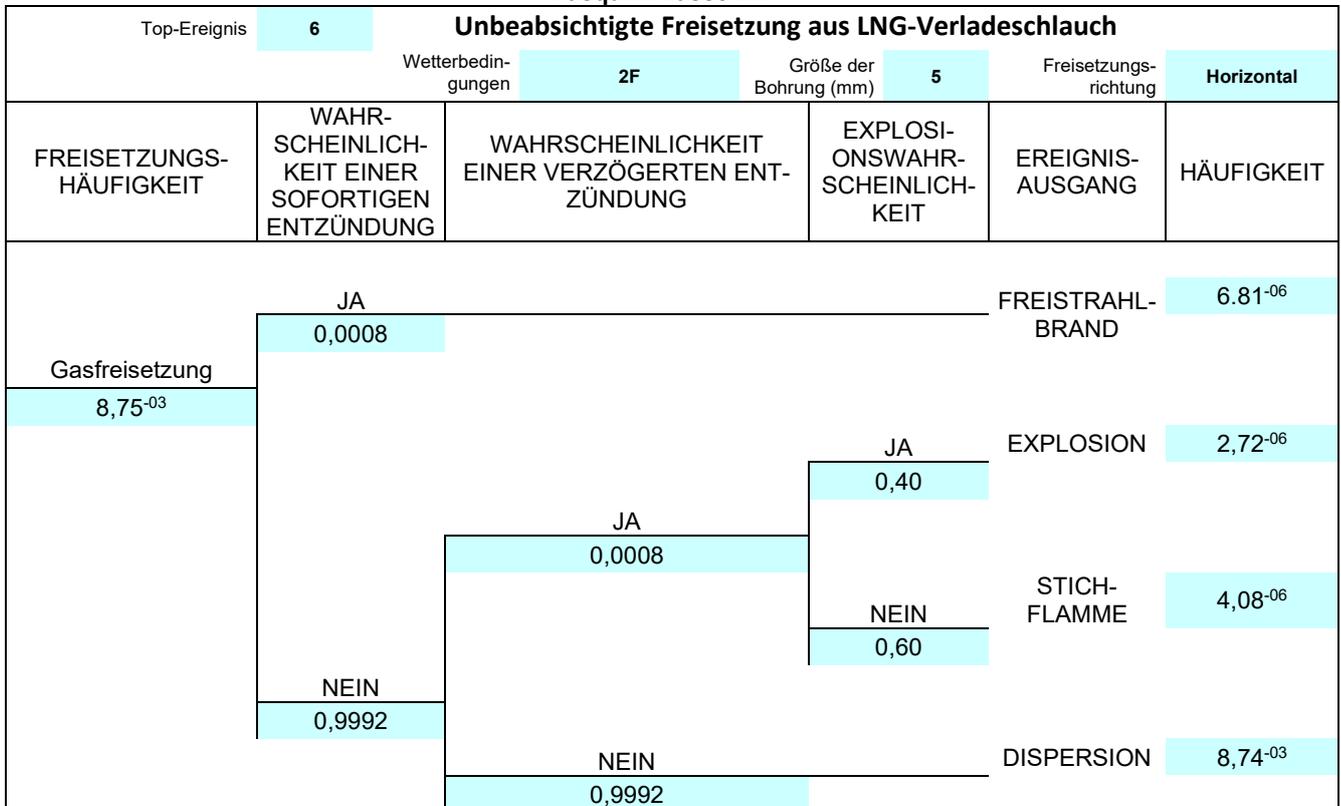


Abbildung 2-8 - Ereignisbaum für unbeabsichtigte Freisetzung aus dem LNG-Verladeschlauch, Pasquill-Klasse 2F.



Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht

Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.:	C0	D0	D1			Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533
	Blatt 48 von 77						

FREISETZUNGS-HÄUFIGKEIT	WAHRSCHEINLICHKEIT EINER SOFORTIGEN ENTZÜNDUNG	WAHRSCHEINLICHKEIT EINER VERZÖGERTEN ENTZÜNDUNG	EXPLOSIONSWAHRSCHEINLICHKEIT	EREIGNIS-AUSGANG	HÄUFIGKEIT
Gasfreisetzung 1,16 ⁻⁰²	JA 0,0007			FREISTRAHL-BRAND	7,98 ⁻⁰⁶
	NEIN 0,9993	JA 0,0007	JA 0,40	EXPLOSION	3,19 ⁻⁰⁶
			NEIN 0,60	STICH-FLAMME	4,79 ⁻⁰⁶
		NEIN 0,9993	DISPERSION	1,15 ⁻⁰²	

Abbildung 2-9 - Ereignisbaum für unbeabsichtigte Freisetzung aus C9100 - Verdichter Stufe 1/2/3, Kl. Pasquill 2F.

Top-Ereignis	8	Unbeabsichtigte Freisetzung aus C5500 – Verdichter Stufe 1/2/3			
Wetterbedingungen	2F	Größe der Bohrung (mm)	5	Freisetzungsrichtung	Horizontal

FREISETZUNGS-HÄUFIGKEIT	WAHRSCHEINLICHKEIT EINER SOFORTIGEN ENTZÜNDUNG	WAHRSCHEINLICHKEIT EINER VERZÖGERTEN ENTZÜNDUNG	EXPLOSIONSWAHRSCHEINLICHKEIT	EREIGNIS-AUSGANG	HÄUFIGKEIT
Gasfreisetzung 1,16 ⁻⁰²	JA 0,0006			FREISTRAHL-BRAND	7,08 ⁻⁰⁶
	NEIN 0,9994	JA 0,0006	JA 0,40	EXPLOSION	2,83 ⁻⁰⁶
			NEIN 0,60	STICH-FLAMME	4,25 ⁻⁰⁶
		NEIN 0,9994	DISPERSION	1,15 ⁻⁰²	

Abbildung 2-10 - Ereignisbaum für unbeabsichtigte Freisetzung von C5500 - Verdichter Stufe 1/2/3, Kl. Pasquill 2F.

Top-Ereignis	9	Unbeabsichtigte Freisetzung von V16200 - Abscheidebehälter für schwere Kohlenwasserstoffe
--------------	---	--

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645

Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht

Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.: C0	D0	D1			Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533
	Blatt 49 von 77					

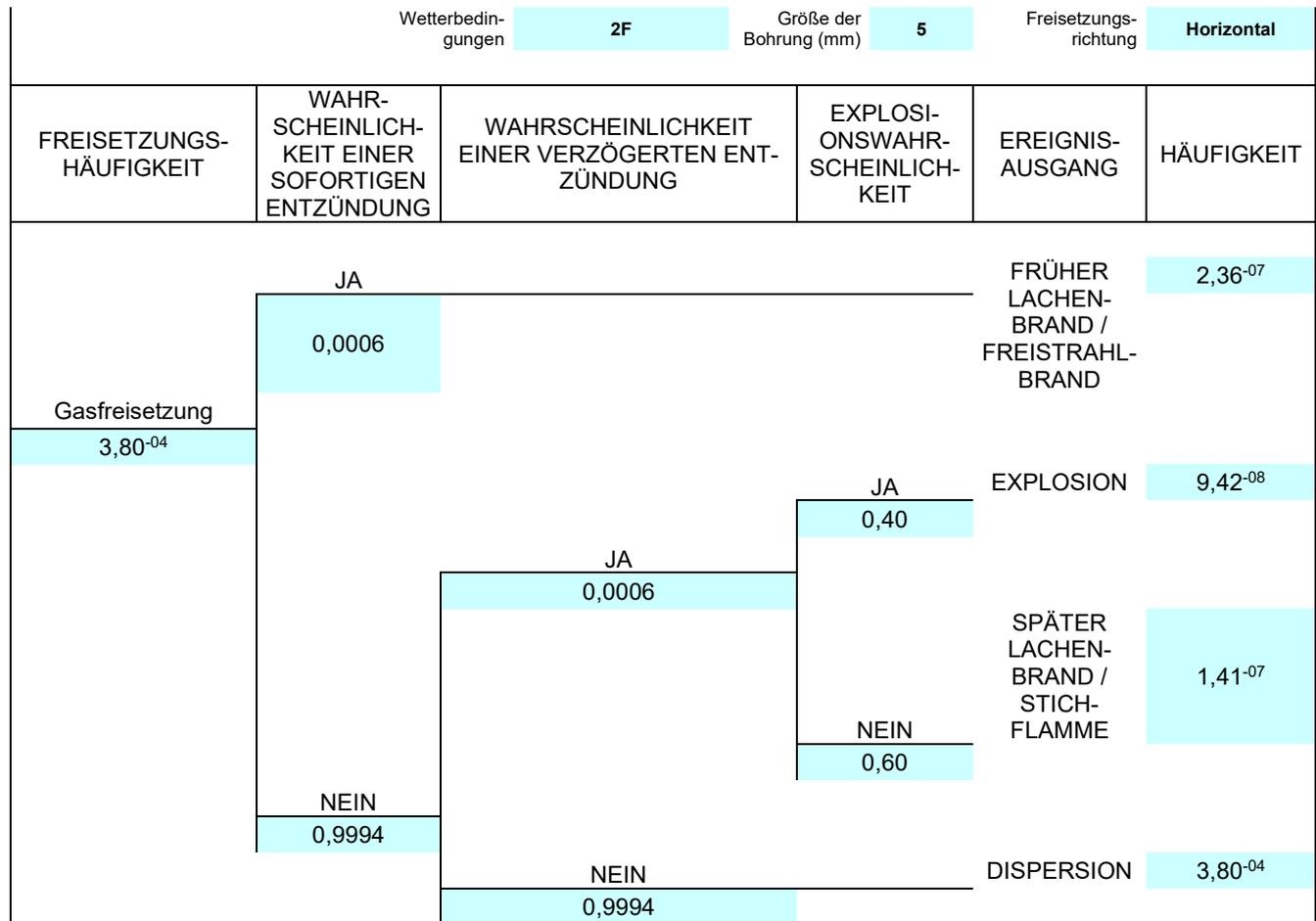


Abbildung 2-11 - Ereignisbaum für unbeabsichtigte Freisetzung aus V16200 - Abscheidebehälter für schwere Kohlenwasserstoffe, Pasquill-Klasse 2F.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645												
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht												
Auftragnehmer Dok.-Nr.:				Rev.:				Auftraggeber-Dok.-Nr.:				
P23IT04461-SAF-RE-000-001				C0 / D0 / D1				GTS 24/533				
Blatt 50 von 77												

Top-Ereignis	Beschreibung	Häufigkeit Freistrahbrand/ Sofortiger Lachenbrand [Ereignis/Jahr]			Häufigkeit Stichflamme/ Später Lachenbrand [Ereignis/Jahr]			Explosionshäufigkeit [Ereignis/Jahr]			Dispersionshäufigkeit [Ereignis/Jahr]		
		Gesamt	2F	5D	Gesamt	2F	5D	Gesamt	2F	5D	Gesamt	2F	5D
1	Unbeabsichtigte Freisetzung aus HW6000 - LNG-Vorwärmer	4,86 ⁻⁰⁷	2,43 ⁻⁰⁷	2,43 ⁻⁰⁷	2,92 ⁻⁰⁷	1,46 ⁻⁰⁷	1,46 ⁻⁰⁷	1,94 ⁻⁰⁷	9,72 ⁻⁰⁸	9,72 ⁻⁰⁸	7,69 ⁻⁰⁴	3,85 ⁻⁰⁴	3,85 ⁻⁰⁴
2	Unbeabsichtigte Freisetzung aus HW4001 - Vorkühler	4,80 ⁻⁰⁷	2,40 ⁻⁰⁷	2,40 ⁻⁰⁷	2,88 ⁻⁰⁷	1,44 ⁻⁰⁷	1,44 ⁻⁰⁷	1,92 ⁻⁰⁷	9,60 ⁻⁰⁸	9,60 ⁻⁰⁸	7,69 ⁻⁰⁴	3,85 ⁻⁰⁴	3,85 ⁻⁰⁴
3	Unbeabsichtigte Freisetzung aus CB7000 - Cold-Box (HX7000 – Primär-WT)	1,09 ⁻⁰⁵	5,43 ⁻⁰⁶	5,43 ⁻⁰⁶	6,51 ⁻⁰⁶	3,26 ⁻⁰⁶	3,26 ⁻⁰⁶	4,34 ⁻⁰⁶	2,17 ⁻⁰⁶	2,17 ⁻⁰⁶	9,68 ⁻⁰³	4,84 ⁻⁰³	4,84 ⁻⁰³
4	Unbeabsichtigte Freisetzung aus VT19000 / VT19001 - LNG Lagertanks	4,74 ⁻⁰⁷	2,37 ⁻⁰⁷	2,37 ⁻⁰⁷	2,85 ⁻⁰⁷	1,42 ⁻⁰⁷	1,42 ⁻⁰⁷	1,90 ⁻⁰⁷	9,48 ⁻⁰⁸	9,48 ⁻⁰⁸	7,59 ⁻⁰⁴	3,80 ⁻⁰⁴	3,80 ⁻⁰⁴
5	Unbeabsichtigte Freisetzung aus P19000 / P19001 - LNG-LKW-Verladepumpen	1,95 ⁻⁰⁶	9,76 ⁻⁰⁷	9,76 ⁻⁰⁷	1,17 ⁻⁰⁶	5,86 ⁻⁰⁷	5,86 ⁻⁰⁷	7,81 ⁻⁰⁷	3,90 ⁻⁰⁷	3,90 ⁻⁰⁷	2,43 ⁻⁰³	1,21 ⁻⁰³	1,21 ⁻⁰³
6	Unbeabsichtigte Freisetzung aus LNG-Verladeschläuchen	1,36 ⁻⁰⁵	6,81 ⁻⁰⁶	6,81 ⁻⁰⁶	8,17 ⁻⁰⁶	4,08 ⁻⁰⁶	4,08 ⁻⁰⁶	5,44 ⁻⁰⁶	2,72 ⁻⁰⁶	2,72 ⁻⁰⁶	1,75 ⁻⁰²	8,74 ⁻⁰³	8,74 ⁻⁰³
7	Unbeabsichtigte Freisetzung aus C9100 - BOG-Verdichter; Stufe 1/2/3	1,60 ⁻⁰⁵	7,98 ⁻⁰⁶	7,98 ⁻⁰⁶	9,58 ⁻⁰⁶	4,79 ⁻⁰⁶	4,79 ⁻⁰⁶	6,38 ⁻⁰⁶	3,19 ⁻⁰⁶	3,19 ⁻⁰⁶	2,31 ⁻⁰²	1,15 ⁻⁰²	1,15 ⁻⁰²
8	Unbeabsichtigte Freisetzung aus C5500 - Erdgas-Regenerationsverdichter 1/2/3	1,42 ⁻⁰⁵	7,08 ⁻⁰⁶	7,08 ⁻⁰⁶	8,49 ⁻⁰⁶	4,25 ⁻⁰⁶	4,25 ⁻⁰⁶	5,66 ⁻⁰⁶	2,83 ⁻⁰⁶	2,83 ⁻⁰⁶	2,31 ⁻⁰²	1,15 ⁻⁰²	1,15 ⁻⁰²
9	Unbeabsichtigte Freisetzung von V16200 - Abscheidebehälter für schwere Kohlenwasserstoffe	4,71 ⁻⁰⁷	2,36 ⁻⁰⁷	2,36 ⁻⁰⁷	2,83 ⁻⁰⁷	1,41 ⁻⁰⁷	1,41 ⁻⁰⁷	1,88 ⁻⁰⁷	9,42 ⁻⁰⁸	9,42 ⁻⁰⁸	7,59 ⁻⁰⁴	3,80 ⁻⁰⁴	3,80 ⁻⁰⁴

Tabelle 2-7 - Zusammenfassung der Häufigkeiten des finalen Unfallszenarios

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 51 von 77				Auftraggeber-Dok.-Nr.:	
				GTS 24/533		

Unter Bezugnahme auf die oben ermittelten Ereignishäufigkeiten werden nachstehend die wichtigsten Ergebnisse aufgeführt:

- Alle finalen Szenarien (Brand/Explosion/Wolkendispersion), die durch eine unbeabsichtigte Freisetzung von Erdgas aus der Cold-Box - CB7000, aus den LNG-Verladeschläuchen, aus dem Erdgas-Verdichter - C9100 und aus dem BOG-Verdichter - C5500 (Top-Ereignisse 3, 6, 7 und 8) ermittelt wurden, werden als „glaubhaft“ eingestuft, da die Häufigkeit des Auftretens höher als 1^{-06} Ereignisse/Jahr ist;
- Bei einer unfallbedingten Freisetzung von LNG aus den Lkw-Verladepumpen - P19000/P19001 (Top-Ereignis 5) sind die Häufigkeit des Auftretens von Strahl- und Stichflammen größer als 1^{-06} Ereignisse/Jahr und werden daher als „glaubhaft“ eingestuft. Das Explosionsereignis hingegen ist durch eine Häufigkeit von weniger als 1^{-06} Ereignissen/Jahr gekennzeichnet; da es als „nicht glaubhaft“ eingestuft wird, können die Folgen dieses Szenarios als nicht relevant für die Studie angesehen werden und werden nicht weiter analysiert;
- In Bezug auf die unbeabsichtigten Freisetzungen
 - von Erdgas aus dem LNG-Vorwärmer - HW6000, aus dem Vorkühler - HW4001 (Top-Ereignis 1 und 2);
 - von LNG aus dem LNG-Lagertank - VT19000 (Top-Ereignis 4);
 - von schweren Kohlenwasserstoffen aus dem Abscheidebehälter - V16200 (Top-Ereignis 9);

sind alle finalen Ereignisse (mit Ausnahme der atmosphärischen neutralen Gas-Dispersion ohne Zündung, die kein kritisches Ereignis darstellt) durch eine Häufigkeit von weniger als 1^{-06} Ereignissen/Jahr gekennzeichnet und werden daher als „nicht glaubhaft“ eingestuft.

Im nächsten Abschnitt wird die Folgenanalyse ausschließlich für die als „glaubhaft“ eingestuften Szenarien entwickelt.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 52 von 77					Auftraggeber-Dok.-Nr.:
						GTS 24/533

B.2.3 Folgenanalyse

Die in der Ereignisbaumanalyse ermittelten und im vorigen Absatz beschriebenen finalen Szenarien werden mit Hilfe der Software PHAST (Bezugsdokument [21]) analysiert.

Die in den folgenden Kapiteln dargestellten Entfernungen auf der windabgewandten Seite, bei denen die Grenzwerte erreicht werden, werden in 1 m Höhe über dem Boden bewertet.

B.2.3.1 Berechnung des Massendurchsatzes

Tabelle 2-8 zeigt die Betriebsbedingungen und Freisetzungseigenschaften, die für jedes untersuchte Unfallszenario relevant sind.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645									
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht									
Auftragnehmer Dok.-Nr.:			Rev.:				Auftraggeber-Dok.-Nr.:		
P23IT04461-SAF-RE-000-001			C0 / D0 / D1				GTS 24/533		
			Blatt 53 von 77						

Eigenschaften	Top-Ereignisse								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beschreibung	Unbeabsichtigte Freisetzung aus HW6000 - LNG-Vorwärmer	Unbeabsichtigte Freisetzung aus HW4001 - Vorwärmer	Unbeabsichtigte Freisetzung aus CB7000 - Cold-Box (HX7000 - Primär-WT)	Unbeabsichtigte Freisetzung aus VT19000 - LNG-Lagertank	Unbeabsichtigte Freisetzung aus P19000 (oder P19001) - LNG-LKW-Verladepumpe	Unbeabsichtigte Freisetzung aus LNG-Verladeschlauch	Unbeabsichtigte Freisetzung aus C9100 - Verdichter Stufe 1/2/3	Unbeabsichtigte Freisetzung aus C5500 - Verdichter 1/2/3	Unbeabsichtigte Freisetzung von V16200 - Abscheidebehälter für schwere Kohlenwasserstoffe
Fluid	Erdgas	Erdgas	LNG	LNG	LNG	LNG	Erdgas	Erdgas	Schwerer Kohlenwasserstoff
Zustand	Gas	Gas	Flüssig	Flüssig	Flüssig	Flüssig	Gas	Gas	Gas
P Betrieb [bara]	44	43,66	43,15	2,6	7,6	6,5	44,5	44,5	1.1
T Betrieb [°C]	10	20	-168	-166,5	-166,2	-166,2	50	50	50
Öffnungsdurchmesser [mm]	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Höhe der Öffnung [m]	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zusammensetzung (Mol) ⁽¹⁾									
Methan	0,8650	0,8799	0,8823	0,8842	0,8842	0,8842	0,4810	0,8786	0
Ethan	0,0690	0,0701	0,0703	0,0706	0,0706	0,0706	0,0001	0,0700	0
Propan	0,0154	0,0156	0,0157	0,0158	0,0158	0,0158	0	0,0156	0
i- Butan	0,0020	0,0020	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0	0,0020	0
n-Butan	0,0023	0,0023	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0	0,0023	0
i- Pentan	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0	0,0005	0
N-Pentan	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0	0,0004	0
C6+	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0	0,0005	1
N ₂	0,0242	0,0247	0,0247	0,0234	0,0234	0,0234	0,3951	0,0246	0
CO ₂	0,0195	40 ppm	40 ppm	40 ppm	40 ppm	0	0	0	0
Wasserstoff	0,0010	0,0011	0,001	0,0002	0,0002	0,0002	0,1238	0,0011	0
HO ₂	0,0002	0,0028	0	0	0	0	0	0,0042	0
Anmerkung: (1) Für die Modellierung von Unfallszenarien mit der Software Phast werden die in der folgenden Tabelle aufgeführten Zusammensetzungen konservativ normalisiert, wobei N ₂ , CO ₂ und H ₂ O ausgeschlossen werden.									

Tabelle 2-8 - Betriebsparameter und Auslösemerkmale für jedes Spitzenereignis

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.:	C0	D0	D1		
	Blatt 54 von 77					Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533

Die nachstehende Tabelle 2-9 zeigt die berechneten Durchsätze für alle untersuchten Top-Ereignisse. Die maximalen Durchsätze werden für die Folgenmodellierung und die Ereignisbaumanalyse in den Abschnitten B.2.3.2, B.2.3.3, B.2.3.3 und B.2.2.2 konservativ verwendet.

Top-Ereignis	Spitzenmassendurchsatz [kg/s]	Gesamtzündwahrscheinlichkeit (Bezugsdokument [3]) [in %]
1	0,148	0,126
2	0,142	0,125
3	0,734	0,224
4	0,143	0,125
5	0,290	0,161
6	0,265	0,156
7	0,190	0,138
8	0,136	0,122
9	0,140	0,124

Tabelle 2-9 – LNG-Freisetzungsergebnisse bei einer Öffnungsgröße von 5 mm

B.2.3.2 Simulation eines Brandszenarios

Gemäß der mit der Software Phast durchgeführten Modellierungssimulationen ergibt sich als Brandszenario ein Freistrahbrand. Es kommt am Boden zu keiner Pfützenbildung, die im Falle einer Entzündung einen Lachenbrand auslösen könnte.

Tabelle 2-10 zeigt die Flammenlängen und -abstände, die den Strahlungsgrenzwerten im Falle eines horizontalen Freistrahbrands für die beiden Pasquill-Klassen 2F und 5D entsprechen.

Top-Ereignis	Pasquill-Klasse	Länge der Flamme [m]	Abstand zu Wärmestrahlungsgrenzwerten auf windabgew. Seite [m]				
			1,5 [kW/m ²]	5 [kW/m ²]	8 [kW/m ²]	13 [kW/m ²]	15 [kW/m ²]
3	2F	14,7	40,7	23,3	21,0	19,1	18,7
	5D	11,4	39,0	20,8	18,3	16,4	15,9
5	2F	11,3	29,7	17,4	15,6	14,2	13,9
	5D	8,8	28,0	15,4	13,6	12,2	11,8
6	2F	11,0	28,7	16,9	15,1	13,8	13,5
	5D	8,6	27,0	14,9	13,1	11,8	11,5
7	2F	5,5	9,4	6,6	6,2	5,9	5,8
	5D	5,5	8,7	6,3	6,0	5,8	5,7
8	2F	4,6	6,9	5,2	5,0	4,8	4,8
	5D	4,6	6,4	5,1	4,9	4,7	4,7

Tabelle 2-10 – Ergebnisse der Freistrahbrand-Simulation bei Freisetzung über Öffnungen mit einer Größe von 5 mm

Die Entfernungen, bei denen die Grenzwerte der Wärmestrahlung für Freistrahbrandszenarien erreicht werden, sind in Anhang C dargestellt.

B.2.3.3 Simulation der Dispersion brennbarer Gase

Mit Hilfe der Phast-Software wird eine Dispersionsanalyse durchgeführt, um alle Anlagenbereiche zu ermitteln, in denen eine brennbare Gaswolke vorherrschen könnten. Die Wolke könnte bei verzögerter Zündung und fehlender Verdämmung eine Stichflamme erzeugen oder zu einer Explosion führen, wenn die Wolke zum Zeitpunkt der Entzündung teilweise eingeschlossen ist. Es wird davon ausgegangen,

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.:	C0	D0	D1		
	Blatt 55 von 77					Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533

dass brennbare Gaskonzentrationen, die gleich oder höher als die UEG sind, bei Vorhandensein einer geeigneten Zündquelle gefährliche Ereignisse auslösen können.

Eine Stichflamme ist ein unmittelbares Ereignis, das wenige Sekunden dauert. Aus diesem Grund sind die potenziellen Auswirkungen auf Anlagen vernachlässigbar, die Auswirkungen auf Menschen sind jedoch zu berücksichtigen.

Die für die Freisetzungen aus allen identifizierten Zufallsschäden (Bruch) berechneten UEG-Abstände sind für die Pasquill-Klassen 2F und 5D in der folgenden Tabelle 2-11 aufgeführt. Aufgrund der niedrigen Temperaturen verhält sich die LNG-Gaswolke wie ein schweres Gas, das absinkt und sich am Boden ausbreitet. Die auf der windabgewandten Seite beim Referenzgrenzwert (d.h. UEG) berechneten Entfernungen werden in einer Höhe von weniger als 1 m über dem Boden erreicht.

Die explosive Masse, die bei einer potenziellen Explosion involviert ist, wird im nächsten Abschnitt für die Szenarien beschrieben, bei denen die brennbare Wolke einen verdämmten Bereich (siehe Absatz B.1.2.1) erreicht.

Top-Ereignis	Pasquill-Klasse	Entfernung auf windabgew. Seite bei UEG [m]
3	2F	14,3
	5D	10,1
5	2F	13,9
	5D	6,7
6	2F	13,7
	5D	6,4
7	2F	1
	5D	1
8	2F	1
	5D	1

Tabelle 2-11 – Stichflammen-Simulationsergebnisse für eine Freisetzung über Öffnungen mit einer Größe von 5 mm

Die Entfernungen, bei denen der Grenzwert der Konzentration brennbarer Gase für Stichflammenszenarien (d.h. UEG) erreicht wird, sind in Anhang C dargestellt.

B.2.3.4 Simulation eines Explosionsszenarios

Der erste Schritt der Explosionsmodellierung ist die Bewertung der Ausdehnung der brennbaren Gaswolke, deren Konturen der UEG entsprechen. Für die Szenarien, die als glaubhaft erachtet werden, werden die in Abschnitt B.2.3.3 gezeigten Ergebnisse der Dispersionsanalyse mit den in Abschnitt B.2.1.1 ermittelten verdämmten Bereichen verglichen, in denen die Wolke aus brennbarem Gas eingeschlossen bleiben und zu einer Explosion führen könnte.

Die Ergebnisse der Explosionsmodellierung werden als Abstand von der Grenze des betreffenden verdämmten Bereichs zu den Überdruckgrenzwerten angegeben. Tabelle 2-12 und Tabelle 2-13 zeigen die Explosionsergebnisse für die Top-Ereignisse, die sowohl für die Wetterklasse 2F als auch für 5D zu einer Dampfwellenexplosion (VCE) führen können.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.:	C0	D0	D1		
	Blatt 56 von 77					Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533

Verdämmtter Bereich (Congested Area) (CA)	Top-Ereignis	Entzündbare Masse	Abstand zu Überdruckgrenzwerten [m]		
		[kg]	0,3 [bar]	0,14 [bar]	0,07 [bar]
CA-01	3	0,508	Nicht erreicht	5,3	10,6
	7	0,008	Nicht erreicht	1,3	2,6
	8	0,003	Nicht erreicht	1,0	2,0
CA-03	6 ⁽¹⁾	0,434	Nicht erreicht	5,0	10,1

Anmerkungen:

- 1) Selbst wenn die berechnete Gaswolkenkonzentration CA02 erreicht, wird für TE06 davon ausgegangen, dass die LNG-Gaswolke sich wie ein schweres Gas verhält (Absinken und Ausbreitung am Boden) und dass eine 3,5 m hohe Mauer zwischen den Pumpen und den Verladebereichen ein physisches Hindernis für die Ausbreitung der Gaswolke in Richtung CA02 darstellt und die Wolke in CA03 eingeschlossen wird.

Tabelle 2-12 - VCE-Simulationsergebnisse für Freisetzungen über Öffnungen mit einer Größe von 5 mm - 2F

Verdämmtter Bereich (Congested Area)	Top-Ereignis	Entzündbare Masse	Abstand zu Überdruckgrenzwerten [m]		
		[kg]	0,3 [bar]	0,14 [bar]	0,07 [bar]
CA-01	3	0,235	Nicht erreicht	4,1	8,2
	7	0,006	Nicht erreicht	1,2	2,4
	8	0,003	Nicht erreicht	0,9	1,8
CA-03	6 ⁽¹⁾	0,104	Nicht erreicht	3,1	6,3

Anmerkungen:

- 1) Selbst wenn die berechnete Gaswolkenkonzentration CA02 erreicht, wird für TE06 davon ausgegangen, dass die LNG-Gaswolke sich wie ein schweres Gas verhält (Absinken und Ausbreitung am Boden) und dass eine 3,5 m hohe Mauer zwischen den Pumpen und den Verladebereichen ein physisches Hindernis für die Ausbreitung der Gaswolke in Richtung CA02 darstellt und die Wolke in CA03 eingeschlossen wird.

Tabelle 2-13 - VCE-Simulationsergebnisse für Freisetzung über Öffnungen mit einer Größe von 5 mm - 5D

Es ist anzumerken, dass die ermittelten brennbaren Massen in möglichen VCE-Szenarien begrenzt sind. Dennoch werden die Ergebnisse für Explosionsereignisse aus Gründen der Vollständigkeit der Analyse konservativ bewertet, wie in den obigen Tabellen dargestellt (ohne Darstellung der Überdruckkonturen in den entsprechenden Zeichnungen in Anhang C).

B.2.4 Ergebnisse der Analyse

Zweck des vorliegenden Dokuments ist die Präsentation der Ergebnisse der Analyse von Ereignisszenarien, die gemäß den Sicherheitskriterien in Bezugsdokument [1] für das Projekt LNG-Verflüssigungsanlage durchgeführt wurde.

In diesem Kapitel werden die vorgesehenen Mindestmaßnahmen zur Risikokompensation auf der Grundlage der in der Studie erzielten Ergebnisse erläutert.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.:	C0	D0	D1		
	Blatt 57 von 77					Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533

Die Häufigkeitsbewertung gemäß Abschnitt B.2.2.2 hat gezeigt, dass einige finalen Ereignisszenarien (relevant für TE01, TE02, TE04 und TE09) als „nicht glaubhaft“ eingestuft werden. Für diese Ereignisse wurde die Folgenmodellierung im Rahmen der vorliegenden Studie nicht weiter analysiert.

Gemäß den Ergebnissen der Simulation des Brandszenarios für **TE03** (siehe Abschnitt B.2.3.2) beträgt im Falle eines Freistrahlsbrands aus der Cold-Box die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite, die dem Grenzwert von 15 kW/m² (Referenzgrenzwert für verfahrenstechnische Anlagen) entspricht, 19 m. Die ermittelte Wärmestrahlungskontur kann andere nahe gelegene Anlagen erreichen, die zu anderen absperrbaren Abschnitten gehören. Folgende Sicherheitsmaßnahmen sind vorgesehen, um möglichen Auswirkungen eines Brandszenarios zu minimieren:

- Im Verflüssigungsbereich ist eine Brand- und Gasmeldeanlage (mit Detektoren für brennbare Gase, Ultraschalldetektoren und Flammendetektoren) vorgesehen, die automatisch Notfallmaßnahmen (Notabschaltung) einleitet. Bei Auslösen der Notabschaltung wird die Cold-Box abgeschaltet und systemseitig getrennt, das LNG wird innerhalb von zwei Minuten in den Abscheidebehälter der LNG-Entleerung abgelassen und über die kalte Entlüftung ins Freie verdampft. Auf diese Weise wird das gesamte LNG (flüssige Phase) schnell aus der Cold-Box entfernt, wodurch die Möglichkeit einer Eskalation des Szenarios mit einem Übergreifen auf angrenzende Anlagen minimiert wird. Nach der Entleerung wird die Cold-Box entspannt und mit Stickstoff gespült.
- Die LNG-Lagertanks, die die größte Menge an brennbaren Stoffen enthalten, werden in 19 m Entfernung von der Cold-Box errichtet.
- Die Erdgas- und BOG-Verdichter befinden sich innerhalb der festgelegten Niveaunkontur (19 m). Im Verflüssigungsbereich ist jedoch eine Brand- und Gasmeldeanlage (mit Detektoren für brennbare Gase, Ultraschalldetektoren und Flammendetektoren) vorgesehen, die automatisch Notfallmaßnahmen (Notabschaltung) einleitet. Bei Auslösen der Notabschaltung werden die beiden Verdichter abgeschaltet und systemseitig getrennt. Das Erdgas wird innerhalb von einer Minute in Richtung der kalten Entlüftung entspannt, wodurch die Menge an brennbaren Stoffen in den jeweiligen abtrennbaren Abschnitten minimiert wird. Nach der Druckentspannung werden die Maschinen mit Stickstoff gespült.
- Die Erdgas-Vorkühl- und Trocknungseinheit (DU4000), das Erdgas-Regenerationsmodul (MDL5000) und das HC-WT-Modul (MDL9000) befinden sich innerhalb der Niveaunkontur (19 m). Im Verflüssigungsbereich ist jedoch eine Brand- und Gasmeldeanlage (mit Detektoren für brennbare Gase, Ultraschalldetektoren und Flammendetektoren) vorgesehen, die automatisch Notfallmaßnahmen (Notabschaltung) einleitet. Bei Auslösen der Notabschaltung werden die Abschnitte abgeschaltet und systemseitig getrennt. Sodann kann der Abschnitt in Richtung der kalten Entlüftung mit Stickstoff gespült werden, da er unter niedrigem Betriebsdruck steht.
- In dem Bereich ist ein Löschwasserversorgung vorgesehen.

Darüber hinaus sollten folgende Auslegungsparameter Berücksichtigung finden:

- Die gesamte kryogene Ausrüstung (Wärmetauscher, Armaturen, Rohrleitungen) der Cold-Box der LNG-Verflüssigung (Pos. CB7000) ist in einer vertikalen Einhausung aus C-Stahl untergebracht. Die Einhausung besteht aus Stahlträgern, die mit 3 mm dicken Platten verkleidet sind. Der Hohlraum zwischen Einhausung und Ausrüstung ist mit Perlit gefüllt, einem nicht brennbaren Material, das zur thermischen Isolierung der kalten Teile verwendet wird. Die Cold-Box-Einhausung wird mit Stickstoff gespült, um den Eintritt von Luftfeuchtigkeit aus der Umgebung zu vermeiden und eine inerte Atmosphäre im Inneren sicherzustellen. Auf dem Dach der Einhausung ist ein Mannloch mit einem Durchmesser von 600 mm vorgesehen. Dieses dient auch als Überdrucksicherung der Einhausung (Berstdruck: 0,0175 bar). Alle Anschlüsse im Inneren der Einhausung, sowohl auf der Erdgas- als auch auf der LNG-Seite, sind stumpf geschweißt. Nur die Anschlüsse für den Erdgaseintritt und den LNG-Austritt außerhalb der Einhausung sind geflanscht. Alle Anschlüsse befinden sich im unteren Teil der Cold-Box (in Mannshöhe), und sind an der Südseite der Cold-Box konzentriert. Die für TE03 relevanten Folgen können in

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001			Blatt	58	von	77
						GTS 24/533

Anbetracht der erwähnten Konfiguration in Bezug auf die in Abschnitt B.2.3.2 gezeigten Szenarien abgemildert werden.

- Bei den Erhitzern EW5000 (im Modul MDL5000 enthalten) und EW9000 (im Modul MDL9000 enthalten) strömt das brennbare Gas unter niedrigem Druck durch Rohrschlangen, die in ein Heißwasserbad eingetaucht sind. Diese Konfiguration reduziert den Wärmeübertrag eines möglichen externen Feuers (z. B. TE03), ohne dass die internen Rohre direkt der Flamme ausgesetzt sind.

Gemäß den Ergebnissen der Simulation des Brandszenarios für **TE03** (siehe Abschnitt B.2.3.2) im Falle eines Freistrahbrandes aus der Cold-Box beträgt die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite, die dem Grenzwert von 8 kW/m^2 (Referenzgrenzwert für technische Gebäude) entspricht, 21 m. Die ermittelte Wärmestrahlungskontur kann die lokalen Leitwarte (LCR) und den Fahrercontainer nicht erreichen.

Gemäß den Ergebnissen der Simulation der Ausbreitung brennbarer Gase für **TE03** (siehe Abschnitt B.2.3.3) beträgt die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite zur UEG-Konzentration 14,3 m. In Anbetracht der ermittelten Ergebnisse sollten folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Die Anlage ist unbemannt, mit Ausnahme des für die Verladung zuständigen Personals.
- Die Ladebuchten, der Leitstand (LCR) und der Fahrercontainer werden von der berechneten Gaswolkenkonzentration nicht erreicht.

Gemäß den Ergebnissen der Simulation des Brandszenarios für **TE05** (siehe Abschnitt B.2.3.2) beträgt im Falle eines Strahlungsfeuers der Verladepumpen die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite, die dem Grenzwert von 15 kW/m^2 (Referenzgrenzwert für verfahrenstechnische Anlagen) entspricht, 14 m. Die ermittelte Wärmestrahlungskontur kann andere nahe gelegene Anlagen erreichen, die zu anderen absperrbaren Abschnitten gehören. Folgende Sicherheitsmaßnahmen sind vorgesehen, um möglichen Auswirkungen eines Brandszenarios zu minimieren:

- Im Pumpenbereich der Verladung ist eine Brand- und Gasmeldeanlage (mit Detektoren für brennbare Gase, Ultraschalldetektoren und Flammendetektoren) vorgesehen, die automatisch Notfallmaßnahmen (Notabschaltung) einleitet. Bei Auslösen der Notabschaltung werden die Verladepumpen abgeschaltet systemseitig getrennt. Darüber hinaus sind an den Verladestellen Notaus-Taster vorgesehen, die vom Anlagenpersonal manuell betätigt werden können.
- Die Lkw-Verladebuchten befinden sich innerhalb der festgelegten Niveauekontur (14 m). Zwischen den Pumpen und dem Verladebereich befindet sich eine feuerfeste Trennwand, um die Möglichkeit einer Brandausbreitung von den Pumpen auf benachbarte Lkw zu verhindern.
- In dem Bereich ist eine Löschwasserversorgung vorgesehen.

Darüber hinaus sollten folgende Auslegungsparameter Berücksichtigung finden:

- Die LNG-Tankcluster bestehen aus doppelwandigen Containment-Behältern, wobei der Hohlraum zwischen den beiden Wänden unter Vollvakuum steht und mit Isoliermaterial (Perlit) gefüllt ist. Diese Konfiguration reduziert die Wärmeübertragung, so dass der innere Tank nicht direkt der Flamme ausgesetzt ist.
- Die Pumpen zur Lkw-Verladung sind Tauchpumpen mit hochfesten Dichtungen. Der Motor ist in einen Kryostaten eingetaucht, so dass kein LNG aus den Dichtungen austreten kann. Daher wäre die Freisetzungshäufigkeit der Anlage geringer als im Fall einer Kreiselpumpe, die für die Häufigkeitsbewertung berücksichtigt wurde (Abschnitt B.2.2.1).

Gemäß den Ergebnissen der Simulation des Brandszenarios für **TE05** (Abschnitt B.2.3.2) beträgt im Falle eines Freistrahbrandes ausgehend von den Verladepumpen die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite, die dem Grenzwert von 8 kW/m^2 (Referenzgrenzwert für technische Gebäude) entspricht, 15,1 m. Die ermittelte Wärmestrahlungskontur kann die lokalen Leitwarte (LCR) und den Fahrercontainer nicht erreichen.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001			Blatt 59	von 77		GTS 24/533

Gemäß den Ergebnissen der Simulation der Ausbreitung brennbarer Gase für **TE05** (siehe Abschnitt B.2.3.3) beträgt die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite zur UEG-Konzentration 14 m. In Anbetracht der ermittelten Ergebnisse sollten folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Die Anlage ist unbemannt, mit Ausnahme des für die Verladung zuständigen Personals.
- Der Leitstand (LCR) und der Fahrercontainer werden von der berechneten Gaswolkenkonzentration nicht erreicht.
- Die berechnete Gaswolkenkonzentration erreicht die Ladebuchten. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich die LNG-Gaswolke aufgrund der niedrigen Temperaturen wie ein schweres Gas verhält, das absinkt und sich am Boden ausbreitet. In Anbetracht der Tatsache, dass die Wolke eine maximale Höhe von etwa 1,5 m erreicht, wird das Vorhandensein einer 3,5 m hohen Wand zwischen den Pumpen und den Verladebereichen als physisches Hindernis für die Ausbreitung der Gaswolke in Richtung der Ladebuchten angesehen, so dass die Wolke auf den Bereich der Pumpen beschränkt bleibt.

Gemäß den Ergebnissen der Simulation des Brandszenarios für **TE06** (siehe Abschnitt B.2.3.2) beträgt die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite, die dem Grenzwert von 15 kW/m² (Referenzgrenzwert für verfahrenstechnische Anlagen) entspricht, 13,5 m. Die ermittelte Wärmestrahlungskontur kann andere nahegelegene Anlagen erreichen, die zu anderen absperrbaren Abschnitten gehören. Folgende Sicherheitsmaßnahmen sind vorgesehen, um möglichen Auswirkungen eines Brandszenarios zu minimieren:

- Im Bereich der Ladebuchten ist eine Brand- und Gasmeldeanlage (mit Detektoren für brennbare Gase und Flammendetektoren) und Notastern vorgesehen, die automatisch Notfallmaßnahmen (Notabschaltung) einleitet. Bei Auslösen der Notabschaltung werden die Verladepumpen abgeschaltet und systemseitig getrennt und das LNG-Einlassventil auf dem LKW wird sofort geschlossen. Die LNG-Menge innerhalb des jeweiligen absperrbaren Abschnitts (d.h. von der Notaus-Armatur hinter der Verladepumpe bis zum LNG-Einlassventil am LKW) ist begrenzt. Unter Berücksichtigung der berechneten Freisetzungsmenge (Abschnitt B.2.3.1) beträgt die geschätzte Dauer des Freisetzungsszenarios nur wenige Minuten (< 5 Minuten), wodurch die Möglichkeit einer Eskalation des Szenarios mit einem Übergreifen auf benachbarte Anlagen minimiert wird.
- Die Verladepumpen befinden sich innerhalb der festgelegten Niveauekontur (13,5 m). Zwischen den Pumpen und dem Verladebereich befindet sich eine feuerfeste Trennwand, um die Möglichkeit einer Brandausbreitung von den Verladeschläuchen auf die angrenzenden Pumpen zu vermeiden.
- In dem Bereich ist eine Löschwasserversorgung vorgesehen.

Darüber hinaus sollten folgende Auslegungsparameter Berücksichtigung finden:

- Die LNG-Tankwagen bestehen aus doppelwandigen Containment-Behältern, wobei der Hohlraum zwischen den beiden Wänden unter Vollvakuum steht und mit Isoliermaterial (Perlit) gefüllt ist. Diese Konfiguration reduziert die Wärmeübertragung, so dass der innere Tank nicht direkt der Flamme ausgesetzt ist.
- Die Verladeschläuche sind mit einer Abrisskupplung mit einem Schnellschlussventil ausgestattet, das den Fluid-Strom im Notfall sofort stoppt.
- Der Bediener muss vor Beginn des Ladevorgangs eine Dichtheitsprüfung mit Seifenwasser an der Schlauchkupplung zum Lkw durchführen, um sicherzustellen, dass der Verladeschlauch ordnungsgemäß mit dem Lkw verbunden ist.

Gemäß den Ergebnissen der Simulation des Brandszenarios für **TE06** (siehe in Abschnitt B.2.3.2) beträgt bei einem Freistrahbrand aus den Verladeschläuchen die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite, die dem Grenzwert von 8 kW/m² (Referenzgrenzwert für technische

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.: P23IT04461-SAF-RE-000-001	Rev.:	C0	D0	D1		
	Blatt 60 von 77					Auftraggeber-Dok.-Nr.: GTS 24/533

Gebäude) entspricht, 16 m. Die ermittelte Wärmestrahlungskontur kann den Leitstand vor Ort (LCR) und den Fahrercontainer nicht erreichen.

Gemäß den Ergebnissen der Simulation der Ausbreitung brennbarer Gase für **TE06** (siehe Abschnitt B.2.3.3) beträgt die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite zur UEG-Konzentration 14 m. In Anbetracht der ermittelten Ergebnisse sollten folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Die Anlage ist unbemannt, mit Ausnahme des für die Verladung zuständigen Personals.
- Der Leitstand (LCR) und der Fahrercontainer werden von der berechneten Gaswolkenkonzentration nicht erreicht.
- Die berechnete Gaswolkenkonzentration erreicht die Verladepumpen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich die LNG-Gaswolke aufgrund der niedrigen Temperaturen wie ein schweres Gas verhält, das absinkt und sich am Boden ausbreitet. In Anbetracht der Tatsache, dass die maximale Höhe der Wolke etwa 1,5 m beträgt, wird das Vorhandensein einer 3,5 m hohen Wand zwischen den Pumpen und den Verladebereichen als physisches Hindernis für die Ausbreitung der Gaswolke in Richtung der Verladepumpen angesehen, so dass die Wolke auf die Ladebuchten beschränkt bleibt.

Gemäß den Ergebnissen der Simulation des Brandszenarios für **TE07** und **TE08** (siehe Abschnitt B.2.3.2) erreicht die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite, die dem Grenzwert von 15 kW/m^2 (Referenzgrenzwert für verfahrenstechnische Anlagen, ermittelt in 5,8 m bzw. 4,8 m Entfernung) entspricht, im Falle eines Freistrahlsbrands aus dem Erdgasverdichter oder dem BOG-Verdichter sind keine anderen Anlagen in der Nähe, die zu anderen absperrbaren Abschnitten gehören. Darüber hinaus kann die berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite, die dem Grenzwert von 8 kW/m^2 (Referenzwert für technische Gebäude, ermittelt in 6,2 m bzw. 5,0 m Entfernung) entspricht, den Leitstand vor Ort (LCR) und den Fahrercontainer nicht erreichen.

Gemäß den Ergebnissen der Simulation zur Ausbreitung brennbarer Gase für **TE07** und **TE08** (siehe Abschnitt B.2.3.3) erreicht die maximale berechnete Entfernung auf der windabgewandten Seite zur UEG-Konzentration (d.h. 1 m), keinen Bereich, in dem sich möglicherweise Personen aufhalten (d.h. Verladebuchten, Leitstand und Fahrer-Container).

Die wichtigsten Ergebnisse der Simulation der Explosion (VCE) (siehe Abschnitt B.2.3.3) sind nachstehend aufgeführt:

- Der Überdruck von 0,3 bar (Referenzgrenzwert für Schäden an der Verfahrenstechnik) wird bei keinem der untersuchten Top-Ereignisse erreicht.
- Der Überdruck von 0,14 bar (Referenzgrenzwert für Gebäude und Betriebspersonal) erreicht bei allen untersuchten Top-Ereignissen keines der technischen Gebäude (d.h. Leitstand und Fahrercontainer).
- Der Überdruck von 0,07 bar (Referenzgrenzwert für die externe Bevölkerung) erreicht bei keinem der untersuchten Top-Ereignisse die Anlagengrenzen.

In Anbetracht des Anlagenstandorts und der Ergebnisse der Folgenmodellierung (Abschnitt B.2.3) gelten für die Anlagengrenzen folgende Überlegungen:

- Die Westgrenze der Anlage (Vegetationsfläche) wird von der Kontur der Wärmestrahlung von 13 kW/m^2 (d.h. der maximale Grenzwert für isolierte Bereiche) nicht erreicht.
- Die Ostseite des Werksgeländes (Industriegebiet) wird von der Kontur der Wärmestrahlung von 5 kW/m^2 (d.h. der maximale Grenzwert für Zwischengebiete) nicht erreicht.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 61 von 77					Auftraggeber-Dok.-Nr.:
					GTS 24/533	

- Die Wärmestrahlungskontur von 1,5 kW/m² (d.h. der maximale Grenzwert für kritische Gebiete) wird für das Projekt als nicht zutreffend betrachtet, da sich in der Umgebung der Anlage keine kritischen Bereiche (z.B. Krankenhäuser, Sportstadien, Spielplätze, etc.) befinden.
- Die Anlagengrenze wird von der Kontur der Ausbreitung brennbarer Gase, die der UEG-Konzentration entspricht, nicht erreicht.

LNG-Verflüssigungsanlage – Konformität des Projekts mit EN 13645						
Konformität des Projekts mit EN 13645 für LNG-Verflüssigungsanlagen – Prüfbericht						
Auftragnehmer Dok.-Nr.:	Rev.:	C0	D0	D1		Auftraggeber-Dok.-Nr.:
P23IT04461-SAF-RE-000-001	Blatt 62 von 77					GTS 24/533

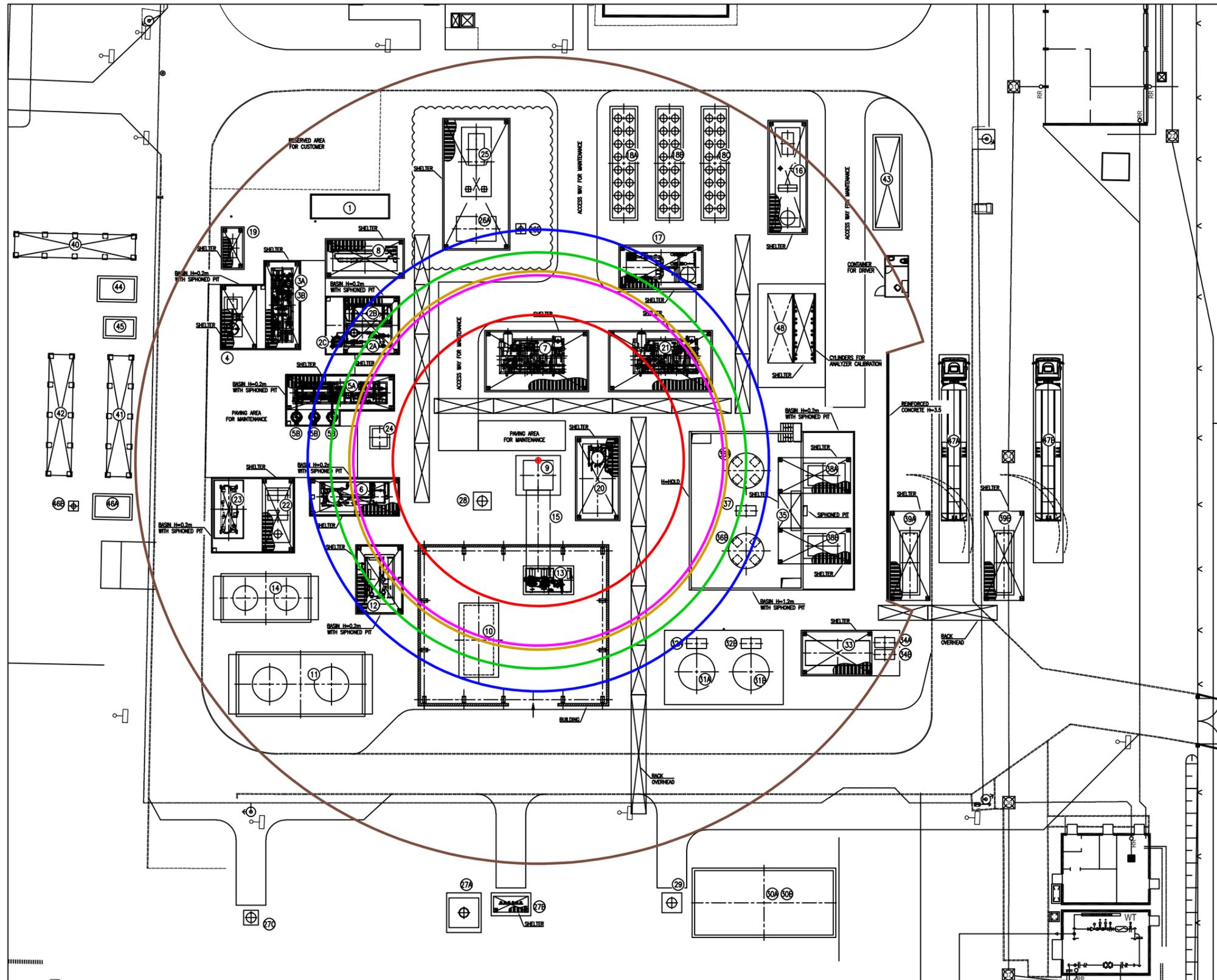
ANHANG C – DARSTELLUNG DER FOLGENANALYSE

ABBILDUNGSVERZEICHNIS:

- **ABBILDUNG 1:** FREISTRABLBRAND - TOP-EREIGNIS 3 - 2F
- **ABBILDUNG 2:** FREISTRABLBRAND - TOP-EREIGNIS 3 - 5D
- **ABBILDUNG 3:** FREISTRABLBRAND - TOP-EREIGNIS 5 - 2F
- **ABBILDUNG 4:** FREISTRABLBRAND - TOP-EREIGNIS 5 - 5D
- **ABBILDUNG 5:** FREISTRABLBRAND - TOP-EREIGNIS 6 - 2F
- **ABBILDUNG 6:** FREISTRABLBRAND - TOP-EREIGNIS 6 - 5D
- **ABBILDUNG 7:** FREISTRABLBRAND – TOP-EREIGNIS 7 - 2F
- **ABBILDUNG 8:** FREISTRABLBRAND - TOP-EREIGNIS 7 - 5D
- **ABBILDUNG 9:** FREISTRABLBRAND - TOP-EREIGNIS 8 - 2F
- **ABBILDUNG 10:** FREISTRABLBRAND - TOP-EREIGNIS 8 - 5D
- **ABBILDUNG 11:** STICHFLAMME - TOP-EREIGNIS 3 - 2F und 5D
- **ABBILDUNG 12:** STICHFLAMME - TOP-EREIGNIS 5 - 2F und 5D
- **ABBILDUNG 13:** STICHFLAMME - TOP-EREIGNIS 6 - 2F und 5D
- **ABBILDUNG 14:** STICHFLAMME - TOP-EREIGNIS 7 - 2F und 5D
- **ABBILDUNG 15:** STICHFLAMME - TOP-EREIGNIS 8 - 2F und 5D

FIGURE 1
JET FIRE - TOP EVENT 3 -
PASQUILL STABILITY CLASS 2F

- Flame height (14.7m)
- 15 kW/m² (18.7m)
- 13 kW/m² (19.1m)
- 8 kW/m² (21.0m)
- 5 kW/m² (23.3m)
- 1.5 kW/m² (40.7m)

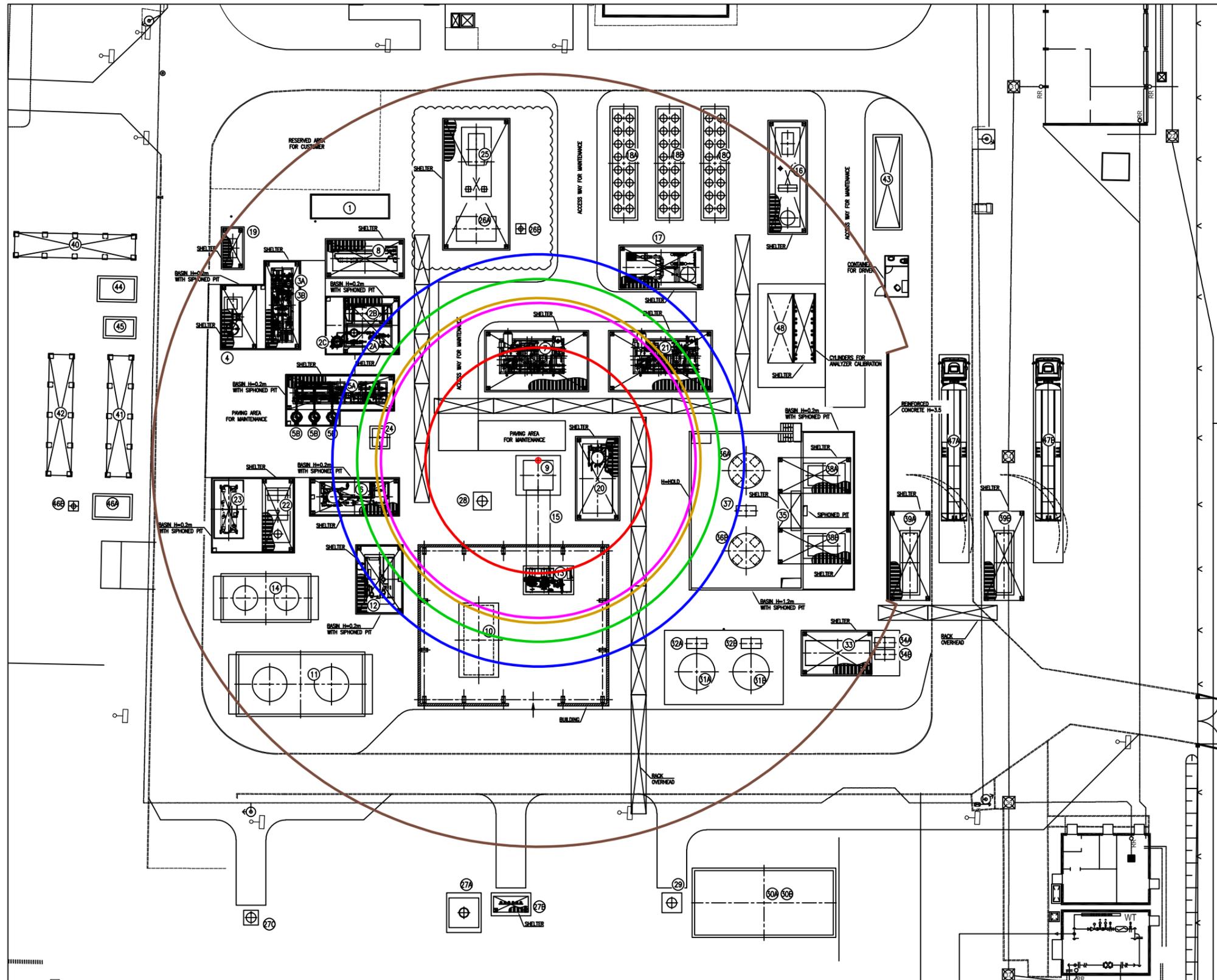


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	AU1000
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	AU1000
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	SU2000
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	DU4000
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW8000 FS8000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 H7000 H7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 P8000A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 2
JET FIRE - TOP EVENT 3 -
PASQUILL STABILITY CLASS 5D

- Flame height (11.4m)
- 15 kW/m² (15.9m)
- 13 kW/m² (16.4m)
- 8 kW/m² (18.3m)
- 5 kW/m² (20.8m)
- 1.5 kW/m² (39.0m)

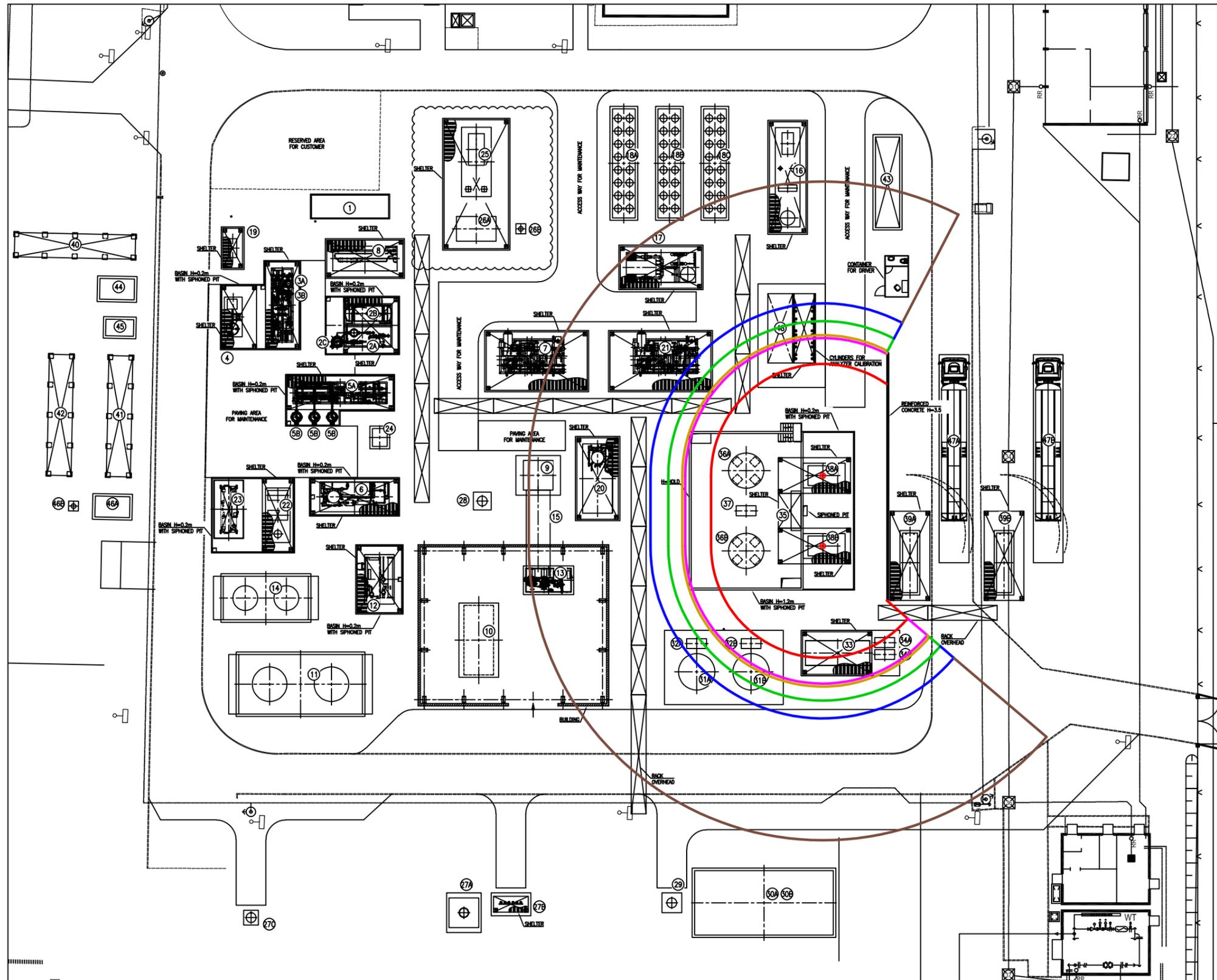


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	AU1000
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	AU1000
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	SU2000
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	DU4000
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW8000 FS8000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 P8000A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 3
JET FIRE - TOP EVENT 5 -
PASQUILL STABILITY CLASS 2F

- Flame height (11.3m)
- 15 kW/m² (13.9m)
- 13 kW/m² (14.2m)
- 8 kW/m² (15.6m)
- 5 kW/m² (17.4m)
- 1.5 kW/m² (29.7m)

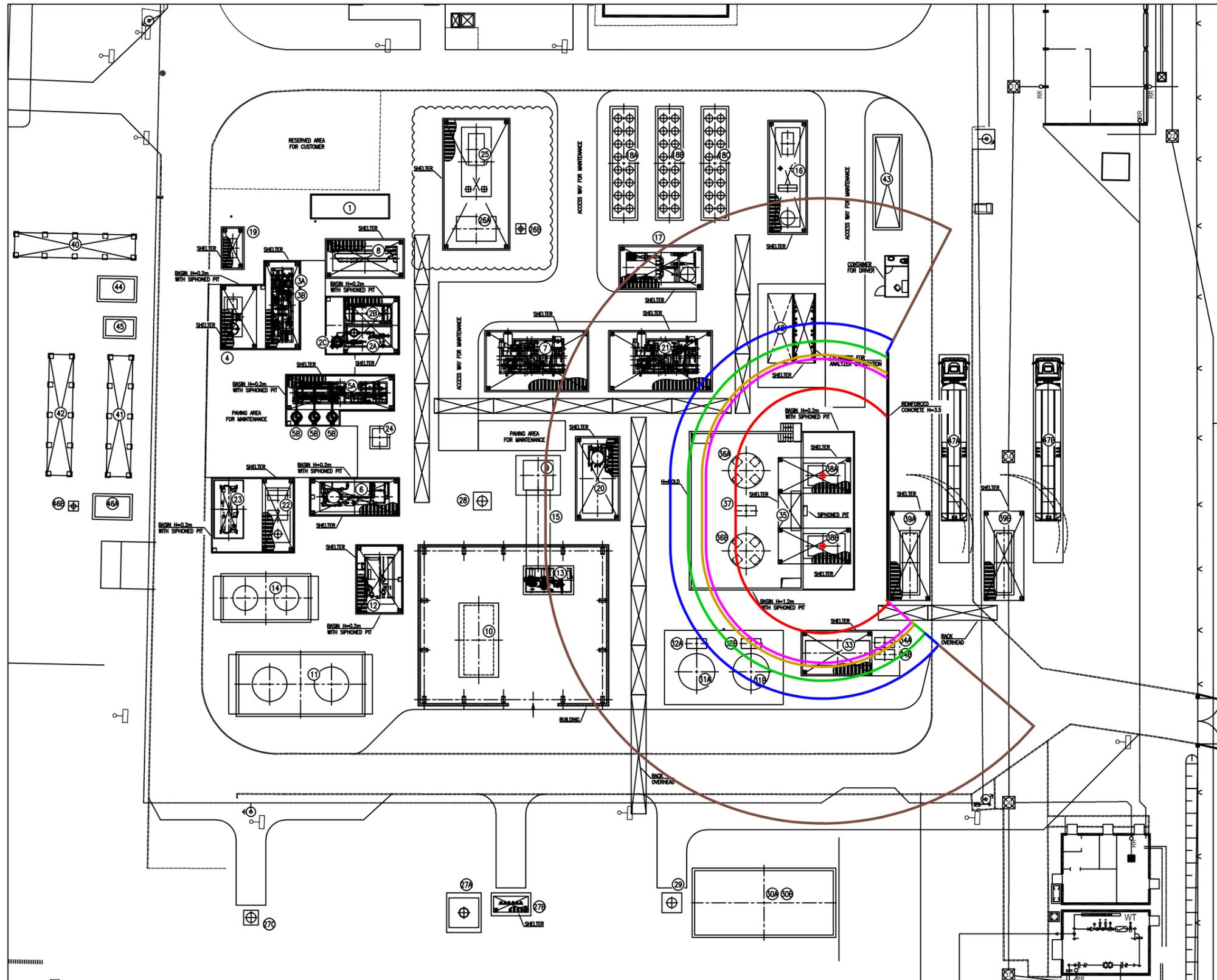


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	AU1000
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	AU1000
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	SU2000
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	DU4000
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW8000 FS8000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG SEPARATOR LNG SEPARATOR LNG SEPARATOR	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 FW800A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	EB8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V1100 P11900A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15500
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 4
JET FIRE - TOP EVENT 5 -
PASQUILL STABILITY CLASS 5D

- Flame length (8.8m)
- 15 kW/m² (11.8m)
- 13 kW/m² (12.2m)
- 8 kW/m² (13.6m)
- 5 kW/m² (15.4m)
- 1.5 kW/m² (28.0m)

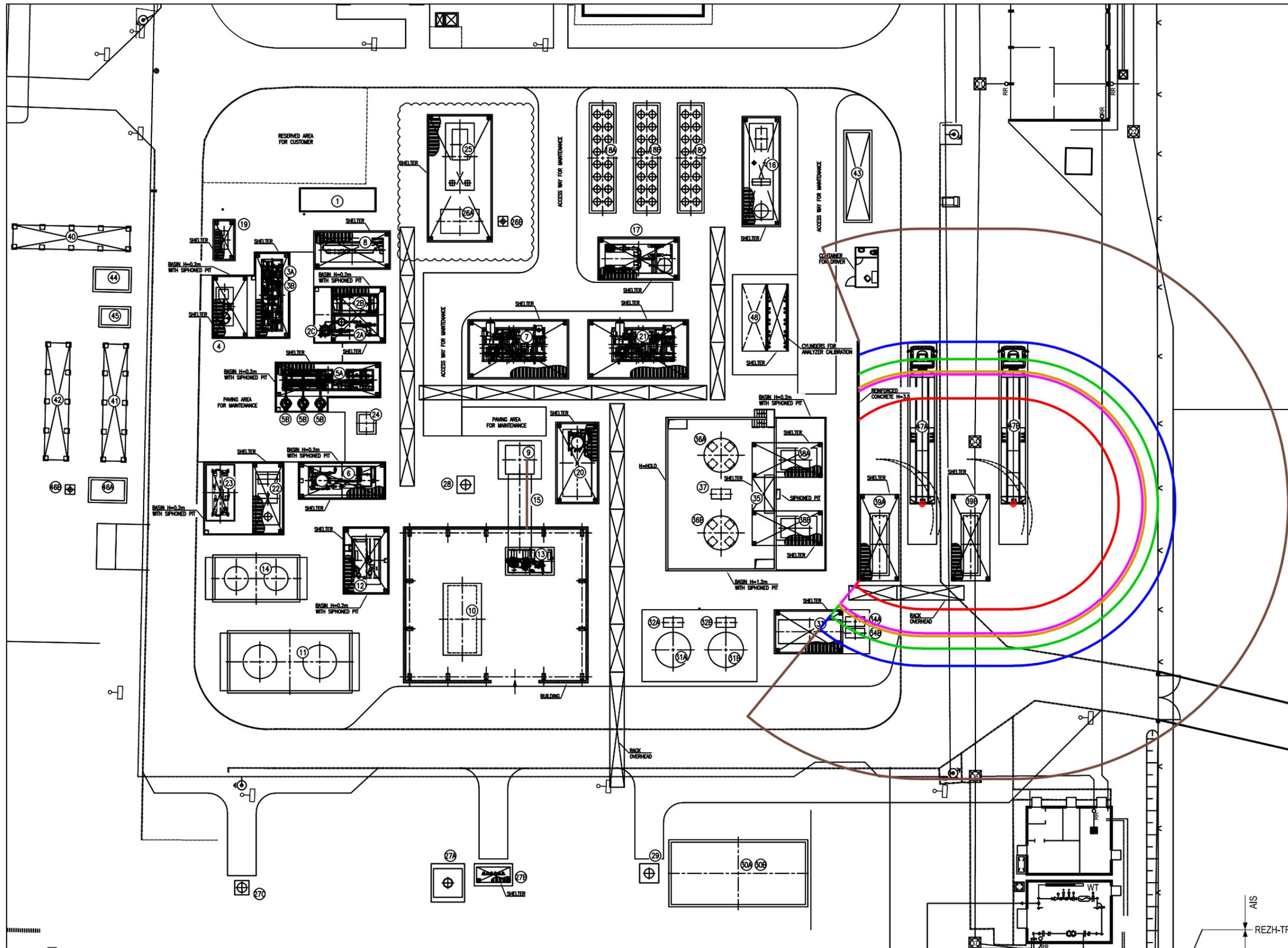


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	AU1000
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	AU1000
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	SU2000
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	DU4000
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW8000 FS8000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HW7000 HW7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 FW800A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	EB8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V1100 P11900A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15500
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 5
JET FIRE - TOP EVENT 6 -
PASQUILL STABILITY CLASS 2F

- Flame height (11.0m)
- 15 kW/m² (13.5m)
- 13 kW/m² (13.8m)
- 8 kW/m² (15.1m)
- 5 kW/m² (16.9m)
- 1.5 kW/m² (28.7m)

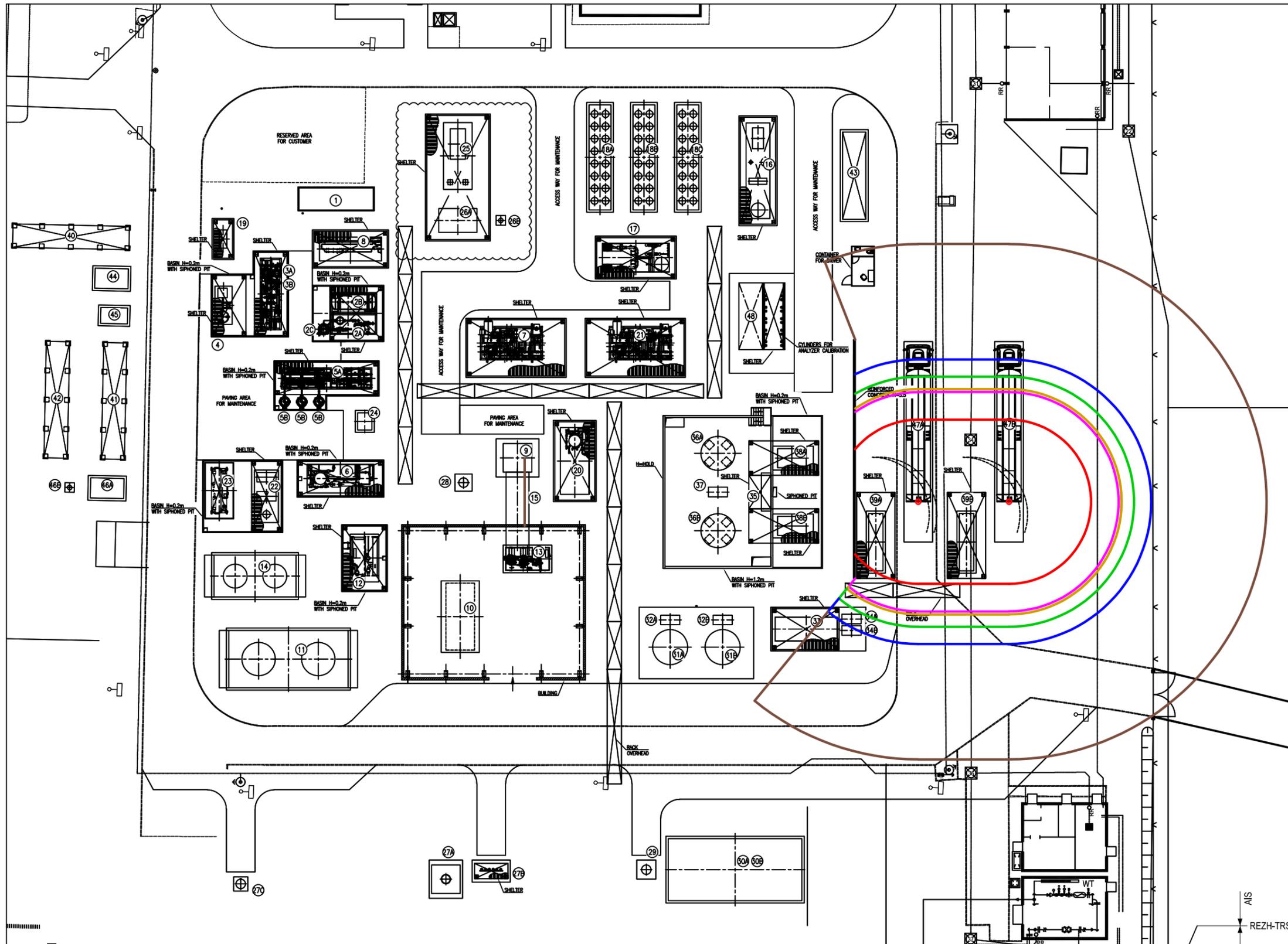


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	-
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	AU1000
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	-
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	-
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	-
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HM5000 ST5000 EM500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HM6000 RS6000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG SEPARATOR LNG SEPARATOR LNG SEPARATOR	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST7003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HM7400 HM7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 PB800A/B VB8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	EB8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EM9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HM15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HT17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 6
JET FIRE - TOP EVENT 6 -
PASQUILL STABILITY CLASS 5D

- Flame length (8.6m)
- 15 kW/m² (11.5m)
- 13 kW/m² (11.8m)
- 8 kW/m² (13.1m)
- 5 kW/m² (14.9m)
- 1.5 kW/m² (27.0m)

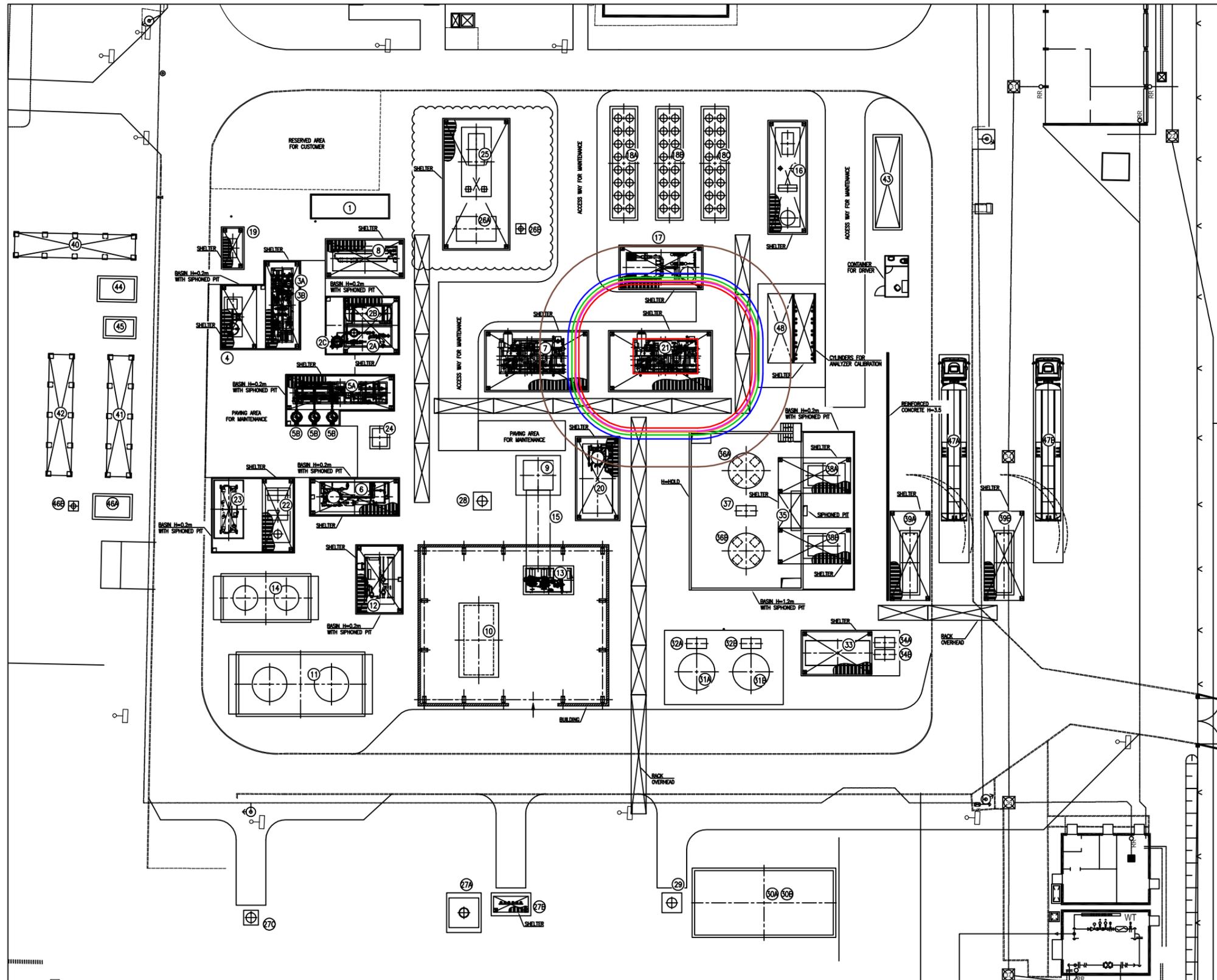


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	-
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	AU1000
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	-
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	-
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	-
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATE HEATER	MDL5000 HW8500 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW8000 RS8000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAW VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAW VAPORIZER	CB7000 HW7000 HW7001 SC7001 E7001 ST0033 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7401
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 P8000A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER PUMPS CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HT7000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 7
JET FIRE - TOP EVENT 7 -
PASQUILL STABILITY CLASS 2F

- Flame length (5.5m)
- 15 kW/m² (5.8m)
- 13 kW/m² (5.9m)
- 8 kW/m² (6.2m)
- 5 kW/m² (6.6m)
- 1.5 kW/m² (9.4m)

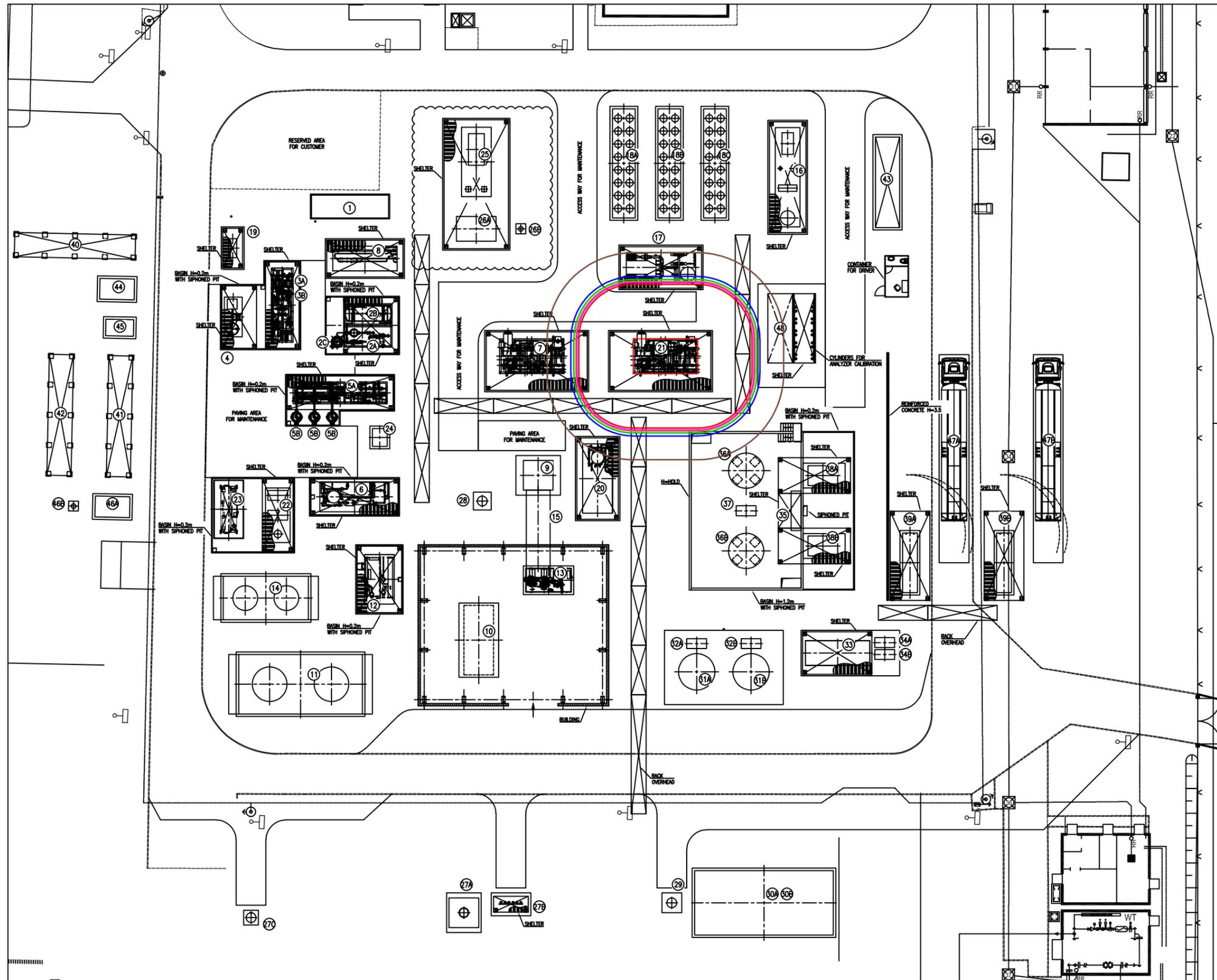


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EWS500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW6000 FS6000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 FW800A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 8
JET FIRE - TOP EVENT 7 -
PASQUILL STABILITY CLASS 5D

- Flame length (5.5m)
- 15 kW/m² (5.7m)
- 13 kW/m² (5.8m)
- 8 kW/m² (6.0m)
- 5 kW/m² (6.3m)
- 1.5 kW/m² (6.7m)

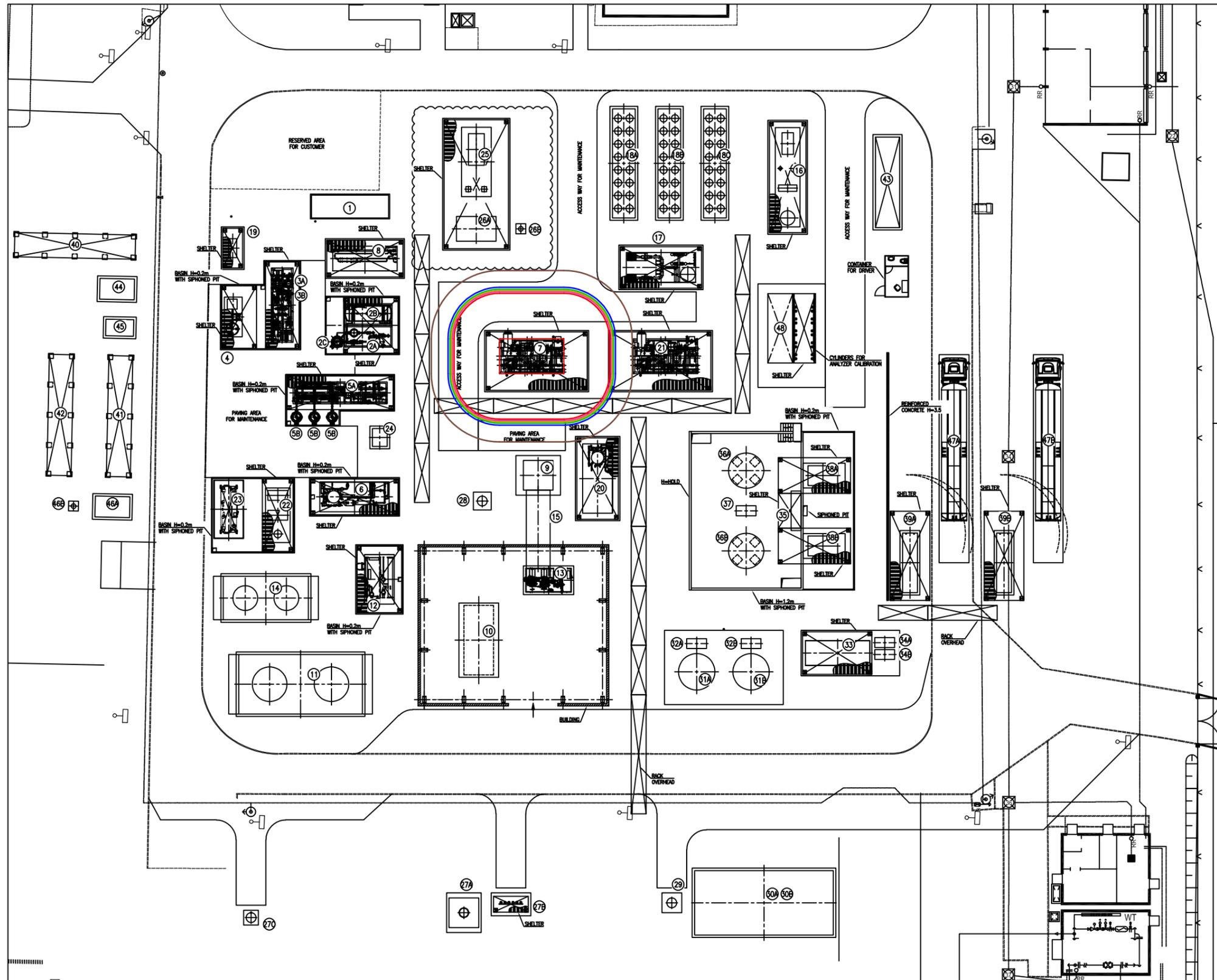


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW6000 FS6000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 FW800A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	EB8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 9
JET FIRE - TOP EVENT 8 -
PASQUILL STABILITY CLASS 2F

- Flame length (4.8m)
- 15 kW/m² (4.8m)
- 13 kW/m² (4.8m)
- 8 kW/m² (5.0m)
- 5 kW/m² (5.2m)
- 1.5 kW/m² (6.9m)

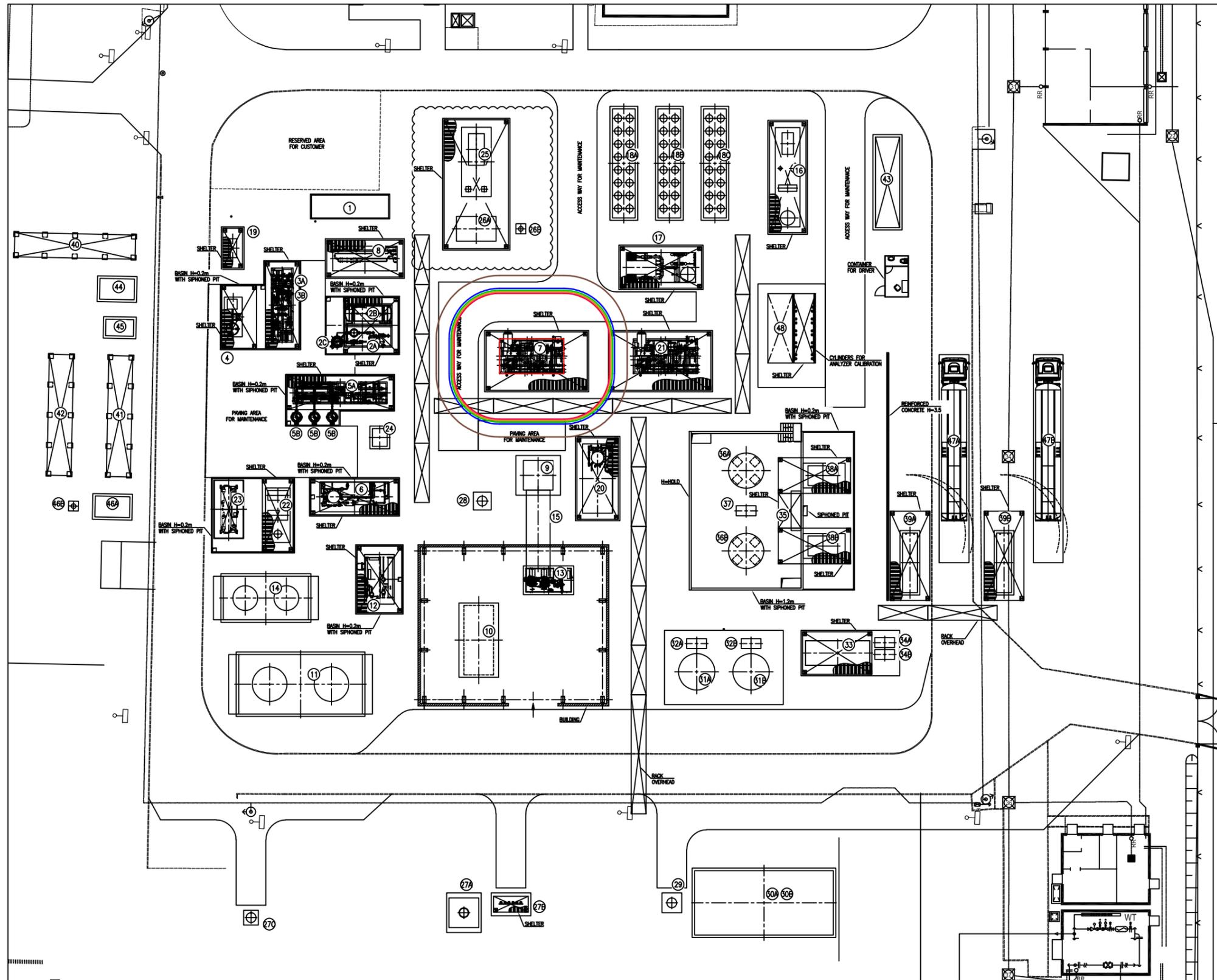


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW6000 FS6000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 FW800A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	EB8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11900A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15500
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 10
JET FIRE - TOP EVENT 8 -
PASQUILL STABILITY CLASS 5D

- Flame height (4.6m)
- 15 kW/m² (4.7m)
- 13 kW/m² (4.7m)
- 8 kW/m² (4.9m)
- 5 kW/m² (5.1m)
- 1.5 kW/m² (6.4m)

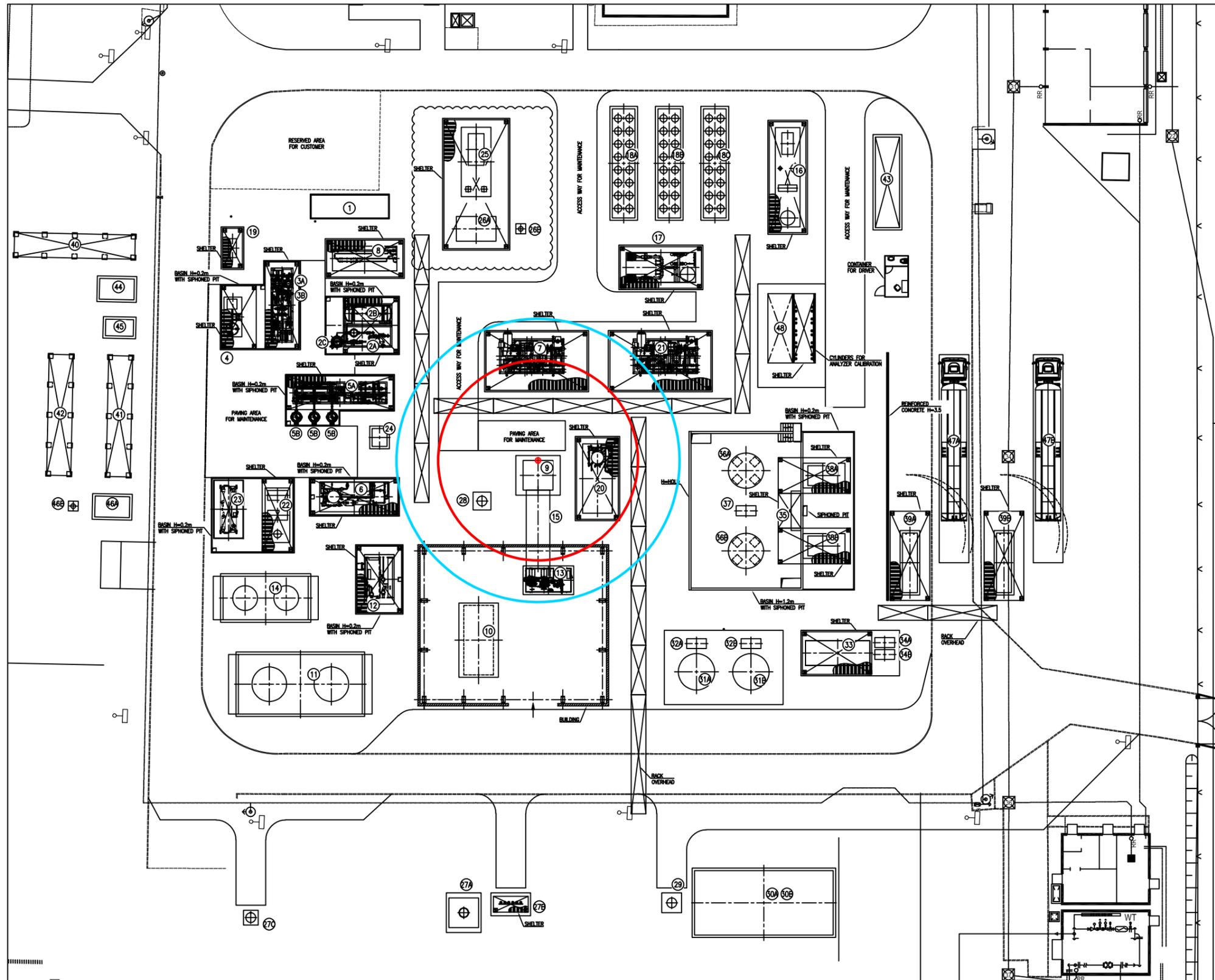


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW8000 FS8000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 P8000A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 11
FLASH FIRE -- TOP EVENT 3 --
PASQUILL STABILITY CLASS 2F AND 5D

— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 2F (14.3m)
— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 5D (10.1m)

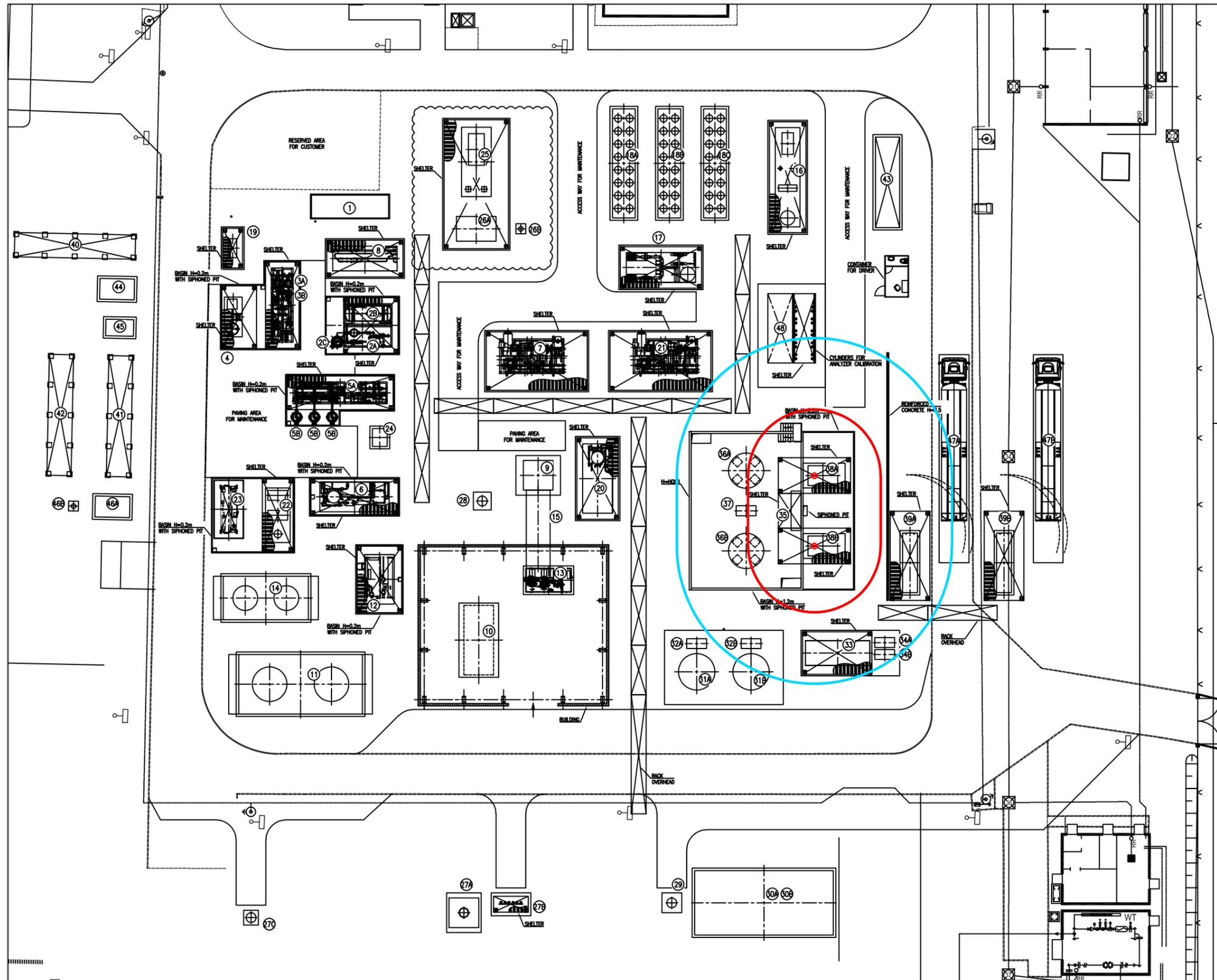


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	-
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	AU1000
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	-
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	-
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	-
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HRS000 S15000 DR500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HRS000 RS6000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HRC7000 HCT001 SC7001 E7001 S7003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HRT7400 HRT801
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 P1800A/B V8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 DR9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HRT15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 H17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 12
FLASH FIRE – TOP EVENT 5 –
PASQUILL STABILITY CLASS 2F AND 5D

— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 2F (13.9m)
— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 5D (6.7m)

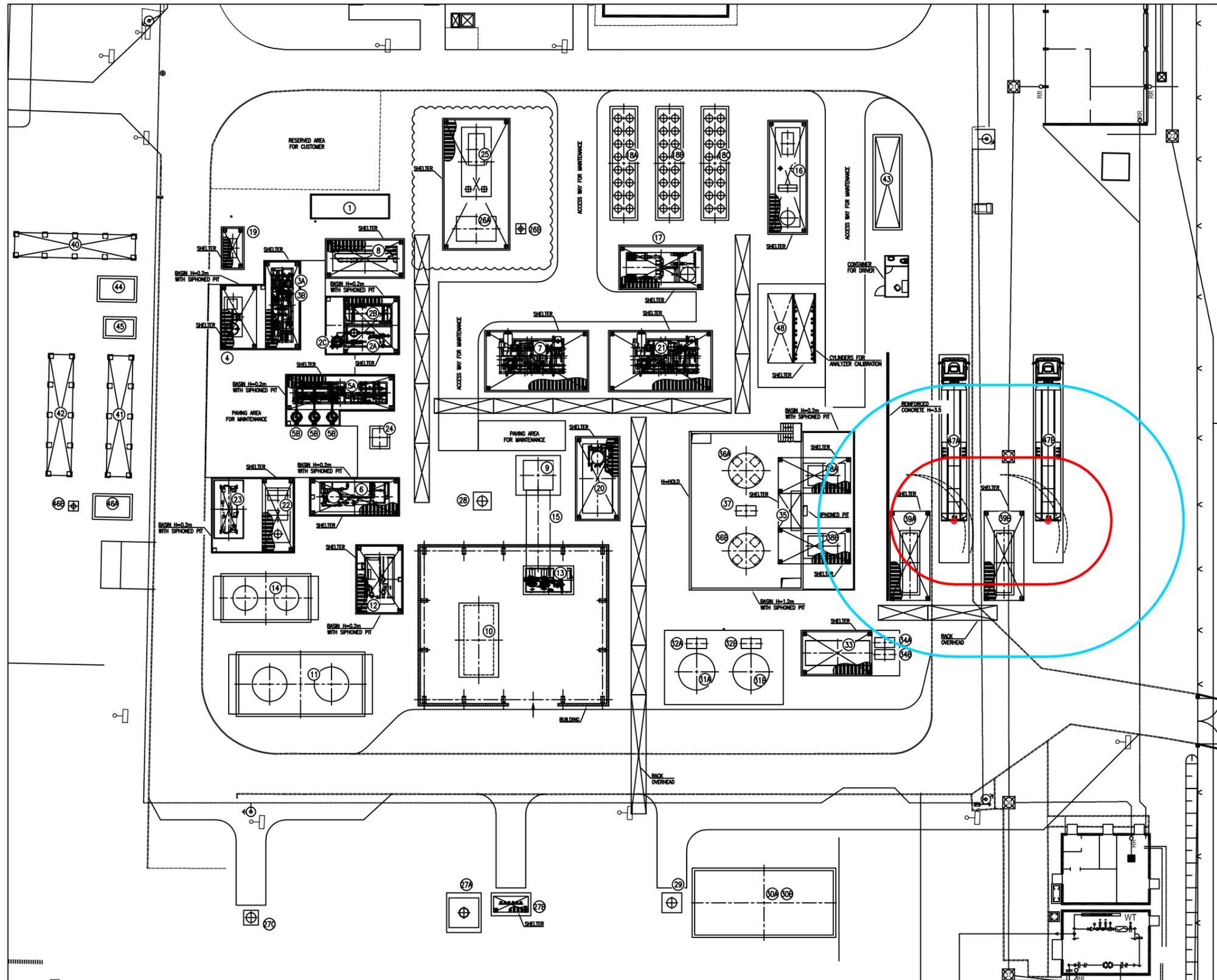


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT – SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT – SKID FLASH	
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT – TOWER	
3A	STRIPPING UNIT – SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT – TOWER	
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT – SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT – DRIER	
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW6000 ST5000 EW500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW6000 FS6000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 P8000A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER – CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER – CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR – CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 13
FLASH FIRE -- TOP EVENT 6 --
PASQUILL STABILITY CLASS 2F AND 5D

— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 2F (13.7m)
— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 5D (6.4m)

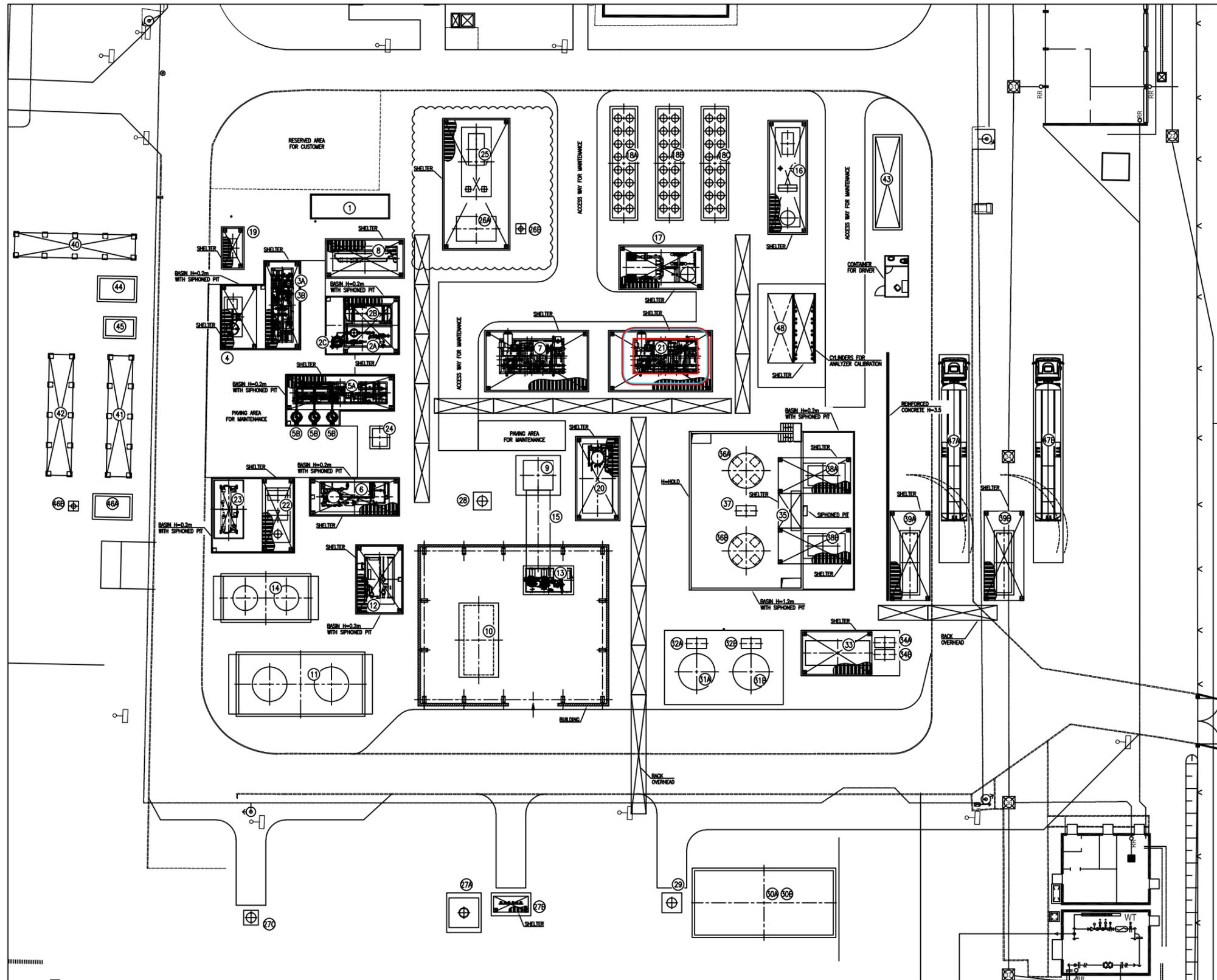


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW8000 FS8000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG SEPARATOR LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 P8000A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15500
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 14
FLASH FIRE – TOP EVENT 7 –
PASQUILL STABILITY CLASS 2F AND 5D

— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 2F (1.0m)
— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 5D (1.0m)

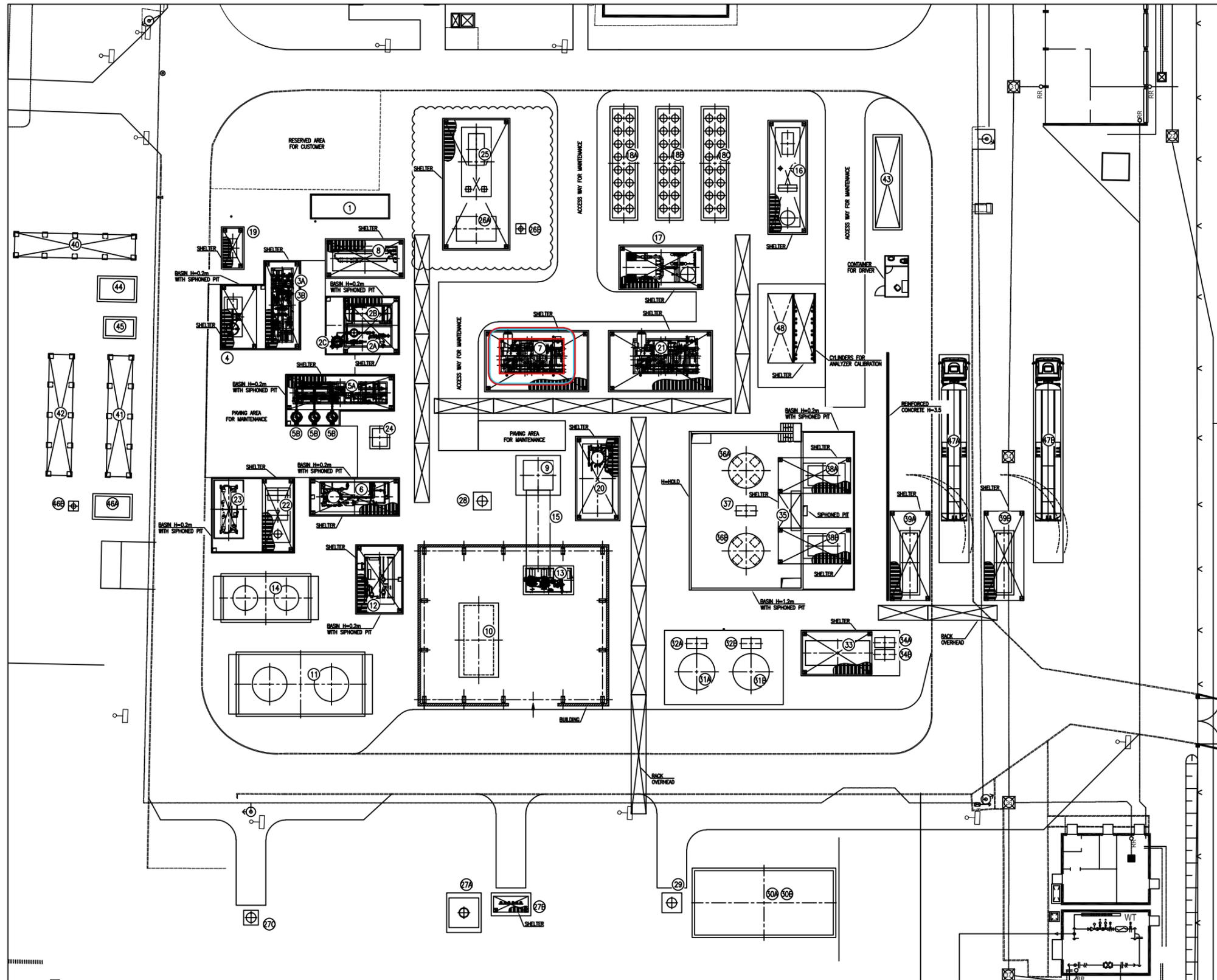


PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT – SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT – SKID FLASH	
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT – TOWER	
3A	STRIPPING UNIT – SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT – TOWER	
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT – SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT – DRIER	
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW8000 FS8000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 P8000A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V11000 P11000A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15500
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER – CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER – CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR – CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-

FIGURE 15
FLASH FIRE -- TOP EVENT 8 --
PASQUILL STABILITY CLASS 2F AND 5D

— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 2F (1.0m)
— LEL PASQUILL STABILITY CLASS 5D (1.0m)



PLAN VIEW

ITEMS LIST		
POS.	DESCRIPTION	ITEM
1	FISCAL METERING STATION (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	-
2A	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID	AU1000
2B	CO ₂ ABSORPTION UNIT - SKID FLASH	
2C	CO ₂ ABSORPTION UNIT - TOWER	
3A	STRIPPING UNIT - SKID	SU2000
3B	STRIPPING UNIT - TOWER	
4	SOLVENT ADDITION AND REMOVAL UNIT	SRU3000
5A	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - SKID	DU4000
5B	NG PRECOOLING AND DRYING UNIT - DRIER	
6	NG REGENERATION MODULE NG REGENERATION COOLER NG CONDENSATE SEPARATOR NG REGENERATION HEATER	MDL5000 HW8000 ST5000 EW8500
7	NG REGENERATION COMPRESSOR	C5500
8	FEED GAS MODULE NG PRE-HEATER NG REDUCTION STATION	MDL6000 HW8000 FS8000
9	COLD-BOX PRIMARY HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER HEAT EXCHANGER LNG SUBCOOLER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER LNG SEPARATOR LNG DRAIN VAPORIZER	CB7000 HC7000 HC7001 SC7001 E7001 ST003 E7002
10	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR	C7400
11	N ₂ RECYCLE COMPRESSOR INTERCOOLER / AFTERCOOLER	E7400/7401
12	RECYCLE/BOOSTER MODULE N ₂ RECYCLE COMPRESSOR POST-AFTERCOOLER COLD BOOSTER POST-AFTERCOOLER	MDL7500 HW7400 HW7601
13	WARM AND COLD BOOSTER/TURBINE	T/C7500/7600
14	WARM AND COLD BOOSTER AFTERCOOLER	E7500/7600
15	TURBINE DUCT	TD7500
16	INSTRUMENT AIR PACKAGE	IA7700
17	COOLING WATER MODULE COOLING WATER PUMPS COOLING WATER EXPANSION DRUM	MDL8000 P800A/B W8000
18A/B/C	COOLING WATER AIR COOLER	E8000/8001/8002
19	DEMI WATER PACKAGE	DW8000
20	HC HEATER MODULE HC HEATER	MDL9000 EW9000
21	BOG COMPRESSOR	C9100
22	CHILLED WATER MODULE CHILLED WATER EXPANSION DRUM CHILLED WATER PUMPS	MDL11000 V1100 P1100A/B
23	CHILLER	FRU11000
24	STEAM CONDENSATE MODULE ATMOSPHERIC STEAM CONDENSER CONDENSATE TRANSFER PUMP	MDL15000 HW15000 P15000
25	CONDENSATE RECOVERY MODULE WATER SERVICE MODULE PUMPS MODULE	MDL15100 V15100 P15100A/B
26A	STEAM BOILER	SG15200
26B	STEAM BOILER - CHIMNEY	-
27A	COLD FLARE	FL16000
27B	SNUFFING SYSTEM	FL16001
27C	HOT FLARE WITH IGNITION SYSTEM	FL16002
28	LNG DRAIN KO DRUM	V16000
29	HEAVY HC KO DRUM	V16200
30A	THERMAL OXIDIZER	IN16200
30B	THERMAL OXIDIZER - CHIMNEY	-
31A/B	LIN STORAGE TANKS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	VT17000/17001
32A/B	LIN BUILD-UP VAPORIZERS (EXCLUDED FROM SCOPE OF SUPPLY)	E17000/17001
33	NITROGEN BACK-UP MODULE NITROGEN BACK-UP TRIM HEATER	MDL17000 HW17000
34A/B	LIN BACK-UP VAPORIZERS	E17002A/B
35	LNG TANK MODULE	MDL19000
36A/B	LNG STORAGE TANKS	VT19000/19001
37	LNG BUILD-UP VAPORIZER	E19000
38A/B	LNG TRUCK LOADING PUMPS	P19000/19001
39A/B	TRUCK LOADING BAY	TL19000/19001
47A/B	TRUCK SCALE	-
40	MV DISTRIBUTION CONTAINER	-
41	MV/LV CONTAINER	-
42	HARMONIC FILTERS CONTAINER	-
43	LCR CONTAINER	-
44	TRANSFORMER 20KV / 6KV	-
45	TRANSFORMER 20KV / 0.4KV	-
46A	DIESEL EMERGENCY GENERATOR	-
46B	DIESEL EMERGENCY GENERATOR - CHIMNEY	-
48	ANALYSIS CABIN	-