

CÔNG TY CỔ PHẦN NHIỆT ĐIỆN QUẢNG NINH

DỰ ÁN NÂNG CẤP, CẢI TẠO HỆ THỐNG XỬ LÝ KHÍ THẢI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN QUẢNG NINH

QUANG NINH THERMAL POWER JOINT STOCK COMPANY

PROJECT FOR UPGRADING AND RENOVATING THE FLUE GAS TREATMENT SYSTEM OF QUANG NINH THERMAL POWER PLANT

Điều chỉnh Báo cáo Nghiên cứu khả thi/ *Adjusting the Feasibility Study Report*

Báo cáo điều kiện địa chất công trình/ *Geotechnical conditions report*

BÁO CÁO ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH/ *REPORT ON GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE CONSTRUCTION SITE*

MỤC LỤC/ *TABLE OF CONTENTS*

BÁO CÁO ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH/ <i>REPORT ON GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE PROJECT</i>	3
1. Đặc điểm địa lý tự nhiên/ <i>Natural Geographical Characteristics</i>	3
1.1. Đặc điểm vị trí địa điểm xây dựng Dự án/ <i>Characteristics of the Project Construction Site</i>	3
1.2. Đặc điểm địa hình/ <i>Topographical Characteristics</i>	3
1.3. Đặc điểm khí tượng thủy văn tại địa điểm xây dựng dự án/ <i>Meteorological and Hydrological Characteristics at the Project Construction Site</i>	3
2. Đặc điểm địa chất chung/ <i>General Geological Characteristics</i>	12
2.1. Địa tầng/ <i>Stratigraphy</i>	12
2.2. Kiến trúc kiến tạo/ <i>Tectonic Structure</i>	14
2.3. Đặc điểm địa chất thủy văn/ <i>Hydrogeological Characteristics</i>	15
2.4. Đặc điểm địa hình địa mạo/ <i>Topographical and Geomorphological Characteristics</i>	17
3. Điều kiện địa chất công trình/ <i>Engineering Geological Conditions</i>	26
3.1. Điều kiện ĐCCT khu nhà máy chính/ <i>Engineering Geological Conditions of the Main Plant Area</i>	26
3.2. Đặc điểm địa chất thủy văn/ <i>Hydrogeological Characteristics</i>	33

BÁO CÁO ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH/ *GEOTECHNICAL CONDITIONS REPORT*

1. Đặc điểm địa lý tự nhiên

1.1. Đặc điểm vị trí địa điểm xây dựng Dự án

Nhà máy nhiệt điện Quảng Ninh (NMNĐ Quảng Ninh) có quy mô công suất lắp đặt là 4×300MW, được xây dựng trên khu đất có diện tích khoảng 38ha ở bờ trái sông Diễn Vọng thuộc phường Hà Khánh, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh. Địa điểm xây dựng nhà máy cách cầu Bãi Cháy khoảng 7,0Km về phía Đông Bắc, cách cầu Bang khoảng 300m về phía Tây, có:

- Phía Bắc: giáp sông Diễn Vọng
- Phía Nam: giáp bãi thải đất của các mỏ than quanh khu vực
- Phía Tây: giáp núi
- Phía Đông: giáp tuyến đường Hạ Long – Cao Xanh và cầu Bang.

Tọa độ địa lý địa điểm xây dựng nhà máy vào khoảng:

- Từ 21000'32,90" đến 21000'48,82": độ vĩ Bắc
- Từ 107007'13,12" đến 107007'53,13": độ kinh Đông.

1.2. Đặc điểm địa hình

Địa điểm xây dựng NMNĐ Quảng Ninh trước đây (trước năm 2006) là thung lũng. Mặt bằng khu vực tương đối thấp và bằng phẳng, nghiêng ra phía sông. Cao độ khu vực thay đổi từ 0,8 ÷ 6,2m. Phía giáp sông Diễn Vọng (phía Bắc) là các đầm lầy, ao, ruộng, khi nước sông dâng lên khu vực này bị ngập một phần. Phía giáp núi (Nam, Tây, Đông) là đất đá hỗn tạp do đất đá từ các đỉnh núi (núi chất thải của các mỏ than) tràn xuống.

Sau khi hoàn thành công tác thi công xây dựng và đưa nhà máy vận hành (tổ máy 1&2 năm 2011, tổ máy 3&4 năm 2014) hạ tầng nhà máy cơ bản đã hoàn thiện. Cao độ hệ thống giao thông, hạ tầng nhà máy thay đổi trong khoảng từ 4,8÷ 5,0m (Hệ cao độ Quốc gia), các hạng mục xây dựng tùy từng vị trí cụ thể thay đổi trong khoảng từ 5,0 ÷ 5,5m. Cao độ mặt bằng nhà máy được thiết kế xây dựng dốc thoải về phía Bắc (hướng ra sông Diễn Vọng).

Hệ thống hạ tầng của nhà máy hiện nay cơ bản đã được hoàn thiện đồng bộ, đảm bảo công tác vận hành, sản xuất, bảo dưỡng, sửa chữa.

1.3. Đặc điểm khí tượng thủy văn tại địa điểm xây dựng dự án

1. Điều kiện khí tượng

Trong số các trạm khí tượng thủy văn gần khu vực xây dựng nhà máy thì trạm khí tượng thủy văn Bãi Cháy là trạm gần nhất – cách khoảng 10 km. Các số liệu trong phân khí tượng thủy văn này được lấy từ trạm Bãi Cháy (1961-2001).

▪ *Nhiệt độ*

NMNĐ Quảng Ninh nằm ở phường Hà Khánh, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh thuộc vùng khí hậu ven biển, mỗi năm có 2 mùa rõ rệt, mùa đông từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, mùa hè từ tháng 5 đến tháng 10.

Nhiệt độ trung bình hằng năm là 23,0°C, biên độ dao động không lớn nằm trong khoảng từ 16,1°C đến 28,5°C. Về mùa hè, nhiệt độ trung bình cao là 33,9°C, nóng nhất lên đến 39°C. Về mùa đông, nhiệt độ trung bình thấp là 12,6°C, nhiệt độ thấp nhất là 5°C.

Bảng 1.1. Nhiệt độ không khí trong các tháng tại trạm Bãi Cháy

Đơn vị: °C

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	năm
TTB	16,1	16,5	19,3	23,1	26,7	28,1	28,5	27,8	26,9	24,7	21,2	17,8	23,0
Tmax	28,8	29,5	32,0	34,6	36,1	36,2	37,9	39	36,3	33,6	33,8	29,7	39
Tmin	5,0	5,3	7,1	11,4	17,1	18,4	21,4	21,1	16,6	14,0	9,0	5,5	5,0

▪ *Độ ẩm không khí*

Khu vực phường Hà Khánh, thành phố Hạ Long có độ ẩm không khí tương đối cao, do gần biển, cửa sông, lượng mưa cao, số giờ nắng thấp. Độ ẩm trung bình tương đối hằng năm vào khoảng 83%. Độ ẩm bình thường là 77% (tháng 10, tháng 11, tháng 12). Độ ẩm cao nhất có tháng lên tới 88%, Đặc biệt có tháng 4/89 và tháng 8/88 có độ ẩm trung bình tháng cao nhất là 90%, thấp nhất có tháng xuống đến 64%.

Bảng 1.2. Độ ẩm trung bình tháng

Đơn vị: %

Năm	Tháng												TB năm
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I	IX	X	XI	XII	
1982	81	88	92	84	83	82	84	86	86	85	81	74	84

Năm	Tháng												TB nă m
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1983	81	89	87	88	81	79	80	85	84	81	73	74	82
1984	78	88	89	88	84	85	83	85	84	79	76	76	83
1985	86	91	89	88	83	82	83	86	80	79	81	73	84
1986	76	87	86	90	85	87	85	84	80	77	76	82	83
1987	80	83	84	85	81	81	84	83	82	82	82	64	81
1988	82	89	88	84	84	80	84	90	76	79	70	76	82
1989	84	84	85	90	85	87	84	84	82	79	76	81	83
1990	86	89	88	87	83	83	84	84	82	84	80	78	84
1991	86	81	89	84	82	83	84	82	79	73	76	78	81
1992	79	84	89	87	83	83	84	83	85	69	71	82	82
1993	75	85	87	89	85	81	82	86	83	74	78	74	81
1994	79	88	86	88	82	84	89	86	83	78	78	82	84
1995	83	84	86	89	81	85	86	88	82	76	74	72	82
1996	83	77	87	88	84	84	83	87	85	78	76	75	82
1997	80	84	89	87	84	83	88	84	85	83	81	83	84
1998	83	85	90	84	82	84	81	84	81	75	75	73	81
1999	80	76	84	84	84	84	83	88	81	82	80	71	81
2000	81	85	90	85	83	81	86	87	82	83	74	76	83
2001	85	85	89	90	85	89	89	86	84	84	77	82	85
TB	81	85	88	87	83	83	84	85	82	79	77	76	83

▪ *Bức xạ mặt trời*

- Số giờ nắng trung bình: 4,7giờ/ngày
- Số giờ nắng cao nhất năm vào tháng 5 đến tháng 9: trung bình là 192,6 giờ/tháng.

▪ *Mưa bão*

NMNĐ Quảng Ninh nằm trong khu vực Đông Bắc Việt Nam, gần Vịnh Bắc Bộ do vậy bị ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa. Mùa mưa bắt đầu từ

tháng 5 và kết thúc vào tháng 10. Mùa khô bắt đầu từ tháng 11 và kết thúc vào tháng 4

- Tháng có lượng mưa cao nhất là tháng 8 (442,2mm)
Riêng tháng 8/1995 có lượng mưa là 1132mm.
- Tháng mưa nhiều nhất là tháng 7 ÷ 8
Lượng mưa trung bình năm: 1912mm
- Lượng mưa năm cao nhất năm 1973 là 2916mm
- Tổng số ngày mưa năm: 142 ngày
- Tháng mưa thấp nhất là tháng 12 (17mm)
Riêng tháng 12 của các năm 1979; 1981 và 2001 không có mưa
- Bão thường xuất hiện vào tháng 6, 7, 8 ảnh hưởng của bão là mưa lớn, gió lớn và kéo dài. Bão thường đổ bộ theo hướng Nam và Đông Nam

▪ *Bốc hơi*

Do số giờ nắng tương đối thấp, độ ẩm khu vực tương đối cao, lượng bay hơi ở khu vực NMNĐ Quảng Ninh nhỏ. Số liệu quan trắc ở trạm Bãi Cháy cho kết quả trung bình như sau:

- Lượng bốc hơi trung bình tháng là: 76 mm.
- Tháng bốc hơi nhiều nhất là tháng: 10 và 11 (100mm và 97,3mm).
Tháng 10/1978 bốc hơi lớn nhất: 160,6mm.
- Tháng bốc hơi ít nhất là tháng 2 và 3: 48,2mm và 45,8mm.
Tháng 3/1970 là 24,6mm tháng 2/1993 là 23,4mm.
- Lượng bốc hơi trung bình năm là: 909 mm.
- Lượng bốc hơi năm cao nhất là năm 1977: 1198mm.
Lượng bốc hơi năm thấp nhất là năm 1990: 697mm

▪ *Chế độ gió*

Do những đặc điểm về địa hình và vị trí địa lý. Theo số liệu đo đạc trạm Bãi Cháy thì tốc độ gió trung bình là 2,7m/s. Hướng gió chủ đạo của hai mùa là:

- Mùa đông: Gió Bắc và Đông Bắc vận tốc trung bình là: 2,4 ÷ 3,3m/s
- Mùa hè: Gió Nam và Đông Nam vận tốc trung bình là: 2,6 ÷ 2,7m/s
Tốc độ gió lớn nhất là 45m/s (hướng Đông Bắc)

Theo qui phạm tải trọng và tác động TCVN - 2737 - 2023 thì khu vực đặt nhà máy nằm trong vùng III

- *Áp suất không khí*

- Áp suất không khí trung bình năm là: 1005mb
- Áp suất không khí ứng với độ ẩm cực đại (100%) là: 1016mb
- Áp suất không khí ứng với độ ẩm cực tiểu (20%) là: 1013mb

2. Điều kiện thủy văn

Khu đất dự kiến xây dựng nhà máy nằm bên bờ sông Diễn Vọng thông qua Vịnh Hạ Long bằng Vịnh Cửa Lục tại bến phà Bãi Cháy, có chiều rộng là 400m và chiều sâu 18,0m nên có mối quan hệ mật thiết với thủy văn của Vịnh Hạ Long. Thủy văn của khu vực được chia làm 3 nguồn là: (i) nguồn từ phía Bắc đổ về; (ii) nguồn do thủy triều của Vịnh Hạ Long đổ về thông qua Vịnh Cửa Lục; (iii) nguồn nước ngọt từ hồ.

▪ *Nguồn do sông suối*

Sông lớn nhất trong vùng là sông Diễn Vọng chảy từ phía Đông Bắc tới. Ngoài ra còn có 5 dòng suối nhỏ từ phía Bắc đổ về khu vực nhà máy và 6 suối nhỏ đổ vào khu vực bãi xỉ. Sông Diễn Vọng có lưu lượng đo tại trạm Dương Huy $Q_{max} = 532m^3/s$ vào mùa mưa và $Q_{min} = 0,04m^3/s$ vào mùa khô.

▪ *Nguồn do thủy triều*

Chế độ thủy triều của Vịnh Cửa Lục hoàn toàn phụ thuộc vào thủy triều của Vịnh Hạ Long. Khi mức nước trong Vịnh Cửa Lục bằng với mức nước trong Vịnh Hạ Long thì mực sâu mức nước tại bến phà Bãi Cháy là 18m. Chế độ thủy triều của Vịnh Hạ Long là chế độ nhật triều.

Mức nước đỉnh triều ứng với tần suất 1% là 4,54 m

Mức nước chân triều tần suất 95% là - 1,66 m

Theo kết quả khảo sát của Trung tâm kỹ thuật môi trường đô thị và khu công nghiệp CEETIA về sóng trong thời gian 3 năm tại khu vực cho thấy hơn 90% thời gian sóng thuộc loại êm đềm, ít khi có sóng lớn hơn 1,0m.

▪ *Nguồn nước ngọt*

Nguồn nước ngọt cấp cho nhu cầu công nghệ và sinh hoạt của NMNĐ Quảng Ninh được lấy từ Hồ Cao Vân, đây là hồ nước nhân tạo có dung tích 14,6 triệu m^3 , cách vị trí nhà máy khoảng 17 km tại huyện Hoành Bồ, tỉnh Quảng Ninh. Nước thô được dẫn về nhà máy bằng tuyến đường ống $\Phi 1200mm$, sau đó được xử lý trực tiếp tại nhà máy rồi dẫn tới các vị trí tiêu thụ

⇒ Qua các báo cáo đánh giá phân tích trong các quá trình thiết kế, thi công cho thấy thành phần chất lượng nước, nguồn, cao trình và tổng lượng nước của hồ Cao Vân, sông Diễn Vọng là hoàn toàn đảm bảo cung cấp phục vụ dự án sản xuất/vận hành, sinh hoạt.

1. Natural Geographical Characteristics

1.1. Location Characteristics of the Project Construction Site

The Quang Ninh Thermal Power Plant (Quang Ninh NR) has an installed capacity of 4 x 300 MW and is built on a land area of approximately 38 hectares on the left bank of the Dien Vong River in Ha Khanh Ward, Ha Long City, Quang Ninh Province. The construction site is located approximately 7.0 km northeast of Bai Chay Bridge and 300 m west of Bang Bridge, with the following boundaries:

- North: bordered by Dien Vong River*
- South: bordered by waste dumps of surrounding coal mines*
- West: bordered by mountains*
- East: bordered by the Ha Long – Cao Xanh road and Bang Bridge.*

The geographical coordinates of the power plant construction site are approximately:

- From 21°00'32.90" to 21°00'48.82": North latitude*
- From 107°07'13.12" to 107°07'53.13": East longitude.*

1.2. Topographical Features

The Quang Ninh Thermal Power Plant construction site was previously (before 2006) a valley. The area's surface is relatively low and flat, sloping towards the river. The elevation of the area varies from 0.8 to 6.2m. To the north, bordering the Dien Vong River, there are swamps, ponds, and ditches; when the river water rises, this area is partially flooded. To the south, west, and east, bordering mountains, the soil is a mixture of rocks and soil from the mountain peaks (waste mountains from coal mines).

After the completion of construction and commissioning of the plant (units 1 & 2 in 2011, units 3 & 4 in 2014), the plant's infrastructure is basically complete. The elevation of the transportation system and plant infrastructure varies between 4.8 and 5.0m (National Elevation System), while the elevation of construction items varies between 5.0 and 5.5m depending on the specific location. The plant's ground level is designed with a gentle slope towards the North (towards the Dien Vong River).

The plant's infrastructure is now basically complete and synchronized, ensuring operation, production, maintenance, and repair.

1.3. Meteorological and Hydrological Characteristics at the Project Construction Site

1. Meteorological Conditions

Among the meteorological and hydrological stations near the plant construction area, the Bai Chay meteorological and hydrological station is the closest – approximately 10 km away. The data in this section on hydrometeorology is taken from the Bai Chay station (1961-2001).

- Temperature*

The Quang Ninh Thermal Power Plant is located in Ha Khanh ward, Ha Long city, Quang Ninh province, in a coastal climate zone with two distinct seasons each year: winter from November to April of the following year, and summer from May to October.

The average annual temperature is 23.0°C, with a small fluctuation range from 16.1°C to 28.5°C. In summer, the average high temperature is 33.9°C, with the hottest reaching 39°C. In winter, the average low temperature is 12.6°C, with the lowest temperature being 5°C.

Table 1.1. Air temperature in various months at the Bai Chay station

Unit: °C

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	year
Average	16,1	16,5	19,3	23,1	26,7	28,1	28,5	27,8	26,9	24,7	21,2	17,8	23,0
Tmax	28,8	29,5	32,0	34,6	36,1	36,2	37,9	39	36,3	33,6	33,8	29,7	39
Tmin	5,0	5,3	7,1	11,4	17,1	18,4	21,4	21,1	16,6	14,0	9,0	5,5	5,0

□ *Air Humidity*

The Ha Khanh ward area in Ha Long City has relatively high air humidity due to its proximity to the sea and river mouth, high rainfall, and low sunshine hours. The average annual relative humidity is around 83%. Normal humidity is 77% (October, November, December). The highest humidity in some months reaches 88%. Notably, April 1989 and August 1988 had the highest average monthly humidity at 90%, while the lowest was as low as 64%.

Table 1.2. Average Monthly Humidity

Unit: %

Year	Monts												aver age
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1982	81	88	92	84	83	82	84	86	86	85	81	74	84
1983	81	89	87	88	81	79	80	85	84	81	73	74	82
1984	78	88	89	88	84	85	83	85	84	79	76	76	83
1985	86	91	89	88	83	82	83	86	80	79	81	73	84
1986	76	87	86	90	85	87	85	84	80	77	76	82	83
1987	80	83	84	85	81	81	84	83	82	82	82	64	81
1988	82	89	88	84	84	80	84	90	76	79	70	76	82
1989	84	84	85	90	85	87	84	84	82	79	76	81	83
1990	86	89	88	87	83	83	84	84	82	84	80	78	84
1991	86	81	89	84	82	83	84	82	79	73	76	78	81

Year	Monts												average
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1992	79	84	89	87	83	83	84	83	85	69	71	82	82
1993	75	85	87	89	85	81	82	86	83	74	78	74	81
1994	79	88	86	88	82	84	89	86	83	78	78	82	84
1995	83	84	86	89	81	85	86	88	82	76	74	72	82
1996	83	77	87	88	84	84	83	87	85	78	76	75	82
1997	80	84	89	87	84	83	88	84	85	83	81	83	84
1998	83	85	90	84	82	84	81	84	81	75	75	73	81
1999	80	76	84	84	84	84	83	88	81	82	80	71	81
2000	81	85	90	85	83	81	86	87	82	83	74	76	83
2001	85	85	89	90	85	89	89	86	84	84	77	82	85
average	81	85	88	87	83	83	84	85	82	79	77	76	83

Solar Radiation

- Average sunshine hours: 4.7 hours/day

- Highest sunshine hours of the year from May to September: an average of 192.6 hours/month.

Rainfall

Quang Ninh Thermal Power Plant is located in the Northeast region of Vietnam, near the Gulf of Tonkin, and is therefore affected by a tropical monsoon climate. The rainy season begins in May and ends in October. The dry season begins in November and ends in April.

- The month with the highest rainfall is August (442.2 mm).

In August 1995 alone, the rainfall was 1132 mm.

- The wettest month is July to August.

Average annual rainfall: 1912 mm.

- Highest annual rainfall in 1973: 2916 mm.

- Total number of rainy days per year: 142 days.

- Lowest rainfall month is December (17 mm).

December of 1979, 1981, and 2001 had no rain.

- Typhoons usually occur in June, July, and August, bringing heavy rain, strong winds, and prolonged periods of rainfall. Typhoons typically make landfall from the South and Southeast.

Evaporation

Due to the relatively low number of sunshine hours and the relatively high humidity in the area, the amount of evaporation in the Quang Ninh Thermal Power Plant area is low. Observation data from the Bai Chay station shows the following average results:

- Average monthly evaporation: 76 mm.

- The months with the highest evaporation are October and November (100mm and 97.3mm).

The highest evaporation was in October 1978: 160.6mm.

- The months with the lowest evaporation are February and March: 48.2mm and 45.8mm.

March 1970: 24.6mm, February 1993: 23.4mm.

- The average annual evaporation is 909 mm.

- The highest annual evaporation was in 1977: 1198mm.

The lowest annual evaporation was in 1990: 697mm.

Wind regime

Due to the topographical features and geographical location, according to measurements from the Bai Chay station, the average wind speed is 2.7 m/s. The prevailing wind direction for the two seasons is:

- Winter: North and Northeast winds with an average speed of 2.4 □ 3.3 m/s

- Summer: South and Southeast winds with an average speed of 2.6 □ 2.7 m/s

The maximum wind speed is 45 m/s (Northeast direction)

According to the load and impact regulations TCVN - 2737 - 2023, the factory location is in Zone III

Air pressure

- Average annual air pressure is: 1005 mb

- Air pressure at maximum humidity (100%) is: 1016 mb

- Air pressure at minimum humidity (20%) is: 1013 mb

2. Hydrological conditions

The land plot for the planned factory construction is located on the banks of the Dien Vong River, connecting to Ha Long Bay via Cua Luc Bay at Bai Chay ferry terminal, with a width of 400 m and a depth of... The 18.0m depth is closely related to the hydrology of Ha Long Bay. The hydrology of the area is divided into three sources: (i) the source flowing from the North; (ii) the source from the tides of Ha Long Bay flowing through Cua Luc Bay; (iii) freshwater sources from the lake.

Sources from rivers and streams

The largest river in the area is the Dien Vong River, flowing from the Northeast. In addition, there are 5 small streams flowing from the North to the factory area and 6 small streams flowing into the slag dump area. The Dien Vong River has a flow rate measured at Duong Huy station of $Q_{max} = 532 \text{ m}^3/\text{s}$ during the rainy season and $Q_{min} = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ during the dry season.

Sources from tides

The tidal regime of Cua Luc Bay is entirely dependent on the tides of Ha Long Bay. When the water level in Cua Luc Bay equals the water level in Ha Long Bay, the water depth at Bai Chay ferry terminal is 18m. The tidal regime of Ha Long Bay is diurnal.

The peak tide level corresponding to a 1% frequency is 4.54 m.

The low tide level corresponding to a 95% frequency is -1.66 m.

According to the survey results of the Center for Urban and Industrial Environmental Engineering (CEETIA) on waves over a 3-year period in the area, more than 90% of the time the waves are calm, rarely exceeding 1.0 m.

Freshwater source

The freshwater source supplying the technological and domestic needs of the Quang Ninh Thermal Power Plant is taken from Cao Van Lake, an artificial lake with a capacity of 14.6 million m^3 , located approximately 17 km from the plant in Hoanh Bo district, Quang Ninh province. Raw water is transported to the plant via a 1200mm pipeline, then treated directly at the plant before being distributed to consumption points.

Based on assessment and analysis reports during the design and construction processes, the water quality composition, source, elevation, and total water volume of Cao Van Lake and Dien Vong River are fully sufficient to supply the project for production/operation and daily life.

2. Đặc điểm địa chất chung

Vùng nghiên cứu đo vẽ bản đồ Địa chất công trình tỷ lệ 1: 10.000 có diện tích khoảng 17 km^2 , nằm một phần trong vùng mỏ than Hòn Gai. Công tác đo vẽ bản đồ nhằm mục đích làm rõ cấu trúc- kiến tạo địa chất, đánh giá ảnh hưởng của các bãi đất thải trong quá trình khai thác gây nguy hại cho công trình như hiện tượng trượt lở, lũ bùn đá... Các phân vị địa tầng chúng tôi dựa trên cơ sở địa tầng đã có được Tổng cục Địa chất xuất bản những năm 1985-1987

2.1. Địa tầng

1. Giới Meozoi

Hệ Trias thống thượng bậc Nori-Ret điệp Hòn Gai

Điệp Hòn Gai chiếm phần lớn diện tích bao gồm toàn bộ các dãy núi cao 200-300m và phần lớn các quả đồi thấp ven sông có cao độ 30-70m kéo dài từ phía Đông Bắc sang Tây Nam, chiếm khoảng 12 km. Trên cơ sở thành tạo, thành phần thạch học điệp được phân chia làm 3 phụ điệp.

- Phụ điệp Hòn Gai dưới T_{3n-rhg1}: Các trầm tích của phụ điệp lộ ra ở phía Đông Nam từ bản đồ, thành phần chủ yếu là các trầm tích hạt thô bao gồm cuội kết, sạn kết, cát kết phân lớp dày nằm xen kẽ nhau, đôi khi có xen lớp mỏng bột kết, sét kết, sét than phân lớp mỏng. Chiều dày khoảng 700-800m.
- Phụ điệp giữa T_{3n-rhg1}: Phụ điệp lộ ra thành dải rộng chạy dài từ Đông Bắc sang Tây Nam, chiếm phần lớn diện tích đo vẽ (khoảng 11km²). Thành phần thạch học gồm cuội kết, cát kết màu xám sáng, xám sẫm phân lớp trung bình đến dày xen kẽ các lớp mỏng sét kết, sét than có chứa nhiều vỉa than có giá trị công nghiệp. Chiều dày khoảng 1000-1200m.
- Phụ điệp Hòn Gai trên T_{3n-rhg1}:

Các trầm tích của phụ điệp lộ ra thành dải ở khu vực làng Khánh. Thành phần chủ yếu là cát kết hạt thô, sạn kết sáng màu xen các lớp mỏng bột kết, sét kết màu xám sẫm, phụ điệp chứa 2 vỉa than dạng thấu kính ít có giá trị công nghiệp. Thế nằm của đá tương đối ổn định, góc dốc thay đổi chủ yếu 30⁰-40⁰, một vài vị trí tới 70⁰, điểm lộ 349-340. Chiều dày tập: 700-800m

Hệ Jura thấp hạ, hệ tầng Hà Cối J_{1hc}

Các trầm tích Hệ tầng Hà Cối phân bố thành dải hẹp ở khu vực Làng Khánh. Các trầm tích của hệ tầng nằm phủ bất chỉnh hợp lên trầm tích điệp Hòn Gai, thành phần chủ yếu là bột kết, sét kết xen cát kết màu nâu đỏ, phớt hồng phân lớp mỏng có chứa cacbonat.

Chiều dày hệ tầng tại khu vực khoảng 80-120m

2. Giới Kanozoi

Hệ Neogen thấp Miocen thượng hệ tầng Đồng Ho N_{1dh}

Hệ tầng trước đây được xếp vào hệ tầng Na Dương. Trên cơ sở quan sát mặt cắt đầy đủ ở Đồng Ho - các tác giả bản đồ 1: 25.000 đã xếp các trầm tích Neogen lộ ra trong khu vực vào hệ tầng Đồng Ho.

Hệ tầng trong khu vực chỉ lộ ra trên diện tích nhỏ ở khu vực làng Khánh. Trên cơ sở hàng loạt các hố khoan thăm dò cho thấy tại khu vực trầm tích Neogen phát triển trên diện rộng dọc thung lũng sông Diên Vọng, chúng phủ trực tiếp lên các trầm tích cổ điệp Hòn Gai và hệ tầng Hà Cối. Phía trên bị phủ bởi các trầm tích Đệ Tứ.

Thành phần thạch học từ dưới lên là các lớp mỏng sạn sỏi kết sau đó là bột kết sét kết xen cát kết, mức độ gắn kết của đá còn yếu.

Chiều dày hệ tầng khoảng 70-100m

Giới Kanozoi

Hệ Đệ Tứ

Trầm tích Đệ tứ phân bố rộng rãi tại các bãi ven sông, cửa suối. Trên cơ sở thành tạo, chia ra hai nguồn gốc chính: trầm tích sông biển và sườn tàn tích phát triển trên đá cổ (edQ)

- Trầm tích sông biển
- Lớp bùn (amQIV): Phân bố ở vùng bãi thấp ven sông khu vực Hà Khánh. Thành phần là bùn sét, á sét, á cát màu xám đen lẫn mùn hữu cơ. Chiều dày 2÷26 m.
- Lớp á sét, sét (amQ): Nằm dưới lớp bùn, phân bố không liên tục tạo thành các thấu kính có chiều dày thay đổi từ 1÷2 m đến 5m.
- Lớp cát hạt nhỏ (amQIV): Phân bố không liên tục tạo thành các ổ, thấu kính có chiều dày thay đổi từ 1÷2m tới 6,7m.
- Lớp cát hạt trung, hạt thô có lẫn ít cuội sỏi (amQv) : Phần lớn phủ trực tiếp lên đá Neogen. Chiều dày từ 2÷12,6 m.

- Sườn tàn tích phát triển trên đá cổ

Lớp đất sườn tàn tích (edQ): phân bố ở các sườn dốc của các dải đồi thấp ven sông và các dãy núi cao 200-300m. Thành phần là đất á sét chứa dăm sạn của đá gốc cát bột kết. Chiều dày từ một vài mét đến 4÷5m

2.2. Kiến trúc kiến tạo

1. Phân chia đơn vị kiến trúc

Việc phân chia các đơn vị cấu trúc, sự thành tạo và phát triển theo kết quả của tờ bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200 000 do Nguyễn Công Lương chủ biên.

Khu vực nghiên cứu nằm trong đới duyên hải, đới có dạng vòng cung ôm lấy đới An Châu ở phía tây và phát triển các uốn nếp kéo dài theo hướng Đông Bắc hoặc đẵng thước. Trong phạm vi nghiên cứu có thể chia thành 3 tầng kiến trúc chính.

- Tầng kiến trúc dưới bao gồm các đá thuộc điệp Hòn Gai T3n-rhg được đặc trưng bởi thành hệ Monat chứa than tương lục địa.

- Tầng kiến trúc giữa được đặc trưng bởi các đá hệ tầng Hà Cối (J1hc) có chứa cacbonat phủ bất chỉnh hợp lên điệp Hòn Gai.
- Tầng kiến trúc trên gồm các trầm tích Neogen trầm tích sông biển, sườn tàn tích phủ bất chỉnh hợp trên tầng kiến trúc giữa và dưới.

Các đứt gãy kiến tạo

Hệ thống đứt gãy TB-ĐN: gồm các đứt gãy sâu thuận và các đứt gãy không phân chia. Hệ thống này bị hệ thống đứt gãy TB phân cắt và làm dịch chuyển. Hệ thống được hình thành vào cuối Paleozoi đến Mezozoi và hoạt động mạnh vào Trias. Trong diện tích đo vẽ thuộc hệ thống có đứt gãy III-2 có chiều rộng đới phá huỷ tới 5-7m và đứt gãy IV.1 nằm xa nên không ảnh hưởng tới công trình, đứt gãy IV.7 đới phá huỷ rộng 0.8-1.2m ít ảnh hưởng tới công trình.

Hệ thống TB-ĐN: đây là các đứt gãy sâu thuận, ở khu vực chúng phát triển ít về số lượng và có chiều dài không lớn. Hệ thống này hình thành vào Paleozoi và hoạt động mạnh vào Trias. Trong diện tích đo vẽ chỉ gặp 3 đứt gãy nhỏ bậc 4, đó là đứt gãy IV-4, V-6 và IV.8 có thể nằm 220-230 < 65-700. Chiều rộng đới phá huỷ 1-2m, ít ảnh hưởng tới công trình.

Hệ thống á kinh tuyến: Các đứt gãy của hệ thống thường là các đứt gãy phân nhánh của đứt gãy lớn, chia cắt hệ thống đứt gãy á vĩ tuyến và chúng hình thành vào cuối Paleozoi đến Mezozoi với chiều dài vài chục mét. Trong phạm vi khảo sát phát hiện gặp đứt gãy III.1 là đứt gãy lớn song nằm xa nên không ảnh hưởng tới công trình.

Hệ thống đứt gãy á vĩ tuyến: Bao gồm các đứt gãy không phân chia có chiều dài không quá 10km. Chúng thuộc hệ thống đứt gãy trẻ được hình thành vào cuối Mezozoi.

Trong khu vực gặp 3 đứt gãy IV.2, IV.3, IV.5 có chiều rộng đới phá huỷ 0.8-1.2m, nằm cách xa công trình nên không ảnh hưởng tới công trình.

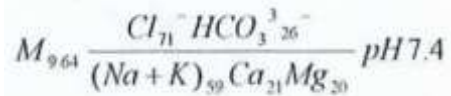
Tóm lại: Các phá huỷ kiến tạo (đứt gãy) trong khu vực hầu như không ảnh hưởng tới các công trình xây dựng

2.3. Đặc điểm địa chất thuỷ văn

Nước ngầm trong khu vực chứa và vận động trong các trầm tích bờ rời Đệ Tứ và đá trầm tích nứt nẻ của hệ tầng Hà Cối và điệp Hòn Gai

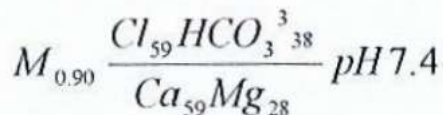
1. Nước trong trầm tích bờ rời

Phân bố ở các bãi bồi thấp ven sông; nước chịu ảnh hưởng lớn của nước mặt-nước thuỷ triều. Qua phân tích 37 mẫu thấy nước có khả năng xâm thực yếu và thuộc loại clorua bicacbonat natri Canxi sulfua



2. Nước trong các đới nứt nẻ của đá trầm tích cát bột kết, sạn kết, sét kết hệ tầng Hà Cối và điệp Hòn Gai

Nước trong các đới này có nguồn cung cấp chủ yếu là nước mưa, nước mặt ở các hồ khai thác than trên cao, các hồ do đổ đất thải ngăn cắt suối tạo nên. Nguồn nước này nghèo về mùa khô hầu hết các suối đều kiệt hết nước hoặc lưu lượng rất nhỏ, lưu lượng các điểm lộ chỉ 1-2 đến 5l/ph. Qua phân tích 5 mẫu thấy nước có khả năng xâm thực yếu dưới dạng công thức Cuộc Lốp

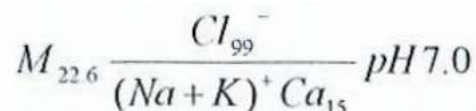


3. Nước sông suối

- Nước sông: Do chịu ảnh hưởng của thủy triều nên nước trong khu vực đều bị nhiễm mặn.

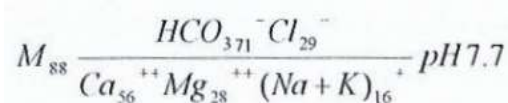
Kết quả nghiên cứu 9 mẫu tại khu vực cửa nhận nước, khu nhà máy cho thấy nước thuộc loại clorua Kali Natri, có tính xâm thực yếu.

Biểu diễn dưới dạng công thức Cuộc Lốp



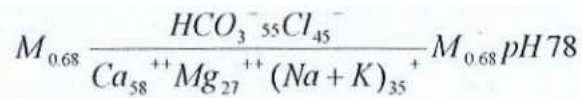
- Nước suối: Tại các suối quanh khu nhà máy tiến hành lấy 4 mẫu. Kết quả phân tích cho thấy 2 mẫu có tính xâm thực yếu, 2 mẫu có tính xâm thực trung bình. Nước thuộc loại bicacbonat

Khi nghiên cứu nước mặt có yêu cầu nghiên cứu nước cung cấp cho nhà máy. Đã tiến hành lấy 6 mẫu nước ở vùng hồ Diển Vong, trong đó có 4 mẫu lấy tại hồ và 2 mẫu sau khi nước đã xử lý sơ bộ. Kết quả mẫu nước vùng hồ cho thấy nước đều thuộc loại bicacbonat clorua canxi, magie, biểu diễn dưới dạng công thức Cuộc Lốp



Nước có tính xâm thực yếu.

Kết quả 2 mẫu nước sau khi xử lý cho thấy nước thuộc loại bicacbonat clorua, canxi, natri, Magie, viết dưới dạng công thức Cuộc Lốp



Có tính xâm thực yếu.

Kết quả hoá nước xem trong bảng tổng hợp Bảng 2

2.4. Đặc điểm địa hình địa mạo

Khu vực nghiên cứu nằm ở thung lũng sông với 2 dạng địa hình, địa mạo rõ rệt:

Địa hình bóc mòn: Địa hình bóc mòn phân bố ở các sườn dốc của các dải đồi thấp có cao độ 5m trở lên. Hiện tượng xâm thực bóc mòn xảy ra liên tục vào mùa mưa tạo thành các khe rãnh trên sườn dốc. Cấu tạo nên chúng là các trầm tích tuổi Triat thống thượng bậc Nori-Ret điệp Hòn Gai. Đất đá chủ yếu là cát bột kết, sạn sỏi kết với độ cứng chắc khác nhau.

Địa hình tích tụ: Đây là các bãi bồi ven sông, địa hình tương đối phẳng nghiêng dần ra sông. Địa hình tích tụ được cấu tạo bởi các trầm tích Neogen và đệ tứ. Đất đá chủ yếu là sét kết, bột kết, cát kết, gắn kết yếu tuổi Neogen và các trầm tích đệ tứ gồm cát lẫn cuội sỏi, á sét, á cát, ở các phần thấp được phủ bởi lớp bùn

BẢNG TỔNG HỢP THÀNH PHẦN HOÁ HỌC CỦA NƯỚC

Bảng số 2

Khu vực	Loại nước	pH	CO ₂		ANION										Tổng độ cứng		Độ cứng tạm thời		Độ cứng vĩnh viễn		CATION								Độ mặn ‰/‰	Tổng ion me/l	Trọng độ khoáng hoá mg/l						
			Tự do		Ám mờn		HCO ₃ ⁻		CO ₃ ²⁻		SO ₄ ²⁻		Cl ⁻		me/l	Độ Đức (D°)	me/l	Độ Đức (D°)	me/l	Độ Đức (D°)	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		(Na + K) ⁺		(Fe ⁺⁺ /Fe ⁺⁺⁺)										
			me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	% me	me/l	mg/l	% me	me/l	mg/l							% me	me/l	mg/l	% me	me/l	mg/l	% me	me/l				mg/l	% me	me/l	mg/l	% me	
Khu nhà máy	Nước sông Diên Vong	8.2	0.58	25.30	18.53	2.05	125.09	0.47			0.35	16.57	0.08	441.00	15637.36	99.45	130.10	364.28		130.10	364.28	72.00	1442.88	16.67	58.10	706.50	13.43	313.30	7205.79	69.90				18.30	443.40	23134.69	
	Nước suối	4.4	1.53	68.20	61.73					0.71	34.11	44.77	0.88	31.03	55.23	1.52	4.26		1.52	4.26	1.06	21.24	66.83	0.46	5.99	29.23	0.13	3.99	7.88				1.59	93.47			
		7.1	1.09	47.74	38.55	1.90	91.53	51.72			0.50	24.02	17.24	0.90	31.91	31.03	2.68	7.50	0.53	1.47	2.14	6.03	1.46	29.26	50.34	1.22	14.84	42.07	0.22	5.06	7.59			2.90	196.62		
		Nước trong tràn tích Đê từ	7.2	0.91	40.00	30.93	2.45	149.63	29.34			0.27	12.85	5.01	62.00	2198.46	65.66	16.55	46.34	0.88	2.47	15.67	43.97	5.62	112.61	26.62	10.93	132.91	29.25	52.43	1205.96	48.07	0.04	0.98	0.88	10.57	64.62
	Nước trong đê đất nê tràn tích đập Hoàng	7.8	0.29	12.76	4.20	2.90	176.96	79.69			0.13	6.01	3.45	0.60	21.28	16.85	3.02	8.46	1.25	3.50	1.77	4.96	1.72	34.47	47.54	1.30	15.81	36.16	0.61	13.92	16.30				3.63	268.43	
Khu pha trộn	Nước mặt	7.0	0.72	31.53	20.13	2.47	150.52	0.69			0.31	14.73	0.09	380.83	13504.35	99.23	86.93	243.41	0.63	1.77	86.30	241.64	26.37	528.39	7.66	60.57	736.49	14.91	296.67	6823.49	77.44				17.33	383.61	21757.96
	Nước trong tràn tích Đê từ	7.4	0.71	31.13	9.38	3.40	207.47	13.70			0.34	16.33	1.94	271.65	9632.71	84.36	62.53	175.14	1.60	4.48	60.95	170.66	26.96	540.18	13.54	35.60	432.84	14.98	212.81	4894.63	71.28	0.03	0.84	0.77	16.53	275.39	15724.99
Khu nhận nước	Nước mặt	7.0	0.58	25.67	17.87	2.23	136.28	0.56			0.29	13.85	0.07	395.67	14030.34	99.37	85.08	238.23	0.43	1.21	84.63	237.02	26.17	524.38	6.59	58.92	716.43	14.79	313.10	7201.34	78.62				18.30	398.19	22622.61
Kênh xả	Nước trong tràn tích Đê từ	7.1	1.54	67.61	24.93	11.07	675.29	10.50			0.51	24.34	2.58	203.43	7213.51	86.92	44.29	124.28	7.00	19.60	37.39	104.68	8.55	171.28	7.03	35.84	435.81	10.64	170.61	3923.95	82.19	0.02	0.56	0.42	14.85	215.00	12444.37
Trạm bơm	Nước trong tràn tích Đê từ	7.4	0.75	33.00	21.40	4.13	251.71	27.89			0.31	14.65	1.25	164.40	5829.62	70.87	40.14	112.39	2.58	7.21	37.57	105.18	16.36	327.85	19.91	23.78	289.16	18.00	128.69	2959.87	62.09				14.80	168.83	9672.87
Kênh dẫn nước	Nước trong tràn tích Đê từ	6.5	0.88	38.72	27.50	2.20	134.24	1.26			0.45	23.62	0.26	172.00	6099.12	98.48	39.20	109.76	0.70	1.96	38.50	107.80	13.60	272.54	7.29	25.60	311.30	14.66	135.45	3115.25	77.56				7.90	174.65	9954.17
Biển sủ	Nước trong tràn tích Đê từ	8.2			4.33	2.19	133.47	5.34	1.63	46.80	4.09	0.09	4.53	0.23	37.98	952.18	92.64	4.60	2.70	1.91	2.46	49.20	6.02	2.15	25.85	5.26	36.10	830.22	88.38	0.13	2.35	1.18				40.83	2412.67
	Nước trong đê đất nê tràn tích Trại	6.8			1.47	3.62	220.96	57.44			0.06	3.02	0.99	2.57	98.53	40.74	5.11	3.21	1.90	2.54	50.77	40.08	2.57	31.08	40.81	1.03	23.74	16.36	0.16	3.28	2.55				6.30	434.80	
Nước hồ Diên Vong	Chưa được xử lý	7.8	0.09	3.85	3.58	0.89	54.16	71.10						0.36	12.86	28.91	1.05	0.13	0.93	0.70	14.03	56.01	0.35	4.26	28.02	0.20	4.60	15.98							1.25	89.89	
	Đã được xử lý sơ bộ	7.8	0.05	2.20	2.11	0.55	33.56	55.00						0.45	15.96	45.00	0.65	0.10	0.55	0.38	7.52	37.50	0.28	3.35	27.50	0.35	8.05	35.00							1.00	68.43	

Đất đá từ bãi thải nằm ở phía ĐN và cách khu nhà máy khoảng 1km theo suối đổ vào khu nhà máy

- Đất đá từ bãi thải nằm ở phía TN và cách bãi xỉ khoảng 1.2km đổ vào bãi xỉ

Theo kết quả khảo sát, khối lượng đất thải ở 2 vị trí nêu trên tương đối lớn tới hàng chục triệu khối, tuy nhiên phần ảnh hưởng trực tiếp đến khu nhà máy và bãi xỉ chỉ khoảng 2-3 triệu khối. Thành phần của bãi thải bao gồm đất á sét lẫn dăm cục kích thước chủ yếu 5-10m. Ngoài ra còn có khoảng 10% các tảng lớn kích thước 0.3-1m, đôi khi tới 1.5m. Hiện nay, hiện tượng xói rửa cuốn trôi đất thải đá mỏ than xuống chân sườn dốc khá mạnh mẽ, chúng phủ kín khu vực cửa suối, rộng vài chục hecta và có chiều dày trung bình 5-6m, lớn nhất là 13.8m (BX17). Đây là hiện tượng có ảnh hưởng xấu, ảnh hưởng lâu dài tới sự làm việc của công trình. Vì vậy cần có biện pháp xử lý thích hợp.

2. General Geological Characteristics

The study area for engineering geological mapping at a scale of 1:10,000 covers approximately 17 km², located partly within the Hon Gai coal mine area. The mapping aims to clarify the geological structure and tectonics, and assess the impact of waste dumps during mining operations that pose a threat to the structure, such as landslides and mudslides. Our stratigraphic units are based on stratigraphic data published by the General Department of Geology in 1985-1987.

2.1. Stratigraphy

1. Mesozoic Realm

The Hon Gai Archaeological System, a higher Nori-Ret system, occupies most of the area, including all the mountain ranges 200-300m high and most of the low hills along the river with altitudes of 30-70m, extending from the Northeast to the Southwest, covering approximately 12 km. Based on its formation, the lithological composition of the sub-sectoral layer is divided into 3 sub-sectoral layers.

- *The lower Hon Gai sub-sectoral layer T3n-rhg1: The sub-sectoral layer's sediments are exposed in the southeastern part of the map. Its composition mainly consists of coarse-grained sediments including conglomerates, gravels, and thickly layered sandstones interbedded with each other, sometimes interbedded with thin layers of siltstone, claystone, and coal claystone. The thickness is approximately 700-800m.*

- *The middle sub-sectoral layer T3n-rhg1: This sub-sectoral layer is exposed in a wide strip running from northeast to southwest, occupying most of the surveyed area (approximately 11km²). Its lithological composition includes medium to thickly layered light gray to dark gray conglomerates and sandstones interbedded with thin layers of claystone and coal claystone containing many coal seams of industrial value. The thickness is approximately 1000-1200m.*

- *Hon Gai Sub-formation on T3n-rhg1:*

The sub-formation sediments are exposed in strips in the Lang Khanh area. The main components are coarse-grained sandstone, light-colored gravel interbedded with thin layers of dark gray siltstone and claystone. The sub-formation contains two lenticular coal seams of little industrial value. The rock's position is relatively stable, with dip angles varying mainly from 300-400, reaching 700 in some locations, and outcrops at 349-340. Thickness of the formation: 700-800m

Lower Jurassic System, Ha Coi Formation J1hc

The Ha Coi Formation sediments are distributed in narrow strips in the Lang Khanh area. The formation sediments lie unconformably over the Hon Gai sub-formation sediments. The main components are siltstone and claystone interbedded with thin layers of reddish-brown to pinkish sandstone containing carbonates.

The thickness of the formation in the area is approximately 80-120m.

2. Cenozoic Realm

Upper Miocene Neogene Formation Dong Ho N1dh

The formation was previously classified as the Na Duong Formation. Based on observations of the complete cross-section at Dong Ho, the authors of the 1:25,000 map classified the Neogene sediments exposed in the area into the Dong Ho Formation.

The formation in the area is only exposed in a small area in Khanh village. Based on a series of exploratory boreholes, it shows that Neogene sediments developed extensively along the Dien Vong river valley, directly overlaying the ancient Hon Gai and Ha Coi formations. Above that, it is covered by De Tu sediments.

The lithological composition from bottom up consists of thin layers of gravel and gravel, followed by siltstone and claystone interbedded with sandstone; the degree of rock cohesion is still weak. The thickness of the formation is approximately 70-100m.

Cenozoic Period

Quaternary Period

Quaternary sediments are widely distributed in riverine and estuarine areas. Based on their formation, they are divided into two main sources: fluvial-marine sediments and residual slopes developed on ancient rocks (edQ).

Fluvial-marine sediments

- Mud layer (amQIV): Distributed in low-lying riverine areas in the Ha Khanh region. Composition is dark gray clayey silt, silty silt, and sandy silt mixed with organic matter. Thickness 2÷26 m.

- Silty silty, clayey layer (amQ): Located beneath the mud layer, discontinuously distributed, forming lenses with thicknesses varying from 1÷2 m to 5 m.

- Fine-grained sand layer (amQIV): Discontinuously distributed, forming pockets and lenses with thicknesses varying from 1÷2 m to 6.7 m.

- Medium- and coarse-grained sand layer with a few pebbles (amQv): Mostly directly over Neogene rocks. Thickness from 2 to 12.6 m.

Residual slopes developed on ancient rocks

Residual slope soil layer (edQ): distributed on the slopes of low riverine hills and mountain ranges 200-300m high. Composition is silty clay soil containing gravel from sandstone bedrock. Thickness from a few meters to 4-5m

2.2. Tectonic Structure

1. Division of Tectonic Units

The division of structural units, formation and development is based on the results of the 1:200,000 scale geological map edited by Nguyen Cong Luong.

The study area is located in the coastal zone, a zone with an arc shape embracing the An Chau zone to the west and developing elongated folds in the Northeast or isometric direction. Within the study area, it can be divided into 3 main tectonic layers

- The lower tectonic layer consists of rocks of the Hon Gai T3n-rhg Formation, characterized by the Monat Formation containing continental facies coal.

- *The middle tectonic layer is characterized by rocks of the Ha Coi Formation (J1hc) containing carbonates, unconformably overlain the Hon Gai Formation.*
- *The upper tectonic layer consists of Neogene sediments, fluvial-marine sediments, and residual slopes unconformably overlain in the middle and lower tectonic layers.*

Tectonic Faults

NW-SE Fault System: consists of deep normal faults and undifferentiated faults. This system is dissected and displaced by the Northwest fault system. The system was formed in the late Paleozoic to Mesozoic and was highly active during the Triassic period. Within the surveyed area, fault III-2 has a fault zone width of 5-7m, and fault IV.1 is located far away, thus not affecting the structure. Fault IV.7 has a fault zone width of 0.8-1.2m, with minimal impact on the structure.

The Northwest-Southeast system: These are deep normal faults, few in number and not very long in this area. This system formed during the Paleozoic and was highly active during the Triassic period. Within the surveyed area, only three small faults of order 4 were encountered: faults IV-4, V-6, and IV.8, possibly located at 220-230 <65-700. The fault zone width is 1-2m, with minimal impact on the structure.

Sub-meridional fault system: The faults of this system are usually branch faults of large faults, dividing the sub-latitudinal fault system, and they formed from the late Paleozoic to the Mesozoic with a length of several tens of meters. Within the survey area, fault III.1 was found to be a large fault, but it is located far away and therefore does not affect the structure.

Sub-latitudinal fault system: Includes undivided faults with a length of no more than 10km. They belong to the young fault system formed in the late Mesozoic.

In the area, three faults IV.2, IV.3, and IV.5 were found with a fault zone width of 0.8-1.2m, located far from the structure and therefore do not affect it.

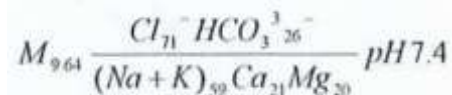
In summary: Tectonic destruction (faults) in the area have almost no impact on construction projects.

2.3. Hydrogeological Characteristics

Groundwater in the area is contained and moves within Quaternary loose sediments and fractured sedimentary rocks of the Ha Coi Formation and Hon Gai Formation.

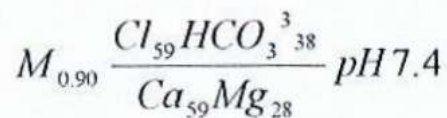
1. Water in Loose Sediments

Distributed in low-lying alluvial plains along rivers; water is heavily influenced by surface water and tidal water. Analysis of 37 samples showed that the water has weak corrosive potential and belongs to the type of sodium bicarbonate and calcium sulfide.



2. Water in the fracture zones of siltstone, sandstone, and claystone sedimentary rocks of the Ha Coi Formation and Hon Gai Formation

The water in these zones mainly comes from rainwater, surface water from high-altitude coal mining lakes, and lakes created by dumping waste soil that dams streams. This water source is poor during the dry season; most streams dry up completely or have very low flow rates, with flow rates at exposed points only 1-2 to 5 l/min. Analysis of 5 samples showed that the water has weak erosive potential, as shown in the Cuoc Lop formula.

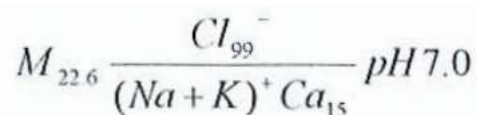


3. River and Stream Water

- River water: Due to the influence of tides, the water in the area is saline.

Research results from 9 samples at the water intake area of the factory showed that the water is of the Potassium Chloride (Sodium Chloride) type, with weak corrosive properties.

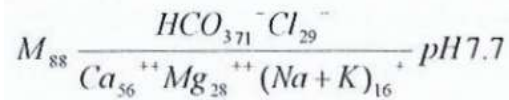
(Represented in the form of the Cuoc Lop formula)



- Spring water: Four samples were taken from streams around the factory. Analysis results showed that two samples had weak corrosive properties, and two samples had moderate corrosive properties. The water was of the bicarbonate type.

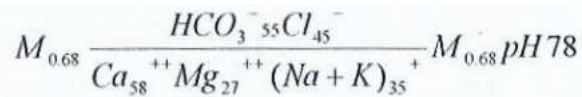
When studying surface water, it was necessary to study the water supplied to the factory. Six water samples were taken from the Dien Vong lake area, including four samples taken from the lake and two samples after preliminary treatment. The results of the lake water samples showed that the water was of the bicarbonate type, calcium chloride, magnesium,

represented by the formula Cuoc Lop.



The water has weak corrosive properties.

The results of the two water samples after treatment showed that the water is of the bicarbonate chloride, calcium, sodium, and magnesium type, written in the Cuoc Lop formula.



It has weak corrosive properties.

The water chemistry results are shown in the summary table, Table 2.

2.4. Geomorphological Characteristics

The study area is located in a river valley with two distinct topographic and geomorphological features:

Erosional topography: Erosional topography is distributed on the slopes of low hills with an elevation of 5m or more. Erosion occurs continuously during the rainy season, creating gullies on the slopes. These are composed of Triassic sediments of the Upper Nori-Ret stage of the Hon Gai formation. The soil and rocks are mainly sandstone, siltstone, gravel, and pebbles with varying degrees of hardness.

Accumulated topography: These are alluvial plains along the river, with relatively flat terrain sloping gradually towards the river. Accumulated topography is composed of Neogene and Quaternary sediments. The soil and rocks are mainly claystone, siltstone, sandstone, weakly consolidated Neogene age, and Quaternary sediments including sand mixed with pebbles, silty clay, and sandy clay; in the lower parts, it is covered by a layer of mud.

BẢNG TỔNG HỢP THÀNH PHẦN HOÁ HỌC CỦA NƯỚC

Bảng số 2

Khu vực	Loại nước	pH	CO ₂		ANION								Tổng độ cứng		Độ cứng tạm thời		Độ cứng vĩnh viễn		CATION						Độ mặn ‰	Tổng ion me/l	Tổng độ khoáng hoá mg/l											
			Tự do		Ám môn		HCO ₃ ⁻		CO ₃ ²⁻		SO ₄ ²⁻		Cl ⁻		Ca ²⁺		Mg ²⁺		(Na+K) ⁺		(Fe ²⁺ Fe ³⁺)																	
			me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	% me	me/l	mg/l	% me	me/l	mg/l	% me	me/l	mg/l	% me	me/l	mg/l	% me	me/l	mg/l	% me														
Khu nhà máy	Nước sông Diên Vọng	8.2	0.58	25.30		18.55	2.05	125.09	0.47			0.35	16.57	0.08	441.00	15637.36	99.45	130.10	364.28	72.00	1442.88	16.67	58.10	706.50	13.43	313.30	7205.79	69.90		18.30	443.40	25134.69						
	Nước suối	4.4	1.53	68.20		61.75						0.71	34.11	44.77	0.88	31.03	55.23	1.52	4.26	1.06	21.24	66.83	0.46	5.59	29.23	0.13	2.99	7.58		1.59	93.47							
		7.1	1.09	47.74		38.35	1.50	91.53	51.72			0.50	24.02	17.24	0.90	31.91	31.03	2.68	7.50	0.53	1.47	2.16	6.03	1.46	29.26	50.34	1.22	14.84	42.07	0.22	5.06	7.59	2.90	196.62				
	Nước trong trầm tích Đê tử	7.2	0.91	40.00		30.93	2.45	149.63	29.34			0.27	12.85	5.01	62.00	2198.46	65.66	16.55	46.34	0.88	2.47	15.67	43.97	5.62	112.61	26.62	10.93	132.91	29.25	52.43	1205.96	48.07	0.04	0.98	0.38	10.57	64.62	3705.84
	Nước trong đất sét ở trầm tích dầy Hoàng	7.8	0.29	12.76		4.20	2.90	176.96	79.69			0.13	6.01	3.45	0.60	21.28	16.25	3.02	8.46	1.25	3.50	1.77	4.96	1.72	34.47	47.54	1.30	15.81	36.16	0.61	13.92	16.20		3.63	268.43			
Khu phụ trợ	Nước mặt	7.0	0.72	31.53		20.13	2.47	150.52	0.69			0.31	14.73	0.09	380.83	13504.35	99.22	86.93	243.41	0.63	1.77	86.30	241.64	26.37	528.39	7.66	60.57	736.49	14.91	296.67	6821.49	77.44		17.33	383.61	21757.96		
	Nước trong trầm tích Đê tử	7.4	0.71	31.13		9.38	3.40	207.47	13.70			0.34	16.33	1.94	271.65	9632.71	84.36	62.55	175.14	1.60	4.48	60.95	170.66	26.96	540.18	13.54	35.60	432.84	14.98	212.81	4894.63	71.28	0.03	0.84	0.77	16.53	275.59	15724.99
Khu nhận nước	Nước mặt	7.0	0.58	25.67		17.87	2.23	136.28	0.56			0.29	13.85	0.07	395.67	14030.34	99.37	85.08	238.23	0.43	1.21	84.65	237.02	26.17	524.38	6.59	58.92	716.43	14.79	313.10	7201.34	78.62		18.30	398.19	22622.61		
Kênh sả	Nước trong trầm tích Đê tử	7.1	1.54	67.61		24.93	11.07	675.29	10.50			0.51	24.34	2.58	203.43	7213.51	96.92	44.29	124.28	7.00	19.60	37.39	104.66	8.55	171.28	7.03	35.84	435.81	10.64	170.61	3923.95	82.19	0.02	0.56	0.42	14.85	215.00	12444.37
Trạm bơm	Nước trong trầm tích Đê tử	7.4	0.75	33.00		21.40	4.13	251.71	27.89			0.31	14.65	1.25	164.40	5829.62	70.87	40.14	112.39	2.58	7.21	37.57	105.18	16.36	327.85	19.91	23.78	289.16	18.00	128.69	2959.87	62.09		14.80	168.83	9672.87		
Kênh dẫn nước	Nước trong trầm tích Đê tử	6.5	0.88	38.72		27.50	2.20	134.24	1.26			0.45	23.62	0.26	172.00	6099.12	98.48	39.20	109.76	0.70	1.96	38.30	107.80	13.60	272.54	7.79	25.60	311.30	14.66	135.45	3115.35	77.56		7.90	174.65	9954.17		
Biển tử	Nước trong trầm tích Đê tử	8.2				4.33	2.19	133.47	5.34	1.63	46.80	4.09	0.09	4.53	0.23	37.98	952.18	92.64	4.60	2.70	1.91	2.44	49.20	6.02	2.15	25.85	5.26	36.10	830.22	88.38	0.13	2.35	1.18		40.83	2412.67		
	Nước trong đất sét ở trầm tích Triat	6.8				1.47	3.62	220.96	57.44			0.06	3.02	0.99	2.57	98.53	40.74	5.11	3.21	1.90	2.54	50.77	40.08	2.57	31.08	40.81	1.03	23.74	16.36	0.16	3.23	2.53		6.30	434.80			
Nước hồ Diên Vọng	Chạm được cử tỷ	7.8	0.09	3.85		3.58	0.89	54.16	71.10						0.36	12.86	28.91	1.05	0.13	0.93	0.70	14.03	56.01	0.35	4.26	28.02	0.20	4.60	15.98					1.25	89.89			
	Đã được xử lý sơ bộ	7.8	0.05	2.20		2.11	0.55	33.56	55.00						0.45	15.96	45.00	0.63	0.10	0.55	0.38	7.52	37.50	0.28	3.35	27.50	0.35	8.05	35.00					1.00	68.43			

3. Điều kiện địa chất công trình

3.1. Điều kiện ĐCCT khu nhà máy chính

Khu nhà máy chính bao gồm các công trình gian máy, lò hơi, ống khói, trạm biến áp... được xây dựng trên diện tích gần 15 ha, nằm hoàn toàn trong bãi bồi của sông và là tụ điểm của 3 con suối chảy từ sườn núi cao xuống. Tại đây đã tiến hành khoan 2700m/46 hố, lấy 91 mẫu đất nguyên dạng, 17 mẫu cát, 24 mẫu nước, 17 mẫu đá, và đo vẽ 7 mặt cắt địa vật lý

Kết quả tổng hợp tài liệu thấy điều kiện ĐCCT chính được thể hiện đầy đủ trên các mặt cắt ĐCCT (*chi tiết xem thêm bản vẽ 10.02.ĐC04-1: Các mặt cắt địa chất công trình khu vực nhà máy tỷ lệ 1/500; trong tập bản vẽ đính kèm theo báo cáo điều kiện địa chất công trình do Tư vấn thiết kế xây dựng điện 1 lập năm 2003*) như sau:

a. Lớp đất thải, 1b

Lớp đất phân bố ở phía ĐN. Thành phần của lớp rất hỗn độn, bao gồm cát sạn dậm lẫn ít tầng, đến á cát. Chiều dày độ hạt thay đổi nhanh từ cửa suối ra xa ven sông. Chiều dày thay đổi 0 đến 2.5m, sâu nhất tới 13.8m (BX17), trung bình 4.5m. Các chỉ tiêu tiêu chuẩn cơ bản của lớp

Khối lượng riêng	Δ	2,68 g/cm ³
Dung trọng xốp	γ_x	1,41 g/cm ³
Dung trọng chặt	γ_c	1,82 g/cm ³
Modđun độ lớn	M_c	2,6
	M_s	5,4
Góc nghỉ của cát	$\varphi_{\text{ướt}}$	23
	$\varphi_{\text{khô}}$	30
Hệ số thấm	K	$2,1 \times 10^{-3}$ cm/s

b. Lớp đất bùn (2a)

Lớp đất bùn (2a) phân bố gần rộng khắp khu vực xây dựng nhà máy chính. Về

phía Bắc, TB và một phần bị phủ bởi lớp đất thải. Thành phần là bùn á sét, á cát, sét màu xám đen, có lẫn vật chất hữu cơ chưa phân hủy, chiều dày thay đổi lớn từ 2-15m, trung bình 6.8m

Các chỉ tiêu tiêu chuẩn tính chất cơ lý của lớp qua kết quả phân tích 71 mẫu:

Độ ẩm tự nhiên	We	52%
Khối lượng riêng	Δ	2,68 g/cm ²
Dung trọng tự nhiên	γ_w	1,7 g/cm ²
Dung trọng khô	γ_k	1,13 g/cm ²
Độ rỗng	n%	57,9
Hệ số rỗng	ϵ_o	1,393
Giới hạn chảy	Wt	40,2%
Giới hạn dẻo	Wp	24,3%
Chỉ số dẻo	Wn	15,9%
Độ sệt	B	1,76
Lực dính kết	C	0,04 Kg/cm ²
Góc ma sát trong	φ°	4
Hệ số nén lún	a ₁₋₂	0,1 cm ² /Kg
Hệ số thấm	K	1,3 x 10 ⁻⁴ cm/s
Sức kháng xuyên tiêu chuẩn		SPT _{N/30} = 1-2

Kết quả thí nghiệm trên máy 3 trục

Theo sơ đồ CU	C	0,2 Kg/cm ²
	φ	18°40'

Theo sơ đồ UU	C	0,07 Kg/cm ²
	φ	0°31'

c. Lớp sét, á sét 2b

Lớp nằm dưới lớp bùn, phân bố không liên tục có dạng lớp mỏng hoặc thấu kính. Thành phần là á sét, sét màu nâu đỏ, nâu vàng trạng thái dẻo, dẻo mềm đôi khi dẻo cứng, chiều dày trung bình 7m.

Các chỉ tiêu tiêu chuẩn và cơ lý của lớp qua phân tích 20 mẫu.

Độ ẩm tự nhiên	We	21%
Khối lượng riêng	Δ	2,69 g/cm ²
Dung trọng tự nhiên	γ_w	2,06 g/cm ²
Dung trọng khô	γ_k	1,71 g/cm ²
Độ rỗng	n%	36,5
Hệ số rỗng	ϵ_o	0,584
Giới hạn chảy	Wt	28,5%
Giới hạn dẻo	Wp	18%
Chỉ số dẻo	Wn	10%
Độ sệt	B	0,32
Lực dính kết	C	0,21 Kg/cm ²
Góc ma sát trong	φ^o	16
Hệ số nén lún	a ₁₋₂	0,128 cm ² /Kg
Hệ số thấm	K	0,96 x 10 ⁻⁵ cm/s
Sức kháng xuyên tiêu chuẩn		SPT _{N/30} = 17

Kết quả thí nghiệm trên máy 3 trục

Theo sơ đồ CU	C	0,25 Kg/cm ²
	φ	22°27'
Theo sơ đồ UU	C	0,19 Kg/cm ²
	φ	1°22'

d. Lớp cát hạt trung đến thô 2d

Nằm dưới lớp bùn, lớp á sét và phần lớn phủ trực tiếp lên trầm tích Neogen. Thành phần là cát hạt trung đến thô có chứa khoáng cuội, sỏi. Chiều dày trung bình 7m.

Các chỉ tiêu tiêu chuẩn và cơ lý của lớp qua phân tích 14 mẫu:

Khối lượng riêng của cát	Δ_c	2,64 g/cm ²
Khối lượng riêng của sỏi	Δ_s	2,67 g/cm ²
Dung trọng xốp	γ_x	1,40 g/cm ²
Dung trọng chặt	γ_c	1,79 g/cm ²
Modun độ lớn của cát	M_c	2,6
Modun độ lớn của sỏi	M_s	5,7
Góc nghỉ của cát	$\varphi_{\text{ướt}}$	22°
Góc nghỉ của cát	$\varphi_{\text{khô}}$	30°
Hệ số thấm	K	2,8 x 10 ⁻² cm/s
Sức kháng xuyên tiêu chuẩn		SPT _{N/30} = 38

e. Lớp 4: trầm tích Neogen (N,dh)

Lớp nằm sâu dưới lớp phủ của trầm tích Đệ Tứ sông biển (lớp 1b, 2a, b, d) không lộ trên mặt đất chính phân bố trên toàn bộ khu vực khảo sát. Thành phần

bao gồm sét kết, bột kết, cát kết, đôi chỗ sạn kết, mức độ gắn kết yếu đến rất yếu, độ bền thay đổi phụ thuộc vào mức độ gắn kết và độ ẩm của chúng. Đá cấu tạo phân lớp, bề dày phân lớp 0.2-0.5m. Các lớp đá gần như nằm ngang. Chiều dày các trầm tích Neogen thay đổi lớn từ 20-30 đến 100m. Các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của lớp qua phân tích 23 mẫu

Khối lượng riêng	Δ	2,65 g/cm ²
Dung trọng khô gió	γ_c	2,26 g/cm ²
Dung trọng bão hòa	γ_n	2,18 g/cm ²
Dung trọng khô tuyệt đối	γ_{ck}	2,18 g/cm ²
Độ rỗng	n%	17
Cường độ kháng nén khô gió	δ_c	130 Kg/cm ²
Cường độ kháng kéo khô gió	δ_{po}	12 Kg/cm ²
Hệ số bền vững khô gió	f_h	1,7
Sức kháng xuyên tiêu chuẩn		SPT _{N/30} = 86 (Nhỏ nhất =23, lớn nhất >100)

f. Lớp 5: Trầm tích Triat (T,n-rhg)

Trong phạm vi hạng mục nhà máy chính, các trầm tích Trias bị phủ bởi các trầm tích Đệ Tứ và trầm tích Neogen. Thành phần là đá cát kết, sạn kết màu xám sáng xen kẹp lớp mỏng sét kết. Đá tươi ít nứt nẻ, cứng chắc trung bình đến cứng chắc. Do tác nhân bên ngoài chúng bị biến đổi về thành phần, tính chất cơ lý và được chia thành các đới

Đới phong hoá mãnh liệt (IA₁): đới chỉ được phát hiện tại hố khoan LB5 ở độ sâu 68.5 - 8km. Thành phần là đá cát, bột kết phong hoá đến trạng thái đất lẫn dăm sạn, tính chất cơ lý gần tương tự như lớp đất sườn tàn tích trong khu vực (lớp 3):

Độ ẩm tự nhiên	We	23%
Khối lượng riêng	Δ	2,63 g/cm ²

Dung trọng tự nhiên	γ_w	2,02 g/cm ²
Dung trọng khô	γ_k	1,65 g/cm ²
Độ rỗng	n%	38,5
Hệ số rỗng	ϵ_o	0,635
Giới hạn chảy	Wt	34,3%
Giới hạn dẻo	Wp	12,8%
Độ sệt	B	0,1
Lực dính kết	C	0,27 Kg/cm ²
Góc ma sát trong	φ°	17
Hệ số nén lún	a ₁₋₂	0,021 cm ² /Kg
Hệ số thấm	K	2,2 x 10 ⁻⁴ cm/s
Sức kháng xuyên tiêu chuẩn		SPT _{N/30} = 22

Đới phong hoá mạnh (IA₁): đá cát kết, bột kết, sạn kết bị phong hóa rất mạnh, nứt nẻ vỡ vụn rất mạnh, dăm cục nhét sét, đôi nơi còn gặp các tầng phong hóa sót, cứng chắc trung bình. Các chỉ tiêu tính chất cơ lý của đới:

Cường độ kháng nén của mẫu của nhân lõi tầng phong hóa sót:

Khô gió δ_h 435 Kg/cm²

Bão hòa δ_c 395 Kg/cm²

Cường độ kháng kéo của mẫu của nhân lõi tầng phong hóa sót:

Khô gió δ_{po} 45 Kg/cm²

Bão hòa δ_{pn} 41 Kg/cm²

Hệ số bền vững:

Khô gió fo 5,3

Bão hòa fbh 4,3

Đới phong hoá (IB): Đá gốc cát bột kết phong hoá nứt nẻ mạnh, các khe nứt thường bị nhét sét, bề mặt khe nứt bị oxyt sắt hoá. Đá cứng chắc trung bình đến kém cứng chắc

Các chỉ tiêu tiêu chuẩn chính cơ lý của đá

Độ ẩm khô gió	Wo	0,39%
Độ ẩm bão hòa	Wbh	1,62%
Khối lượng riêng	Δ	2,66 g/cm ²
Dung trọng khô gió	γ_c	2,54 g/cm ²
Dung trọng bão hòa	γ_n	2,57 g/cm ²
Dung trọng khô tuyệt đối	γ_{ck}	2,53 g/cm ²
Độ rỗng	n%	4,7%
Cường độ kháng nén khô gió	δ_c	480 Kg/cm ²
Cường độ kháng nén bão hòa	δ_{nbh}	430 Kg/cm ²
Cường độ kháng kéo khô gió	δ_{po}	45 Kg/cm ²
Cường độ kháng kéo bão hòa	δ_{kbh}	40 Kg/cm ²
Hệ số bền vững khô gió	fc	5,6
Hệ số bền vững bão hòa	fbh	4,6

Đới đá tương đối nguyên khối (II): đá cát kết hạt trung đến khô, sáng màu. Đá cứng chắc, các chỉ tiêu, tiêu chuẩn chính của đá:

Độ ẩm khô gió	Wo	0,36%
Độ ẩm bão hòa	Wbh	0,94%

Khối lượng riêng	Δ	2,66 g/cm ²
Dung trọng khô gió	γ_c	2,59 g/cm ²
Dung trọng bão hòa	γ_n	2,60 g/cm ²
Dung trọng khô tuyệt đối	γ_{ck}	2,58 g/cm ²
Độ rỗng	n%	32%
Cường độ kháng nén khô gió	δ_c	535 Kg/cm ²
Cường độ kháng nén bão hòa	δ_{nbh}	485 Kg/cm ²
Cường độ kháng kéo khô gió	δ_{po}	53 Kg/cm ²
Cường độ kháng kéo bão hòa	δ_{kbh}	50 Kg/cm ²
Hệ số bền vững khô gió	fc	6,8
Hệ số bền vững bão hòa	fbh	5,8

3.2. Đặc điểm địa chất thủy văn

Trong vùng xây dựng nhà máy chính có thể có nhiều tầng chứa nước, nhưng tầng chứa nước có ảnh hưởng trực tiếp đến điều kiện ĐCCT của vùng xây dựng là tầng nước chứa trong trầm tích Đệ Tứ. Tầng chứa nước này có đặc điểm : mực nước ngầm trong khu vực chịu ảnh hưởng của nước mặt-nước thủy triều, biên độ giao động lớn. Về thành phần hóa học của nước theo kết quả phân tích 24 mẫu cho thấy nước có tính xâm thực yếu.

Tầng chứa nước trong khe nứt đá gốc tuổi Trias. Trong khu vực nhà máy chính tầng chứa nước này chôn vùi sâu dưới các lớp trầm tích Neogen dày hàng chục mét có thành phần cát bột kết, sét kết, sạn kết ít nứt nẻ, được coi là tầng cách nước. Vì thế một vài nơi khi khoan qua trầm tích Neogen vào tầng chứa nước này, đã phát hiện áp lực nước cục bộ, ví dụ như các hố khoan QN31, 36 LB5. Khi khoan hết trầm tích Neogen nước áp lực xuất hiện. Áp lực cột nước cao hơn mặt đất 1-2m và giảm nhanh chóng. Về thành phần hóa học theo kết quả phân tích thí nghiệm nước thuộc loại bicacbonat clorua canxi magie và có tính xâm thực yếu.

3. Engineering Geological Conditions

3.1. Engineering Geological Conditions of the Main Power Plant Area

The main power plant area includes the machine hall, boiler, chimney, transformer substation, etc., built on an area of nearly 15 hectares, located entirely within the alluvial plain of the river and at the confluence of 3 streams flowing down from the high mountain slope. Here, 2700m/46 boreholes were drilled, 91 undisturbed soil samples, 17 sand samples, 24 water samples, 17 rock samples were collected, and 7 geophysical cross-sections were surveyed.

The results of the compiled documents show that the main engineering geological conditions are fully shown on the engineering geological cross-sections (for details, see drawing 10.02.DC04-1: Engineering geological cross-sections of the power plant area at a scale of 1/500; in the set of drawings attached to the engineering geological conditions report prepared by Power Construction Design Consultant 1 in 2003) as follows:

a. Soil layer, 1b

This layer is distributed in the southeast. Its composition is very mixed, including scattered sand and gravel mixed with a few boulders, to sandy loam. The thickness and grain size vary rapidly from the stream mouth to the riverbank. The thickness varies from 0 to 2.5m, with a maximum depth of 13.8m (BX17), and an average depth of 4.5m. Basic standard parameters of the layer.

Density	Δ	2,68 g/cm ³
Sparse density	γ_x	1,41 g/cm ³
Dense density	γ_c	1,82 g/cm ³
Magnitude modulus	M_c	2,6
	M_s	5,4
Angle of repose of sand	$\varphi_{ướt}$	23
	$\varphi_{khô}$	30
Permeability coefficient	K	$2,1 \times 10^{-3}$ cm/s

b. Mud layer (2a)

The mud layer (2a) is distributed almost widely throughout the main plant construction area. To the North, Northwest and partly covered by the waste soil layer. The composition is silty clay, sandy clay, dark gray clay, mixed with undissolved organic matter, with a large variation in thickness from 2-15m, averaging 6.8m.

Standard physical and mechanical properties of the layer based on the analysis results of 71 samples:

<i>Natural moisture content</i>	<i>We</i>	52%
<i>Density</i>	Δ	2,68 g/cm ²
<i>Natural bulk density</i>	γ_w	1,7 g/cm ²
<i>Dry bulk density</i>	γ_k	1,13 g/cm ²
<i>Void content</i>	<i>n%</i>	57,9
<i>Void ratio</i>	ϵ_o	1,393
<i>Liquid limit</i>	<i>Wt</i>	40,2%
<i>Plastic limit</i>	<i>Wp</i>	24,3%
<i>Plastic index</i>	<i>Wn</i>	15,9%
<i>Consistency</i>	<i>B</i>	1,76
<i>Cohesion strength</i>	<i>C</i>	0,04 Kg/cm ²
<i>Internal friction angle</i>	φ°	4
<i>Compressibility coefficient</i>	<i>a₁₋₂</i>	0,1 cm ² /Kg
<i>Permeability coefficient</i>	<i>K</i>	1,3 x 10 ⁻⁴ cm/s
<i>Standard penetration resistance</i>		<i>SPT_{N/30} = 1-2</i>

Experimental results on the 3-axis machine

<i>According to the CU diagram</i>	<i>C</i>	0,2 Kg/cm ²
	φ	18°40'

According to the UU diagram	C	0,07 Kg/cm ²
	φ	0°31'

d. Medium to coarse-grained sand layer 2d

Located beneath the mud layer, the silty clay layer, and largely directly over Neogene sediments. Composition is medium to coarse-grained sand containing minerals, pebbles, and gravel. Average thickness is 7m.

Standard and physical properties of the layer based on analysis of 14 samples:

Density of sand	Δ_c	2,64 g/cm ²
Density of gravel	Δ_s	2,67 g/cm ²
Sparse density	γ_x	1,40 g/cm ²
Dense density	γ_c	1,79 g/cm ²
Fine modulus of sand	M_c	2,6
Fine modulus of gravel	M_s	5,7
Angle of repose of sand	$\varphi_{ướt}$	22°
Angle of repose of sand	$\varphi_{khô}$	30°
Permeability coefficient	K	2,8 x 10 ⁻² cm/s
Standard penetration resistance		SPT _{N/30} = 38

e. Layer 4: Neogene Sediments (N,dh)

This layer lies deep beneath the Quaternary fluvial sedimentary cover (layers 1b, 2a, b, d) and is not exposed on the surface, but is distributed throughout the entire survey area. Its composition includes claystone, siltstone, sandstone, and in places gravelstone, with weak to very weak cohesion. Its strength varies depending on the degree of cohesion and moisture content. The rock is layered, with a layer thickness of 0.2-0.5m. The rock layers are almost horizontal. The thickness of the Neogene sediments varies greatly from 20-30 to 100m. Basic physico-mechanical properties of the layer were analyzed from 23 samples.

Density	Δ	2,65 g/cm ²
Air-dried bulk density	γ_c	2,26 g/cm ²
Saturated bulk density	γ_n	2,18 g/cm ²
Absolutely dry bulk density	γ_{ck}	2,18 g/cm ²
Voidness	$n\%$	17
Air-dried compressive strength	δ_c	130 Kg/cm ²
Air-dried tensile strength	δ_{po}	12 Kg/cm ²
Air-dried strength coefficient	f_h	1,7
Standard penetration resistance		SPT _{N30} = 86 (Nhỏ nhất =23; lớn nhất >100)

f. Layer 5: Triassic Sediments (T,n-rhg)

Within the main plant area, Triassic sediments are overlaid by Quaternary and Neogene sediments. The composition consists of light gray sandstone and gravel interbedded with thin layers of claystone. The fresh rock is minimally fractured, medium to hard. Due to external factors, its composition and physical and mechanical properties have been altered, and it is divided into zones:

Intensely weathered zone (IA,): This zone was only discovered in borehole LB5 at a depth of 68.5 - 8 km. The composition consists of sandstone and siltstone weathered to a soil-grained gravel state, with physical and mechanical properties similar to the residual slope soil layer in the area (layer 3):

Natural moisture content	We	23%
Density	Δ	2,63 g/cm ²
Natural bulk density	γ_w	2,02 g/cm ²
Dry bulk density	γ_k	1,65 g/cm ²
Voidness (Void ratio)	$n\%$	38,5
Void ratio (Void strength)	ε_o	0,635

<i>Liquid limit</i>	<i>W_t</i>	34,3%
<i>Plastic limit</i>	<i>W_p</i>	12,8%
<i>Consistency (Vibration strength)</i>	<i>B</i>	0,1
<i>Cohesion strength (Cohesion angle)</i>	<i>C</i>	0,27 Kg/cm ²
<i>Compressibility coefficient (Variability coefficient)</i>	<i>φ^o</i>	17
<i>Standard penetration resistance</i>	<i>a₁₋₂</i>	0,021 cm ² /Kg
<i>Natural moisture content</i>	<i>K</i>	2,2 x 10 ⁻⁴ cm/s
<i>Density</i>		<i>SPT_{N/30} = 22</i>

Strong weathering zone (IA): Sandstone, siltstone, and gravelly rocks are heavily weathered, severely fractured and fragmented, filled with clay, and in some places, remnants of weathered rocks are found. They are of medium hardness. Physical and mechanical properties of the zone:

Compressive strength of samples from core of remnant weathered rocks:

Dry air δh 435 kg/cm²

Saturated δc 395 kg/cm²

Tensile strength of samples from core of remnant weathered rocks:

Dry air δpo 45 kg/cm²

Saturated δpn 41 kg/cm²

Stability coefficient:

Dry air fo 5.3

Saturated fbh 4.3

Weathering zone (IB): The bedrock of sandstone and siltstone is heavily weathered and fractured. The fractures are often filled with clay, and the fracture surfaces are iron oxideized. The rocks are of medium to poor hardness.

Main physical and mechanical properties of the rocks

<i>Dry air moisture content</i>	W_o	0,39%
<i>Saturated moisture content</i>	W_{bh}	1,62%
<i>Density</i>	Δ	2,66 g/cm ²
<i>Dry air bulk density</i>	γ_c	2,54 g/cm ²
<i>Saturated bulk density</i>	γ_n	2,57 g/cm ²
<i>Absolute dry bulk density</i>	γ_{ck}	2,53 g/cm ²
<i>Voidness</i>	$n\%$	4,7%
<i>Dry air compressive strength</i>	δ_c	480 Kg/cm ²
<i>Saturated compressive strength</i>	δ_{nbh}	430 Kg/cm ²
<i>Dry air tensile strength</i>	δ_{po}	45 Kg/cm ²
<i>Saturated tensile strength</i>	δ_{kbh}	40 Kg/cm ²
<i>Dry air durability coefficient</i>	f_c	5,6
<i>Saturated durability coefficient</i>	f_{bh}	4,6

Relatively monolithic rock zone (II): medium to dry, light-colored sandstone. Hard and solid rock, main characteristics and standards of the rock:

<i>Dry air moisture content</i>	W_o	0,36%
<i>Saturated moisture content</i>	W_{bh}	0,94%
<i>Density</i>	Δ	2,66 g/cm ²
<i>Dry air bulk density</i>	γ_c	2,59 g/cm ²
<i>Saturated bulk density</i>	γ_n	2,60 g/cm ²
<i>Absolute dry bulk density</i>	γ_{ck}	2,58 g/cm ²
<i>Voidness</i>	$n\%$	32%

<i>Dry air compressive strength</i>	δ_c	535 Kg/cm ²
<i>Saturated compressive strength</i>	δ_{nbh}	485 Kg/cm ²
<i>Dry air tensile strength</i>	δ_{po}	53 Kg/cm ²
<i>Saturated tensile strength</i>	δ_{kbh}	50 Kg/cm ²
<i>Dry air durability coefficient</i>	f_c	6,8
<i>Saturated durability coefficient</i>	f_{bh}	5,8

3.2. Hydrogeological Characteristics

The main power plant construction area may contain multiple aquifers, but the aquifer that directly influences the hydrogeological conditions of the construction area is the Quaternary sedimentary aquifer. This aquifer has the following characteristics: the groundwater level in the area is influenced by surface water and tidal water, with a large amplitude of fluctuation. Regarding the chemical composition of the water, the analysis of 24 samples shows that the water has weak corrosive properties.

The Triassic bedrock fracture aquifer. In the main power plant area, this aquifer is buried deep beneath Neogene sedimentary layers tens of meters thick, consisting of siltstone, claystone, and gravelly sandstone with few fractures, considered an impermeable layer. Therefore, in some places, when drilling through Neogene sediments into this aquifer, local water pressure has been detected, for example, in boreholes QN31 and 36 LB5. When drilling through Neogene sediments, water pressure appears. The water pressure is 1-2m higher than the ground surface and decreases rapidly. In terms of chemical composition, according to experimental analysis, the water is of the bicarbonate, chloride, calcium, and manganese type and has weak corrosive properties.