REPUBLICA DEL PERU

SECTOR ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

ESTUDIO GEOLOGICO DE BAYOVAR

VOLUMEN III

GEOLOGIA DE LAS AREAS DE ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL DEL COMPLEJO BAYOVAR

JULIO 1979

Editado por el Instituto Geológico Minero y Metalurgico

LIMA – PERU

3)

P10 1995
INGEMMET
BIENES CULTURALES
54.550 03613
INVENTARIO 1996

REPUBLICA DEL PERU

SECTOR ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

INGEMMET
Inventario 1997
M & G

ESTUDIO GEOLOGICO DE BAYOVAR

VOLUMEN III

GEOLOGIA DE LAS AREAS DE ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL DEL COMPLEJO BAYOVAR

JULIO 1979

Editado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

LIMA – PERU

Gral. Brig. E.P. RENEE BALAREZO VALLEBUONA
Ministro de Energía y Minas

Ing. MARIO SAMAME BOGGIO
Presidente del Consejo Directivo de INGEMMET

Ing. BENJAMIN MORALES ARNAO
Director Ejecutivo de INGEMMET

CONTENIDO

VOLUMEN III

	No. Pág.
RESUMEN	1
CAPITULO I - INTRODUCCION	2
- Generalidades	2
1. METODO DE TRABAJO	2
2. BASE TOPOGRAFICA	3
CAPITULO II - AREA INDUSTRIAL	4
- Generalidades	4
1. GEOMORFOLOGIA	4
1.1 Zona del Macizo de Illescas	4
1.1.1 Terrazas Marinas	5
1.1.2 Depresión Chira	6
1.1.3 Quebradas Secas	7
1.2 Zona de la Cuenca Sechura	7
1.2.1 Tablazo Lobitos	8
1.2.2 Llanura Aluvial	8
1.2.3 Cordones Litorales	9
1.2.4 Marismas	9
1.2.5 Zona de Dunas	10
1.2.6 Zona de Mareas	10
2. ESTRATIGRAFIA	10
2.1 Complejo Basal de la Costa	11
2.2 Formación Verdún	12
2.3 Formación Chira	14
2.4 Formación Montera	15
2.5 Formación Zapallal	17
2.6 Formación Miramar	17
2.7 Depósitos Marinos Pleistocénicos	18
2.8 Depósitos Eólicos Pleistocénicos	20
2.9 Depósitos Aluviales	20
2.10 Depósitos Marinos Recientes	21
2.11 Depósitos Eólicos Recientes	21
3. INTERPRETACION DE LA TECTONICA	22
3.1 Macizo de Illescas	22

No. Pág.

3.2 Cuenca Terciaria de Sechura 23

4. GEODINAMICA EXTERNA 24

4.1 Migración de Arenas 24
4.2 Erosión Litoral 25
4.3 Inundaciones 25
4.4 Torrenteras Antíguas 25
4.5 Estabilidad de Pendientes 26

5. ZONIFICACION GEOLOGICA DEL AREA INDUSTRIAL 26

6. DISCUSIONES 27

CONCLUSIONES 29

APENDICE ESTRATIGRAFICO 30

CAPITULO III - AREA URBANA 60

- Generalidades 60

1. GEOMORFOLOGIA 60

1.1 Tablazo Lobitos 60
1.2 Estuario de Virrilá 61
1.3 Cordón Litoral 62
1.4 Marismas 62
1.5 Montículos de Arena 62
1.6 Barcanes 63
1.7 Bancos de Arena 63

2. ESTRATIGRAFIA LOCAL 63

2.1 Formación Miramar 63
2.2 Tablazos Marinos 64
2.3 Depósitos del Cuaternario Reciente 65

2.3.1 Depósitos Marinos 65
2.3.2 Depósitos Eólicos 66

3. GEODINAMICA EXTERNA 66

3.1 Inundaciones 66
3.2 Erosión del Estuario de Virrilá .. 66
3.3 Licuefacción de Arenas 67
3.4 Sedimentación Litoral Actual 67

4. ZONIFICACION GEOLOGICA 67

5. DISCUSIONES 68

CONCLUSIONES 69

APENDICE ESTRATIGRAFICO 70

CAPITULO IV - AREA DEL AEREOPUERTO 79

1. GEOMORFOLOGIA 79

		No. Pág.
1.1	Tablazo de Lobitos	79
1.2	Estuario de Virrilá	79
1.3	Marismas	79
1.4	Barcanes	80
2.	GEODINAMICA EXTERNA	80
CAPITULO V - AREA DE MATACABALLO		81
1.	GEOMORFOLOGIA	81
1.1	Cordón Litoral	81
1.2	Marismas	81
1.3	Barcanes	81
1.4	Zona de Mareas	82
2.	ESTRATIGRAFIA	82
2.1	Formación Zapallal	82
2.2	Depósitos Marinos Recientes	82
3.	GEODINAMICA EXTERNA	83
CONCLUSIONES		83
APENDICE ESTRATIGRAFICO		84
CAPITULO VI - AREA DE CHULLIYACHI		85
1.	GEOMORFOLOGIA	85
1.1	Cordón Litoral	85
1.2	Marismas	85
1.3	Barcanes	86
1.4	Zona de Mareas	86
2.	GEODINAMICA EXTERNA	86
CONCLUSIONES		87
CAPITULO VII - AREA DE SECHURA		88
1.	GEOMORFOLOGIA	88
1.1	Llanura Aluvial	88
1.2	Duna Estable	88
1.3	Cauce del Río Sechura	88
2.	ESTRATIGRAFIA	89
2.1	Formación Montera	89
2.2	Tablazo Lobitos	89
2.3	Depósitos Eólicos	89
3.	GEODINAMICA EXTERNA	90
4.	DISCUSIONES	90
CONCLUSIONES		90
APENDICE ESTRATIGRAFICO		91

	No. Pág.
CAPITULO VIII - AREA DE RAMON	92
1. GEOMORFOLOGIA	92
1.1 Tablazo Lobitos	92
1.2 Barcanes y Montículos de Arena Estabilizada	92
1.3 Zonas Inundada e Inundable	93
2. ESTRATIGRAFIA	93
2.1 Formación Zapallal	93
2.2 Tablazo Marino	94
2.3 Depósitos Aluviales	95
2.4 Depósitos del Cuaternario Reciente	95
2.4.1 Depósitos de Arenas	95
2.4.2 Barcanes	95
3. GEODINAMICA EXTERNA	96
CONCLUSIONES	96
APENDICE ESTRATIGRAFICO	98

* * * * * *

RESUMEN

El presente Volumen constituye un documento geológico base para la ejecución de los estudios del Riesgo Sísmico y Microzonificación de la zona de Bayovar a cargo del Instituto Geofísico del Perú, así como para otros trabajos específicos con los que guarde afinidad a realizarse durante la etapa de emplazamiento del futuro Complejo Bayovar. Asimismo, contiene información sobre geomorfología, estratigrafía, tectónica y geodinámica externa, registrada en 13 áreas de estudio (Fig. 1-III) de las 23 que presenta el Mapa de Acondicionamiento Territorial del Complejo Bayovar proporcionado por el IGP.

Se describen detalladamente las características litológicas de las diferentes unidades lito-estratigráficas observadas en los afloramientos, correlacionados con las informaciones obtenidas en perforaciones y calicatas. De esta forma se han determinado las variaciones litológicas tanto en sentido lateral como vertical y espesores de las mismas, parámetros importantes para obras de fundación.

Los fenómenos geodinámicos potenciales y activos son variados, pudiendo citarse principalmente: desarrollo de cordones litorales, bancos y migraciones de arenas, efectos de deflación, erosión litoral e inundaciones tanto marinas como fluviales.

Interpretando los resultados de los estudios geomorfológicos, estratigráficos, tectónicos y de geodinámica externa, se indican los principales riesgos potenciales de orden geológico, los mismos que han servido para establecer la clasificación en la zonificación geológica.

* * * * * *

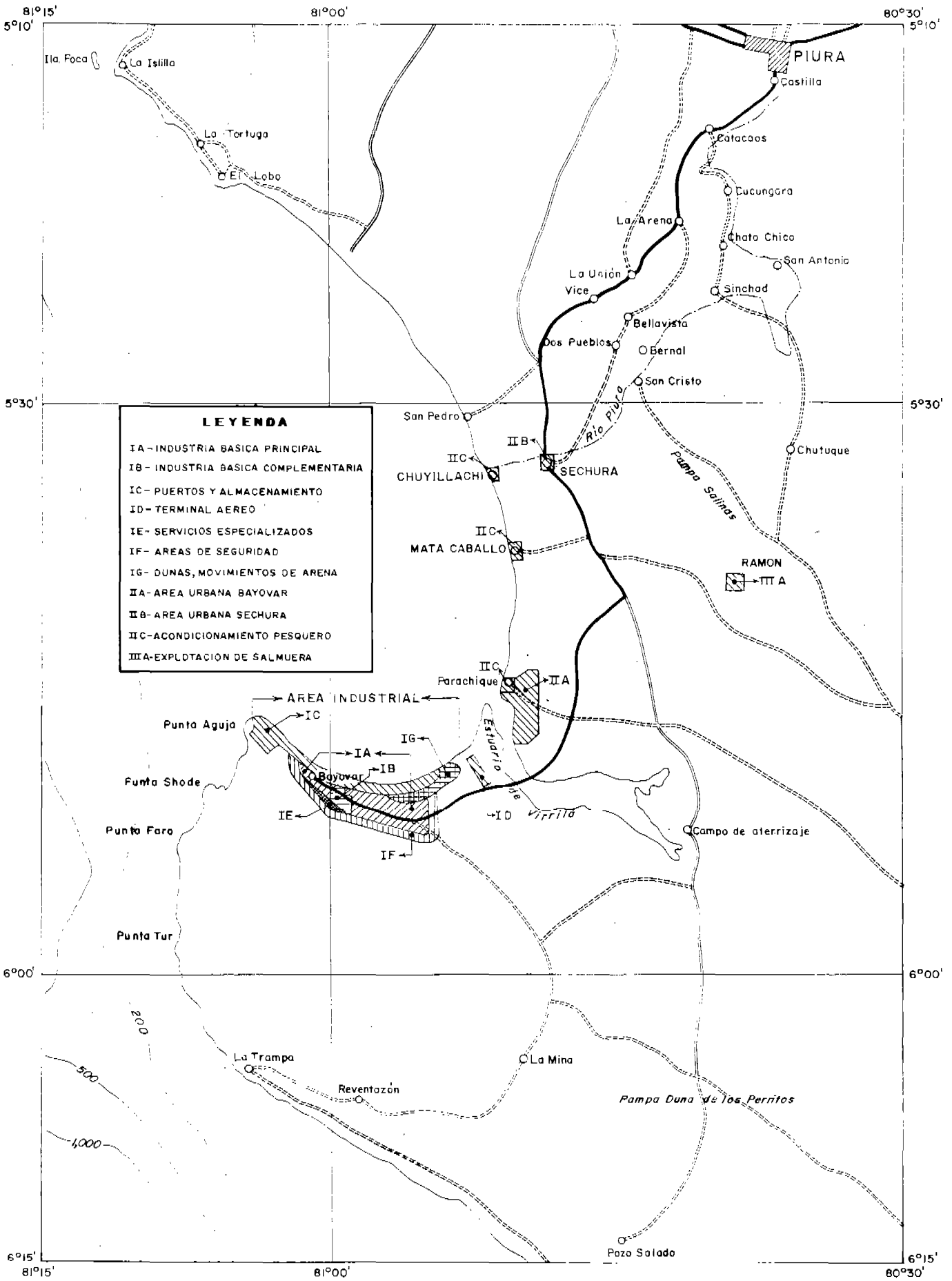


FIG.-1-III UBICACION DE LAS AREAS DE ACONDICIONAMIENTO ESTUDIADAS

CAPITULO I - INTRODUCCION

- Generalidades

Mediante un convenio suscrito entre el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y el Instituto Geofísico del Perú (IGP), se encomendó al primero de los nombrados la realización de estudios geológicos de la zona de Bayovar, en tres rangos diferentes de escala y detalles: Geología del Noroeste del Perú (1:500,000), Geología de la Región de Bayovar (1:50,000) y Geología de las Areas de Acondicionamiento Territorial del Complejo Bayovar, con un área estimada de 200 km2., con trabajos de campo a la escala de 1:2,000 de las zonas que poseían dicha base cartográfica, y cuyo objetivo es servir de base para los estudios de Riesgo Sísmico y Microzonificación de la zona de Bayovar.

En el convenio suscrito, esta tarea se encuentra intitulada como Microgeología, pero se adopta el término de Geología Detallada, por cuanto el primero corresponde a estudios a la escala del microscopio, que escapa a los alcances, naturaleza y objetivo del presente estudio.

El presente volumen contiene los resultados de las investigaciones y conclusiones de los estudios de Geología Detallada (Volumen III), que se han practicado en 13 áreas (Fig. 1-III), según el Mapa de Acondicionamiento Territorial del futuro Complejo Bayovar. Dichas áreas son: IA de Industria Básica y Principal, IB Industria Básica Complementaria, IC de Puertos y Almacenamientos, IE de Servicios Complementarios, IF Area de Seguridad, IG Zona de Dunas y Arenas húmedas (estas seis áreas por ser contiguas se les ha considerado como un sólo conjunto denominado Area Industrial), ID Terminal Aéreo; IIA y IIC, Area Urbana Bayovar y zona de Acondicionamiento Pesquero respectivamente, tienen tratamiento de conjunto, IIC de Acondicionamiento Pesquero (Chulliyachi y Matacaballo); IIB Centro Urbano Sechura y IIIA Salmueras de Ramón.

1. METODO DE TRABAJO

Dada la naturaleza del trabajo, se programó una red de itinerarios bastante densificada que permitió acopiar la mayor cantidad de información geológica en la llanura desértica, bastante pobre en este aspecto, debido en parte a la espesa cubierta de depósitos recientes , a la monotonía de los afloramientos y a la escasa información de subsuelo.

En vista de que el Instituto Geofísico del Perú practicó las perforaciones después que las brigadas de campo del INGEMMET habían terminado los trabajos de campo, se envió un geólogo para que elaborará las columnas litológicas de los pozos perforados, incrementándose de esta forma la información del subsuelo.

La colección de información de campo consistió en la toma de datos detallados de las características litológicas de los afloramientos, cálcu-

lo de secciones geológicas, colección de muestras de campo, etc. Las observaciones más detalladas se efectuaron en los acantilados marinos habiéndose aprovechado también las calicatas construídas en el área por el Instituto de Investigaciones Energéticas (INIE).

Los trabajos de gabinete y laboratorio, comprendieron la elaboración de mapas geológicos, geomorfológicos, blocks diagramas de las áreas que reunían las condiciones para realizarlas, se graficaron las columnas litológicas y demás ilustraciones. En los casos de las áreas de Sechura, Chulliyachi, Matacaballo y Aeropuerto, sólo se ha hecho mapas geológico o geomorfológico, puesto que dichas áreas no aportan suficiente información para una cartografía diferenciada, como es el caso de Chulliyachi, que sólo reúne problemas geomórficos y geodinámicos, desconociéndose el substrato .

Finalmente, se hicieron mayores estudios petrográficos y paleontológicos, que incrementaron el número de las determinaciones llevadas a cabo durante la elaboración del Volumen II, y se redactó el texto del presente informe.

2. BASE TOPOGRAFICA

Durante los levantamientos geológicos, para el cartografiado se contó en parte con las hojas fotogramétricas a la escala 1:2,000 preparadas por el IGP. Como las áreas de Chulliyachi, Matacaballo y parte del Area Urbana, no contaban con un levantamiento a la escala requerida, el INGEMMET dispuso sus respectivos levantamientos topográficos.

En el área de Ramón se contó con los levantamientos topográficos de la Compañía Minera Bayovar S.A., que fueran gentilmente proporcionados por Minero Perú.

El INGEMMET realizó la monumentación con hitos de concreto en las áreas que requerían un control topográfico, contándose adicionalmente también con los bench marks del IGM y en el caso específico del Area de Ramón, con puntos de triangulación de la Minera Bayovar S.A.

CAPITULO II - AREA INDUSTRIAL

- Generalidades

El Area Industrial, abarca los terrenos que en el plano de Acondi-- cionamiento Territorial de Bayóvar, proporcionado por el I.G.P., han sido seleccionados para ubicación de las Industrias Básicas Primarias (1 A), Industrias Básicas Complementarias (1 B), de Puertos y Almacenamiento (1 C) , Area de Seguridad (1 F) y Area de Servicios Especializados (1 E), esta última no incluída en el Convenio (Figura C-1). El conjunto de estas zonas ocupa una faja litoral de aproximadamente 20 Km. de longitud, y 2 Km. de ancho promedio en la parte noroeste y 5 Km. en la parte este.

En el presente capítulo se describen las observaciones sobre geomorfología, estratigrafía y geodinámica externa realizadas en el campo, complementados con los estudios litoestratigráficos efectuados en 8 secciones de afloramientos, 8 pozos perforados por el IGP y 9 calicatas excavadas por - INIE, para finalmente establecer una zonificación geológica local y conclusiones, objetivos fundamentales que servirán de base para la programación - de investigaciones geotécnicas específicas que determinen la seguridad física de moradores y de las obras de infraestructura y desarrollo planeadas.

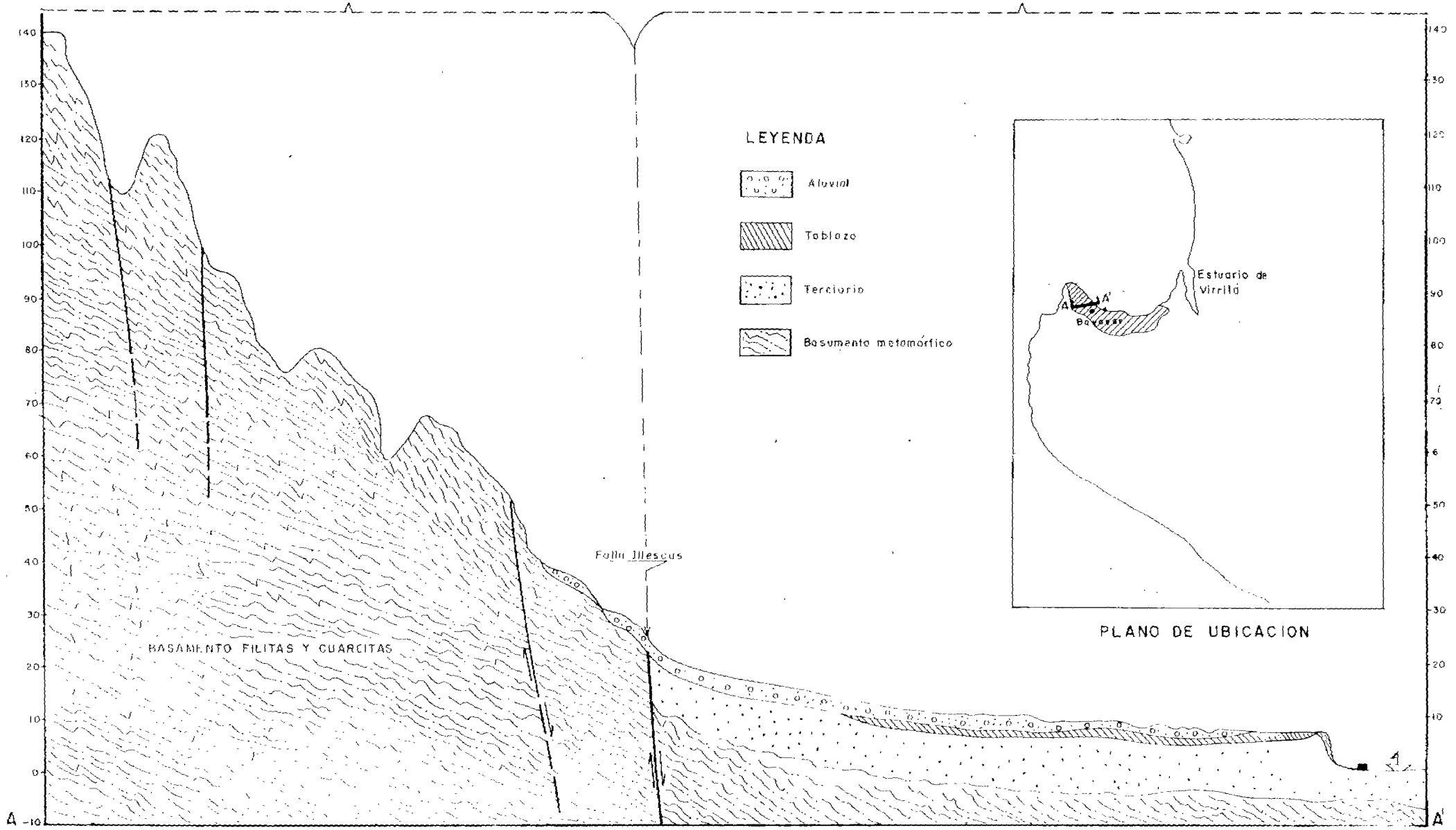
1. GEOMORFOLOGIA

El panorama morfológico del área comprendida dentro de los límites del presente estudio, es el resultado de un activo proceso morfo-tectónico desarrollado durante el Cenozoici, donde los elementos activos predominantes que han dado lugar al modelado geomórfico fueron: un macizo rígido en levantamiento intermitente: los Illescas y una cubeta de sedimentación sujeta a hundimiento que es la Cuenca Sechura (ver mapas geomorfológicos, Figs. 3.1-III, 3-2-III y el perfil de la fig. 2-III) con el agente determinativo que constituye la falla Illescas.

La zona del macizo de Illescas y la zona de la Cuenca Sechura han - desarrollado una serie de unidades geomorfológicas, como resultado de un intenso modelado, por procesos erosivos, superpuestos a efectos geodinámicos (Figs. 3.1-III y 3.2-III).

1.1 Zona del Macizo de Illescas

El Macizo de Illescas, segmento de la Cordillera de la Costa del noroeste del Perú, constituye geológicamente un gran horst, cuyo edificio lo conforman rocas metamórficas pre-mesozoicas, con escasas y delgadas cubiertas cenozoicas.



— FIG.-2-III Perfil Mostrando Las Dos Grandes Unidades Geormafológicas del Area Industrial : Vista al Norte.

Escala: V=1/1000

El área del estudio que comprende el sector noroeste del macizo presenta procesos geomórficos que han desarrollado las siguientes sub-unidades:

- Terrazas Marinas
- Depresión Chira
- Quebradas Secas

1.1.1 Terrazas Marinas

En el flanco oriental del Macizo de Illescas y sobre una faja comprendida entre Punta Aguja y Quebrada Lancha, se presenta un relieve escalonado de terrazas marinas definidas como resultado del desarrollo de superficies de abrasión y acumulación clástica, que acompañaron los sucesivos levantamientos de la cadena orográfica.

Todas las planicies de abrasión, corresponden a procesos generales de la misma naturaleza, pero las más altas se han desarrollado durante la sedimentación de la formación Verdún, en el Eoceno superior, mientras que las inferiores están relacionadas al desarrollo de los tablazos marinos durante el Pleistoceno. Estas superficies se encuentran disectadas por las quebradas secas que bajan a la bahía de Sechura.

La terraza denominada Verdún 3 (Tv3) es la única de las terrazas eocenas que se encuentra dentro del área de estudio, no así las más antiguas y más altas; la descripción detallada de todas estas superficies se encuentra en el Volumen II.

La terraza Verdún 3 es la más alta y mejor desarrollada , el área cubierta por el presente estudio se localiza a 160 m.s.n.m., y presenta un frente empinado (70° a 75°) que alcanza una altura de 60 m.

Esta terraza constituye una plataforma mas o menos ondulada, cubierta por materiales calcáreos coquiníferos de la formación Verdún y terraza fósil. Su ancho es variable, así en el extremo noroeste (Punta Aguja) supera los 2 kilómetros, y angostándose progresivamente hacia el suroeste, a tal punto que en las proximidades de la quebrada Lancha su presencia es poco perceptible, debido probablemente a que la falla Illescas ha recortado diagonalmente la terraza original, pues en este sector sólo se encuentra su respaldo mas o menos destruído por lo agentes erosivos.

Se considera que cuatro de las terrazas pleistocenas, corresponden al desarrollo del tablazo Talara (tt 1, 2, 3 y 4), mientras que la quinta y más baja es contemporánea a la formación del Tablazo Lobitos (tl). Como ya se ha expuesto en el Volumen II, las superficies de abrasión sobre la vertiente oriental del Macizo de Illescas, son el resultado de movimientos basculatorios del área, de modo que el sector de la bahía de Sechura fue objeto de emersión, con formación de terrazas sobre el macizo y de tablazos marinos en la zona de hundimiento; en tanto que el sector sur del macizo era objeto de sumersión y de nuevos ingresos del mar.

La primera terraza Talara (tt 1) es la más alta(140m.s.n.m), y se ha desarrollado truncando el frente de la terraza Verdún 3,encontrándose bastante des

truída, siendo distinguible solamente en un tramo corto, situado entre las partes altas de Punta Bapo y Punta Lagunas, esta representada por su superficie de abrasión inclinada 30° hacie el mar.

La segunda terraza Talara(tt2)es la mejor desarrollada,está inclinada con 10° hacia el mar y su frente alcanza un nivel promedio de 80 m.s.n.m. , mientras la base del respaldo alcanza los 120 m.s.n.m. La terraza exhibe su mayor amplitud en el sector de Punta Aguja (500 metros en el campamento Cosapi), y se adelgaza progresivamente hacia el sureste, en forma similar a la terraza Verdún 3. Dadas sus características, es muy probable que este nivel de abrasión sea una superficie de erosión de edad eocena pero modificada en el Pleistoceno. Estudios anteriores le habían atribuído equivalencia con el Tablazo Máncora de la Cuenca Talara, pero por las razones ya expuestas, en el presente estudio se considera que su desarrollo tuvo lugar durante una de las etapas de formación del Tablazo Talara.

En un sector de la parte alta de Punta Lagunas, esta superficie tiene una gruesa acumulación coquinífera, depositada durante su desarrollo; parte de estas coquinas se han observado también en el curso medio de la quebrada Las Tijeras.

La tercera terraza Talara (tt 3) se encuentra a una altitud promedio de 60 m.s.n.m., y aunque bastante conservada a lo largo de la vertiente oriental del Macizo de Illescas, en el área de estudio presenta anchos reducidos que promedian 50 metros, con una superficie poco regular inclinada 30°.

La terraza Talara (tt 4). se encuentra a un nivel promedio de 40 m.s.n.m. y la base de su frente marca el límite entre el Macizo de Illescas y la amplia llanura aluvial de la parte baja. La escarpa de abrasión que constituye el frente de la terraza es bastante empinada, alcanzando inclinaciones hasta de 75°hacia el mar. En el sector comprendido entre el muelle desmantelado de Bayovar y Punta Tric - Trac, mantiene una capa coquinífera bastante consistente adosada a la parte superior frontal.

La terraza Lobitos (tl) es una superficie de abrasión que bordea los acantilados del sector noroeste del Macizo de Illescas, entre Punta Aguja y Punta Lagunas; a partir de esta última localidad y hacia el este, pasa lateralmente a una amplia terraza coquinífera que viene a constituir el Tablazo Lobitos. Su frente se encuentra destruído,y en su reemplazo se ha desarrollado una escarpa de abrasión por retroceso del acantilado, por lo que su pendiente es generalmente vertical.

1.1.2 Depresión Chira

Sobre la terraza Verdún 3 y en proximidad a los tanques de almacenamiento de petróleo de Petroperú, existe una depresión de forma mas o menos circular, a la que se denomina Depresión Chira.

El fondo de esta depresión se encuentra a un nivel promedio de 140 m.s.n.m. y está rodeado por escarpas de fallas que alcanzan cerca de 3 metros de desplazamiento vertical, su fondo está rellenado por sedimentos de la formación Chira sin mayores signos de erosión, de manera que se puede

considerar que esta superficie, al igual que la terraza Verdún 3, constituyen fósiles del Eoceno superior.

1.1.3 Quebradas Secas

El sistema de drenaje desarrollado sobre el Macizo de Illescas es radial ; pero localmente (sector sur de la Bahía de Sechura) corresponde a un sistema dendrítico; por otra parte, el drenaje de la zona afecta tanto al Macizo de Illescas como a la llanura aluvial desarrollada sobre la Cuenca Sechura.

El desarrollo de los cauces de las quebradas debe haberse iniciado en el Eoceno, pues la formación Verdún rellena en muchos sitios cursos fluviales en donde tiene sus mayores espesores; sin embargo, el sistema de drenaje se ha originado en el Cuaternario, conjuntamente con el desarrollo de los tablazos marinos y las llanuras aluviales.

La profundización de estos cursos debe haberse efectuado en el Reciente, en condiciones climáticas de intensas precipitaciones fluviales precedidas por una prolongada etapa de clima extremadamente árido y seco, muy diferentes a las actuales, pues así lo atestigua el volumen de material que conforma la llanura aluvial.

Las quebradas tienen típica sección en V en su curso superior, principalmente donde la pendiente del terreno es considerable (vertientes de los Illescas), mientras que al alcanzar las llanuras bajas, tienen fondos planos y paredes verticales. Todas las quebradas secas del sector de Tric Trac conjugan hacia el campamento homónimo, anastomosándose al alcanzar la llanura baja y más plana.

En el área de estudio, los cursos mejor desarrollados que alcanzan las cumbres del Macizo de Illescas son las quebradas Las Tijeras y Lancha.

1.2 Zona de la Cuenca Sechura

Contrastando topográficamente con el relive prominente del Macizo de Illescas, y mas o menos limitada por la falla Illescas, se tiene una extensa llanura de suave pendiente que corresponde a la Cuenca Sechura. El área de estudio cubre una porción limitada de esta penillanura.

Geológicamente está compuesta por una extensa capa coquinífera (Tablazo Lobitos), cubierta por materiales deltaicos provenientes del macizo elevado. El substrato lo componen rocas sedimentarias depositadas entre el Eoceno superior y el Mioplioceno.

Sobre esta penillanura se ha diferenciado las siguientes sub-unidades:

Tablazo Lobitos

Llanura Aluvial

Cordones Litorales

Marismas

Zona de Dunas

Zona de Mareas

1.2.1 Tablazo Lobitos

En el Area Industrial, el Tablazo Lobitos controla prácticamente la forma plana y sub-horizontal de la llanura de tierra firme. Su actual acantilado alcanza en promedio 10 m.s.n.m., iniciándose su desarrollo en las cercanías de Punta Lagunas con un conglomerado coquinífero de aproximadamente 2 m. de espesor y a partir de esta localidad se extiende hacia el este ensanchándose progresivamente. Su límite sudoccidentral está delineado aproximadamente por la traza de la falla Illescas, cuya escarpa probablemente constituyó una ribera marina durante su desarrollo.

La sub-horizontalidad de la plancha coquinífera registrada a lo largo de la faja litoral, presenta entre Bayovar y Punta Vichayo un grosor que varía entre 5 y 6 metros, que se adelgaza considerablemente en el sector próximo a la falla Illescas, zona en la que está traslapada por las cubiertas aluviales y delgadas capas de arena eólica. En las proximidades de Punta Lagunas está incipientemente afectada por la falla Illescas, mientras que en Punta Tric - Trac está fracturado en la profundidad de la falla homónima.

El Tablazo Lobitos, conjuntamente con las formaciones terciarias infrayacentes, se encuentra disectado por quebradas secas que bajan desde el Macizo de Illescas.

1.2.2 Llanura Aluvial

Se reconoce con esta denominación a una extensa cubierta aluvial que tapiza el Tablazo Lobitos y la zona de falla Illescas, abarcando gran extensión del Area Industrial, por lo que su estudio reviste suma importancia.

La Llanura Aluvial es una superficie mas o menos ondulada e inclinada hacia el noreste, debida a la influencia de la topografía pre-existente constituída por la superposición de conos de deyección con materiales provenientes del Macizo de Illescas. Estas acumulaciones se desarrollaron con posterioridad a la deposición del Tablazo Lobitos, en una época de intensa pluviosidad que siguió a un prolongado proceso intempérico en condiciones de extrema aridez, tiempo en el cual se acumularon extensos depósitos de pié de monte y suelos residuales, acarreados en medio acuoso hacia las tierras bajas.

El desarrollo de cuatro terrazas aluviales que truncan estos depósitos atestiguan igual número de crisis climáticas principales, de las cuales la tercera y cuarta fueron las más vigorosas, pues estos depósitos ($Q - al_3$ y $Q - al_4$) son los que constituyen la estructura lito-morfológica de la llanura aluvial, con depósitos gruesos y moderadamente inclinados en la zona contígua al Macizo de Illescas y delgadas capas sub-horizontales en las proximidades de la zona litoral.

1.2.3 Cordones Litorales

El mecanismo y las condiciones en que se desarrollan los cordones litorales ya han sido tratados con bastante amplitud en el Volumen II "Geología de la Región de Bayóvar" de manera que en este capítulo no se hará mayores comentarios.

En el área cubierta por el presente estudio, los cordones litorales se encuentran desarrollados en Punta Lagunas y a lo largo de una amplia playa que se inicia en Punta Vichayo y continúa a lo largo del litoral, hasta salir fuera de los límites del área de estudio, interrumpiéndose en la bocana de Virrilá.

En la playa que se ha formado en Punta Lagunas, el Cordón Litoral configura un montículo de arena de forma elongada y arqueada, que sigue a lo largo de 800 metros el contorno litoral, de modo que la Laguna Salada que se encuentra confinada entre los acantilados y el cordón litoral todavía podía reconocerse como una albufera. Con el crecimiento de nuevos cordones litorales próximas a la playa de Punta Lagunas, ésta podría tender a ampliarse progresivamente.

El cordón litoral que se inicia en las proximidades de Punta Vichayo y que hacia el noreste se prolonga fuera de los límites del área de estudio, tiene forma cóncava hacia tierra firme. En este sector, el ancho del cordón litoral varía de 5 a 10 metros (en el plano, su representación esta exagerada debido a las limitaciones de la escala), las mayores amplitudes se deben en parte a la yuxtaposición de montículos o pequeñas dunas de arenas procedentes de las playas, cuyas alturas alcanzan entre 1.50 y 3.50 metros.

Un factor muy importante para la conservación de los cordones litorales es que el desarrollo de líquenes y herbáceos, han permitido la fijación de la arena, de tal forma, que en la actualidad, el cordón litoral no tiene la forma regular que debió tener originalmente, sino que está constituído por la yuxtaposición irregular de montículos de arena.

1.2.4 Marismas

Como consecuencia del desarrollo de cordones litorales, se tiene la existencia de antíguos fondos de mar, que en la actualidad constituyen la denominada zona de Marismas, la misma que está restringida a Punta Lagunas y al sector noreste de Punta Vichayo. Es obvio que la presencia de estas superficies está suspeditada a la existencia de cordones litorales, pues su desarrollo es consecuencia de estos últimos.

Las marismas de Punta Lagunas tiene una extensión corta, debido a que gran parte de su extensión está rellenada por diversos materiales, de modo que la antígua superficie de marisma está reducida a pequeñas lagunas saladas.

La zona de marismas del sector de Punta Vichayo - Bocana de Virrilá, tiene anchos que varían desde 5 metros en el extremo suroeste hasta dimensiones que en el noreste sobrepasan los 1,000 metros, con un estrechamiento -

considerable en las proximidades del Estuario de Virrilá. Dichas marismas tienen fondos planos con cotas desde -1 metro hasta 1.5 metros m.s.n.m., - éstas últimas por efecto de colmatación de arenas eólicas.

1.2.5 Zona de Dunas

El Area Industrial no se encuentra afectada en proporción considerable por la migración de dunas de arena, las mismas que fueron identificadas en el extremo oriental del área de estudio en forma de barcanes de media luna, y en la zona de Punta Aguja (Campamento Cosapi) como dunas longitudinales.

Los barcanes de la zona oriental del área de estudio están alineados espaciadamente, y se encuentran en proceso de migración hacia el norte, en dirección a los sectores de Punta Zorro y Punta Vichayo. En la época de los trabajos de campo (Febrero a Marzo de 1977) uno de ellos había alcanzado la pista asfaltada Bayovar - Sechura.

1.2.6 Zona de Mareas

Se reconoce con esta denominación a las estrechas fajas litorales - o playas de arena comprendidas entre los límites de alta y baja marea.

En el área de estudio, estas playas se encuentran desarrolladas desde el extremo oeste de Punta Lagunas hasta el límite este del área cubierta por el estudio. Dicha faja es varias veces interrumpida en zonas donde aún la baja marea no alcanza a cubrir la base de los acantilados marinos, principalmente en los sectores con pronunciadas salientes (por ejemplo Punta Tric - Trac), pero desde el sector de Punta Vichayo hasta la Bocana de Virrilá constituye una delgada faja que sigue la delineación del cordón litoral.

Los materiales que componen las zonas de mareas son principalmente arenas de playas y restos orgánicos, pero en los sectores extremos de Punta Lagunas y Puerto Bayovar, están conformados por fragmentos de rocas provenientes del Macizo de Illescas.

2. ESTRATIGRAFIA

Las unidades geológicas del área se encuentran descritas en el Volumen II "Geología de la Región de Bayovar a escala 1/50,000" con topes y grosores. En este capítulo se hace una síntesis de ellas, correlacionando las secciones estratigráficas identificadas en acantilados, pozos perforados por el ICP é IPC y en calicatas excavadas por INIE; las columnas litológicas se encuentran representadas en la fig. 7-III y en los bloques diagramas de la fig, 5-III. Se hace mayor énfasis a las características litológicas y estructurales de las unidades cenozoicas identificadas en el bloque oriental de la falla Illescas por ser potencialmente la de mayores - riesgos geológicos, y por constituir la zona donde se instalarán las principales edificaciones del Complejo Bayovar. Las unidades estratigráficas - están ilustradas en 9 mapas geológicos (Figs. 4.1-III y 4.9-III).

2.1 Complejo Basal de la Costa

En el Area Industrial solo afloran los niveles superiores del Complejo Basal de la Costa representando productos de un metamorfismo regional dinámico-termal, desarrollado durante la tectogénesis de la fase Eohercinia na, sobreimpuesta por una deformación por fracturamiento en la fase tardi-Herciniana (Volumen II "Geología de la Región de Bayovar escala 1:50,000").

La serie está efectada por pliegues isoclinales de planos axiales inclinados al suroeste y que constituyen el flanco oriental del anticlinorio de Illescas; estas estructuras se destacan notablemente por las interposiciones de cuarcitas.

Debido al plegamiento isoclinal apretado y superposición de un fallamiento intenso con efectos de imbricación, es difícil calcular el grosor real de la secuencia metamórfica, estimándose que debe alcanzar varios miles de metros; sin embargo, es posible distinguir dos secuencias principales: una inferior predominantemente pelítica y una superior mayormente cuarcítica.

La secuencia inferior está constituída por filitas (o protofilitas) y micaesquistos (o protoesquistos) de bajo grado, finalmente laminadas, adquiriendo una "estructura de papel", con tonalidades gris - negras o gris - azulinas oscuras y sumamente lustrosas, como efecto de movimientos de flujo en medio plástico y a consecuencia de un metamorfismo regional dinámico-termal, por lo que estas rocas son fácilmente fisibles en delgadas láminas. Interpuestos se tienen paquetes delgados de cuarcitas o esquistos cuarzosos - grises o gris negros, que constituyen prominencias topográficas alineadas - según el rumbo general de la esquistosidad o de las capas.

La secuencia superior queda confinada a una faja oriental que comienza en Punta Bapo y corre a lo largo de la parte baja del Macizo de Illescas, esta faja está limitada por la falla Illescas razón por la que se desconoce la litología total de esta serie metamórfica. La parte expuesta de - la secuenca consiste de potentes bancos de cuarcitas gris claras a gris - blanquecinas en paquetes de 2 a 5 metros de grosor, interpuestas por limolitas transformadas a esquistos o filitas arenáceas; frecuentemente se intercalan niveles de filitas o esquistos pelíticos gris oscuro o negro verduzcos.

Una característica notable es que tanto en la secuencia inferior - como en la superior, los bancos de cuarcita están cruzados transversalmente por vetas y venillas de cuarzo hialino, como productos de fusión de la roca a consecuencia de los esfuerzos dinámicos, a este proceso se atribuyen los puntones de cuarzo que se destacan en el sector de los tanques de petróleo.

Las filitas están constituídas por muscovita, sericita y cuarzo, - como minerales esenciales y pequeñas cantidades de piroxenos como mineral - accesorio, presentando características de superposición lítica, entre la estructura milonítica y el esquisto en formación, y observándose además bandas paralelas de diferente composición mineralógica en las que predominan alternadamente los minerales filíticos y el cuarzo y se destacan efectos de recristalización.

Los micaesquistos tienen como minerales esenciales: sericita (70% a 40%), biotita (25% a 30%), y cuarzo (15% a 45%), siendo la sericita y la biotita (15% a 20%) los principales minerales accesorios; y como producto - secundario el cuarzo (15% a 20%).

Las milonitas exhiben un apreciable efecto de cizalla, apreciándose microclastos con disposición fluidal, predominando fragmentos de cuarzo, cantidades menores de feldespato, sericita y biotita; los minerales no filicos presentan extinción anómala.

Las cuarcitas están compuestas por granos de cuarzo (90%), 10% de feldespato y cantidades pequeñas de sericita y fragmentos líticos. La roca ha sufrido efectos de presión diferencial y están constituídas por clastos equigranulares, subangulosas, subredondeadas, predominando los granos de - cuarzo y feldespato sericitizados.

2.2 Formación Verdún

La formación Verdún de edad Eoceno superior, es la unidad cenozoica más antigua del área, y se la observa yaciendo con marcada angularidad - sobre el Complejo Basal de la Costa. Se la reconoce en el sector noroeste - del Macizo de Illescas, cubriendo cuatro superficies de abrasión dispuestas escalonadamente como efecto de sucesivos levantamientos del macizo durante la deposición de la formación Verdún. En el Area Industrial, sólo están expuestas las terrazas Verdún 3 y Verdún 4, siendo la primera la más alta y - mejor desarrollada.

La terraza Verdún 3, cubre una plataforma a 160 m.s.n.m. de altura promedio sobre la cual se ubican los tanques de almacenamiento de PetroPerú. Se encuentra disectada por cursos fluviales de modo que sus mayores grosores corresponden a las zonas deprimidas desarrolladas en estos canales, - mientras que en las partes altas y planas los paquetes son delgados y algo uniformes.

El mayor grosor registrado cuya sección se encuentra representada - en la sección sb-4 (Volumen II), se localiza en el corte de la quebrada que baja al Campamento de Cosapi y que desemboca en Punta Aguja. Esta secuencia de 46.50 m., empieza con una brecha conglomerádica basal rojo púrpura, que sólo está presente en las zonas deprimidas del paleorelieve; y está constituída por grandes guijarros y clastos angulosos de rocas metamórficas en matriz de microbrecha arenácea y cemento calcáreo.

Hacia arriba siguen areniscas calcáreas de tonalidad amarillo-ante, de grano grueso estratificadas en paquetes medianos y con restos fósiles recristalizados y grandes fragmentos angulosos de filitas y cuarcitas fuertemente cementadas con material calcáreo. Gradan lateral y verticalmente - a calizas o calcoarenitas dolomíticas fosfatadas, intercalándose calizas orbitoidales duras con microfósiles dolomitizados, con diámetros que miden - hasta 1 cm. y microclastos de cuarzo, feldespato y pequeños fragmentos rocosos.

Las porciones superiores cubren la plataforma de abrasión, extendiéndose con solución de continuidad hasta las proximidades de la Quebrada Lancha, con espesores uniformes que no sobrepasan los 5 metros, en capas de 0.5 a 1 metro de grosor. Litológicamente, son calcoarenitas orbitoidales dolomitizadas de grano grueso a medio, compuestas mayormente por fragmentos bioclásticos y de tonalidad amarillo-ante o amarillenta, que gradan a calizas dolomíticas y engloban fragmentos rocosos pequeños, y restos fósiles reemplazados en su totalidad por dolomita, lo cual da lugar a superficies rugosas por efecto de disolución del material carbonatado. La estratificación es en capas medianas.

El estudio en láminas delgadas indica en muchos casos que la dolomita y luego la calcita son los componentes mineralógicos principales y alcanzan de 90% a 100% de la playa; en otros casos, la roca es una mezcla de restos orgánicos carbonatados y microclastos de cuarzo, feldespato y algunos fragmentos volcánicos. Cabe señalar, que en la mayoría de los casos, la prueba por fósforo resulta positiva, pero sin embargo no se han logrado identificar las especies minerales fosfatadas.

Los paquetes pétreos cubren una superficie ondulada y se han acomodado a la forma del paleorelieve a manera de adoquines por efectos de diaclasamientos, razón por la que no constituyen buenas bases para las cimentaciones.

La terraza Verdún 4, queda expuesta en los acantilados entre Punta Aguja y Punta Bapo, reconociéndose además un remanente al sur de Punta Tric-Trac.

En la primera localidad, se exponen cerca de 18 metros de bancos gruesos de brechas sumamente compactas, con fragmentos angulosos de rocas metamórficas, y grandes valvas de lamelibranquios reemplazados también por dolomita, en una matriz bioclástica dolomitizada intercalándose niveles de microbrechas de características litológicas similares. La secuencia termina en un grueso conglomerado abigarrado, sin estratificación visible y fuertemente cementado por una calcoarenita bioclástica.

En Punta Bapo, se expone una sección de 8.70 metros de calizas dolomíticas con abundantes fragmentos angulosos de rocas metamórficas, que superyacen a bancos medianos de brechas polimícticas de matriz microcoquinífera dolomitizada, que cubren a su vez a un conglomerado abigarrado, con características litológicas similares al descrito en el párrafo anterior. Perforaciones mar afuera efectuadas por Petróleos del Perú (Lab. Ref. 5/10412) frente a Punta Bapo (pozos 1 y 6), permiten establecer la base de la formación (Fig. 6-III).

El afloramiento del sector sur de Punta Tric - Trac tiene una sección de 12.50 metros de grosor (sección Sc-7), mientras el pozo IGP-8 registras 10.60 metros. Esta secuencia que superyace una superficie intemperizada desarrollada sobre el basamento metamórfico, se inicia con una brecha gris blanquecina con manchas abigarradas, compuesta por fragmentos angulosos de rocas metamórficas; cubierta por areniscas calcáreas de grano fino y matriz amarillo-ante a ocre que contiene fragmentos líticos moderadamente cohesionados ; la secuencia culmina cubierta por la terraza Talara 4.

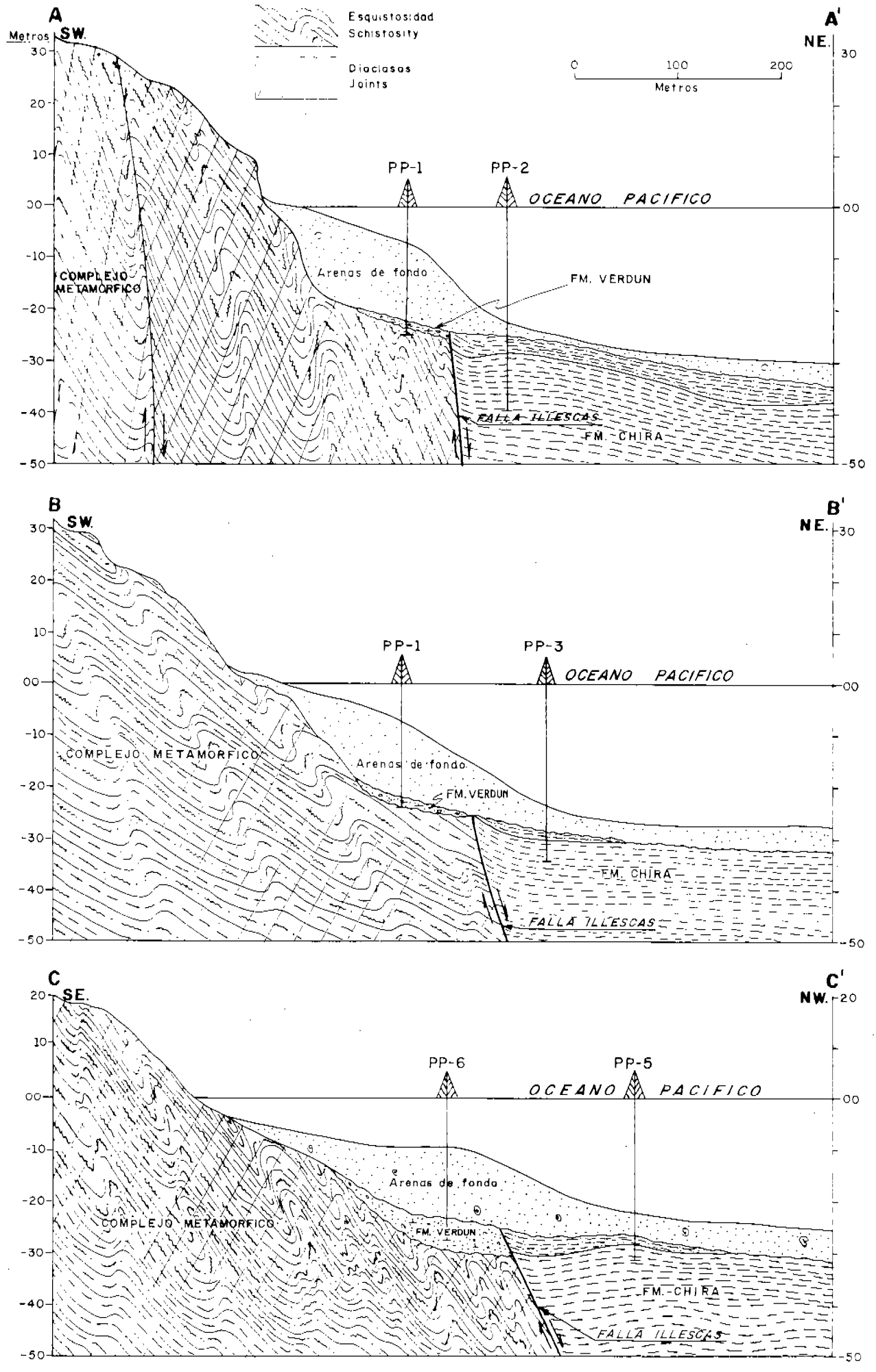


FIG.-6-III SECCIONES ESTRUCTURALES AL ESTE DE PUNTA BAPO

2.3 Formación Chira

En la zona de Bayovar, la formación Chira se expone en los acantilados ubicados entre Punta Lagunas y Punta Tric - Trac. En la mayor parte de los pozos perforados y calicatas, se ha detectado su presencia, lo cual evidencia su amplia distribución en el subsuelo de la Bahía de Sechura.

Regionalmente, su contacto basal con la formación Verdún es gradacional y en el área de Bayovar la columna litológica dl pozo 8, (Fig. 7-III) confirma esta relación.

Los grosores de la formación Chira son variables; así en los acantilados entre Punta Lagunas y Punta Tric - Trac, donde se presenta fallada contra la formación Montera, su grosor calculado es de 151.80 metros, (Volumen II, sección 5b-16), mientras ZUÑIGA Y RIVERO (1970) consideró 162.40 metros para la misma sección pero en promedio se estima que tiene menos de 150 metros; las diferencias de grosor acotadas se atribuyen a que la formación se encuentra afectada por un marcado fallamiento en bloques así como a la discontinuidad de la sección medida.

En la formación Chira se reconoció tres secciones diferenciables (Volumen II), siendo la superior la que por razones obvias debe tenerse más en cuenta para los fines de asentamiento de edificaciones pesadas.

- Miembro Inferior, su contacto basal con la formación Verdún expuesto en la depresión próxima a los tanques de almacenamiento de petróleo, tiene características litológicas similares a los afloramientos próximos a Punta Lagunas, exhibiendo en ambos casos la presencia exclusiva de Stichocassidulina thalmani STONE. Sin embargo, las perforaciones muestran que la base de la formación no está en todas partes constituída por el mismo paquete al haberse depositado en una cuenca oscilante; por ejemplo en el Pozo 8 se ha encontrado una litología diferente (párrafos 21 y 22) y lo mismo ocurre con el Pozo 1 (párrafos 4 al 11).

Litológicamente el miembro inferior se compone de areniscas dolomíticas sacaroideas blancas y duras, en paquetes de 0.5 a 1 metro de grosor; a veces dispuestas en grandes nódulos achatados que por intemperismo quedan libres sin mayor destrucción. En la depresión alta, se superponen lodolitas amarillentas sumamente frágiles, mientras que en el área de Tric - Trac infrayacen a areniscas dolomíticas sacaroideas o limosas, en paquetes delgados intercalados con lutitas tobáceas blancogrisáceas con abundante contenido de foraminíferos, dispuestas en capas delgadas muy frágiles, y untuosas cuando húmedas, y que conforman bancos de 2 a 5 metros de grosor (Pozo 1, párrafos 4 al 11 y Pozo 8, párrafos 21 y 22). Estas observaciones conjuntamente con la obtenida en los pozos 2, 3, 4 y 5 perforados frente a Punta Bapo por Petróleos del Perú (Lab. ref. N: S/10412), indican que la falla Illescas limitó localmente la deposición de la formación Chira.

- Miembro Medio, identificado a lo largo de una faja comprendida entre las fallas Tric - Trac e Illescas, estando sus exposiciones en los acantilados debajo de los campamentos de Petróleos del Perú y el campamento de la Infantería de Marina (secciones Sc-2, Sc-5 y Sc-6). En subsuelo ha sido reconocida su presencia en el Pozo 6 y en las calicatas de INIE Pc-1, Pc-3, Pc-9 y Pc-19 (ver secciones estratigráficas y descripciones litológicas anexas).

Litológicamente, consiste en areniscas arcillosas beiges o gris marrones, en paquetes de 1 a 2 metros de grosor, grano muy fino moderademente compactas y friables; en otros casos son paquetes de areniscas dolomíticas - sacaroideas, sumamente compactas y duras. Se encuentran interpuestas capas - de areniscas arcillosas, lutitas diatomáceas gris marrones y/o areniscas tobáceas muy ricas en microfaunas, siendo muy plásticos y untuosos en contacto con el agua. El pozo IGP - 6 ha penetrado 19.80 metros de esta unidad y re-- fleja la litología característica de esta sección (descripciones 4 al 16).

- Miembro Superior, expuesto en los acantilados marinos entre Punta Tric - Trac y el campamento de Petróleos del Perú de donde se propaga a manera de una faja paralela a la falla Tric - Trac, de acuerdo a los registros litológicos en perforaciones: pozos IGP - 3, 5 y 7 y en las calicatas de INIE Pc-5, 11, 13 y 23 (Ver columnas litológicas de la fig. 7-III y descripciones ane-- xas).

Litológicamente, gran parte de este miembro constituye una secuencia casi monótona de lutitas bentoníticas o lutitas diatomáceas en capas delga-- das, sumamente frágiles y con estructuras "paper shales", con sedimentos muy livianos, plásticos y untuosos cuando se encuentran humedecidos. El estudio de secciones delgadas muestra que las diatomitas están básicamente constituídas por microfauna (foraminíferos), pasando a microcoquinas (con promedio de 90 - 96% de restos fósiles reemplazados por calcita), en matriz cinerítica y éstas en gran parte arrojan una reacción positiva a la prueba por fósforo.

Se interponen capas medianas de areniscas tobáceas gris blanquecinas, de grano muy fino, y escasamente friables y en la porción inferior existe un nivel de areniscas nodulares blancas con estructuras de septarias rellenadas con coprolitos, dientes y escamas de peces. Este nivel se ha registrado en el Pozo 5 (descripción 7) donde muestra un adelgazamiento considerable. En las calicatas INIE Pc-13 y Pc-23, el nivel freático está bastante próxima al tope de la formación Chira que debe tenerse en cuenta.

Esta unidad debe tenerse presente cuando se piense emplazar edificaciones, debido en parte a su alto contenido de niveles bentoníticos y de que la formación Chira está afectada por un apretado fallamiento en bloques, atribuido al fracturamiento de basamento metamórfico.

2.4 Formación Montera

Dentro del área de estudio, la formación Montera sólo está expuesta a lo largo de los acantilados marinos entre Punta Tric - Trac y Punta Zorro y en las proximidades del antiguo muelle de Bayovar (puerto Francés) a manera de un pequeño remanente.

Se desconoce el grosor total de la formación, ya que en Punta Tric - Trac se encuentra fallada contra la formación Chira. En este lugar, F. ZUÑIGA Y RIVERO (1970) le estimó un grosor de 218-20 metros, integrando las secciones de los acantilados con la de la localidad típica. En el Volumen II , sección Sb-17 se calcula un espesor de 57.50 metros para la sección entre - Punta Tric - Trac y Punta Zorro, pero se estima un espesor total de 460 m. - integrando el grosor expuesto en el cerro Dos Bultos (60 m.) y espesor atravesado por el antiguo pozo de la IPC - B-2(400 m.).

La litología de la formación, en los acantilados marinos está descrita en la sección Sb-17, con descripción detallada de la litología en el Volumen II, Apéndice Estratigráfico.

Localmente se reconocen tres secciones:

- Sección inferior, expuesta en los alrededores de Punta Tric - Trac y conformada por calcoarenitas porfidoclásticas y compactas por el cemento calcáreo, de tono amarillo ante, dispuestas en paquetes de 2 a 4 metros de grosor. Los profidoclásticos son fragmentos angulosos o subredondeados de cuarzo, cuarcitas, y moldes faunísticos; mientras la matriz de calcoarenita se compone de microclastos conchíferos, granos de cuarzo , feldespatos, etc. En algunos niveles, ocurren concreciones nodulares de areniscas duras con alto contenido de megafauna, principalmente gasterópodos (turritelas). Se intercalan calizas areniscosas de grano fino y/o conglomerados con megafauna y bloques de rocas metamórficas en matriz areniscosa, y cemento por carbonado. La reacción por fósforo es positiva y al microscopio se localizan algunos cristales de calcita diagenética y apatita.

- Sección intermedia, compuesta predominantemente por areniscas amarillentas u ocres, de grano fino a grueso; intercaladas con areniscas nodulares duras y conglomerados conquiníferos duros. Esta sección está expuesta en los alrededores de las salientes entre Punta Tric - Trac y Punta Lambayeque.

- Sección superior, expuesta mayormente a lo largo del acantilado entre las salientes antes mencionadas y Punta Zorro. Esta sección es menos competente que las anteriores, por contener capas arcillosas plásticas que lenticularmente pasan a capas de bentonita. El tope de la formación está observado en Punta Zorro, donde se encuentra en contacto gradacional con la formación Zapallal.

Los niveles más altos de la sección, están compuestos por areniscas calcáreas gris amarillentas, duras, en paquetes de 1 a 2 metros y contenido de concreciones nodulares de calizas areniscosas muy duras, litología común tanto en afloramiento como en el Pozo 4, intercalándose capas de areniscas duras de grano fino, y tonalidades amarillo-ocre y gris verdoso; más abajo, predomina una interposición de areniscas conglomerádica de grano grueso, duras o parcialmente friables por disolución del cemento calcáreo, en bancos medianos, y limolitas arcillosas en paquetes de 1.20 a 2 metros que lateralmente pasan a capas de lutitas bentoníticas.

Las lutitas bentoníticas han sido registradas en dos niveles estratigráficos de este miembro: a 12.90 y 22.85 metros respectivamente del techo (Volumen II Sección Sb-17, párrafos 11 y 22), siendo el más alto una lutita bentonítica tobácea, blanca grisácea, con pigmentaciones abigarradas, y plástica cuando se le humedece, mientras la capa del nivel inferior potencialmente expansiva tiene un matiz gris verdoso claro. Este nivel inferior ha sido registrado en el Pozo 4 (párrafo 7), mientras la capa bentonítica superior se encuentra erosionada.

La intensidad de plegamiento y fallamiento es menor, con respecto a la deformación que afecta a la formación Chira. En los acantilados del lado oriental, la secuencia exhibe un buzamiento homoclinal con 2° a 5° al sures-

te, mientras que a medida que se acerca a Punta Tric - Trac, se inician plegamientos muy amplios hasta que en la faja adyacente a la falla homónima, la intensidad de la deformación está representada por la fuerte inclinación de las capas que alcanzan hasta 60°. Esto indicaría que la falla Tric - Trac se movió bajo esfuerzos compresivos, por lo menos en una primera fase, puesto que el plano de falla expuesta sólo da indicios de un movimiento gravitacional.

2.5 Formación Zapallal

En el área, la formación Zapallal ha sido identificada únicamente en los acantilados de Punta Zorro y Punta Vichayo con un espesor reducido a 2m. En el sector Bayovar Tric - Trac, no se conocen sus exposiciones, ni ha sido registrada en los pozos perforados, lo cual puede explicarse probablemente por una erosión post-Zapallal o por no deposición.

Litológicamente se compone de capas medianas de areniscas calcáreas de grano grueso con microclastos redondeados de carbonatos, bastante duras debido al cemento calcáreo, habiéndose desarrollado superficies cársticas por acción del oleaje. El contacto con la formación Montera es gradacional.

2.6 Formación Miramar

Los afloramientos de la formación Miramar están restringidos a las zonas de acantilados marinos, registrándose sus mejores exposiciones en el sector de Bayovar entre la planta de tratamiento de Minero Perú y Punta Lagunas, mientras que en los acantilados de Punta Lambayeque y Punta Vichayo, se encuentran remanentes debajo del Tablazo Lobitos.

Gran parte de esta formación está constituída por arenas consolidadas o inconsolidadas, razón por la que representa un paquete estratigráfico al que se le debe dirigir la mayor atención, cuando se piensa emplazar edificaciones pesadas, pues podría desarrollarse efectos de licuefacción o rotaciones intergranulares a consecuencia de movimientos telúricos.

En el Area Industrial, su distribución está reconocida ampliamente tanto en afloramientos (secciones Sc-2, 3, 4, 5 y 6) como en subsuelo (Pozos 1, 2, 7 y 8), así como en las calicatas Pc-1, 3, 9, 11, 13, 19, 21, y 23 efectuadas por INIE.

La litología es predominante en areniscas de grano medio a fino poco consolidadas y arenas deleznables con estratificación cruzada, de tonos gris blanquecinos en gran parte pigmentadas por limonitas. Estas areniscas han sido depositadas en bancos masivos (Pozos 2 y 8, calicatas Pc-3, 19 y 21 y Sección Sc-2), limitadas por areniscas de la misma granulometría, pero con moldes faunísticos o coquinas fosilizados que le asignan una mayor consistencia.

Los bancos inconsolidados están afectados por deflación, de modo que las coquinas pleistocenas quedan a manera de cornizas, que finalmente se fracturan y se desploman desarrollándose de este modo un retroceso del acantilado marino.

Debajo del campamento de la Marina, la formación Miramar contiene un paquete de tobas diatomáceas blanco-grisáceas, micáceas, sumamente frágiles y livianas, en capas que oscilan entre 2.20 y 1.75 metros (secciones Sc-5 y Sc-6), registrado también en la calicata Pc-19, y que en las proximidades de la quebrada Lancha alcanza un mayor desarrollo, encontrándose varios paquetes de tobas areniscosas y lutitas diatomíticas, compuestas por laminaciones delgadas, sumamente livianas y frágiles, que se intercalan con areniscas arcósicas gris-amarillentas, muy friables (Pozo 8).

Comparando los afloramientos con las perforaciones efectuadas en el Area Industrial se establece claramente que los mayores grosores incluyendo paquetes piroclásticos se encuentran en los sectores adyacentes al Macizo de Illescas (Ver secciones A-A'-A", C-C' y D-D' de los blocks diagramas de la figura 5-III). La presencia de niveles piroclásticos adyacentes al Macizo de Illescas, indica probablemente la efusión de materiales volcánicos relacionados a la falla Illescas, puesto que estos productos volcánicos son de origen fisural.

2.7 Depósitos Marinos Pleistocénicos

En el área del presente estudio, el desarrollo de los Tablazos ha sido el resultado de un proceso morfo-tectónico intermitente, relacionado al levantamiento del Macizo de Illescas en contraposición al hundimiento de la Cuenca Sechura, donde la falla Illescas propiamente dicha jugó un papel preponderante.

En el Volumen II, se ha establecido que durante el desarrollo de los tablazos marinos, la región ha sufrido un basculamiento hacia el sur, de modo, que en la bahía de Sechura tuvo lugar el desarrollo de dos grandes plataformas de acumulación clástica, siendo la más alta el Tablazo Talara y la más baja el Tablazo Lobitos; en tanto que en el sector sur-sureste de los Illescas sólo está presente el Tablazo Talara. (Véase Volumen II)

En el presente estudio, se postula que durante el desarrollo del Tablazo Talara, se han producido por lo menos cuatro levantamientos o pulsaciones del Macizo de Illescas, lo cual está evidenciado por el hecho que en la vertiente noreste del Macizo de Illescas se encuentran cuatro terrazas de abrasión de edad Talara y una correspondiente al desarrollo del Tablazo Lobitos cuyas cubiertas sedimentarias quedan sólo en forma de remanentes.

Como resultado de estos levantamientos se estima que durante el Cuaternario, el sector noroccidental del Macizo de Illescas se ha levantado cerca de 144 metros habiendo participado activamente la falla Illescas la cual ha tenido un juego en tijera, en etapas sucesivas debido al movimiento basculatorio antes mencionado. A continuación se describen las principales características de estas terrazas:

La terraza Talara 1, se encuentra a 140 m.s.n.m. y está desprovista de sedimentos, por efectos de erosión.

La terraza Talara 2, es la mejor expuesta, con la cubierta sedimentaria mejor representada (Sc-1) que descansa sobre una superficie inclinada que alcanza 80 m.s.n.m. en el frente y 100 m.s.n.m. en el respaldo.

La terraza Talara 3, se encuentra a una altura promedia de 60 m.s.n.m. y tiene una reducida cubierta sedimentaria.

La terraza Talara 4, se encuentra localizada a una cota promedio de 40 y tiene aisladas cubiertas coquiníferas, cuya litología está representada en la sección Sc-7.

La litología y contenido faunístico de las terrazas Talara son bastante homogéneos. La terraza Talara 2, expuesta en la parte alta de Punta - Lagunas (Sc-1) se compone de 9 metros de coquinas blanco-amarillentas con - clastos sub-angulosos de rocas metamórficas, duras y, algo porosas por escaso contenido de matriz, predominando formas grandes y bien conservadas de gasterópodos y lamelibranquios de los géneros: Chione cf. Ch. patagónica, Oliva peroviana, Spondilua, Balanus concavus, Balanus cf. B. apertas, Balanus cf. B., Laevis coquimbesis, Dosinia ponderosa, Ostreas y Turritellas, etc; a las cuales se intercalan areniscas coquiníferas compuestas por restos conchíferos triturados. Hacia el respaldo de la terraza, el material constituye exclusivamente una coquina sumamente triturada, por tratarse de antiguas playas.

En Punta Agujas, restos de la terraza Talara 4, se encuentran en franca discordancia erosional debajo del tablazo Lobitos y en discordancia angular sobre la formación Verdún, cuya superficie techo presenta estructuras de canales típicos. Restos de este nivel también se han reconocido en las escarpas entre Punta Lagunas y el antiguo Puerto Bayovar.

El tablazo Lobitos es la plataforma sedimentaria más baja, cuyas exposiciones se inician cerca de Punta Lagunas como una delgada faja debajo - de la cubierta aluvial, de donde se prolonga hacia el este, ampliándose progresivamente hasta alcanzar su máximo ancho la pampa de Los Hornillos . La terraza correspondiente sobre el macizo metamórfico se encuentra mejor - expuesta en los acantilados de punta Aguja, a manera de parches aislados.

Litológicamente, el Tablazo Lobitos y su correspondiente terraza marina, son similares a los niveles litológicos pertenecientes al Tablazo Talara, por lo que para su difrenciación es indispensable establecer sus relaciones estratigráficas, aunque el Tablazo Lobitos se caracteriza por contener formas faunísticas mejor conservadas, que no evidencian mayores muestras de encontrarse en proceso de fosilización. Los cambios litológicos no permiten, en realidad, tener un nivel guía para su cartografiado.

La litología del Tablazo de Punta Tric - Trac, se caracteriza por - tener en promedio, predominancia de materiales líticos sobre restos orgánicos, conformando conglomerados coquiníferos con grandes litoclastos subredondeados de rocas metamórficas, distribuídos en una matriz bioclástica y moderada cementación calcárea.

En el sector puerto Bayovar - punta Lagunas, el Tablazo Lobitos se caracteriza por su gran proporción de grandes bloques de clastos líticos angulosos, debido a su proximidad al Macizo Illescas, así como por la interposición de brechas aluviales, lo cual atestigua oscilación del mar pleistoceno, estableciéndose intermitentemente condiciones marinas y continentales - (Veáse secciones Sc - 2 y Sc - 3)

2.8 Depósitos Eólicos Pleistocénicos

Confinados al sector de Punta Aguja, desde la cercanía de Punta Blanca hasta las alturas de Punta Bapo y rodeando la gran escarpa de abrasión de la terraza Verdún 3, se tiene unos depósitos de areniscas blanquecinas, las cuales exhiben una posición anormal para tratarse de depósitos marinos, pues tienen inclinaciones entre 30°y 10°en los topes, aunque las superficies sobre las cuales se han acumulado pasan los 30°, por lo que se les asigna un orígen eólico puesto que la homogeneidad y limpieza de los granos corroboran que se trata de materiales seleccionados por el viento.

La edad de estos depósitos no es fácil establecer, pero se presume que se depositaron después del desarrollo de la terraza Talara 3, ya que ocupa niveles correspondientes a esta unidad, no habiendo sido observada en las parte más bajas. Sin embargo, es posible que la "transgresión Talara" podría haber sido precedida por una actividad eólica.

Litológicamente se trata de areniscas calcáreas o calcoarenitas blanquecinas, con granos de carbonatos sub-redondeados y escasos litoclastos del mismo tamaño, de textura sacaroidea y friable.

El estudio en secciones delgadas muestra que la roca se compone de granos calcáreos de 0.3 y 1.2 mm. en las proporciones de 20% y 30% respectivamente y granos silíceos de 0.1 y 0.5 mm. en las proporciones de 35% y 15%. Todos los componentes son alotígenos; los granos calcáreos son fragmentos de calizas, travertinos y de mármol, mientras los sílices son básicamente granos de cuarzo y cantidades menores de otros fragmentos líticos.

Los grosores dependen de la forma del relive donde se encuentran depositados, habiéndose observado un máximo de 10 metros.

2.9 Depósitos Aluviales

Las acumulaciones aluviales constituyen la cubierta cuaternaria más importante de la llanura baja entre los acantilados marinos y el Macizo de Illescas, cubriendo en extensión al 70% de dicha penillanura.

La cubierta aluvial se ha acumulado como resultado de ciclos climáticos o crisis climáticas, que sobrevinieron al desarrollo del Tablazo Lobitos, pues estos materiales cubren en franca discordancia erosional a los depósitos marinos del Pleistoceno.

De acuerdo al análisis de las terrazas aluviales, se han reconocido en forma general cuatro crisis climáticas en base a los cuales, en los mapas geológicos se han diferenciado igual cantidad de depósitos aluviales con los símbolos $Q\text{-}al_1$, $Q\text{-}al_2$, $Q\text{-}al_3$, $Q\text{-}al_4$ atendiendo el orden sucesivo de su desarrollo.

Los primeros depósitos ($Q\text{-}al_1$), tienen su distribución limitada, quedando preservados en las faldas del macizo como delgadas capas que cubren las superficies menos empinadas (terrazas marinas pleitocénicas). Consisten de conglomerados sueltos con clastos sub-angulosos de cuarzo, cuarcitas,etc. en una matriz cuarzo-feldespática. Constituyen buenos materiales para la construcción de carreteras.

El aluvial $Q\text{-}al_2$, probablemente tuvo un desarrollo considerable, pero subsistiendo solamente aisladas terrazas aluviales residuales localizadas en la llanura baja. Están constituídos por litoclastos angulosos de filitas, esquistos, cuarcitas y cuarzo en una matriz de microbrecha, de la misma composición, con intercalaciones lenticulares de areniscas de matriz terroza o microbrecha. Actualmente constituyen fuente de material para construcción de carreteras.

El aluvial $Q\text{-}al_3$, es el que se encuentra mejor desarrollado y más ampliamente distribuído; probablemente se depositó en condiciones de intensa precipitación. Sus mayores grosores se encuentran confinados a las áreas próximas al Macizo de Illescas (Pozos 7 y 8), siendo más delgado en los sectores próximos a los acantilados (Pozo 4).

Finalmente, el aluvial $Q\text{-}al_4$, queda restringido a los fondos de las quebradas. Durante este proceso, los materiales sueltos de los flancos de los Illescas se habían agotado desarrollándose la disección de los abanicos aluviales pre-existentes. Los depósitos correspondientes son delgadas brechas que cubren los fondos de los antíguos cursos fluviales, ampliándose en las confluencias de quebradas mayores.

Actualmente, no hay suficientes materiales sueltos en los flancos de los Illescas y si se restableciera una crisis climática similar, resultaría un proceso similar al desarrollo del aluvial $Q\text{-}al_4$.

2.10 Depósitos Marinos Recientes

Estos depósitos están constituídos por cubiertas de marismas, cordones litorales y depósitos de playas recientes (de guijarros de arena). Las marismas sujetas a procesos de colmatación eólica, están cubiertas por arenas húmedas por su contenido en sales. Son restos de cuencas de antíguas albuferas durante el desarrollo de los cordones litorales, están asignadas en el área del presente estudio, a una faja que empieza en punta Vichayo y que se prolonga hacia la Silla de Paita, interrumpida solamente en Estuario de Virrilá y la Bocana de San Pedro. En punta Lagunas, se ha formado una pequeña marisma, resultado de un cordón litoral muy corto.

Los depósitos de arena en los cordones litorales y playas de arena son arenas de orígen marino, depositadas bajo diferentes procesos. Las playas de guijarro constituyen delgadas salientes paralelas a la línea de costa debido a corrientes litorales, (punta Aguja y Puerto Bayóvar) más hacia el este, las playas están constituídas esencialmente por arenas.

Desde el putno de vista estratigráfico, estos depósitos no merecen mayor atención, ya que ellos son el producto de procesos geodinámicos recientes.

2.11 Depósitos Eólicos Recientes

En el Area Industrial se tienen dos áreas de acumulación de arenas eólicas: en el sector oeste de los tanques de Petro-Perú y campamento de COSAPI (Figs. 4.1-III y 4.2 III) y en el extremo este del área de estudio (Figs. 4.8.III y 4.9.III).

En la primera localidad, se encuentran en la forma de dunas longitudinales o seifs, que nacen en las playas de Punta Blanca y Quebrada Nunura y migran en dirección de Punta Agujas. En las proximidades del campamento de COSAPI, son detenidas temporalmente por los accidentes topográficos.

En la segunda localidad, constituyen alineaciones de barcanes, a lo largo de un corredor entre Reventazón y el Estuario de Virrilá, dirigiéndose con rumbo N 10°O hacia la zona de marismas.

3. INTERPRETACION DE LA TECTONICA

En el capítulo de tectónica del Volumen II "Informe Geológico de la Región Bayovar escala 1/50,000", se ha diferenciado dos dominios estructurales separados por la falla Illescas: al oeste el Macizo de Illescas y al este la Cuenca Terciaria de Sechura; caracterizadas por presentar deformaciones diferentes.

3.1 Macizo de Illescas

Corresponde a una zona deformada por metamorfismo regional, que se caracteriza por presentar intenso plegamiento contemporáneo a una marcada esquistosidad de flujo. Esta esquistosidad muestra que las rocas han sufrido una deformación continua importante, dando lugar a un macro plegamiento que se acompaña de micro pliegues de arrastre (drag), (Ejem. Fig. 10-II, Volumen II). La intensidad de plegamiento está en función de su litología: en las filitas el plegamiento es más intenso que en las cuarcitas.

Los pliegues son en forma general de "tipo similar" y de todas las dimensiones. La diversidad en el tamaño de los pliegues es explicable, puesto que la deformación continua no conserva la forma original de ningún elemento de roca, por consecuencia éstas son plegadas en forma general y a todas las escalas.

Los planos de esquistosidad de dirección NO-SE (paralelo al anticlinorium) materializan una fuerte foliación, que constituyen planos de debilidad no recomendables para las fundaciones importantes; pero cabe señalar , que previa microzonificación de áreas favorables y tomando las precauciones necesarias es factible realizar obras de ingeniería civil en esta parte del Macizo de Illescas.

Superpuesto al metamorfismo regional se observa un sistema de fallas conjugadas, compuesta por dos familias:

- Familia de fallas longitudinales.- de dirección NO - SE (paralela al anticlinorium), son de juego dextral y de gran distribución regional. La zona de falla Illescas constituye las principales fallas de esta familia y el elemento estructural más importante en la evolución tectónica de la región.

- Familia de fallas transversales a la estructura.- son menos frecuentes que las primeras y de juego sinestral.

Este sistema de fallamiento principal de probable edad tardihercíniana, ha sido puesto en evidencia en la estación microtectónica N°9 (Fig.

4.1-III). Esta fase tiene una dirección de acortamiento NE - SO y ha sido determinada por fallas de desgarre conjugadas, que gracias a la recristalización sintectónica (cristales automorfos) que presentan los planos de estas fallas, permiten determinar el sentido del movimiento relativo de los bloques fallados. Las microfallas presentan la misma dirección que las macrofallas, son de plano sub-vertical con estrías sub-horizontales y observadas solamente en el basamento metamórfico.

Posteriormente en el Cenozoico, este sistema de fallas tardihercinianas han registrado diferentes juegos, siendo el más importante la reactivación en fallas normales durante el Terciario Inferior-medio, dando como resultado grabens y horst que constituyen las estructuras importantes.

Es importante destacar el abundante diaclasamiento que presenta el basamento metamórfico, distribuído en dos juegos principales perpendiculares entre sí:

- Diaclasas generalmente de dirección NO - SE y buzamiento 65°- 90°NE

- Diaclasas de dirección NE - SO a EO y buzamiento variante entre 45°- 90°SE

En síntesis, las discontinuidades (fallas, diaclasas o esquistosidades) son generalmente de dirección paralela y transversal al anticlinorium, constituyendo planos de debilidad susceptibles de reactivarse con el mínimo esfuerzo tectónico.

3.2 Cuenca Terciaria de Sechura

El esfuerzo principal y más importante que afecta a la cuenca de Sechura es de distensión, y que ha dado como resultado abundante fallamiento de tipo normal (de todas las dimensiones) y como estructuras secundarias plegamiento progresivo por subsidencia de la cuenca.

Las fallas Illescas y Tric - Trac son accidentes tectónicos importantes que han controlado las deformaciones durante las fases tectónicas que han afectado la región en el transcurso del Cenozoico. Cerca de estos accidentes la deformación es más intensa y está materializada por plegamiento y fracturación, esta última a su vez está constituída por abundante diaclasamiento y fallas normales.

Las microfallas normales son muy abundantes, sus planos varían desde inclinados hasta verticales y de direcciones NO - SE a N - S, dando una dirección de distensión promedia E-O, perpendicular a las fallas Illescas y - Tric - Trac.

Las observaciones microtectónicas demuestran que el Terciario inferior-medio se encuentra afectado por abundante fracturación, representada - principalmente por fallas normales y diaclasas.

Las trayectorias de distensión que se muestran en la Fig. 4.3-III, han sido determinadas por microfallas normales en proyección estereográfica. La fracturación se orienta generalmente perpendicular a las trayectorias de

distensión, observándose también que la dirección de las microestructuras es diferente al de las macrofallas.

Las mayores deformaciones se ubican en las proximidades de las fallas Illescas y Tric - Trac, es decir en los límites de los bloques fallados; en consecuencia, estas dos fallas son elementos estructurales importantes en la zonificación para obras de Ingeniería Civil, más aún si se conoce que ellas han sido reactivadas sucesivamente en el transcurso del Terciario y Cuaternario controlando las deformaciones en la cuenca Sechura.

La falla Tric - Trac aflora solamente en la punta del mismo nombre, su traza ha sido determinada aproximadamente gracias a información de pozos petrolíferos, estando casi en su totalidad cubierta por terrazas marinas (tablazos) y sedimentos recientes, razón por la que mediante métodos sísmicos podría determinarse su recorrido por debajo de la cobertura cuaternaria.

4. GEODINAMICA EXTERNA

Los fenómenos de geodinámica externa observados en el Area Industrial son:

4.1 Migración de Arenas

El fenómeno de migración de arenas que se produce en el desierto de Sechura tiene un caracter regional, y en él intervienen principalmente factores como las corrientes marinas que efectúan el transporte del material a depositar en las playas, los períodos de fluctuación de mareas en que se produce la desecación de las arenas, y el viento como agente de deflación y de dispersión de las mismas, que bajo ciertos factores condicionantes, como el relieve, la vegetación y humedad de los suelos, genera diversas formas de acumulaciones como barcanes, dunas longitudinales o seifs, mantos de arenas, médanos, etc.

La migración de arena en el Area Industrial tiene como fuente principal de alimentación las arenas depositadas en las playas ubicadas al sur (Reventazón), donde se inicia su traslado siguiendo la dirección general SN del viento predominante, formando en un primer tramo grandes barcanas que gradualmente disminuyen su tamaño hasta llegar a una zona de vegetación rala (algarrobos), al amparo de la cual se estabilizan en parte, continuando el resto de las arenas migratorias depositándose como mantos de arenas, hasta llegar a las playas de Bayovar.

En la zona de los tanques de almacenamiento de Petro Perú y campamentos de COSAPI existe migración de dunas tipo barcanes y seifs, con una fuente de alimentación pequeña proveniente de las zonas de punta Shode y punta Blanca. Esta migración tiene que superar en primer término las elevaciones del extremo noroeste del Macizo de Illescas para luego en la planicie sufrir muy lento avance, pues en esta zona se producen además de los vientos regionales de rumbo SN, vientos contrarios provenientes de la bahía, y que causan un avance y retroceso de los barcanes que paulatinamente se deforman en seifs, además hay la existencia de una quebrada en proceso de colmatación, que asimila gran parte del material.

Se considera que en la zona industrial no existen problemas en cuanto a su invasión por grandes volúmenes de arenas. Sin embargo existe la ocurrencia de ventarrones con grandes volúmenes de arena en suspensión, que a decir de los lugareños se intensifican en los meses de invierno, y ante lo cual deberán tomarse medidas de protección a sus efectos de corrasión sobre futuras instalaciones.

4.2 Erosión Litoral

La bahía de Sechura se encuentra en un proceso activo de normalización de su perfil elipsoide, el cual entre punta Lagunas y punta Vichayo presenta una serie de irregularidades, que por el proceso de erosión tenderán a desaparecer o formar pequeños islotes.

A lo largo del litoral del Area Industrial, se presentan zonas de pequeñas playas y de acantilados, constituídos predominantemente por rocas metamórficas en el sector noroeste y rocas sedimentarias hacia el este. Las formaciones sedimentarias en la zona comprendida entre Bayovar y punta Vichayo forman acantilados que promedian 3 a 4 m. de altura, afectados por la acción de las mareas y oleaje que destruyen los estratos menos competentes de la base de la columna restándole sustentación a los estratos suprayacentes, a consecuencia de lo cual se origina un agrietamiento paralelo al borde de los acantilados con anchos hasta de 1 m., produciéndose posteriormente desplomes gravitacionales.

4.3 Inundaciones

La parte oriental del Area Industrial, aproximadamente 1 km. de Punta Vichayo hasta el Estuario de Virrilá, presenta una zona casi continua de marismas desarrollada por la formación de un cordón litoral que limitó el ingreso del mar a dichas áreas, aislando sectores de terrenos saturados de agua con cotas que alcanzan hasta 2 m. Estos terrenos fueron inundados además por aportes temporales de agua procedente del Estuario de Virrilá.

Si bien es cierto que la zona se encuentra relativamente protegida de las inundaciones marinas, eventuales maretazos que soprepasen la altura promedio de 2m. que presenta el cordón litoral producirán una inundación marina de gran dispersión debido a su relieve bajo y llano. Por otra parte no es descartable que el desarrollo del banco de arena que se está depositando en la bocana del estuario que llegue a obstruir total o parcialmente su desembocadura, dando lugar al represamiento y consiguiente aumento del nivel del espejo de aguas, reactivando la antígua zona de inundación del río Piura a través del cauce existente que secciona el tablazo Lobitos.

4.4 Torrenteras Antíguas

La zona presenta una gran difusión de material aluvial poco trabajado, depositado por las numerosas quebradas que nacen del Macizo de Illescas, las cuales tienen un drenaje paralelo, consecuente, de rumbo suroeste noreste, hasta sur-norte.

Los conos aluviales bastante extensos evidencian épocas de intensa actividad fluvial con preexistencia de gran cantidad de sólidos, producto de

la meteorización de los Illescas. El análisis de su ocurrencia permite establecer hasta en cuatro etapas de profundos cambios climáticos.

Por otra parte, si se considera la poca extensión de las quebradas y la pequeñez de sus cuencas de alimentación, no es posible la repetición de estos fenómenos ya que habrán de requerirse condiciones pluviales sumamente excepcionales; sin embargo en las condiciones actuales en que no existe gran volumen de materiales sólidos en las quebradas, se estima que de producirse eventos de esta naturaleza, no alcanzarían grandes volúmenes, ocurriendo avenidas sin transporte significativo de materiales, los mismos que pueden controlarse mediante obras correctivas.

4.5 Estabilidad de Pendientes

En el Area Industrial la zona de pendientes está circunscrita al Macizo de Illescas, en ellas existen zonas de inestabilidad muy locales y sin mayor significado, producidas por la erosión diferencial de estratos y desplomes posteriores.

A pesar de su fracturamiento y planos de esquistosidad con buzamientos promedios de 65°a favor de la pendiente, las rocas metamórficas guardan coherencia y no ofrecen riesgos de desplazamientos masivos.

5. ZONIFICACION GEOLOGICA DEL AREA INDUSTRIAL

El Area Industrial presenta dos zonas diferenciadas tanto en la naturaleza y propiedades físicas del suelo y subsuelo como en su sensibilidad ante fenómenos de geodinámica externa, ellas son el Macizo de Illescas compuesto por rocas metamórficas, estables y la zona baja de sedimentos terciarios y hasta recientes.

Para efecto de la zonificación geológica en función del emplazamiento de obras se considerar las categorías siguientes de zonas, ilustradas en la Fig. 8-III.

- Zona I - Constituída por el Macizo de Illescas, descrito ampliamente en la parte correspondiente a estratigrafía, y que prescindiendo de su configuración topográfica, tal vez utilizable para ciertos proyectos industriales, conforma la zona más estable de toda el área, idónea para la fundación de estructuras pesadas.

- Zona II - Se ha sindicado como la Zona N: II a las partes del tablazo Lobitos inafectas a problemas de geodinámica externa, excepción hecha de los efectos de corrasión que pueden ser controlados mediante el sembrío de cortinas de árboles altos y frondosos.

- Zona III - Están comprendidos en esta zona terrenos de constitución litológica y estabilidad, similares a los de la Zona II, pero que sin embargo , ante un potencial cambio climático, con efectos de gran pluviosidad, podrían verse afectados por el desborde de los cursos de agua que hoy permanecen secos.

- Zona IV - Consideramos que en la zona de la falla Illescas y Tric - Trac, que exhiben algunas evidencias de reactivación subcontemporánea, debe restringirse con fines de seguridad, áreas a lo largo de las fallas, y que en base a criterios de buzamientos y la extensión de estructuras asociadas con reactivaciones del Terciario (microfallas, pliegues de arrastre) pueden tener la siguiente amplitud:

  - Falla Illescas: 50 m. en el llano y 100 - 1000m. en el macizo.
  - Falla Tric - Trac: 100 m. al este y 50 hacia el oeste.

- Zona V - Se ha demarcado esta área en función del proceso de erosión que se está desarrollando principalmente por acción del oleaje en los acantilados del litoral entre Punta Lagunas y Punta Vichayo, lo cual se está traduciendo en el retroceso de la línea de costa hacia el continente.

En el mapa de zonificación se muestra el área activa de erosión litoral, restringiéndola a una franja de 100 m. aproximadamente, podría ser su avance estimado para el lapso de 100 años, indicándose asimismo las líneas de tendencia teórica de la erosión de la bahía para alcanzar su perfil de equilibrio.

- Zona VI - Corresponde al sector este de la zona de estudio, y está conformada por la zona de marismas que se extiende desde el cordón litoral hasta la base del frente del tablazo. Configura una área deprimida que cuenta con la protección de un cordón litoral con altura de 2 - 3 m.; susceptible a eventuales episodios de inundación marina y a la reactivación de un dren del Estuario de Virrilá, ante modificaciones de dinámica por el desarrollo de bancos de arena que obstruyan su bocana; presenta suelos pantanosos y salitrosos no aptos para cimentaciones.

La porción baja de Punta Lagunas también corresponde a esta categoría de zonificación.

6. DISCUSIONES

- Las filitas y esquistos del Complejo Basal de la Costa, exhiben un plegamiento isoclinal, afectado por una esquistosidad de flujo (S1) de rumbo promedio N 10°O, y planos de esquistosidad inclinada al noreste con valores de 65°a 90°. Además están afectadas por una tectónica de fallamiento en bloques, de tendencia andina, que corta una segunda deformación consistente en una esquistosidad de fractura principal, de rumbo promedio N 85°E a E-O, que es traducido en un intenso diaclasamiento , con planos de fractura inclinada al sur o sureste.

Este grado de deformación podría conducir a efectos de asentamiento, bajo cargas considerables como las generadas por edificaciones muy pesadas . Se debe entender que cada plano de esquistosidad de flujo constituye en realidad un plano de falla.

- Dentro del área de estudio, tanto la falla Illescas como la falla Tric - Trac han causado un incipiente fracturamiento del tablazo Lobitos, sólo observado en Punta Lagunas y Punta Tric - Trac, respectivamente; mientras que

fuera de estos puntos, no se ha registrado ninguna evidencia de deformación tectónica que afecte al Cuaternario marino después del desarrollo de dicho tablazo. Esto significa que, los bloques que limitan las fallas se han mantenido estables después del emplazamiento del Tablazo Lobitos y sólo han sido modificados por el retroceso del acantilado por la erosión litoral.

- La formación Chira, limitada entre las fallas Tric - Trac e Illescas, contiene varios niveles de lutitas bentoníticas en gran parte saturados de agua, y a pesar que este tipo de sedimentos tienen un gran poder de expansión en contacto con el agua, no han causado deformación visible en el Tablazo Lobitos o la formación Miramar, superyacentes.

Esto podría indicar que el contenido de bentonita no es suficiente para causar efectos de expansión o en caso contrario, si hubo expansión, la carga efectuada por el tablazo Lobitos no anularía esos efectos.

- A 140 m.s.n.m. y encima de la terraza Talara 2, se ha reconocido restos de una terraza de abrasión, lateralmente destruída por efectos de erosión - fluvial. Esta terraza probablemente es la primera que se desarrolló en el Pleistoceno y podría indicar que la costa en este sector, ha sufrido una - emersión de 140 metros en el Cuaternario.

Se han observado cinco terrazas de edad Pleistocena, cuyas cubier-- tas sedimentarias, excepto la primera y la más alta que carece de esta cubierta han sido acarreadas por diferentes agentes, quedando de ellas, aisladas costras y parches coquiníferos. Si se pudiera obtener edades radiométricas de estos 5 niveles de coquinas, sería factible estimar la velocidad de levantamiento de los Illescas durante el Cuaternario así como la duración de este proceso, de este modo se especularía dentro de cuantos años se puede esperar una nueva emersión.

- En el área de estudio, la formación Miramar no exhibe ningún efecto de - plegamiento, lo cual demuestra que localmente las sub-fases del Mioceno terminal y del Plioceno no han actuado compresivamente, sinó como levantamiento asociado a procesos de erosión. En cambio, la formación Montera exhibe - un plegamiento amplio y ondulado, pero sólo en las proximidades de la falla Tric - Trac, lo cual evidencia que durante la fase del Mioceno terminal post formación Zapallal, la falla Tric - Trac se reactivó compresivamente y que los plegamientos que afectan a la formación Montera son pliegues de arrastre.

CONCLUSIONES.

A. Es necesario establecer el verdadero recorrido de la falla Tric - Trac y otros posibles accidentes debajo de la cubierta cuaternaria, los cuales se pueden determinar mediante un programa de perforaciones o calicatas, apoyadas por investigaciones geofísicas detalladas en una faja que cubra la traza inferida en los mapas geológicos.

B. La falla Illescas muestra una incipiente reactivación que afecta el Tablazo Lobitos, visible sólo en el acantilado próximo a Punta Lagunas; tanto que la cubierta aluvial no muestra signos de deformación por efectos de este accidente.

C. La depresión que disecta la terraza Verdún 3, en el lado sur de los tanques de almacenamiento de petróleo es un graben, cuyo bloque oriental exhibe una reactivación cuaternaria, que afecta inclusive la delgada cubierta aluvial.

CH. Es necesario efectuar mayor número de perforaciones en las zonas de influencia de la formación Montera, es decir, en el bloque nor-oriental de la falla Tric - Trac, para delimitar los niveles de bentonita que incluye dicha formación, por tratarse de arcillas potencialmente expansivas.

D. En los perfiles geológicos confeccionados para la Punta Bapo, (Fig. 6-III), utilizando las perforaciones practicadas, se establece que la falla Illescas, pasa precisamente por el muelle de embarque de Petróleos del Perú, en cuya proximidad se destaca también un considerable proceso de arenamiento de fondo.

E. El Area Industrial presenta episodios de fuertes vientos del sur cargados con partículas de arenas, que además de la incomodidad que representa para los trabajadores puede tener por efecto de corrasión, efecto negativo sobre el mantenimiento y conservación de instalaciones futuras; razones por lo que se recomienda protección de dicha zona mediante la implantación de cortinajes de árboles.

F. Los riesgos potenciales de inundación y la naturaleza de los suelos pantanosos y salitrosos hacen que la zona de marismas no presenten condiciones favorables para efectuar obras de infraestructura y desarrollo, pudiendo acondicionarse parte de la zona de marismas para lugares de recreo, campos deportivos, etc.

G. Ante el riesgo potencial de retorno de una etapa climática de gran pluviosidad, que originen avenidas por los cursos de las quebradas, es conveniente diseñar obras de canalización y alcantarillado que faciliten el flujo de eventuales avenidas.

APENDICE ESTATRIGRAFICO

POZO N°1

Cuaternario Marino Reciente	GROSOR (metros)
1.- Arena grisácea húmeda, de grano fino a medio, suelta, con algunos clastos subangulares de rocas metamórficas y restos fragmentados de conchas.	1.55
2.- Arena blanca grisácea, de grano fino a medio, suelta, bien seleccionada y limpia, grada a grano grueso hacia la parte inferior. Incluye algunos restos conchíferos fragmentados. En el piso gravas redondeadas en matriz arenosa	4.24
Total Cuat. Marino Rec.	5.79
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
3.- Arenisca gris amarillenta, de grano medio a fino, bastante friable y estructura masiva; fuertemente pigmentada por oxidaciones limoníticas	0.86
Total Fm. Miramar	0.86
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Chira	
4.- Lutita arcillosa, algo diatomítica, chocolate claro, bastante fracturada y de laminación fina, con algunas escamas y algas fosfatadas.	1.27
5.- Lutita limosa oscura a chocolate, calcárea, dura, estructura laminar, fisible, con escamas de pescado y restos vegetales. Hacia el piso grada a limolita. M-1-15	2.33
6.- Arenisca limosa grisácea, de grano muy fino y cemento calcáreo, dura. Escaso contenido de microfauna.	0.32
7.- Arenisca gris clara a amarillenta de grano fino, friable.	0.10
8.- Arenisca limosa grisácea, de grano fino, cemento calcáreo, dura y estructura masiva. Poco contenido de microfauna, restos vegetales, algunas algas y escamas fosfatadas. Hacia el piso se hace más limosa . M-1-16	1.16
9.- Limolita gris oscura, calcárea, regularmente fosilífera : escamas de pescado, algas fosfáticas y algunos restos vegetales.	0.45

	GROSOR (metros)
10.- Arenisca limosa gris oscura, de grano muy fino, cemento calcáreo, dura y estructura masiva. Regular contenido de microfauna, algunos moldes de macrofauna, escamas de peces y algas fosfatadas	0.20
11.- Limolita gris oscura, algo calcárea, y estructura laminar. Regular proporción de microfauna, restos vegetales, escamas y algas fosfatadas	2.22
Total Fm. Chira	8.05

POZO N°2

Depósitos Aluviales

1.- Brecha aluvial suelta, compuesta por fragmentos angulosos de rocas metamórficas en matriz de gravilla.	0.20
2.- Arena gravosa gris a gris clara amarillenta, suelta, compuesta por fragmentos líticos subangulosos a angulosos del Complejo Basal de la Costa en matriz areno-terrosa. En el piso predominan fragmentos rocosos de mayor tamaño	2.02
Total Dep. Aluviales	2.22

---------- DISC. EROS ----------

Tablazo Lobitos

3.- Arena gris clara a amarillenta, muy friable, con algunos fragmentos líticos subangulosos de rocas metamórficas, y escasos restos conchíferos.	0.93
4.- Arena blanco-grisácea, algo tobácea , deleznable. En el piso escasos fragmentos de rocas metamórficas.	0.90
5.- Grava aluvial gris clara, en matriz arenosa, muy friable, compuesta por fragmentos rocosos subangulosos del Complejo Basal de la Costa que evidencian claro retrabajo marino.	1.38
Total Tab. Lobitos	3.21

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Miramar

6.- Coquina fosilizada gris clara, bastante dura, en matriz areniscosa y cemento calcáreo.	0.37
7.- Arenisca gris clara a amarillenta, de grano fino, friable, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas. Algunos niveles de esta arenisca, mejor cementados por el material calcáreo percolado del tablazo, favorecen la erosión diferencial de los acantilados.	3.58

	GROSOR (metros)
8.- Coquina fosilizada gris clara, sumamente dura, en matriz areniscosa de cemento calcáreo	0.60
9.- Arenisca limosa gris a verdoso claro, de grano muy fino, ligeramente friable, gradando a limo arenoso.	0.10
10.- Arenisca limosa gris, a verdoso claro, de grano fino, ligeramente friable y parcialmente pigmentada por oxidaciones - limoníticas	0.60
11.- Arenisca gris clara, de grano fino, sumamente friable y estructura masiva. Parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas, incluye algunas intercalaciones delgadas de areniscas limosas grises a verdoso claro.	1.95
12.- Coquina fosilizada gris clara, bastante dura, matriz areniscosa y cemento calcáreo.	1.00
13.- Arenisca gris clara a amarillenta, de grano fino, friable, sumamente pigmentada con oxidaciones limoníticas, con algunas intercalaciones delgadas de areniscas limosas grises a verdoso claro.	0.55
14.- Arenisca gris clara a amarillenta, grano fino y friable, sumamente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	0.82
Total Fm. Miramar	9.57

POZO N°3

Tablazo Lobitos

1.- Brecha aluvial suelta.	0.08
2.- Arena gris clara a verdosa, de grano fino a medio, friable y de estructura masiva, con algunos restos fragmentados de conchas.	0.22
3.- Arena gris blanquecina, de grano medio a grueso, en matriz calcoareniscosa sucia de cemento calcáreo; medianamente friable, y con regular proporción de fragmentos conchíferos.	1.70
4.- Arena gris clara, de grano medio a grueso, moderadamente friable, con escasos fragmentos conchíferos, y algunos clastos pequeños de rocas metamórficas. Hacia la base se hace más conglomerádica y dura.	0.80
Total Tab. Lobitos	2.80

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Chira

5.- Lutitas bentoníticas de color chocolate, algo diatomáceas ligeramente frágiles, plásticas y untuosas; laminación fina - con abundantes intercrecimientos yesíferas.	3.30

	GROSOR (metros)
6.- Lutitas bentoníticas chocolate claro, ligeramente frágiles, escasamente plásticas y untuosas, en capas delgadas con interposiciones laminares de lutitas diatomíticas beige blanquecinas, livianas y algunas occurencias yesíferas.	3.65
7.- Lutitas diatomíticas beige blanquecinas, laminación fina, ligero contenido de microfauna, y escasas intercalaciones laminares de lutitas bentoníticas.	3.40
Total Fam. Chira	10.35

POZO N°4

Depósitos Aluviales

1.- Arena gravosa gris verdosa a amarillenta, bastante suelta.	0.20
Total Dep. Aluvial	0.20

---------- DISC. EROS. ----------

Tablazo Lobitos

2.- Arena gris blanquecina, de grano medio, coherencia moderada, ligeramente friable, con algunos fragmentos conchíferos y clastos subangulosos hasta de 2 cm. de rocas metamórficas.	1.60
Total Tab. Lobitos	1.60

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Montera

3.- Arenisca amarillenta ante a ocre, de grano medio a grueso, subanguloso, cemento calcáreo, dura y masiva, con abundante microfauna fosilizada y algunos clastos subangulosos de rocas metamórficas. En parte lixiviada y ligeramente friable.	1.00
4.- Arenisca limosa grisácea de grano muy fino, ligeramente friable, con estructura laminar y abundantes inclusiones de yeso; fuertemente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	1.80
5.- Limolita gris clara a azulina, algo arcillosa, poco frágil, laminación fina, cuando húmeda ligeramente plástica y untuosa. Regular contenido de materia carbonosa la cual le confiere un olor fétido.	2.32
6.- Lutitas arcillosas bentoníticas tobáceas, gris a azulino claro, ligeramente frágiles, laminación fina; cuando húmedas plásticas y untuosas.	0.91
7.- Lutitas arcillosas bentoníticas tobáceas, gris a azulino claro, ligeramente frágiles, laminación fina, sumamente plástica y untuosa; potencialmente expansiva.	0.45

	GROSOR (metros)
8.- Arenisca limosa grisácea ligeramente tobácea, de grano muy fino, escasamente friable, y estructura laminar; buena proporción de materia carbonosa, algunas ocurrencias carbonáticas.	1.87
Total Fm. Montera	8.35

POZO N°5

Tablazo Lobitos

1.- Arena terrosa, suelta, gris amarillenta, con fragmentos subangulosos de rocas metamórficas, hasta de 2 cm.	0.20
2.- Arena grisácea de grano fino, subanguloso, ligeramente friable, con regular contenido de restos conchíferos bien conservados y algunos fragmentos líticos subredondeados.	2.56
Total Tab. Lobitos	2.76

---------- DISC. EROS. ----------

Formación Miramar

3.- Arena gris amarillenta de grano fino, friable, con granos fundamentalmente de cuarzo y feldespato, y regular cantidad de máficos. Hacia la base contiene clastos subredondeados.	0.36
Total Fm. Miramar	0.36

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Chira

4.- Lutitas arcillosas chocolates, plásticas y untuosas cuando húmedas, de estructura laminar y moderado contenido de microfauna y algunas vetillas de yeso.	1.94
5.- Arenisca gris blanquecina algo tobácea, de grano muy fino, friable. Los granos consisten fundamentalmente de cuarzo, con algunas pigmentaciones limoníticas.	0.10
6.- Lutitas bentoníticas chocolates, duras cuando secas, escasamente frágiles, de estructura laminar y regular contenido de microfauna, vetillas de yeso y algunas pigmentaciones limoníticas confinadas a fracturas. Algunos horizontes amarillentos arcillosilícicos, duros, M-5-12.	5.57
7.- Areniscas calcáreas con septarias, rellenadas por nodulillos silícicos, coprolitos, dientes y escamas de pescados; matriz calcoarenosa y cemento calcáreo. M-5-13	0.13
8.- Lutitas bentoníticas chocolates, ligeramente frágiles; húmedas, algo plásticas y untuosas. Regular contenido de microfauna, algunas algas y espículas fosfáticas y ocurrencias de yeso.	0.84

	GROSOR (metros)
9.- Lutitas arcillosas diatomíticas, crema-blanquecinas, de estructura laminar.	0.16
10.- Areniscas tobáceas gris blanquecinas, de grano muy fino, ligeramente friables	0.10
11.- Lutitas diatomíticas, beige blanquecinas, frágiles, con buen contenido de microfauna, algas, espículas y escamas fosfáticas; intercaladas con areniscas tobáceas gris-blanquecinas, de grano fino, ligeramente friables; algunas vetillas de yeso cruzan la estratificación.	1.76
12.- Arenisca tobácea gris clara a blanquecina de grano muy fino, escasamente friable, en paquetes medianos.	1.27
13.- Lutitas diatomíticas beige blanquecinas, moderadamente frágiles, laminación fina y ligero contenido de escamas y algas fosfáticas.	1.27
14.- Areniscas arcillosas beige claras, ligeramente diatomíticas, poco friables, con ligero contenido de algas, dientes y escamas de pescado.	1.10
15.- Lutitas arcillosas beige, cuando húmedas algo untuosas y ligeramente plásticas; regularmente fosilíferas y estructura laminar, algunas ocurrencias yesíferas.	3.35
16.- Lutitas arcillosas chocolates a beige oscuro, calcáreas, y plasticidad moderada, bastante fosilíferas, algunas algas y escamas fosfáticas.	1.50
17.- Lutitas bentoníticas, chocolate oscuro a negruzcas, ligeramente frágiles y de estructura laminar; fosilíferas: buena proporción de dientes y escamas de pescado y algunas algas fosfáticas.	0.80
18.- Lutitas bentoníticas gris verdosas, duras, ligeramente plásticas cuando húmedas y finamente laminadas con algunos restos vegetales, dientes y escamas de pescado fosfatados, frecuentes puntillos blanquecinos diseminados de naturaleza diatomítica.	7.00
Total Fm. Chira	26.89

POZO N°6

Depósitos Aluviales

1.- Arena gravosa gris amarillenta, suelta, compuesta por fragmentos angulosos a subangulosos hasta de 3 cm. de rocas metamórficas, en matriz areno-terrosa; con algunos niveles gravosos con escasa matriz. Hacia la base adquiere cierta coherencia.	3.15
Total Dep. Aluviales	3.15

---------- DISC. EROS ----------

	GROSOR (metros)
Tablazo Lobitos	
2.- Arenisca blanco grisácea, ligeramente conglomerática, de grano medio a grueso y coherencia moderada, friable; con regular proporción de fragmentos conchíferos y clastos de rocas metamórficas hasta de 2 cm. en matriz areniscosa fina y cemento calcáreo.	2.05
3.- Conglomerado gris blanquecino, con clastos subangulosos hasta de 2 cm. , en matriz arenocoquinífera de grano medio y cemento calcáreo.	0.80
Total Tab. Lobitos	2.85
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Chira	
4.- Lutita arcillosa beige blanquecina, ligeramente diatomácea, frágil, untuosa y plástica, de laminación fina y bastante fracturada; con algunas ocurrencias yesíferas y algunos clastos subredondeados de cuarzo y cuarcita.	1.35
5.- Lutita arcillosa crema blanquecina, ligeramente diatomácea y algo calcárea, plástica y untuosa, laminación fina; con algunas algas, dientes y escamas fosfatadas. En el nivel superior se intercala una capa de arenisca tobácea gris blanquecina de grano muy fino. En el nivel intermedio ocurre una arenisca cuarzosa gris clara, de grano fino con algunos puntos de oxidación limonítica.	2.00
6.- Arenisca calcárea blanca grisácea de grano fino y aspecto sacaroideo, sumamente dura con estructura masiva en paquetes medianos a gruesos.	1.50
7.- Arenisca tobácea blanco grisácea de grano fino a medio , poco friable.	0.10
8.- Lutita arcillosa beige, frágil, poco untuosa y plástica - con foraminíferos reemplazados por calcitas, algunas escamas y algas fosfatadas. En el piso limitada por una capa delgada de arenisca arcósica gris clara.	0.50
9.- Arenisca arcillosa beige claro de grano muy fino y cemento calcáreo, friable, de estructura laminar, ligera proporción de escamas y restos de algas fosfáticas. Hacia el piso grada a lutita arcillosa calcárea.	1.40
10.- Lutita arcillosa beige, calcárea, plástica y untuosa de laminación fina, con algunos restos de algas, escamas y espículas fosfáticas. Incluye intercalaciones de arenisca tobácea, blanco-grisácea de grano fino.	0.40

	GROSOR (metros)
11.- Arenisca arcillosa crema blanquecina de grano muy fino y cemento calcáreo poco friable, estructura laminar, fosilífera.	0.25
12.- Arenisca calcárea gris a blanquecina, sacaroidea, sumamente dura, en bancos medianos con intercalaciones delgadas de areniscas arcillosas beige oscuro y grano muy fino, ligeramente plásticas y untuosas, con restos de algas y escamas fosfatadas.	0.70
13.- Arenisca gris blanquecina de grano fino a medio, subanguloso a subredondeado, friable, groseramente estratificada y con algunas pigmentaciones de oxidación limonítica.	1.65
14.- Arenisca calcárea gris a blanquecina, sacaroidea, grano fino a medio, sumamente dura, en paquetes gruesos.	1.40
15.- Arenisca tobácea blanco grisácea de grano fino a muy fino, cemento silíceo, ligeramente friable, en estratos delgados a medianos, intercalados con lutitas arcillosas calcáreas beige oscuras, y estructura laminar; con restos de escamas , dientes y algas fosfatadas.	5.14
16.- Lutita calcárea beige blanquecina, ligeramente diatomácea, y laminación fina, intercalada con lutita arcillosa café oscuro a negruzca, escasamente plástica y untuosa, laminación fina. Presentan escasos dientes y escamas fosfáticas. Se distinguen algunas laminillas blanquecinas tobáceas y capas delgadas a medianas de areniscas tobáceas y arenisca calcárea gris blanquecina, grano fino, sacaroidea, sumamente dura.	3.24
Total Fm. Chira	19.63

POZO N°7

Depósitos Aluviales

1.- Brecha aluvial, suelta, compuesta por fragmentos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas en matriz arenosa gruesa.	0.50
2.- Arena gravosa grisácea, suelta, con fragmentos líticos angulosos a subangulosos hasta de 2 cm., en matriz areno-terrosa.	0.30
3.- Grava arenosa gris amarillenta, suelta, compuesta por fragmentos líticos subangulosos hasta de 0.5 cm., en matriz areno-terrosa.	0.70
4.- Arena gravosa amarillenta grisácea, suelta, compuesta por fragmentos de rocas metamórficas de 1 cm., en matriz areno-limosa de aspecto terroso.	0.50

	GROSOR (metros)
5.- Arena gravosa verde claro a amarillenta, bastante suelta, con regular proporción de fragmentos rocosos del basamento metamórfico, hasta de 2.25 cm., en matriz areno-terrosa.	2.30
6.- Arena limosa terrosa gris amarillenta, sumamente suelta, con algunos fragmentos subangulosos a angulosos de rocas metamórficas hasta de 0.5 cm.	0.20
7.- Arena gravosa amarillenta grisácea, suelta, con fragmentos líticos de rocas del basamento hasta de 2.5 cm., en matriz areno-limosa de aspecto terroso.	0.90
8.- Brecha aluvial suelta, compuesta por fragmentos subangulosos a angulosos de rocas metamórficas hasta de 6 cm., en matriz de gravilla.	0.50
9.- Arena gravosa gris amarillenta, suelta, con fragmentos rocosos hasta de 2 cm. en matriz areno-limosa de aspecto terroso.	0.86
10.- Arena limosa suelta verde claro a amarillenta, de grano fino, con abundante proporción de hojuelas de mica, incluye algunos fragmentos rocosos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas.	3.84
Total Dep. Aluviales	10.60
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
11.- Arena gris clara a verdosa, ligeramente limosa, masiva, con regular contenido de fragmentos de conchuelas con algunos clastos subredondeados a subangulosos de rocas metamórficas.	1.17
Total Tab. Lobitos	1.17
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
12.- Toba areniscosa diatomácea blanquecina, frágil, estructura laminar, con regular cantidad de mica y puntos de oxidaciones manganésicas.	0.40
13.- Toba areniscosa blanco grisácea, algo diatomácea, de laminación fina, bastante micácea y con puntos negros escasos de oxidaciones manganésicas.	4.08
14.- Diatomita blanca, de laminación fina, sumamente liviana.	0.20
15.- Toba areniscosa blanco cremosa, bastante micácea y algo diatomácea, ligeramente frágil, liviana y laminación fina.	1.60

	GROSOR (metros)
16.- Diatomita blanquecina, sumamente liviana y frágil.	0.40
17.- Arenisca tobácea blanco-grisácea a verdosa, ligeramente diatomácea, grano muy fino, estructura laminar y apreciable cantidad de mica y puntos diseminados de oxidaciones manganésicas. M-7-4.	3.00
18.- Limolita tobácea bastante micácea gris clara a verdosa, ligeramente arcillosa, cuando húmeda algo untuosa y escasamente plástica.	1.37
19.- Arenisca gris amarillenta de grano fino, sumamente friable, fuertemente pigmentada con oxidaciones limoníticas. Hacia la base incluye algunos clastos subangulosos de rocas del basamento metamórfico.	1.10
20.- Arenisca limosa bastante micácea gris verdosa de grano muy fino, ligeramente friable y estructura laminar.	0.28
21.- Limolita arcillosa tobácea gris verdosa, cuando húmeda ligeramente plástica y untuosa, con intercalaciones yesíferas y algunas pigmentaciones de oxidación limonítica.	0.80
22.- Lutita diatomácea blanca a amarillenta ante, de laminación fina, con algunas algas y escamas fosfatadas. Hacia el piso incluye fragmentos rocosos pequeños.	2.20
23.- Grava arenosa grisácea, compuesta por clastos subangulosos a subredondeados hasta de 2.5 cm. de rocas metamórficas, en matriz de arena gruesa, suelta.	0.70
Total Fm. Miramar	16.13

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Chira

24.- Arenisca clara a verdosa de grano fino y cemento silícico, escasamente friable.	0.10
25.- Lutita diatomácea beige blanquecina, ligeramente arcillosa, algo plástica y untuosa, de estructura laminar y regular proporción de microfauna, con escamas y restos de peces y algas fosfátadas.	2.30
26.- Lutita bentonítica gris verde a negruzca, ligeramente diatomácea, escasamente frágil, laminación fina. Sumamente fosilífera y algunas escamas de peces y algas fosfáticas. M-7-5	0.80
27.- Lutita bentonítica gris verdoso a negruzca, ligeramente diatomácea, laminación fina, sumamente fosilífera, bastante algas, escamas y dientes de pescado, algunos coprolitos, hacia la base se hace más fosilífera, compacta y fisible, con cierta reacción calcárea probablemente debido al contenido de microfauna reemplazada por calcita. Incluye algunas intercalaciones delgadas de areniscas limosas de grano fino y cemento calcáreo. M-7-6.	12.90
Total Fm. Chira	16.10

POZO N°8

Depósitos Aluviales	GROSOR (metros)
1.- Brecha aluvial con fragmentos angulosos a sub-angulosos de rocas metamórficas en matriz arenosa gruesa, suelta.	0.20
2.- Arena gravosa de grano grueso a medio en matriz terrosa - suelta, con fragmentos angulosos de rocas metamórficas.	0.90
3.- Brecha aluvial con clastos angulosos de rocas metamórficas.	2.70
4.- Arena limosa blanco a amarillenta ocre, de grano medio a fino, friable, con escaso contenido de litoclastos del basamento metamórfico.	0.37
5.- Arena gravosa, gris clara a amarillenta, en matriz terrosa sumamente suelta, con 40% de fragmentos líticos subangulosos, hasta de 3 cm. de rocas metamórficas.	1.23
6.- Brecha aluvial con fragmentos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas, en matriz de gravilla suelta.	1.00
7.- Arena gravosa amarillenta blanquecina, suelta, con algunos fragmentos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas. Hacia la base grada a grava arenosa.	1.90
8.- Brecha aluvial suelta, con fragmentos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas en matriz de gravilla .	1.40
9.- Arena gravosa gris amarillenta, suelta con fragmentos líticos del basamento metamórfico hasta de 1 cm. en matriz arenoterrosa.	0.75
Total Dep. Aluviales	10.45
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
10.- Arenisca limosa crema blanquecina a amarillenta de grano fino, friable, con algunos microclastos de rocas metamórficas y escasos restos conchíferos.	0.47
11.- Arenisca limosa gris clara, de grano fino, con algunas pigmentaciones limoníticas, friable, con regular contenido de microclastos de rocas metamórficas, escasos restos de conchas.	0.80
12.- Arenisca gris clara de grano fino, friable, con algunos - fragmentos subangulosos de rocas metamórficas que se hacen abundantes hacia el piso, y fragmentos conchíferos en la misma proporción.	0.70
Total Tab. Lobitos	1.97
---------- DISC. ANG. ----------	

	GROSOR (metros)
Formación Miramar	
13.- Toba areniscosa diatomácea, blanca, moderadamente compacta de estructura laminar, liviana, frágil, con regular cantidad de mica, pocos eolitos y algas fosfatadas; abundantes venillas de yeso y calcita. M-8-7.	2.58
14.- Arenisca cuarzosa gris clara a blanca, de grano fino, friable, con algunos microclastos de rocas metamórficas; hacia la base se hace más friable.	0.48
15.- Toba areniscosa blanco-cremosa, algo diatomácea y arcillosa, moderadamente liviana, regularmente compacta, frágil, de estructura laminar, con escasos microclastos; micácea y con esporádicas pigmentaciones limoníticas.	3.15
16.-Arenisca gris verdosa grano muy fino ligeramente limosa, de cemento silíceo, poco friable y estructura masiva con algunas pigmentaciones limoníticas.	1.90
17.- Arenisca tobácea verdosa blanquecina de grano muy fino, ligéramente diatomácea, friable y frágil, de estructura laminar, y regular proporción micácea con algunos microclastos y puntos negros de óxidos de manganesio.	1.47
18.- Arenisca gris clara a verdosa, de grano fino, friable, estructura masiva, hacia la base se hace friable, presentando escasas pigmentaciones limoníticas.	5.10
19.- Arenisca gris clara de grano fino, friable, estructura masiva, con algunos clastos subredondeados de rocas metamórficas, parcialmente pigmentada por limonita.	0.93
20.- Arenisca conglomerática, de grano medio, muy friable, con abundantes clastos subredondeados de rocas del basamento metamórfico.	1.03
Total Fm. Miramar	16.64
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Chira-Verdún	
21.- Lutita bentonítica, gris a azulino, frágil, de laminación fina, húmeda bastante plástica y untuosa, parcialmente pigmentada por limonita.	2.64
22.- Lutita limosa tobácea grisácea, escasamente frágil, de estructura laminar y regular contenido de microfauna, algunas algas, restos vegetales y moldes de macrofauna. M-8-8.	2.60
23.- Arenisca calcárea gris blanquecina de grano medio, sumamente dura, con fragmentos conchíferos triturados y algunos clastos del basamento metamórfico.	0.26

	GROSOR (metros)
24.- Arenisca lumaquéllica grisácea de grano medio a grueso, algo friable, con abundantes restos conchíferos triturados, algunos litoclastos y pirita fina diseminada.	0.19
25.- Arenisca lumaquéllica gris clara, de grano medio a grueso, con venillas de calcita, dura, en paquetes gruesos, con abundantes restos conchíferos y fragmentos líticos hasta 1 cm. del basamento metamórfico, M-8-9	1.90
26.- Arenisca gris a azulino, algo tobácea, de grano fino, y cemento calcáreo, ligeramente friable.	0.25
27.- Arenisca calcárea gris blanquecina, sacaroidea, grano fino, sumamente dura.	0.14
28.- Arenisca limosa gris clara de grano fino y cemento calcáreo, poco friable y masiva, con algunos restos de algas, madera y moldes de macrofauna. Hacia el piso el contenido vegetal aumenta, incluyendo restos fragmentados de conchas y litoclastos del basamento metamórfico, y adquiere mayor dureza. M-8-10	6.10
29.- Arenisca conglomerática gris, sumamente y dura, con abundantes moldes y fragmentos de macrofauna y litoclastos de rocas metamórficas, en matriz areniscosa gruesa, sucia de cemento calcáreo.	0.20
30.- Conglomerado gris oscuro, sumamente duro, compuesto por fragmentos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas, en matriz areniscosa de grano grueso, sucia y cemento calcáreo.	1.57
Total Fm. Chira - Verdún	15.85
---------- DISC. ANG. ----------	
Complejo Basal de la Costa	
31.- Filitas gris azulino a negras, de superficies lustrosas, talcosas, fractura astillosa. En su parte superior exhiben introducciones areniscosas calcáreas, confinadas a fracturas.	5.09
Total Cmp. Basal Costa	5.09

SECCION - Sc-1

Tablazo Talara	GROSOR (metros)
1.- Coquina blanco amarillenta, dura, compuesta por restos conchíferos (gasterópodos y lamelibranquios) mal conservados y algunos clastos subangulosos de rocas del basamento metamórfico, en matriz bioclástica triturada y cemento calcáreo.	2.50
2.- Brecha coquínifera ligeramente suelta, de color blanco grisácea a amarillenta, compuesta por abundantes restos conchíferoa fragmentados, con clastos subangulosos de rocas metamórficas en matriz bio clástica y cemento calcáreo.	0.50
3.- Arenisca coquinífera blanco amarillenta formada por restos conchíferos triturados y abundantes colonias de pequeños balanos en matriz bioclástica y cemento calcáreo; ocasionales clastos pequeños subredondeados de rocas del basamento metamórfico.	1.80
4.- Coquina gris blanquecina a amarillenta, constituída por grandes y abundantes lamelibranquios y gasterópodos en avanzado estado de fosilización, en matriz bioclástica y cemento calcáreo; con algunos clastos subangulosos de rocas metamórficas.	4.20
Total Tab. Lobitos	9.00

----------DISC. ANG.----------

Complejo Basal de la Costa

5.- Filitas gris oscuras a negras, de superficies lustrosas, fractura astillosa, con algunas intercalaciones de cuarcitas gris claras, y vetillas de cuarzo.

SECCION - Sc-2

Depósitos Aluviales	
1.- Brechas aluviales sueltas, compuestas por fragmentos angulosos hasta de 5 cm. de rocas metamórficas, en matriz de microbrechas de la misma naturaleza.	4.00
Total Dep. Aluvial	4.00

---------- DISC. EROS. ----------

Tablazo Lobitos	
2.- Brecha gris amarillenta, compuesta por clastos angulosos a subangulosos de rocas del basamento metamórfico, macrofauna (balanus y pecten) regularmente conservada, en matriz areniscosa gruesa y ligera cementación calcárea.	5.00
3.- Brechas aluviales sueltas, compuesta por fragmentos angulosos pequeños de rocas metamórficas, en matriz areniscosa, con incipiente estratificación.	2.20

	GROSOR (metros)
4.- Arenisca gris blanquecina a amarillenta de grano fino a medio, friables, estructura masiva con algunos restos conchíferos fragmentados.	1.80
5.- Coquina areniscosa gris blanquecina, medianamente friable, constituída por abundantes restos conchíferos (lamelibranquios y gasterópodos) regularmente conservados y algunos clastos subredondeados de rocas metamórficas en los niveles inferiores, en matriz areniscosa y cemento calcáreo, moderadamente coherente.	0.80
Total Tab. Lobitos	9.80
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
6.- Arenisca gris amarillenta de grano fino a medio, subanguloso a subredondeado, bastante friable y de estructura masiva, parcialmente pigmentada por limonita.	5.80
7.- Coquina con abundantes restos conchíferos fosilizados (gasterópodos y lamelibranqios) en matriz areniscosa bioclástica y cemento calcáreo, bastante compacta y dura.	1.00
8.- Arenisca gris amarillenta de grano fino a medio, ligeramente friable, masiva en la parte inferior e incipiente estratificación cruzada en los niveles superiores; con buena proporción de restos conchíferos fosilizados y algunas pigmentaciones limoníticas.	2.50
9.- Arenisca coquinífera gris amarillenta ante, de grano fino a medio, escasamente friable, cementación calcárea, y abundantes restos conchíferos fosilizados (gasterópodos y lamelibranquios).	2.00
10.- Coquina gris blanquecina a amarillenta, bastante dura con abundantes amígdalas de carbonato de calcio que permiten distinguirla como un nivel guía dentro de la secuencia.	0.50
11.- Arenisca gris amarillento ante de grano fino a medio, sumamente friable, estructura masiva, parcialmente pigmentada por limonita.	1.90
12.- Coquina fosilizada gris blanquecina, bastante dura, compuesta esencialmente por restos conchíferos (gasterópodos y lamelibranquios) regularmente conservados, en matriz areniscosa y cemento calcáreo.	0.30
13.- Arenisca gris amarillenta ante, de grano fino, sumamente friable, estructura masiva, parcialmente pigmentada por limonita.	1.80
Total Fm. Miramar	15.80
---------- DISC. ANG. ----------	

	GROSOR (metros)
Formación Chira	
14.- Arenisca limosa, gris blanquecina a beige, dura en bancos gruesos, con algunos fragmentos conchíferos escasamente conservados y aisladas pigmentaciones de limonita; con intercalaciones delgadas de limolitas arcillosas tobáceas grises, regularmente frágiles con escasos moldes y fragmentos de macrofauna.	2.30
15.- Lutita bentonítica gris blanquecina, de laminación fina, algo frágil, ligeramente plástica y untuosa.	0.50
Total Fm. Chira	2.80

SECCION - Sc 3

Depósitos Aluviales	
1.- Brecha aluvial suelta, compuesta por fragmentos angulosos a subangulosos de rocas del basamento metamórfico, en matriz de gravilla.	3.00
Total Dep. Aluvial	3.00
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Coquina blanco amarillenta ante, compuesta por abundantes restos conchíferos regularmente conservados y algunos clastos subangulosos de rocas metamórficas, en matriz bioclástica sumamente triturada y cemento calcáreo, paquetes delgados a medianos.	1.80
3.- Conglomerado gris blanquecino, compuesto por fragmentos y grandes bloques de rocas del basamento metamórfico y conchas de pectínidos y balanos regularmente conservados en matriz areniscosa bioclástica gruesa, ligeramente cementada por material calcáreo.	1.20
4.- Microbrecha aluvial ligeramente suelta compuesta por pequeños clastos angulosos de rocas del basamento metamórfico, en matriz arenosa gruesa, con incipientes vestigios de estratificación.	2.00
5.- Coquina gris blanquecina a amarillenta, compuesta por abundantes pectínidos, colonias de pequeños balanos y algunos litoclastos subredondeados a subangulosos del basamento metamórfico, en matriz areniscosa bioclástica y cemento calcáreo.	1.00
Total Tab. Lobitos	6.00
---------- DISC. ANG. ----------	

	GROSOR (metros)
Formación Miramar	
6.- Arenisca gris amarillenta de grano fino muy friable, masiva, parcialmente pigmentada por limonita.	2.50
Total Fm. Miramar	2.50

SECCION - Sc-4

Depósitos Aluviales	
1.- Brecha aluvial suelta, compuesta por fragmentos angulosos en matriz de arena brechosa.	3.00
Total Dep. Aluviales	3.00
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Arenisca gris blanquecina, de grano fino a medio, muy friable, masiva, con buena proporción de restos conchíferos triturados y algunos especímenes bien conservados.	2.50
3.- Conglomerado gris claro, compuesto por clastos subredondeados de rocas metamórficas, material conchífero de mediana conservación principalmente ostreas, balanos , y pectenes, en matriz areniscosa gruesa y cemento calcáreo.	3.50
Total Tab. Lobitos	6.00
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
1.- Arenisca gris clara de grano fino, muy friable, y masiva, parcialmente pigmentada por limonita.	0.70
Total Fm. Miramar	0.70

SECCION - Sc-5

Depósitos Aluviales	
1.- Grava aluvial , compuesta por clastos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas, en matriz de gravilla algo terrosa, con algunos niveles lenticulares de arena gruesa brechoide, suelta. Se aprecian ligeras huellas de estratificación.	2.20
Total Dep. Aluviales	2.20
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Arenisca gris blanquecina de grano medio a fino, cemento cálcareo, friable y estructura masiva, con abundante material	

	GROSOR (metros)
conchífero mal conservado y escasos clastos subangulosos de rocas metamórficas.	2.50
Total Tab. Lobitos	2.50

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Miramar

3.- Toba diatomácea blanco grisácea, ligeramente areniscosa y micácea, muy frágil, liviana, y de laminación fina, con abundantes vetillas de yeso , y algunas pigmentaciones limoníticas.	2.20
4.- Arenisca gris amarillenta ante, de grano fino, friable y de estructura masiva, parcialmente pigmentada con limonita. Las sales (carboníticas y yesíferas) percoladas del tablazo, han cementado ligeramente las areniscas formando estructuras nodulares y amigdaloides que destacan en las paredes del acantilado marino.	1.80
5.- Conglomerado conquínifero medianamente friable, compuesto por clastos angulosos a subangulosos de rocas del basamento metamórfico, con abundantes restos conchíferos fosilizados, medianamente conservados, en matriz areniscosa y cemento calcáreo.	0.30
6.- Arenisca conquínífera gris blanquecina a amarillenta de grano medio, ligeramente friable, con abundante material bioclástico fosilizado.	1.10
7.- Arenisca gris blanquecina de grano fino a medio, ligeramente friable, masiva, con algunos restos conchíferos fosilizados que forman en algunos casos delgados niveles coquiníferos. En la parte media se intercala un paquete delgado areniscoso muy friable con abundantes amígdalas pequeñas de carbonato de calcio y pequeños restos conchíferos.	2.35
8.- Arenisca gris blanquecina a amarillenta de grano fino a medio subanguloso a subredondeado, muy friable, masiva, pigmentada por limonita con intercalaciones hasta de 30 cm. de coquina fosilizada gris clara bastante dura, en matriz areniscosa y cemento calcáreo.	5.30
Total Fm. Miramar	13.05

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Chira

9.- Arenisca arcillosa beige a marrón claro, de grano fino, algo untuosa, finamente laminadas y sumamente fosilífera (foraminíferos, algunas algas y escamas fosfatadas), con intercalaciones delgadas de areniscas tobáceas gris blanquecinas, algo azulinas, de grano fino, poco friables y areniscas calcáreas, crema blanquecina de grano fino a medio, sacaroideas, y duras.	1.20
Total Fm. Chira	1.20

SECCION - Sc - 6

Depósitos Aluviales	GROSOR (metros)
1.- Brecha aluvial, suelta, compuesta por fragmentos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas, en matriz de gravilla algo terrosa.	0.30
Total Dep. Aluvial	0.30
Tablazo Lobitos	
2.- Arenisca gris blanquecina de grano fino a medio, friable, masiva, con buena proporción de materiales conchíferos, en distinto grado de conservación y escasos clastos pequeños subangulosos de rocas del basamento metamórfico.	2.50
Total Tab. Lobitos	2.50
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
3.- Toba diatomácea blanca, ligeramente areniscosa y micácea, poco frágil, liviana y de estructura laminar, con vetillas de yeso e intercalaciones carbonáticas.	1.70
4.- Arenisca gris blanquecina de grano fino a medio, muy friable, parcialmente pigmentada por limonita.	0.30
5.- Arenisca coquinífera gris blanquecina a amarillenta de grano medio, poco friable y masiva, con abundantes restos conchíferos (pectínidos y gasterópodos) regularmente conservados y algunos clastos subangulosos de rocas metamórficas.	1.20
6.- Arenisca gris blanquecina a amarillenta de grano fino a medio, muy friable y masiva, parcialmente pigmentada con limonita; con niveles lenticulares hasta de 20 cm. de coquina fosilizada, gris blanquecina, de matriz areniscosa y cemento calcáreo, compacta, dura.	4.00
Total Fm. Miramar	7.20
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Chira	
7.- Arenisca arcillosa beige, de grano muy fino, poco friable, de laminación fina, con algas y escamas fosfáticas e intercalaciones delgadas de arenisca tobácea gris blanquecina, de grano fino, poco friable y arenisca calcárea, sumamente compacta y dura.	2.00
8.- Arenisca calcárea beige blanquecina, de grano fino a medio, sacaroidea, sumamente dura, en capas delgadas con intercalaciones delgadas de areniscas arcillosas fosilíferas, ligeramente calcárea y de grano muy fino ligeramente untuosa, y finamente laminadas.	1.00

	GROSOR (metros)
9.- Arenisca arcillosa gris marrón claro, de grano muy fino, algo frágil, escasamente untuosa y plástica , y de estructura - laminar, con algunas intercalaciones delgadas de arenisca tobácea gris blanquecina, grano fino, dura y poco friable.	2.00
Total Fm. Chira	5.00

SECCION - Sc - 7

2 km. al NW de Qda. Montera

Depósitos Aluviales

1.- Brecha aluvial suelta, compuesta por grandes bloques y - fragmentos angulosos de pizarras, cuarzo, cuarcita, en matriz de gravilla areno-terrosa.	4.00
Total Dep. Aluviales	4.00

---------- DISC. EROS. ----------

Tablazo Talara

2.- Coquina gris blanquecina, constituída por abundantes restos de conchas de lamelibranquios y gasterópodos regularmente conservados y algunos clastos de rocas del basamento metamórfico en matriz bioclástica areniscosa y cemento calcáreo, escasamente pigmentada por oxidaciones férricas.	3.00
Total Tab. Talara	3.00

Depósito Aluvial

3.- Grava aluvial compuesta por clastos subangulosos de rocas metamórficas, en matriz arenosa. Hacia los niveles superiores los clastos ofrecen mayor redondez.	1.80
4.- Grava aluvial suelta, compuesta por clastos subredondeados a subangulosos de rocas metamórficas, en matriz areno-terrosa amarillenta.	0.50
Total Aluv. antiguo	2.30

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Verdún - Tve 4

5.- Arenisca calcárea amarillo ante, de grano fino a medio, bastante dura, en paquetes moderados, con algunos clastos pequeños subangulosos de rocas metamórficas, escasas vetillas de - calcita.	1.00
6.- Arenisca amarillenta ante a ocre de grano fino, medianamente friable, en capas delgadas, con escasos microclastos de rocas metamórficas y algunas vetillas carbonáticas.	0.50

	GROSOR (metros)
7.- Arenisca calcárea gris amarillenta de grano fino, muy dura, con abundantes restos conchíferos fragmentados y algunas vetillas de calcita e intercalaciones delgadas de areniscas lumaquélicas gris claro a amarillentas, de grano fino, poco friables.	2.00
8.- Brechas gris blanquecinas compuestas por fragmentos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas, en matriz areno terrosa. Hacia el nivel superior los fragmentos tienen mayor redondez y cemento débilmente calcáreo.	6.00
9.- Arenisca abigarrada algo gravosa, friable, con algunos fragmentos subangulosos pequeños de rocas metamórficas, sumamente oxidados y alterados.	3.00
Total Fm. Verdún	12.50

----------DISC. ANG. ----------

Complejo Basal de la Costa

10.- Filitas gris oscuras a negras, fisibles, fractura astillosa, con superficies algo lustrosas, intercaladas con cuarcitas gris claras en paquetes gruesos.

Calicata Pc - 1

Depósitos Aluviales	GROSOR (metros)
1.- Brecha aluvial suelta, compuesta por fragmentos angulosos a subangulosos de rocas del basamento metamórfico en matriz de arena brechosa algo terrosa.	1,60
Total Dep. Aluviales	1.60
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Coquina areniscosa gris blanquecina formada por abundantes restos conchíferos fosilizados (gasterópodos y lamelibranquios), algunos clastos subredondeados de cuarzo y cuarcita hasta de 2 cm. en matriz areniscosa y cemento calcáreo, poco friable.	3.00
3.- Conglomerado gris claro, compuesto por clastos subredondeados de cuarzo y cuarcitas en matriz areniscosa y cemento calcáreo; con algunos restos conchíferos medianamente conservados, poco friable.	0,55
Total Tab. Lobitos	3.55
---------- DISC. EROS. ----------	
Formación Miramar	
4.- Arenisca gris clara a amarillenta, de grano fino a medio, subanguloso a subredondeado, mayormente cuarzosa, micácea, con escasos microclastos de rocas del basamento, friable, bastante pigmentada por limonita.	0,55
Total Fm. Miramar	0,55
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Chira	
5.- Lutita arcillosa, beige amarillenta a verdosa, algo diatomácea calcárea, cuando húmeda algo untuosa y escasamente plástica, frágil; con regular proporción de foraminíferos y algunos nódulos calcáreos marrón claro, duros. Intercalaciones delgadas de arenisca calcárea, crema claro, sacaroidea, y arenisca tobácea gris blanquecina, escasamente friable.	2.50
6.- Arenisca limosa verde blanquecina de grano fino, ligeramente friable, masiva.	0,65
7.- Lutita arcillosa marrón claro a beige amarillenta, diatomácea, medianamente untuosa y plástica, estructura laminar , bastante fosilífera (foraminíferos reemplazados por calcita)y algunas algas y escamas fosfatadas.Intercalaciones delgadas de areniscas tobáceas gris blanquecinas,escasamente friables, en algunos casos parcialmente pigmentadas por manchas asfálticas.	1.30
8.- Arenisca verde blanquecina de grano fino,ligeramente friable; con una intercalación delgada de arenisca tobácea gris blanquecina.	0,40

	GROSOR (metros)
9.- Lutita arcillosa marrón claro, frágil, de laminación fina, y gran contenido de foraminíferos reemplazados por calcita, algunas algas y escamas fosfatadas. Intercalaciones delgadas de arenisca tobácea gris verdoso a blanquecina y grano fino.	1.15
10.- Arenisca verdusca a blanquecina de grano fino a medio, friable.	0.30
11.- Lutita arcillosa marrón claro algo diatomácea, frágil, moderadamente plástica y untuosa, laminación fina, fosilífera(foraminíferos) y escasas escamas y algas fosfatadas. Se intercala un paquete delgado de arenisca tobácea gris verdosa a blanquecina, grano fino poco friable.	2.20
Total Fm. Chira	8.50

Pc - 3

Depósitos Aluviales

1.- Brecha aluvial suelta compuesta por fragmentos angulosos de rocas metamórficas, en matriz de arena gruesa brechoide.	0.50
Total Dep. Aluviales	0.50

---------- DISC. EROS. ----------

Tablazo Lobitos

2.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, friable, masiva, con algunos restos conchíferos fragmentados, distribuídos desordenadamente en proporción que aumenta en los niveles inferiores.	3,60
Total Tab. Lobitos	3.60

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Miramar

3.- Arenisca gris clara a verdusca de grano medio, friable, y ocasionales pigmentaciones por oxidaciones limoníticas, Delgadas capas lenticulares de areniscas conglomeráticas y conglomerados gris claros, duros con clastos subredondeados a subangulosos cuarzo y cuarcita y algunos fragmentos conchíferos mal conservados, en matriz areniscosa, ligera cementación calcárea.	2.50
Total Fm. Miramar	2,50

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Chira

4.- Lutita arcillosa, diatomácea, marrón claro a beige amarillenta, frágil, laminación fina y abundante microfauna (foraminíferos reemplazados por calcita), escasas escamas y algas fos

	GROSOR (metros)
fatadas. Interestratificaciones delgadas de arenisca cuarzosa de grano fino a medio y arenisca tobácea gris verdosa a blanquecina, de grano fino, poco friable.	3.40
Total Fm. Chira	3.40

Calicata Pc - 5

Depósitos Aluviales

1.- Brecha aluvial suelta, compuesta por clastos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas y algunos fragmentos bioclásticos en mala conservación, en matriz arenosa algo terrosa.	1.00
Total Dep. Aluviales	1.00

---------- DISC. EROS. ----------

Tablazo Lobitos

2.- Conglomerado coquinífero gris blanquecino, moderadamente compacto, compuesto por abundantes restos de gasterópodos y lamelibranquios de conservación moderada a mala, en matriz areniscosa bioclástica, ligeramente friable; con algunos niveles areniscosos de grano fino a medio, muy friables, y parcialmente pigmentados por oxidaciones limoníticas. En su base grada a arena conglomerática, interdigitada de arenisca friables.	2.80
Total Tab. Lobitos	2.80

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Chira

3.- Lutita arcillosa marrón amarillenta, algo diatomácea, regularmente compacta, frágil, húmeda moderadamente plástica y untuosa, poca proporción de microfauna, algunas algas y escamas fosfatadas y estratificación delgada.	4.10
4.- Lutita arcillosa marrón clara a beige amarillenta, ligeramente calcárea, frágil, húmeda, algo plástica y untuosa; fosilífera con algunas delgadas laminaciones blanquecinas diatomáceas, algas y escamas fosfatadas y escasas manchitas asfálticas.	1.00
5.- Arenisca gris oscura de grano fino, tobácea, dura, poco friable y fuertemente pigmentada por residuos asfálticos.	0.10
6.- Lutita arcillosa marrón a chocolate claro, ligeramente calcárea, frágil, algo plástica y untuosa, en capas finas. Se distinguen bastantes laminillas diatomáceas cremoso blanquecinas alternadas; tiene cierto aspecto moteado por la presencia de abundante microfauna (foraminíferos), presenta escasas algas y escamas fosfatadas. Hacia los niveles inferiores adquiere tonalidades más oscuras.	5.80
Total Fm. Chira	11.00

Calicata Pc - 9

Depósitos Aluviales	GROSOR (metros)
1.- Brecha aluvial suelta, compuesta por clastos angulosos hasta de 10 cm. de roca metamórfica, en matriz de arena gruesa - brechosa.	2.50
Total Dep. Aluviales	2.50
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Arenisca gris claro a amarillenta de grano fino, muy friable, estructura masiva, con algunos microclastos de rocas del basamento metamórfico.	0.30
3.- Coquina gris blanquecina, poco friable, en bancos gruesos con abundantes restos de gasterópodos y lamelibranquios moderadamente conservados y en un estado intermedio de fosilización, y algunos clastos pequeños subredondeados de rocas metamórficas, en matriz areniscosa bioclástica, y cemento calcáreo.	2.90
Total Tab. Lobitos	3.20
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
4.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, algo limosa, friable, con algunas pigmentaciones de oxidación limonítica.	1.00
5.- Coquina gris clara, formada por conchas de gasterópodos y lamelibranquios en avanzado estado de fosilización, en matriz areniscosa de cemento calcáreo.	0.25
6.- Arenisca gris clara de grano fino, algo limosa, friable, masiva, parcialmente pigmentada por oxidaciones limoníticas.	1.10
7.- Conglomerado gris claro regularmente compacto, compuesto por clastos subangulosos a subredondeados de rocas metamórficas, en matriz areniscosa de ligera cementación calcárea.	0.25
Total Fm. Miramar	2.60
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Chira	
8.- Lutita arcillosa, diatomácea, marrón claro a beige, plástica y untuosa, con abundante contenido de microfauna (foraminíferos reemplazados por calcita), escasas escamas y algas - fosfatadas. Intercalaciones delgadas de arenisca tobácea gris blanquecina, grano fino, y arenisca cuarzosa.	1.80
Total Fm. Chira	1.80

Depósitos Aluviales	GROSOR (metros)
1.- Brecha aluvial suelta, compuesta por fragmentos pequeños angulosos a subangulosos, de rocas metamórficas, en matriz de arena gruesa, brechoide y algo terrosa.	0.70
Total Dep. Aluviales	0.70
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Areniscas gris claro a verdosa de grano medio, poco friable, estructura masiva, con abundantes moldes de gasterópodos y lamelibranquios moderadamente conservados.	1.40
3.- Coquina blanca grisácea, en bancos gruesos, formada por restos de gasterópodos y lamelibranquios regularmente conservados en bajo estado de fosilización, en matriz areniscosa, y cemento calcáreo, con algunos pequeños clastos de cuarzo, y cuarcita.	2.20
Total Tab. Lobitos	3.60
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
4.- Arenisca gris blanquecina de grano medio a fino, muy friable, masiva, parcialmente pigmentada por oxidaciones limoníticas.	1.00
5.- Conglomerado gris claro, compuesto por cantos redondeados a subredondeados de cuarzo, cuarcita, y esquistos, en matriz areniscosa de cemento calcáreo, con restos conchíferos fosilizados.	0.90
Total Fm. Miramar	1.90
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Chira	
6.- Lutita arcillosa marrón amarillenta, algo diatomácea, finamente laminada, con abundantes microfósiles (foraminíferos) reemplazados por calcita, y algunas películas castaño acaramelladas de algas fosfatadas.	2.10
7.- Lutitas arcillosas, diatomáceas, beige amarillenta a verdosas, plástica y untuosa, laminación fina, con abundante microfauna, (foraminíferos reemplazados por calcita) que le confiere una reacción calcárea. Con intercalaciones delgadas de arenisca tobácea gris blanquecina de grano fino compacta, poco friable, que presenta una pequeña falla normal de fuerte buzamiento que afecta la serie desplazándola 20 cm.	6.70
Total Fm. Chira	8.80

Pc - 13

	GROSOR (metros)
Depósitos Aluviales	
1.- Grava aluvial suelta, compuesta por fragmentos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas, en matriz areno terrosa.	0.30
Total Dep. Aluviales	0.30
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Coquina arenosa gris clara, formada por restos conchíferos mal conservados, mayormente de gasterópodos lamelibranquios, en matriz areniscosa bioclástica de cemento calcáreo , ligeramente friable.	2.00
3.- Conglomerado gris blanquecino de clastos subangulosos a subredondeados hasta de 5 cm., de rocas del basamento metamórfico, en matriz areniscosa bioclástica; ligeramente friable . Lateralmente incluye lentes de arenisca coquinífera, friable, con algunos bioclastos bien conservados.	0.60
Total Tab. Lobitos	2.60
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
4.- Arenisca gris clara de grano fino, subredondeado a subanguloso, mayormente cuarzosa, bastante friable y masiva. Intercalaciones lenticulares de conglomerados coquiníferos gris claro formados por clastos subredondeados de cuarzo, cuarcita, y bioclastos bien conservados, en matriz areniscosa de ligera cementación calcárea.	1,60
5.- Arenisca gris blanquecina de grano fino, subanguloso a subredondeado, bastante friable, y estructura masiva, con algunos restos conchíferos triturados y microclastos de rocas metamórficas.	1,00
Total Fm. Miramar	2.60
----------DISC. ANG. ----------	
Formación Chira	
6.- Lutita arcillosa beige a amarillenta clara ligeramente diatomácea, frágil, plástica y untuosa, de estructura laminar, con regular proporción de microfauna (foraminíferos) algunas algas y escamas fosfatadas.	4.00
Total Fm. Chira	4.00

Calicata Pc - 19

Depósitos Aluviales

1.- Brecha aluvial suelta de fragmentos angulosos a subangulosos hasta de 10 cm. de rocas metamórficas (pizarras, filitas, es-

	GROSOR (metros)
quistos, cuarcitas), en matriz de arena gruesa brechosa, con ligeras marcas de estratificación continental (fluvial).	6.30
Total Dep. Aluvial	6.30
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Arena gris clara a beige amarillenta, de grano fino, algo limosa, friable, con pocos microclastos de rocas metamórficas.	0.40
Total Tab. Lobitos	0.40
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
3.- Toba diatomácea, blanca beige, suelta, liviana, bastante micácea, húmeda algo plástica y untuosa, estructura laminar , con algunas vetillas y núcleos amorfos yesíferos.	1.50
4.- Arenisca gris blanquecina micácea de grano fino, subangu loso a subredondeado, muy friable, masiva, con algunos micro-clastos de rocas metamórficas.	0.40
5.- Coquina fosilizada gris blanquecina, dura, formada por - grandes gasterópodos y lamelibranquios moderadamente conserva dos, en matriz calco areniscosa, de cemento calcáreo, en bancos gruesos, con algunos clastos subredondeados de cuarzo y - cuarcita.	1.50
6.- Arenisca gris clara a amarillenta de grano fino, algo limosa, friable, masiva.	0.50
7.- Arenisca gris clara de grano medio, ligeramente friable y estructura masiva, con algunos clastos hasta de 15 cm. de rocas del basamento metamórfico cuya frecuencia aumenta hacia - el piso.	3.20
Total Fm. Miramar	7.10
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Chira	
8.- Arenisca tobácea, gris verdosa a blanquecina,de grano fino, poco friable.	0.10
9.- Arenisca arcillosa algo diatomácea marrón clara, de grano muy fino, escasamente plástica y untuosa, laminación fina,con ligero contenido de microfauna,pocas escamas y algas fosfatadas.	2.10
Total Fm. Chira	2.20

Calicata Pc - 21

Depósitos Aluviales	GROSOR (metros)
1.- Brecha aluvial suelta, compuesta por fragmentos angulosos a subangulosos de rocas del basamento metamórfico, en matriz de arena gruesa, brechoide y ligeramente terrosa.	1.10
Total Dep. Aluviales	1.10
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Arenisca gris clara de grano fino, bastante friable, masiva, con escasos restos de conchuelas mal conservadas.	0.50
3.- Conglomerado gris claro, compuesto por clastos subredondeados a subangulosos hasta de 10 cm. de rocas del basamento metamórfico, en matriz areniscosa, de cemento ligeramente calcáreo, con algunos restos de conchas trituradas.	2.10
Total Tab. Lobitos	2.60
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
4.- Arenisca marrón claro a amarillenta de grano fino a medio, friable, masiva, bastante pigmentada por oxidaciones limoníticas.	3.30
5.- Coquina fosilizada gris clara, dura, compuesta por abundantes restos conchíferos en avanzado estado de fosilización, con algunos clastos subredondeados de rocas metamórficas, en matriz areniscosa de cemento calcáreo.	1.00
6.- Arenisca gris clara a amarillenta, de grano fino, algo limosa, friable, masiva, ligeramente pigmentada por oxidaciones limoníticas.	0.40
7.- Arenisca grisácea de grano medio, friable, masiva. Intercalada con niveles lenticulares de areniscas conglomeráticas y conglomerados regularmente duros de matriz areniscosa, y escaso cemento calcáreo.	1.60
Total Fm. Miramar	6.30

Pc - 23

Depósitos Aluviales	
1.- Brecha aluvial suelta, formada por clastos angulosos a subangulosos de rocas metamórficas en matriz areno terrosa.	0.30
Total Dep. Aluviales	0.30
---------- DISC. EROS. ----------	

	GROSOR (metros)
Tablazo Lobitos	
2.- Arenisca gris clara a verdosa de grano fino a medio, muy friable, estructura masiva, con escasos restos conchíferos - triturados, y algunos delgados niveles lenticulares de arenis cas conglomeráticas más duras, con algunos litoclastos pequeños y restos de conchas fracturadas y trituradas.	1.90
Total Tab. Lobitos	1.90
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
3.- Arenisca gris clara de grano fino, subanguloso a subredon deado, bastante friable, estructura masiva, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas. Se intercala un paquete de 0.20 cm. de coquina fosilizada, gris clara, en matriz areniscosa de cemento calcáreo, dura.	1.30
4.- Arenisca coquinífera gris blanquecina de grano fino a medio y cemento calcáreo, friable, con algunos restos conchíferos moderadamente conservados y otros bastante triturados, en avanzado estado de fosilización y pocos clastos pequeños de rocas metamórficas. Escasas pigmentaciones de oxidación limonítica.	0.85
5.- Arenisca gris clara de grano fino, fundamentalmente cuarzosa, muy friable, estructura masiva, con algunas pigmentacio nes de oxidación limonítica.	1.70
6.- Arenisca gris blanquecina de grano medio a grueso, subanguloso a subredondeado, bastante friable, estructura masiva , con algunos niveles ligeramente conglomeráticos en los que se destacan pocos clastos pequeños de rocas metamórficas y restos fragmentados de conchas fosilizadas. Hacia su base termina en conglomerado de cantos redondeados de cuarzo y cuarcita, en matriz areniscosa de cemento calcáreo, poco friable.	1.70
Total Fm. Miramar	5.55
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Chira	
7.- Lutita arcillosa beige amarillenta, algo calcárea, frágil, escasamente plástica y untuosa, finamente laminada y bastante fosilífera (foraminíferos), con algunas laminaciones diatomá ceas blanquecinas, pocas algas y escamas fosfáticas. Se inter cala un paquete lenticular de 10 cm. de arenisca calcárea cre ma blanquecina, sacaroidea, sumamente dura.	0.90
8.- Lutita arcillosa beige amarillenta, algo calcárea, frágil, poco plástica y untuosa, regularmente fosilífera, de estructu ra laminar, con algunas laminaciones diatomáceas blanquecinas intercaladas, y escasos restos de algas y escamas fosfatadas.	4.00
Total Fm. Chira	4.90

CAPITULO III - AREA URBANA

- Generalidades

Dentro del Plan de Acondicionamiento Territorial de Bayóvar se han sindicado las áreas IIA y IIB como centros de desarrollo Urbano, la primera ubicada en las inmediaciones de la margen derecha del Estuario de Virrilá y la segunda en el distrito de Sechura (Ver Fig. 1-III).

En el presente capítulo se desarrollan los estudios concernientes al área II A, que inicialmente estuvo considerada con una extensión superficial de 420 Has., habiéndose ampliado a 2,000 Has. según acuerdo de los ejecutivos de ODECOB, IGP e INGEMMET.

El redimensionamiento del área se hizo a fin de abarcar probables zonas de futura expansión urbana, y en ella está comprendida, conformando una sola unidad de estudio, el área II C de Parachique (80 Has.) asignada primariamente para uso de Acondicionamiento Pesquero.

El capítulo describe, objetiviza mediante ilustraciones y expone - conclusiones de los estudios geomorfológicos, estratigráficos y de geodinámica externa, las mediciones de las secciones aflorantes y de las perforaciones de cinco pozos realizados por el IGP; asimismo detalla la litoestratigrafía y se efectúa la zonificación geológica, como base de una zonificación general, a partir de la evaluación de los principales riesgos potenciales de la zona.

1. GEOMORFOLOGIA

En el Area Urbana, se pueden diferenciar siete unidades geomorfológicas, como resultado de una evolución morfo-tectónica pleistocena y una intensa actividad geodinámica externa en el reciente. El orden sucesivo de desarrollo es el siguiente (Fig. 9-III).

1.1 Tablazo Lobitos

Gran parte del Area Urbana está ocupada por esta unidad, la misma que se extiende prácticamente desde el Estuario de Virrilá hacia el este, constituyendo una superficie plana, suavemente ondulada y que se eleva desde los 8 m. hasta más de 12 m.s.n.m. Esta superficie configura un rasgo - geomorfológico destacable que caracteriza gran parte del desierto de Sechura, y representa el resultado del levantamiento andino durante el Cuaternario.

Su flanco oeste termina en un acantilado de 2 a 4 m. de desnivel, - bastante vertical, en donde se observa claramente la constitución litológica de esta unidad, conformada por coquinas, conglomerados conchíferos y -

calcoarenitas, cementadas por material calcáreo,

En superficie, el tablazo Lobitos se encuentra cubierto en gran parte por una delgada capa de material eólico, depósitos de valvas, así como por escasa vegetación consistente en arbustos. Estructuralmente constituye una gran pampa levemente inclinada hacia el mar.

1.2 Estuario de Virrilá

El Estuario de Virrilá constituye una antígua desembocadura del río Cascajal, actualmente obstruída por la inmensa acumulación de masas de arena en el sector oriental de las Salinas de Ramón.

Esta geoforma tiene una extensión total de cerca de 40 km., extendiéndose entre Parachique y las Salinas Zapallal, pero en el área del presente estudio comprende una corta porción, en la que se pueden diferenciar: la bocana y el cauce.

Durante la época de trabajos de campo (Febrero- Mayo 1977), en la parte central de la bocana se observó un banco de arena de 300 por 250 m., producto de acumulación reciente, pues no aparece en fotografías aéreas de la zona tomadas el año 1974. Esta deposición que indica una forma primaria del desarrollo de una flecha, podría en caso de incrementarse obstruir el cauce y transformarlo en una laguna.

El cauce del estuario que en la actualidad está en proceso de colmatación por el aporte de arenas migratorias provenientes del sur, es objeto de la entrada de aguas del mar hacie el este y también receptor de aguas del río Piura en las épocas de inundación por efectos de intensas avenidas; en su desembocadura se presentan terrenos bajos sujetos a efectos de inundación en épocas de alta marea.

Hacia el lado oriental el cauce está limitado por escarpas empinadas labradas en el Tablazo Lobitos, siendo probable que el desarrollo del curso inferior del antíguo río Cascajal estuvo controlado por la existencia de una fractura.

A ambos lados del Estuario de Virrilá y limitando la ribera marina, se pueden distinguir dos zonas de terrenos bajos y que son:

- Zona de Alta Marea, bordeando los extremos opuestos de la bocana del Estuario de Virrilá se ha diferenciado la zona de alta marea que constituye una faja de inundación periódica durante las oscilaciones producidas por el flujo y reflujo de las mareas.

Esta zona comprende terrenos hasta la cota 1 m. siendo el área abarcada variable pues está en función de la altitud de la zona. La superficie constituída por depósitos de arenas muy finas, así como limos y arcillas salobres, se encuentra constantemente húmeda. En la línea litoral, las altas mareas son limitadas por la presencia de cordones litorales.

- Zona inundable, en ambos lados del Estuario de Virrilá desde la cota 1 hasta la cota 3 m., se ha diferenciado una faja de terreno que sujeta a

inundaciones, no sólo como consecuencia de las crecientes de las aguas del río Piura en épocas de avenidas consideradas, sinó también por movimientos excepcionales de las mareas, y originando en consecuencia suelos de alta salinidad y constitución areno-limosa y carentes de vegetación debido a su naturaleza salitrosa.

Geomorfológicamente, constituye superficies planas, húmedas, con pendientes bastante débiles hacia el cauce del Estuario de Virrilá, de dimensiones variables de acuerdo a su cota y la configuración del terreno.

1.3 Cordón Litoral

En la región del presente estudio los cordones litorales están constituídos por promontorios de arena en forma alargada, distribuídos a lo largo de la ribera marina, a excepción de la desembocadura del Estuario de Virrilá. Se extiende con ancho variable desde la zona de marea hacia el interior; así en el extremo sur (Parachique) tienen más de 900 m. rediciéndose cerca a la desembocadura a menos de 100 m. y alcanzando su mayor altura de 3.20 m. en la parte central. Están conformados exclusivamente por arenas del mar, restos de valvas, e invadido parcialmente por médanos y dunas, que se acumulan en sus márgenes o a veces llegan a coronar los ejes. Estas acumulaciones de arena son propias de playas en litorales de emersión, con una ribera de pendiente suave y activo movimiento de arena por efecto de migración.

El proceso de desarrollo de los cordones litorales está ampliamente discutido en el Volumen II "Geología de la Región de Bayóvar " Escala 1:50,0000.

1.4 Marismas

El área denominada así se extiende hacia el norte de la bocana de Virrilá, a manera de una faja alargada limitada entre el cordón litoral y la escarpa de abrasión del Tablazo Lobitos.

Geomorfológicamente, representa una superficie llana y baja (con cotas positivas o negativas comprendidas desde - 1m. a 1m.), incrementado por montículos de arena y también por los médanos, y protegida de la invasión de las aguas del mar por el cordón litoral. Dentro del Area Urbana cubre una extensión con más de 3,500 m. de largo por 900 m. de ancho aproximadamente conformada por terrenos saturados de agua proveniente de infiltraciones marinas y continentales, originándose en ciertas épocas del año suelos pantanosos, constituídos por arenas, conglomerados finos,restos de valvas y evaporitas.

1.5 Montículos de Arena

Modificando el paisaje de la zona de marismas se observa pequeños montículos de arena, como resultado de la estabilización o destrucción de barcanes por desbordes del río Piura en el tramo de Sechura.

Estos montículos de arena son de dimensiones pequeñas y una de las mayores tiene 350 m. de largo por 50 m. de ancho y su altura apenas sobrepa

sa 1 m. ; generalmente son de forma alargada y están orientados de sur a - norte siguiendo la dirección de los vientos.

1.6 Barcanes

Aportes de arena provenientes del mar como consecuencia de la deriva de playas, conjuntamente con material de tierra adentro son transportados por acción eólica y se presentan mayormente a lo largo de la faja litoral , desde la Bocana hasta el límite norte del Area Urbana, a manera de pequeñas acumulaciones de arena (barcanes pequeños) parcialmente con movimiento bastante lento por acción del viento de sur a norte. Geomorfológicamente, no revisten mayor importancia por sus reducidas dimensiones y por ser fenómenos transitorios.

1.7 Bancos de Arena

En la desembocadura del Estuario de Virrilá y sus inmediaciones se han acumulado depósitos transitorios de arena como consecuencia de la deriva de la playa y que tienden a modificar el rasgo geomorfológico de la zona.

Durante los trabajos de campo (Febrero - Mayo 1977) se notó en el - área la presencia de tres bancos de arena de forma alargada siguiendo la dirección de la playa. El primero y de mayor dimensión está adosado en el extremo norte de la desembocadura, en forma de una barra, tiene un ancho de 150 m. por 500 m. de largo, derivando la playa de Parachique hacia el oeste; el segundo, en el centro de la bocana, alcanza con 300 m. de largo por 250 m. de ancho y tiende a obstruir la desembocadura pues se encuentra muy próxima a los extremos; y el tercero ubicado en la margen izquierda del Estuario, tiene 300 m. de largo por 200 m. de ancho. Estas acumulaciones no pasan los 2 m. de altura, por lo que durante la pleamar se ven casi completamente cubiertos por el agua.

2. ESTRATIGRAFIA LOCAL

La unidad lito-estratigráfica más antigua expuesta en afloramientos e identificada por medio de perforaciones es la formación Miramar, de edad mio-pliocena. El Pleistoceno está representado por depósitos marinos (tablazos), mientras el Cuaternario reciente lo conforman cubiertas de arena tanto eólicas como marinas, producto de una intensa actividad geodinámica externa.

Las secciones estratigráficas y las columnas litológicas de subsuelo están representadas en la fig. 12-III, y las relaciones espaciales ilustradas en el block diagrama de la figura 11-III. El detalle de la litología se acompaña en las descripciones.

2.1 Formación Miramar

Sus afloramientos quedan restringidos a las partes bajas de la escarpa de abrasión que corta el tablazo Lobitos y que expone un grosor visible que no supera los 5 m. (secciones Sc-8, 9, 10); aunque en los pozos perforados no se ha logrado alcanzar la base de la formación, se estima que en

ciertos lugares su grosor es mayor de 40 m. (pozo 12-A).

La litología observada en afloramientos (secciones Sc- 8, 9 y 10) consiste en bancos de areniscas gris blanquecinas, de grano grueso a medio, escasamente diagenizadas, fuertemente pigmentadas con oxidaciones limoníticas y con marcada estratificación cruzada. El descenso de soluciones carbonatadas por lixiviación del tablazo marino ha producido por efectos de cementación, estructuras que semejan tallos. Las secciones Sc - 8 y Sc - 9 muestran una capa compacta de limonita blanca-beige y frágil que se intercala con las areniscas incompetentes.

Debido a la falta suficiente de diagenización, estos sedimentos son fácilmente objeto de deflación en las caras de las escarpas, lo que permite que el tablazo marino configure cornizas que al perder soporte se desarrollen fracturas de contornos, que son seguidos por el desplome de grandes bloques del Tablazo suprayacente. Por las mismas características físicas, las areniscas son perforadas por animales, en la construcción de sus madrigueras, hecho que facilita el desgaste por deflación.

En la esquina de la escarpa, debajo de la loma del Viejo, la formación Miramar ha sufrido un plegamiento monoclinal, donde la capa limolítica se ha comportado plásticamente al intruir diapíricamente a las capas de areniscas suprayacentes.

Aparentemente, los cinco últimos pozos perforados no han logrado cortar totalmente la formación, y uno de ellos el pozo 12-A atraviesa 41.15 m. de la unidad, lo que demuestra una mayor acumulación en la zona del Estuario de Virrilá, que contrasta con las secciones establecidas en los afloramientos de los sectores de Bayóvar, Pampa de los Hornillos y la Depresión Salina Grande (Ver Volumen II), localidades donde se han definido los topes de la formación y espesores máximos de 25 metros.

La lenticularidad de los niveles coquiníferos o areniscas duras (perforadas por litófagos) y la predominancia de laminaciones cruzadas en los paquetes poco cementados, hace que la correlación de las secciones sea bastante difícil. El block diagrama de la figura 11-III da una idea de las variaciones litológicas laterales y sus correlaciones.

Comparando las secciones estratigráficas de afloramientos con las columnas litológicas de pozos graficados en el block diagrama (Fig. 11-III), se nota que la formación está afectada por un ondulamiento, a consecuencia de una débil compresión Mio-pliocena. Como horizontes guías de correlación se han utilizado los paquetes compactos de areniscas duras y un nivel de limolita blanca-beige, que contrastan con la litología predominante. Los niveles más inferiores del pozo 12-A no pueden correlacionarse por no contarse con otras perforaciones de igual o mayor profundidad.

2.2 Tablazos Marinos

En discordancia angular sobre la formación Miramar yacen los depósitos marinos conocidos como tablazos. Desde el punto de vista estratigráfico,

se pueden reconocer dos depósitos pleistocénicos, separados por una discordancia erosional.

El depósito inferior, corresponde al Tablazo Talara y litológicamente está constituído por areniscas coquiníferas gris blanquecinas con restos faunísticos fosilizados consistentes principalmente en moldes internos y externos de lamelibranquios y gasterópodos, y también por areniscas arcósicas o bioclásticas, moderadamente cementadas por soluciones carbonatadas.

La sección superior pertenece al Tablazo Lobitos que yace en discordancia erosional sobre el Tablazo Talara o en algunos casos directamente sobre la formación Miramar. La unidad contrasta nítidamente con la secuencia inferior, pues consiste de coquinas duras con restos bien conservados de - Pecten ventricosus, Ostrea cf. O. megadón, Balanus concavus, Balanus cf. B. apertus, Balanus cf. B. laevis, Turritella goniostoma y demás formas comunes del Pleistoceno; la matriz es mayormente bioclástica y en menor proporción se presentan materiales cuarzo-feldespáticos, con un cemento predominantemente calcáreo.

Dada la abundancia de restos orgánicos, el Tablazo Lobitos puede - considerarse como fuente de provisión de materiales calcáreos para el Complejo Bayóvar.

2.3 Depósitos del Cuaternario Reciente

La cubierta sedimentaria reciente está compuesta por arenas marinas y eólicas, materiales cuyo mecanismo de acumulación ya ha sido descrito en los capítulos de geomorfología y geodinámica externa.

2.3.1 Depósitos Marinos

Los sedimentos marinos recientes están restringidos a la zona litoral baja, del frente del Tablazo Lobitos. Los más importantes son las marismas colmatadas, el cordón litoral, las arenas de playa y los bancos o islas de arena, éstas últimas son las formas más prominentes, como resultado de procesos geodinámicos ocurridos en tiempos recientes.

Los más antíguos, son los depósitos de marismas que consisten de - arenas húmedas salobres en las porciones superiores y lodos gris-plomizos - en los niveles inferiores, y cuya distribución queda restringida al área - comprendida entre el cordón litoral y el frente del tablazo. La humedad superficial por efectos de capilaridad y el contenido de yeso son factores determinantes que permiten la aprehensión de las arenas eólicas y la cohesión entre los granos. Se les puede definir como depósitos mixtos de orígen marino en permanente colmatación, sobreimpuestos por acumulación eólica.

El cordón litoral es una lomada conformada por pequeños montículos yuxtapuestos de arena ubicada en la faja litoral que bordea la bahía de Sechura, interrumpida solamente en las bocanas de Virrilá y San Pedro. Litológicamente consiste de arenas de fondo transportadas hacia tierra firme, poco cohesionadas, donde el desarrollo de vegetación herbácea principalmente Boherhavia vebenacea, Verbena litoralis, Enphorbia serpens, etc., impide su

destrucción por efectos de deflación.

El cordón litoral dentro de la zona de estudio tiene un ancho promedio de 250 m., ocurriendo en el extremo sur de la bocana su mayor ensanchamiento que alcanza a 700 m., en tanto que en el extremo norte del área se reduce a 100 m., este desarrollo anormal queda explicado por la yuxtaposición de varios cordones y el crecimiento de montículos de arena en los flancos.

Las playas recientes constituyen la fuente principal de arenas eólicas que suministran materiales en forma contínua a los barcanes y mantos de arena que migran hacia el norte.

Los bancos o islas de arena, conjuntamente con el desarrollo de salientes, son las formas más recientes de la deriva del litoral en la zona de la Bocana de Virrilá. Consisten en prominencias como resultado de arenamiento por efecto de corrientes litorales que transportan materiales de fondo hacia el norte.

2.3.2 Depósitos Eólicos

Los depósitos eólicos están representados por barcanes y mantos delgados de arena. Entre los barcanes se pueden distinguir los estabilizados por vegetación, emplazados sobre las marismas y por tanto más antígua que éstas y aquellos que se encuentran en el extremo norte del poblado de Parachique, en proceso de formación y migración, pero que indefectiblemente tienden a volver al mar. Los mantos de arena son capas delgadas de ese material, en proceso de movimiento.

3. GEODINAMICA EXTERNA

Las áreas sindicadas para el uso del Centro Urbano Bayóvar (II A) y Acondicionamiento Pesquero de Parachique (II C), están asentadas sobre la margen derecha y en el sector inferior del curso del Estuario de Virrilá.

Desde el punto de vista de Geodinámica Externa se han estudiado los fenómenos que podrían afectar el área y que son los siguientes:

3.1 Inundaciones

Hacia la parte oeste de la zona de estudio, el Estuario de Virrilá ocasiona en sus márgenes, que son llanas y bajas, áreas de inundación diaria por efecto de las mareas.

En la parte oeste del área, a partir de Parachique y a lo largo de la línea de playa, la formación del Cordón Litoral ha originado zonas de marismas que se extienden hasta la base de la escarpa del tablazo, formando terrenos pantanosos y salitrosos, inconvenientes para obras.

3.2 Erosión del Estuario de Virrilá

El Estuario de Virrilá presenta una margen izquierda relativamente estable en contraposición a la derecha que se encuentra afectada por un acti

vo proceso de erosión; esta diferenciación es debida en parte a que el nivel de aguas del estuario, en la margen izquierda está en contacto con los sedimentos del tablazo Lobitos, sumamente compactos y duros, mientras que en la margen derecha encuentra niveles de arenas sin cohesión correspondientes a la formación Miramar, a los cuales erosiona fácilmente dejando cornizas en el tablazo, que luego se desploman por gravedad. Otro factor de gran incidencia en la erosión son los fuertes vientos de la zona, los que contribuyen por deflación al acentuamiento del fenómeno.

3.3 Licuefacción de Arenas

La columna litológica del área urbana presenta en su parte superior, competentes sedimentos del tablazo Lobitos, con un espesor promedio de 4 m. a los que infrayacen sedimentos arenáceos de escasa o ninguna cohesión correpondientes a la formación Miramar, con potencia mayor de 40 m.

En la localidad de Lomo del Viejo, en el tablazo Lobitos se aprecia tres fracturas rellenas de arena de idéntica naturaleza a las de la formación Miramar, a modo de diques cerrados hacia la parte superior, lo que permite suponer que bajo ciertas condiciones dinámicas y por presión se produjo una inyección de arenas de la formación Miramar hacia el tablazo Lobitos, como consecuencia de la licuefacción de arenas por acción de movimientos sísmicos, lo cual debe tenerse en cuenta para que se efectúen las investigaciones geotécnicas pertinentes en el caso de que se precisen fundaciones para instalaciones pesadas.

3.4 Sedimentación Litoral Actual

Si bien este fenómeno de geodinámica externa se produce fuera del área a que corresponde este capítulo, es de interés mencionarlo por cuanto su ocurrencia tiene repercusión directa sobre potenciales obras portuarias.

Por efecto de la deriva de playas, se está produciendo una activa sedimentación en el litoral, hecho fácil de comprobar si se observa fotografías aéreas del año 1974, que no indican la presencia de un banco de arena de aproximadamente 300 por 250 m, ubicado en la bocana del estuario, y cuya tendencia a su incremento puede en un mediano plazo obstruir parcial o totalmente el desagüe del estuario, incrementando las dificultades ya existentes para el desembargo de la pesca, que sólo es posible durante la alta marea; además con la posibilidad de la reactivación del antiguo dren del estuario hacia las zonas bajas que se extienden hasta punta Vichayo, abarcando la zona norte del terminal aéreo y este del Area Industrial.

4. ZONIFICACION GEOLOGICA

En base a las diferentes observaciones geológicas realizadas, se puede considerar en el Area Urbana cinco rangos de zonas geológicas en función de las obras a desarrollarse:

- Zona I: es recomendable ejecutar pruebas geofísicas, para dilucidar el comportamiento sísmico de los estratos de arenas poco cohesionadas de la formación Miramar, infrayacente al tablazo Lobitos. Consideramos a esta zona

litológicamente buena en su nivel superior, como de primera categoría para obras de urbanismo, exceptuando el conjunto presentado en el plano geomorfológico (Fig. 9-III) de la zona II, dejando establecido.

- Zona II: corresponden a esta zona la franja de 200 m. colindante con la escarpa oriental del tablazo Lobitos, en la cual se está desarrollando un activo proceso de erosión diferencial en estratos arenosos de la formación Miramar, infrayacente; debido a la baja cohesión de estos estratos, queda sin sustento el tablazo produciéndose agrietamientos y desplomes.

- Zona III: Hacia el norte del Estuario de Virrilá, el litoral ofrece condiciones similares de seguridad física ante fenómenos de inundación masiva, que no permiten ofrecer alternativas para el cambio de ubicación de las zonas de acondicionamiento pesquero propuestos, y, a que históricamente sólo tiene referencias de la ocurrencia de efectos tsunamis hasta Puerto Eten - (Lambayeque), en el norte del litoral peruano, se considera a esta zona como apta para el desarrollo de esta actividad.

- Zona IV: la zona de marismas indicada en el flanco geomorfológico no se considera idónea para el desarrollo de obras civiles, por la naturaleza de sus suelos y las condiciones de saturación que ofrecen.

- Zona V: comprende el área del Estuario de Virrilá con sus zonas inundadas o inundables, las que por razones obvias no son aptas para construcciones.

5. DISCUSIONES

- La presencia de dos niveles de coquinas, uno inferior en avanzado estado de fosilización, constituído mayormente por moldes y otro superior, compuesto por coquinas con formas bien conservadas, separados entre sí por una discordancia erosional, indica la superposición de 2 tablazos en el sentido estratigráfico, siendo el inferior probablemente el Tablazo Talara superior, mientras el superior es necesariamente el Tablazo Lobitos. Este hecho se explica asumiento que la coquina inferior constituye resto de la plataforma - de mar adentro, que durante la emersión dió inicio al Tablazo Lobitos, cuya superficie fué desgastada considerablemente antes de la deposición del tablazo más jóven.

- El pozo perforado en la parte baja del antíguo acantilado de Parachique, así como el que se practicó en Matacaballo no han atravesado ningún material de tablazo, lo cual corrobora la interpretación de que la escarpa que bordea el Tablazo Lobitos entre Sechura y la Bocana de Virrilá es producto de abrasión y en ningún caso se ha producido por efecto de fallamientos. Esta escarpa de abrasión se extiende por el sur hasta punta Vichayo.

CONCLUSIONES

A. La margen derecha del Estuario de Virrilá se encuentra en proceso activo de erosión a causa de la saturación de los niveles arenosos de la formación Miramar durante las altas mareas de por efectos de deflación que socava estos horizontes , dejando expuesto el tablazo Lobitos a manera de cornizas , que posteriormente se desploman por falta de sustentación.

B. La parte norte del área de estudio presenta una zona de marismas comprendida entre el cordón litoral y el frente del tablazo, con suelos pantanosos y salitrosos no convenientes para la construcción de obras.

C. La secuencia litológica del área urbana presenta en la parte superior el tablazo Lobitos de buenas condiciones para las cimentaciones; sin embargo , la formación Miramar infrayacente compuesta principalmente por arenas poco cohesionadas y la presencia de diques clásticos de arena en la localidad de Lomo de Viejo, hacen presumir que bajo condiciones de movimientos sísmicos ocurran probablemente fenómenos de licuefacción de arenas lo cual debe tenerse en cuenta para la formulación de un programa de investigaciones geotécnicas.

CH. Las acumulaciones de arenas que se están produciendo en la desembocadura del estuario de Virrilá limitan el desembarco de los productos pesqueros a las horas de alta marea; y teniendo este fenómeno tendencia a incrementarse, no es conveniente realizar en el área inversiones en obras relacionadas a esta actividad.

* * * * * *

APENDICE ESTRATIGRAFICO

POZO N°9

Cuaternario Marino Reciente	GROSOR (metros)
1.- Arena suelta gris clara de grano fino a medio, con abundantes fragmentos conchíferos y gravas redondeadas de Qz. y cuarcita.	0.60
2.- Arena gris clara de grano fino a medio, bastante friable, con algunos restos conchíferos fragmentados.	7.76
3.- Arena gris clara de grano medio a grueso, friable; y apariencia lenticular.	0.41
4.- Arena gris clara de grano fino a medio , friable, con algunos restos conchíferos fragmentados y clastos subredondeados en la base.	1.48
Total Cuat. Marino Rec.	10.25
---------- DISC. ANG.----------	
Formación Miramar	
5.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, friable, parcialmente pigmentada por oxidaciones limoníticas.	1.91
6.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, friable, pigmentada parcialmente por oxidaciones limoníticas.	0.10
7.- Limolita blanco grisácea a verdosa, ligeramente arcillosa, untuosa, con oxidaciones limoníticas confinadas a fracturas y a algunos planos de estratificación.	0.76
8.- Arenisca gris clara a amarillenta de grano fino a medio , friable, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	0.34
9.- Arenisca blanquecina de grano medio a grueso, algo tobácea, con matriz areniscosa fina de cemento calcáreo, ligeramente friable. Hacia la base incluye fragmentos areniscosos de grano fino, sumamente duros y con estructura "nido de almejas".	0.77
Total Fm. Miramar	3.88

POZO N°10

Tablazo Lobitos	
1.- Arenisca coquinífera blanca grisácea de grano medio a grueso, matriz bioclástica y cemento calcáreo, friable, con abundantes restos fragmentados de conchas corrugadas y balanos	1.00

	GROSOR (metros)
2.- Arenisca coquinífera gris blanquecina de grano medio a grueso, matriz bioclástica y cemento calcáreo, ligeremente friable, con moldes y restos de conchas mal conservadas, algunos clastos de cuarzo y cuarcita en la base.	2.34
Total Tab. Lobitos	3,34

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Miramar

3.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, subanguloso a subredondeado, estructura masiva, friable, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	1.80
4.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, subanguloso - poco friable, estructura masiva, con abundantes pigmentaciones de oxidación limonítica e intercalaciones delgadas de limolitas grises.	0.91
5.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, subanguloso , friable, estructura masiva, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	5.69
6.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, subanguloso, cemento calcáreo, ligeramente friable, estructura masiva, con restos conchíferos fosilizados y clastos pequeños de rocas - del basamento.	1.26
7.- Arenisca gris clara de grano fino, subanguloso, algo friable, estructura masiva, con algunas pigmentaciones de oxidación limoníticas.	1.00
8.- Arenisca gris clara a amarillenta de grano fino, cemento silícico, bastante dura, estructura masiva.	1.29
9.- Arenisca gris clara a amarillenta de grano muy fino, ligeramente friable, esturctura masiva, escasamente pigmentada - con oxidaciones limoníticas.	1.86
10.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, subanguloso , friable, estructura masiva y escasas pigmentaciones de oxidación limonítica.	2.85
Total Fm, Miramar	16.66

POZO N°11

Tablazo Lobitos

1.- Arena blanco grisácea de grano medio a grueso, con matriz calcoareniscosa de cemento calcáreo, friable, con fragmentos conchíferos y clastos subangulosos de cuarzo y cuarcita.	0.50
2.- Arena blanco grisácea de grano medio a grueso, con matriz areniscosa fina de cemento calcáreo, friable, con algunos fragmentos conchíferos y escasos microclastos de rocas del basamento	0.80

	GROSOR (metros)
3.- Arena conclomerática blanco grisácea, friable.	0.67
4.- Arena grisácea de grano medio a grueso, ligeramente conglomerática, friable, con restos conchíferos triturados y algunos clastos subangulosos a subredondeados de cuarzo y cuarcita.	0.18
5.- Arena gris clara de grano medio a grueso, con matriz arenosa fina y cemento calcáreo, friable, con fragmentos conchíferos triturados y algunos clastos subangulosos hasta 1 cm. de rocas del basamento. En algunos niveles se hace más gruesa y seleccionada.	2.50
6.- Conglomerado grisáceo con matriz areniscosa de grano medio, de cemento calcáreo, escasamente friable, con restos conchíferos triturados y clastos subredondeados a subangulosos - de cuarzo y cuarcita. Se intercala una capa de 5 cm. de arenisca gris clara a amarillenta de grano medio y cemento silíceo, bastante dura.	0.65
Total Tab. Lobitos	5.30
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
7.- Arenisca gris clara a verdosa de grano fino subanguloso a subredondeado, friable y de estructura masiva.	3.65
8.- Arenisca gris clara a amarillenta de grano fino a medio , friable y de estructura masiva, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	3.51
9.- Arenisca limosa gris clara a amarillenta de grano fino y estructura masiva, con algunas pigmentaciones de oxidación limonítica.	0.64
10.- Arenisca gris clara a amarillenta, de grano fino y cemento silíceo, bastante dura y de estructura laminar, con algunos puntos diseminados de oxidaciones limoníticas.	0.10
11.- Arenisca gris clara de grano fino, subanguloso, friable, intercalada con capitas de areniscas limosas. Parcialmente - pigmentadas con oxidaciones limoníticas.	1.25
12.- Arenisca gris clara a amarillenta de grano fino a medio subanguloso, friable, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	0.57
13.- Limolita blanco grisácea, algo arcillosa, ligeramente - plástica y untuosa, parcialmente pigmentada con oxidaciones - limoníticas y puntos de oxidaciones manganésicas.	0.80
14.- Arenisca gris clara de grano fino, subanguloso a subredondeado, friable, estructura masiva, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas. Se intercalan capitas de areniscas blanco-grisáceas de grano fino, ligeramente tobáceas.	8.13
Total Fm. Miramar	18.65

POZO N°12

Tablazo Lobitos	GROSOR (metros)
1.- Arenisca coquinífera blanquecina de grano grueso, compuesta por restos triturados conchíferos, en matriz bioclástica - fina.	0.10
2.- Coquina blanco grisácea, dura, mayormente constituída por restos de conchas corrugadas, en matriz areniscosa bioclástica de cemento calcáreo.	1.17
3.- Arenisca coquinífera blanco-cremosa de grano grueso, ligeramente friable, en matriz calco-areniscosa de cemento calcáreo.	0.23
4.- Coquina gris clara a blanquecina, ligeramente friable, en matriz areniscosa de cemento calcáreo.	0.50
5.- Arenisca coquinífera, blanco cremosa de grano grueso, poco friable, en matriz calcoareniscosa de cemento calcáreo.	0.40
6.- Coquina gris clara, sumamente dura, en matriz areniscosa de cemento calcáreo.	0.45
Total Tab. Lobitos	2.85

---------- DISC. ANG. ----------

Formación Miramar	
7.- Arenisca gris blanquecina de grano fino, sumamente friable, estructura masiva.	1.76
8.- Arenisca cuarzosa gris clara de grano medio a grueso, subangulosa a subredondeado, friable y ligeramente microconglomerática en la base.	0.29
9.- Arenisca gris clara a verdosa, de grano fino, ligeramente limosa, friable, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas; hacia la base grada a limolitas gris a verdoso claro.	
10.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, friable, bastante pigmentada con oxidaciones limoníticas.	0.55
Total Fm. Miramar	2.60

POZO N°12 A

Tablazo Lobitos	
1.- Coquina blanca grisácea, compuesta por fragmentos de conchas corrugadas, en matriz calcoarenosa, y cemento calcáreo.	1.00
2.- Arenisca coquinífera gris clara a blanquecina, de grano - grueso, abundante contenido conchífero triturado, en matriz - calcoarenosa, de cemento calcáreo, grada en ciertos niveles a coquina dura, de matriz areniscosa y cemento calcáreo.	1.50

	GROSOR (metros)
3.- Arenisca gris clara a blanquecina, de grano fino, friable, con algunos restos fragmentados de conchas y algunos clastos de cuarzo y cuarcita.	0.35
Total Tab. Lobitos	2.85
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
4.- Arenisca gris clara, de grano fino, friable y de estructura masiva.	1.95
5.- Arenisca gris clara a amarillenta, de grano fino, friable, estructura masiva, sumamente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	0.36
6.- Limolita gris clara a verdosa, con algunas pigmentaciones de oxidación limonítica. Hacia el piso incluye una capita delgada de arenisca limosa de grano fino, friable.	0.80
7.- Arenisca gris clara de grano fino a medio, subanguloso, friable, estructura masiva, fuertemente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	6.87
8.- Coquina fosilizada gris clara, en matriz areniscosa de cemento calcáreo, con algunos clastos redondeados de cuarzo y cuarcita.	0.34
9.- Arenisca gris clara a verdosa de grano fino a medio, subanguloso, friable, estructura masiva, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas.	8.25
10.- Arenisca grisácea de grano fino, muy dura, cemento silíceo, destacándose algunas oquedades rellenadas de arenisca amarillenta de grano fino.	0.26
11.- Arenisca gris blanquecina, ligeramente limosa, de grano muy fino, dura, algo friable, estructura laminar, escasamente pigmentada por oxidaciones limoníticas.	1.13
12.- Arenisca gris clara de grano fino, subanguloso, friable, estructura masiva, pigmentaciones de oxidación limonítica.	2.25
13.- Arenisca grisácea de grano fino a medio, subanguloso, friable, estructura masiva, ausencia de pigmentaciones limoníticas.	3.70
14.- Arenisca grisácea de grano fino y cemento silíceo, dura, estructura masiva, con algunos pequeños restos vegetales y puntillos pequeños de oxidación limonítica.	0.80
15.- Arenisca limosa micácea de grano muy fino, ligeramente friable, estructura laminar.	0.95
16.- Arenisca micácea de grano fino, subanguloso, algo friable, estructura masiva, buena proporción de mica.	5.34

	GROSOR (metros)
17.- Arenisca cuarzosa gris blanquecina, de grano fino y silícico, y dura.	0.07
18.- Limolita gris clara a verdosa, algo frágil, en capas delgadas con algunas intercalaciones laminares de arenisca cuarzosa de grano fino.	0.68
19.- Arenisca micácea grisácea de grano fino, subanguloso, moderadamente friable y estructura masiva.	0.80
20.- Limolita gris clara a verdosa, algo frágil, en capas delgadas con intercalaciones laminares de areniscas cuarzosas de grano fino.	2.25
21.- Arenisca cuarzosa gris clara de grano fino y cemento silícico muy dura.	0.14
22.- Arenisca grisácea de grano fino, ligeramente friable y estructura laminar, con algunos niveles ligeramente limosos y escasas capitas de limolita.	1.53
23.- Arenisca cuarzosa grisácea de grano muy fino y cemento silícico, dura y de estructura masiva.	0.90
24.- Arenisca limosa grisácea, de grano fino a muy fino, ligeramente friable, de estructura laminar, con algunas intercalaciones laminares de areniscas cuarzosas.	1.03
25.- Arenisca micácea grisácea, de grano fino, subanguloso, moderadamente friable, estructura laminar.	0.75
Total Fm. Miramar	41.15

SECCION - Sc 8

Parachique - 500 m. antes de Parachique

(Margen derecha de Virrilá)

	GROSOR (metros)
Tablazo Lobitos	
1.- Coquina blanco grisácea, formada por caparazones de ostreas, pectínidos, balanos, regularmente conservados en matriz bioclástica areniscosa, de cemento calcáreo.	3.00
Tablazo Talara	
2.- Arenisca coquinífera blanco grisácea, algo friable, con abundantes fragmentos coquiníferos mal conservados, masiva, algunas pigmentaciones de oxidación limonítica.	1.00
3.- Arena gris blanquecina de grano fino a medio, estructura masiva, pocos fragmentos conchíferos regularmente conservados, escasas pigmentaciones de oxidación limonítica.	1.00
4.- Arenisca coquinífera gris blanquecina de grano medio a friable, estructura masiva, abundantes restos conchíferos mal conservados, parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas. Hacia los niveles inferiores adquiere incipiente estratificación cruzada y se hace ligeramente conglomerática.	3.00
Total Tab. Marinos	8.00
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
5.- Yeso ligeramente pigmentado por oxidación limonítica.	0.10
6.- Limolita blanca grisácea, escasamente frágil y friable, estratificación delgada, parcialmente pigmentada por oxidaciones limoníticas.	3.50
Total Fm. Miramar	3.60

SECCION - Sc 9

Punta Parachique

Tablazo Lobitos	
1.- Coquina blanco grisácea, compuesta por caparazones de ostreas y pectínidos, en matriz bioclástica de cemento calcáreo.	2.50
Tablazo Talara	
2.- Arenisca blanco grisácea de grano medio, friable, masiva, abundantes restos conchíferos fragmentados, escasos clastos pequeños subredondeados de cuarzo y cuarcita. VP - 79	0.80
Total Tab. Marinos	3.30

	GROSOR (metros)
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Miramar	
3.- Arenisca gris clara de grano medio a fino, friable, ligera estratificación cruzada, fuertemente pigmentada por oxidaciones limoníticas, porciones endurecidas por soluciones carbonáticas que le dan un aspecto nodular o amigdaloide por efecto de la erosión diferencial del viento,	1.10
4.- Limolita blanca beige, escasamente frágil y friable, estratificación delgada parcialmente pigmentada por oxidaciones limoníticas.	
VP - 80	1,50
5.- Arenisca gris blanquecina de grano medio, friable, y mal estratificada,	
VP - 81	0.70
Total Fm. Miramar	3.30

SECCION - Sc 10

Corte Carretra Parachique (autopista)

Tablazo Lobitos	
1.- Arenisca coquinífera blanco grisácea de grano medio a grueso, con abundantes fragmentos de ostreas y pectínidos, en matriz bioclástica, de cemento calcáreo.	
VP - 82	1.50
2.- Coquina gris clara, dura, compuesta por abundantes restos medianamente conservados de ostreas, pectínidos y turritelas , en matriz bioclástica de cemento calcáreo.	
VP - 83, VP - 84	2.50
Tablazo Talara	
3.- Arenisca gris blanquecina de grano fino a medio y estructura masiva, con abundantes restos conchíferos fragmentados - principalmente de lamelibranquios.	
VP - 85	1.10
Total Tab. Marinos	5.10

	GROSOR (metros)
---------- DISC. ANG.----------	
Formación Miramar	
4.- Arenisca gris blanquecina de grano medio a fino, bastante friable, estratificación cruzada, fuertemente pigmentada por oxidaciones limoníticas. Las soluciones carbonáticas lixiviadas del tablazo han cementado porciones areniscosas cilíndricas, a veces nodulares, que destacan en las paredes del acantilado por efecto de la erosión diferencial provocada por el viento.	2.00
Total Fm. Miramr	2.00

CAPITULO IV - AREA DEL AEREOPUERTO

El área ID, asignada en el plano de acondicionamiento territorial - para uso de terminal aéreo, comprende un rectángulo de 3,400 x 600 m. orien tado en dirección sureste - noroeste, ubicado sobre las superficies planas del tablazo de la margen izquierda del Estuario de Virrilá (Fig. 1-III).

El estudio de esta zona, se ha enfocado sólo desde el punto de vista geomorfológico y de geodinámica externa, por cuanto su geología sumamente monótona no aporta mayor información para los efectos del trabajo.

1. GEOMORFOLOGIA

El área del Aereopuerto está delimitada por un rectángulo(Fig13-III) ubicado en la profundidad occidental del Area Industrial, razón por la que presenta las mismas características geomorfológicas de la Cuenca Sechura ya descritas en este volumen.

Dentro de la zona de estudio se ha diferenciado, por sus caracterís ticas propias y distintivas, las siguientes unidades geomorfológicas (Fig. 13-III).

1.1 Tablazo de Lobitos

Este relieve constituye la morfología dominante en más del 75% del área, constituye una superficie bastante plana, tapizada por una delgada ca pa de arena eólica.

Geológicamente, está compuesta por coquinas o lumaquelas conglomerá dicas bastante diagenizadas, con formas faunísticas no fosilizadas.

1.2 Estuario de Virrilá

Este rasgo geomórfico se encuentra en la proximidad noreste del área (Fig. 13-III) y constituye la margen suroeste de la unidad geomórfica regio nal denominada Estuario de Virrilá (Veáse Volumen II) , delimitada por una escarpa de 6 m. , desarrollada en el tablazo Lobitos.

Dentro del área de estudio, gran parte de esta unidad está consti-- tuída por el espejo de agua del estuario y en segundo lugar, por una estrecha franja de terreno de forma alargada, constituída por arenas y limos bas tante salitrosos y en constante humedad, inundable durante la pleamar, por lo que superficialmente configura un terreno plano suavemente inclinado hacia el estuario, desarrollado en cotas que varían entre 0 y 1 m.

1.3 Marismas

Se encuentra desarrollada en el extremo norte del área, constituyen do la prolongación de la zona de marismas del Area Industrial. Conforma una

pequeña depresión limitada por el lado suroeste y noroeste por escarpas de 3 metros labrados en el Tablazo Lobitos. Tiene forma alargada, con una longitud de 1,800 m. y ancho que varía entre 150 y 750 m., su sección más angosta se encuentra en el límite con el Estuario de Virrilá.

Topográficamente es una superficie plana, con leve inclinación hacia el suroeste, constituída por terrenos húmedos, de arenas salitrosas con restos orgánicos marinos.

1.4 Barcanes

Esta unidad se encuentra en el límite norte del área de estudio y representa una pequeña acumulación eólica sobre el Tablazo Lobitos, cubriendo una superficie de forma alargada de 500 m. de largo por 100 m. de ancho, orientada hacia el noreste.

Está constituída por un manto de arena con pequeñas dunas de 2 a 3m. de alto con sus típicas formas de media luna, bastante simétricas, unas en proceso de destrucción al encontrarse retenidas por vegetación y otras en migración.

2. GEODINAMICA EXTERNA

La zona del Terminal Aéreo está representada en un 85% por la planicie sedimentaria del tablazo Lobitos, comenzando desde el extremo sur presenta una superficie uniforme en los primeros 2,500 m. desde los cuales y en 300 m. adicionales comienza a descender con una pendiente moderada de 5% para rematar en una escarpa del tablazo, que en esta zona se encuentra interrumpida por una zona de marismas de 500 m. promedio de ancho, limitada hacia el norte por otra escarpa que marca la continuidad del Tablazo Lobitos.

Desde el punto de vista de geodinámica externa, la zona presenta en los últimos 900 m. de la parte noroeste, la destrucción del tablazo Lobitos a consecuencia de zonas de debilidad, generadas por erosión de los sedimentos arenosos de la formación Miramar que infrayace, las cuales facilitan el desplome gravitacional del tablazo, dando lugar al ramal del Estuario que íntegramente descargaba sus aguas a las pampas bajas que se prolongan hasta Punta Vichayo.

Consideramos que el área asignada para el aereopuerto puede utilizarse confiablemente desde el punto de vista geológico en los primeros 2,500 m. no siendo recomendable el uso de los 900 m. restantes de la parte norte (zona en rojo en el plano geomorfológico) en razón de la variación del relieve y la presencia de marismas.

En todo caso el área del futuro aeropuerto podría prolongarse en sentido sureste para compensar la extensión superficial restringida y cubrir así las necesidades del proyecto.

En cuanto a las acumulaciones de arenas eólicas por razones de relieve y ambientales, ellas no son significativas, constituyendo una zona de tránsito fugaz del material al no encontrar condiciones favorables para su deposición, más aún con la construcción de la pista de aterrizaje en dirección casi transversal a la dirección de vientos predominantes.

CAPITULO V - AREA DE MATACABALLO

El área de Matacaballo (II C), sindicaba al igual que Parachique y Chuyillachi como probables zonas de Acondicionamiento Pesquero, constituye un rectángulo de 1,100 m. por 1,000 m., ubicado en la ribera marina del sur oeste de Sechura (Veáse Fig. 1-III). En ella se han desarrollado observaciones geomorfológicas, de geodinámica externa y estratigrafía, esta última en base a información proporcionada por el control de la perforación del pozo N°13, pues en el área no hay exposición de afloramientos.

1. GEOMORFOLOGIA

Desde el punto de vista geomorfológico (Fig. 14-III) el Area de Matacaballo presenta las características de la zona baja de Parachique y Chulliyachi, en la que se reconocen las siguientes unidades:

1.1 Cordón Litoral

El cordón litoral del área de estudio es una estrecha franja de terreno que se prolonga paralelamente a la línea de costa, con un ancho que varía de 3 a 8 m. y una altura máxima de 2 m.

Litológicamente está constituído por acumulaciones de arenas, y restos bioclásticos fijados por la humedad del terreno, así como por la vegetación herbácea.

1.2 Marismas

Adyacente al lado oriental del cordón litoral, se reconoce una gran zona húmeda, algo pantanosa, que se extiende por el este hasta la escarpa del Tablazo Lobitos fuera del área de estudio.

Configura una llanura cuyas cotas varían entre 0.45 y 0.86 m., donde las aguas de filtración tanto marinas como fluviales le asignan en ciertas épocas del año un carácter pantanoso, con desarrollo de pequeñas lagunas y charcas, principalmente en las áreas de cotas negativas. Su suelo está constituído generalmente por arenas húmedas, arcillas y limos, con depósitos de evaporitas en delgadas costras que le otorgan una consistencia considerable.

1.3 Barcanes

Los barcanes se han acumulado sobre las marismas, con cotas sobre el nivel del mar, tienen formas alargadas dispuestas según la dirección del viento predominante en esta zona, es decir de sur - norte.

Las mayores acumulaciones de barcanes se encuentran en el extremo adyacente al cordón litoral, donde alcanzan una altura máxima de 2.76m.s.n.m.

1.4 Zona de Mareas

La zona de mareas es una estrecha franja litoral de aproximadamente 20 metros de ancho, limitada entre la base del cordón litoral y la línea de baja marea constituída por arenas playeras con fragmentos bioclásticos , que presenta una pendiente suave, cuya inclinación varía entre 10° y 15° hacia el mar.

2. ESTRATIGRAFIA

En el Area de Matacaballo a excepción de materiales sueltos recientes, que conforman el cordón litoral, barcanes y cubiertas mixtas de colmatación, no se cuenta con afloramientos de rocas terciarias ni pleistocenas. Sin embargo, el pozo 13 perforado alcanzó la formación Zapallal a los 8 m. de profundidad, y sólo en base a la litología registrada se describe la estratigrafía del área.

2.1 Formación Zapallal

En el subsuelo de Matacaballo, se ha logrado reconocer 3.32 metros de la sección superior de la formación Zapallal, según el pozo N°13 perforado.

La litología de los niveles más profundos consisten en capas delgadas de diatomitas areniscosas, de tonalidad blanco-verdosa, muy frágiles y livianas, dispuestas en finas laminaciones. Las capas están cruzadas por grietas rellenadas con arenas de grano medio, poco diagenizadas en ciertos casos.

Los niveles superiores están conformados por dos capas de areniscas grises de grano medio a grueso, finamente laminadas, algo sueltas, separadas por un paquete de 1.64 m. de diatomitas blanquecinas moderadamente frágiles y livianas.

En el subsuelo del lado oriental, probablemente se encuentre la formación Miramar en discordancia sobre la formación Zapallal, puesto que estas relaciones se observan en afloramientos cercanos al Area de Matacaballo.

2.2 Depósitos Marinos Recientes

La cubierta cuaternaria está constituída por depósitos de arenas de mar, transportadas y depositadas por agentes tanto marinos como eólicos.

Los depósitos marinos están representados por las arenas de playa reciente, el cordón litoral y las marismas; mientras los mantos eólicos están en la forma de barcanes en movimiento y cubiertas delgadas de arena, las que a su vez incrementan la colmatación de las áreas de marismas.

El Pozo 13 de Matacaballo, cruzó 8 metros de este manto y registra arenas sueltas de grano medio, que incluyen restos conchíferos poco conservados y clastos subredondeados.

3. GEODINAMICA EXTERNA

El Area de Matacaballo presenta a continuación de los límites de marea un delgado cordón litoral paralelo a la línea de playa con altura hasta de 2 m.; extendiéndose luego hacia el este una planicie que llega a incluir áreas de cotas negativas que constituyen las marismas, sobre las cuales y en forma lenta se produce el fenómeno de migración de dunas, alcanzando éstas - alturas máximas de 3 m.

Al igual que en el Area de Chulliyachi las planicies que conforman - estas áreas (en su mayor parte por marismas), están defendidas de eventuales mareas anómalas sólo por la deposición a lo largo de la línea de playa del - cordón litoral, que en esta zona presenta una altura máxima de 2 m. y un ancho promedio de 5 m. que limitan hacia el este con terrenos de escasa cota y hasta bajo el nivel del mar, los cuales en las épocas en que aumenta la evaporación conforman suelos saturados de humedad no aptos para la fundación de obras.

CONCLUSIONES

- Considerando que el litoral comprendido entre el Estuario de Virrilá y la Bocana de San Pedro, presenta en toda su extensión condiciones casi similares de riesgo por efectos de inundación marina, al que no escapa la zona de Matacaballo, en el área podrían constituirse instalaciones con fines de Acondicionamiento Pesquero, pero sin efectuar grandes inversiones en obras de infraestructura y desarrollo. Pero lo cual se recomienda la estabilización de las dunas ubicadas a lo largo de la ribera mediante la plantación de gramíneas, a fin de incrementar el ancho y altura de estas defensas naturales contra las eventuales inundaciones.

APENDICE ESTRATIGRAFICO

POZO N°13

Depósitos Marinos Recientes	GROSOR (metros)
1.- Arena suelta gris clara, de grano medio a grueso, con restos conchíferos regularmente conservados, incluye algunos clastos de cuarzo y cuarcita hasta de 2.5 cm. Con nutrido contenido de restos conchíferos fragmentados y clastos rocosos subredondeados hacia el tope.	8.00
Total Dep. Marino Rec.	8.00
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Zapallal	
2.- Arenisca gris clara, de grano fino y ligera cementación calcárea, escasamente friable; estructura laminar, interpuesta con capas delgadas de areniscas limosas.	0.21
3.- Diatomita areniscosa blanquecina, finamente laminada, esas interposiciones laminares de arenisca gris amarillenta de grano fino, algo friable.	1.64
4.- Arenisca gris clara, a amarillenta, de grano medio a grueso, algo friable, y parcialmente pigmentada con oxidaciones limoníticas; algunos microclastos ligeramente alterados por las aguas percolantes.	0.20
5.- Diatomita areniscosa blanco verdosa, grano medio, con algunos restos fragmentados de conchas.	1.27
Total Fm. Zapallal	3.32

CAPITULO VI - AREA DE CHULLIYACHI

Las Areas de Chulliyachi, Matacaballo y Parachique están ubicadas en el litoral al norte del Estuario de Virrilá y han sido consideradas como el Acondicionamiento Pesquero (Fig. 1-III).

El área de Chulliyachi constituye una pequeña caleta pesquera con extensión superficial de 40 Has., que evidencia periódicos problemas de seguridad física, ante la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa.

El estudio de esta zona se ha considerado desde el punto de vista geomorfológico y de geodinámica externa, excluyéndose la estratigrafía, debido a que no existe afloramientos ni información de subsuelo (pozos y calicatas). Sin embargo, esta omisión no incide en los resultados del trabajo, por cuanto los problemas del área no tienen relación directa con dicha especialidad.

1. GEOMORFOLOGIA

El área de Chulliyachi geomorfológicamente presenta rasgos muy similares a los del Area de Matacaballo, por encontrarse a unos 8 km. al norte de este último y al oeste de Sechura. En esta área se pueden diferenciar los siguientes rasgos geomorfológicos (Fig.15-III):

1.1 Cordón Litoral

Adyacente al nivel de la zona de alta marea se observa un promontorio de arena, que se extiende paralelamente a lo largo de toda la playa de esta zona, hasta la Bocana de San Pedro.

Su ancho variable, está comprendido entre 40 m. en su parte más estrecha y 180 m. en la más amplia, lo que refleja probablemente la yuxtaposición de varios cordones litorales; su altura máxima sobrepasa los 2.90 m. y sus flancos son bien nítidos con inclinaciones promedio de 45 y 60°hacia el este y oeste respectivamente.

Los materiales que conforman este cordón litoral están fijados por la humedad y el desarrollo de arbustos pequeños, constituyendo una barrera que impide el avance de las aguas de mar tierra adentro.

1.2 Marismas

Bajo esta denominación se asimilan antiguos fondos de mar actualmente preservados por el desarrollo del cordón litoral. Topográficamente representa un terreno llano, suavemente inclinado hacia el suroeste con algunas ondulaciones, originadas por deposición de arenas eólicas, que alcanzan cotas hasta 0.50 m. El nivel de esta superficie tiene cotas máximas de 1 m. y

cotas negativas que llegan hasta 0.65 m.

Tanto por su relieve bajo como por sus cotas, se caracteriza por - arenas húmedas adquiriendo en ciertas épocas características pantanosas, por efecto de las filtraciones marinas o fluviales, que originan suelos areno - limosos bastante salitrosos.

1.3 Barcanes

La erosión de barcanes en migración por la acumulación de estos depósitos eólicos ha desarrollado colinas onduladas por que contrastan con la llanura baja que conforma la zona de marismas sobre la cual se encuentran - emplazadas.

En esta área, los barcanes en migración que ingresan del sur, empiezan a unirse para luego, un poco más al norte, conformar acumulaciones altas que tienden a derivar hacia el norte, es decir hacia el curso inferior del río Piura.

1.4 Zona de Mareas

La zona de mareas está representada por una superficie plana, de arenas limosas, levemente inclinadas hacia el mar y que conforma las playas actuales.

Constituye una angosta franja que se extiende a lo largo de la línea litoral, con un ancho máximo de 20 m., limitada entre la línea de baja marea y la base del cordón litoral, constituyendo prácticamente la zona de - fluctuación de las mareas.

2. GEODINAMICA EXTERNA

El fenómeno fundamental de Geodinámica Externa que afecta a Chulliyachi y que es extensivo para todo el litoral estudiado a partir del Estuario de Virrilá hasta la Bocana de San Pedro, es la inundación marina.

Este fenómeno se encuentra facilitado por que geomorfológicamente todo este sector costero está constituído por planicies bajas inundables - protegidas en circunstancias de mareas normales por el cordón litoral, cuya altura promedio es de 2 - 3 m.s.n.m., sin embargo, eventuales bravezas del mar, rebasan dichas cotas produciéndose inundaciones.

La zona comprende terrenos de escasa cota cuyo promedio se puede - considerar en 0.30 m., existiendo áreas depresivas hasta de -0.60 m.s.n.m., con suelos de gran humedad (en ciertas épocas del año se convierten en albuferas) cubiertos localmente por dunas de 4 m. de ancho máximo. Se considera que la fuente de alimentación de las dunas está ubicada en las playas al este del Estuario de Virrilá. Según mediciones efectuadas entre los meses - de Marzo-Abril, las dunas se desplazan hacia el norte con una velocidad - aproximada de 4 m. mensuales, movimiento relativamente lento en comparación al registrado en otras áreas.

Chulliyachi se encuentra débilmente defendida por un cordón litoral parelelo a la línea de playa e inmediato a la zona de mareas, con un ancho - medio de 60 m. y alturas de 1,20 m.; y, muy localmente por dunas de 2.50 m. de altura. Sin embargo, en épocas de maretazos existe la erosión y satura-- ción de los suelos sobre los cuales están asentadas las cimentaciones de vivienda, produciéndose la pérdida de coherencia del material arenoso y el colapso de las construcciones.

En las zonas próximas de Matacaballo y Parachique ubicadas a pocos - kilómetros al sur se ha determinado una variación promedio de mareas del orden de 1.00 m. en condiciones normales, que en oportunidad de un pequeño maretazo reciente se incrementó hasta 1.50 m., razón por la que no se descarta la ocurrencia de eventos mayores, que rebasen la somera altura del cordón litoral, inundando gran extensión de la vasta planicie con formación de marismas, tal como puede deducirse de la observación del perfil que se acompaña - en el plano geomorfológico (Fig. 15-III). Históricamente, no se ha registrado la ocurrencia de sucesos mayores tipo tsunamis, de los cuales se tiene conocimiento han llegado por el norte sólo hasta el Puerto de Eten.

CONCLUSIONES

- El Area de Chulliyachi no es adecuada para proyectar obras de infraestructura y desarrollo de desembolso económico significativo, por cuanto está - afectada periódicamente por maretazos que causan inundaciones, con el consiguiente daño a las viviendas de sus moradores.

CAPITULO VII - AREA DE SECHURA

El Area de Sechura se encuentra ubicada en la margen sur del curso inferior del río Piura. Constituye la localidad más septentrional dentro del proyecto de Acondicionamiento Territorial de Bayóvar, y abarca una extensión superficial de 130 hectáreas (Fig. 1-III).

El área II B que corresponde al actual asentamiento del distrito de Sechura, está sindicada en el Plano de Acondicionamiento de ODECOB como de probable uso de Centro Urbano.

1. GEOMORFOLOGIA

Las unidades geomorfológicas del Area de Sechura tienen rasgos claramente identificables en el Mapa Geológico del Area de Sechura, (Fig. 16-III), habiéndose diferenciado:

1.1 Llanura Aluvial

La llanura aluvial consiste en una superficie baja con 10 m. de cota promedio, que forma parte integrante de una vasta peneplanicie que caracteriza un gran sector del desierto de Sechura.

Esta superficie cubierta por delgadas capas de gravas aluviales y materiales eólicos, tiene una incipiente inclinación hacia el sur, por cuanto está controlada geológicamente por la tendencia general del Tablazo Lobitos.

1.2 Duna Estable

Se reconoce bajo esta denominación a una duna estabilizada por la actividad humana, por cuanto parte del poblado de Sechura está emplazado sobre ella.

Su forma original está nítidamente delineada en el fondo topográfico que acompaña al mapa geológico, notándose a sotavento un estado más avanzado de erosión. La base de la duna empieza a los 10 m.s.n.m. mientras la cúspide o cresta alcanza una altitud promedia de 25 m.s.n.m.

1.3 Cauce del Río Sechura

Esta unidad comprende un pequeño tramo del curso inferior del río Sechura (río Piura), ubicado en el sector norte del área de estudio.

Topográficamente configura una depresión, donde el fondo del cauce tiene una cota promedio de 1m., mientras la parte más alta alcanza los 10 m.

En la actualidad, la acción erosiva de fondo es insignificante y más bien, el cauce es objeto de colmatación con arenas eólicas que migran desde el sur.

2. ESTRATIGRAFIA

Las principales unidades lito-estratigráficas del área reconocidas - en afloramientos están ilustradas en el mapa geológico (Fig. 16-III) y en la columna litológica del pozo 14 (Fig. 12-III), cuya descripción se inserta en el Anexo

2.1 Formación Montera

Es la unidad más antigua que se ha identificado en el área, puesta - de manifiesto tanto en el afloramiento como en el pozo N°1 (Fig. 12-III).

Su afloramiento queda restringido a la terraza de abrasión debajo - del tablazo Lobitos, situada en el lado oeste de la ciudad de Sechura. En el pozo N°14 de perforación se logró penetrar 6,50 m. de la sección superior de esta formación.

La litología de la porción más inferior reconocida por la perforación consiste en 0.70 m. de areniscas amarillo-ocres, de grano grueso a medio, en paquetes medianos, con abundante contenido de escamas y dientes de peces, y areniscas duras, con oquedades tubulares desarrollados por litófagos. La sección más superior está compuesta de 5,80 m. de areniscas coquiníferas amarillo-ante, de grano grueso a medio, sumamente duras y en paquetes medianos . Esta litología está también presente en los afloramientos del antiguo acantilado expuesto al lado del poblado de Sechura, donde la unidad está afectada por microfallas gravitacionales y ligeramente combada hacia el oeste.

2.2 Tablazo Lobitos

En discordancia angular sobre la formación Montera, yace el Tablazo Lobitos. Sus afloramientos quedan limitadas a delgadas capas en las partes - bajas del poblado de Sechura, mientras en el pozo perforado (pozo 14) se le encontrado un grosor de 5,67 m.

La sección inferior se compone de 1.17 m. de areniscas coquiníferas de grano grueso, friables, con abundante contenido de fragmentos bioclásticos triturados y granos de arena de naturaleza heterogénea.

La porción intermedia consiste de 4.40 m. de areniscas blanco grisáceas, de grano medio a grueso, friables, que contienen escasos fragmentos - bioclásticos.

El tope está constituído por una capa de 10 cm. de conglomerado gris, moderadamente cementado.

2.3 Depósitos Eólicos

Con esta denominación se describe la cubierta antigua duna fósil, sobre la cual se encuentra asentada la ciudad de Sechura, cuya estructura se - encuentra aún conservada pese a las modificaciones debidas a la actividad humana.

La arena eólica es blanco grisácea, suelta, constituída por granos - finos de cuarzo subangulosos a subredondeados y minerales máficos.

3. GEODINAMICA EXTERNA

Gran parte de la zona urbana de Sechura se encuentra en la zona de influencia de una gran duna, que presenta una amplitud entre brazos de 750m. y una altura de 15 m., que se encuentra estabilizada debido a que el asentamiento poblacional ha modificado, localmente, las condiciones de migración - que existieron anteriormente.

El lado oeste de la zona de Sechura se encuentra afectada por el fenómeno de migración de arenas provenientes de las playas del litoral sur, - comprendidas entre Parachique y Chulliyachi; estas arenas finalmente colmatan una quebrada seca (probablemente antiguo cauce del río Sechura), por derivación de su actual curso hacia la zona norte.

En el lado sur existen cubiertas o mantos de arena que no incrementan su acumulación, debido a la constante migración que se produce por rodamiento de las partículas cuya acumulación adopta formas definidas, y que finalmente reposan en el cauce del río Piura.

4. DISCUSIONES

- La ausencia de las formaciones Zapallal y Miramar debajo del área de Sechura significa un marcado procedo denudatorio local anterior al desarrollo del Tablazo Lobitos.

- La existencia de una paquete de más de 5 m. de dicho tablazo debajo de la duna, a diferencia de la delgada costra que se aprecia en las partes bajas - del poblado, indicaría que existió un montículo de esta unidad, que probablemente controló el emplazamiento de la duna sobre la cual se encuentra ubicada gran parte de la ciudad de Sechura.

CONCLUSIONES

A. La gran duna sobre la cual se halla el asentamiento poblacional de Sechura, se encuentra estabilizada. Sin embargo aunque no se traduce en su migración existe transporte de material adicional a través de su superficie, depositándose la arena transportada a sotavento de la duna, formando acumulaciones, sueltos de dimensiones variables.

B. Las observaciones efectuadas permiten establecer que los volúmenes de material eólico transportados desde la zona sur hacia Sechura, no son de gran significación, razón por lo que se recomienda formar cortinajes de arboles - para la mayor comodidad del probable centro urbano.

APENDICE ESTRATIGRAFICO

POZO N°14

	GROSOR (metros)
Cuaternario Eólico	
1.- Arena blanco grisácea, grano fino, subanguloso a subredondeado, fundamentalmente de cuarzo bastante suelta.	7.75
Total Cuat. Eólico	7.75
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Conglomerado grisáceo, compuesto por cantos redondeados - redondeados hasta de 1.5 cm. de naturaleza heterogénea, en matriz areniscosa coquinífera, de grano medio , y cemento calcáreo.	0.10
3.- Arenisca blanco grisácea de grano medio a grueso, en matriz calcoareniscosa, y cemento calcáreo; ligeramente friable, con algunos restos conchíferos triturados.	0.30
4.- Arenisca blanco grisácea de grano fino a medio,friable y estructura masiva, con escasos fragmentos conchíferos. Hacia la base aumenta su granulometría.	4.10
5.- Arenisca coquinífera grisácea de grano grueso, friable , con restos conchíferos triturados en gran proporción y clastos rocosos heterogéneos hasta de 1 cm., subangulosos a subredondeados.	1.17
Total Tab. Lobitos	5.67
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Montera	
6.- Arenisca coquinífera amarillo ante a ocre, grano medio a grueso, sumamente dura, fuertemente cementada silícicamente , en paquetes gruesos y gran cantidad de microfauna.	5.80
7.- Arenisca amarillenta ocre de grano medio a grueso, matriz areniscosa y cemento silíceo, friable, con escamas de pescado y fragmentos conchíferos fosilizados, con fragmentos de arenisca grisácea, sumamente dura con oquedades de litófagos.	0.70
Total Fm. Montera	6.50

CAPITULO VIII - AREA DE RAMON

El área de Ramón (III A) se ubica en la llanura desértica a 25 km. al sureste de la ciudad de Sechura (Fig.1-III), aproximadamente en la parte central de una ligera depresión, que es afectada periódicamente por el río Piura en tiempos de creciente. En esta zona se emplaza el yacimiento de sal mueras más importante de la región, para cuya explotación existe un campamento, pozas de beneficio e infra-estructura vial, protegida por un dique que bordea el área y controla el grueso de los desbordes de las lagunas Ramón y Ñapique, evitando parcialmente que las inundaciones del río Piura atenten contra su seguridad.

1. GEOMORFOLOGIA

El panorama geomorfológico del Area de Ramón es bastante monótono, diferenciándose las unidades principales por sus características geodinámicas, hidrológicas, y efectos de acción eólica, ya que topográficamente no presentan formas claramente diferenciadas.

Las geoformas más definidas (Fig. 17-III) son las siguientes:

1.1 Tablazo Lobitos

El Tablazo Lobitos se encuentra en la forma de pequeñas plataformas que se alzan por encima de las zonas inundables.

Sus afloramientos se encuentran bordeando la parte norte y este del área y están representados morfológicamente por superficies levemente horizontales, que se levantan de 1 a 5 m.s.n.m. Está cubierto en parte por un delgado manto de material eólico o por arenas húmedas, especialmente en aquellos lugares en contacto con las zonas inundadas. En el resto del área se encuentra libre, pudiéndose apreciar su naturaleza coquinífera y compacta.

1.2 Barcanes y Montículos de Arena Estabilizada

En el lado oeste del área se aprecian depósitos eólicos de gran volumen, parcialmente desplazados por el viento según dirección general S-N, Están constituídos por un gran número de pequeñas dunas de diferentes tamaños, que se desplazan sobre un terreno bastante plano que configuran los materiales del tablazo y cubiertas aluviales.

Algunas dunas son bastante simétricas con sus cuernos dirigidos hacia el norte, anchos que pasan de 2 a 3 m. y alturas por encima de 3 m. Están dispuestas en hileras que avanzan de acuerdo a la velocidad de los vientos predominantes.

En las zonas de contacto con las áreas húmedas, los barcanes se estabilizan y poco a poco se destruyen, quedando como pequeños montículos de

arena, fijados en algunos casos por una pequeña cubierta de vegetación. Este tipo de depósitos se encuentra principalmente a 3 km. al norte de la casa de fuerza de Ramón, y en conjunto alcanzan un largo de 2 km. por 1 km. de ancho. Constituyen acumulaciones de arena gruesa cubierta por arena fina, que a su vez es retenido por la humedad de su base, así como por el crecimiento de herbáceas. Dos depósitos menores de este tipo están situados al suroeste y al sur del campamento de Ramón, tienen formas alargadas, el primero en sentido NO-SE y el segundo en sentido NS, presentando superficies onduladas, con una serie de crestas de aproximadamente 1 m. de altura.

1.3 Zonas Inundada e Inundable

Ambas zonas están separadas ya sea por una leve diferencia de nivel o por el dique artificial de varios kilómetros de longitud, que trata de impedir que aguas provenientes del río Piura invadan la zona central del Area de Ramón, donde se hallan depósitos de salmueras, que son actualmente objeto de explotación; por otra parte, por filtración, la zona inundable siempre se mantiene cubierta casi todo el año por delgadas capas de agua.

En época de estiaje del río Piura, la zona inundada está constituída por arenas húmedas salitrosas, superficialmente onduladas, con lomadas pequeñas que no pasan de 10 cm. de altura, cubiertas en parte por un manto de arena seca de grano muy fino y pequeñas acumulaciones de este material a manera de microdunas alineadas en hileras, siguiendo la dirección S-N.

En la zona central y meridional de esta área, se encuentran depósitos recientes que constituyen parte de esta unidad, formando superficies bastante llanas y con las mismas características descritas líneas arriba.

La zona inundada se encuentra bordeando a la anterior y está limitada localmente por obras de ingeniería y por diferencias de nivel con el tablazo Lobitos. Una parte del año está cubierta por agua salada de poca profundidad, pero generalmente representa zona con arenas húmedas, materiales arcillosos y costras salinas de algunos centímetros de espesor.

2. ESTRATIGRAFIA

En el área no se encuentra afloramientos de rocas terciarias ni pleistocénicas, excepto algunas cubiertas aluviales que se distribuyen como una delgada sábana en localizados sectores, así como materiales sueltos recientes, a manera de arenas húmedas, barcanes y cubiertas eólicas (Ver mapa geológico, Fig. 18-III).

Sin embargo, los pozos N°s 15 y 16, después de atravesar la cubierta cuaternaria, cortaron 10.52 y 10.95 m. de la formación Zapallal. Las columnas litológicas correspondientes se ilustran en la Fig. 12-III y sus relaciones especiales han sido esquematizadas en el block diagrama de la Fig. 19-III.

2.1 Formación Zapallal

En el subsuelo del Area de Ramón, los pozos N°s 15 y 16 cruzaron en ambos casos una sección muy similar de la formación Zapallal, tanto en sus

características litológicas como por la posición estratigráfica. Estas relaciones laterales se muestran en el block diagrama de la Fig. 19-III.

Las perforaciones efectuadas permiten diferenciar las siguientes secciones:

- Sección inferior, representada por un paquete de 6.95 m. Está constituída por lutitas diatomáceas gris-verdosas a negruscas, escasamente frágiles y finamente laminadas. Tienen abundantes microorganismos triturados en su mayoría. lográndose reconocer diatomeas del género Coscinodiscus oculus, iridis. La observación petrográfica indica algunos granos de plagioclasa y cuarzo, con tamaños no mayores de 0.50 mm. La coloración de estos horizontes refleja la oxidación de la matriz y materia orgánica.

- Sección intermedia, está caracterizada por la presencia de un conspícuo nivel de lutitas diatomáceas y arcillosas beige-oscuras a chocolates, plásticas y untuosas, con buena proporción de escamas, dientes y algas fosfatadas.

- Sección superior, conformada por lutitas diatomáceas verdosas blanquecinas de laminación fina, livianas y frágiles con algunas escamas y algas fosfatadas. Esta secuencia guarda cierta similitud litológica con el miembro superior de la formación Zapallal expuesta en el sector este de las dunas "Los Julianes". (Ver mapa geológico 1:50,000).

Los sondeos exploratorios practicados por Minera Bayóvar, en el Area de Ramón de 2 a 8 metros de la formación Zapallal debajo de la cubierta cuaternaria; en ningún caso se registra la formación Miramar por lo que se supone que en el subsuelo se encuentra más hacia el oeste yaciendo en discordancia sobre la formación Zapallal.

2.2 Tablazo Marino

En los pozos 15 y 16 se han identificado depósitos marinos pleistocénicos correspondientes al Tablazo Lobitos. Litológicamente, están constituídos por areniscas conglomeráticas gris claras a blanquecinas, de grano medio a grueso y en matriz areniscosa-bioclástica, con algunos niveles de material tobáceo, cementado por soluciones carbonatadas y en menor grado agregados yesíferos cristalizados. Son frecuentes clastos rocosos subredondeados a subangulosos, mayormente de cuarzo, cuarcita y restos conchíferos mal conservados, que se hacen más abundantes hacia la base de la unidad.

En los sondeos de Minera Bayóvar, se ha diferenciado en el subsuelo del extremo sur del área y debajo del Tablazo Lobitos, niveles lenticulares de arenas con salmueras, los que se hacen más gruesos y definidos hacia los sectores meridionales adyacentes, donde llegan a constituir los horizontes productivos del yacimiento de las Salinas de Ramón.

Se presume que estos depósitos salinos se han originado en condiciones evaporíticas, bajo un régimen de cuenca local en conexión efímera al mar y edad posterior al desarrollo del Tablazo Talara o contemporáneo a la deposición del Tablazo Lobitos.

2.3 Depósitos Aluviales

En el extremo suroriental del área, se destaca una delgada cubierta aluvial reposando sobre los depósitos marinos pleistocénicos (Tablazo Lobitos). Estos aluviales están constituídos por clastos líticos subangulosos a subredondeados hasta de 30 cm. de diámetro y naturaleza heterogénea.

Estos depósitos son vestigios de antiguas inundaciones aluviales, - en áreas vecinas, ubicadas mayormente en el sector norte. Es frecuente encontrarlos directamente sobre el tablazo o debajo de los depósitos recientes.

En las vecindades de la ciudad de Sechura, este aluvial, se distribuye ampliamente (ver mapa geológico al 50,000) y toda esta amplitud de ocurrencia, atestigua que las inundaciones fluviales fueron de gran magnitud - durante esa época.

2.4 Depósitos del Cuaternario Reciente

El Cuaternario reciente del área de Ramón está conformado por depósitos de arena y barcanes. Se puede difrenciar las primeras en razón a su contenido de humedad en arenas húmedas, semihúmedas y cubiertas eólicas; y las segundas considerando su forma y carácter dinámico en barcanes en movimiento y barcanes estables.

2.4.1 Depósitos de Arenas

Constituyen depósitos mixtos de arenas húmedas, semihúmedas y cubiertas eólicas como resultado de aprehensión de granos de arena eólica por efectos de la humedad; que se distribuyen como un horizonte contínuo interrumpido por las discontinuidades topográficas (elevaciones apenas perceptibles) ó limitado por la extensión superficial de las filtraciones o áreas - de influencia de la humedad.

En ciertos sectores marginales , pero sólo superficialmente, las - arenas semihúmedas pasan gradual e imperceptiblemente a las cubiertas eólicas de arenas secas, que por carecer de fuerzas aprehensivas migran lentamente por efectos de reptación. Generalmente estas cubiertas eólicas se emplazan sobre terrenos secos localizados en la cercanía noroeste del área investigada.

Litológicamente, estos materiales están representados por arenas - grises, de grano medio a fino, sueltas y con abundante contenido de yeso y halita, mayormente restringidos a los niveles superficiales donde llegan a constituir una costra salina de aspecto poroso y de coloración blanquecina.

En los Pozos 15 y 16 se cortaron en ambos casos 0.30 cm. de arenas húmedas; sin embargo se supone que el espesor sea mayor de 1 m., sobre todo en el sector meridional.

2.4.2 Barcanes

- Barcanes estables, son acumulaciones de arena generalmente de baja altura (no sobrepasan 1.50 m.), fijadas por el desarrollo de vegetación

y que se restringen solamente a las áreas húmedas y semihúmedas. Muestran sus formas originales conservadas en la dirección preferencial del viento (hacia el norte).

- Barcanes móviles, las formas dinámicas más conspícuas del área de Ramón la conforman los barcanes en movimiento, que son masas de arena en proceso de migración en dirección norte .

La presencia de aguas represadas por el dique en el sector sur, vecino al área de estudio, reduce el régimen de alimentación de los barcanes situados en ella, lo que determina que difícilmente superen 1.50 m. de altura, carácter que contrasta con el de las acumulaciones eólicas observadas más hacia el oeste, donde ofrecen alturas superiores a los 3 m.

3. GEODINAMICA EXTERNA

La zona de las Salmueras de Ramón presentan como principal fenómeno de geodinámica externa la inundación fluvial, subsidiariamente se presenta la ocurrencia de migración de arenas que en algunos sectores son condicionantes para determinar las zonas del flujo de la inundación.

El valle del Bajo Piura es una zona llana de inundación formada por depósitos aluviales. En la actualidad, el cauce principal de avenidas descarga en forma de delta a las lagunas Ramón y Ñapique que están ubicadas fuera del valle.

Periódicamente las lagunas Ramón y Ñapique, alimentadas por las crecientes del río Piura, drenan sus aguas hacia el sur, a través de la zona denominada Tres Brazos, causando la inundación de estos sectores hasta llegar al área de las salmueras de Ramón, ubicadas a 12 km. de distancia, en donde para defender las instalaciones y pozos de explotación se ha construído un vasto dique de contención.

El dique de la zona de Salmueras otorga una protección sólo parcial, debido a sus características de construcción, reteniendo el gran volumen de inundación, pero cuyo excedente sea por filtración o por desbordamiento alcanza gran dispersión a través de áreas desérticas depresivas hasta en una extensión aproximada de 35 km. hacia el sur, llegando a las inmediaciones de la carretera Bayóvar - Mórrope.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al monto de las inversiones a realizar en la zona de Salmueras de Ramón, debe acondicionarse el actual dique, elevando su altura e impermeabilizándolo para evitar las filtraciones que se producen en las zonas más al sur.

- Se recomienda la construcción Km. 33 de la carretera Bayóvar - Mórrope a partir del trébol un dique impermeabilizado de 1 m. de altura y en una longitud de 1 km. a fin de evitar destrucciones periódicas de la carretera por efecto de las inundaciones.

- Las instalaciones proyectadas deben ocupar las áreas del tablazo Lobitos que figuran en el plano geomorfológico, pues constituyen superficies ligeramente más altas, que permitirán una relativa mayor seguridad ante las inundaciones.

* * * * * *

APENDICE ESTRATIGRAFICO

POZO N°15

	GROSOR (metros)
Arenas Húmedas	
1.- Arena húmeda, salina, con cristales de yeso y halita.	0.30
Total Arena Húmeda	0.30
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Arenisca gris blanquecina, grano medio a grueso algo conglomerática, matriz areniscosa bioclástica, ligero contenido tobáceo, cemento calcáreo, poco friable; con fragmentos rocosos subredondeados a redondeados hasta de 2 cm. mayormente de cuarzo y cuarcita y restos conchíferos fragmentados y triturados.	2.70
Total Tab. Lobitos	2.70
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Zapallal	
3.- Lutita diatomítica verde blanquecina a amarillenta clara, ligeramente arcillosa, algo plástica y untuosa cuando húmeda, estructura laminar.	2.45
4.- Lutita diatomítica verde clara a blanquecina, en porciones beige, ligeramente arcillosa, estructura laminar, algunas escamas, dientes de pescado y algas fosfatadas. Hacia la base se hace más arcillosa y toma una coloración beige a chocolate claro; tiene abundante contenido de microfauna (diatomeas) y algunos restos vegetales.	2.75
5.- Lutita bentonítica chocolate oscuro, algo diatomácea, untuosa y plástica; con estructura laminar, abundante contenido de microfauna (diatomeas) y algas fosfáticas.	0.82
6.- Lutita diatomítica gris verdosa, compacta, algo liviana, - laminación fina, sumamente fosilífera (diatomeas), observada a la lupa parece una microcoquina.	4.50
Total Fm. Zapallal	10.52

POZO N°16

	GROSOR (metros)
Arenas Húmedas	
1.- Arena húmeda gris amarillenta, grano fino a medio abundantes cristales de yeso, halita, etc.	0.30
Total Arenas Húmedas	0.30
---------- DISC. EROS. ----------	
Tablazo Lobitos	
2.- Arenisca blanca a blanca grisácea, grano medio a grueso, algo conglomerática, ligeramente friable, con clastos subredondeados a subangulosos de cuarzo y cuarcita y fragmentos conchíferos en matriz areno-bioclástica con cemento calcáreo.	1.90
3.- Arenisca conglomerática gris clara, friable, con buena proporción de clastos subredondeados a subangulosos de cuarzo y cuarcitas y restos conchíferos triturados.	1.05
Total Tab. Lobitos	2.95
---------- DISC. ANG. ----------	
Formación Zapallal	
4.- Lutita diatomítica blanquecina, con laminación fina, y regular proporción de algas, escasamente fosfática. Hacia la base cambia gradualmente de color debido al contenido fosfático y faunístico que va en incremento.	2.95
5.- Lutita diatomítica beige oscura, ligeramente arcillosa, laminación fina, bastante fosilífera (diatomëas), gran proporción de escamas, espículas y algas fosfáticas . M-16-17.	1.05
6.- Lutita diatomítica gris verdosa a negruzca, estructura laminar. Sumamente fosilífera (diatomëas), con algunas espículas y algas fosfáticas. M-16-18.	6.95
Total Fm. Zapallal	10.95