

### **3.7. Zona Reservada Illescas**

#### **3.7.1. Geomorfología y geología**

##### **3.7.1.1. Generalidades**

La presente sección tiene como objetivo determinar las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa e interna del área de ubicación de las líneas Vitales de Conducción pertenecientes al Proyecto Fosfatos del Pacífico S.A. en el área específica de Illescas.

Para la ejecución de esta labor se ha efectuado estudios de campo y gabinete tanto en el área de influencia directa desde el punto de vista ambiental del proyecto como el área de influencia indirecta que nos han permitido establecer las condiciones geológicas geomorfológicas y geodinámicas actuales que presenta el área. Como resultado de los trabajos realizados se presenta el presente informe parcial al cual acompaña información gráfica y dos mapas (geológico, geomorfológico).

##### **3.7.1.2. Geomorfología**

###### **3.7.1.2.1. Geomorfología regional**

El panorama morfológico del área comprendida dentro de los límites del presente estudio, es el resultado de un activo proceso morfotectónico desarrollado durante el Cenozoico, donde los elementos activos predominantes que han dado lugar al modelado geomórfico fueron: un bloque rígido en levantamiento intermitente (macizo de Illescas) y una cubeta de sedimentación sujeta a sucesivos hundimientos (Cuenca Sechura), por movimientos a lo largo de la zona de influencia de la falla Illescas.

Como resultado de intensos procesos erosivos y geodinámicos sobre las zonas del Macizo de Illescas y la Cuenca Sechura, se han desarrollado sucesivamente las unidades:

#### **a) Cordillera de la Costa**

Se reconoce bajo esta denominación a una alineación de cumbres elevadas, localmente representada por el macizo de Illescas que se encuentran en el borde continental y que contrastan con la llanura adyacente. Geológicamente, se considera como la continuación septentrional de la Cordillera de la Costa del Sur del país, cuyo desarrollo tuvo lugar contemporáneamente con la formación de las cuencas marinas terciarias, como efecto de movimientos tafrogénicos.

#### **3.7.1.2.2. Geomorfología local**

La zona de estudio está ubicada en el macizo los Illescas tal como se menciona en párrafo anterior donde se han diferenciado seis unidades geomorfológicas las que se describen a continuación:

#### **a) Tablazos**

Definida como la extensa plataforma del pleistoceno y emergida como consecuencia de los sucesivos levantamientos del macizo andino. En el área de la evaluación se reconoce al tablazo lobitos, que es la plataforma más baja, aproximadamente 10 msnm, e inclinada hacia el sur, en dirección del estuario de Virrilá y Bayovar. Se le reconoce como una estrecha franja localizada entre los acantilados marinos actuales y los bordes del macizo Illescas.

En el entorno del área del macizo Illescas se reconoce también al tablazo Talara en los acantilados de Bayovar con 3.0 m de grosor, ligeramente inclinada hacia el sureste. Está compuesto de conglomerados de lumaquelas en arenisca arcósica.

## **b) Quebradas**

Están constituidas por dos quebradas recorren el área en forma transversal con una dirección E-O, la mayor parte son de recorrido corto y estrechas.

Entre las quebradas principales tenemos la quebrada Nunura que nace en las cumbres del macizo y discurre hacia el oeste y la quebrada Las Tijeras que discurre hacia el este desembocando en las cercanías de Punta Tric Trac (Fotografía 3.7.1-1).

**Fotografía 3.7.1-1. Vista mostrando la unidad de quebrada**



El material que conforman estas quebradas son gravas, arenas y limos mal clasificado y no se puede apreciar una buena estratificación.

## **c) Terrazas marinas y depósitos de playa**

Son fajas angosta de en forma de plataformas casi planas no muy extensas. Están constituidas por arenas, y están comprendidas entre los límites de las mareas alta y baja (Fotografía 3.7.1-2).

La acción erosiva del mar formó las terrazas marinas a diferentes alturas, notorio en los flancos del macizo Illescas, como consecuencia de los sucesivos levantamientos del macizo, que contrastan con la actual superficie del tablazo.

Las playas caracterizadas por franjas estrechas de arena. Se presentan depósitos de barreras que conforman los límites exteriores de las playas, con presencia de vegetación y humedad en la base como consecuencia de la infiltración de las aguas marinas.

**Fotografía 3.7.1-2. Terraza marina**



#### **d) Ladera**

Esta unidad está ubicada adyacentes a las cumbres y quebradas. En las quebradas Nunura y Las Tijeras sus ángulos son fuertes llegando en algunos casos cercanos a la verticalidad.

En la zona de estudio se determinado tres tipos de laderas tomando en cuenta su ángulo de inclinación.

- Laderas de Pendiente Suave: cuyas pendientes varían entre a 10 y 30° (Fotografía 3.7.1-3).
- Laderas de Pendiente Moderada: con pendientes entre 30 a 40° (Fotografía 3.7.1-4).
- Laderas de Pendiente Fuerte: con pendientes que superan los 40° (Fotografía 3.7.1-5).

**Fotografía 3.7.1-3. Laderas de pendiente suave**



**Fotografía 3.7.1-4. Laderas de pendiente moderada**



**Fotografía 3.7.1-5. Laderas de pendiente fuerte**



### **e) Cumbres**

Consiste de una serie de cerros pequeños alineados que constituyen al macizo de los Illescas que alcanzan altitudes de 360 msnm, son relieve suave y redondeados, están afectadas por una erosión moderada debido a la naturaleza de la litología (Fotografía 3.7.1-6).

**Fotografía 3.7.1-6. Unidad geomorfológica de cumbres**



### **3.7.1.3. Geología**

#### **3.7.1.3.1. Estratigrafía**

En la zona de estudio se exponen rocas sedimentarias y metamórficas con un rango de edad que va desde el Paleozoico inferior y el Reciente. Las unidades más antiguas de la secuencia geológica la componen el Zócalo Paleozoico Eoherciniano, que integran un complejo metamórfico ígneo desarrollado en varias fases de metamorfismo regional (CALDAS, 1979),

La evolución geológica del noroeste peruano durante el Terciario se produjo por invasiones progresivas del mar hacia el este, debido a la subsidencia, producida por movimientos tafrogénicos que en la cuenca Sechura se iniciaron en el Eoceno superior, y se tradujo en el levantamiento de la Cordillera de la Costa, actualmente representada en la zona por los cerros Los Illescas y las Islas Lobos de Tierra y Lobos de Afuera, y una amplia zona de hundimientos y de acumulación clástica hacia el este (Depresión Para-Andina) limitada por el frente occidental de los Andes.

Durante el Cuaternario la región estuvo sujeta a movimientos eustáticos que dieron lugar a la formación de los tablazos.

#### **a) Zócalo paleozoico**

Rodeando el núcleo Precambriano y constituyendo un anticlinorium en el Macizo de Illescas, se encuentra una serie metamórfica más joven, originada a partir de una serie sedimentaria pelítico-psamítico (probablemente depositada en el Paleozoico inferior), posteriormente afectada por tectonismo y metamorfismo durante la Fase Eoherciniana, vinculada también a intrusiones sintectónicas.

Regionalmente, el material infrapaleozoico está constituido por una serie metamórfica de bajo grado.



## **b) Serie Metamórfica de Baja Grado**

En los sectores noroeste y sureste del Macizo de Illescas se expone una serie litológica afectada principalmente por un intenso metamorfismo dinámico de unidades sedimentarias consistentes en lutitas y areniscas transformadas a esquistos de bajo grado, filitas y cuarcitas.

Las lutitas predominan sobre las areniscas, de manera que los esquistos y filitas son las rocas más desarrolladas, quedando las cuarcitas confinadas hacia las partes superiores de la secuencia.

La intensidad de metamorfismo aumenta de noroeste a sureste debido en parte a una superposición de metamorfismo térmico bajo los efectos de las intrusiones graníticas emplazadas en áreas circundantes a la zona estudiada.

Los niveles pelíticos son los que más han sufrido los efectos del metamorfismo regional y térmico, de modo que se observa la intercalación de filitas o esquistos micáceos con cuarcitas.

Las filitas están constituidas por laminaciones finas de color negro que pueden variar a azulinas, son muy fisibles y astillosas, con superficies lustrosas, debido al flujo dinámico sufrido durante el metamorfismo regional. En cada una de las superficies de flujo se observan marcas de estriaciones microscópicas finas y que indican el movimiento (Fotografía 3.7.1-7).

**Fotografía 3.7.1-7. Filitas del Zócalo Paleozoico inferior**



Infrayaciendo a las filitas y, sin observar la base, ocurren algunas intercalaciones de cuarcitas cruzadas por vetillas de cuarzo, pero sin cortar las capas de filitas. Estas vetas de cuarzo provienen de la propia fusión de las cuarcitas debido a los esfuerzos compresivos (Fotografía 3.7.1-8)

**Fotografía 3.7.1-8. cuarcitas con vetillas de cuarzo**



En la parte superior de la secuencia se presentan bancos gruesos de cuarcitas que controlan generalmente las alineaciones de colinas por la erosión diferencial. Son bancos duros de color gris claro a oscuro y con escaso bandeamiento con porfidoblastos de cuarzo cruzados con venillas y vetas de este material; además contienen delgadas alternancias de filitas de grano fino en laminaciones oscuras. El intenso tectonismo que ha afectado a esta serie no permite estimar su grosor ni tampoco su secuencia.

Las cuarcitas poseen en algunos casos textura granular con cemento silíceo holocristalino, pero en otros es porfidoblástica microsaturada, está compuesta predominantemente por 90-98% de cuarzo, con 2 a 10% de feldespatos y a veces trazas de minerales máficos.

En esta secuencia metamórfica pelítico psamítica no se ha encontrado evidencias para poder precisar su edad. Es más joven que el basamento precambriano del Macizo de Illescas y más antigua que las cuarcitas consideradas cretáceas en el sector nororiental del área de estudio.

### **c) Formación Chira Verdún**

La denominación proviene del valle del Chira, donde fue descrita como Grupo Chira-Verdún (IDDINGS y OLSON, 1928); posteriormente para la Cuenca Talara GONZALEZ,(1976) postula cuatro ciclos de sedimentación en el Eoceno, correspondiendo a la Formación Chira el cuarto ciclo.

Litológicamente, esta unidad se inicia con un conglomerado rojizo con tintes púrpuras bien cementado que provienen del complejo metamórfico, con clastos redondeados a sub-angulosos de diferentes dimensiones, dispuestos en una matriz microbrechosa de igual composición que los fenoclastos encontrándose el conjunto cementado con material carbonatado.

En la parte inferior también se encuentran areniscas, en capas delgadas de color blanco a beige, no muy cementadas e intercaladas con areniscas limonitizadas; continúan verticalmente areniscas tobáceas gris-beige y areniscas dolomíticas blancas, duras de grano fino y aspecto sacaroideo (Fotografía 3.7.1-9).

**Fotografía 3.7.1-9. Vista a los estratos de la Formación Chira Verdún**



Los grosores de la Formación Chira Verdun varían de un afloramiento a otro, debido en parte a la erosión; proceso que ha jugado un papel minino ya que las capas que cubren las terrazas de abrasión labradas sobre el basamento metamórfico, mantienen sus grosores con bastante uniformidad y solo están disectadas por las quebradas que bajan del macizo.

A la Formación Chira Verdun de la Cuenca Sechura, principalmente de los alrededores del Macizo de Illescas se le asigna una edad perteneciente al Eoceno superior basado en su abundante fauna.

#### **d) Depósitos pleistocénicos**

##### d.1) Tablazo Talara

Se han reconocido remanentes del tablazo sobreyaciendo a la Formación Chira Verdún y sobre el Macizo de Illescas están constituidos por conglomerados lumaquéllicos o lumaquelas poco consolidados en una matriz bioclástica a arenisca arcósica, y en los sectores más orientales están constituidos por conglomerados coquiníferos o coquinas.

Los litoclastos son de rocas de naturaleza variada, provenientes de la Cordillera Occidental; en las proximidades al Macizo de Illescas, provienen exclusivamente del complejo metamórfico (Fotografía 3.7.1-10).

**Fotografía 3.7.1-10. Tablazo Talara**



#### **e) Depósitos recientes**

##### e.1) Depósitos Aluviales

En la región de Bayóvar, este tipo de depósitos son brechas con mate riales provenientes exclusivamente del Macizo de Illescas y representan depósitos de

piedemonte que posteriormente fueron removidos en un medio húmedo. Los sedimentos muestran evidencias de por lo menos cuatro crisis climáticas, -que consistieron en ciclos áridos y secos seguidos por épocas de fuerte precipitación (Fotografía 3.7.1-11).

**Fotografía 3.7.1-11. Vista a la quebrada rellena de depósitos aluviales**



e.2) Depósitos de Playa

Son fajas angostas de arena de playas recientes comprendiendo las zonas de marea o limitados por los cordones litorales cuando estos es tan presentes.

Estos depósitos son una fuente permanente fuentes de aporte para los barjanes en movimiento (Fotografía 3.7.1-12).

**Fotografía 3.7.1-12. Depósito de playa en contacto con los depósitos eólicos**



e.3 Depósitos eólicos

Los depósitos eólicos se desarrollan en la forma de barjanes en movimiento, dunas gigantes o mantos delgados de arena, siguen cuatro rutas más o menos definidas. La migración de los barjanes es retardada por la humedad del terreno, ya que una parte de las arenas se fusionan y se colmatan sobre un terreno húmedo y salobre (Fotografía 3.7.1-13).

**Fotografía 3.7.1-13. Depósitos eólicos**



### **3.7.1.3.2. Tectónica**

En los Andes del Perú pueden diferenciarse cuatro zonas morfotectónicas longitudinales: Zona Costanera, Cordillera Occidental, Cordillera Oriental y Zona Subandina. La región estudiada comprende la primera y, que se caracteriza por la presencia de una cuenca subsidente: la Cuenca Sechura, entre dos macizos levantados; el Macizo de Illescas y la Cordillera Occidental.

La armazón tectónico de la región es el resultado de la superposición de las siguientes tectónicas: a) una tectónica de basamento compuesta por una deformación polifásica precambriana, superpuesta por otra herciniana y b) una tectónica andina o de cobertura.

#### **a) Tectónica de basamento**

El Macizo de Illescas tiene la forma de un gran anticlinorio con eje noroeste-sureste. Está constituido por un complejo metamórfico ígneo con rocas de probable edad precambriana consistentes en gneises anfibolitas y tonalitas, superpuesto por una serie paleozoica que incluye cuarcitas, filitas, microesquistos, migmatitas y granitos sintectónicos.

##### a.1) Deformación Precambriana

El núcleo Precambriano del Macizo de Illescas se encuentra muy deformado, producto de una tectónica polifásica que dio lugar a un metamorfismo profundo catazonal de facies de granulita. El material pre cambriano está superpuesto por la deformación herciniana, de tal forma que se encuentra afectado por una fuerte esquistosidad.

##### a.2) Deformación Herciniana

El zócalo paleozoico, aflora en la parte norte y sur de los Illescas y está constituido por micaesquistos, filitas y cuarcitas que se desarrollaron durante la



Tectónica Herciniana. Las deformaciones hercinianas han afectado considerablemente al conjunto de las rocas paleozoicas y precambrianas, que han resultado en estructuras complejas, productos de por lo menos 2 fases tectónicas superpuestas (Fotografía 3.7.1-14).

**Fotografía 3.7.1-14. Fallas en el Zócalo Paleozoico producto de Tectónica Eohercinica**



## **3.7.2. Geodinámica**

### **3.7.2.1. Geodinámica externa**

Los fenómenos de geodinámica externa en el área de estudio se tornan frecuentes en épocas de fuertes precipitaciones pluviales, donde ocurren principalmente desbordes e inundaciones de áreas depresionadas y cauces secos de quebradas y en menor importancia movimientos en masa como: erosión de ribera, de ladera (surcos y cárcavas), huaycos, flujos y desprendimientos en el borde de los tablazos y en el Macizo de Illescas.

#### **3.7.2.1.1. Inundaciones**

Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad tanto de absorción del suelo cuanto la descarga de los ríos, quebradas y áreas costeras (OEA, 1993). En el Perú constituyen uno de los principales peligros naturales en la costa sobretodo durante el Fenómeno Meteorológico de El Niño, que provoca el aumento de precipitación en la cuenca alta y en la llanura costera.

Los dos últimos fenómenos de El Niño (1982-83 y 1997-98), generaron la inundación de gran parte del área, sobretodo de las áreas planas y depresionadas, como las depresiones de Salinas, Salina La Grande y otras menores (Ver fotografía 3.7.2-1) y la reaparición de antiguos lechos de quebradas como la de Los Pozos que habían permanecido cubiertos por antiguos depósitos eólicos (El Niño 1982-83) y otras de menor importancia. Como huellas de la ocurrencia de estos acontecimientos se encuentra la vegetación herbácea y arbórea que se ha desarrollado en la zona después de estos últimos niños, las lluvias del año 2002 y del presente año, los que también han logrado fijar los sectores de médanos del área.

**Fotografía 3.7.2-1 .Vista a la laguna “La Niña” formada por las lluvias del año 2012, en el sector por donde pasa la Línea de Trasmisión que va a la Mina de Bayovar.**



#### **a) Movimientos en Masa**

Los fenómenos geodinámicos de movimientos en masa, de ocurrencia común son huaycos, flujos, erosión de ribera, derrumbes y caídas de rocas. Los primeros, circunscritos a las desembocaduras de las quebradas que bajan desde los flancos del macizo de Illescas desembocando sobre los tablazos llegando a afectar a la carretera entre BAPPO - Punta Aguja, y los derrumbes y caídas de rocas, corresponden a las laderas superiores de pendientes fuertes, de los promontorios de Illescas o de las laderas de quebradas.

#### **3.7.2.1.2. El fenómeno Meteorológico El Niño.**

Las características oceanográficas y atmosféricas del Fenómeno El Niño ocurrida durante los años 1982- 1983 y 1997- 1998, produjeron modificaciones climáticas, especialmente en la costa de la Región Piura, donde se ubica la mayor parte de la

población, infraestructura socio – económica y áreas productivas (agricultura, pesca, industria, etc.).

Fueron varias las características climáticas que se alteraron, sin embargo fue la precipitación pluvial y la consecuente escorrentía de agua por los ríos y quebradas la que afectaron a viviendas y la infraestructura socio económica como consecuencia afectó el desarrollo normal de las actividades productivas de servicio.

### **3.7.2.2. Geodinámica interna**

#### **3.7.2.2.1. Sismicidad**

La Región Piura es considerada zona medianamente sísmica debido a sus características estructurales, confluyen dos placas tectónicas, la Placa de Cocos y la Placa de Nazca, los cuales junto con la Dorsal de Grijaldo y Sarmiento ejercen un empuje hacia el Este, generando una zona de transición en el continente (Deflexión de Huancabamba).

La enorme fricción generada por el roce de las dos placas en movimiento genera una constante acumulación de energía, que al liberarse da lugar a violentos movimientos sísmicos en el margen litoral peruano, siendo los más destructivos los superficiales, es decir, aquellos cuyos focos se localizan a menos de 30 km de profundidad; tornando a esta región desde el punto de vista sísmico, como el más activo del retroarco a lo largo del frente occidental andino. La gradiente de subducción de 5° a 10° de la Placa de Nazca y su tasa de desplazamiento de 11 cm/año, mantiene la actividad tectónica de la costa peruana donde las fuerzas de compresión son eficazmente transportadas a la corteza.

Además, el carácter sísmico de nuestro territorio obliga a tener en cuenta diversas consideraciones para ejecutar alguna actividad productiva, entre las que se

tienen: topografía, pendientes, tipo de roca, grado y clase de alteración, etc.; en tal sentido, cabe mencionar que el lugar por donde discurrirá la línea de transmisión se halla en suelos areno-limosos arcillosos cuaternarios, que cubren a los materiales marinos de los Tablazos de Talara y Lobitos y la Depresión de Salinas que cuando es inundada por las aguas de precipitación pluvial conjuntamente con el Bajo Piura y la Pampa de Ñamuc, forman la Laguna La Niña , debajo del cual se hallan los materiales sedimentarios de la Formación Miramar, caracterizados por su falta de litificación y baja competencia.

Debe tenerse en cuenta que el impacto de los sismos puede ser alto en aquellos sectores donde se efectúen remociones de material y acumulaciones poco consolidadas y finalmente, tenerse presente que un evento sísmico podría dar lugar a derrumbes (desprendimientos de material) en los sectores escarpados de las quebradas que cortan al macizo de Illescas, así como un Tsunami que afecte al litoral de la bahía de Sechura y por consiguiente a las obras de infraestructura y poblaciones que en ella se asienten.

De acuerdo al mapa de Zonificación Sísmica para el territorio peruano (D. Huaco y J. Chávez 1977), el área de estudio se ubica en la región Sísmica III cuyas características son:

- Sismo de magnitud 7 (Escala de Richter)
- Hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre VIII y IX.

Según el Mapa de Intensidad Sísmica para el territorio peruano elaborado con información obtenida del Centro Regional de Intensidades Sísmicas para América Latina (CERESIS) y tomando en consideración la Escala Modificada de Mercalli, el área de estudio se encuentra afectada por sismos de grado VIII, cuyas características son:

- Daño leve en estructuras especialmente diseñadas
- Daños considerables en edificios de concreto y sólidos con colapso parcial

- Daños grandes en estructuras de construcción pobre
- Paredes separadas de su estructura
- Caída de chimeneas, rimeros de fábricas, columnas, monumentos y paredes
- Muebles pesados volcados
- Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades
- Cambio de nivel en pozos de agua.

Las limitaciones impuestas por la escasez de datos sísmicos en un periodo estadísticamente representativo, restringe el uso del método probabilístico, asimismo la escasez de datos tectónicos restringe el uso del método determinístico, no obstante un cálculo basado en la aplicación de tales métodos, pero sin perder de vista las limitaciones de tales métodos, aporta criterios suficientes para llegar a una evaluación previa del riesgo sísmico de la Región Grau y del Noroeste peruano en general.

Según el estudio realizado por la Universidad Nacional de Piura (Moreano, S., 1994), establece mediante la aplicación del método de los mínimos cuadrados y la Ley de recurrencia.

$$\text{Log } n = 2.08472 - 0.31704 \pm 0.15432 M$$

Una aproximación de la probabilidad de ocurrencia y el periodo medio de retorno para sismos de magnitudes de 7.0 y 7.5 se puede observar en el Cuadro N° 01, lo que nos indica que cada 40.8 años, probablemente se produzca un sismo de  $m_b = 7.0$  y cada 73.9 años un sismo de  $m_b = 7.5$ . El último sismo de  $m_b = 7.0$  fue el año 1970.

**Cuadro 3.7.2-1. Periodo Medio de Retorno de Sismos**

MAGNITUD Mb	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (años)			PERÍODO MEDIO DE RETORNO (años)
	2.0	3.0	4.0	
7.0	38.7	52.1	62.5	40.8
7.5	23.9	33.3	41.8	73.9

**Fuente:** Universidad Nacional de Piura, Marzo 2001.

**Elaboración:** Equipo Técnico INDECI. Septiembre 2001.

### **A. Principales Sismos que han afectado el área**

Entre los principales sismos que han afectado el área de estudio se encuentran los siguientes:

#### **20 de Agosto de 1857**

Silgado indica un fuerte sismo en Piura que destruyó muchos edificios. Se abrió la tierra, de la cual emanaron aguas negras. Daños menores en el puerto de Paita. La máxima intensidad de este sismo fue de VIII MM.

#### **24 de Julio de 1912**

Terremoto en Piura y Huancabamba. En el cauce seco del río Piura se formaron grietas con surgencia de agua, otros daños afectaron el terraplén del ferrocarril. En el puerto de Paita se produjeron agrietamientos del suelo. La máxima intensidad de este sismo fue de VIII MM.

#### **12 de Diciembre de 1953**

Un fuerte y prolongado movimiento sísmico afectó la parte noroeste del Perú y parte del territorio ecuatoriano. Silgado (1957) indicó que se produjeron grietas largas en los terrenos húmedos. Se apreciaron eyecciones de lodo en la quebrada de Bocapán, en los esteros de Puerto Pizarro y en otros lugares. En Bocapán, que había estado seco antes del movimiento, corrió momentáneamente agua a causa de los surtidores. En Puerto Pizarro se originaron chorros de agua de 60

cm. de altura y grietas. La máxima intensidad de este sismo fue de VIII MM y su magnitud fue de  $M_s = 7.8$ .

### **9 de Diciembre de 1970**

Terremoto en el noroeste del Perú. En el área de Querecotillo en terraza fluvial y aluvial se formó un sistema de grietas en echelón, de longitud de 500 m. con aberturas de 0.30 m. y saltos de 0.25 m. Se notó efusión de arena formando sumideros de 0.60-1.00 m. de diámetro. Cerca al caserío La Huaca se agrietó el suelo, brotando arena y lodo. En Tumbes cerca al Puerto Cura, en las terrazas fluviales, se observó efusión de aguas negras acompañadas de arena que salieron a la superficie a través de grietas (Taype, 1971). La máxima intensidad de este sismo fue de IX MM y su magnitud fue de  $M_s = 7.1$ .

### **9 de Diciembre de 1970.**

A las 23:35 horas, terremoto de magnitud 7.2 entre Piura y Tumbes. Epicentro al sur de Tumbes, 48 muertos. En Querecotillo se formaron un sistema de grietas en 500 m. de longitud. Se sintió en Ecuador donde hubo muertes y daños materiales.

### **10 de Julio de 1971.**

Temblor de regular intensidad sacudió Suyo en Piura. Cayeron numerosas viviendas.

### **15 de Junio del 2005.**

Temblor de grado 5 se produjo en el balneario de Máncora, a las 06:40 horas y tuvo como epicentro a 105 kilómetros al noreste de Máncora con una profundidad de 57 km.

### **15 de Junio 2005.**

Temblor de 4,4 grados en la escala de Richter ocurrió en la ciudad costeña de Zorritos a las 09:02 horas locales. Su epicentro fue a 42 kilómetros al oeste de Zorritos, con una profundidad de 35 km.



### **3.7.2.3. Evaluación de riesgos de desastres**

El área donde se ubica el sector estudiado dentro del Proyecto Fosfatos del Pacífico se halla en terrenos que geológicamente se ubican en rocas metamórficas (esquistos, filitas y cuarcitas) del macizo de Illescas cubiertas en sectores por depósitos cuaternarios.

El Puerto de embarque de Fosfatos del Pacífico se ubicará en Punta Aguja localizado en la zona más meridional de la Bahía de Sechura, en una zona conformada por rocas metamórficas del tipo esquistos, en un sector donde las laderas del macizo de Illescas descienden directamente al mar .

Si proyectamos estos valores al área donde se propone instalar el acceso (carretera) que uniría la Planta concentradora de FOSPAC con el Muelle de Desembarque, con un trazo casi paralelo a la Faja transportadora de la Minera Miski Mayo S.R.L y la carretera que bordeando el litoral tiene Petro Perú para llegar a su Muelle de Petróleo en Punta Tric-Trac, se puede mencionar que por sus condiciones geomorfológicas y geológicas es un lugar apropiado para su construcción, pero una de sus dificultades es que tendrá que atravesar muchas quebradas profundas que geodinámicamente en época de la presencia de lluvias extraordinarias por la ocurrencia del fenómeno meteorológico de El Niño, se activan generándose derrumbes en las laderas y huaycos en sus cauces, que afectan a las obras de infraestructura como es la carretera de Petro Perú.

Por lo que el diseño de la vía u otra vía alternativa que se desee emplear para conducir los concentrados al puerto es contemplar en el paso de las quebradas mediante rellenos con obras de arte apropiadas para el paso de huaycos en época de lluvias extraordinarias y contemplar el uso de shotcrete (concreto lanzado) para estabilizar taludes de corte o en situación inestable al atravesar la roca con la vía.

#### 3.7.2.4. Estimación del riesgo

**Los principales peligros** que afectan al área están circunscritos a la presencia del fenómeno de El Niño, el que se presenta de forma recurrente, sin un período definido y con magnitud variada, según su duración e intensidad y a los peligros de origen sísmico.

Se distinguen fenómenos de origen geológico (fenómenos de geodinámica externa, intensidades sísmicas, tsunamis, inundación por tsunamis, erosión y depositación eólica), de origen geológico-climático y de origen climático (inundaciones por acción de la precipitación pluvial, erosión de laderas) y entre los principales Peligros Geológicos con efectos en la zona de estudio tenemos:

**Fenómenos de remoción de masas** que se activan durante la época de lluvias extraordinarias y el fenómeno de El Niño, así por las quebradas que descienden del macizo de Illescas bajan torrentes cargados de **huaycos** que en la actualidad afectan a la carretera BAPPO - Muelle de Petroperú y podría afectar a la caleta de Puerto Rico, que ha crecido desordenadamente sin un ordenamiento territorial, ni preparación de sus pobladores ante la ocurrencia de un peligro geológico, que afecte su poblado, igualmente puede afectar otras obras de infraestructura que se ubican en el área de influencia de la desembocadura de las quebradas.

**Fotografía 3.7.2-2. Vista al Muelle de Petroperú entre Punta Lagunas y Punta Aguja construido sobre roca metamórfica (Filitas y cuarcitas)**



**Fotografía 3.7.2-3. Vista a carretera Bappo – Desvió Chiclayo, erosionada por torrente que discurrió por lecho de quebrada en el Niño del 1997-98.**



**La actividad sísmica**, también constituye un Peligro para la seguridad física de las ciudades litorales de la Región Piura, sobre todo en las provincias de Paita y Sechura.

Existe como antecedente registros de sismos de intensidad mayor a 7 grados que han afectado durante el Siglo XX a la región Piura con efecto en el Desierto de Sechura, por lo es necesario desarrollar estudios de riesgo sísmico para la ubicación de nuevas ciudades, campamentos, edificaciones y obras de infraestructura para la minería, petróleo y pesquería que se localicen en el Desierto de Sechura, que complementen el estudio de mitigación que se han realizado en la región.

**Los Tsunamis**, constituyen también otro peligro geológico para las ciudades y balnearios localizados en la zona litoral de la región Piura. Estos pueden producirse como consecuencia de la ocurrencia de sismos de gran intensidad sobretodo locales, que puedan generar el desplazamiento de olas gigantes que podrían impactar directamente la costa del área de estudio (entre Parachique y Punta Aguja), provocando daños a las obras de infraestructura vial, portuaria, pesquera y urbana, considerando la altura máxima que alcanzaría la ola y su efecto sobre los promontorios rocosos donde se halle esta infraestructura.

La **acción eólica de los vientos** que afectan el área también son peligros a tener en cuenta considerando los grandes volúmenes de arena que se acumulan como cordones de dunas barjanes de dirección N-S y SO-NE que dificultan el transito este – oeste en la región, sobre todo en épocas en que la velocidad e intensidad del viento de intensifica. Dentro de los peligros de origen climático destacan las **precipitaciones pluviales** que afectan a todo el desierto de Sechura en la época de ocurrencia de lluvias extraordinarias y en los fenómenos de “El Niño” de intensidad alta como los de 1925, 1972, 1982-83 y 1997-98, provocando la **inundación** de las áreas depresionadas.

**La Vulnerabilidad** de cualquier elemento en su conjunto está definida como el grado de pérdida o daño que este puede sufrir debido a la ocurrencia de un peligro de origen natural o antrópico.

Haciendo énfasis en el concepto de vulnerabilidad de una sociedad o en este caso del área donde se asentará el Proyecto de Fosfatos del Pacífico, ante desastres entendidos como: "la susceptibilidad que una comunidad (área) sea afectada por algún fenómeno, expresada en su incapacidad para «absorber», mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su «inflexibilidad» o incapacidad para adaptarse a un cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva de una amenaza o peligro sobre una comunidad (u obra de infraestructura)".

Bajo estos conceptos, en el análisis de vulnerabilidad ante desastres del área de estudio, se buscó integrar la geología, geomorfología y geodinámica externa e interna del área, con las características hidrometeorológicas, asentamientos poblacionales, infraestructura del área, desarrollo agrícola y energético, indicadores sociales, educacionales, económicos susceptibles de ser cuantificados y georeferenciados, que permita caracterizar la "susceptibilidad del área a ser afectada por alguna amenaza".

De acuerdo a lo analizado tanto en trabajos de gabinete como de campo, podemos manifestar que los terrenos que constituyen el área por donde discurrirá la carretera y la línea de transmisión pertenecen al Macizo de Ilescas que presentan buenas características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, también es necesario considerar que contribuye a mejorar su vulnerabilidad el que los terrenos del área son sin desarrollo agrícola y agropecuario y no se localiza ningún asentamiento humano.

La alta vulnerabilidad del área estará referida a la ocurrencia de fuertes precipitaciones pluviales que provocan inundaciones en las zonas depresionadas durante la presencia del fenómeno meteorológico de El Niño, o a los daños que podría causar la presencia de un sismo y un tsunami, donde para mejorar la vulnerabilidad será necesario diseñar obras de protección y drenaje apropiadas, así como darle un mantenimiento adecuado y permanente a los cauces de quebradas y torrenteras.

**Fotografía 3.7.2-4. Muestra las geoformas de los promontorios del Macizo de Illescas**



**Fotografía 3.7.2-5. Paso de la Faja transportadora de fosfatos y tubería del oleoducto por una quebrada que trae huayco en época de ocurrencia de lluvias extraordinarias y el Fenómeno de El Niño**



Los peligros que pueden afectar a una vía que discurra por la ladera norte del macizo de Illescas con dirección al Puerto de Punta Aguja son los huaycos que bajan por las quebradas y los fenómenos de erosión que provoquen las lluvias en las laderas de los promontorios lo que se intensificara con la presencia del fenómeno de El Niño. En cuanto **a la vulnerabilidad del Muelle** a ubicar en Punta Aguja, de acuerdo a las características geomorfológicas y geológicas (con rocas de características geomecánicas aceptables), y el de transporte de mineral al puerto, es **Baja** en períodos normales pudiendo llegar a Alto en caso que en el diseño del puerto en sus instalaciones, muelle y la zona de acodamiento de barcos no se adopten medidas ante la ocurrencia de un Tsunami, sismos de gran intensidad, y los fenómenos climáticos que podrían afectar al área de estudio.

**El análisis de Riesgo** del área de estudio, teniendo en cuenta los peligros que afectan a los terrenos donde discurrirá la vía para el transporte de los

concentrados a su Muelle de Embarque y su vulnerabilidad ante su ocurrencia, se puede manifestar que el Riesgo a que está sometido este proyecto está directamente relacionado con la ocurrencia del fenómeno de El Niño y posibles efectos de un peligro sísmico de gran intensidad o un tsunami, así como a los fenómenos de remoción en masas (tipo huaycos, erosión de ladera o derrumbes), o la inundación de las depresiones existentes en todo el área del proyecto, se debe considerar **Bajo** en épocas normales **y Medio a Alto** en épocas de lluvias extraordinarias y el fenómeno de El Niño, remarcándose que si desde el Proyecto final de la Mina de Fosfatos del Pacífico y sus Instalaciones, se plantea la ejecución de obras de protección a las instalaciones que mejoren su vulnerabilidad en época de ocurrencia de un fenómeno Climático (El Niño), geológico (Sismo de alta intensidad, Tsunami o remoción en masa), esta se mantendría **Baja**, debiéndose considerar que también un trabajo conjunto con las otras empresas y organismos públicos instaladas en el litoral de la Bahía de Sechura para la proyección y ejecución de obras de infraestructura comunes reducirán la vulnerabilidad del área ante la ocurrencia de todo tipo de peligro geológico (sísmico incluido un tsunami, huaycos, erosión de laderas, etc.), o climático (inundaciones con sus efectos secundarios).

#### **3.7.2.5. Conclusiones**

La zona donde se ubica el área de estudio está conformado por los afloramientos rocosos (pizarras, esquistos y cuarcitas cubiertos por depósitos cuaternarios de variado espesor) que conforman el macizo de Illescas que sobresale en la parte Oeste y Noroeste del Desierto de Sechura.

Los principales fenómenos geodinámicos ocurrentes en el área son los movimientos en masa (flujos hídricos, erosión de riberas, erosión de laderas, derrumbes de laderas), sobre todo derrumbes en las márgenes de las quebradas, huaycos en los cauces y erosión en las laderas que afectan al macizo de Illescas durante las temporadas de lluvias extraordinarias o e fenómeno de El Niño. La



ocurrencia de derrumbes también puede ser desencadenada por ocurrencia de movimientos sísmicos de regular magnitud. Para proteger las laderas de los afloramientos rocosos en situación inestable es necesario shotcretear la roca.

En lo que respecta a la implicancia de los terrenos para las obras del proyecto en estudio podemos mencionar que tanto en el trazo de la carretera como de la línea de Trasmisión será necesario atravesar quebradas profundas donde va a ser necesario en caso de pasar en relleno, colocar obras de drenaje y de arte apropiadas para los caudales que se presentan en lluvias extraordinarias causadas por el fenómeno meteorológico de El Niño.

El Riesgo a Desastres de la zona estudiada se puede considerar Bajo en épocas normales y se acrecienta a Medio o Alto ante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o un fenómeno meteorológico de El Niño o la ocurrencia de un peligro sísmico incluido un tsunami que afecte a las obras de infraestructura y caletas del litoral de Sechura.

### **3.7.3. Suelos**

#### **3.7.3.1 Caracterización del Suelo**

El suelo es un cuerpo natural compuesto por sólido (minerales y materia orgánica), líquido y gases que se presentan sobre la superficie de la tierra, ocupando un espacio y se halla caracterizado morfológicamente por uno o varios horizontes genéticos, los cuales se originan por la incidencia de procesos pedogénicos, tales como, adiciones, pérdidas, transferencia y transformaciones de energía o materia.

La caracterización del recurso suelo del ámbito del proyecto, se ha realizado mediante la investigación de áreas de muestreo que permiten obtener una información sistematizada sobre la realidad edáfica de dicho proyecto. De esta manera, se ha obtenido información, tanto de aspectos geográficos, físicos como químicos correspondientes a las áreas de influencia directa del Proyecto, lo que permitirá evaluar y cuantificar los probables impactos atribuibles o derivados de las actividades del mismo.

Los criterios y técnicas metodológicas empleadas se han ceñido a las normas y lineamientos generales que establece el manual del Soil Survey (Revisión 1993) y las Keys Soil Taxonomy (Onceava Edición, 2010), del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. El presente estudio se presenta a nivel detallado para el cual se ha seguido las recomendaciones del Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos del Perú, Decreto Supremo N° 013-2010-AG. Para la interpretación práctica del potencial de tierras se ha utilizado el Reglamento de Clasificación por su capacidad de uso mayor de Tierras del Perú (D.S. N° 017-2009-AG).

### **3.7.3.1.1 Objetivos**

- Identificación, delimitación y caracterización de las unidades fisiográficas, que servirá como base para correlacionarlas con los estudios de suelos.
- Identificar, caracterizar, clasificar y determinar la distribución geográfica espacial de cada uno de los suelos representativos dentro del área de estudio del proyecto “Estudio de Impacto Ambiental Detallado PROYECTO FOSFATO”
- Clasificar las tierras de acuerdo a su capacidad de uso mayor (D.S. N° 017-2009-AG).
- Determinar, identificar, describir y representar cartográficamente la conformación y distribución espacial de los principales usos de las tierras en el ámbito de influencia del proyecto.

### **3.7.3.1.2 Materiales y métodos**

La ejecución del estudio de suelos se efectuó en cuatro etapas básicas o fases, las cuales se detallan a continuación:

#### **A. Fase Preliminar**

Previamente a los trabajos de campo se procedió a la revisión de la bibliografía existente del área de estudio y recopilación de los siguientes materiales:

##### **a. Material temático**

- Boletín de la Carta Geológica Nacional, a escala 1:100 000, INGEMMET, (1997).

- Mapa Ecológico del departamento de Piura de la base de datos del INRENA, con memoria explicativa, del año 2001.

**b. Material cartográfico**

- Mapa topográfico o carta nacional levantado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1:100,000 del año 1985 y actualizado recientemente. La hoja utilizada corresponde a 14m.
- Topografía a escala 1:25 000, generados del Aster GDEM

**c. Material de teledetección**

- Para el estudio se adquirieron imágenes del satélite Ortofoto de resolución 2,5 m de año 2011 y las ortofotos del servidor de Google Earth.

A partir de los materiales temáticos, cartográficos y teledetección antes mencionados se elaboraron el mapa base donde se ubicaron los probables puntos de muestreo de acuerdo a las características de la fisiografía, zona de vida y litología. Posteriormente la información obtenida permitirá la elaboración de los mapas de suelo, fisiografía, uso mayor.

**d. Material de campo**

- Tarjetas de descripción de perfiles de suelos y tablero
- Bolsas de plástico
- cinta métrica
- Tabla de colores de suelos (Munsell soil color charts)
- Instrumento portátil de sistema de posicionamiento global (GPS)
- Pico y pala recta
- Cámara digital

- Marcadores, bolsas dobles
- cinta de embalaje

## **B. Fase de campo**

### **a. Protocolo de muestreo**

El objetivo del muestreo es obtener información confiable del recurso edáfico, aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo del suelo más grande denominado "población", tales muestras podrán ser o no representativas de la misma, dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas. Todos los suelos son naturalmente variables: sus propiedades cambian, horizontalmente, de manera transversal al paisaje y verticalmente. Para las subdivisiones horizontales se podrá utilizar unidades de mapeo de suelos derivadas de cambios en la topografía, geología subyacente y tipo predominante de vegetación. Los horizontes del suelo son excelentes subdivisiones del cambio vertical. Las perturbaciones ambientales, tales como la mezcla mecánica, la deposición de los contaminantes del aire, los derrames líquidos y la aplicación de desperdicios sólidos, introducen una variación adicional a los paisajes naturales.

El muestreo de un suelo es por tanto, la etapa previa al análisis y determinación de la clasificación de acuerdo al Soil Taxonomy, capacidad de uso mayor de la tierra.

### **b. Referencia de la norma legal técnica o estándar aplicable para los protocolos de muestreo**

- Schoenerberger, P.J., D.A. Wysocki and E.C. Benham. 1998. Field book for describing and sampling soils. National Soil Survey Center. United States Department of Agriculture. Lincoln, Nebraska.
- Soil Survey Laboratory Methods Manual 2004. U.S.D.A.

- Soil Taxonomy 2010 U.S.D.A.
- Schoeneberger, P.J. and Wysocki, D.A. 1998. Geomorphic description system, version 2.06.
- Soil Survey Division Staff (SSDS). 1993. Soil survey manual. Handbook No. 18. United States Department of Agriculture (USDA). Washington D. C. 437 p.
- Zinck, J.A. 1988. Physiography and soils, ITC Lectur Note SOL4.1. International Institute for Geoinformation and Earth Observacion (ITC), Ensche (NL). 156 pp.

#### **c. Selección de los lugares de muestreo**

Para determinar los puntos de muestreo se seleccionaran lugares que tengan características litológicas representativas y áreas probablemente afectadas por componentes del proyecto.

#### **d. Técnicas de evaluación de suelos en el campo**

Un muestreo representativo del suelo garantiza que una muestra o grupo de muestras refleje de manera precisa las características físicas, químicas y mecánicas, además de la concentración del parámetro potencialmente contaminable. Sin embargo, en razón de que los suelos son extremadamente complejos y variables, esto a menudo requiere de diversos métodos de muestreo que se acomoden mejor a las necesidades y objetivos específicos del muestreo.

Para la evaluación de la caracterización edáfica, se ha considerado el muestreo mediante aperturas de calicatas.

➤ **Muestreo en calicatas.**

Los puntos ubicados en gabinete fueron verificados y corregidos en campo, recorriéndose y seleccionándose los puntos definitivos; donde se llevan a cabo el muestreo mediante excavaciones de 1.0 m de ancho por 1.50 m de largo y profundidad variable o hasta el contacto lítico con la roca madre, en los cuales se encuentra expuesto el perfil completo del suelo.

El objeto del muestreo de las calicatas es describir completa y detalladamente el perfil representativo de suelo en sus propiedades y características físicas, químicas y biológicas. La división del perfil en capas se efectuó al detectarse cambios en la consistencia del suelo al raspar éste con la picota. Otras propiedades que ayudaron a esta delimitación fueron el color, textura y la presencia de fragmentos muy gruesos.

Esta caracterización involucra la recopilación de información en formato de campo (ver figura 3.7.3-1)

**e. Descripción del suelo**

A continuación se describe cada uno de los parámetros a recoger en campo:

➤ **Información general del sitio, registro y ubicación**

Antes de realizar la descripción del recurso suelo, es necesario coleccionar información relevante relacionada con el registro e identificación del suelo a ser descrito, tales como:

***Nombre del suelo***

Nombre local dado a la unidad de suelo del cual el perfil es representativo para un nivel de clasificación.

### **Código del perfil**

Se coloca el código que es un valor significativo de nombre del suelo, pero valioso para la coordinación de la información descriptiva y de laboratorio.

### **Fecha de la observación**

Indicar el día, mes y año de la descripción del suelo

**Figura 3.7-1: Formato de campo**

DESCRIPCION DEL PERFIL										NUMERO DE PERFIL			
NOMBRE DEL SUELO			SIMBOLO		FOTO N°	CLASIFICACION TAXONOMY				FECHA			
DEPARTAMENTO			COORDENADAS			ZONA		ALTITUD		NUMERO DE MUESTRAS			
PROVINCIA Y DISTRITO			PAISAJE			GEOFORMA		ASPECTO		PENDIENTE DEL PERFIL %			
MICRORELIEVE		FISIOGRAFIA			DRENAJE		PERMEABILIDAD		EROSION	TIPO	GRADO		
MATERIAL PARENTAL			LITOLOGIA		PRECIPITACION	TEMPERATURA	ZONA DE VIDA		USO DEL SUELO				
FRAGMENTOS EN SUPERFICIE		GRAVAS %	GULIARROS %	PIEDRAS%	VEGETACION			NAPA FREATICA		PROF EFECTIVA			
N°	PROFUNDIDAD CM	HORIZONTE	LIMITE	COLOR DEL SUELO	TEXTURA	FRAG. ROCOSOS TIPO %	ESTRUCTURA	CONSISTENCIA	MOTEAJURAS COLOR Y %				
1													
2													
3													
4													
5													
6													
	CARACTERISTICAS REDOXIMORFAS			CONCENTRACIONES		RAICES	POROS	MICROORGANISMOS	NOTAS				
1													
2													
3													
4													
5													
6													

### **Ubicación**

Indica la ubicación política (departamento, provincia y distrito) y las coordenadas UTM.

### **Altitud**

Expresado en metros sobre el nivel del mar.



### **Forma del terreno**

Se refiere exclusivamente a la forma de la superficie del terreno. Para comprender la situación del perfil es necesario describir su posición y la forma del terreno circundante. Se utilizan los siguientes términos:

- **Posición fisiográfica del lugar:**

Montañas (ladera de montaña, cima, meseta, cumbre, cresta); colinas; planicie (valles, terrazas altas, medias, bajas aluviales, cono de deyección, abanicos aluviales, planicies eólicas).

- **Relieve:**

Se refiere a diferencias de elevación con respecto a la superficie terrestre. De acuerdo a ello se denomina: plano, ondulado, disectado o quebrado.

### **Pendiente donde el perfil está situado**

Se refiere a la inclinación que presenta la superficie del suelo con respecto a la horizontal; está expresada en porcentaje, es decir la diferencia de altura en 100 metros horizontales. Para los fines del presente estudio, se ha determinado siete rangos de pendiente, los cuales se presentan en el Cuadro 3.7.3-1:

**Cuadro 3.7.3-1. Rangos de pendiente**

Término descriptivo	Rango %	Símbolo
Plano a ligeramente inclinada	0 – 4	A
Moderadamente inclinada	4 – 8	B
Fuertemente inclinada	8 - 15	C
Moderadamente empinada	15 – 25	D
Empinada	25 – 50	E
Muy empinada	50 – 75	F
Extremadamente empinada	> 75	G

Fuente: Soil survey manual. 1993.

### ***Vegetación***

Deberá ser descrita en primera instancia en términos simples (por ejemplo: bosque de especies de hojas caducas, pastos altos, bosque abierto, etc) seguido, en lo posible, por la descripción de las especies botánicas presentes, con la indicación de las dominantes (si las hay). Si el terreno es aprovechado, se describirá la naturaleza de su uso.

En el caso de tierras de labranza, se enumeran los cultivos principales, añadiéndose toda la información disponible acerca de métodos de ordenación de suelos, uso de fertilizantes, rotaciones, rendimientos, etc.

### ***Uso de la tierra***

Implica el uso actual de la tierra, ya sea agrícola o no, en donde el suelo es localizado. El uso de la tierra tiene gran influencia en la dirección y en la tasa de formación del suelo; su registro realza considerablemente el valor interpretativo de los datos del suelo.

### ***Clima***

Como mínimo se recolecta información sobre la temperatura promedio mensual (en grados Celsius) y la precipitación media mensual (en milímetros), haciendo uso de datos existentes de la estación meteorológica más cercana al sitio. Se toma nota también de la duración del período seco (meses durante los cuales la escasez de lluvias constituye una severa limitación para la agricultura).

### ***Clima edáfico***

Se definen con dos conceptos fundamentales que son Régimen de Temperatura y Régimen de Humedad; estos parámetros son de gran importancia porque establecen las condiciones climáticas en la zona de desarrollo radicular de la planta y por tanto las condiciones para que haya un buen funcionamiento de la raíz, una nutrición adecuada de la planta y una buena actividad biológica.

- **Régimen de temperatura:** Establece el valor de la temperatura que se mantiene relativamente constante todo el tiempo y la profundidad a la cual se presenta dicha temperatura.
- **Régimen de humedad:** Se refiere a la presencia o ausencia de agua disponible o aprovechable para la planta en el suelo o en alguno de sus horizontes, durante períodos específicos del año. Para este efecto, se considera que el suelo está seco cuando el agua está retenida con una tensión mayor a 1500kPa y se considera que tiene agua disponible para la planta, cuando la humedad edáfica se encuentra retenida a menos de 1500 kPa, pero por encima de cero kPa de tensión.

### ***Formación Litología y/o geológica***

Se refiere a las diferentes formaciones litológicas o geológicas que se encuentran en las cartas geológicas realizados por el INGEMMET.

#### **➤ Información general acerca del suelo**

### ***Material parental***

Es el material de donde presumiblemente el suelo se formó. Este es descrito de la manera más precisa posible, indicando su origen y naturaleza. Existen básicamente dos grupos de material parental sobre el cual el suelo se formó: materiales no consolidados (mayormente sedimentos) y material intemperizado que se encuentra sobre las rocas que le dio origen. Existen casos transicionales, como los materiales parcialmente consolidados y que fueron transportados, por agua, llamados aluvial (fluvial si fue transportado por un río), o por gravedad, (llamado coluvial) y eólico si es transportado por el viento.

### ***Drenaje***

Es la rapidez y grado con el que el agua es removida del suelo en relación con el escurrimiento superficial y el movimiento de las aguas a través del suelo hacia los espacios subterráneos. En el Cuadro 3.7.3-2 se muestran las clases de drenaje.

**Cuadro 3.7.3-2. Clases drenaje**

<b>Clases</b>	<b>Rapidez con que el agua es removida</b>
Excesivo	Muy rápidamente
Algo excesivo	Rápidamente.
Bueno	Con facilidad pero no rápidamente.
Moderado	Algo lenta, de tal manera que el perfil está mojado por un periodo pequeño, pero significativo de tiempo.
Imperfecto	Tan lento como para mantenerlo mojado por períodos significativos, pero no todo el tiempo.
Pobre	Tan lento que el suelo permanece mojado por un largo período de tiempo.
Muy pobre	Tan lento, que una lámina de agua permanece en la superficie casi todo el año, impidiendo el desarrollo de las plantas mesofíticas.

Fuente: Ministerio de Agricultura.

Reglamento de Clasificación de Tierras 2009.

### ***Profundidad efectiva del suelo***

Es el espesor de las capas del suelo en donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente en busca de agua y nutrientes. Su límite inferior está dado por capas de arcillas muy densas, materiales consolidados (hardpanes), materiales fragmentarios (gravas, piedras o rocas) o napa freática permanente, que actúa como limitantes del desarrollo normal de las plantas. En el cuadro 3.7.3-3 se muestra la calificación (clases) que se da al suelo de acuerdo a su profundidad efectiva.

**Cuadro 3.7.3-3. Clases de profundidad efectiva**

Profundidad (cm)	Clases
< 25	Muy superficiales
25 – 50	Superficiales
50 – 100	Moderadamente profundo
100 – 150	Profundo
> 150	Muy profundo

Fuente: Ministerio de Agricultura.  
Reglamento de Clasificación de Tierras 2009.

### ***Pedregosidad superficial***

Se refiere a la proporción relativa de piedras mayor a 25 cm de diámetro que se encuentra en la superficie del suelo. Su clasificación se presenta en el Cuadro 3.7.3-4.

**Cuadro 3.7.3-4. Clases de pedregosidad superficial**

% Cobertura de la superficie	Distancia entre piedras	Clase
0,01 a 0,1%	< 20m	Libre a ligeramente pedregoso
0,1 a 3%	3 – 20m	Moderadamente pedregoso
3 a 15%	1 – 3m	Pedregoso
15 a 50%	0,5 – 1m	Muy pedregoso
50 a 90%	< 0,5m	Extremadamente pedregoso

Fuente: Ministerio de Agricultura. Reglamento de Clasificación de Tierras 2009

### ***Erosión***

Se refiere al desprendimiento, transporte y deposición del material del suelo por el escurrimiento superficial. La forma, tipo y los grados se presentan en el Cuadro 3.7.3-5.

**Cuadro 3.7.3-5. Formas, tipo y grados de erosión.**

Forma erosión	Tipo	Grado de erosión	Descripción
Hídrica o eólica	Laminar, surcos o cárcavas	Muy ligera	Arrastre imperceptible de partículas del suelo.
		Ligera	Síntomas de erosión laminar. Presencia de canalículos.
		Moderada	Presencia de regular cantidad de surcos y moderada cantidad de cárcavas.
		Severa	Presencia abundante de surcos y cárcavas no corregibles por las labores del cultivo.
		Extrema	Suelos destruidos o truncados.

Fuente: Ministerio de Agricultura. Reglamento de Clasificación de Tierras 2009

### ***Permeabilidad***

Se refiere a la velocidad con la que el agua se moviliza a través del perfil. Se la relaciona con la textura del suelo. En el cuadro 3.7.3-6 se presenta la permeabilidad según la clase textural.

**Cuadro 3.7.3-6. Permeabilidad relacionada a la clase textural de los suelos**

Permeabilidad	Textura
Muy rápida	Arena franca gruesa y arenas
Rápida	Arena franca
Moderadamente rápida	Franco arenoso
Moderada	Franco limoso, franco, franco arcillo arenoso
Moderadamente lenta	Franco arcillo limoso, franco arcilloso, arcillo arenoso, limoso
Lenta	Arcillas, arcillo limoso, masivos
Muy lenta	Arcillas finas

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

### ➤ Descripción de la morfología de perfil del suelo

Para la descripción morfológica del perfil del suelo se tuvieron en cuenta las siguientes características:

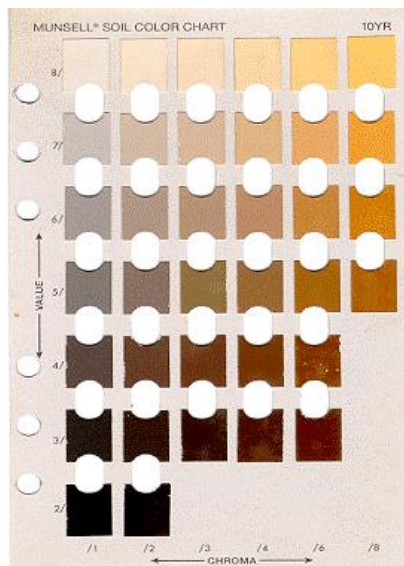
#### **Color**

Es determinado por comparación con la carta de colores del sistema Munsell (ver figura 3.7.3-2). El sistema Munsell consta de 175 colores (chips) distribuidos en 7 cartas, más tres adicionales (dos para los más rojos y uno para los azulados y verdosos).

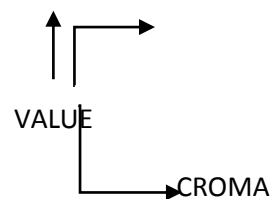
El sistema usa tres elementos para diferenciar el color: hue, value y croma.

- *HUE*: identifica el color del espectro, relacionado a la longitud de onda de la luz que puede ser registrado por el ojo. Se han establecido 5 hues principales: Rojo (R), Amarillo (Y), Verde (G), Azul (B), Púrpura (P). Existen además 5 hues intermedios: YR, BG, PB, RP y GY.
- *VALUE*: indica el grado de claridad u oscuridad del color. Los valores se extienden de 1 (pálido) a 8 (brillante).
- *CROMA*: es la pureza relativa o fuerza del color espectral. Se extiende desde 1 (pálido) a 8 (brillante).

**Figura 3.7.3-2. Tabla Munsell**



Ejm:



5YR 4/8 (Rojo amarillento)

***Moteaduras***

Son manchas de colores diferentes al color dominante y al color secundario, si lo hubiera. Generalmente indica estados de óxido-reducción. Para los moteados se utiliza el mismo sistema Munsell y además se indica el porcentaje que ocupa.

***Límite de horizontes***

La determinación del límite entre los horizontes de un perfil se realiza sobre la base de dos factores: nitidez y topografía. La nitidez se refiere al espesor de la zona en donde el límite del horizonte puede ser localizado sin estar en uno de los horizontes adyacentes (Cuadro 3.7.3-7). La topografía del límite indica el contraste de la variación de profundidad del límite (Cuadro 3.7.3-8).

**Cuadro 3.7.3-7. Valores de clasificación para establecer la nitidez**

Nitidez	
0 – 2 cm	Abrupto
2 – 5 cm	Claro
5 – 15 cm	Gradual
> 15 cm	Difuso

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.



**Cuadro 3.7.3-8. Valores de clasificación para establecer la topografía**

Topografía	
Suave	Superficie casi plana
Ondulado	Cavidades menos profundas que anchas
Irregular	Cavidades más profundas que anchas
Fracturado	Discontinua

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

### **Estructura**

Se refiere al arreglo de las partículas primarias en agregados o partículas secundarias (peds). La estructura se determina sólo en el campo, en base a tres características de los peds: Tipo (Cuadro 3.7.3-9), Tamaño (Cuadro 3.7.3-10) y Grado (Cuadro 3.7.3-11). El grado se refiere a la estabilidad de los agregados en indica la cohesión dentro de los agregados y la adhesión entre los agregados.

**Cuadro 3.7.3-9. Tipos de estructura**

Tipo	Subtipo - Descripción
Esferoidal	<b>Granular:</b> Agregados esferoides, relativamente no porosos.
	<b>Migajosa:</b> agregados esferoides porosos.
Blocosa	<b>Angular:</b> caras aplanadas, la mayoría de los vértices son ángulos agudos.
	<b>Subangular:</b> caras redondeadas y aplanadas, muchos vértices redondeados.
Laminar	Partículas ordenadas alrededor de un plano horizontal, dimensión vertical menor que la horizontal.
Prismática	Partículas ordenadas alrededor de un eje vertical.
	Pueden ser:
	<b>Prismática:</b> Base superior no redondeada. <b>Columnar:</b> Base superior redondeada.

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

**Cuadro 3.7.3-10. Tamaño de estructura**

Clases	Forma o Tipo			
	Granular diámetro mm	Laminar espesor mm	Bloques diámetro mm	Prismática espesor mm
Muy Fina	<1	<1	<5	<10
Fina	1 - 2	1 – 2	5 – 10	10 – 20
Media	2 - 5	2 – 5	10 - 20	20 – 50
Gruesa	5 - 10	5 – 10	20 - 50	50 – 100
Muy Gruesa	> 10	>10	> 50	> 100

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

**Cuadro 3.7.3-11. Grados de la estructura**

Grado	Descripción
Sin estructura	No se observan agregados en sitio y no existe una organización definitiva de las superficies naturales.
Débil	Los agregados son apenas observables en el sitio y sólo hay un arreglo débil de las superficies naturales.
Moderado	Los agregados son observables en sitio y hay un arreglo distinto de las superficies naturales.
Fuerte	Los agregados son claramente observables en sitio y hay un arreglo prominente de las superficies naturales de debilidad.

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

Para suelos sin agregación evidente se tiene dos denominaciones:

**Grano simple:** Granos de arena suelta, sin agregación

**Masiva:** partículas primarias no están agregadas o el material suelo está compactado.

### **Consistencia**

Se refiere a la resistencia que ofrece un suelo a la acción de fuerzas mecánicas. Depende de las fuerzas de atracción entre las partículas del suelo. Se determina al estado de humedad que presenta el suelo. Esta propiedad es útil para identificar y separar las capas u horizontes del suelo. En los Cuadros 3.7.3-12 y 3.7.3-13 se presentan los términos utilizados para cada estado de humedad del suelo.

**Cuadro 3.7.3-12. Consistencia del suelo en seco y en húmedo**

<b>En seco</b>	<b>En húmedo</b>
Suelto	Suelto
Suave	Muy friable
Ligeramente duro	Friable
Duro	Firme
Muy duro	Muy firme
Extremadamente duro	Extremadamente firme

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

**Cuadro 3.7.3-13. Consistencia del suelo en mojado**

<b>Adhesividad</b>	<b>Plasticidad</b>
No adherente	No plástico
Ligeramente adherente	Ligeramente plástico
Adherente	Plástico
Muy adherente	Muy plástico

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

### **Fragmentos rocosos**

Se refiere a la presencia de gravas, guijarros y piedras en el perfil edáfico, cuyos diámetros oscilan de 2 a 600 mm. En el Cuadro 3.7.3-14 se especifica el rango aceptado de diámetro para cada una de ellas, en el Cuadro 3.7.3-15 se presenta las clases de acuerdo al porcentaje por volumen de suelo.

**Cuadro 3.7.3-14. Tipos de fragmentos rocosos**

Fragmentos rocosos		Diámetro (mm)
Gravas	Fina	2 – 5
	Media	5 – 20
	Gruesa	20 – 75
Guijarros		75 – 250
Piedras		250-600

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

**Cuadro 3.7.3-15. Clases de fragmentos rocosos (gravosidad, guijarrosidad o pedregosidad)**

Fragmentos rocosos por volumen de suelo	Clase
<15%	Libre a ligeramente gravoso (guijarroso o pedregoso)
15 a 35%	Gravoso (guijarroso o pedregoso)
35 a 60%	Muy gravoso (guijarroso o pedregoso)
>60%	Extremadamente gravoso (guijarroso o pedregoso)

Fuente: Ministerio de Agricultura. Reglamento de Clasificación de Tierras 2009.

**Raíces**

El tipo de raíces se determina mediante la medición del diámetro de las mismas; para lo cual se ha tomado como referencia lo establecido en el Cuadro 3.7.3-16.

**Cuadro 3.7.3-16. Tipos de raíz**

Descripción	Diámetro
Muy finas	<1mm de diámetro
Finas	1 - 2 mm de diámetro
Medianas	2 - 5 mm de diámetro
Gruesas	> 5 mm de diámetro

Fuente: Soil Survey Manual 1993.

Para determinar la abundancia de raíces en el campo se ha tomado como referencia la siguiente clasificación:

**Cuadro 3.7.3-17. Valores de clasificación para establecer la abundancia**

Abundancia	
M	Muy pocas
P	Pocas
C	Comunes
A	Abundantes

Fuente: Soil Survey Manual. 1993

#### ➤ **Toma de muestras**

Una vez realizada la descripción del perfil de suelo, se procedió a la extracción de 1 kg de muestra de suelo de cada uno de los horizontes identificados.

Cada muestra de suelo será codificada con un número correlativo, por ejemplo: en la calicata N° S-1, la muestra superficial (horizonte A) será nominada como S-1-1, el segundo horizonte será la S-1-2, etc.

El análisis a solicitar al laboratorio es el de caracterización de las características mencionadas en el Cuadro 3.7.3-18.

### **c. Fase de laboratorio**

#### **a. Análisis y métodos**

Para la determinación del ensayo de caracterización física y química se utilizaron los siguientes métodos:

**Cuadro 3.7.3-18. Métodos seguidos en el análisis de suelos**

<b>Características</b>	<b>Métodos</b>
Análisis Textural (% arena, limo y arcilla)	Hidrómetro de Bouyoucos
Salinidad	Medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo:agua 1:1, o en el extracto de la pasta de saturación (es).
Reacción del suelo (pH)	Medida en el potenciómetro de la suspensión suelo:agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2,5.
Calcáreo Total (CaCO <sub>3</sub> )	Gasó – volumétrico utilizando un Calcímetro
% Materia Orgánica	Walkley y Black: Oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O= %Cx1.724
Fósforo Disponible	Olsen modificado: Extracción con NaHCO <sub>3</sub> 0.5M, pH 8.5
Potasio Disponible	Extracción con acetato de amonio (CH <sub>3</sub> – COOCH <sub>4</sub> )N, pH 7,0
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Saturación con acetato de amonio (CH <sub>3</sub> – COOCH <sub>4</sub> )N, pH 7,0
Cationes Cambiables	<b>Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup></b> : reemplazamiento con acetato de amonio (CH <sub>3</sub> – COOCH <sub>4</sub> ) N, pH 7,0; cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica. <b>Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup></b> Método de Yuan. Extracción con KCl, N.

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina.

**b. Referencia de la norma legal técnica o estándar aplicable a los análisis de laboratorio**

Los protocolos de laboratorio se basan en la norma técnica publicada en el “Soil Survey Laboratory Methods Manual”, N°. 42, Version 4.0, November 2004. Los parámetros de: salinidad en suelos, materia orgánica, fósforo disponible, potasio disponible, pH y capacidad de intercambio catiónico, serán comparados con las tablas interpretativas del Soil Survey Manual, 1993 y se presentan en los Cuadros 3.7.3-19 al 3.7.3-26.

**Cuadro 3.7.3-19. Clasificación de los valores de pH**

Niveles de ponderación	Rango pH
Extremadamente ácido	< 4,5
Muy fuertemente ácido	4,5 – 5,0
Fuertemente ácido	5,1 – 5,5
Moderadamente ácido	5,6 – 6,0
Ligeramente ácido	6,1 – 6,5
Neutro	6,6 – 7,3
Ligeramente alcalino	7,4 – 7,8
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4
Fuertemente alcalino	8,5 – 9,0
Muy fuertemente alcalino	> 9,1

Fuente: Soil Survey Manual. 1993

**Cuadro 3.7.3-20. Rangos de salinidad en suelos**

Parámetro	CE(es) dS/m
Muy ligeramente salino	<2
Ligeramente salino	2 -4
Moderadamente salino	4 - 8
Fuertemente salino	>8

Fuente: Soil Survey Manual. 1993

**Cuadro 3.7.3-21. Clasificación de suelos salinos**

Parámetro	Clase de suelos			
	Normal	Salino	Sódico	Salino Sódico
pH	< 8,5	< 8,5	> 8,5	> 8,5
C.E. (dS/m)	< 4	> 4	< 4	> 4
P.S.I. (%)	< 15	< 15	> 15	> 15

Fuente: Soil Survey Manual. 1993

**Cuadro 3.7.3-22. Clasificación del contenido de carbonatos en el suelo**

Niveles de ponderación	Rango
Bajo	< 1%
Medio	1 – 5%
Alto	5 - 15%
Muy Alto	> 15%

Fuente: Soil Survey Manual 1993.

**Cuadro 3.7.3-23. Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo**

Niveles de ponderación	Rango
Muy bajo	< 5 meq/100g
Bajo	5 – 10 meq/100g
Medio	10 – 15 meq/100g
Alto	15 – 20 meq/100g
Muy alto	> 20 meq/100g

Fuente: Soil Survey Manual 1993.

**Cuadro 3.7.3-24. Porcentaje de saturación de bases**

Nivel	%
Bajo	< de 35
Medio	35 – 80
Alto	> de 80

Fuente: Soil Survey Manual. 1993

**Cuadro 3.7.3-25. Clasificación del riesgo de sodicidad**

Índice de sodio	Relación adsorción de sodio (RAS)	Riesgo de sodicidad
S1	0 – 10	Bajo
S2	10 – 18	Medio
S3	18 – 26	Alto
S4	> 26	Muy Alto

Fuente: Soil Survey Manual 1993.



**Cuadro 3.7.3-26. Parámetros que definen la fertilidad del suelo**

Clasificación	Materia orgánica %	Fósforo disponible ppm	Potasio disponible ppm
Bajo	< 2	< 7	< 100
Medio	2 – 4	7 – 14	100 – 240
Alto	> 4	> 14	> 240

Fuente: Soil Survey Manual 1993.

#### **D. Fase de Gabinete**

En base a la información de la fase de campo y a la interpretación de los resultados de laboratorio, se realiza la descripción y clasificación del suelo según el Soil Taxonomy (2010) de cada uno de los perfiles de suelo, lo que permite determinar a su vez la capacidad de uso de las tierras.

En esta fase, además de elaborarse el informe técnico respectivo, se han elaborado los siguientes mapas temáticos: mapa de distribución de calicatas, mapa fisiográfico, mapa de suelos, mapa de capacidad uso mayor de tierras y mapa de uso actual de tierras.

Para la elaboración de dichos mapas se utilizaron los siguientes equipos y software: ArcGis v10 (digitalización, georreferenciación y codificación), Envi v4.2 (procesamiento de imágenes satelitales), Map Source v6.0 (colecta de datos GPS), GPS Garmín, cámara fotográfica.

#### **3.7.3.1.3 Fisiografía**

##### **A. Generalidades**

La fisiografía está definida como la descripción de las formas de la tierra a partir del estudio del relieve y la litología. Para llevar a cabo el análisis fisiográfico, se

requiere de información acerca de climatología, geología, geomorfología, y de otras disciplinas que van cobrando importancia, a medida que el nivel de detalle aumenta.

Fisiográficamente el área de estudio presenta rasgos morfológicos que son el resultado de una larga evolución, originada por factores tectónicos y erosionales que han modelado el paisaje hasta su estado actual. Se han identificado tres grandes paisajes: planicies y colinas. Las unidades fisiográficas identificadas se presentan en el cuadro 3.7.3-27.

## B. Descripción de las unidades fisiográficas

En el siguiente cuadro se indica las unidades fisiográficas identificadas en el área de estudio:

**Cuadro 3.7.3-27. Unidades fisiográficas identificadas**

Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elementos del paisaje	Símbolo
Planicie	Planicie de rocas filitas y cuarcitas	Planicie estructural	Plano a ligeramente inclinada 0–4%	Pe/A
			Moderadamente inclinada 4-8%	Pe/B
		Planicie ondulada	Moderadamente inclinada 4-8%	Po/B
			Fuertemente inclinada 8-15%	Po/C
	Planicie coluvio aluvial	Planicie torrencial	Moderadamente inclinada 4-8%	Pca/B
			Fuertemente inclinada 8-15%	Pca/C
	Planicie marina	Terraza marina	Fuertemente inclinada 8-15%	Pm/C
	Planicie eólico	Llanura eólica	Moderadamente inclinada 4-8%	Peo/B
Fuertemente inclinada 8-15%			Peo/C	
Colinoso	Colinas de rocas filitas y cuarzo	Vertiente erosional	Fuertemente inclinada 8-15%	Crí/C
			Moderadamente empinada 15-25%	Crí/D
			Empinada 25 - 50%	Crí/E
			Muy empinada 50 - 75%	Crí/F
			Extremadamente empinada > 75%	Crí/G

Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elementos del paisaje	Símbolo
	Colina eólica	Vertiente arenoso	Fuertemente inclinada 8-15%	Ceo/C
			Moderadamente empinada 15-25%	Ceo/D
			Empinada 25 - 50%	Ceo/E

Fuente: Buenaventura ingenieros S.A. 2013.

A continuación se describe las unidades fisiográficas identificadas en el área de estudio:

#### **a. Gran paisaje Planicie.**

Esta unidad fisiográfica agrupa relieves planos con pendientes de 0 a 15%, los cuales se originaron principalmente por la acción acumulativa de los agentes erosivos externos. Reúne geoformas de cronología geológica reciente (todas del cuaternario) y formaciones residuales de rocas metamórficas del macizo de illescas caracterizadas por tener una topografía plana a ligeramente ondulada. Su origen de los materiales recientes está ligado a la deposición estratificada de sedimentos de variada granulometría transportados por las corrientes de agua de manera torrencial y también son transportados por corrientes de aire. Para efectos didácticos se ha subdividido a nivel de paisaje, habiéndose identificado cuatro paisajes: planicie coluvio aluvial, planicie eólico, planicie de rocas filitas (residuales), planicie marina.

##### **➤ Paisaje planicie de rocas filitas y cuarcitas.**

Son geoformas planas a ligeramente onduladas constituidas por rocas metamórficas de bajo grado del tipo filita y cuarcitas; las filitas están compuestas por finas laminaciones negro azulinas mayormente fisibles y astillosas, con superficies lustrosas, debido al flujo dinámico sufrido durante el metamorfismo regional. Cada superficie de flujo está marcada por finas y microscópicas estriaciones según el movimiento. Por intemperismo la filitas exhiben finísimas

hojas o “estructura de papel” sumamente fisibles y frágiles. Mientras las cuarcitas son de color gris-claro a oscuro escasamente bandeados con pórfidoblastos de cuarzo cruzado con venillas y vetas de este material, tanto el cuarzo y filitas se mantienen en alternancias delgadas láminas; mediante la intemperización de estas rocas se han formado suelos joven superficiales que tienen características similares al material madre. Dentro de este se tienen un sub paisaje.

### ***Subpaisaje planicie estructural***

Son sectores de relieve plana a ligeramente ondulada con pendiente que varían de pendiente predominante de 0 - 8 %. La suavidad de las pendientes restringe la ocurrencia de acciones erosivas actuales, salvo el caso localizado de pequeñas escorrentías y erosión en surcos por efectos del fenómeno del niño. Este sub paisaje presenta dos elementos de paisaje en función a su pendiente.

Plano a ligeramente inclinada 0 – 4% (Pe/A).

Moderadamente inclinada 4-8% (Pe/B).

**Fotografía 3.7.3-1. Planicie de rocas filitas y cuarcitas**



### ***Subpaisaje planicie ondulado***

Son geoformas con depresiones originados por erosión o arrastre hídricos formando ondulaciones en un mismo nivel semejantes a lomadas. Los materiales son residuales del tipo filita y cuarcita con metamorfismo de bajo grado.

Este sub paisaje presenta dos elementos de paisaje en función a su pendiente.

Moderadamente inclinada 4-8% (Po/B)

Fuertemente inclinada 15–25 % (Po/C).

**Fotografía 3.7.3-2. Planicie ondulada de rocas filitas y cuarzo**



### **➤ Paisaje planicie coluvio-aluvial**

Son formas de tierra que se han formado a partir de materiales holocénicos recientes y subrecientes, de variada litología, transportados y luego depositados en forma local, debido a la acción combinada del agua y de la gravedad. Se distribuyen a ambos lados de las quebradas secas que descienden de las vertientes. Dentro de este paisaje, se distingue el subpaisaje planicie torrencial.

### ***Subpaisaje planicie torrencial***

Se caracteriza por una pendiente fuertemente inclinada que presentan solo un eje principal de escurrimiento o drenaje y se encuentran entre la base de las colinas; están formados por un material heterogéneo de diferentes tamaños desde finos a gruesos sin escala de valores. Este subpaisaje presenta dos elementos de paisaje en función a su pendiente.

Moderadamente inclinada 4 – 8 % (Pca/B)

Fuertemente inclinada 8-15% (Pca/C)

**Fotografía 3.7.3-3. Planicie coluvio aluvial**



### **➤ Paisaje planicie marina**

Las planicies marinas deben su origen al reciente levantamiento tectónico y emersión de sedimentos marinos terciarios que rellenaban la cuenca sedimentaria, que forman actualmente los llamados “terrazas” en la parte baja del macizo de illescas.

### ***Subpaisaje terraza marina***

Se caracteriza por una pendiente fuertemente inclinada que está constituido mayormente de gruesas areniscas bioclásticas duras y coquiníferas de color amarillo grises moderadamente friables e interpuestos rítmicamente con horizontes de areniscas en bloques nodulares, alineadas notablemente por el intemperismo. Este subpaisaje presenta un elemento de paisaje en función a su pendiente.

Fuertemente inclinada 8-15% (Pm/C).

**Fotografía 3.7.3-4. Planicie marina**



### **➤ Paisaje eólico**

Comprende unidades fisiográficas que presentan notables evidencias de acción eólica, reciente y subreciente, las cuales producen formas y relieves característicos; en algunas ocasiones forman mantos que recubre a sedimentos aluviales. Esta formación comprende las siguientes unidades de paisaje:

### ***Subpaisaje llanura eólica***

Formada por depósitos de arenas eólicas de origen reciente, caracterizados por ser profundos y no presentar fragmentos groseros dentro del perfil. Dentro de este subpaisaje se tiene dos elementos de paisaje que está en función a su pendiente:

Moderadamente inclinada 4 – 8 % (Peo/B)

Fuertemente inclinada 8-15% (Peo/C).

**Fotografía 3.7.3-5. Planicie eólico**



### **b. Gran paisaje colinoso**

Las colinas alcanzan alturas menores a 300 m. El grado de inclinación de las pendientes medias oscila entre 15 a mayor 75% y la longitud de las laderas puede pasar los varios centenares de metros. En el trazo de la L.T. y la carretera proyectada, las colinas están formadas por rocas metamórficas del tipo filita y cuarcita. Aparentemente, las características litológicas de la zona han propiciado la formación de superficies disectadas, que después de ser afectadas por la geodinámica externa (humedad, radiación solar, erosión) han formado zonas



moderadamente accidentadas, con altas tasas de disección debido a la presencia de substratos geológicos duros a muy duros, como son las cuarcitas. Para efectos más didácticos se subdividió esta unidad fisiográfica en: Paisaje colinas de rocas filitas y cuarcitas, Paisaje de colinas eólicas.

➤ **Paisaje colinas de rocas filitas y cuarzo**

Este paisaje se halla constituido por rocas del tipo filita y cuarcitas de bajo grado de metamorfismo. Estas presentan pendientes muy variadas, desde moderada a extremadamente empinadas. Este paisaje se divide en un subpaisaje.

***Subpaisaje vertiente erosional***

Son formas fisiográficas de laderas. Las pendientes dominantes son de 8 a 75%, con numerosos sectores rocosos escarpados y taludes subverticales muy localizados. La disección se debe a irregularidades estructurales del substrato rocoso, que facilitan la acción de la escorrentía superficial. En las laderas con pendientes suaves los suelos son superficiales y presentando características semejantes al material parental; en pendientes muy pronunciadas están asociadas a afloramientos líticos.

Dentro de este subpaisaje se tienen cinco elementos de paisaje que están en función a su pendiente:

Fuertemente inclinada 8-15% (Crf/C)

Moderadamente empinada 15-25% (Crf/D)

Empinada 25 – 50% (Crf/E)

Muy empinada 50 – 75% (Crf/F)

Extremadamente empinada > 75% (Crf/G)

**Fotografía 3.7.3-6. Colinas de rocas filitas y cuarzo**



➤ **Paisaje colinas eólicas**

Este paisaje está cubierto de arenas de origen eólico de profundidad variable (> a 50 cm), que cubren a las rocas del tipo filita y cuarcitas de bajo grado de metamorfismo. La presencia de vegetación es muy escasa de algarrobo y en algunos casos. Comprende un subpaisaje.

***Subpaisaje vertiente arenoso***

Este presenta pendientes moderadamente empinada, con depósitos eólicos profundos; en algunas ocasiones presenta contacto lítico y en otras se encuentra asociado a afloramientos rocosos.

Dentro de este subpaisaje se tienen cinco elementos de paisaje que están en función a su pendiente.

Fuertemente inclinada 8-15% (Ceo/C)

Moderadamente empinada 15-25% (Ceo/D)

Empinada 25 – 50% (Ceo/E).

**Fotografía 3.7.3-7. Vertiente arenoso**



#### **3.7.3.1.4 Resultado del suelos**

##### **A. Descripción de los suelos según su origen**

Teniendo en cuenta los diversos tipos de materiales parentales y posiciones fisiográficas de los suelos de la zona estudiada, se ha identificado un esquema general del patrón distributivo de los mismos según su origen, los cuales se detallan a continuación:

##### **a. Suelos derivados de materiales transportados**

Son suelos sin desarrollo genético, textura media a moderadamente gruesa, con presencia de materiales gruesos en cantidades variables, de variadas formas y tamaños dentro del perfil. Estos materiales han sido depositados por diversos agentes de transporte, tales como: las fuerzas de la gravedad más corrientes de aguas esporádicas (coluvio-aluviales), mediante sedimentos marinos (marino) y transportados por la fuerza del viento (eólicos). A continuación se describen los subtipos identificados en el área de estudio.

➤ **Suelos derivados de materiales coluvio- aluvial**

Son suelos desarrollados a partir de materiales holocénicos recientes y sub-recientes, de variada litología, transportados y luego depositados en forma local, debido a la acción combinada del agua y la gravedad. Se distribuyen en forma moderada y dispersa en la base de vertientes de colina. Dentro de éstos se tiene la unidad edáfica: San Antonio.

➤ **Suelos derivados de materiales eólicos**

Estos suelos se originaron de materiales transportados por la fuerza eólica que cubren los materiales residuales como rocas filitas y sedimentos marinos, también se observan pequeñas dunas en formación. Dentro de estos se tiene a las unidades edáficas Zorrillos y San Ramón

➤ **Suelos derivados de materiales marinos**

Se encuentran en cordones litorales y terrazas marinas. Son suelos moderadamente profundos de escaso desarrollo genético con horizontes moderadamente duros a duros, tienen textura moderadamente gruesa a gruesa. Dentro de estos se tiene a la unidad edáfica San José

**b. Suelos derivados de materiales residuales**

Suelos que se han originado in situ, desarrollándose localmente por meteorización, a partir de rocas metamórficas (filitas y cuarcitas con metamorfismo de bajo grado); en la zona de estudio ocupan posiciones fisiográficas con amplio rango de pendientes.

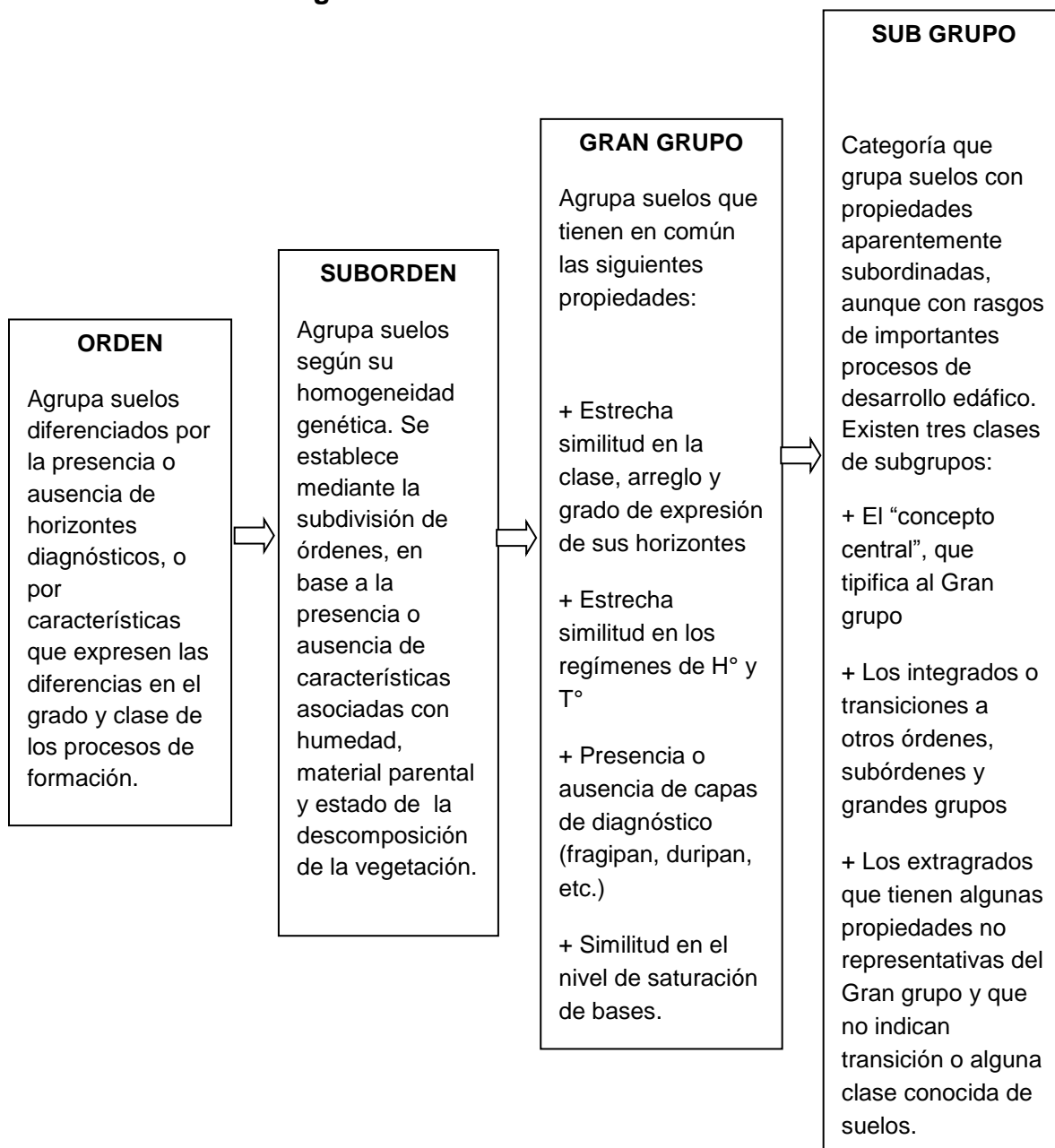
Generalmente, los suelos residuales, tienen mayor desarrollo que los transportados. Dentro de estos se tienen a las unidades edáficas: Chunga, Chapillequen, San Lucas, San Francisco y San Mateo.

### **B. Descripción de las unidades cartográficas y taxonómicas**

La descripción de los suelos, se efectuó tomando como base las normas y criterios establecidos en el U.S. Soil Survey Manual 1993; para la Clasificación natural o Taxonómica, se tomaron como base las definiciones y criterios establecidos en la Taxonomía del suelo (U.S. Soil Taxonomy, revisión 2010).

**a. Unidades edáficas o taxonómicas.**

**Figura 3.7.3-2: Unidades taxonómicas**



**b. Unidades cartográficas o de mapeo**

La unidad cartográfica es el área delimitada y representada por un símbolo en el mapa de suelos. Esta unidad está definida y nominada en base a su ó sus

componentes predominantes, los cuales pueden ser unidades taxonómicas con sus fases respectivas, o áreas misceláneas o ambas. Asimismo, puede contener inclusiones de otros suelos o áreas misceláneas con las cuales tiene estrecha vinculación geográfica.

En el presente estudio las unidades cartográficas empleadas son las consociaciones y Fases de suelos.

#### ➤ **Consociación**

Es una unidad cartográfica que tiene un componente en forma dominante, el cual puede ser edáfico o área miscelánea, pudiendo además, contener inclusiones. Cuando se trata de consociaciones en las que predomina un suelo, las inclusiones, ya sea de otros suelos ó de áreas misceláneas no deben comprender más del 15% de la unidad. La Consociación es nominada por el nombre de la unidad edáfica ó área miscelánea dominante, anteponiéndole la palabra Consociación.

#### ➤ **Fases de suelos**

Es un grupo funcional creado para servir a propósitos específicos en los estudios de suelos. La fase puede ser definida para cualquier clase de las categorías mencionadas, ésta se establece sobre criterios prácticos en base a ciertas características importantes que inciden en el uso o manejo de los suelos. Ejemplo: fases por pendiente.

**Fase por Pendiente:** Se refiere a la inclinación que presenta la superficie del suelo con respecto a la horizontal; está expresada en porcentaje, es decir la diferencia de altura entre dos puntos en 100 metros horizontales. Para los fines del presente estudio, se ha determinado siete rangos de pendiente, los cuales se indican en el cuadro 3.7.3-1.

### ➤ **Áreas Misceláneas**

Son unidades esencialmente no edáficas, que comprenden superficies de tierras que pueden o no soportar algún tipo de vegetación, debido a factores desfavorables que presenta, tales como una severa erosión activa, lavaje por intensa escorrentía superficial, topografía agreste, , entre otras (ejm: playas, dunas, afloramientos rocosos). Por lo general estas áreas no presentan interés o vocación para fines agrícolas o pecuarios, aunque en algunos casos pueden ser hechas productivas después de realizar labores intensas de rehabilitación.

## **C. Clasificación y descripción de las unidades cartográficas y de suelos**

### **a. Clasificación taxonómica de suelos.**

En el área de estudio se han identificado 9 unidades de suelos que han sido clasificadas taxonómicamente y descritas en 4 Subgrupos (Soil Taxonomy - USDA), las que por razones prácticas y de fácil identificación se les ha asignado un nombre local.

Esta parte científica constituye el material de información básica para realizar interpretaciones de orden técnico o práctico, siendo una de ellas, la clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor. Para una mejor delimitación de las unidades cartográficas ha sido necesario emplear fases de pendiente, antes mencionado. Mientras para la clasificación ha sido muy importante determinar los regímenes de humedad y temperatura que presentan cada suelo; estos se describen a continuación:



➤ **Regímenes de temperatura y humedad de los suelos**

El régimen de temperatura del suelo se mide a 50 cm de profundidad, asumiéndose que es igual a la temperatura del aire más 1°C (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 1993). En el área de influencia del estudio se determinó el régimen de temperatura Isohipertérmico

En cuanto al régimen de humedad de los suelos se mide en una zona conocida como sección de control, la cual depende de la clase textural. Para los suelos arcillosos esta sección se ubica entre los 10 y 30 cm de profundidad; en los suelos francos, entre los 20 y 60 cm; y en los arenosos, entre los 30 y 90 cm de profundidad. En el área de estudio se determinó el régimen de humedad arídico (tórrico).

**Caracterización edáfica**

Las descripciones de los perfiles de las calicatas se muestran en las fichas de caracterización, ver anexo 3-5.

En el área del proyecto se excavaron 13 calicatas y se obtuvieron 27 muestras, las cuales fueron llevadas al laboratorio para el análisis de caracterización; cuyos resultados se presentan en el anexo 3-5 y en el cuadro 3.7.3-28, se observa las coordenadas y la altitud de las calicatas excavadas.

**3.7.3-28. Coordenadas de las calicatas**

<b>UBICACIÓN DE CALICATAS WGS 84</b>			
<b>CALICATAS CODIGO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTITUD m.s.n.m.</b>
S-29	491 111	9 358 858	30
S-30	491 650	9 358 439	86
S-31	493 598	9 354 555	199

UBICACIÓN DE CALICATAS WGS 84			
CALICATAS CODIGO	ESTE	NORTE	ALTITUD m.s.n.m.
S-32	493 228	9 355 122	195
S-33	493 454	9 354 741	198
S-34	494 279	9 354 333	204
S-35	493 845	9 354 351	201
S-36	494 736	9 354 119	214
S-37	491 976	9 357 797	98
S-39	495 526	9 353 518	158
S-40	497 573	9 352 398	200
S-42	492 929	9 355 700	203
S-43	492 522	9 357 501	179

Fuente: Buenaventura ingenieros S.A. 2013.

#### **b. Descripción de los órdenes identificados en el área de estudio**

Dentro del área de influencia se ha identificado dos órdenes:

*Entisols*; Son los suelos que poseen un escaso desarrollo de horizonte pedogenético. En general suelen tener un horizonte superficial claro, de poco espesor con epipedón ócrico. No presentan horizontes diagnósticos, lo que se debe en gran parte al escaso tiempo transcurrido desde la acumulación de los materiales parentales. Pueden incluir horizontes enterrados siempre que se encuentren a más de 50 cm de profundidad.

En el área de estudio ocupan posiciones de planicies aluviales, dentro de este orden se tienen los subórdenes Psamments arenoso con menos de 35% de fragmentos gruesos o gravas; Orthents que muestran evidencia de meteorización y erosión.

*Aridisols*, suelos de zonas áridas que presentan además del epipedón óchrico un horizonte de diagnóstico subsuperficial (endopedón). En el área de estudio se reconocen el siguiente suborden Durids. El durids se caracteriza por ser un horizonte subsuperficial duro, denominado duripan.

En la cuadro 3.7.3-29. Se presenta los subgrupos de los suelos identificados.

En el cuadro 3.7.3-30, se presentan la superficie ocupada por cada unidad edáfica cartografiada. En el cuadro 3.7.3-31; se muestra las principales características químicas de las unidades edáficas.

**Cuadro 3.7.3-29. Clasificación natural de los suelos**

Soil Taxonomy (2010)				Consociaciones
Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	
Aridisols	Durids	Haplodurids	Typic Haplodurids	San José (Sj)
Entisols	Orthents	Torriorthents	Lithic Torriorthents	Chunga (Chu) San Lucas (Snl) San Mateo (Sm)
			Typic Torriorthents	Chapillequen (Cha) San Francisco (Sf) San Antonio (Sa)
	Psamments	Torripsamments	Typic Torripsamments	Zorrillos (Zor) San Ramón (Sr)

Fuente: Buenaventura ingenieros S.A. 2013.

**Cuadro 3.7.3-30. Superficie de las unidades edáficas cartografiadas**

Unidad Edáfica	Símbolo	Superficie		Símbolo/ Pendiente	Superficie	
		Ha	%		Ha	%
Zorrillos	Zor	23.20	1.88%	Zor/B	5.35	0.43
				Zor/C	17.85	1.45
San Ramón	Sr	53.66	4.35%	Sr/C	8.27	0.67
				Sr/D	45.39	3.68
Chunga	Chu	138.67	11.25%	Chu/B	44.10	3.58
				Chu/C	94.57	7.67

Unidad Edáfica	Símbolo	Superficie		Símbolo/ Pendiente	Superficie	
		Ha	%		Ha	%
Chapillequen	Cha	59.80	4.85%	Cha/A	12.13	0.98
				Cha/B	47.67	3.87
San Lucas	Snl	48.41	3.93%	Snl/A	18.56	1.51
				Snl/B	29.85	2.42
San Francisco	Sf	11.64	0.94%	Sf/C	2.71	0.22
				Sf/D	8.93	0.72
San José	Sj	9.59	0.78%	Sj/C	9.59	0.78
San Antonio	Sa	10.26	0.83%	Sa/B	2.43	0.20
				Sa/C	7.83	0.64
San Mateo	Sm	168.66	13.69%	Sm/B	56.96	4.62
				Sm/C	111.70	9.06
<b>Áreas misceláneas</b>						
Misceláneo Lítico				ML	685.19	55.60
Misceláneo arenoso				MA	23.28	1.89
<b>TOTAL</b>					<b>1232.36</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Buenaventura ingenieros S.A. 2013.

**Cuadro 3.7.3-31. Características físico-químicas de los suelos**

Nombre del suelo	Textura	Calcáreo	Materia Orgánica	pH	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	CIC	Nivel de Fertilidad
Zorrillos	Arenoso	Medio	Bajo	Fuertemente alcalina	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo
San Ramón	Arenoso	Muy alto	Bajo	Fuertemente alcalina	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo
Chunga	Franco arenoso	Libre	Bajo	Neutra	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo
Chapillequen	Arena franca	Libre	Bajo	Neutra	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo
San Lucas	Franco arenoso	Libre	Bajo	Neutra	Bajo	Bajo	Medio	Muy bajo	Bajo
San Francisco	Franco arenoso	Libre	Bajo	Neutra	Bajo	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo
San José	Arenoso	Alto	Bajo	Ligeramente alcalina	Bajo	Bajo	Bajos	Muy bajo	Bajo
San Antonio	Arenoso	Libre	Bajo	Ligeramente alcalina	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo
San Mateo	Arena franca	Libre	Bajo	Ligeramente alcalina	Bajo	Bajo	Medio	Muy bajo	Bajo

Fuente: Buenaventura ingenieros S.A. 2013.

### **c. Descripción de la consociaciones**

#### **➤ Consociación Zorrillos (Símbolo Zor)**

Conformada predominantemente por el suelo Zorrillos. Son suelos originados a partir de materiales transportados del tipo eólico, localizados en planicies eólicas de relieve plana a ligeramente ondulada; distribuidos en la zona de vida desierto desecado premontano tropical; cuyo régimen de humedad es árido y régimen de temperatura es isohipertermico. Presencia de vegetación de algarrobo de forma dispersa.

#### ***Suelo Zorrillos (TypicTorripsamments)***

Presente una secuencia de horizontes C1-C2-C3, con epipedón óchrico. De acuerdo a su profundidad efectiva es un suelo moderadamente profundo (60 a 90 cm). El primer horizonte exhibe un color gris pardusco claro, textura arenosa, sin estructura (masiva), consistencia suelta; descansa sobre una capa de color pardo amarillento claro, textura arenosa, sin estructura (grano simple), consistencia ligeramente duro y esta a su vez descansa sobre una capa de color gris pardusco claro, sin estructura (masiva), consistencia ligeramente duro firme.

No hay presencia de fragmento gruesos en el perfil. Poseen alta aireación, la retención de agua (humedad) es baja, permeabilidad muy rápida y el drenaje natural es excesivo.

La reacción varía de fuertemente alcalina en superficie (pH 8,78) a moderadamente alcalina en el segundo horizonte (pH 7,90) y luego incrementa en la subsiguiente a fuertemente alcalina (pH 8,97); el contenido de carbonatos disminuye de medio a bajo (3,3 - 1 % CaCO<sub>3</sub>); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja en todo el perfil (2,08 – 1,92 cmol(+)/kg de suelo). El porcentaje de saturación de bases es 100% debido a que no hay acidez

cambiable. Bajos en materia orgánica (0,16%); bajos en fósforo disponible (1,9 ppm) y potasio disponible (42 ppm) en superficie y profundidad. Estas características determinan una fertilidad natural baja.

De acuerdo al Soil Taxonomy, este suelo se le puede clasificar como ***Typic Torripsamments***. Las características ecogeográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo se muestran en la ficha de evaluación de campo N° S-29 en el anexo 3-5.

Este suelo se presenta en sus fases por pendiente: B (moderadamente inclinada) y C (fuertemente inclinada).

#### ➤ **Consociación San Ramón (Símbolo Sr)**

Conformada predominantemente por el suelo San Ramón. Es un suelo de origen eólico localizados en ladera de colinas, de relieve ondulado, distribuidos en la zona de vida desierto desecado premontano tropical; cuyo régimen de humedad es arídico y régimen de temperatura es isohipertermico. Presencia de vegetación de algarrobo de forma dispersa.

#### **Suelo San Ramón (*Typic Torripsamments*)**

Este suelo presenta una secuencia de capas C1-C2-C3, con epipedón ócrico. De acuerdo a su profundidad efectiva es un suelo moderadamente profundo. La capa superficial exhibe un color pardo grisáceo, textura arenosa, sin estructura (grano simple), consistencia suelta, descansa sobre una capa de color gris pardusco claro, textura arenosa, sin estructura (grano simple), consistencia suelta y esta descansa sobre una capa gris, textura arenosa, sin estructura (masiva), consistencia suave.

No se aprecia fragmentos groseros en el perfil. Poseen alta aireación, la capacidad de retención de agua (humedad) es baja, permeabilidad es muy rápida y el drenaje natural es excesivo.

La reacción varía de fuertemente alcalina en superficie (pH 8,64) a moderadamente alcalina en profundidad (pH 8,1); el contenido de carbonatos es muy alto en superficie (22,4 % CaCO<sub>3</sub>) y alto en las subsiguientes (11,4 % CaCO<sub>3</sub>); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja en todo el perfil (1,92 - 2,24 cmol(+)/kg de suelo). El porcentaje de saturación de bases es 100% debido a que no hay acidez cambiante. Bajos en materia orgánica (0,03%); bajos en fósforo disponible (2,7 ppm) y bajos potasio disponible (26 ppm) en superficie y profundidad. Estas características determinan una fertilidad natural baja.

De acuerdo al Soil Taxonomy, este suelo se le puede clasificar como ***Typic Torripsamments***. Las características ecogeográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo se muestran en la ficha de evaluación de campo N° S-30, en el anexo 3-5.

Este suelo se presenta en sus fases por pendiente: C (fuertemente inclinada) y D (moderadamente empinada).

#### ➤ **Consociación Chunga (Símbolo Chu)**

Conformada predominantemente por el suelo Chunga. Son suelos originados a partir de materiales residuales, localizados en planicies formando terrazas onduladas de rocas filitas de relieve ondulado, cuya formación se debe a la acción de la erosión hídrica, distribuidos en la zona de vida desierto desecado premontano tropical; cuyo régimen de humedad es arídico y régimen de temperatura es isohipertermico. Presencia de vegetación de sapotes de forma dispersa.



### **Suelo Chunga (*Lithic Torriorthents*)**

Este suelo exhibe un perfil C-R, con epipedón óchrico. De acuerdo a su profundidad efectiva es un suelo muy superficial. El horizonte superficial (epipedón) muestra un color pardo pálido, textura franca arenosa, sin estructura (masiva), consistencia dura, descansa sobre un contacto lítico de rocas filitas fracturadas en proceso de edafización.

Se aprecia fragmentos groseros en todo el perfil del tamaño de gravas finas y medias que alcanza hasta un 20%. Poseen baja capacidad de retención de humedad, alta aireación; permeabilidad es rápida y el drenaje natural es algo excesivo.

La reacción es neutra en superficie (pH 5,66), libres en carbonatos (0,0 % CaCO<sub>3</sub>); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja (3,5 cmol(+)/kg de suelo). El porcentaje de saturación de bases es 100% debido a que no existe acidez cambiante. Bajos en materia orgánica (0,23%); bajos en fósforo disponible (6 ppm) y bajos potasio disponible (60 ppm). Estas características determinan una fertilidad natural baja.

De acuerdo al Soil Taxonomy, este suelo se le puede clasificar como ***Lithic Torriorthents***. Las características ecogeográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo se muestran en la ficha de evaluación de campo N° S-32 en el anexo 3-5.

Este suelo se presenta en su fase por pendiente: B (moderadamente inclinada) y C (fuertemente inclinada).

#### **➤ Consociación Chapillequen (Símbolo Cha)**

Conformada predominantemente por el suelo Chapillequen. Son suelos originados a partir de materiales residuales de rocas filitas y cuarcitas, localizados

en planicies estructurales de rocas metamórficas (filitas y cuarcitas), de relieve ligeramente ondulado, distribuidos en la zona de vida desierto desecado premontano tropical; cuyo régimen de humedad es arídico y régimen de temperatura es isohipertermico. Estas áreas se encuentran sin vegetación.

### ***Suelo Chapillequen (Typic Torriorthents)***

Este suelo exhibe un perfil C1-C2-R, con epipedón óchrico. De acuerdo a su profundidad efectiva es un suelo superficial. El primer horizonte (epipedón) muestra un color pardo amarillento claro, textura arena franca, sin estructura (masiva), consistencia ligeramente dura, descansa sobre un horizonte de color pardo amarillento, textura arena franca, sin estructura (masiva), consistencia dura, a su vez descansa sobre contacto lítico de rocas filitas y cuarcitas fracturadas.

Se aprecia fragmentos groseros en todo el perfil que aumenta con la profundidad hasta un 60% y son del tamaño de gravas finas, medias y gruesas angulosas. Poseen alta aireación y baja capacidad de retención de humedad, permeabilidad muy lenta y el drenaje natural es excesivo.

La reacción es neutra en superficie (pH 7,11- 6,55); libres en carbonatos (0,0 % CaCO<sub>3</sub>); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja en todo el perfil (2,74- 2,7 cmol(+)/kg de suelo). El porcentaje de saturación de bases es 100% debido a que no existe acidez cambiante. Bajos en materia orgánica (0,21%); bajos en fósforo disponible (4,1 ppm) y bajos en potasio disponible (61 ppm). Estas características determinan una fertilidad natural baja.

De acuerdo al Soil Taxonomy, este suelo se le puede clasificar como ***Typic Torriorthents***. Las características ecogeográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo se muestran en la ficha de evaluación de campo N° S-34 en el anexo 3-5.

Este suelo se presenta en sus fases por pendiente: A (Plana a ligeramente inclinada) y B (moderadamente inclinada)

➤ **Consociación San Lucas (Símbolo Snl)**

Conformada predominantemente por el suelo San Lucas. Son suelos originados a partir de materiales residuales de rocas filitas y cuarcitas fracturadas y edafizadas, localizados en planicies estructurales de rocas metamórficas (filitas y cuarcitas), de relieve ligeramente ondulado, distribuidos en la zona de vida desierto desecado premontano tropical; cuyo régimen de humedad es arídico y régimen de temperatura es isohipertermico. Presencia de vegetación de sapotes y algarrobo en forma dispersa.

**Suelo San Lucas (*Lithic Torriorthents*)**

Tienen un perfil A-R, con epipedón óchrico. De acuerdo a su profundidad efectiva es un suelo muy superficial. El primer horizonte (epipedón) exhibe un el color pardo pálido, textura franca arenosa, sin estructura (masiva), consistencia ligeramente dura; descansa sobre un contacto lítico de rocas filitas y cuarcitas fracturadas y en proceso de edafización.

Se aprecia fragmentos groseros en todo el perfil que alcanza un 40% y son del tamaño de gravas medias y gruesas angulosas. Poseen baja capacidad retentiva de humedad y alta aireación; permeabilidad rápida y drenaje natural es algo excesivo.

La reacción es neutra en superficie (pH 6,8); libres en carbonatos (0,0 % CaCO<sub>3</sub>); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja (4,8 cmol(+)/kg de suelo). El porcentaje de saturación de bases es 100% debido a que no existe acidez cambiante. Bajos en materia orgánica (0,24%); bajos en fósforo disponible (5,1

ppm) y medios en potasio disponible (121 ppm). Estas características determinan una fertilidad natural baja.

De acuerdo al Soil Taxonomy, este suelo se le puede clasificar como ***Lithic Torriorthents***. Las características ecogeográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo se muestran en la ficha de evaluación de campo N° S-35 en el anexo 3-5.

Este suelo se presenta en sus fases por pendiente: A (Plana a ligeramente inclinada) y B (moderadamente inclinada)

#### ➤ **Consociación San Francisco (Símbolo Sf)**

Conformada predominantemente por el suelo San Francisco. Son suelos originados a partir de materiales residuales, localizados en laderas de colinas de rocas filitas y cuarcitas de relieve quebrado, distribuidos en la zona de vida desierto desecado premontano tropical; cuyo régimen de humedad es arídico y régimen de temperatura es isohipertermico. Áreas sin presencia de vegetación.

#### ***Suelo San Francisco (Typic Torriorthents)***

Tienen un perfil C1-C2-R, con epipedón óchrico. De acuerdo a su profundidad efectiva es un suelo moderadamente profundo. El horizonte superficial (epipedón) exhibe un el color pardo amarillento claro en seco, textura franca arenosa, sin estructura (grano simple), consistencia suelta; descansa sobre un horizonte pardo amarillento, textura franca arcillo arenosa, sin estructura (masiva), consistencia dura; y esta descansa sobre un contacto lítico de rocas filitas y cuarcitas fracturadas.

Se aprecia fragmentos groseros en todo el perfil que aumenta con la profundidad y son del tamaño de gravas finas, medias y gruesas angulosas; la superficie es

pedregoso (10%). Poseen baja capacidad retentiva de humedad, alta aireación, permeabilidad rápida y drenaje natural algo excesivo.

La reacción es neutra en superficie y en profundidad (pH 6,89-6,63); libres en carbonatos (0,0 % CaCO<sub>3</sub>); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja (2,32 cmol(+)/kg de suelo). El porcentaje de saturación de bases es 100% debido a que no existe acidez cambiante. Bajos en materia orgánica (0,32%); bajos en fósforo disponible (7,8 ppm) y medios en potasio disponible (90 ppm). Estas características determinan una fertilidad natural baja.

De acuerdo al Soil Taxonomy, este suelo se le puede clasificar como ***Lithic Haplocryands***. Las características ecogeográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo se muestran en la ficha de evaluación de campo N° S-36 en el anexo a.

Este suelo se presenta en su fase por pendiente: C (fuertemente inclinada) y D (moderadamente empinada).

#### ➤ **Consociación San José (Símbolo Sj)**

Conformada predominantemente por el suelo San José. Son suelos originados a partir de materiales residuales de sedimentos marinos, localizados en planicies marinas constituidos mayormente de gruesas areniscas bioclásticas duras de relieve ligeramente ondulado, distribuidos en la zona de vida desierto desecado premontano tropical; cuyo régimen de humedad es arídico y régimen de temperatura es isohipertermico. Presencia de vegetación algarrobo en forma dispersa.

### ***Suelo San José (Typic Haplodurids)***

Este suelo exhibe un perfil C1-Cm1-Cm2-R, con epipedón ócrico y endopedón duripan. De acuerdo a su profundidad efectiva es un suelo superficial. El primer horizonte (epipedón) exhibe un color pardo, textura arenosa, sin estructura (grano simple), consistencia suelta; descansa sobre una capa dura de color pardo, textura arenosa, sin estructura (masiva), consistencia dura y esta descansa sobre una capa dura de color pardo pálido, textura arenosa, sin estructura (masiva), consistencia dura y esta a su vez descansa sobre un contacto lítico de rocas areniscosas de la formación verdúm.

No se aprecia fragmentos groseros en el perfil. Poseen baja capacidad retentiva de humedad y alta aireación, permeabilidad muy rápida y drenaje natural es excesivo.

La reacción es moderadamente alcalina en superficie y profundidad (pH 8,2-8,35); altos en carbonatos (13,40 % CaCO<sub>3</sub>); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja (2,24 cmol(+)/kg de suelo). El porcentaje de saturación de bases es 100% debido a que no existe acidez cambiante. Bajos en materia orgánica (0,09%); bajos en fósforo disponible (5,1 ppm) y medios en potasio disponible (40 ppm). Estas características determinan una fertilidad natural baja.

De acuerdo al Soil Taxonomy, este suelo se le puede clasificar como ***Typic Haplodurids***. Las características ecogeográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo se muestran en la ficha de evaluación de campo N° S-37 en el anexo 3-5.

Este suelo se presenta en su fase por pendiente: C (fuertemente inclinada).

### ➤ **Consociación San Antonio (Símbolo Sa)**

Conformada predominantemente por el suelo San Antonio. Son suelos originados a partir de materiales transportados (coluvio-aluvial) por acción de la gravedad y fuerzas de corrientes de agua, localizados en planicies torrenciales de relieve ligeramente ondulado, distribuido en la zona de vida desierto superárido premontano tropical; cuyo régimen de humedad es arídico y régimen de temperatura es isohipertermico. La vegetación es algarrobo en forma dispersa.

#### ***Suelo San Antonio (Typic Torriorthents)***

Tienen un perfil AC-C1-C2, con epipedón óchrico. De acuerdo a su profundidad efectiva es un suelo moderadamente profundo. El horizonte superficial (epipedón) exhibe un color gris, textura arenosa, estructura granular fina débil, consistencia suave; descansa sobre un horizonte de color gris, textura arenosa, sin estructura (masiva), consistencia dura y esta descansa sobre una capa de color pardo grisáceo, textura arena franca, sin estructura (masiva), consistencia dura.

Se aprecia fragmentos groseros en todo el perfil que aumenta con la profundidad hasta un 60% y son del tamaño de gravas finas y medias angulosas. Presencia de raíces finas a nivel de escasas en el horizonte superficial. Poseen baja capacidad retentiva de humedad, alta aireación, permeabilidad es muy rápida y drenaje natural es excesivo.

La reacción varía de ligeramente alcalina en superficie (pH 7,62) a neutra en profundidad (pH 7,23); libres en carbonatos (0,0 % CaCO<sub>3</sub>); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja (4 cmol(+)/kg de suelo). El porcentaje de saturación de bases es 100% debido a que no existe acidez cambiante. Bajos en materia orgánica (0,24%); bajos en fósforo disponible (5,9 ppm) y medios en potasio disponible (43 ppm). Estas características determinan una fertilidad natural baja.

De acuerdo al Soil Taxonomy, este suelo se le puede clasificar como **Typic Torriorthents**. Las características ecogeográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo se muestran en la ficha de evaluación de campo N° S-40 en el anexo 3-5.

Este suelo se presenta en su fase por pendiente: B (moderadamente inclinada) y C (fuertemente inclinada)

#### ➤ **Consociación San Mateo (Símbolo Sm)**

Conformada predominantemente por el suelo San Mateo. Son suelos originados a partir de materiales residuales, localizados en planicies formando terrazas onduladas de rocas filitas de relieve ondulado, cuya formación se debe a la acción de la erosión hídrica, distribuidos en la zona de vida desierto desecado premontano tropical; cuyo régimen de humedad es arídico y régimen de temperatura es isohipertérmico. Presencia de vegetación de sapotes y algarrobo de forma dispersa.

#### **Suelo San Mateo (Lithic Torriorthents)**

Tienen un perfil AC-C-R, con epipedón óchrico. De acuerdo a su profundidad efectiva es un suelo muy superficial. El primer horizonte (epipedón) muestra un color pardo, textura arena franca, estructura granular fina débil, consistencia suave; descansa sobre un horizonte de color pardo, textura franca arenosa, sin estructura (masiva), consistencia dura y esta su vez descansa sobre un contacto lítico de rocas filitas fracturadas en proceso de edafización

Se presencia fragmentos gruesos en todo el perfil del tamaño de gravas finas, medias y gruesas que alcanza hasta un 20%; libre de pedregosidad superficial. Presencia de raíces finas a nivel de escasas en el horizonte superficial. Poseen



alta aireación y baja capacidad retentiva de humedad, permeabilidad muy rápida y el drenaje natural es excesivo.

La reacción es ligeramente alcalina en superficie (pH 7,42) y neutra en profundidad (pH 6,72); la salinidad varía de muy ligeramente salino en superficie (1,70 dS/m) a muy fuertemente salino en el siguiente horizonte (9,69 dS/m); libres en carbonatos (0,0 % CaCO<sub>3</sub>); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja (2,8 cmol(+)/kg de suelo). El porcentaje de saturación de bases es 100% debido a que no existe acidez cambiante. Bajos en materia orgánica (0,29%); bajos en fósforo disponible (2,4 ppm) y medios en potasio disponible (142 ppm). Estas características determinan una fertilidad natural baja.

De acuerdo al Soil Taxonomy, este suelo se le puede clasificar como ***Lithic Torriorthents***. Las características ecogeográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo se muestran en la ficha de evaluación de campo N° S-42 en el anexo 3-5.

Este suelo se presenta en su fase por pendiente: B (moderadamente inclinada) y C (fuertemente inclinada).

#### **d. Descripción de las Áreas misceláneas**

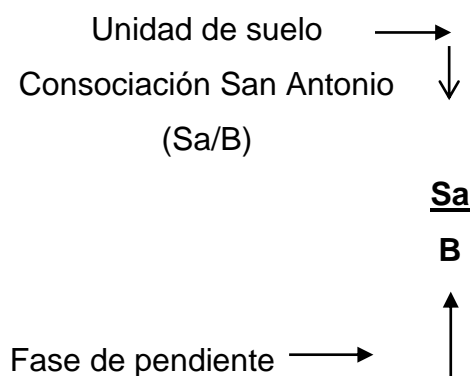
Son unidades particularmente no edáficas, que no presentan interés o vocación para fines agrícolas, pecuarios o forestales; sino que están relegadas para otros usos como áreas de recreación, protección de hábitat de fauna silvestre, etc. y que constituyen las tierras de protección (X).

### ➤ **Misceláneo Lítico (Símbolo ML)**

Está constituido por exposiciones de rocas (afloramiento lítico y rocas superficiales) y por depósitos de detritos rocosos poco consolidados. Se distribuye en forma considerable en las laderas dentro del paisaje de colinas.

#### **e. Explicación del Mapa de Suelos**

La simbología en el mapa de suelos está representada por un numerador que es el símbolo de la consociación del suelo y como denominador la fase de pendiente.



#### **3.7.3.1.5 Capacidad de uso mayor de las tierras**

##### **A. Generalidades**

El sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor es un ordenamiento sistémico, práctico e interpretativo de gran base ecológica, que agrupa a los diferentes suelos con el fin de mostrar sus usos, problemas o limitaciones, necesidades y prácticas de manejo adecuadas. Esta clasificación proporciona un sistema comprensible, claro, de gran valor y utilidad en los planes de desarrollo agrícola y de acuerdo a las normas de conservación de los suelos. Para la interpretación práctica del potencial de tierras se ha utilizado el Reglamento de Clasificación de Tierras del Perú (D.S. N° 0017-2009-AG).

## **B. El sistema de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor**

El sistema de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor que se presenta está conformado por tres categorías de agrupamiento de suelo

### **a. Grupo de capacidad de uso mayor de tierras**

Esta categoría representa la más alta abstracción, agrupando suelos de acuerdo a su vocación máxima de uso. Reúne suelos que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud para la producción ya sea de cultivos en limpio o intensivos, permanentes, pastos, producción forestal y de protección.

En los párrafos siguientes, se define solo dos grupos de capacidad de uso mayor (cultivos en limpio y de protección), debido a que son los únicos que se encontraron en el área de estudio.

#### **➤ Tierras aptas para cultivo en limpio (Símbolo A)**

Reúnen condiciones ecológicas que permiten la remoción periódica y continuada del suelo para el sembrío de plantas herbáceas y semi arbustivas de corto período vegetativo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras por su alta calidad agrológica podrán dedicarse a otros fines (Cultivo Permanente, Pastos, Producción Forestal y Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo en limpio o cuando el interés social del Estado lo requiera.

### ➤ **Tierras de protección (Símbolo X)**

Están constituidas por aquellas tierras que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para el cultivo, pastoreo o producción forestal. Se incluyen dentro de este grupo a aquellas tierras que aunque presentan vegetación natural boscosa, arbustiva o herbácea, su uso no es económico y deben ser manejados con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, valores escénicos, científicos, recreativos y otro que impliquen beneficio colectivo o de interés social.

#### **b. Clase de Capacidad**

Esta categoría está establecida en base a la “capacidad agrológica” del suelo y que refleja la potencialidad y grado de amplitud de las limitaciones para uso agrícola. Se han establecido tres (3) calidades agrológicas: Alta (1), Media (2), y Baja (3). La clase de calidad agrológica alta expresa las tierras de mayor potencialidad y menor intensidad en cuanto a las prácticas de manejo; la calidad agrológica media conforma las tierras con algunas limitaciones exigiendo prácticas de manejo moderadas y la clase de calidad agrológica baja representa las tierras de menor potencialidad para cada uso mayor, exigiendo mayores, cuidadosa y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de producciones económicamente continuadas.

#### **c. Subclase de capacidad**

Conforma una categoría establecida en función de los factores limitantes y riesgos que restringen el uso del suelo. Las subclases de capacidad agrupan los suelos de acuerdo a la “clase de limitación” o problemas de uso por largo tiempo. En este sentido, agrupa aquellos suelos que presentan factores similares en cuanto a limitaciones o riesgos. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia más relevante como causal de la limitación de uso de las tierras. En

resumen, representa el factor que define la ubicación de un determinado suelo dentro de una clase y grupo de capacidad de uso mayor.

Dentro de esta subclase se han establecido 6 limitaciones

➤ **Limitación por suelo (s)**

Esta limitación o deficiencia se designa con el símbolo de “s”. El factor suelo representa uno de los componentes fundamentales en el juzgamiento y calificación de las tierras. De ahí su gran importancia en los estudios de suelos y la conveniencia de identificar, describir, separar y clasificar los cuerpos edáficos de acuerdo a sus características, base criterio para establecer agrupaciones de uso.

Este factor se refiere a las características intrínsecas del perfil edáfico, tales como profundidad efectiva, textura dominante y tipo de arcillas, estructura, presencia de grava o piedras, reacción del suelo (pH), contenido de material orgánico, presencia y grosor de capas cementadas. Capacidad retentiva de agua, así como las condiciones sobre la fertilidad y arabilidad del suelo.

➤ **Limitación por sales (símbolo “I”)**

Si bien el exceso de sales, nocivo para el crecimiento de las plantas es un componente del factor edáfico, en la interpretación ésta es tratada separadamente por constituir una característica específica de naturaleza química cuya identificación en la clasificación de las tierras, especialmente en la región árida de la costa tiene notable importancia en el uso, manejo y conservación de los suelos.

### ➤ **Limitación por topografía – erosión (relieve) (e)**

Este factor limitante por topografía – erosión es designado con el símbolo “e”. La longitud, forma y sobre todo el grado de pendiente de las formas de tierras influyen regulando la distribución de las aguas de escorrentía, es decir, el drenaje externo de los suelos. Por consiguiente, los grados más convenientes se determinan considerando especialmente la susceptibilidad de los suelos a la erosión. Normalmente se considera como pendientes adecuadas aquellas de relieve suave en un mismo plano, que no favorecen los escurrimientos rápidos ni lentos.

Otro aspecto importante es el carácter de la superficie del terreno de gran interés desde el punto de vista de las obras de nivelamiento. Las pendientes moderadas pero de superficie desigual o muy variada deben considerarse como factores influyentes en los costos de nivelación y del probable efecto de ésta sobre la fertilidad y las características físicas al eliminar las capas edáficas de gran valor agrícola.

Las nivelaciones en terrenos de topografía suave, profundos y genéticamente jóvenes, pueden ocasionar una reducción temporal de su capacidad productiva. En cambio, los suelos poco profundos y más evolucionados, que presentan materiales a partir de arena, grava o capas impermeables sufren una serie de disminución de su fertilidad al ser nivelados.

### ➤ **Limitación por drenaje (factor humedad) (w)**

Se le designa generalmente con el símbolo de “w” y está íntimamente relacionado con el exceso de agua en el suelo, regulado por las características topográficas, de permeabilidad del suelo, la naturaleza de sustratum, así como la profundidad del nivel freático. Las condiciones de drenaje son de gran importancia porque

influyen considerablemente en la fertilidad, en la productividad de los suelos, en los costos de producción, en la fijación y desarrollo de los cultivos.

➤ **Limitación por inundación (inundabilidad) (i)**

Se designa con el símbolo “i”. Este aspecto que podría estar incluido dentro del factor drenaje, por constituir una particularidad de ciertas regiones del país como son las inundaciones estacionales, tanto en la región amazónica como en los valles costeros, comprometiendo la fijación de los cultivos, se ha creído conveniente diferenciarlo del problema de drenaje o evacuación interna de las aguas del sistema suelo. Los riesgos por inundabilidad fluvial involucran los aspectos de frecuencia, penetración o amplitud del área inundada y duración de la misma. Afectando la integridad física de los suelos por efecto de la erosión lateral y comprometiendo seriamente el cuadro de cultivos a fijarse.

➤ **Limitación por clima (factor climático) (c)**

Se le designa con el símbolo “c” y están íntimamente relacionados con las características de las zonas de vida o bioclimas, tales como elevadas o bajas temperaturas, sequías prolongadas deficiencias o exceso de lluvias, fluctuaciones térmicas significativas durante el día, entre otras. Este factor, de capital importancia, no ha sido considerado en su real dimensión en los sistemas previos de clasificación de las tierras según su capacidad de uso. Actualmente, se le considera el factor primordial en el Reglamento de Clasificación de Tierras, constituyéndose en el criterio selector en la vocación de la tierra. Subordinando los factores edáficos variables locales. Conviene recalcar que el clima es determinante de la distribución de la fauna y flora, de las zonificación de cultivo, así como de las características de los suelos y de las actividades humanas.

### C. Descripción de las unidades de capacidad de uso mayor

En el área de estudio se reconoce que las tierras se clasifican en dos grupos de capacidad de uso mayor: tierras aptas para cultivos en limpio (C) y tierras de protección (X). En el cuadro 3.7.3-32 se muestran la superficie de las tierras según su capacidad de uso mayor. En el cuadro 33 se presenta la relación de correspondencia entre las subclases de capacidad de uso mayor y las unidades edáficas.

**Cuadro 3.7.3-32. Superficie de las tierras según su capacidad de uso mayor**

Grupo			Clase			Subclase		
Símbolo	Superficie		Símbolo	Superficie		Símbolo	Superficie	
	Ha	%		Ha	%		Ha	%
A	23.20	1.88	A3	23.20	1.88	A3se(r)	23.20	1.883
X	1209.16	98.12	X	1209.16	98.12	Xse	1090.69	88.504
						Xs	118.47	9.613
<b>TOTAL</b>							<b>1232.36</b>	<b>100.000</b>

Fuente: Buenaventura ingenieros S.A. 2013.

**Cuadro 3.7.3-33. Correspondencia entre subclases de CUM y consociaciones**

Subclases de Capacidad de Uso Mayor		Consociación (Fase por pendiente)
Símbolo	Descripción	
A3se(r)	Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja; con limitaciones por suelo, topografía y requiere riego continua para su uso.	Zorrillos (B y C)
Xse	Tierras de Protección, con limitaciones por suelo y topografía (erosión, relieve y pendiente).	San Ramón (C y D) Chunga (B y C) San Lucas (A y B) San Francisco (C y D) San Mateo (B y C) Misceláneo lítico Misceláneo arenoso
Xs	Tierras de Protección, con limitaciones por suelo (profundidad efectiva, presencia de gravas o piedras,	Chapillequen (A y B) San José (C)



Subclases de Capacidad de Uso Mayor		Consociación (Fase por pendiente)
Símbolo	Descripción	
	textura, fertilidad natural, reacción del suelo pH y salinidad).	San Antonio (B y C)

Fuente: Buenaventura ingenieros S.A. 2013.

#### a. Descripción de las unidades en forma no asociadas.

##### ➤ Subclase A3se(r)

Comprende tierra para cultivos en limpio de calidad agrológica baja, cuyas fuertes limitaciones están referidas al factor edáfico, factor topográfico y además requieren la aplicación de riego continuo para una actividad agrícola.

Se incluye en esta subclase a la unidad edáfica Zorrillos que se presenta en pendientes moderada a fuertemente inclinada (4-15%), dentro de la zona de vida de desierto desecado Premontano Tropical.

**Limitaciones de uso:** las limitaciones más importantes de estas tierras, están referidas principalmente a los factores: *edáfico*, por presentar suelos moderadamente profundos, de baja fertilidad natural y textura gruesa en el perfil, reacción alcalina (pH) y altos en carbonatos; *Topográfico*, por los riesgos de erosión por la pendiente moderada a fuertemente inclinada, relieve ligeramente ondulada y *Climáticos*, por las condiciones de aridez de la zona, por la falta de agua en el ámbito de estas tierras que impide dotar con riego continuo.

**Lineamientos de uso y manejo;** el uso adecuado de estas tierras requiere de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, así como, el mejoramiento de la fertilidad natural de la tierra para elevar su capacidad productiva. Es importante recomendar la incorporación de materia orgánica en sus diversas formas (abono verde, guano de corral o residuos de cosecha) para

mejorar las propiedades físicas (estructura, consistencia, permeabilidad, retención de humedad), químicas (fertilidad) y actividad microbiana de los suelos. También la aplicación de fertilizantes químicos del tipo nitrogenado, fosfatado, potásico y microelementos, etc., es necesario elevar la fertilidad del suelo.

Otra práctica importante, es el manejo del agua de riego que solucionaría el déficit y mejoraría su eficiencia de aplicación, el cual sería mediante una implementación de un sistema de riego tecnificado (goteo, aspersión, y otro) para asegurar la dotación de agua en forma oportuna. También es necesario seleccionar aquellos cultivos tolerantes o poco exigentes de agua, de bajo uso consuntivo. Para evitar problemas de erosión se recomienda realizar el surcado siguiendo las curvas de nivel.

**Recomendaciones de especies:** las condiciones ecológicas y edáficas permiten la siembra de una amplia gama de cultivos anuales alimenticios o industriales, tales como: Capsicum (ají, pimiento), páprika, hortalizas y otros de gran valor económico y alimenticio que se consideren más apropiados para la zona.

#### ➤ **Subclase Xse**

Comprende las tierras que presentan fuertes limitaciones al factor edáfico (suelos muy superficiales, textura gruesa a moderadamente gruesa, fertilidad natural baja, gravoso) y topográfico (pendientes, relieve y erosión) por lo que no permite aprovechar estos suelos mediante actividades agropecuarias.

El uso de estas tierras no es económico y deben ser manejados con fines de protección. Se incluye en esta subclase a las unidades edáficas San Ramón, Chunga, San Francisco, San Mateo, Misceláneo lítico y misceláneo arenoso.

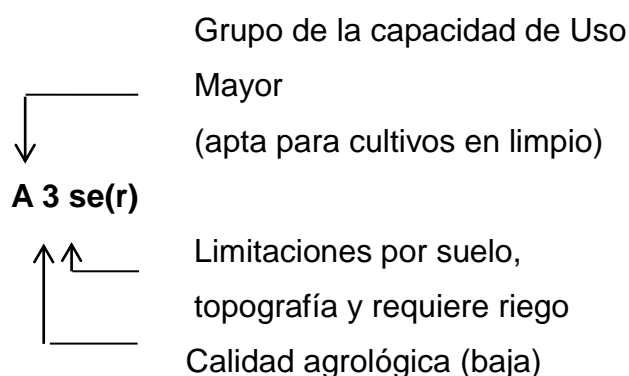
### ➤ Subclase Xs

Comprende las tierras que presentan fuertes limitaciones al factor edáfico por lo que no permite aprovechar estos suelos mediante actividades agropecuarias. Son suelos muy superficiales de baja fertilidad, gravoso de relieve plano ha ondulado y deben ser manejados con fines de protección. Se incluye en esta subclase a las unidades edáficas. Chapillequen, San Lucas, San José, San Antonio.

#### b. Explicación del Mapa de Capacidad de Uso Mayor

La simbología en el mapa de capacidad de uso mayor está compuesta por una letra mayúscula que indica el grupo de capacidad de uso mayor, seguido por un número arábigo que indica la calidad agrológica y a continuación por una letra minúscula que indica las limitaciones de uso de las tierras.

Gráficamente puede esquematizarse de la siguiente forma:



#### 3.7.3.1.6 Uso actual de tierras

##### A. Generalidades

La evaluación de uso actual de la tierra comprende la diferenciación de sus diversas formas de utilización y su representación cartográfica en un mapa a

escala 1:10 000, utilizándose como referencia el Sistema de Clasificación de Uso Actual de la Tierra propuesto por la Unión Geográfica Internacional (UGI).

Esta información sobre el uso actual de la tierra, al ser integrada con la proveniente de otras disciplinas (suelos, geomorfología, hidrología vegetación y otros) servirá de punto de partida para la formulación de planes de desarrollo, programas de conservación y/o recuperación de tierras, e implementación de medidas tendientes a impedir o atenuar los probables impactos ambientales no deseados del proyecto.

El objetivo de este estudio es identificar, describir y representar cartográficamente la conformación y distribución espacial de los principales usos de las tierras en el ámbito de influencia del proyecto.

## **B. Metodología**

La determinación del uso de la tierra se realizó mediante el estudio de imágenes de satélite, complementada con visitas de campo.

Los usos de la tierra se delinearon de acuerdo al sistema de nueve categorías de la Unión Geográfica Internacional (UGI). Se adoptó este sistema por su carácter internacional, el cual permite que los resultados de los estudios realizados con este sistema sean compatibles con otros proyectos ya terminados o en ejecución. Cabe destacar que el Sistema de la UGI es muy flexible y permite incorporar caracterizaciones específicas referidas a las particularidades de cada área.

En el siguiente cuadro se muestran las nueve grandes categorías del sistema UGI, éstos van en orden descendente, de acuerdo con la intensidad de uso de la tierra.

**Cuadro 3.7.3-34. Grandes grupos de uso actual de la tierra**

<b>N°</b>	<b>Nueve grandes categorías de la Unión Geográfica Internacional</b>	<b>Descripción de las categorías</b>
1	Centros poblados	Terrenos urbanos y/o instalaciones gubernamentales y privadas.
2	Horticultura	Terrenos con cultivos de hortalizas.
3	Árboles y otros cultivos permanentes	Terrenos con cultivos de frutales y otros cultivos permanentes.
4	Tierras de cultivos	Terrenos con vegetación cultivada.
5	Pastos mejorados permanentes	Terrenos con pastos introducidos
6	Praderas naturales	Terrenos con praderas naturales.
7	Tierras boscosas	Terrenos con bosques húmedos y matorrales.
8	Pantanos y ciénagas	Terrenos mal drenados.
9	Tierras improductivas	Terrenos Sin Uso y/o Improductivos.

Fuente: Unión Geográfica Internacional.

Posteriormente, en el trabajo de campo se visitaron varios sectores del área de influencia previamente identificado los puntos en gabinete, con la finalidad de complementar la información obtenida de las imágenes de satélite y confirmar los límites de las áreas demarcadas en gabinete, analizándose en forma directa algunas características tales como: tipo de cultivos, vegetación y principales usos.

Luego de analizar la información recopilada y del conocimiento obtenido a través del recorrido de campo, las categorías UGI se dividieron en subcategorías para permitir la inclusión de todos los componentes y precisar las funciones inherentes a los usos concretos que se encuentran en el campo.

Finalmente en gabinete, se procedió a elaborar el Mapa de Uso Actual, vaciando la información obtenida en campo, sobre las imágenes Spot y ortofotos; agrupando y clasificando áreas de acuerdo a categorías y subcategorías determinándose luego la extensión cubierta por cada una de ellas.

### a. Materiales

En la realización del estudio, se utilizaron los siguientes materiales temáticos y cartográficos:

#### ➤ Temático

Mapa Ecológico del departamento de Piura de la base de datos del INRENA, con memoria explicativa.

#### ➤ Material cartográfico

Topografía a escala 1:10 000, generados del Aster GDEM.

### C. Clasificación y descripción de uso actual de la tierra

Las categorías identificadas en el área de estudio, de acuerdo a la clasificación de la UGI, se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.7.3-35. Categorías de uso actual de la tierra**

UNIDADES	SIMBOLO	Ha	%
<b>Terrenos improductivos</b>			
Vegetación dispersa de algarrobo	Vd-A	132.93	10.79
Vegetación dispersa de sapote	Vd-S	248.28	20.15
Vegetación dispersa de sapotes - algarrobo	Vd-S-A	418.17	33.93
Afloramiento rocoso- vegetación dispersa algarrobo	Ar-Vd-A	146.81	11.91
Afloramiento rocoso - vegetación dispersa sapote	Ar-Vd-S	26.83	2.18
Afloramiento rocoso	Ar	143.44	11.64
Sin vegetación	Sv	115.9	9.40
<b>TOTAL</b>		<b>1232.36</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Buenaventura Ingenieros SA. 2013.

**a. Terrenos sin uso y/o improductivos**

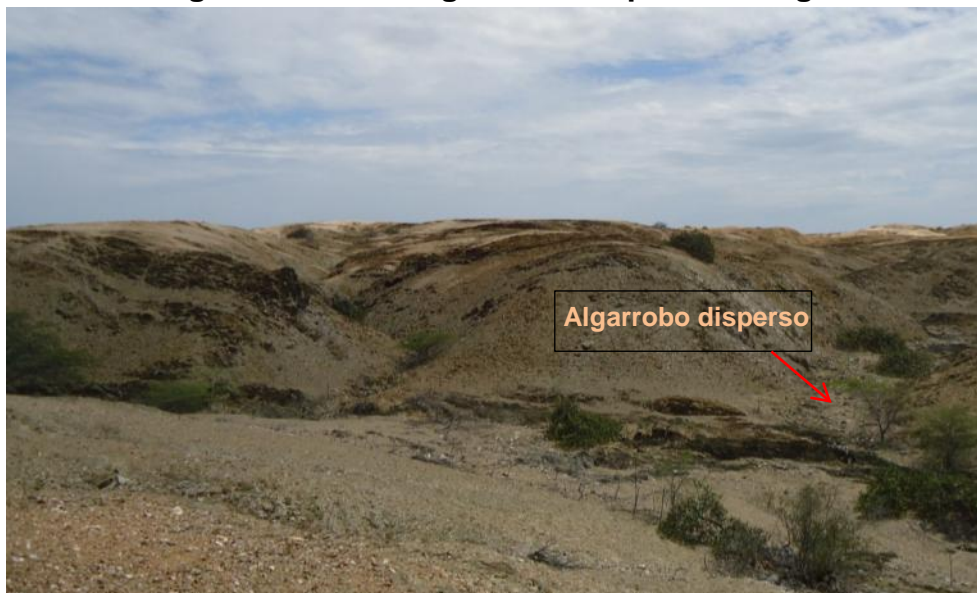
➤ **Vegetación dispersa de algarrobo (Vd-A)**

La unidad cartográfica que se caracteriza por presentar áreas con arbustos de algarrobo en forma muy dispersa; de porte baja de 1 a 1.5 m de altura aproximadamente (ver fotografía 3.5.1.2-8).

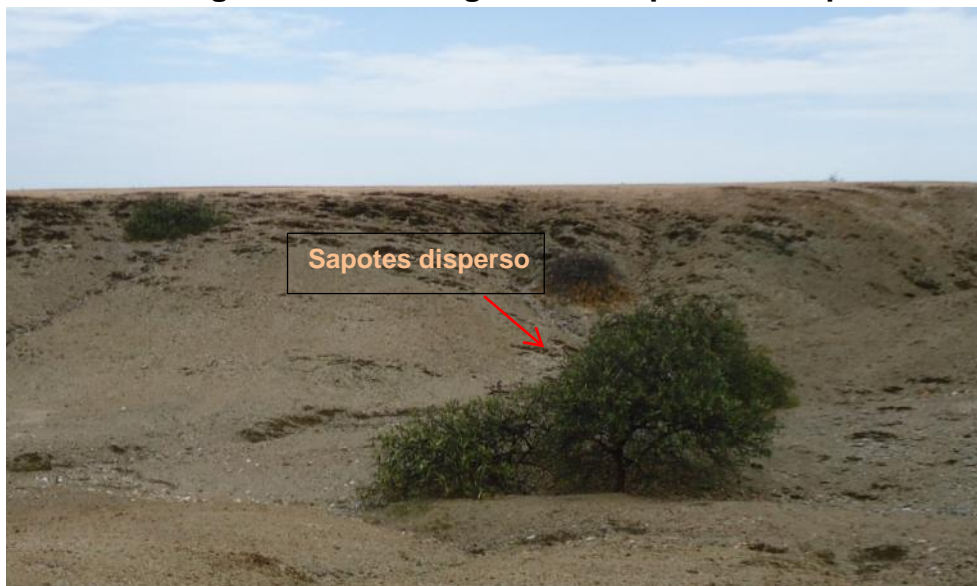
➤ **Vegetación dispersa de sapotes (Vd-S)**

Esta unidad cartográfica se caracteriza por presentar áreas con arbustos de sapote en forma muy dispersa; de porte baja de 1.5 a 2 m de altura aproximadamente, la superficie del área de la copa se encuentra cubierto por hojas secas de la misma planta que le sirve como reciclaje y mantener la humedad (ver fotografías 3.7.3-8 y 3.7.3-9).

**Fotografía 3.7.3-8. Vegetación dispersa de algarrobo**



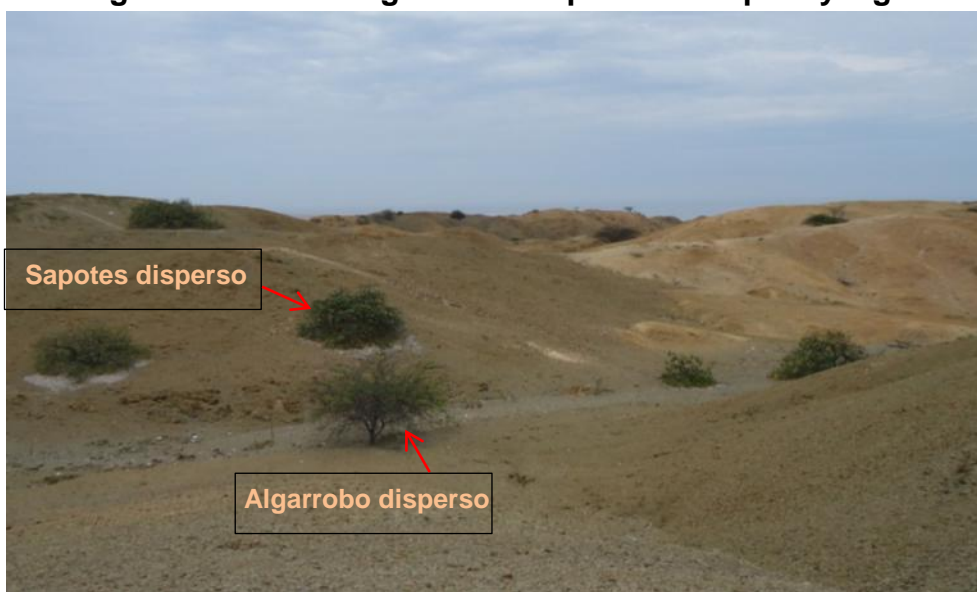
**Fotografía 3.7.3-9. Vegetación dispersa de sapote**



➤ **Vegetación dispersa de sapotes y algarrobo (Vd-S-A)**

Unidad cartográfica delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas unidades encontrándose las asociadas en un 70% para la unidad vegetación dispersa de sapote y 30% para la unidad vegetación dispersa de algarrobo (ver fotografías 3.7.3-10 y 3.7.3-11).

**Fotografía 3.7.3-10. Vegetación dispersa de sapote y algarrobo**





**Fotografía 3.7.3-11. Vegetación dispersa de sapote y algarrobo**



➤ **Afloramiento rocoso (Ar)**

Esta unidad incluye aquellas tierras donde afloran superficialmente los mantos rocosos de naturaleza litológica filitas y cuarcitas con metamorfismo de bajo grado. (Ver fotografía 3.5.1.2-12).

**Fotografía 3.7.3-12. Afloramiento rocoso**



➤ **Afloramiento rocoso (Ar)- vegetación dispersa de algarrobo (Vd-A).**

Unidad cartográfica delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas unidades encontrándose las asociadas en un 70% para la unidad afloramiento rocoso y 30% para la unidad vegetación dispersa de algarrobo. (Ver fotografía 3.7.3-13).

➤ **Afloramiento rocoso (Ar)- vegetación dispersa de sapotes (Vd-S).**

Unidad cartográfica delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas unidades encontrándose las asociadas en un 70% para la unidad afloramiento rocoso y 30% para la unidad vegetación dispersa de sapotes. (Ver fotografía 3.7.3-13).

**Fotografía 3.7.3-13. Afloramiento rocoso - vegetación dispersa de algarrobo**



**Fotografía 3.7.3-14. Afloramiento rocoso - vegetación dispersa de sapotes**



➤ **Sin vegetación (Sv)**

Esta unidad cartográfica se caracteriza por presentar áreas donde no hay presencia de vegetación y son suelos superficies que sufren erosión por la acción del viento y en épocas de fenómenos del niño por erosión hídrica (ver fotografía 3.7.3-15).

**Fotografía 3.7.3-15. Áreas sin vegetación**



### 3.7.3.1.7 Conclusiones

En cuanto a la fisiografía se identificaron dos grandes paisajes: planicie y montañas, las cuales están subdivididas en seis paisajes: Planicie de rocas filitas y cuarcitas, Planicie coluvio aluvial, Planicie marina, Planicie eólico, Colinas de rocas filitas y cuarzo y Colinas eólicas, las que predominan en el área de estudio son planicies de rocas filitas y cuarcitas, colinas de rocas filitas y cuarzo; los relieves varían de plano a quebrado; las pendientes van desde plano a extremadamente empinada.

De acuerdo a su origen, los suelos se han formado a partir de materiales transportados, con el subtipo coluvio–aluvial, eólicos, marinos y materiales residuales.

En cuanto a la taxonomía de suelo se identificaron 9 unidades edáficas, identificándose en los órdenes *entisols* y *aridisols*; las cuales se agruparon en 4 subgrupos de acuerdo a la clasificación natural Soil Taxonomy del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2010): *Typic Haplodurids*, *Lithic Torriortents*, *Typic Torriorthents*, *Typic Torripsamments*.

Según la profundidad efectiva, algunos suelos son muy superficiales por contactos lítico y paralíticos, otros moderadamente profundos.

La fertilidad natural de la capa arable de los suelos es baja, debido a las deficiencias significativas del porcentaje materia orgánica, fósforo y el potasio disponible; los bajos contenidos de fosforo y potasio se atribuye principalmente al contenido mineral del material madre.

El contenido de carbonatos varían de libre a muy alto; La reacción (pH) de la capa arable varían de neutra a fuertemente alcalina; el porcentaje de saturación de bases son altos (100 %), debido a la ausencia de la acidez cambiante; la CIC de

la capa arable de los suelos son muy bajos, por los bajos contenidos de materia orgánica y por la baja presencia de los coloides de la arcilla; estas condiciones limitan la disponibilidad de nutrientes para la planta.

La textura de los suelos varía de arenoso, arena franca y franco arenoso, siendo los que predomina los arenosos en la capa arable; se aprecia fragmentos groseros en todo el perfil de proporciones variables; la pedregosidad superficial del suelo varía de libre a pedregoso.

Otras características físicas, el horizonte "AC" presenta estructura granular fina débil; consistencia suave en seco, alta aireación y una baja capacidad retentiva de agua; mientras, el horizonte "C" no presenta estructura (granos simple o masiva) en capas más profundas y consistencia ligeramente dura, dura y muy dura; drenaje natural es excesivo, la permeabilidad es muy rápida.

Estos suelos se encuentran dentro del régimen de humedad arídico (tórrico) y régimen de temperatura isohipertermico; asimismo están ubicados dentro de las zonas de vida desierto desecado premontano tropical y desierto superárido premontano tropical.

En cuanto a la capacidad de uso mayor de las tierras identificadas en el ámbito del proyecto han sido dos: tierras para cultivos en limpio y tierras de protección.

Las áreas con potencial para cultivos e limpio tienen una calidad agrológica baja con limitación principalmente por el factor edáfico, topográfico, climático para su uso requieren de riego continuo. Dentro de esta se han identificado un subclase: A3se(r); el cual ocupa una superficie de 23.2 ha que representan el 1.88 % del área total de estudio.

Las tierras de protección, presentan fuertes limitaciones edáficas y topográficas por lo que no permite el desarrollo de actividad agropecuaria. Este grupo incluye a

las áreas ocupadas por suelos con afloramiento rocoso, suelo muy superficial, misceláneo arenoso, los cuales ocupan superficies de 1209,16 ha que representa el 98,12% del área total de estudio.

### **3.7.3.1.8 Bibliografía**

1. Baver, L. D.; W. H. Gardner y W. R. Gardner. 1973. Física de Suelos. 1ª. Ed. en español. U.T.E.H.A. México. 529 p.
2. U.S.D.A. 2010. Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture (USDA). Natural Resources Conservation Service. Appendix C.
3. U.S.D.A. 2004. Soil Survey Laboratory Methods Manual. United States Department of Agriculture (USDA). Natural Resources Conservation Service.
4. Zinck, J.A. 1988. Physiography and soils, ITC Lectur Note SOL4.1. International Institute for Geoinformation and Earth Observacion (ITC), Ensche (NL). 156 pp.
5. Instituto minero geológico y metalúrgico 1980. Boletín N° 32 Carta geológica de los cuadrángulos de Bayovar, Sechura, La Redonda, Pta La Negra. Lobos de Tierra, Salinas y morrope de las hojas 12a, 12b, 12c, 13a, 13b, 13c y 14a. Energía y minas, república del Perú.
6. ONERN, 1976. Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima Perú.

### 3.7.3.2. Calidad de Suelos

#### 3.7.3.2.1. Objetivo

- El objetivo de la presente sección es establecer las características de calidad del suelo en el área de la Zona Reservada de Illescas.
- Comparar los resultados de análisis con los estándares nacionales de calidad ambiental para suelo.

#### 3.7.3.2.2. Área de estudio

El área de estudio comprendió el espacio físico de la Zona Reservada de Illescas implicada en la implementación del Proyecto considerándose también la delimitación de la zona de influencia del mismo. En el plano **830MA0001A-010-20-001** se puede apreciar el área de estudio y la distribución de las estaciones de muestreo de calidad de suelo.

#### 3.7.3.2.3. Estaciones de muestreo

Para realizar la evaluación de la calidad de suelos, se establecieron 4 estaciones de muestreo en el área del proyecto, sector Norte de la ZRI, las cuales se detallan en el Cuadro 3.7.3.2-1. Ver también plano **830MA0001A-010-20-12**.

**Cuadro 3.7.3.2-1. Ubicación de puntos de muestreo de suelos**

Punto de monitoreo	Coordenadas UTM		Descripción
	Este	Norte	
S-23	497 402	9 352 375	En la Zona Reservada de Illescas, a 1 500 metros al sur de la línea de transmisión de Fosfatos de la mina Vale.
S-24	496 157	9 353 326	En la zona Reservada de Illescas, a 1 km de la línea de transmisión de Fosfatos de Vale.
S-25	493 859	9 354 924	En la Zona Reservada de Illescas, a 5 km al sur de Petroperú – Bahía de Bayóvar.
S-26	494 702	9 355 022	En la Zona Reservada de Illescas, a 900 metros al este del Punto de Calidad de Aire CA-25.

Fuente: BISA

Las Fichas SIAM correspondientes se presentan en el **Anexo 3-7**.

#### **3.7.3.2.4. Caracterización química**

La calidad de un suelo, es decir, su capacidad para sustentar una cobertura vegetal, puede verse afectada por las actividades de un proyecto, asociadas con la introducción de sustancias que a partir de cierta concentración se consideran como no deseables. En áreas no intervenidas, cuando se hace un estudio para observar el contenido de metales pesados, los resultados encontrados indican un origen natural, propio del suelo, dado que no existe intervención del hombre.

Las principales sustancias potencialmente tóxicas con respecto a la calidad de los suelos, son metales pesados como: As, Ba, Cr, Cd, Pb, Ni, Se, Va, y Zn. Estos compuestos pueden ingresar al suelo mediante diversas fuentes, como pueden ser: actividades industriales, mineras, explotaciones ganaderas, la atmósfera (partículas provenientes de procesos industriales), aguas residuales empleadas para el riego, disposición de residuos industriales y urbanos, agroquímicos utilizados en exceso, entre otras.

Las características físicas, químicas y biológicas del suelo, influyen en el contenido de los metales pesados, que pueden disminuir la calidad del suelo. La permeabilidad, el pH y las condiciones óxido - reductivas del suelo son las características que más afectan el comportamiento de los metales pesados. Suelos con pH ácido hacen más disponibles a los metales, excepto al As, Mo, Se y Cr que son más disponibles en pH alcalinos; en medios con pH moderadamente alto se produce la precipitación de los cationes como hidróxidos; mientras que en medios muy alcalinos pueden pasar nuevamente a la solución como hidróxicomplejos.



## i. Metodología para la caracterización química de suelos

### Fase de campo

Para esta evaluación se seleccionaron 04 estaciones de muestreo, ubicadas dentro del área de influencia del proyecto. En ellas se tomaron muestras de los primeros 5 cm de profundidad para la determinación en laboratorio del contenido de metales pesados y también se realizaron mediciones del potencial de hidrogeno (pH) en campo.

En la Figura 3.7.3.2-1 se presenta la distribución de los puntos de muestreo para metales pesados, cuyo detalle puede verse en el plano **830MA0001A-010-20-012**.

**Figura 3.7.3.2-1.** Distribución de los puntos de muestreo de metales pesados



Sistema WFS84

Fuente: INSPECTORATE

### Fase de laboratorio

La metodología aplicada en el análisis para cada elemento se detalla en el Cuadro 3.7.3.2-2.

**Cuadro 3.7.3.2-2. Métodos de referencia utilizados por el laboratorio**

Parámetro	Método de referencia
Mercurio (Hg)	EPA 7474 B. Mercury in solid or semisolid waste (manual cold-vapor technique)
Los demás elementos	EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994) Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry

#### ii. Estándares de calidad ambiental para suelos

Los resultados obtenidos han sido comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelos dados por el D.S. N° 002-2013-MINAM los cuales son presentados en el Cuadro 3.7.3.2-3. Adicionalmente se ha considerado apropiado utilizar de referencia los lineamientos internacionales establecidos en las Guías de Calidad Ambiental Canadiense – CEQG (*Canadian Environmental Quality Guidelines*, 2006), presentados en el Cuadro 3.7.3.2-4.

**Cuadro 3.7.3.2-3. Estándares nacionales de calidad ambiental para suelo**

Parámetros	Unidades	Usos del Suelo
		Suelos Comercial/ Industrial/ Extractivos
<b><u>I Orgánicos</u></b>		
Bifenilos policlorados - PCB	mg/kg	33
Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10)	mg/kg	500
Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	5000
Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40)	mg/kg	6000
Benceno	mg/kg	0.03
Tolueno	mg/kg	0.37
Etilbenceno	mg/kg	0.082
Xileno	mg/kg	11

Parámetros	Unidades	Usos del Suelo
		Suelos Comercial/ Industrial/ Extractivos
<b><u>I Orgánicos</u></b>		
Naftaleno	mg/kg	22
Heptacloro	mg/kg	0.01
Aldrin	mg/kg	10
Endrin	mg/kg	0.01
DDT	mg/kg	12
Benzo(a) pireno	mg/kg	0.7
<b><u>II Inorgánicos</u></b>		
Cianuro Libre	mg/Kg	8
Arsénico (As)	mg/Kg	140
Bario (Ba)	mg/Kg	2000
Cadmio (Cd)	mg/Kg	22
Cromo Hexavalente (Cr <sup>VI</sup> )	mg/Kg Cr <sup>IV</sup>	1.4
Mercurio (Hg)	mg/Kg	24
Plomo (Pb)	mg/Kg	1200

(1): D.S. N° 002-2013-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

**Cuadro 3.7.3.2-4. Guía Canadiense para la calidad de suelo**

Parámetros	Unidades	Canadiense	
		Comercial	Industrial
<b><u>I Orgánicos</u></b>			
Bifenilos policlorados - PCB	mg/kg	33	33
Benceno	mg/kg	0.03	0.03
Tolueno	mg/kg	0.37	0.37
Etilbenceno	mg/kg	0.082	0.082
Xileno	mg/kg	11	11
DDT	mg/kg	12	12
<b><u>II Inorgánicos</u></b>			
Cianuro Libre	mg/Kg	8	8
Antimonio (Sb)	mg/Kg	40	40
Arsénico (As)	mg/Kg	12	12
Bario (Ba)	mg/Kg	2000	2000
Berilio (Be)	mg/Kg	8	8
Boro (B)	mg/Kg	No data	No data
Cadmio (Cd)	mg/Kg	22	22
Cobalto (Co)	mg/Kg	300	300

Parámetros	Unidades	Canadiense	
		Comercial	Industrial
Cobre (Cu)	mg/Kg	91	91
Cromo (Cr)	mg/Kg	87	87
Cromo Hexavalente (Cr <sup>VI</sup> )	mg/Kg Cr <sup>IV</sup>	1.4	1.4
Estaño (Sn)	mg/Kg	300	300
Mercurio (Hg)	mg/Kg	24	50
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	40	40
Niquel (Ni)	mg/Kg	50	50
Plata (Ag)	mg/Kg	40	40
Plomo (Pb)	mg/Kg	260	600
Selenio (Se)	mg/Kg	2.9	2.9
Talio (Tl)	mg/Kg	1	1
Uranio (U)	mg/Kg	33	300
Vanadio (V)	mg/Kg	130	130
Zinc (Zn)	mg/Kg	360	360

Fuente: Canadian Environmental Quality Guidelines, 2006

### iii. Parámetros evaluados

En el Cuadro 3.7.3.2-5 se presenta los parámetros evaluados y los métodos de análisis que ha utilizado el laboratorio ambiental.

**Cuadro 3.7.3.2-5. Parámetros evaluados para caracterización química**

Referencia del Cliente	Proyecto Fosfatos – Zona Reservada Illescas
Consultora/Dirección	Buenaventura Ingenieros S.A./Jr. Larrabure y Unanue N° 146- Cercado de Lima
Producto	Suelo
Cantidad de muestra	04
Presentación	Bolsa de polietileno, proporcionado por Inspectorate Services Perú S.A.C.
Procedencia de la muestra	Sechura - Piura
Fecha de muestreo:	26-28/Marzo de 2013

<b>Métodos de análisis</b>	
Metales por ICP	EPA 6020 Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry; Revision 0, September 1994; Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods, SW 846 Method 7196 USGPO Washington DC 1987.

Fuente: Inspectorate Services Perú S.A.C.

#### **iv. Resultados de calidad química de suelos**

En el Cuadro 3.7.3.2-6 se muestran los resultados de análisis de elementos metálicos determinados por ICP-MS y otros compuestos orgánicos comparados con los valores estándares de calidad de referencia.

En el **Anexo 3-4** se presenta los Informes de Ensayo de laboratorio con la totalidad de resultados obtenidos.

**Cuadro 3.7.3.2-6. Concentración de metales pesados en la superficie del suelo comparados con el ECA nacional y lineamientos canadienses para Suelo.**

Parámetros	Unidades	S-23	S-24	S-25	S-26	ECA Nacional <sup>(1)</sup>		Canadiense <sup>(2)</sup>	
						Suelos de Uso Comercial/ Industrial/ Extractivos	Suelo de Uso Comercial	Suelos de Uso Industrial	
<b>I Orgánicos</b>									
Bifenilos policlorados - PCB	mg/kg	< 0.08	< 0.08	< 0.08	< 0.08	33	33	33	
Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10)	mg/kg	< 6.00	< 6.00	< 6.00	< 6.00	500	-	-	
Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	< 6.00	< 6.00	< 6.00	< 6.00	5000	-	-	
Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40)	mg/kg	< 6.00	< 6.00	< 6.00	< 6.00	6000	-	-	
Benceno	mg/kg	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.03	0.03	0.03	
Tolueno	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.37	0.37	0.37	
Etilbenceno	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.082	0.082	0.082	
Xileno	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	11	11	11	
Naftaleno	mg/kg	< 0.08	< 0.08	< 0.08	< 0.08	22	-	-	
Heptacloro	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.01	-	-	
Aldrin	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	10	-	-	
Endrin	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.01	-	-	
DDT	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	12	12	12	
Benzo(a) pireno	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.7	-	-	
<b>II Inorgánicos</b>									
Cianuro Libre	mg/Kg	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	8	8	8	
Antimonio (Sb)	mg/Kg	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	-	40	40	
Arsénico (As)	mg/Kg	24.90	9.38	23.75	13.24	140	12	12	
Bario (Ba)	mg/Kg	44.70	30.69	98.63	87.23	2000	2000	2000	
Berilio (Be)	mg/Kg	0.53	0.50	0.71	1.08	-	8	8	
Boro (B)	mg/Kg	3.62	3.12	7.33	5.49	-	No data	No data	
Cadmio (Cd)	mg/Kg	0.20	0.27	0.09	0.23	22	22	22	
Cobalto (Co)	mg/Kg	9.45	7.20	7.43	15.46	-	300	300	
Cobre (Cu)	mg/Kg	13.45	12.49	15.61	29.00	-	91	91	
Cromo (Cr)	mg/Kg	19.46	20.97	19.62	26.75	-	87	87	
Cromo Hexavalente (Cr <sup>VI</sup> )	mg/Kg Cr <sup>IV</sup>	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	1.4	1.4	1.4	
Estaño (Sn)	mg/Kg	1.52	1.98	1.67	1.68	-	300	300	
Mercurio (Hg)	mg/Kg	<0,03	0.12	0.10	<0,03	24	24	50	
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	0.09	0.10	0.25	0.28	-	40	40	
Niquel (Ni)	mg/Kg	17.30	15.36	13.89	27.64	-	50	50	
Plata (Ag)	mg/Kg	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-	40	40	
Plomo (Pb)	mg/Kg	14.20	8.63	6.99	27.59	1200	260	600	
Selenio (Se)	mg/Kg	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	-	2.9	2.9	
Talio (Tl)	mg/Kg	0.13	0.15	0.27	0.11	-	1	1	
Uranio (U)	mg/Kg	0.56	0.67	0.75	1.16	-	33	300	
Vanadio (V)	mg/Kg	19.55	20.47	20.02	26.37	-	130	130	
Zinc (Zn)	mg/Kg	52.22	53.57	43.04	69.79	-	360	360	

(1): D.S. N° 002-2013-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Suelo Comercial/Industrial/Extractivo.

(2): Estándares Internacionales para Calidad de Suelo - Norma Canadiense (Canadian Environment Quality Guidelines, CEQG).

## **Parámetros Orgánicos**

En el cuadro 3.7.3.2-6 se puede apreciar que las concentraciones obtenidas de los parámetros orgánicos estuvieron por debajo del límite de detección del equipo y método utilizado encontrándose así, por debajo de los estándares nacionales de calidad de suelos con excepción del Endrin y Heptacloro, en cuyo caso no se puede definir el cumplimiento de la norma. Cabe resaltar que Illescas por ser una Zona Reservada se encuentra protegida legalmente del uso de Pesticidas organoclorados de este tipo.

## **Parámetros Inorgánicos - Metales**

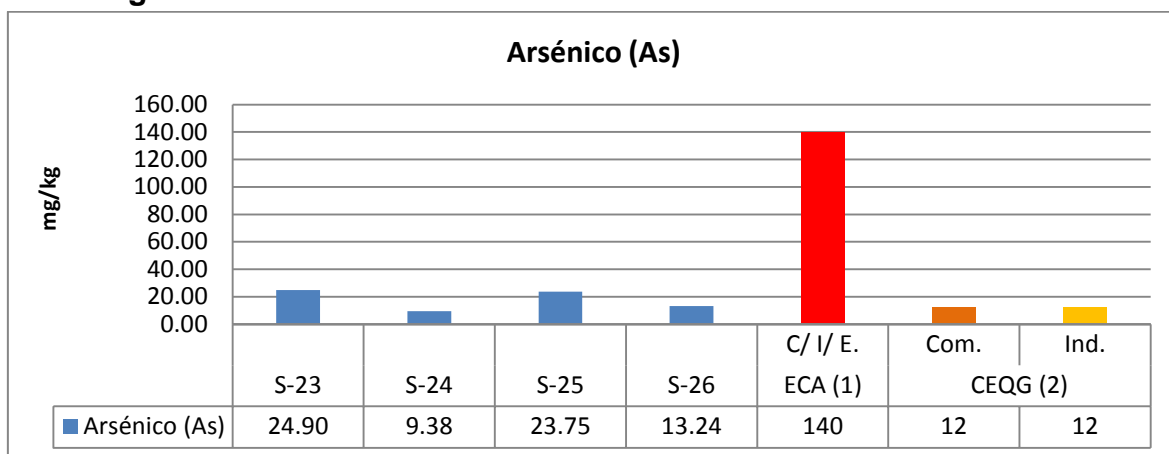
### **Arsénico (As)**

El arsénico es un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre, siendo el elemento número veinte en la lista de los elementos más abundantes. El contenido natural de arsénico en suelos se estima entre 5 y 10 mg/kg de suelo.

Los suelos sin contaminar pueden contener entre 0.2 y 40 mg As/kg suelo, mientras que aquellas tierras tratadas con As pueden contener más de 550 mg As/kg.

De acuerdo al estándar canadiense CEQG, la concentración de arsénico, tanto para comercial como industrial es de 12 mg/kg. Según se observa en el Cuadro 3.7.3.2-6, las estaciones S-23, S-25, S-26 superan el valor establecido en dicha norma. Por otro lado el ECA nacional para Arsénico no es sobrepasado. Todo esto se puede apreciar en el Figura 3.7.3.2-2.

**Figura 3.7.3.2-2. Concentración de Arsénico en el Suelo - Illescas**



Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

(1): D.S. N° 002-2013-MINAM ECA para Suelo Comercial/Industrial/Extractivo.

(2): Norma Canadiense para Suelos Comercial e Industrial.

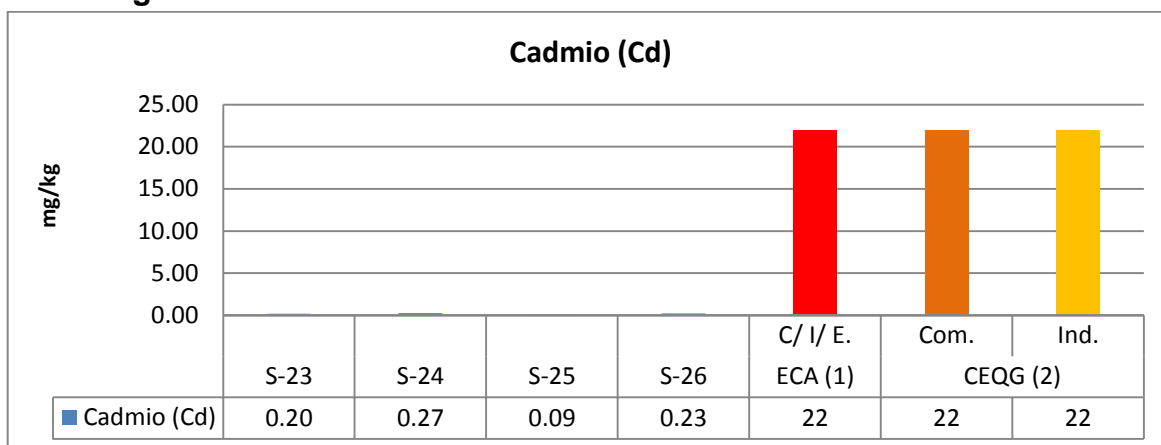
### **Cadmio (Cd)**

El cadmio se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre en una concentración de 0.1 mg/Kg, en rocas sedimentarias las concentraciones son más elevadas. A veces puede encontrarse en cantidades mayores en algunos suelos vinculados a combustibles fósiles o fertilizantes.

En el área evaluada las 04 estaciones presentan valores muy por debajo de los límites establecidos en los estándares de comparación (Ver Figura 3.7.3.2-3).



**Figura 3.7.3.2-3. Concentración de Cadmio en el Suelo – Illescas**



Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

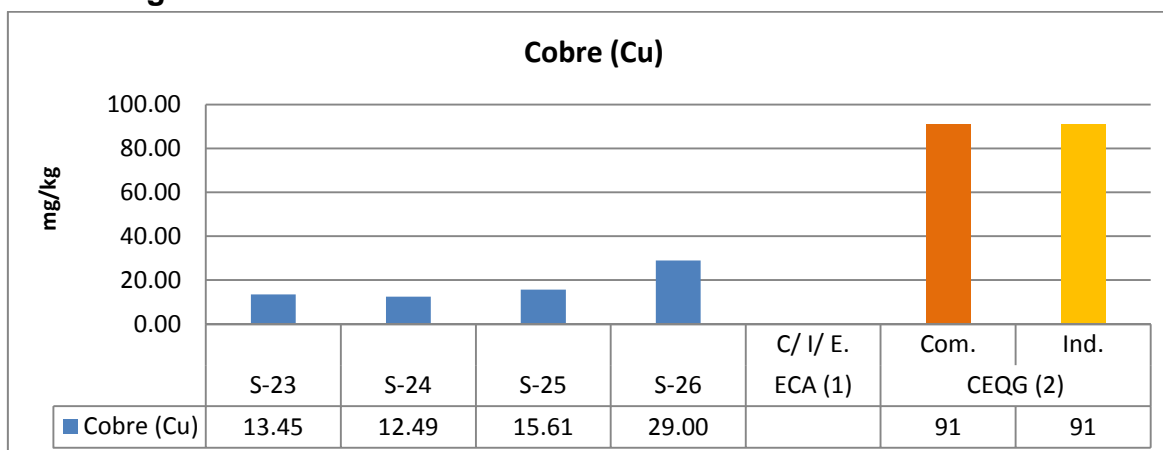
(1): D.S. N° 002-2013-MINAM ECA para Suelo Comercial/Industrial/Extractivo.

(2): Norma Canadiense para Suelos Comercial e Industrial.

### Cobre (Cu)

Los suelos evaluados no contienen valores metálicos apreciables de cobre en referencia al estándar canadiense tomado como comparación. La normativa Nacional no contempla un estándar de calidad de su contenido en el suelo para este parámetro.

**Figura 3.7.3.2-4. Concentración de Cobre en el Suelo – Illescas**



Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

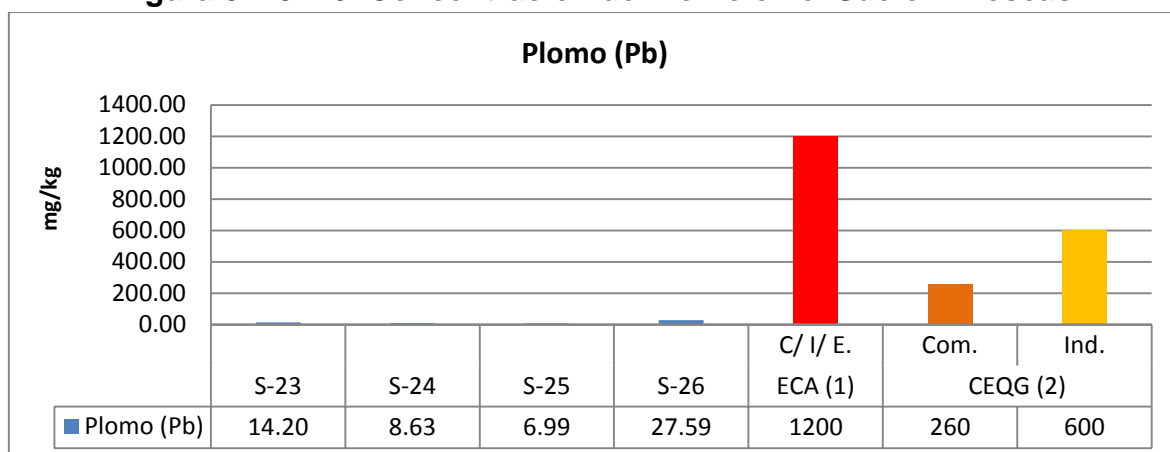
(1): D.S. N° 002-2013-MINAM ECA para Suelo Comercial/Industrial/Extractivo.

(2): Norma Canadiense para Suelos Comercial e Industrial.

## Plomo (Pb)

En el área de estudio, los valores de plomo variaron en un rango de 6,99 a 27,59 mg/kg. Ninguna estación superó los estándares nacionales ni canadienses.

**Figura 3.7.3.2-5. Concentración de Plomo en el Suelo – Illescas**



Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

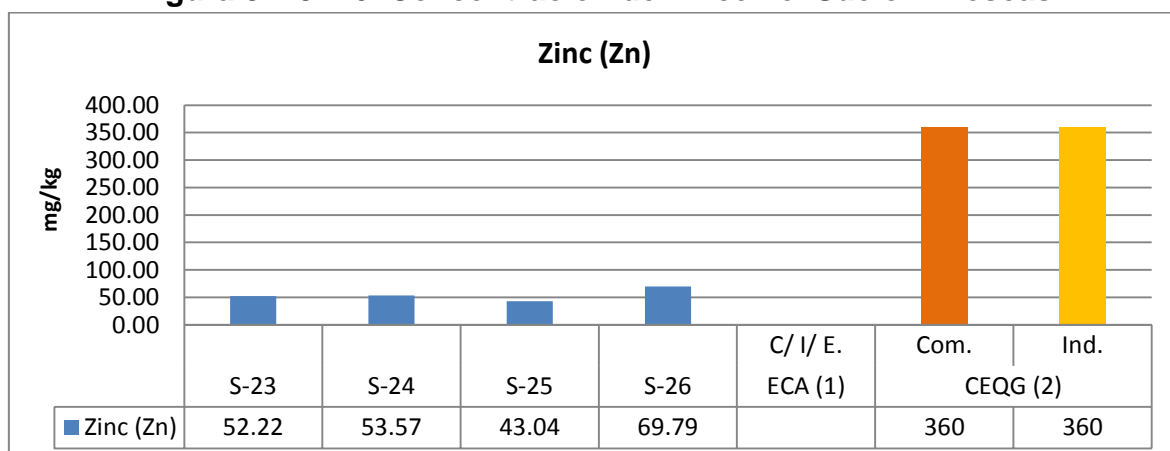
(1): D.S. N° 002-2013-MINAM ECA para Suelo Comercial/Industrial/Extractivo.

(2): Norma Canadiense para Suelos Comercial e Industrial.

## Zinc (Zn)

En forma similar al cobre y al plomo ninguna estación presenta valores altos en zinc.

**Figura 3.7.3.2-6. Concentración de Zinc en el Suelo – Illescas**



Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

(1): D.S. N° 002-2013-MINAM ECA para Suelo Comercial/Industrial/Extractivo.

(2): Norma Canadiense para Suelos Comercial e Industrial.

### **3.7.3.3. Geoquímica de Suelos - Illescas**

La estabilidad geoquímica del suelo, depende básicamente del balance entre el contenido de sulfuros y el de minerales consumidores de ácido. Entonces, la base de caracterización química reside en la determinación del Potencial Ácido (AP), del Potencial de Neutralización (NP) y consecuentemente del Potencial Neto de Neutralización (NNP) de muestras representativas de estos suelos.

#### **3.7.3.3.1. Objetivo**

- Determinar el Potencial de Generación de Drenaje Ácido de Roca de las muestras de suelos provenientes del área de estudio.

#### **3.7.3.3.2. Metodología**

Una descripción detallada de la metodología de caracterización geoquímica y los parámetros evaluados se presentó en el ítem 3.3.6.2.

#### **3.7.3.3.3. Resultados**

En el cuadro 3.7.3.3-2 se muestran los resultados de la evaluación realizada. Según ellos, se observa que las 04 muestras de suelo tienen un potencial de acidez (PA) ligeramente negativo. Las relaciones PN/PA obtenidas en las cuatro muestras son mayores a 3, por lo que podemos decir, en base al segundo criterio de evaluación (cuadro 3.7.2.2-1), que las muestras tienen un potencial bajo o nulo de generación de Drenaje Ácido de Roca (DAR).

**Cuadro 3.7.3.3-1. Criterios de Interpretación**

Potencial representado de Generación de Ácido	Criterio de Interpretación
Bajo o Nulo	PNN > 20 y PN/PA >3
Potencial Marginal	PNN < 20 y 1 < PN/PA < 3
Alto	PNN < 0 y PN/PA < 1

**Cuadro 3.7.3.3-2. Resultados de la evaluación geoquímica de muestras de suelos - Zona Reservada Illescas**

Parámetro	pH en Pasta	Azufre			Potencial de Acidez (PA)	Potencial de Neutralización (PN)	Potencial Neto de Neutralización (PNN)	Relación PN/PA	Pot. de Generación de DAR	
		Total	como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	como S <sup>=</sup>						
Unidades	Unidad de pH	%	%	%	Kg CaCO <sub>3</sub> / Ton. Muestra					
Muestras	S-23	6.2	-0,01	-0,01	-0,01	-0.31	9.18	9.50	29.39	Bajo o Nulo
	S-24	3.8	-0,01	-0,01	-0,01	-0.31	6.70	7.02	21.46	Bajo o Nulo
	S-25	3.6	0,01	0,01	-0,01	-0.31	3.79	4.10	12.14	Bajo o Nulo
	S-26	5	-0,01	-0,01	-0,01	-0.31	7.27	7.59	23.27	Bajo o Nulo

Fuente: BISA, 2013

PA: Potencial de Acidez

PN: Potencial de Neutralización

PNN: Potencial Neto de Neutralización

### **3.7.4. Clima y meteorología**

#### **3.7.4.1 Introducción**

El presente estudio caracteriza los principales climas presentes en la región y de influencia del trazo de la línea de transmisión y la carretera proyectada, dentro del ámbito de la Zona Reservada de Illescas. Los parámetros meteorológicos analizados para la seguridad de las obras y el medio ambiente son: la precipitación, la temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y velocidad y dirección del viento, todos estos factores climáticos son presentados en este capítulo.

Para evaluar el clima de la zona de estudio se han considerado las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio y que guardan relación con la altitud, latitud y tipo de desarrollo vegetativo muy similares al área del proyecto (Ver plano **830MA0001A-010-20-010** Ubicación de Estaciones Meteorológicas).

#### **3.7.4.2. Objetivos**

- Caracterización de los principales factores meteorológicos como la precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación y dirección y velocidad del viento.
- Determinación del tipo de clima presente en la Zona Reservada de Illescas.

### 3.7.4.3. Metodología

#### a) Información disponible

Para el análisis de los parámetros meteorológicos y del clima, se han empleado las estaciones climáticas de Chusis, Bernal, San Miguel y Miraflores. Todas ellas administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (Ver **Anexo 3-2** Hidrología - Illescas “Información histórica”).

Las características y ubicación de cada estación se presente a continuación:

**Cuadro 3.7.4-1. Ubicación y características de las estaciones analizadas**

Estación	Localización	Altitud m.s.n.m.	Periodo de Registro	Parámetros
CHUSIS	Latitud: 05°31' S Longitud: 80°50' W 9 390 221N (*) 518 460E	6	1981-1984, 1988-1990, 1995-2011 2000 a 2011 2000 a 2011 1991 a 2005 2000 a 2011	- Pm - Pm - Pm - Tm - HRm - Evm - Vm
BERNAL	Latitud: 05°29' S Longitud: 80°45' W 9 393 902N (*) 527 692E	7	1964-1982, 1986-2011 2005 a 2011 2005 a 2011 2006 a 2011	- Pm - Pm - Tm - HRm - Vm
SAN MIGUEL	Latitud: 06°14' S Longitud: 80°41' W 9 310 991N (*) 535 030E	13	1981-1991, 1994-2011	- Pm - Pm
MIRAFLORES	Latitud: 05°10' S Longitud: 80°37' W 9 428 899N (*) 542 483E	30	1981-1992, 1995-2011	- Pm - Pm

Fuente: SENAMHI, (\*) Datum WGS-84, Zona 17S.

Pm: precipitación total mensual (mm)

Tm: temperatura media mensual (°C)

HRm: humedad relativa media mensual (%)

Ev: evaporación total mensual (mm)

Vm: dirección y velocidad media del viento (m/s)

## **b) Completación y análisis de consistencia de los datos**

Los datos de precipitación fueron completados mediante el uso del software HEC-4, del cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos, mientras que para los otros parámetros se completó empleando el promedio mensual de cada mes. (Ver **Anexo 3-2**).

### **3.7.4.4. Resultados**

#### **3.7.4.4.1. Análisis de precipitación**

La zona del proyecto, por encontrarse en la costa norte, tiene un régimen de precipitaciones escaso muy estacional para años No Niño, en el que se esperan meses lluviosos a medida que se acerca el verano, y períodos prolongados de meses secos al concluir esta estación.

Un fenómeno importante que varía drásticamente los factores climáticos como la precipitación se da durante eventos El Niño, donde se incrementa la probabilidad de ocurrencia de lluvias fuertes en el área de estudio debido a la desaparición temporal de la capa de inversión térmica; estas lluvias mayormente son locales y de gran intensidad.

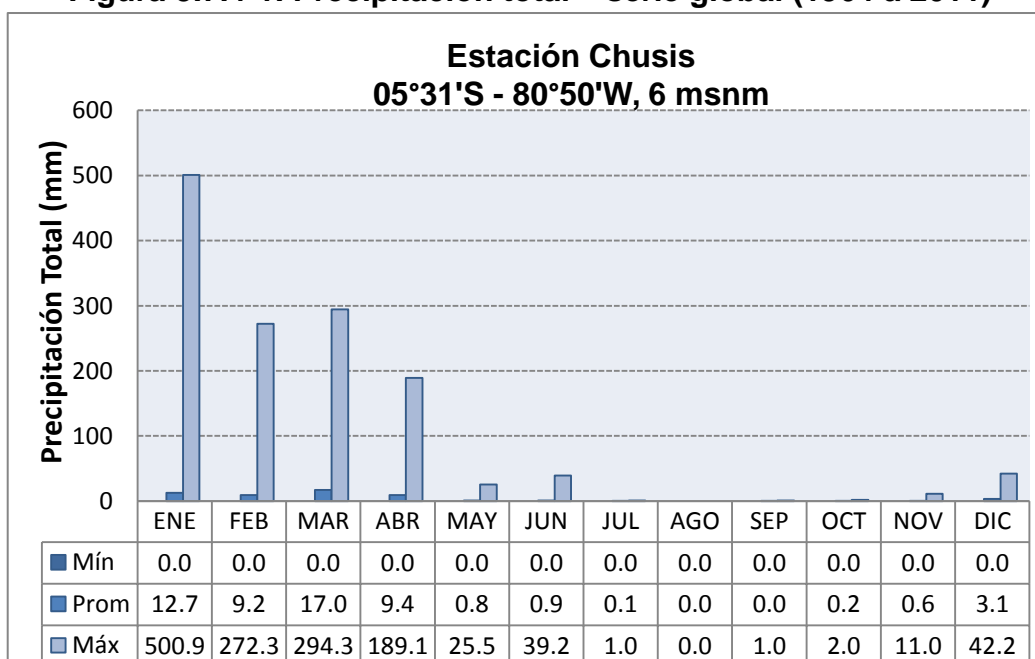
Las lluvias normales anuales registradas en las estaciones meteorológicas analizadas se encuentran entre 50,0 y 180,0 mm/año en el área de interés; pero durante El Niño estas pueden alcanzar estos valores en un solo día. Estas lluvias intensas ocurren generalmente por la tarde o noche debido básicamente a la presencia de alto contenido de humedad en la atmósfera, a la pérdida momentánea de estabilidad atmosférica debido al fuerte calentamiento de la superficie oceánica y desértica, a la convergencia forzada de humedad en los contrafuertes andinos y al transporte de aire húmedo menos denso y más frío sobre la vertiente occidental de la cordillera.

Otro fenómeno es el evento La Niña donde en la estación de otoño, invierno y primavera se incrementa la precipitación en tipo de llovizna tanto en frecuencia, duración y extensión areal, y en verano se incrementan las precipitaciones vespertinas en forma de garúa tanto en frecuencia como en magnitud.

Para el análisis de la precipitación se ha homogenizado y completado la data existente mediante el software HEC-4 (**Ver Anexo 3-2**).

Los resultados obtenidos para cada estación se presentan a continuación:

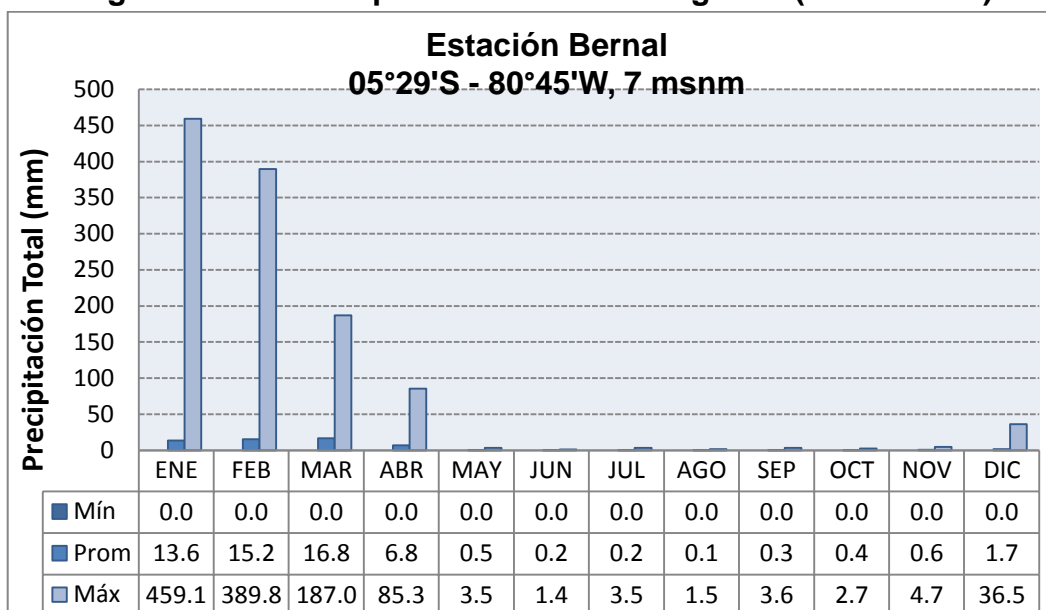
**Figura 3.7.4-1. Precipitación total – serie global (1964 a 2011)**



Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

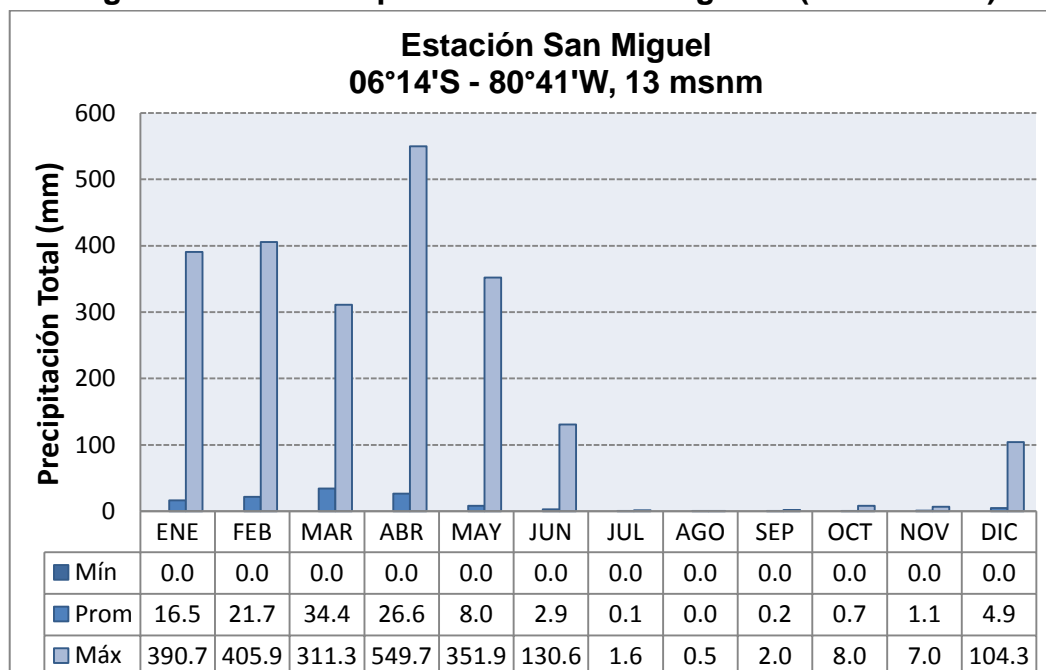


**Figura 3.7.4-2 Precipitación total – serie global (1964 a 2011)**



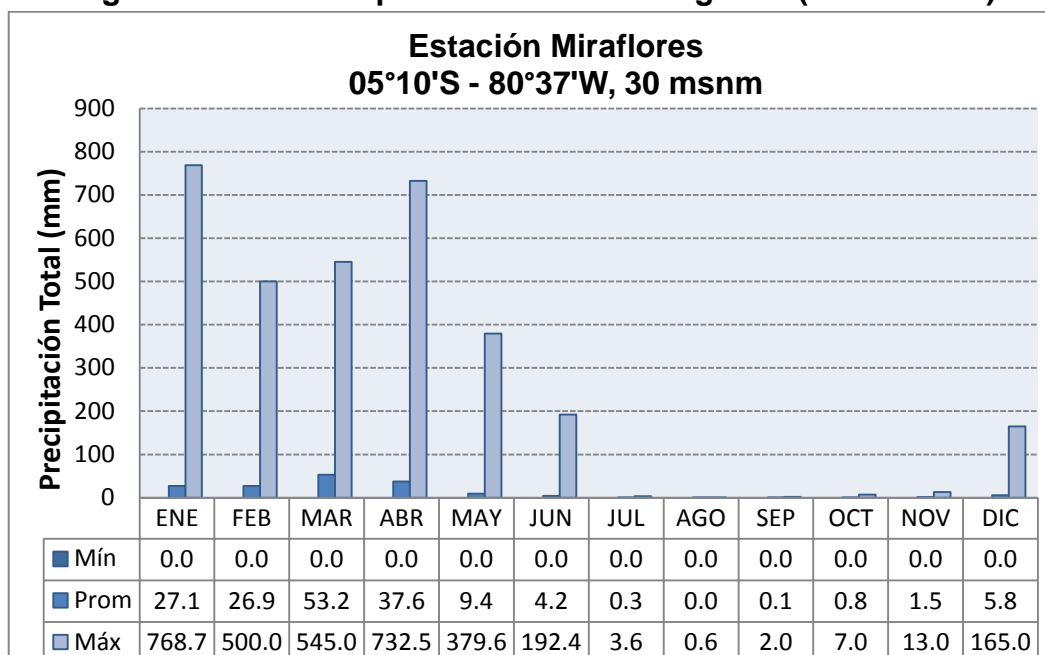
Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-3. Precipitación total – serie global (1964 a 2011)**



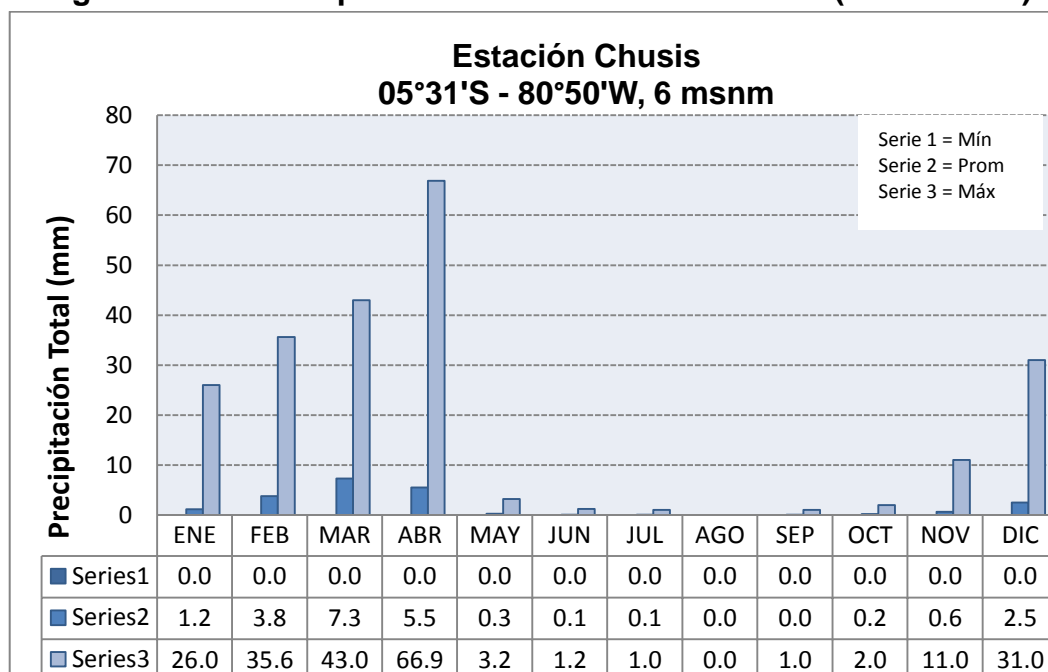
Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-4. Precipitación total – serie global (1964 a 2011)**



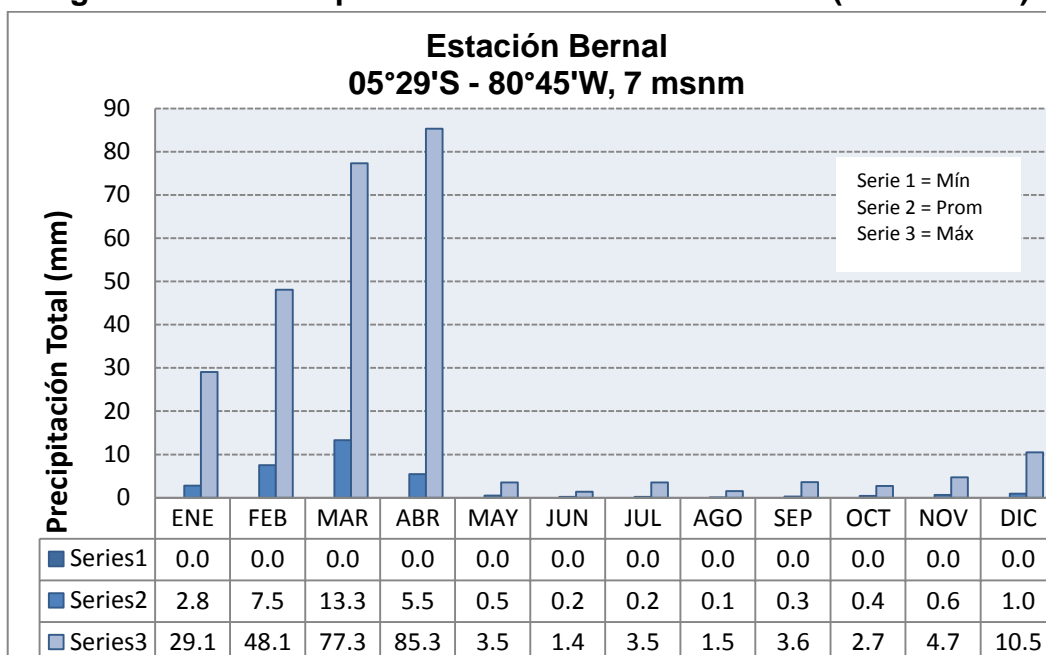
Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-5 Precipitación total – Sin años El Niño (1964 a 2011)**



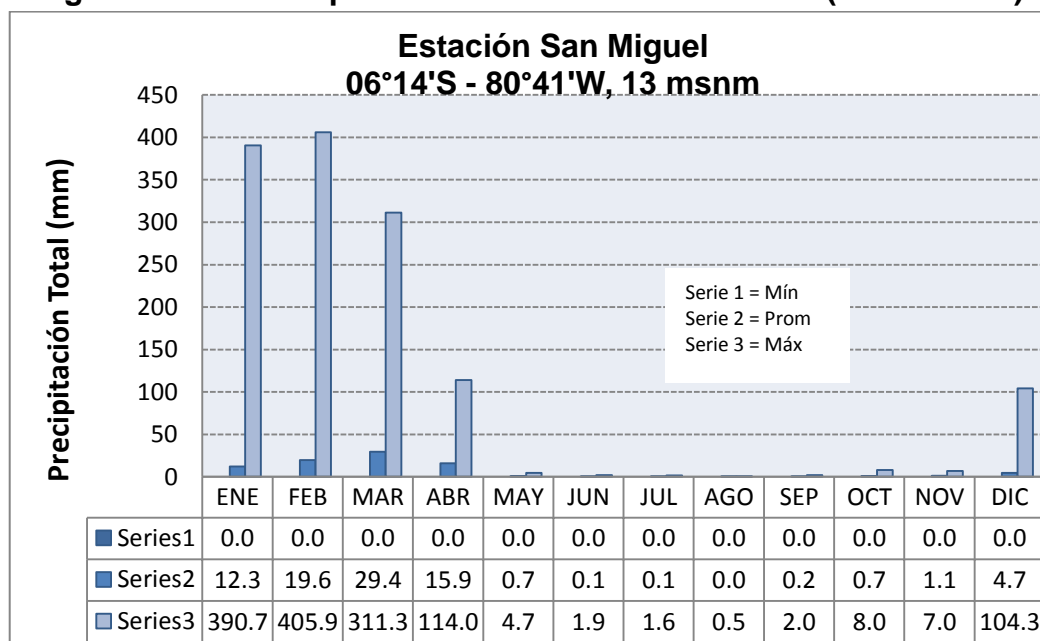
Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-6 Precipitación total – Sin años El Niño (1964 a 2011)**



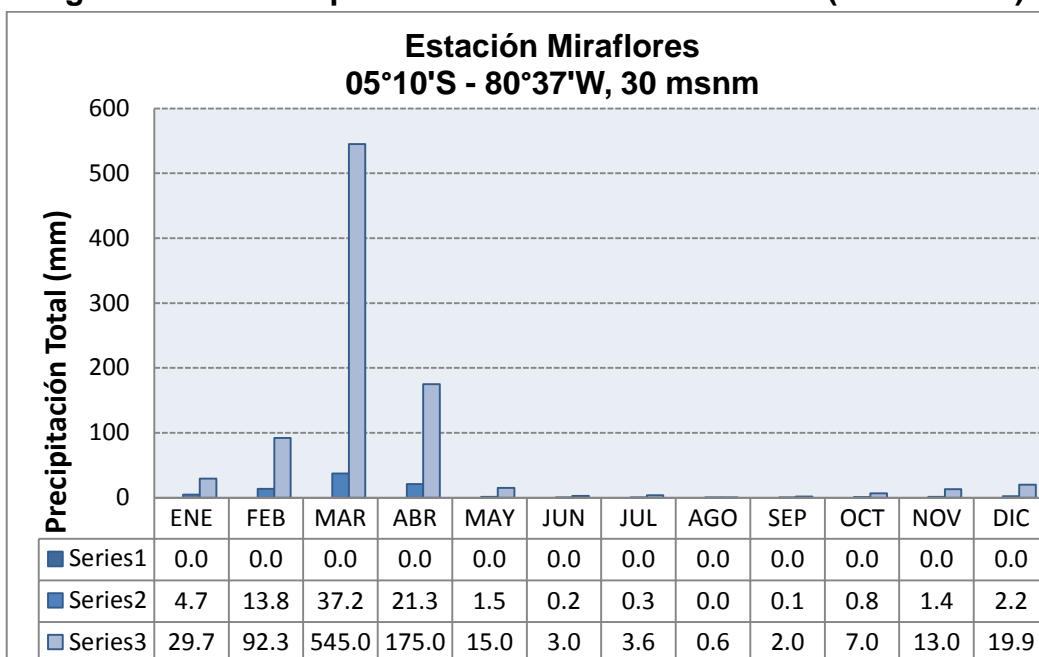
Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-7 Precipitación total – Sin años El Niño (1964 a 2011)**



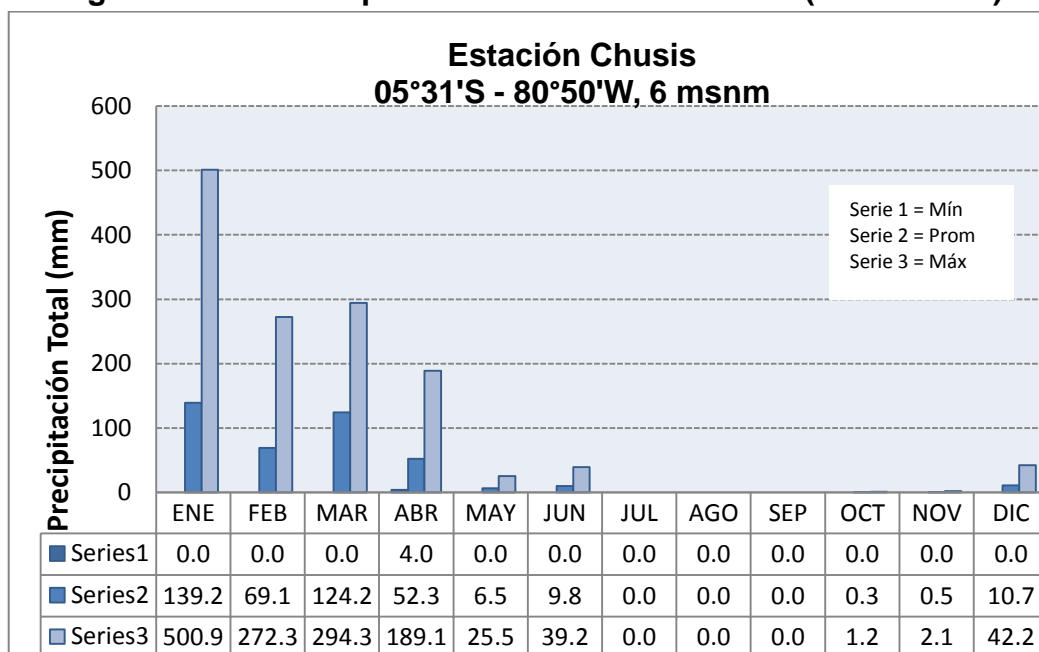
Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-8 Precipitación total – Sin años El Niño (1964 a 2011)**



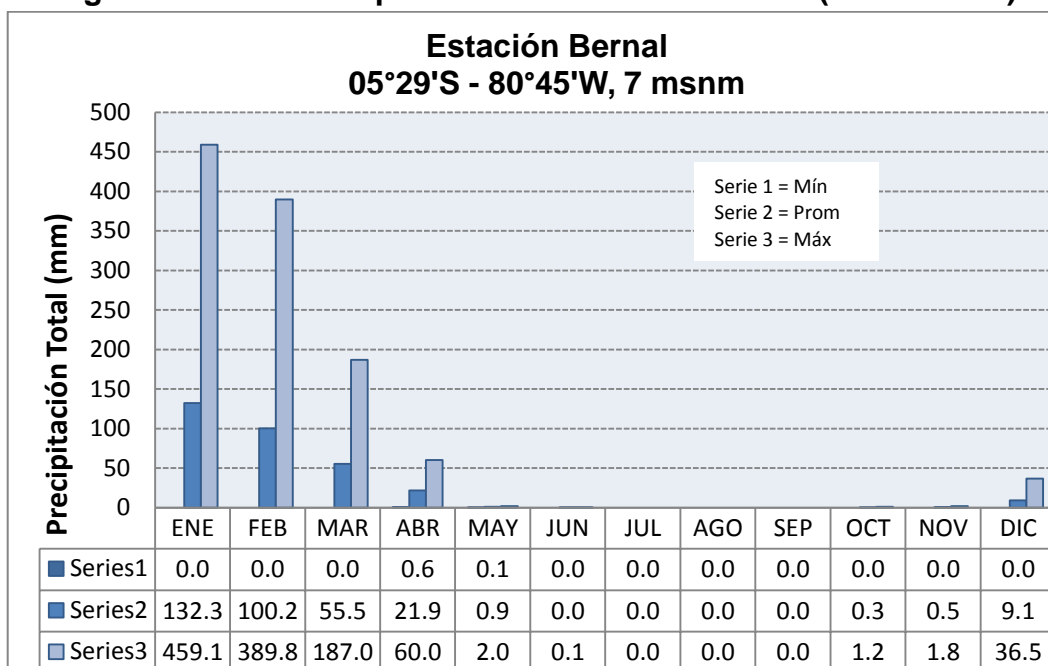
Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-9. Precipitación total – Años El Niño (1964 a 2011)**



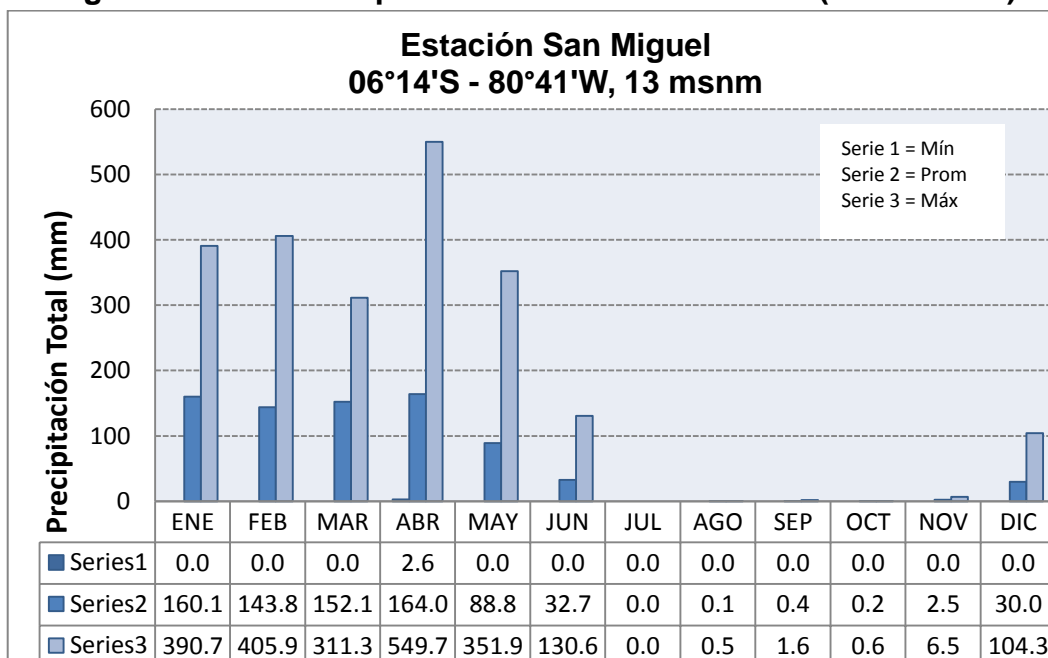
Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-10. Precipitación total – Años El Niño (1964 a 2011)**



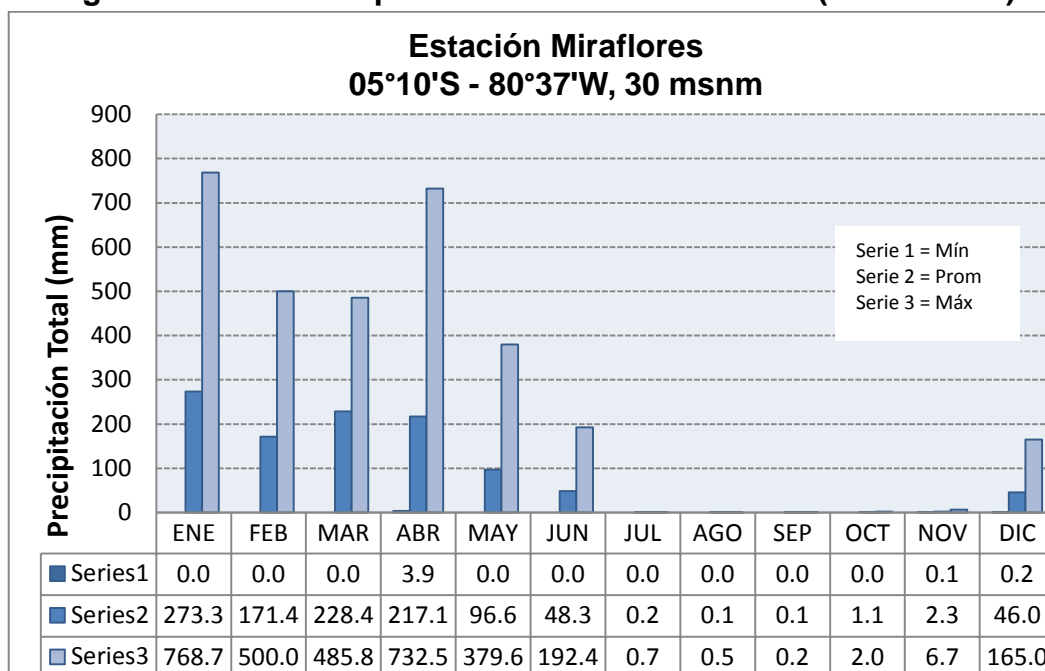
Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-11. Precipitación total – Años El Niño (1964 a 2011)**



Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

**Figura 3.7.4-12. Precipitación total – Años El Niño (1964 a 2011)**



Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAMHI

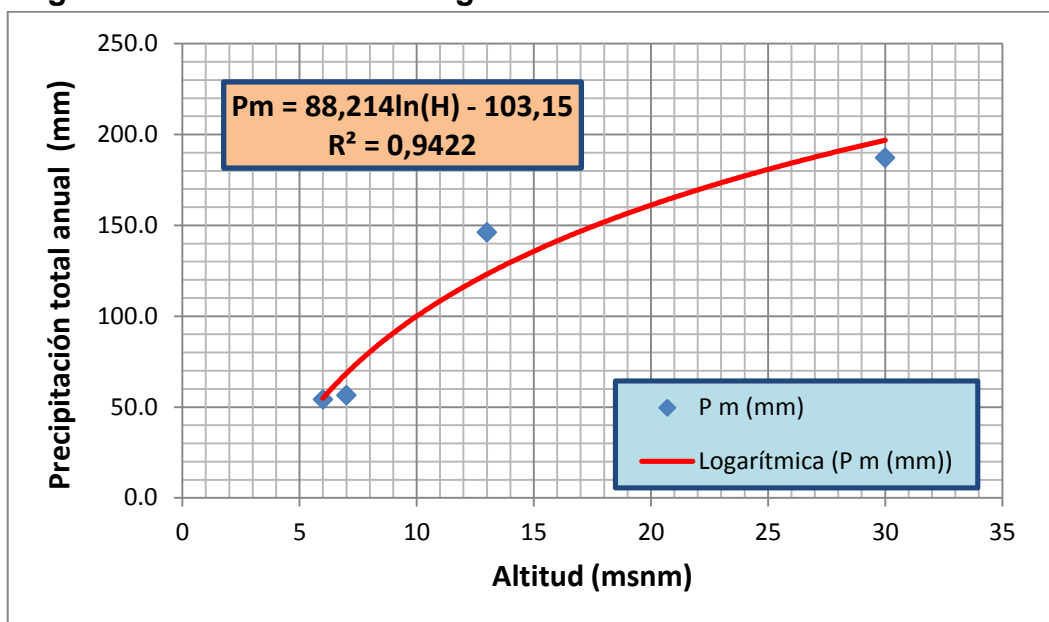
De los gráficos se puede apreciar que la estación donde se registra el mayor volumen de precipitación es la estación Miraflores tanto para años globales como con Años Niño (1964 a 2011), mientras que la estación San Miguel registra el mayor volumen de precipitación para los años Sin Niño (1964 a 2011). Se debe mencionar que los años niño considerado en el estudio corresponden a los Niño 1982-1983 y 1997-1998 considerados de muy fuertes.

Con las precipitaciones totales anuales y las altitudes de las estaciones meteorológicas analizadas se determinó que la ecuación que mejor relaciona la precipitación total anual y la altitud es la regresión logarítmica.

En las siguientes gráficas se aprecia la ecuación para los diferentes escenarios analizados, donde:

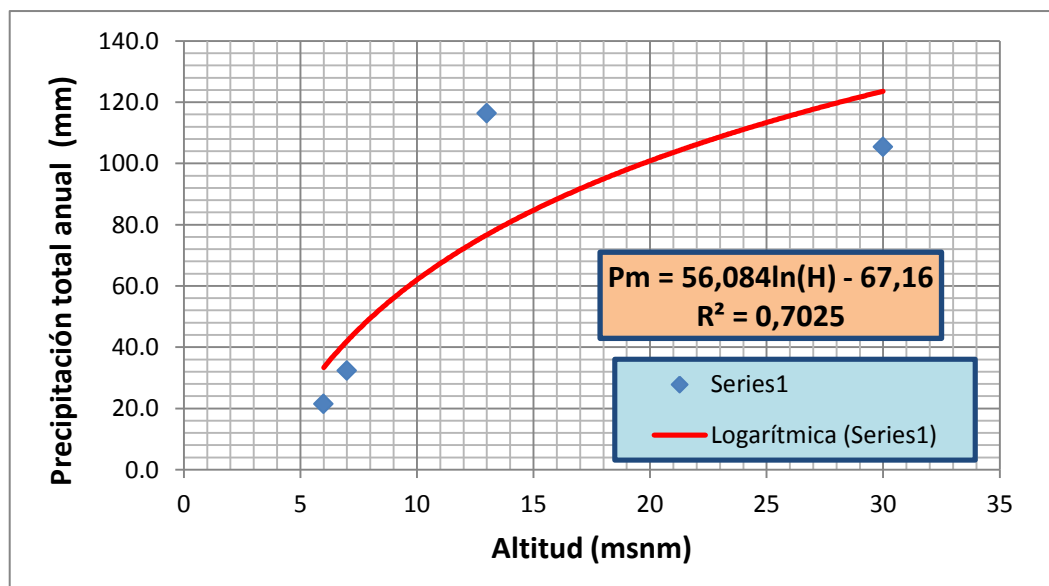
- P : Precipitación Total Anual en mm
- H : Altitud en msnm.
- R<sup>2</sup> : Coeficiente de regresión (Adimensional)

**Figura 3.7.4-13: Ecuación Regional de PP Total Anual – Serie Global**



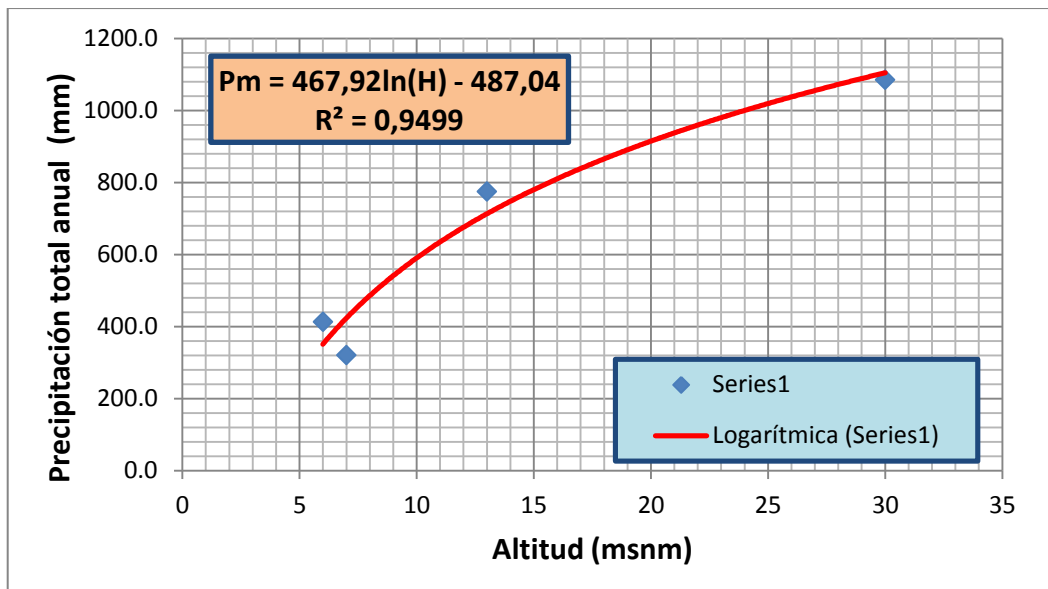
Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI.

**Figura 3.7.4-14: Ecuación Regional de Precipitación Total Anual – Sin Años El Niño**



Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI.

**Figura 3.7.4-15: Ecuación Regional de Precipitación Total Anual – Años El Niño**



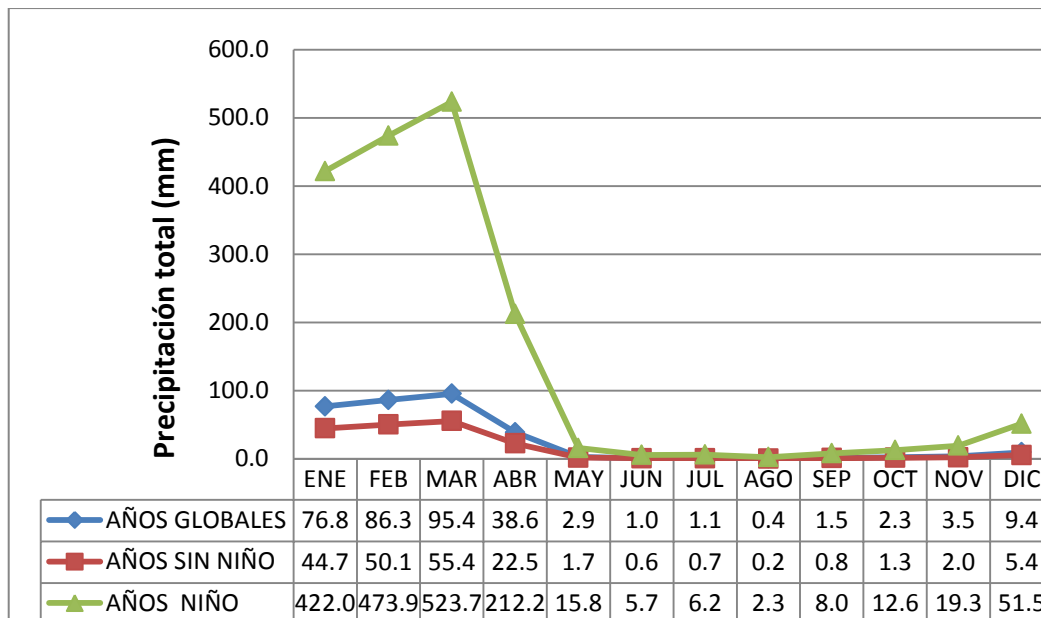
Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI.

Como se aprecia en las gráficas, hay una buena relación entre la precipitación y la altitud.

Considerando una altitud media del área evaluada de 120 msnm, y reemplazando en las ecuaciones regionales determinadas, podemos afirmar que la distribución de precipitaciones para el área de estudio es como sigue:



**Figura 3.7.4-16: Precipitación Mensual en la zona de estudio – Zona Reservada Illescas**



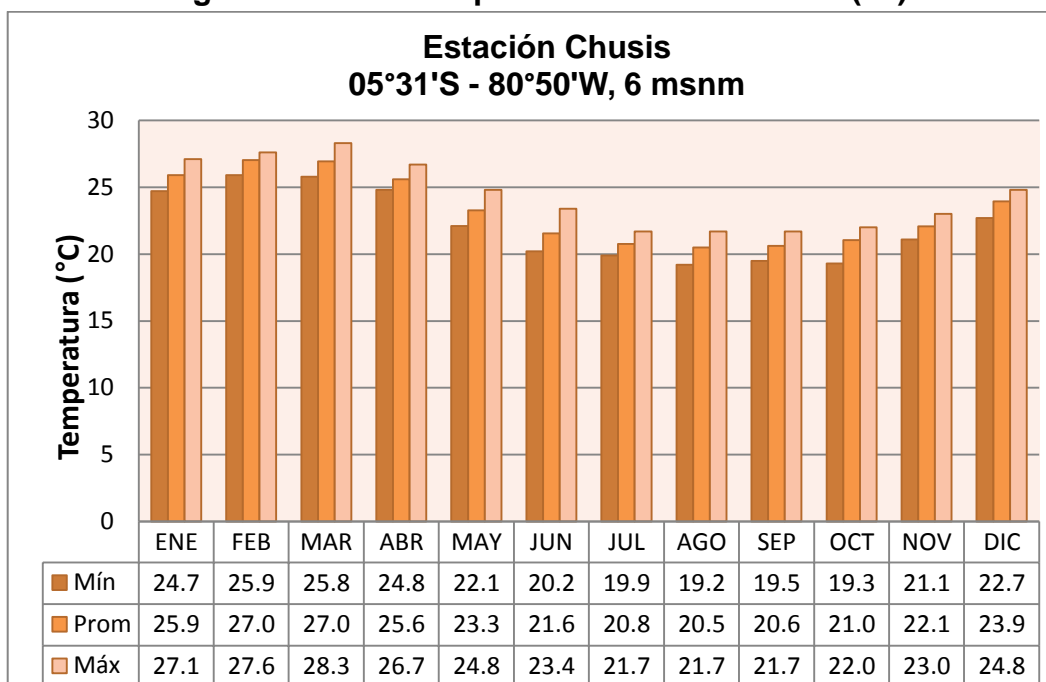
Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI

#### 3.7.4.4.2. Análisis de temperatura

La temperatura es un parámetro dependiente de las variaciones altitudinales, variando de manera inversa a la altitud. En general este parámetro aumenta en las épocas de estiaje y disminuye en las épocas de avenidas (periodo de lluvias). Principalmente en el litoral la temperatura superficial del mar (TSM) determina la magnitud de las variables atmosféricas superficiales como: temperaturas extremas del aire (máximas y mínimas), humedad relativa, nubosidad, incluso la magnitud del viento en las localidades próximas a ella.

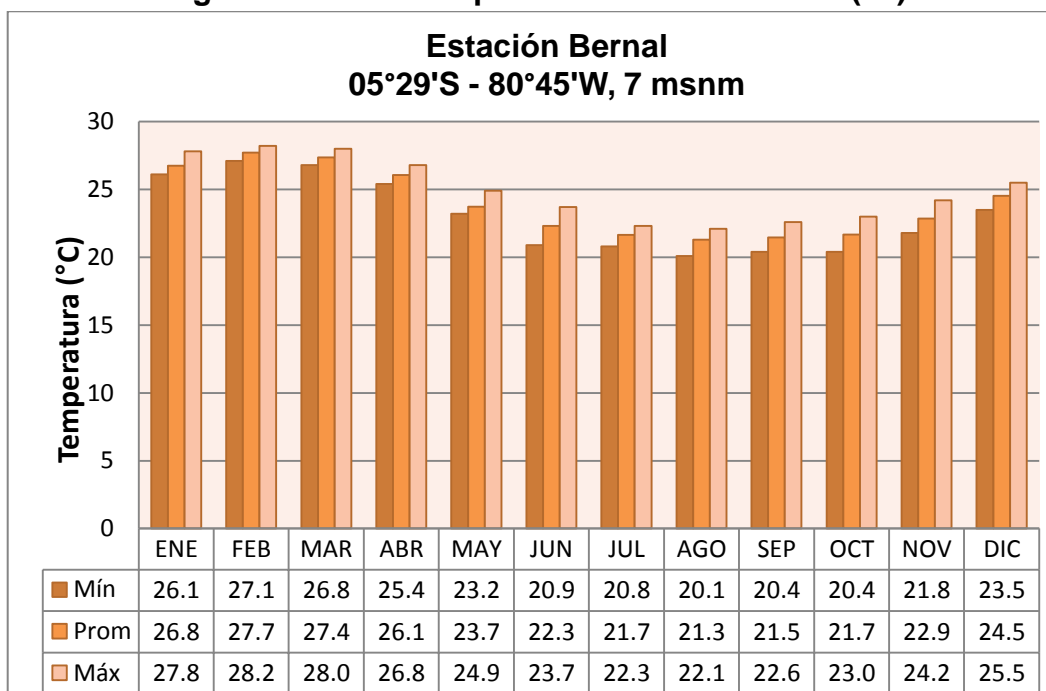
A continuación se presentan los resultados del análisis de las temperaturas medias mensuales:

**Figura 3.7.4-17: Temperatura media mensual (°C)**



Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI

**Figura 3.7.4-18: Temperatura media mensual (°C)**



Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI

De los gráficos se aprecia que ambas estaciones siguen un patrón de distribuciones similares, siendo las mayores temperaturas en la temporada de verano de enero a marzo, variando entre 27,1°C a 28,3°C para la estación Chusis, y de 27,8°C a 28,2°C para la estación Bernal.

Las temperaturas mínimas medias mensuales se presentan entre los meses de junio a agosto variando entre 19,2°C a 20,2°C para la estación Chusis, y de 20,1°C a 20,9°C para la estación Bernal.

A nivel multianual la temperatura media para la estación Chusis es de 23,3°C y para la estación Bernal es de 24,0°C, debido a que la estación Bernal es la más cercana al área analizada se considerará como la representativa para el estudio.

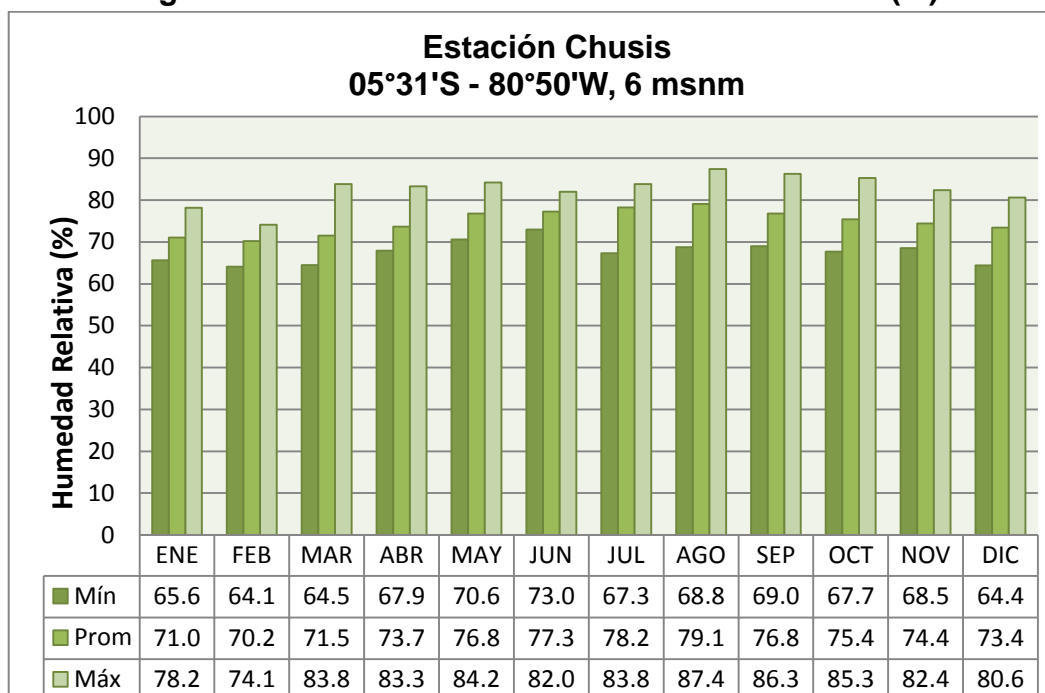
#### **3.7.4.4.3. Análisis de humedad relativa**

La humedad relativa en el área de interés, por ser colindantes con la gran fuente de humedad que es el océano, siempre es alta durante todo el año, favorecido por las direcciones predominantes del viento de componente sur y suroeste además de las estribaciones andinas de fuerte pendiente.

Los valores mensuales más altos se presentan a finales de la estación de invierno; en tanto que en primavera, otoño, y verano los valores mensuales promedio son ligeramente más bajos. En primavera y verano, durante la noche la humedad relativa es alta.

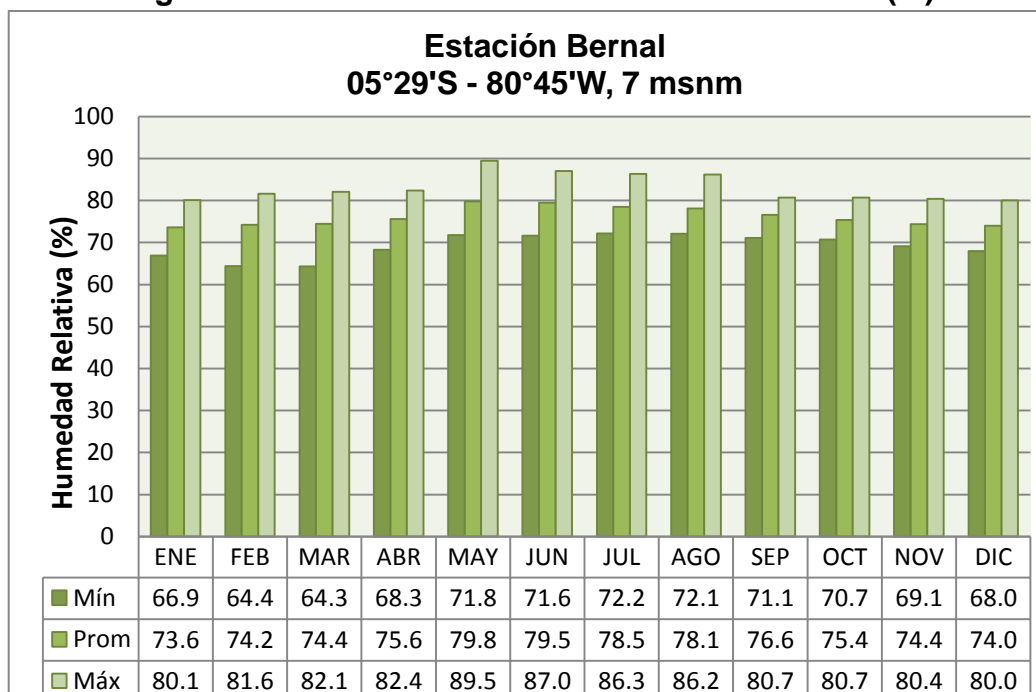
A continuación se presentan los resultados del análisis de humedad relativa media mensual:

**Figura 3.7.4-19: Humedad relativa media mensual (%)**



Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI

**Figura 3.7.4-20: Humedad relativa media mensual (%)**



Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI

De los gráficos tenemos los mayores valores de porcentaje de humedad relativa se da entre los meses de mayo a agosto durante la estación de invierno con valores que llegan hasta 89,5% en promedio en la estación Bernal y de 87,4% en la estación Chusis, ambos en el mes de agosto, los menores porcentajes de humedad relativa se presentan en el verano entre los meses de enero a marzo con valores de 64,1% a 65,6% en la estación Chusis y de 64,3% a 66,9% en la estación Bernal.

A nivel multianual se tiene que la humedad relativa media mensual es de 74,8% para la estación Chusis y de 76,2% para la estación Bernal, para el estudio se considerará como representativa la estación Bernal por ser la más cercana al área evaluada.

#### **3.7.4.4. Análisis de evaporación**

La evaporación es el proceso físico mediante el cual el agua se convierte a su forma gaseosa. La evaporación del agua a la atmósfera ocurre en la superficie de ríos, lagos, suelos y vegetación.

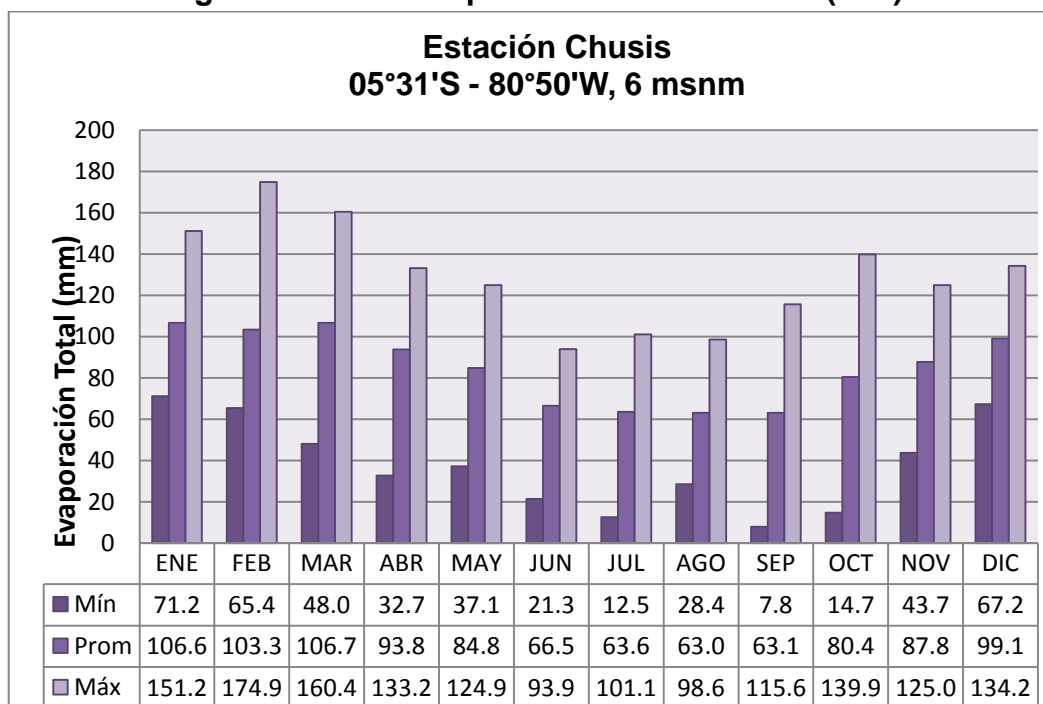
Los factores que influyen en la evaporación:

- La Humedad relativa: La relación es inversa, entre mayor sea el contenido de vapor en la atmósfera menor será la evaporación.
- Temperatura del aire: Al aumentar la temperatura aumenta la evaporación, debido a que se aumenta la capacidad de la masa de aire de almacenar vapor de agua.
- Viento: El viento lo que hace es remover las masas de vapor de agua, aumentando el déficit de vapor del aire o la demanda evaporativa.

- Radiación solar: Es la fuente de energía del proceso, ya que calienta el agua provocando el paso de la forma líquida a la forma de vapor.
- Presión atmosférica: Su efecto sólo es apreciable cuando hay grandes diferencias en altitud, tanto menor sea la presión atmosférica mayor será la evaporación.
- Salinidad del agua: Es inversamente proporcional a la salinidad del agua.

A continuación se presentan los resultados del análisis de la evaporación total mensual:

**Figura 3.7.4-21: Evaporación total mensual (mm)**



Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI

Del gráfico se aprecia que los mayores valores de valores de evaporación se da entre los meses de enero a marzo durante el verano y coincide con las primeras lluvias después de la época de estiaje, los valores máximos están en el rango de

151,2 mm a 174,9 mm, siendo los meses más bajos de evaporación en el invierno (junio a setiembre) con valores entre 12,5 mm a 28,4 mm.

#### **3.7.4.4.5. Análisis de vientos**

El calentamiento diferencial del océano y desierto, además de las características topográficas, crea condiciones locales para que esta área tenga una dirección de viento predominante del Sur en las estaciones meteorológicas cercanas al litoral y una dirección de viento nor-oeste para las estaciones meteorológicas más lejanas del litoral costero. Los valores más bajos ocurren en los meses de invierno que es el periodo de debilitamiento del gradiente térmico. En verano la velocidad promedio se incrementa.

Las dos características fundamentales del viento son la Dirección y la Velocidad.

Dirección: Es el punto del horizonte de donde viene el viento.

Velocidad: Espacio recorrido por unidad de tiempo (m/s; km/h).

Para el análisis de la dirección y velocidad del viento se ha hecho uso de las estaciones Chusis y Bernal cuyos registros a nivel mensual se pueden apreciar en los cuadros 3.7.4-2 y 3.7.4-3.

**Cuadro 3.7.4-2 Dirección predominante y velocidad media mensual (m/s) – Estación Bernal**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2006	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	SW-5,5	SW-5,2	SW-5,5
2007	SW-4,3	SW-4,3	S-4,5	SW-4,7	SW-6,5	SW-6,3	SW-5,7	SW-6,3	SW-7,5	SW-6,2	SW-7,0	SW-6,9
2008	SW-4,8	SW-4,8	S-3,9	SW-4,9	SW-6,3	SW-6,3	SW-5,8	SW-7,3	SW-6,9	SW-7,5	SW-7,2	SW-6,6
2009	SW-5,4	SW-5,4	SW-4,9	SW-5,2	SW-6,4	SW-6,2	SW-7,0	SW-8,2	SW-8,8	SW-8,8	SW-7,7	SW-7,3
2010	SW-6,7	SW-6,7	SW-5,4	SW-4,6	SW-5,1	SW-5,2	SW-6,4	SW-6,2	SW-6,8	SW-7,0	SW-6,1	SW-6,6
2011	SW-5,3	SW-5,3	SW-4,6	SW-4,6	SW-5,3	SW-5,2	SW-5,7	SW-5,8	SW-6,5	SW-7,5	SW-6,9	S/D

Fuente: SENAMHI

**Cuadro 3.7.4-3 Dirección predominante y velocidad media mensual (m/s) – Estación Chusis**

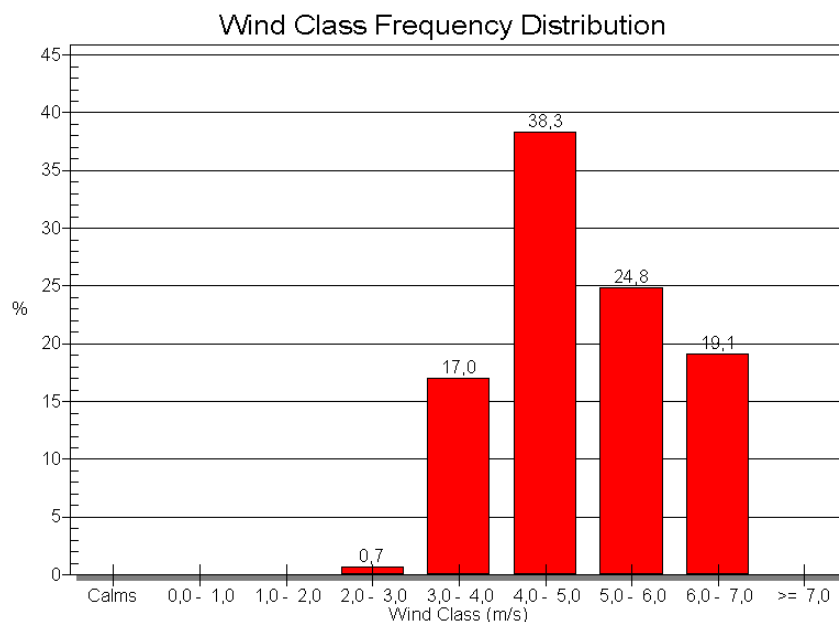
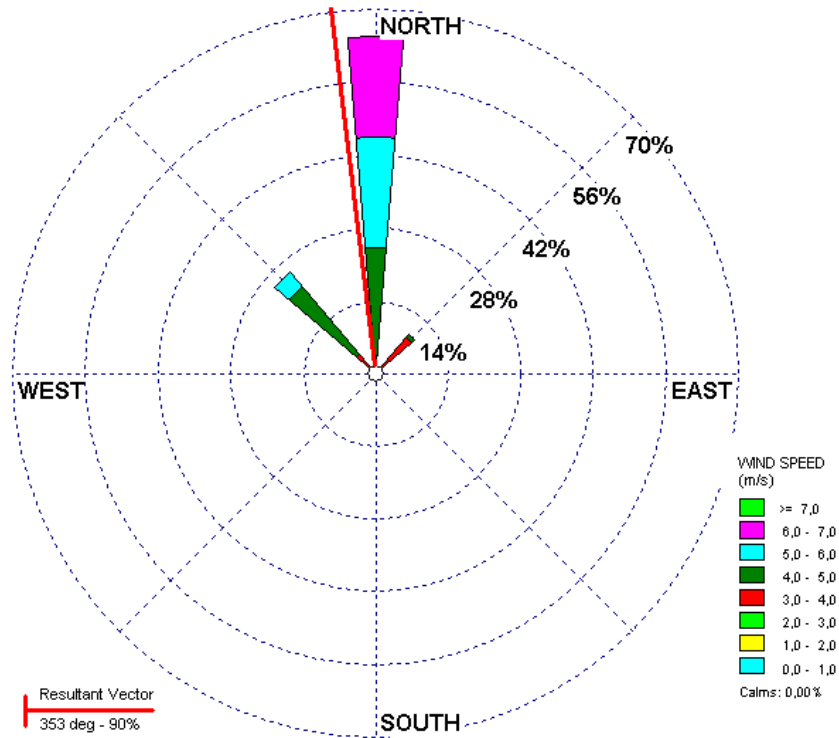
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2000	S-4,2	S-4,2	SW-3,4	S-4,2	S-4,9	S-5,0	S-4,5	S-4,8	S-6,1	S-5,5	S-5,5	S-5,0
2001	S-4,6	S-4,6	SW-3,5	S-4,4	S-5,6	S-5,2	S-4,4	S-5,2	S-6,2	S-6,0	S-6,4	S-5,1
2002	S-5,7	S-5,7	SW-3,8	S-4,5	S-5,1	S-5,7	S-6,0	S-5,6	S-6,2	S-6,4	S-6,2	S-6,0
2003	S-5,9	S-5,9	S-5,2	S-6,2	S-6,5	S-5,5	S-5,7	S-5,8	S-5,8	S-6,4	S-6,0	S-6,2
2004	S-5,7	S-5,7	S-5,4	S-6,0	S-6,6	S-6,0	S-6,0	S-6,2	S-5,9	S-6,5	S-5,8	S-6,3
2005	S-6,1	S-6,1	S-5,4	S-6,2	S-5,7	S-5,4	SE-5,2	SE-5,1	S-6,4	S-6,3	S-6,5	S-5,3
2006	SW-3,8	SW-3,8	SW-3,5	SE-4,1	SE-3,8	S-3,1	SW-3,4	SE-3,9	SE-4,0	SE-4,1	SE-4,3	SE-4,2
2007	SE-3,7	SE-3,7	SW-4,1	SE-4,0	SE-4,1	SE-3,8	SE-3,3	SE-4,0	SE-4,6	SE-4,5	SE-4,9	SE-4,2
2008	SW-3,8	SW-3,8	SW-2,8	S-3,4	S-3,8	S-3,3	S-3,9	S-3,5	S-4,8	S-4,6	S-4,8	S-4,4
2009	S/D	S/D	SW-3,8	S-4,3	S-4,2	S-4,2	S-3,9	S-3,9	SE-4,6	S-4,4	S-4,5	S-4,3
2010	S-4,1	S-4,1	S-4,1	S-4,2	S-4,1	SE-4,2	SE-4,7	SE-4,4	S-4,5	SE-4,9	SE-4,6	SE-4,7
2011	SE-4,6	SE-4,6	SW-3,7	SW-3,6	SE-3,7	SE-3,7	SE-4,3	SE-3,9	SE-4,5	SE-5,0	SE-4,6	S/D

Fuente: SENAMHI



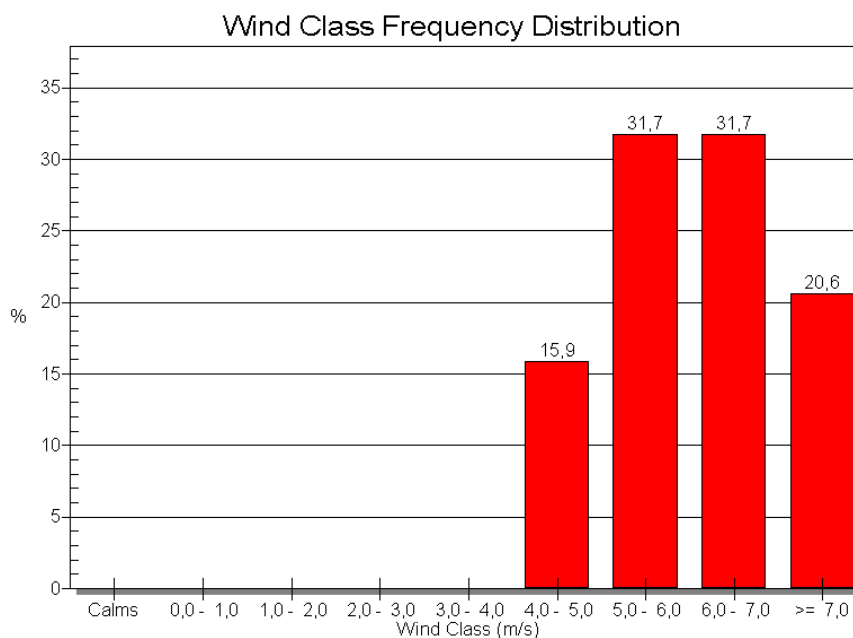
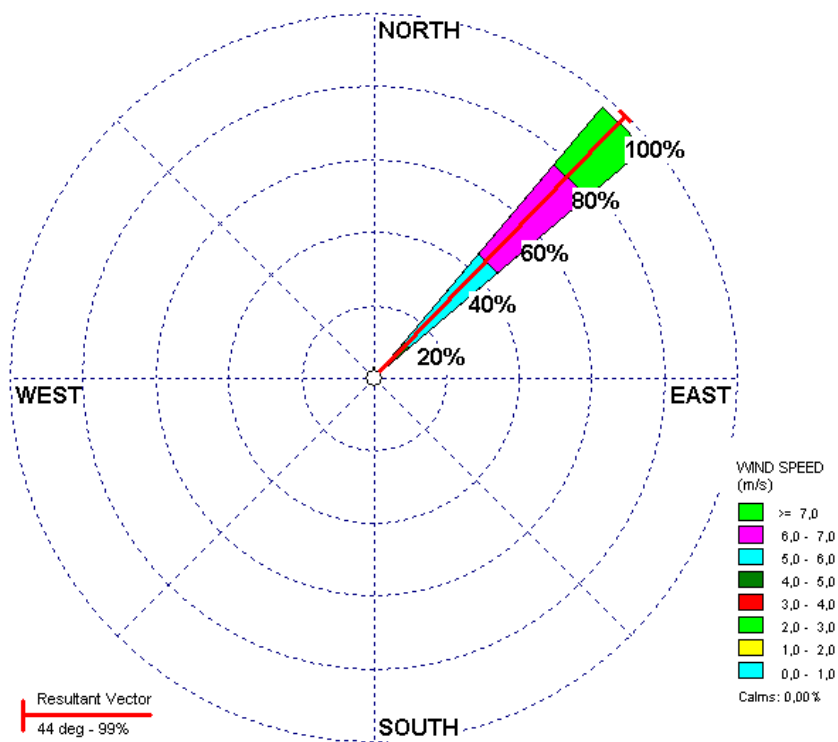
Con la data de vientos se elaboró la rosa de vientos, con la ayuda del software WRPlot Ver. 5.9, los resultados se presentan a continuación:

**Figura 3.7.4-22: Rosa de Vientos – Estación Chusis**



Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI

**Figura 3.7.4-23: Rosa de Vientos – Estación Bernal**



Fuente: elaboración propia en base a información de SENAMHI

De las gráficas se tiene:

En la estación Chusis se tiene que los vientos predominantes tienen una dirección Sur (S), con una velocidad promedio de 4,83 m/s, del gráfico de distribución de frecuencias se tiene que las mayores velocidades están en el rango de 4,0 a 5,0 m/s con una frecuencia de 38,3%.

En la estación Bernal se tiene que los vientos predominantes tienen una dirección Sur Oeste (SW), con una velocidad promedio de 6,02 m/s, del gráfico de distribución de frecuencias se tiene que las mayores velocidades están en el rango de 5,0 a 7,0 m/s con una frecuencia de 63,4%.

#### **3.7.4.4.6. Clima**

Para la clasificación del clima se ha empleado la metodología descrita por el Dr. Warren Thornthwaite con las estaciones meteorológicas representativas, de acuerdo a esta clasificación, el trazo por donde atravesará la línea de transmisión y la carretera dentro de la Zona Reservada de Illescas, posee un clima bien definido con una marcada variación estacional.

El clima determinado después de analizar cada una de las estaciones se define como:

**Árido – Cálido entre 40 y 200 msnm msnm**, se clasifican como Clima E(o, i, p) A' con otoño, invierno y primavera secos, la escala de valores de acuerdo a las Tablas de Jerarquía de Humedad y Temperatura son  $i=14,17$  y  $i'=129,34$ . Este clima tiene una adecuada distribución de lluvias durante casi todo el año con un promedio anual de 319 mm, descargando el mayor volumen de precipitación casi el 81% durante los meses de enero a marzo y el resto de abril a diciembre.

### 3.7.4.5. Conclusiones

- Se analizaron 4 estaciones cercanas al área de la Zona Reservada de Illescas, todas administradas por el SENAMHI, estas estaciones son: Bernal, Chusis, San Miguel y Miraflores.
- Del análisis de precipitación, se tiene que para años normales (sin El Niño) la precipitación total anual es de 185,5 mm, para Años El Niño (1982-1983 y 1997-1998) se tiene una precipitación total anual de 1753,1 mm, analizando toda la serie histórica se tiene que a nivel global (años Niño y no Niño) se tiene que la precipitación anual es de 319,2 mm.
- Del análisis de temperatura, se determinó que la estación representativa es la estación Bernal cuya temperatura media anual es de 24,0°C, mientras que los valores mínimos y máximos medios, varían en el rango de 20,1°C a 28,2°C.
- Del análisis de humedad relativa, se determinó que la estación Bernal es la representativa para el área evaluada, siendo la humedad relativa media mensual de 76,2%, y el rango de variación entre el valor mínimo y máximo promedio es de 64,3% y 89,5%.
- Del análisis de evaporación, se tiene que la estación Chusis será la representativa por ser única de las 4 estaciones analizadas que cuenta con datos de este parámetro, siendo la evaporación total anual de 984,0 mm, mientras que los valores mínimos y máximos están entre 591,4 a 1483,1 mm anuales.
- Del análisis de vientos se tiene: en la estación Bernal se tiene que los vientos predominantes tienen una dirección Sur (SW), con una velocidad

promedio de 6,02 m/s. y la estación Chusis tiene vientos predominantes con dirección Sur (S), con una velocidad promedio de 4,83 m/s.

- Se determinó que en el área de estudio se tiene un clima Árido-Cálido con otoño, invierno y primavera secos (E(o,i,p)A').

#### **3.7.4.6. Bibliografía**

- US Army Corp of Engineers "User's Manual HEC-4", USA Febrero 1971.
- Carmen Casas Castillo "Meteorología y Clima". Ediciones UPC, 1era edición Barcelona-España, 1999.
- Joan Ramón Merce "Clima y Meteorología de las Montañas", Editorial Andarines, 1ra edición Madrid, 2005.

### **3.7.5. Calidad de Aire, Ruido, Radiaciones no Ionizantes**

El monitoreo de calidad ambiental de Aire y Ruido se desarrolló durante los días del 28 al 30 de marzo del 2013. Fueron dos (02) las estaciones evaluadas: CA-24 y CA-25. Los parámetros evaluados, normas de referencia y metodologías se describen de manera general. Los resultados y su interpretación se presentan en cada caso, los informes de ensayo de laboratorio son adjuntados en el **Anexo 3-4** y por otro lado, las fichas SIAM respectivas se presentan en el **Anexo 3-7**. Los puntos o estaciones de Muestreo de Calidad de Aire y Ruido se observan en el plano **830MA0001A-010-20-011**.

El Monitoreo de Radiaciones No ionizantes se desarrolló el día 30 de marzo del 2013. Fueron tres (03) las estaciones evaluadas, distribuidas dentro del área de estudio.

#### **3.7.5.1. Objetivos**

La evaluación de la Calidad del Aire, Calidad de Ruido y Radiaciones No Ionizantes (RNI) se ha realizado con la finalidad de establecer las condiciones ambientales de estos componentes en la Zona Reservada de Illescas.

#### **3.7.5.2. Área de Estudio**

El área de estudio comprende la zona norte del Área Reservada de Illescas

### **3.7.5.3. Calidad de Aire**

#### **3.7.5.3.1. Metodología**

El monitoreo de calidad del aire se desarrolló de acuerdo con el "Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire del Ministerio de Energía y Minas, Sub sector Minas". Las actividades de muestreo y análisis estuvieron a cargo de Inspectorate Services Perú S.A.C., laboratorio acreditado ante INDECOPI, y bajo la supervisión del especialista de Buenaventura Ingenieros S.A.

##### **a. Selección de Parámetros de Evaluación**

En base a la normativa nacional vigente y a las características del Proyecto se optó por evaluar los parámetros que se listan a continuación:

- Material particulado de diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ),
- Material particulado de diámetro menor a 2,5 micras ( $PM_{2,5}$ ),
- Dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ),
- Sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ).
- Dióxido de azufre ( $SO_2$ )
- Monóxido de carbono (CO),
- Hidrocarburos Totales (HT),
- Ozono ( $O_3$ ),
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's),
- Plomo (Pb) y
- Arsénico (As).

##### **b. Métodos de Análisis**

Los métodos de análisis utilizados se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 3.7.5-1. Métodos de Análisis Empleados**

Parámetros	Métodos
Material Particulado (PM <sub>10</sub> )	<b>EPA Compendium Method IO-2.1.</b> Sampling of Ambient Air for Total Suspended Particulate Matter (SPM) and PM 10 Using High Volume (HV) Samplers. June 1999.
Material Particulado (PM <sub>2.5</sub> )	<b>Method IO-3.1;</b> Selection, Preparation and Extraction of Filter Material. Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air EPA/625/R-96/010a. Center for Environmental Research Information Office of Research and Development U.S Environmental Protection Agency Cincinnati, OH 45268 June 1999.
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	<b>ASTM D2914-01</b> Sulfur Dioxide Content of the Atmosphere (West-Gaeke Method). 2001.
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	<b>ASTM D1607-91</b> (Reapproved 2005). Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman Reaction). 1991
Monóxido de Carbono (CO)	Methods of air sampling and Analysis Intersociety Method N° 43101-02-7IT-1972.
Ozono (O <sub>3</sub> )	Espectrofometría UV, Intersociety Committee, P. Lodge. Air Sampling and Análisis, Método N° 411.
Hidrógeno Sulfurado (H <sub>2</sub> S)	<b>ISP-402 Rev. 01-09</b> Determinación de Sulfuro de Hidrógeno en Calidad de Aire
Elementos metálicos (Pb y As)	<b>EPA Compendium Method IO-3.2.</b> Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Atomic Absorption (AA) Spectroscopy. June 1999.

Fuente: Informes de Ensayo N° 117221L/11-MA y 117222L/11-MA, Inspectorate Services Perú S.A.C.

### **c. Estándares de Referencia**

Como norma de referencia principal se utilizan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire del Perú, indicados en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire contenidos en los D.S. N° 074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008-MINAM. Adicionalmente con fines de comparación se utilizaron estándares de organismos internacionales los cuales se presentan a continuación en el Cuadro 3.7.5-2:



**Cuadro 3.7.5-2. Estándares de Calidad Ambiental para Aire**

Parámetro	Periodo (ECA)	ECA <sup>(1)</sup>	EPA <sup>(2)</sup>	OMS <sup>(3)</sup>	BM <sup>(4)</sup>	UE <sup>(5)</sup>	CEQG <sup>(6)</sup>
<b>Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)</b>	24 horas	80 <sup>(1.1)</sup>	--	20	125	125	150*
<b>Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S)</b>	24 horas	150 <sup>(1.1)</sup>	--	--	--	--	--
<b>PM - 10</b>	24 horas	150 <sup>(1.2)</sup>	150	50	150	50	25***
<b>PM - 2.5</b>	24 horas	50 <sup>(1.1)</sup>	35	25	75	--	15***
<b>Hidrocarburos Totales (HT)</b>	24 horas	100 <sup>(1.1)</sup>	--	--	--	--	--
<b>VOC's (Benceno)</b>	24 horas	4 <sup>(1.1)</sup>	--	**	--	--	--
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>	8 horas	10 000 <sup>(1.2)</sup>	10 300	10 000*	--	10 000	6 000*
<b>Ozono</b>	8 horas	120 <sup>(1.2)</sup>	150	100	160	--	--
<b>Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</b>	1 hora	200 <sup>(1.2)</sup>	190	200	200	200	400**
<b>Plomo (Pb)</b>	1 mes	1,5 <sup>(1.2)</sup>	0.15	--	--	0.5	--
<b>Arsénico (As)</b>	24 horas	6 <sup>(1.3)</sup>	--	--	--	--	--

"--" No existen lineamientos

(1): Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire

(1.1): D.S. N° 003-2008-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire. (Benceno: valor anual, único COV regulado)

(1.2): D.S. N° 074-2001-PCM Reglamento de calidad ambiental del aire Estándares Nacionales.

(1.3): R.M. N° 315-96-EM/VMM Aprueban niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas. Disposición transitoria, Anexo 3.

(2): National Ambient Air Quality Standards from the Environmental Protection Agency of the United States.

(3): Guía de la Calidad del Aire de la OMS actualización 2005 - Guía de la Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud Actualizada al 2005. (\*: Guideline for Indoor air Quality, \*\*: No existe un nivel de exposición seguro).

(4): Environmental, Health, and Safety Guidelines of the World Bank Group - Banco Mundial.

(5): Unión Europea 1999/30/ CE Valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, Partículas y plomo en el aire ambiente.

(6): Canadian Environmental Quality Guidelines from The Canadian Council of Ministers of Environment

(\*: Deseable, \*\*: Aceptable, \*\*\*: Nivel de Referencia).

#### **d. Estaciones de muestreo**

Se definieron 02 estaciones de monitoreo de calidad de Aire. En el cuadro siguiente se presenta su ubicación y cooredenadas UTM – WGS84

**Cuadro 3.7.5-3. Estaciones de muestreo de Calidad de Aire**

Estación	Coordenadas UTM WGS 84 – 17 Sur		Altitud (msnm)	Descripción
	Este (m)	Norte (m)		
CA-24	496 820	9 353 520	84	Ubicado a 500 km de la Línea de Transmisión de Fosfatos de la Minera Vale.
CA-25	493762	9 355 240	60	Ubicado a 5km al Sur de Petroperú Bahía de Bayovar.

**3.7.5.3.2. Resultados**

Los reportes de los análisis de laboratorio de material particulado y gases se consignan en los Informes de Ensayo en el y sus respectivas memorias de cálculo, los cuales se adjuntan en el **Anexo 3-4**.

En los siguientes cuadros se consigna el resumen de los resultados obtenidos en las dos estaciones (02), los mismos que se visualizan siendo comparados con los valores estándar de calidad en las figuras subsiguientes.

**Cuadro 3.7.5-4. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire - Illescas**

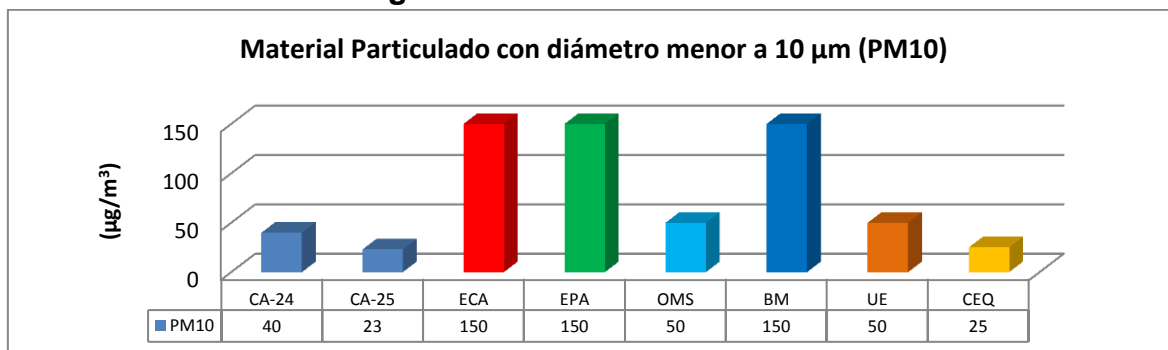
Parámetro	Unidades	Tiempo Promedio	Estaciones de Muestreo	
			CA-24	CA-25
<b>Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)</b>	(µg/m <sup>3</sup> )	24 horas	< 0,87	< 0,86
<b>Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S)</b>	(µg/m <sup>3</sup> )	24 horas	< 1,7	< 1,7
<b>PM - 10</b>	(µg/m <sup>3</sup> )	24 horas	40	23
<b>PM - 2.5</b>	(µg/m <sup>3</sup> )	24 horas	22	19
<b>Hidrocarburos Totales (HT)</b>	(mg/m <sup>3</sup> )	24 horas	0,04	0,01
<b>VOC's (Benceno)</b>	(µg/m <sup>3</sup> )	24 horas	< 0,69	< 0,69
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>	(µg/m <sup>3</sup> )	8 horas	2695	1676
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	(µg/m <sup>3</sup> )	8 horas	11,2	39,8
<b>Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</b>	(µg/m <sup>3</sup> )	1 hora	< 10,0	< 10,0

Parámetro	Unidades	Tiempo Promedio	Estaciones de Muestreo	
			CA-24	CA-25
Plomo (Pb)	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 horas	< 0,01	< 0,01
Arsénico (As)	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 horas	0,0005	0,0004

- **Partículas PM10**

Las concentraciones de partículas en suspensión con diámetro menor a 10 micras registradas en ambas estaciones no superan los estándares nacionales de calidad ambiental establecidos por el D.S. N° 074-2001-PCM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire”. De igual manera los estándares internacionales utilizados de referencia no son excedidos con excepción de los lineamientos canadienses, pues estos son superados en la estación CA-24.

**Figura 3.7.5-1. Partículas PM10**

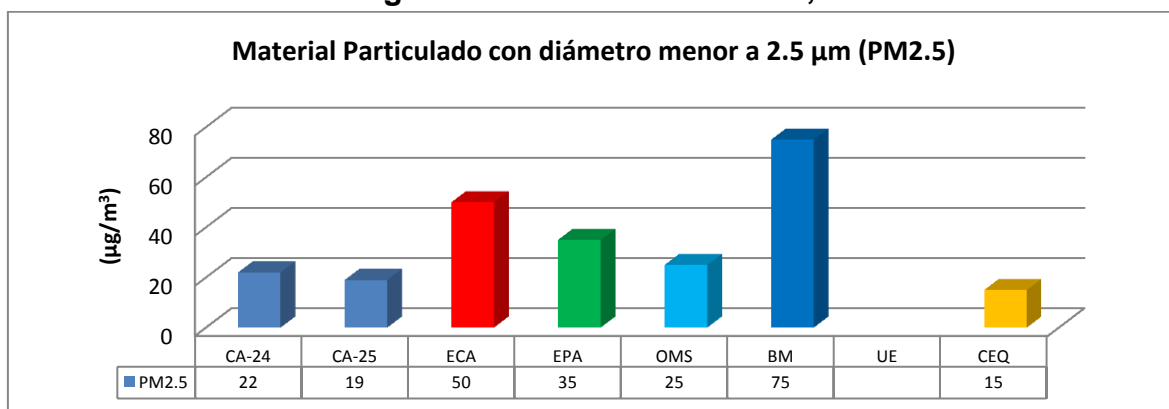


Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

- **Partículas PM2,5**

Las concentraciones de material particulado en suspensión con diámetro menor a 2.5 micras no exceden los estándares nacionales de calidad ambiental dados por el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire”. De igual forma los estándares internacionales de referencia tampoco son excedidos con excepción de los lineamientos canadienses los cuales al ser mucho mas rigurosos restringen la concentración a un máximo de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Figura 3.7.5-2. Partículas PM2,5**

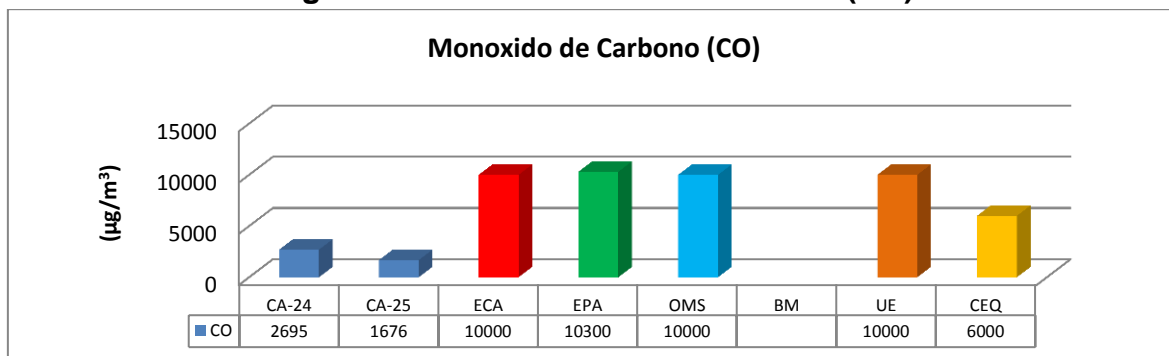


Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

- **Monóxido de Carbono (CO).**

Los niveles de monóxido de carbono registrados en las estaciones C-24 y C-25 se encuentran dentro de los estándares nacionales de calidad ambiental para Aire. De igual manera, los estándares internacionales dados por la EPA, la OMS, la UE y los lineamientos canadienses no son excedidos.

**Figura 3.7.5-3: Monóxido de Carbono (CO)**

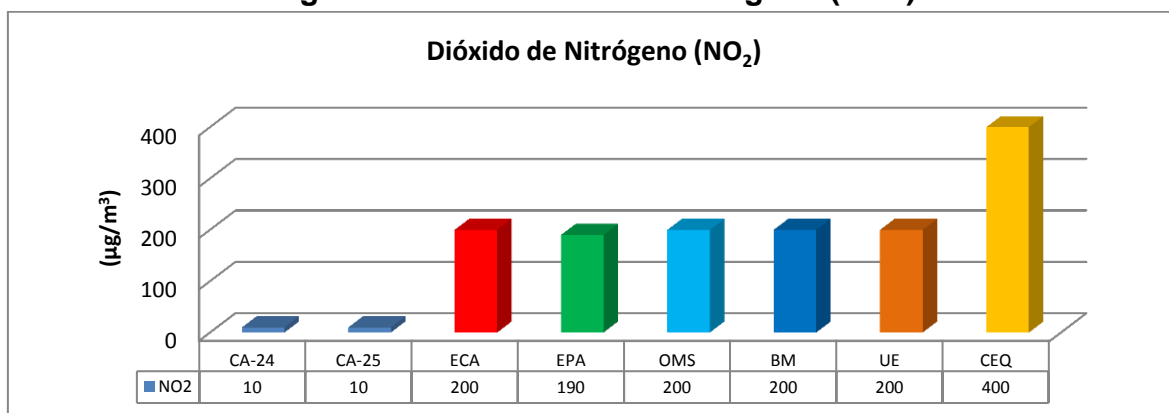


Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

- **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

Las concentraciones de Dióxido de nitrógeno registradas tanto en la estación CA-24 como en la estación C-25 estuvieron por debajo del límite de detección del equipo y método utilizado, esto es, muy por debajo de los estándares de calidad ambiental nacionales e internacionales.

**Figura 3.7.5-4: Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

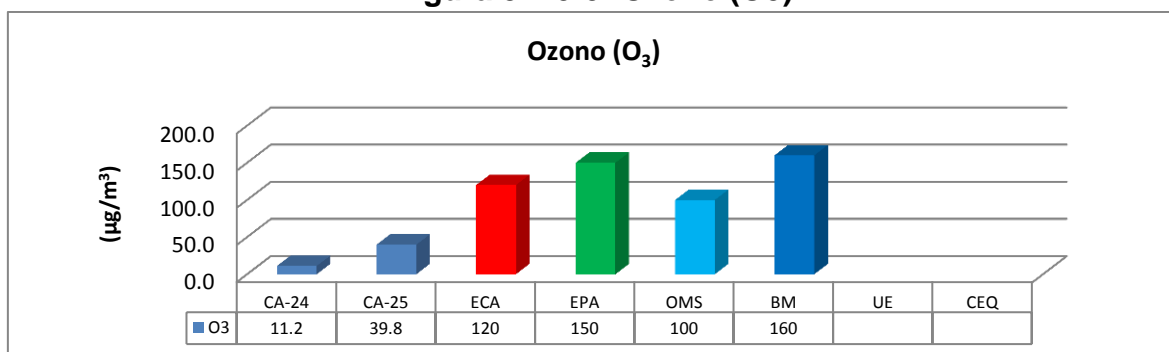


Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

- **Ozono (O<sub>3</sub>)**

Las concentraciones de Ozono registradas en ambas estaciones se encontraron por debajo de los estándares nacionales de calidad ambiental. La calidad de aire no se ve degradada por este parámetro.

**Figura 3.7.5-5: Ozono (O<sub>3</sub>)**

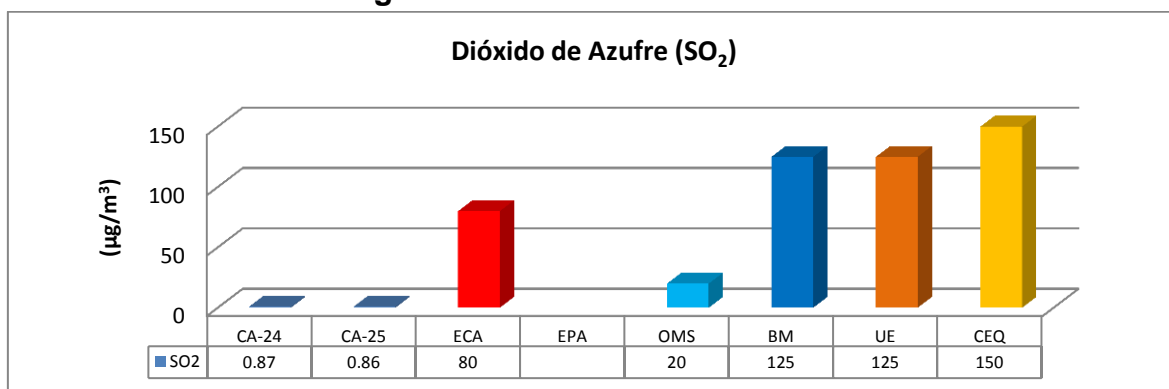


Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

- **Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S)**

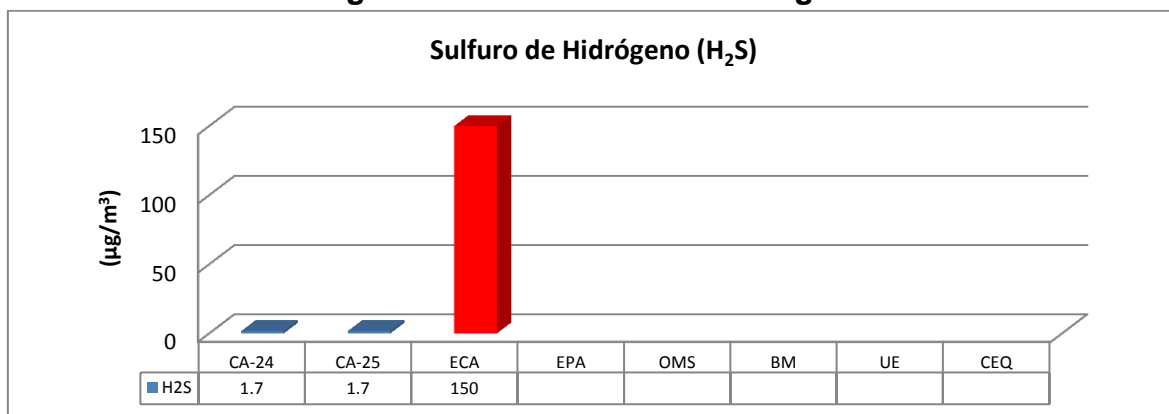
Las concentraciones de ambos compuestos de azufre se encontraron por debajo del límite de detección del equipo y método utilizados en el desarrollo del monitoreo. Como se puede apreciar en la Figura 3.7.4-6, la calidad del aire no se ve afectada por dichos parámetros.

**Figura 3.7.5-6: Dióxido de Azufre**



Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

**Figura 3.7.5-7: Sulfuro de Hidrógeno**

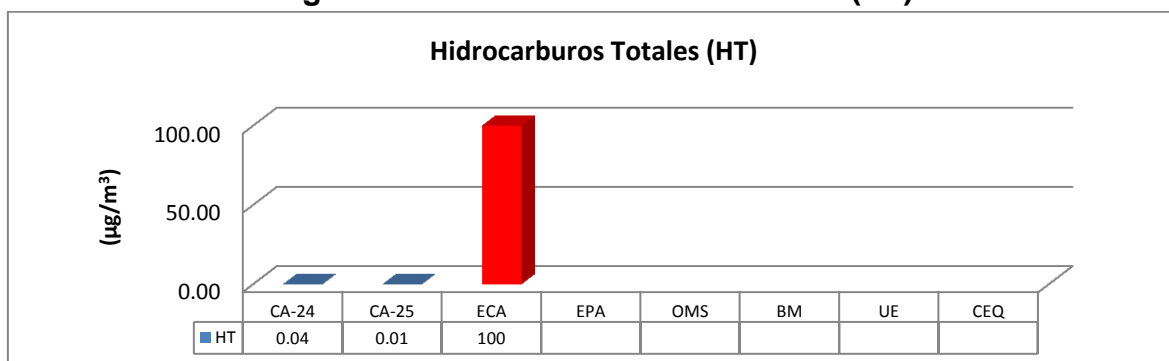


Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

- **Hidrocarburos Totales (HT)**

Las concentraciones de Hidrocarburos totales (expresados como Hexano) registradas en ambas estaciones se encontró muy debajo del valor establecido por el D.S. N° 003-2008-MINAM “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire”, 100 µg/m<sup>3</sup>.

**Figura 3.7.5-8: Hidrocarburos Totales (HT)**

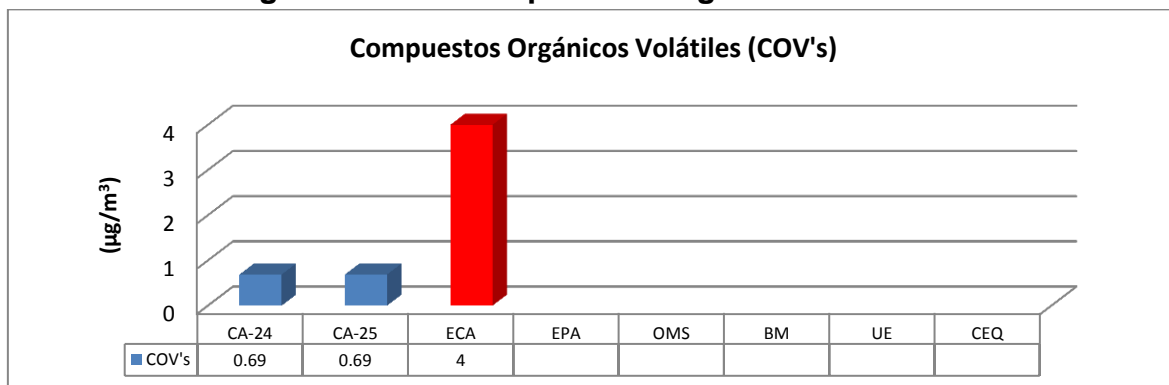


Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

- **Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's, por sus siglas en inglés)**

Como se menciona en el D.S. N° 003-2008-MINAM “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire”, el Benceno es el único Compuesto Orgánico Volátil regulado. Las concentraciones registradas en los dos (2) puntos establecidos, estuvieron por debajo del límite de cuantificación del equipo y método utilizados, y del mismo modo, por debajo del ECA nacional. (Ver Figura 3.7.5-9).

**Figura 3.7.5-9: Compuestos Orgánicos Volátiles**



Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

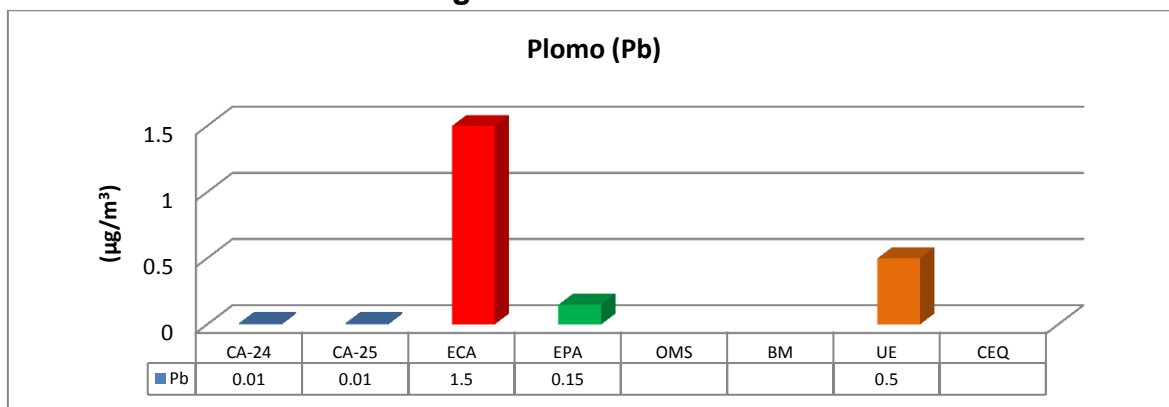
- **Plomo y Arsénico**

Las concentraciones de Plomo en el aire registradas en cada una de las estaciones de monitoreo no superan los Estándares Nacionales de Calidad para Aire ni los Estándares Internacionales de comparación; encontrándose inclusive

por debajo del Límite de cuantificación del método de análisis utilizado. (Ver Figura 3.7.5-10).

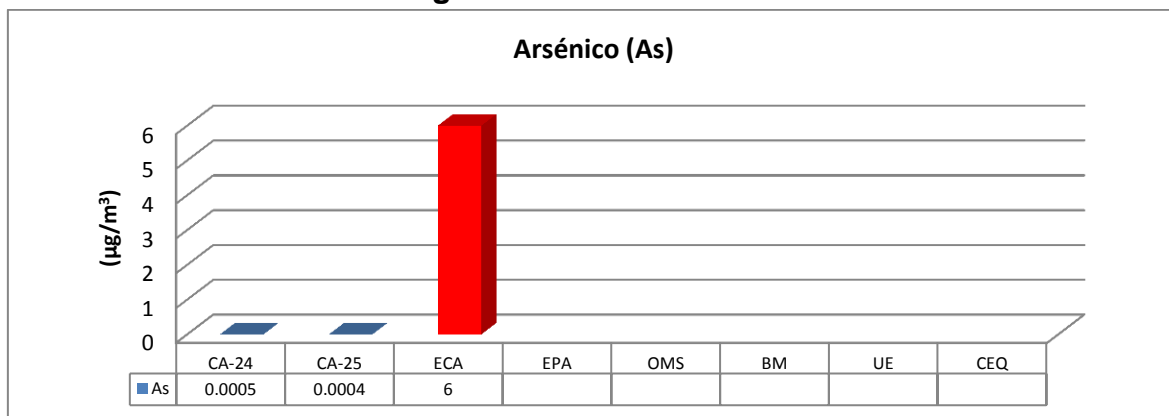
Los valores de Arsénico en el aire, registrados en cada una de las estaciones, no superan los límites establecidos por la R.M. N° 315-96-EM/VMM ni las Normas Internacionales objeto de comparación. (Ver figura 3.7.5-11).

**Figura 3.7.5-10: Plomo**



Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

**Figura 3.7.5-11: Arsénico**



Fuente: Buenaventura Ingenieros S.A.

### 3.7.5.3.3. Conclusiones

Las concentraciones de los parámetros evaluados no superan en ningún caso los valores de la norma nacional establecida en los Estándares de Calidad Ambiental para Aire.



Unicamente para el caso del PM10 y PM2.5, las concentraciones sobrepasaron ligeramente el estándar internacional canadiense, siendo este el más riguroso. Con respecto de los lineamientos de la OMS, EPA, Banco Mundial y Europea, estos no fueron sobrepasados.

Las mayores concentraciones de material particulado obtenidas serían consecuencia del I permanente levantamiento de partículas de arena por acción del viento.

Los resultados del laboratorio para ambas épocas se adjuntan en el **Anexo 3-4**.

#### **3.7.5.4. Ruido**

##### **3.7.5.4.1. Metodología**

Las actividades de medición estuvieron a cargo de Inspectorate Services Perú S.A.C. (laboratorio acreditado ante INDECOPI) y bajo la supervisión del especialista de Buenaventura Ingenieros S.A.

Los métodos y técnicas empleados están de acuerdo con las disposiciones transitorias del D.S. N° 085-2003-PCM, que señala la aplicación de los criterios descritos en la norma técnica siguiente: NTP-ISO 1996-1 2007 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte I: Índices básicos y procedimiento de evaluación.

Algunas consideraciones de importancia son las siguientes:

- El equipo debe ser ubicado a una altura del piso de 1,5 metros aproximadamente.
- El micrófono del equipo es orientado a favor de la dirección del viento y con una inclinación de 45°.

El tiempo de medición en cada una de las estaciones fue de quince (15) minutos. Cabe señalar que ni el Reglamento ni las normas ISO contemplan frecuencias de monitoreo estándares.

#### **a) Equipo de Medición**

Para las mediciones se utilizó un Sonómetro 2200 Integrating/ELAB 1326.

Características:

- Lectura de Nivel Equivalente Continuo de Ruido
- Lectura de niveles mínimos y máximos
- Rango de medición de 30 a 140 dB
- Resolución de 0.1 dB
- Calibración interna a 114 dB para una frecuencia de 1000 Hz.
- Red balanceada A y C
- Velocidad de respuesta del instrumento Slow y Fast

Los certificados de calibración del equipo se presentan en el **Anexo 3-3**.

#### **b) Estándares de Referencia**

Se utiliza como norma de referencia principal los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establecidos en el D.S. N° 085-2003-PCM.

En el cuadro siguiente se muestran los valores de los estándares nacionales de Calidad Ambiental para ruido tomados como referencia para la caracterización de los niveles de ruido en el área de estudio.

**Cuadro 3.7.5-5. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

Zonas de Aplicación	Unidad	Valores Expresados en LAeqT	
		Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	dB(A)	50	40
Zona Residencial	dB(A)	60	50
Zona Comercial	dB(A)	70	60
Zona Industrial	dB(A)	80	70

Fuente: ECA para ruido D.S. N° 085-2003-PCM.

Adicionalmente se utilizaron como normas de comparación estándares de organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Banco Mundial (BM) y de USA (NAAQS USEPA).

**Cuadro 3.7.5-6. Otras normas de comparación para calidad de Ruido**

Zonas de Aplicación	Valores expresados en L AeqT (*)	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
<b>Banco Mundial</b>		
Residencial; institucional; educacional	55	45
Industrial, comercial	70	70
<b>US-EPA</b>		
Residencial	75	65
Industrial; comercial	80	72
<b>OMS</b>		
Industrial, comercial	70	-

(\*): Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación "A"

Para el análisis y aplicación de la normativa se entenderá, tal y como está definido en el artículo 3° del D.S. 085-2003-PCM, que el horario diurno comprende desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas y que el horario nocturno va desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.

### c) Estaciones de muestreo

La ubicación de las estaciones de muestreo se determinó en gabinete a partir de la localización de los componentes del Proyecto, para luego proceder a la localización física de los lugares en campo. Se establecieron dos (02) estaciones de evaluación para la caracterización base de los niveles de ruido ambiental en el área de Illescas.

En el cuadro siguiente se presenta la ubicación de las estaciones de evaluación de niveles de ruido por coordenadas UTM en el Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS 84).

**Cuadro 3.7.5-7. Estaciones de evaluación de Ruido**

Estación	Coordenadas UTM WGS 84 – 17 Sur		Altitud (msnm)	Descripción
	Este (m)	Norte (m)		
RA-24	496 820	9 353 520	89	A 500 km de la Línea de Transmisión de Fosfatos de la Minera Vale.
RA-25	493 762	9 355 240	58	A 5km al Sur de Petroperú Bahía de Bayovar.

Las fichas SIAM correspondientes se presentan en el **Anexo 3-7**.

#### 3.7.5.4.2. Resultados

Los resultados de las mediciones, comparados con el valor de referencia establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM); así como con otras normas de referencia internacional, para las dos estaciones, se presentan en el Cuadro 3.7.5-8.

**Cuadro N° 3.7.5-8. Valores registrados de niveles de Ruido - Illescas**

Punto de Monitoreo	Periodo de Monitoreo	Medición (dBA)(d)			ECA <sup>(1)</sup>	WBG <sup>(2)</sup>	EPA <sup>(3)</sup>	OMS <sup>(4)</sup>
		LAeqT(a)	Max(b)	Min ( c)				
RA-1	Diurno	46,7	64,8	33,2	80	70	70	70
	Nocturno	33,9	60,9	30,9	70	70	--	70
RA-2	Diurno	58,2	73,0	39,7	80	70	70	70
	Nocturno	39,4	63,0	29,1	70	70	--	70

Valores medidos en dB(A): Decibeles (A)

(a): L<sub>AeqT</sub>: Nivel de Presión Sonora Equivalente con Ponderación A

(b): Máx.: Nivel de Presión Sonora Máxima

(c): Min.: Nivel de Presión Sonora Mínima

(1): Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido D.S. N° 085-2003-PCM. Zona Industrial.

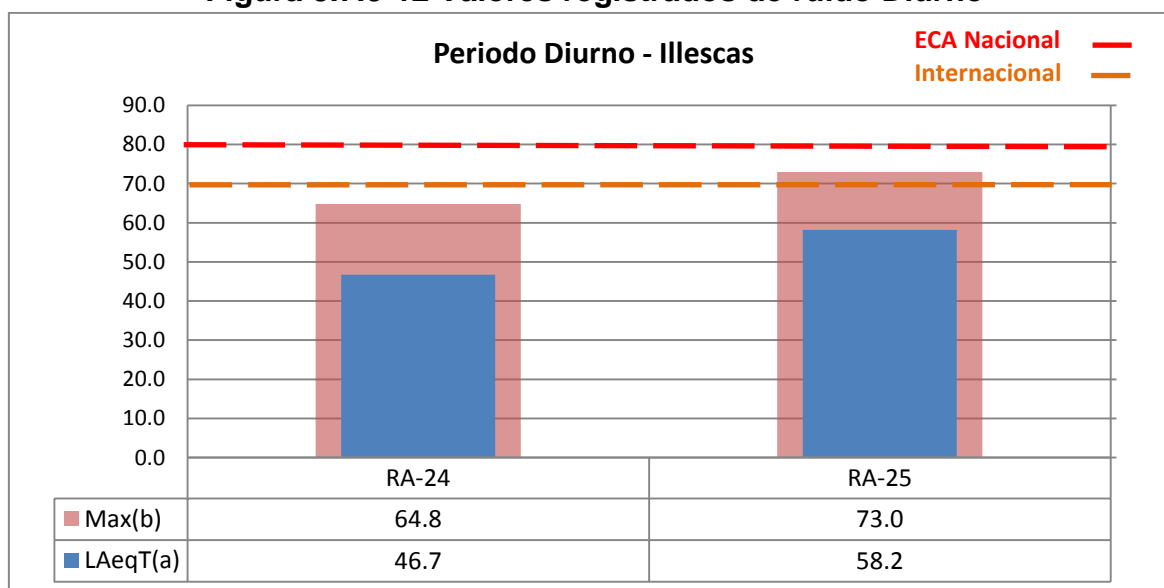
(2): World Bank Group. Pollution Prevention and Abatement Handbook, 1997.

(3): Environmental Protection Agency-USA. Nivel de Ruido para Ambientes Externos.

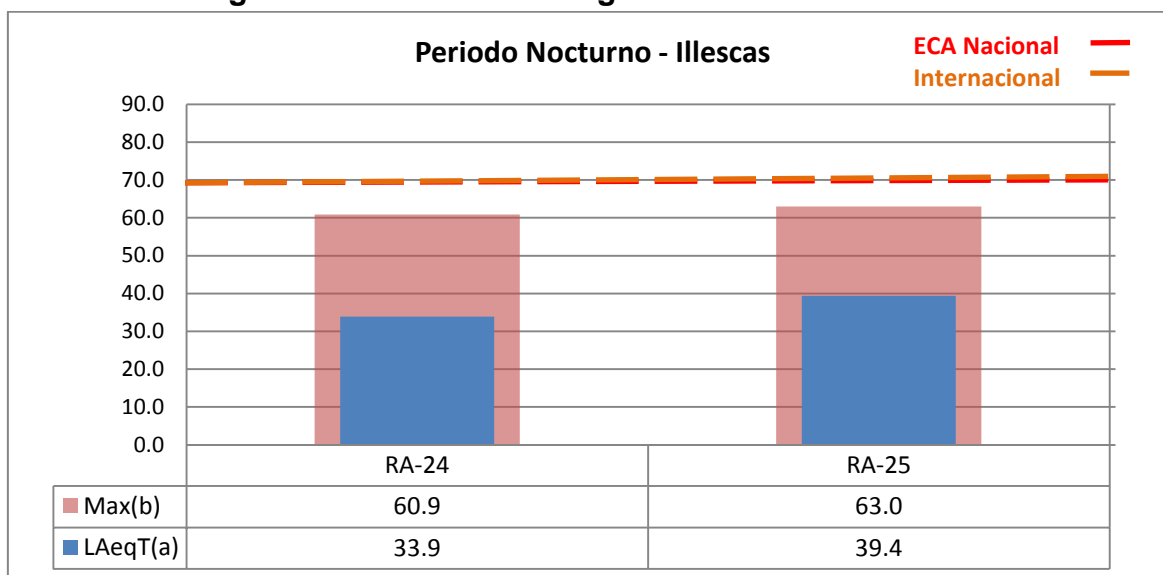
(4): Guideline values for community noise in Industrial, commercial, shopping and traffic areas, indoors and outdoors, from the World Health Organization (OMS).

En las Figuras 3.7.5-12, 3.7.5-13 siguientes se presentan los resultados por cada periodo del día por separado, comparándolos con el Estándar Nacional (D.S. N° 085-2003-PCM. Zona Industrial) y con el lineamiento internacional de referencia. Además se incluye de forma adicional el valor máximo registrado en cada punto de monitoreo.

**Figura 3.7.5-12 Valores registrados de ruido Diurno**



**Figura 3.7.5-13. Valores registrados de ruido Diurno**



Adicionalmente, el reporte de mediciones de campo elaborado por Inspectorate Service S.A se presenta en el **Anexo 3-4**.

### 3.7.5.4.3. Conclusiones

De forma general, a partir de los datos registrados de Monitoreo de Ruido en cada una de las dos estaciones, se concluye que los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido - Categoría Zona Industrial, establecidos por D.S. N° 085-2003-PCM, no son excedidos en el área evaluada de la zona Reservada Illescas.

Los estándares internacionales para Ruido no son excedidos por los resultados de la medición, sin embargo, se pudo apreciar que en algún momento del monitoreo durante el periodo diurno, en la estación RA-25, se tuvo una medición aislada máxima que sobrepasó el ponderado permitido.

### **3.7.5.5. Radiaciones no ionizantes**

#### **3.7.5.5.1. Objetivo**

- Evaluar los campos electromagnéticos, realizando las mediciones para su posterior análisis y comparación con la reglamentación nacional vigente.

#### **3.7.5.5.2. Metodología**

El Grupo de Estudios Técnicos Ambientales para Radiaciones No Ionizantes (GESTA-RNI) presentó el Proyecto de Reglamento de los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes (ECAs- RNI), en los cuales se acoge las Recomendaciones de la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones no ionizantes “ICNIRP” para el rango de 0 a 300GHz. Mediante el Decreto Supremo N° 010-2005-PCM, con fecha 03 de febrero del 2005, se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes.

Las mediciones de campos electromagnéticos se realizaron el 30 de Marzo del 2013, en las que se evaluó el campo magnético y eléctrico.

El monitoreo de campos electromagnéticos, permite mostrar la Intensidad de campo eléctrico (ICE), la intensidad de campo magnético (ICM) y la densidad de flujo magnético (DFM) expresado en micro Teslas ( $\mu\text{T}$ ), para ello, se ubican estaciones puntuales estratégicamente colocadas a lo largo de la línea de transmisión.

Consideraciones Generales:

- La medición se realizó previo a un reconocimiento de campo en el que se definió los sitios de medición.

- En cada localización, todas las mediciones se realizaron sobre un eje perpendicular a la línea, a un mismo nivel y a un (1) metro de altura desde el piso en la zona más cercana del conductor del terreno.
- Las determinaciones se efectúan en puntos seleccionados en función de la proximidad de los conductores al terreno natural, la proximidad del sistema de transmisión de viviendas y cruces de rutas, y las ubicaciones específicas de equipos en estación transformadoras y en su perímetro.

### Equipo Utilizado

**Cuadro 3.7.5-9. Equipo de Medición**

Equipo	Marca	Modelo	Uso
Medidor de campos electromagnéticos	Extech	480846	Medición de radiaciones no ionizantes

### Personal

Se designó a un profesional en Ingeniería Ambiental para realizar esta labor, quien se encargó de verificar los métodos y procedimientos llevados a cabo en la medición, con el objetivo de asegurar la confiabilidad en los resultados.

### Estaciones de Medición

A continuación se presentan las coordenadas de las estaciones evaluadas:

**Cuadro 3.7.5-10. Ubicación de Estaciones de Monitoreo**

Puntos de medición	Ubicación	Coordenadas UTM (WGS 84)		Altitud
		Norte	Este	
CM-7	Parte baja de la quebrada Playa Blanca	9 353 145	496 775	103
CM-8	Parte alta de la carretera, cercano a la Compañía Nemo	9 355 754	493 045	204
CM-9	Lado Noreste de los tanque de PetroPerú	9 357 689	492 526	183

Fuente: Green Environment S:A:C: Trabajo de campo . Marzo 2013



### 3.7.5.5.3. Resultados

**Cuadro 3.7.5-11. Resultados de evaluación de Radiación No Ionizante**

Punto de muestreo	Descripción	Intensidad de campo eléctrico E (KV/m)	*ECA	Intensidad de campo magnético H (A/m)	*ECA	Densidad de flujo magnético ( $\mu$ T)	*ECA
CM-7	Parte baja de la quebrada Playa Blanca	0,001	4,2	0,01	66,4	0,001	83,3 $\mu$ T
CM-8	Parte alta de la carretera, cercano a la Compañía Nemo	0,001	4,2	0,01	66,4	0,001	83,3 $\mu$ T
CM-9	Lado Noreste de los tanque de PetroPerú	0,001	4,2	0,01	66,4	0,001	83,3 $\mu$ T

### 3.7.5.5.4. Conclusiones

El resultado de la medición de radiación electromagnética en las estaciones CM-7 (Parte baja de la quebrada Playa Blanca); CM-8 (Parte alta de la carretera, cercano a la Compañía Nemo); CM-9 (Lado Noreste de los tanque de Petroperú) están por debajo de lo establecido en la normatividad vigente, por lo que cumplen con la Normatividad.

A la fecha en el Perú no existen límites máximos permisibles de emisión del sector eléctrico; sin embargo, ya se tienen los Estándares de Calidad Ambiental para radiaciones no ionizantes los cuales acogen las recomendaciones para exposición poblacional de la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), Recomendaciones ICNIRP, que cubre las frecuencias de 0-300 GHz.

Las recomendaciones internacionales más aceptadas son las recomendaciones ICNIRP, las cuales son el resultado de más de 50 años de investigación realizada por diversas organizaciones nacionales e internacionales. Estas recomendaciones

son avaladas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Asimismo han sido acogidos como estándares nacionales por diversos países.

### **3.7.6. Hidrología**

#### **3.7.6.1. Introducción**

La línea de transmisión y la carretera, en su recorrido por la Zona Reservada cruzan 7 cuencas y 5 intercuencas, todas entregan sus aguas al Océano Pacífico en costa norte del país.

Las cuencas analizadas en este capítulo son: Q-SN1 denominada quebrada Blanca, Q-SN2, Q-SN3, Q-SN4, Q-SN5 denominada quebrada Las Tijeras, quebrada Las Rocas y quebrada Los Tanques.

Las intercuencas analizadas en este capítulo son: I-SN1, I-SN2, I-SN3, I-SN4 y I-SN9.

#### **3.7.6.2. Objetivos**

- En este capítulo se tiene como objetivo caracterizar las unidades hídricas (cuencas e intercuencas) por donde recorre la línea de transmisión y la carretera proyectada, desde el ingreso a la Zona Reservada hasta la salida de ésta zona.
- Describir las principales características geomorfológicas de las cuencas.
- Análisis de máximas avenidas.
- Realizar el balance hídrico en el área evaluada de la Zona Reservada de Illescas.

### 3.7.6.3. Metodología

#### a) Información disponible

Para el análisis hidrológico de la zona evaluada, se determinarán los límites de las cuencas influenciadas por el área Reservada de Illescas, para lo cual se contó con la cartografía con curvas de nivel cada 10m.

Para el análisis de máximas avenidas, se han empleado las estaciones pluviométricas de Chusis, Bernal, San Miguel y Miraflores. (Ver **Anexo 3-1**).

Las características y ubicación de cada estación se presente a continuación:

**Cuadro 3.7.5-1 Ubicación y características de las estaciones analizadas**

Estación	Localización	Altitud m.s.n.m.	Periodo de Registro	Parámetros
CHUSIS	Latitud: 05°31' S Longitud: 80°50' W 9 463 117 N (*) 531 635 E	6	1981-1984, 1988-1990, 1995-2011	- P máx. - P máx. - P máx.
BERNAL	Latitud: 05°29' S Longitud: 80°45' W 9 463 117 N (*) 531 635 E	7	1964-1982, 1986-2011	- P máx. - P máx.
SAN MIGUEL	Latitud: 06°14' S Longitud: 80°41' W 9 463 117 N (*) 531 635 E	13	1981-1991, 1994-2011	- P máx. - P máx.
MIRAFLORES	Latitud: 05°10' S Longitud: 80°37' W 9 463 117 N (*) 531 635 E	30	1981-1992, 1995-2011	- P máx. - P máx.

Fuente: SENAMHI

-P máx.: precipitación máxima en 24 hr (mm)

#### b) Procesamiento de la información

Las precipitaciones máximas en 24 horas corregidas, se obtuvieron multiplicando la serie de máximas diarias por 1,13 según recomendación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). El análisis de precipitación máxima en 24 horas se realizó mediante el software HYFRAM. Para la bondad de ajuste se empleó la prueba Chi-cuadrado.

### 3.7.6.4. Resultados

#### a) Clasificación de cuencas e intercuencas

Las unidades hídricas evaluadas, han sido clasificadas en base a la propuesta de I-Pau y Springali G., la clasificación se presenta a continuación:

**Cuadro 3.7.5-2 Ubicación y características de las estaciones analizadas**

Tamaño de la cuenca (km <sup>2</sup> )	Descripción
Qda. SN 1 ó Qda. Blanca	Muy pequeña
Qda. SN2	Muy pequeña
Qda. SN3	Muy pequeña
Qda. SN4	Muy pequeña
Qda. SN5 ó Qda. Tijeras	Muy pequeña
Qda. Las Rocas	Muy pequeña
Qda. Los Tanques	Muy pequeña
Intercuenca SN1	Muy pequeña
Intercuenca SN2	Muy pequeña
Intercuenca SN3	Muy pequeña
Intercuenca SN4	Muy pequeña
Intercuenca SN9	Muy pequeña

Fuente: elaboración propia

#### b) Parámetros geomorfológicos

##### Cuencas Secas

Se evaluaron 7 cuencas secas, variando su área de drenaje de 1,18 km<sup>2</sup> (cuenca Q-SN3) a 9,67 km<sup>2</sup> (cuenca quebrada Los Tanques), la longitud de su curso principal varía entre 2,29 km (Q-SN3) y 6,61 (quebrada Los Tanques). El coeficiente de compacidad de las cuencas está en el rango de 1,40 (Qda. Las Rocas) a 1,75 (quebrada Blanca), lo cual nos indica que existe un índice alto de respuesta de las cuencas ante precipitaciones de alta intensidad.

El factor de forma de las cuencas varía de 0,21 a 0,28 lo cual nos indica que las cuencas tienen forma oval oblonga alargada a oval oblonga rectangular.

La pendiente en las cuencas secas analizadas, varía desde 5% a 10%, lo cual nos indica que el relieve del terreno es ondulado, como muestra se tienen las siguientes fotografías.

**Fotografía 3.7.6-1 Vista panorámica de la quebrada Las Rocas**



Fuente: Trabajo de campo, marzo 2013

**Fotografía 3.7.6-2. Ondulaciones presentes en el cerro Illescas**



Fuente: Trabajo de campo, marzo 2013

### **Intercuencias Secas**

Se evaluaron 5 intercuencias en el área de influencia de la Zona Reservada de Illescas, del análisis se tiene que las área de la intercuenca varían de 0,67 (I-SN3) a 6,57 (I-SN9).

El coeficiente de compacidad de las intercuencias I-SN3 y I-SN4, indican que es moderada la respuesta a precipitaciones extremas, mientras que las intercuencias I-SN1, I-SN2 y I-SN9, nos indican que están propensas a respuestas rápidas a las precipitaciones extremas.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los principales parámetros geomorfológicos determinados.

**Cuadro 3.7.6-3. Parámetros geomorfológicos**

Unidad hídrica	Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Cota Mayor (m.s.n.m.)	Cota Menor (m.s.n.m.)	Long. Cauce (km)	Altura Media (m.s.n.m.)	Pendiente (m/m)	Factor de Forma (Ff)	Índice de Compacidad (Ic)
Qda. SN 1 ó Qda. Blanca	3,12	10,94	182	0	3,57	91	0,051	0,24	1,75
Qda. SN2	1,68	7,68	182	0	2,80	91	0,065	0,21	1,67
Qda. SN3	1,18	6,42	172	0	2,39	86	0,072	0,21	1,67
Qda. SN4	1,92	8,35	201	0	3,29	101	0,061	0,18	1,70
Qda. SN5 ó Qda. Tijeras	3,27	9,70	335	0	3,54	168	0,095	0,26	1,51
Qda. Las Rocas	3,78	9,63	345	0	3,68	173	0,094	0,28	1,40
Qda. Los Tanques	9,67	16,03	352	0	6,61	176	0,053	0,22	1,45
Intercuenca I-SN1	3,23	9,82	182	0	2,25	91	0,081	0,64	1,54
Intercuenca I-SN2	3,59	10,16	165	0	1,71	83	0,096	1,23	1,51
Intercuenca I-SN3	0,67	0,67	163	0	1,63	82	0,100	0,25	0,23
Intercuenca I-SN4	1,97	1,97	176	0	1,84	88	0,096	0,58	0,40
Intercuenca I-SN9	6,57	12,39	335	0	3,33	168	0,101	0,59	1,36

Fuente: elaboración propia

### **c) Diagrama Fluvial**

Durante la visita de campo a la Zona Reservada de Illescas que tiene influencia con el proyecto, se identificaron los principales cursos de agua que atraviesan la línea de transmisión como la carretera proyectada, de esta evaluación de determinaron 7 cuencas y 5 intercuencas, todas ellas clasificadas como muy pequeñas.

Las quebradas analizadas son de régimen efímero, debido a que solo se tiene escorrentía superficial ante eventos extraordinarios y cuando se presenta el Fenómeno de El Niño.

Otro detalle que se observó es que todas cuencas analizadas nacen en el cerro Illescas, variando las cotas de nacientes de 352 msnm (quebrada Los Tanques) a 172 msnm (Q-SN3).

Para una mejor visión de la red hídrica de la zona evaluada, se presenta el diagrama fluvial a continuación.



Figura 3.7.6-1 Diagrama fluvial – Zona Reservada Illescas



Fuente: BISA, 2013

#### d) Análisis de Máximas Avenidas

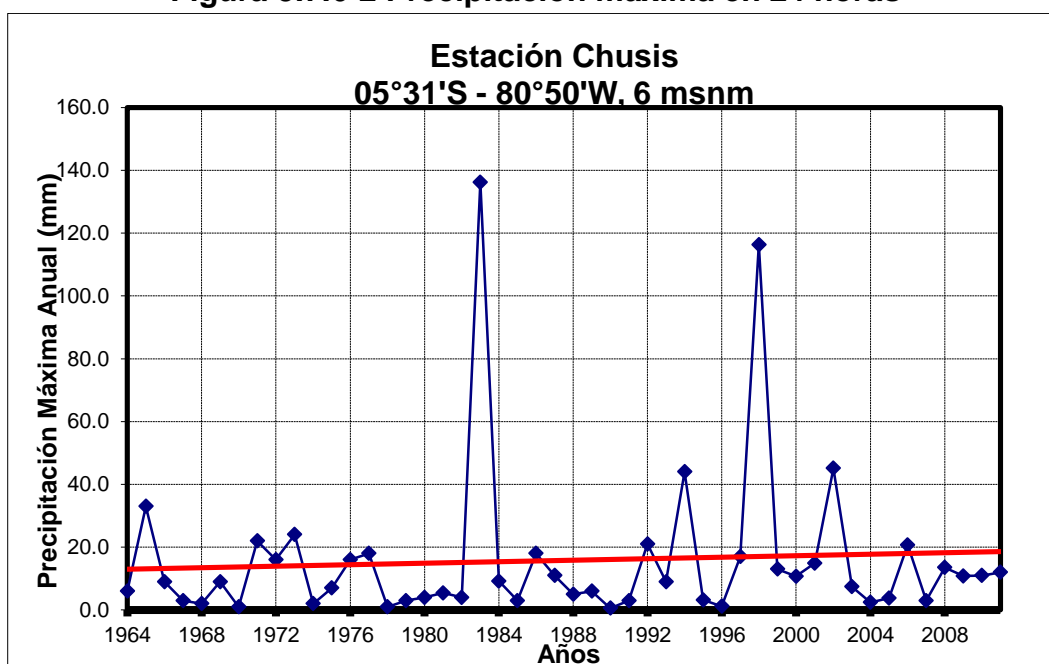
La metodología que se utilizó en el estudio hidrológico corresponde a modelos de precipitación–escorrentía. Se usó el método SCS del cuerpo de ingenieros de Estados Unidos.

El tiempo de concentración fue calculado por el método de Témez, y la precipitación máxima en 24 horas por el método probabilístico Normal, Log Normal, Pearson III, Log Pearson III y Gumbel, siendo la empleada para la Zona Reservada de Illescas el modelo Log Normal y la estación representativa Miraflores por ser la que mayores valores tiene.

Para el análisis se completó las serie histórica para el periodo 1964 a 2011 (48 años) para todas las estaciones, se empleó el software HEC-4 del cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos.

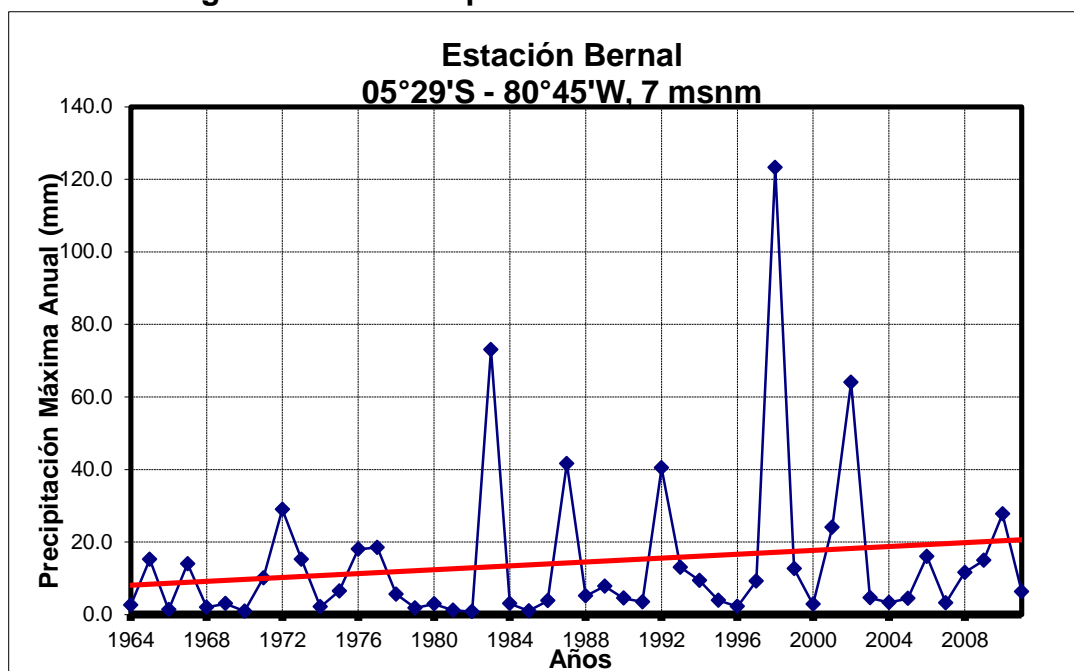
Los resultados se presentan a continuación:

**Figura 3.7.6-2 Precipitación máxima en 24 horas**



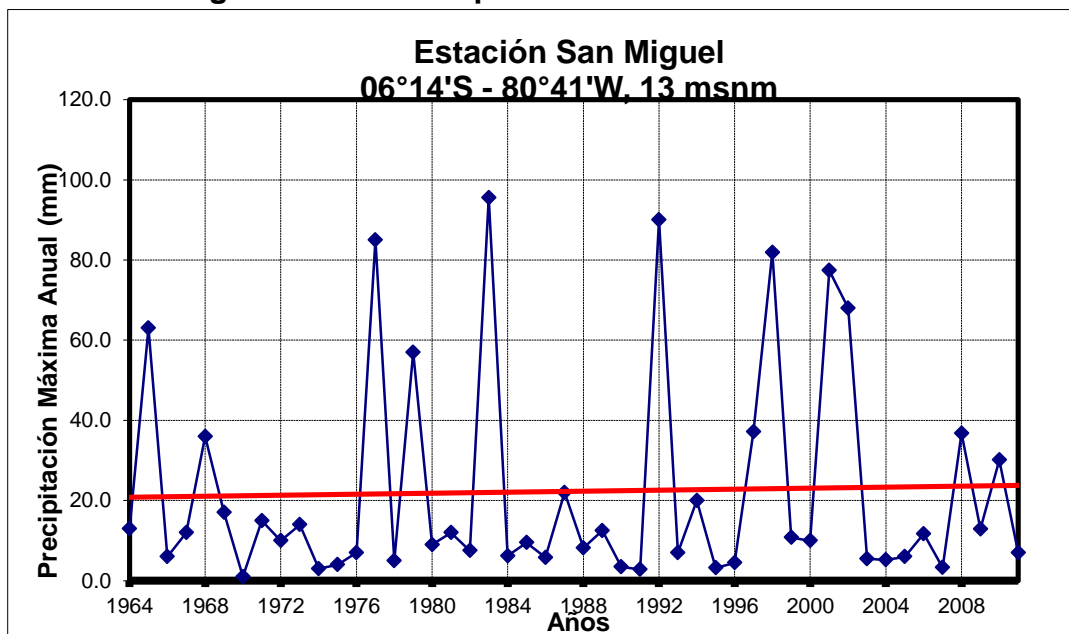
Fuente: elaboración propia

Figura 3.7.6-3 Precipitación máxima en 24 horas



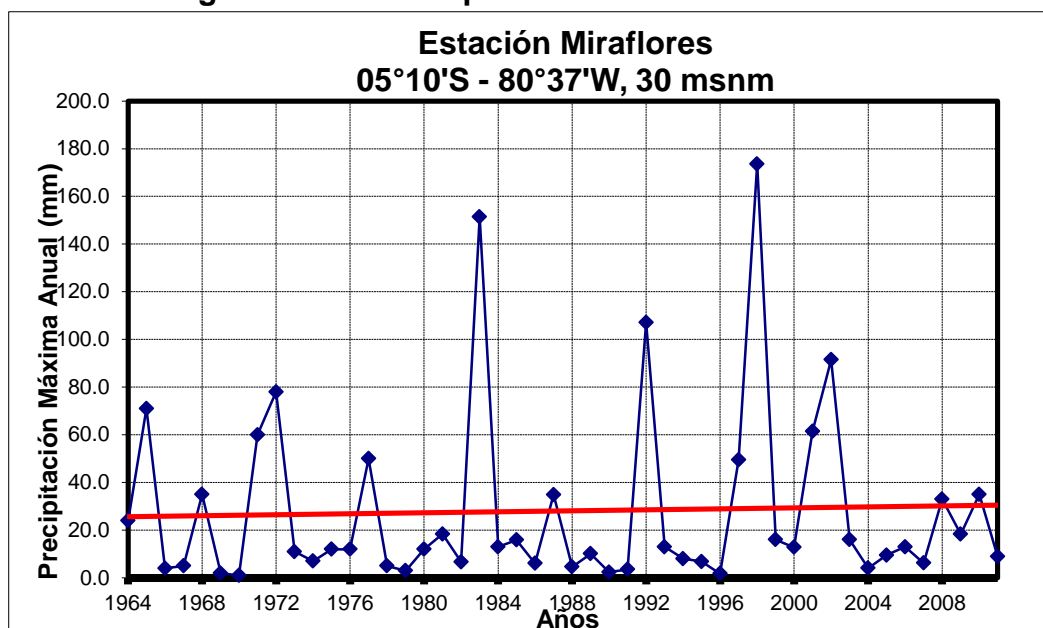
Fuente: elaboración propia

Figura 3.7.6-4 Precipitación máxima en 24 horas



Fuente: elaboración propia

Figura 3.7.6-5 Precipitación máxima en 24 horas



Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en todas las estaciones la línea de tendencia es a incrementarse en el tiempo, siendo la estación que registra el mayor valor la de Miraflores con una precipitación de 173,6 mm en un día, la cual después de multiplicar este valor por 1,13 (OMM) se tiene 196,2 mm.

Del análisis estadístico en la estación Miraflores, se tiene que la precipitación máxima en 24 horas para períodos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años es de 119,5mm, 203,7mm, 291,1mm y 403,7mm, respectivamente.

#### e) Caudales de Avenida

La metodología que se utilizó en el estudio hidrológico corresponde a modelos de precipitación-escorrentía. Se usó el método SCS del cuerpo de ingenieros de Estados Unidos. (Ver **Anexo 3-2**).

**Cuadro 3.7.6-4. Descargas Máximas (TR=25 años)**

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud de Río (km)	Curva Número CN	Tiempo de Concentración tc (hr)	Tiempo Pico tp (hr)	Altura de Lluvia P (mm)	Caudal Máximo Qp (m <sup>3</sup> /s)
Qda. SN 1 ó Qda. Blanca	3,12	3,57	70	1,00	1,10	119,50	10,23
Qda. SN2	1,68	2,8	70	0,90	0,99	119,50	6,12
Qda. SN3	1,18	2,39	70	0,80	0,88	119,50	4,84
Qda. SN4	1,92	3,29	70	1,20	1,32	119,50	5,25
Qda. SN5 ó Qda. Tijeras	3,27	3,54	70	1,50	1,65	119,50	7,15
Qda. Las Rocas	3,78	3,68	70	1,30	1,43	119,50	9,54
Qda. Los Tanques	9,67	6,61	70	2,10	2,31	119,50	15,10

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 3.7.6-5. Descargas Máximas (TR=50 años)**

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud de Río (km)	Curva Número CN	Tiempo de Concentración tc (hr)	Tiempo Pico tp (hr)	Altura de Lluvia P (mm)	Caudal Máximo Qp (m <sup>3</sup> /s)
Qda. SN 1 ó Qda. Blanca	3,12	3,57	70,00	1,00	1,10	203,70	25,19
Qda. SN2	1,68	2,80	70,00	0,90	1,10	203,70	13,56
Qda. SN3	1,18	2,39	70,00	0,80	1,10	203,70	9,53
Qda. SN4	1,92	3,29	70,00	1,20	1,10	203,70	15,50
Qda. SN5 ó Qda. Tijeras	3,27	3,54	70,00	1,50	1,10	203,70	26,40
Qda. Las Rocas	3,78	3,68	70,00	1,30	1,10	203,70	30,52
Qda. Los Tanques	9,67	6,61	70,00	2,10	1,10	203,70	78,07

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 3.7.6-6. Descargas Máximas (TR=100 años)**

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud de Río (km)	Curva Número CN	Tiempo de Concentración tc (hr)	Tiempo Pico tp (hr)	Altura de Lluvia P (mm)	Caudal Máximo Qp (m <sup>3</sup> /s)
Qda. SN 1 ó Qda. Blanca	3,12	3,57	70,00	1,00	1,10	291,10	42,45
Qda. SN2	1,68	2,80	70,00	0,90	1,10	291,10	22,86
Qda. SN3	1,18	2,39	70,00	0,80	1,10	291,10	16,05
Qda. SN4	1,92	3,29	70,00	1,20	1,10	291,10	26,12
Qda. SN5 ó Qda. Tijeras	3,27	3,54	70,00	1,50	1,10	291,10	44,49
Qda. Las Rocas	3,78	3,68	70,00	1,30	1,10	291,10	51,43
Qda. Los Tanques	9,67	6,61	70,00	2,10	1,10	291,10	131,56

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 3.7.6-7. Descargas Máximas (TR=200 años)**

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud de Río (km)	Curva Número CN	Tiempo de Concentración tc (hr)	Tiempo Pico tp (hr)	Altura de Lluvia P (mm)	Caudal Máximo Qp (m <sup>3</sup> /s)
Qda. SN 1 ó Qda. Blanca	3,12	3,57	70,00	1,00	1,10	403,70	65,78
Qda. SN2	1,68	2,80	70,00	0,90	1,10	403,70	35,42
Qda. SN3	1,18	2,39	70,00	0,80	1,10	403,70	24,88
Qda. SN4	1,92	3,29	70,00	1,20	1,10	403,70	40,48
Qda. SN5 ó Qda. Tijeras	3,27	3,54	70,00	1,50	1,10	403,70	68,94
Qda. Las Rocas	3,78	3,68	70,00	1,30	1,10	403,70	79,69
Qda. Los Tanques	9,67	6,61	70,00	2,10	1,10	403,70	203,87

Fuente: elaboración propia.

Así mismo se determinó los caudales que se produjeron durante el Fenómeno El Niño de 1997-1998, con una precipitación en 24 hr de 196,2 mm, los resultados se parecían en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.7.6-8. Descargas Máximas (Niño 1997-1998)**

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud de Río (km)	Curva Número CN	Tiempo de Concentración tc (hr)	Tiempo Pico tp (hr)	Altura de Lluvia P (mm)	Caudal Máximo Qp (m <sup>3</sup> /s)
Qda. SN 1 ó Qda. Blanca	3,12	3,57	70,00	1,00	1,10	196,20	23,77
Qda. SN2	1,68	2,80	70,00	0,90	1,10	196,20	12,80
Qda. SN3	1,18	2,39	70,00	0,80	1,10	196,20	8,99
Qda. SN4	1,92	3,29	70,00	1,20	1,10	196,20	14,63
Qda. SN5 ó Qda. Tijeras	3,27	3,54	70,00	1,50	1,10	196,20	24,91
Qda. Las Rocas	3,78	3,68	70,00	1,30	1,10	196,20	28,80
Qda. Los Tanques	9,67	6,61	70,00	2,10	1,10	196,20	73,67

Fuente: elaboración propia.

#### f) Balance Hídrico en la Zona Reservada de Illescas

Debido a que no existe escorrentía superficial permanente en el área evaluada de la Zona Reservada de Illescas, el balance hídrico se determinará a través del método de Thornthwaite, no se apreciaron usos de agua en la zona, ni demandas del recurso hídrico.

La ecuación para determinar los excedentes hídricos queda resumida de Para el cálculo de los caudales medios a nivel mensual, se ha empleado la metodología del balance hídrico para cada cuenca, cuya ecuación para el estudio es:

$$B = P_T - ETP - I_f$$

Donde:

- $B$  : Lámina de agua almacenado o de déficit (mm)
- $P_T$  : Lámina de precipitación caída sobre la cuenca (mm)
- $ETP$  : Lámina de evapotranspiración sobre la cuenca (mm)
- $I_f$  : Lámina de infiltración, aproximadamente 10% de  $P_T$  (mm)

#### Calculo de la Evapotranspiración

La evapotranspiración representa las pérdidas debido al consumo de la vegetación, este parámetro se ha determinado mediante las fórmulas de Thornthwaite.

#### Fórmula de Thornthwaite

La metodología de Thornthwaite se basa en determinar la evapotranspiración en función de la latitud y la temperatura media. La relación entre la temperatura media mensual y el potencial de evapotranspiración esta dada por la ecuación:

$$E_m = 16 \left( 10 \frac{T}{I} \right)^a$$

Donde:

- $E_m$  : Evapotranspiración potencial mensual en mm para un mes ficticio de 30 días
- $T$  : Temperatura media mensual en °C para el mes considerado
- $I$  : Índice calórico anual obtenido de la suma de los índices mensuales.



$$I = \sum_1^{12} i, \quad i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514}$$

y el exponente “a” es una función del índice calórico anual

$$a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 1792 \times 10^{-5} I + 0,49239$$

De esta manera se obtiene la evapotranspiración sin corregir, para realizar la corrección, se multiplica la evapotranspiración por un coeficiente de ajuste que tiene en cuenta la duración real del mes y el número máximo de horas de sol según la latitud del lugar,

$$ETP = E_m \frac{N}{12} \times \frac{d}{30}$$

Donde:

*ETP*: Evapotranspiración potencial mensual corregida en mm.

*N* : Número máximo de horas de sol, dependiendo del mes y de la latitud

*d* : Número de días del mes.

Para la determinación de la temperatura en la zona del proyecto se utilizó la estación Bernal.

**Cuadro 3.7.6-9. Temperaturas Medias Históricas (°C)**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
<b>Bernal</b>	26,8	27,7	27,4	26,1	23,7	22,3	21,7	21,3	21,5	21,7	22,9	24,5	24,0

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por SENAMHI

**Cuadro 3.7.6-10 Número máximo de horas de sol**

Ubicación Lat. 05°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Zona Estudio</b>	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4

Fuente: Doorembos y Pruit, 1977

A partir de las ecuaciones descritas anteriormente se ha obtenido los siguientes resultados:

**Cuadro 3.7.6-11 Índice de Temperatura Media Mensual**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	I
<b><i>i</i></b>	12,67	13,37	13,11	12,19	10,57	9,62	9,20	8,97	9,08	9,21	9,98	11,11	129,08

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por SENAMHI

**Cuadro 3.7.6-12. Evapotranspiración total mensual corregida en mm**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b><i>ETP<sub>tho</sub></i></b>	147,8	151,0	155,5	129,3	100,2	79,9	75,7	72,7	72,6	78,4	89,6	115,3

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por SENAMHI

### Balance Hídrico con la Precipitación Total Mensual Promedio (años promedio)

Los parámetros obtenidos en el balance se encuentran en mm. El cálculo del balance para las precipitaciones se aprecia en el siguiente cuadro:

**Cuadro 3.7.6-13. Balance hídrico- Año Promedio**

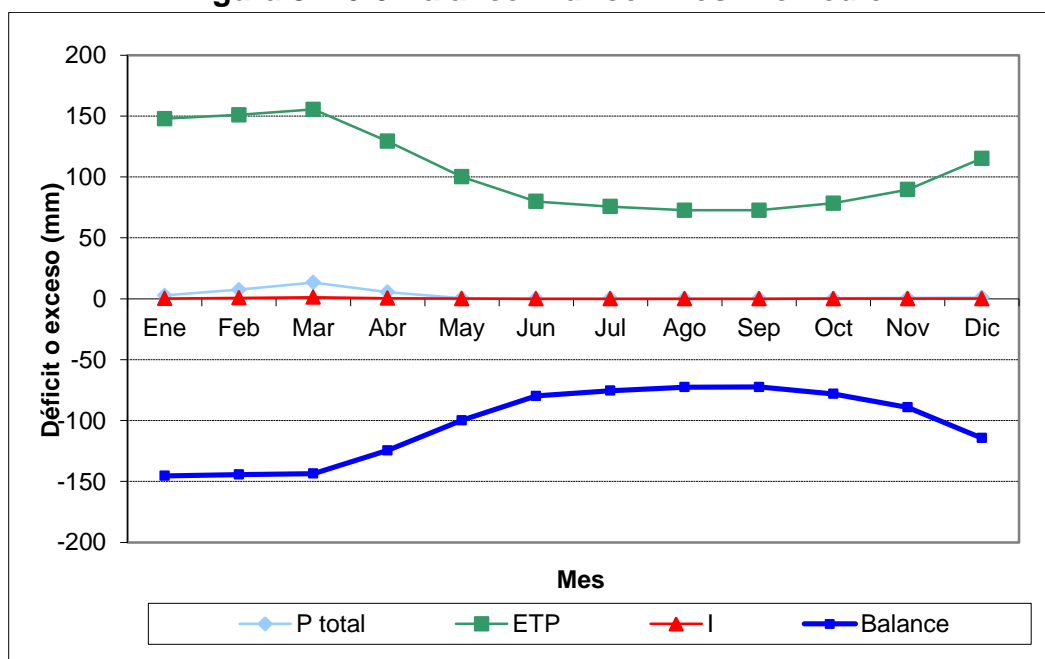
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
<b>P total</b>	2,8	7,5	13,3	5,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,6	1,0	32,3
<b>ETP</b>	147,8	151,0	155,5	129,3	100,2	79,9	75,7	72,7	72,6	78,4	89,6	115,3	1268,1
<b>I</b>	0,3	0,8	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	3,2
<b>Balance</b>	<b>-145,4</b>	<b>-144,3</b>	<b>-143,5</b>	<b>-124,4</b>	<b>-99,7</b>	<b>-79,7</b>	<b>-75,5</b>	<b>-72,6</b>	<b>-72,4</b>	<b>-78,1</b>	<b>-89,1</b>	<b>-114,4</b>	<b>-1239,0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por SENAMHI

Del cuadro se puede concluir que para años promedio (sin considerar los Año Niño 1982-1983 y 1997-1998), existe un déficit de agua en todos los meses de las cuencas analizadas en el estudio. El mayor déficit se da entre los meses de abril a diciembre donde las lluvias son escasas produciendo que los suelos se resequen y degraden haciendo difícil el desarrollo vegetativo natural y mucho más aún la agricultura en la zona de estudio, el déficit de agua anual es de 1239,0 mm.

En la siguiente gráfica se puede apreciar mejor la variación temporal del déficit de agua en la zona evaluada.

**Figura 3.7.6-6 Balance Hídrico Años Promedio**



Fuente: elaboración propia

### **Balance Hídrico con la Precipitación en Años El Niño**

El cálculo del balance para las precipitaciones en Año Niño (1982-1983 y 1997-1998), se aprecia en el siguiente cuadro:

**Cuadro 3.7.6-14. Balance hídrico- Año El Niño**

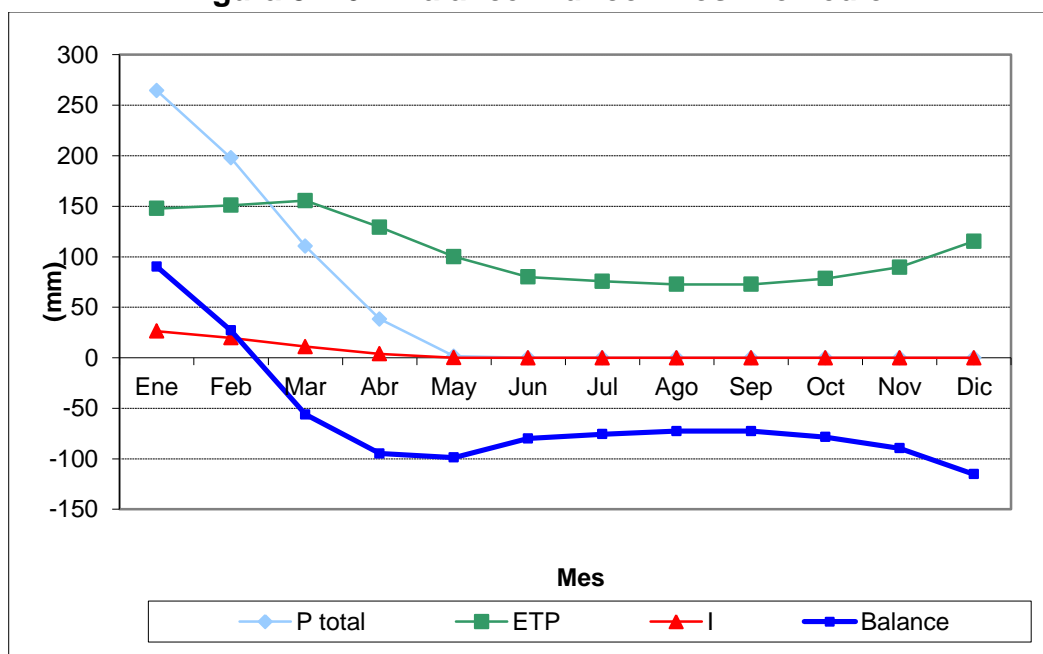
<b>Estación</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Prom</b>
<b>P total</b>	264,6	197,9	110,4	38,3	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	612,8
<b>ETP</b>	147,8	151,0	155,5	129,3	100,2	79,9	75,7	72,7	72,6	78,4	89,6	115,3	1268,1
<b>I</b>	26,5	19,8	11,0	3,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,3
<b>Balance</b>	<b>90,2</b>	<b>27,1</b>	<b>-56,1</b>	<b>-94,9</b>	<b>-98,7</b>	<b>-79,9</b>	<b>-75,7</b>	<b>-72,7</b>	<b>-72,6</b>	<b>-78,4</b>	<b>-89,6</b>	<b>-115,3</b>	<b>-716,6</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por SENAMHI

Del cuadro se puede concluir que para Años Niño (1982-1983 y 1997-1998), existe un excedente de agua en los meses de enero y febrero, lo cual no indica que genere escorrentía superficial permanente, sino que éste exceso de agua es producido por una precipitación extraordinaria o una seguidilla de precipitaciones de alta intensidad lo que ocasiona que el suelo se sature y genere escorrentía, este flujo de agua es evacuado al Océano Pacífico y su duración puede variar de unas cuantas horas a días. El déficit se da entre los meses de marzo a diciembre donde las lluvias son escasas y las que caen se infiltran o evaporan rápidamente, produciendo que los suelos se resequen y degraden haciendo difícil el desarrollo vegetativo natural y mucho más aún la agricultura en la zona de estudio, el déficit de agua anual es de 716,6 mm.

En la siguiente gráfica se puede apreciar mejor la variación temporal del déficit de agua en la zona evaluada.

**Figura 3.7.6-7 Balance Hídrico Años Promedio**



Fuente: elaboración propia

### 3.7.6.5. Conclusiones

- Para el área evaluada de influencia del proyecto con la Zona Reservada de Illescas, se han identificado 7 cuencas y 5 intercuencas.
- Para los cálculos de máximas avenidas se han empleado los datos de la estación pluviométrica Miraflores, por ser la que mayores valores de precipitación registra, (196,2 mm).
- Las precipitaciones máximas para periodos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años son, 119,5mm, 203,7mm, 291,1mm y 403,7mm respectivamente.
- Los caudales de avenidas para períodos de retorno de 200 años fueron: para la quebrada Blanca  $65,78\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Q-SN2  $35,42\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Q-SN3  $24,88\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Q-SN4  $40,48\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Las Tijeras  $68,94\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Las Rocas  $79,69\text{m}^3/\text{s}$  y para la quebrada Los Tanques  $203,87\text{m}^3/\text{s}$ .
- Los caudales descargados durante el Fenómeno de El Niño de 1997-1998 fueron: para la quebrada Blanca  $23,77\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Q-SN2  $12,80\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Q-SN3  $8,99\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Q-SN4  $14,63\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Las Tijeras  $24,91\text{m}^3/\text{s}$ , para la quebrada Las Rocas  $28,80\text{m}^3/\text{s}$  y para la quebrada Los Tanques  $73,67\text{m}^3/\text{s}$ .
- Del análisis del balance hídrico en el área evaluada tenemos que para años promedio existe un déficit de agua de 1239,0mm anual, y para Años Niño hay un déficit de agua de 716,6mm anual.

### **3.7.6.6. Recomendaciones**

- Instalar regletas en la quebrada Las Rocas y quebrada Los tanques o marcas a diferentes niveles, a fin de evaluar el nivel alcanzado por éstos caudales de avenidas. Durante la visita de campo no se pudo observar claramente la huella hídrica dejada por los eventos extraordinarios en Años Niño, debido al gran material de arrastre que generan estos eventos.

### **3.7.6.7. Bibliografía**

- Linsley, kohler, Paulus “Hidrología para Ingenieros. Editorial Mac Graw Hill, 2da edición México 1986.
- Germán Monsalve Sáenz “Hidrología en la Ingeniería”, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2da edición Colombia, 2009.
- Aparicio Mijares Francisco Javier “Fundamentos de Hidrología de Superficie”. Editorial Limusa México 2003.
- Chow, V. T. Handbook of Applied Hidrology A. Compendium of Water-Resources Technology Edit. Mc Graw-Hill Book Company, 1989.
- Guerrero Salazar P. “Métodos Estadísticos en Hidrología” Escuela de Post Grado en Recursos Hídricos - UNALM, Lima-Perú 2003.
- Molina G., M. Hidrología, Universidad Nacional Agraria la Molina, Publidrat, publicación N° 12, Lima, 2003.
- Villón Béjar Máximo “Hidrología Estadística” Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago 2002.



### **3.7.7. Hidrogeología**

#### **3.7.7.1. Introducción**

La presente evaluación hidrogeológica se desarrollo en los cerros Illescas y tuvo como finalidad describir las características del macizo rocoso y detectar la presencia de agua subterránea.

Se ha relacionado la geología, geomorfología y geofísica para conocer la presencia de agua subterránea, así como en sus alrededores, presentando una síntesis de la complejidad geológica del sector.

Se presenta el informe con la información disponible, el que muestra el comportamiento de las aguas subterráneas dentro del ámbito de los macizos rocosos y área de su influencia. Figura 3.7.7-2.

#### **3.7.7.2. Aspectos Geomorfológicos y Geológicos**

##### **3.7.7.2.1. Geomorfología**

###### **Afloramientos del precámbrico y paleozoico**

El macizo Illescas se presenta como un bloque levantado sobre una cubeta de sedimentación que pertenece a la cuenca Sechura, la misma que ha estado sujeta a hundimientos limitadas en dirección a las fallas y detectadas por los estudios realizados.

###### **Tablazos**

Definida como la extensa plataforma del pleistoceno y emergida como consecuencia de los sucesivos levantamientos del macizo andino. En el área de la evaluación se reconoce al tablazo lobitos, que es la plataforma más baja, aproximadamente 10 msnm, e inclinada hacia el sur, en dirección del estuario de

Virrilá y Bayovar. Se le reconoce como una estrecha franja localizada entre los acantilados marinos actuales y los bordes del macizo Illescas.

En el entorno del área del macizo Illescas se reconoce también al tablazo Talara en los acantilados de Bayovar con 3.0 m de grosor, ligeramente inclinada hacia el sureste. Está compuesto de conglomerados de lumaquelas en arenisca arcósica.

### **Terrazas marinas y depósitos de playa**

La acción erosiva del mar formó las terrazas marinas a diferentes alturas, notorio en los flancos del macizo Illescas, como consecuencia de los sucesivos levantamientos del macizo, que contrastan con la actual superficie del tablazo.

Las playas caracterizadas por franjas estrechas de arena. Se presentan depósitos de barreras que conforman los límites exteriores de las playas, con presencia de vegetación y humedad en la base como consecuencia de la infiltración de las aguas marinas.

### **Quebradas**

Se presentan en forma radial alrededor del complejo metamórfico pre cambriano. Las principales quebradas, dentro del área del estudio, tienen una dirección del suroeste al noreste, las que se presentan paralelas, de corta longitud estrechas y con escaso relleno fluvio aluvial y nacen en las partes altas del macizo en las escarpas de la falla Illescas las que llegan al tablazo y a los remanentes de las terrazas marinas. Se programaron los SEV 33 y SEV 34 en las quebradas para conocer la calidad el espesor de la cobertura fluvio aluvial y la calidad de la roca en profundidad.

**Figura 3.7.7-1. Ubicación de los SEV**



### **3.7.7.2.2. Geología**

Se ha considerado la descripción de dos unidades geológicas principales para explicar el comportamiento de las aguas subterráneas en las condiciones actuales en el macizo Illescas y en su entorno, teniendo en cuenta las condiciones climáticas fundamentales para su desarrollo, las que se mencionan a continuación.

#### **El Macizo Illescas**

El macizo tiene la forma de un anticlinorium cuyo eje principal tiene un rumbo noroeste – sureste, compuesto por rocas del precámbrico como esquistos, gneis, granitos, migmatitas las que constituyen el basamento de la región. Este núcleo precámbrico está rodeado por las rocas del paleozoico inferior, principalmente en el sector noreste y sureste del macizo, las que están afectadas principalmente por un intenso metamorfismo térmico que aumenta hacia el sureste, por el efecto de

las intrusiones graníticas emplazadas en áreas circundantes a la zona estudiada. Las areniscas han sido transformadas a esquistos de bajo grado, filitas y cuarcitas, encontrándose que las lutitas son predominantes a las areniscas.

**Figura 3.7.7-2. El Macizo de Illescas y el área evaluada**



### 3.7.7.2.3. Tectónica

Una de los principales procesos ocurridos ha sido la deformación que ha sufrido el macizo Illescas. Las Formaciones precámbricas y paleozoicas que constituyen el macizo han sido fuertemente afectadas como consecuencia de la deformación. Como resultado existe un intenso metamorfismo, intrusiones graníticas, microfisuras de tensión, con dirección de noroeste – sureste a este-oeste, rellenas por cuarzo y calcita, sistema de fallas longitudinales y transversales, diques andesíticos paralelos a las fallas transversales.

#### **3.7.7.2.4. Aspectos estructurales**

Las principales estructuras son las fallas geológicas en bloque y los plegamientos.

Después de los procesos de compresión y plegamiento de las rocas en el paleozoico inferior, se advierte un proceso de fallamiento en bloques, que afecta al complejo metamórfico del macizo Illescas.

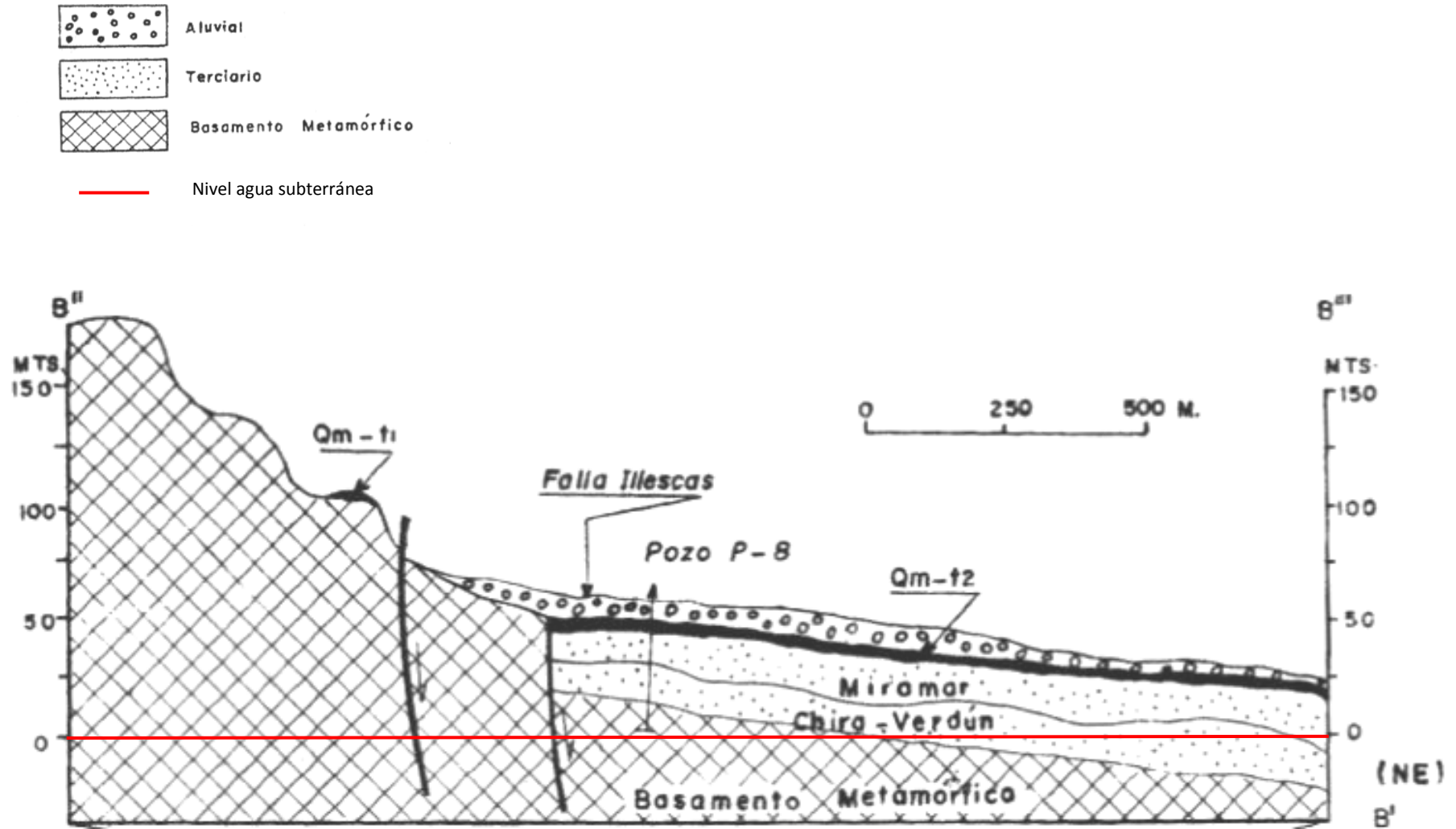
Las fallas Illescas y Tric Trac son las más reconocidas, las que tienen un rumbo noroeste – sureste, así como las fallas transversales a estas fallas mencionadas. La falla Illescas separó el macizo en un bloque occidental emergido y el bloque oriental hundido, que actualmente ocupa la cuenca Sechura y marca el límite entre el macizo y el tablazo. El salto vertical de la falla se estima en 700 m, controlando la sedimentación.

La falla Tric Trac, cuyo trazo es paralelo a la falla Illescas, se reactivó en falla normal y puso en contacto las areniscas de la parte inferior de la Formación Montera, contra las lutitas de la parte superior de la Formación Chira. La falla Tric Trac tiene un rumbo de 62° oeste y buza 71° al noreste. El salto vertical de la falla se estima en 470 m.<sup>1</sup>. Ver Figura 3.7.7-3.

---

<sup>1</sup> Boletín N° 32 Instituto geológico Minero y Metalúrgico Geología de los cuadrángulos de Bayovar, Sechura, La redonda, Pta La negra, Lobos de Tierra, Las Salinas y Morrope.

Figura 3.7.7-3. La falla de Illescas y el nivel de las aguas subterráneas



### **3.7.7.3. Prospección geofísica**

Aplicando el Método de Resistividad Geoeléctrica - Sondeos Eléctricos Verticales, se ha podido evaluar las características físicas del subsuelo, investigar las condiciones geoestructurales y conocer el comportamiento del subsuelo.

Para elaborar el documento se efectuaron dos etapas: campo y gabinete, la primera se efectuó acorde con la programación y contando con el apoyo de Buenaventura Ingenieros S.A. Parte solicitante del presente estudio, mientras que la segunda constituyó el análisis de los datos obtenidos en campo y la síntesis de los mismos en el presente informe.

#### **3.7.7.3.1. Ubicación del área de estudio**

El área propuesta para el estudio, se encuentra ubicado en la zona reservada de Illescas, en el Distrito y Provincia de Sechura y Departamento de Piura (plano N° P-1).

#### **3.7.7.3.2. Objetivos**

##### **a. General:**

Elaborar un Estudio Geofísico de Sondajes Eléctricos Verticales - SEV como parte de un estudio de Impacto Ambiental (EIA) - “Estudio Ambiental para el tramo de la carretera proyectada y tramo de Línea de Trasmisión Eléctrica zona reservada de Illescas”, para Fosfatos del Pacifico S.A., ubicada en Sechura de la provincia de Sechura del departamento de Piura.

**b. Específicos:**

- Identificar la existencia y profundidad de alguna napa freática en el área del estudio.
- Determinar e identificar los límites de las interfases de los diferentes horizontes verticales del corte geoelectrico y correlacionarlos en forma bidimensional con la geología.
- Evaluar la granulometría del subsuelo en base a sus parámetros geofísicos.

**3.7.7.3.3. Actividades**

- La primera actividad para efectuar este trabajo fue recopilar la información disponible del área tal como los Mapas Geológicos a la escala 1:100 000 y 1:50 000 del INGEMMET<sup>2</sup>, (Boletín N°32, cuadrángulos de Paita 11-a y cuadrángulo de Sechura Hoja 11-b) registros de información geológica superficial, etc.
- Luego, en campo, se efectuaron doce Sondajes Eléctricos Verticales - SEV sobre el terreno
- Finalmente, en gabinete, se procesaron los datos obtenidos en campo, generando información que luego de analizarse permitieron determinar las características físicas del subsuelo, determinar las condiciones geoestructurales e inferir el comportamiento del subsuelo.

---

<sup>2</sup> INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú.



#### **3.7.7.3.4. Método aplicado al estudio**

##### **A. Prospección Geofísica – Resistividad**

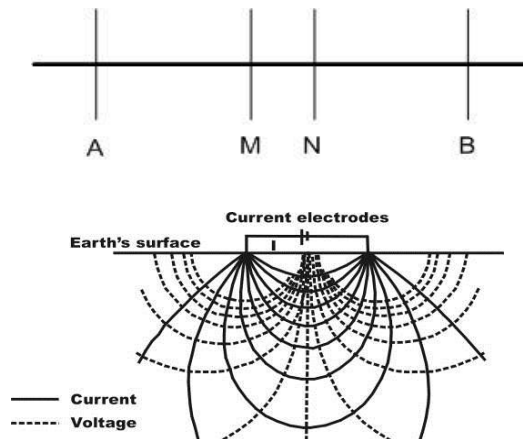
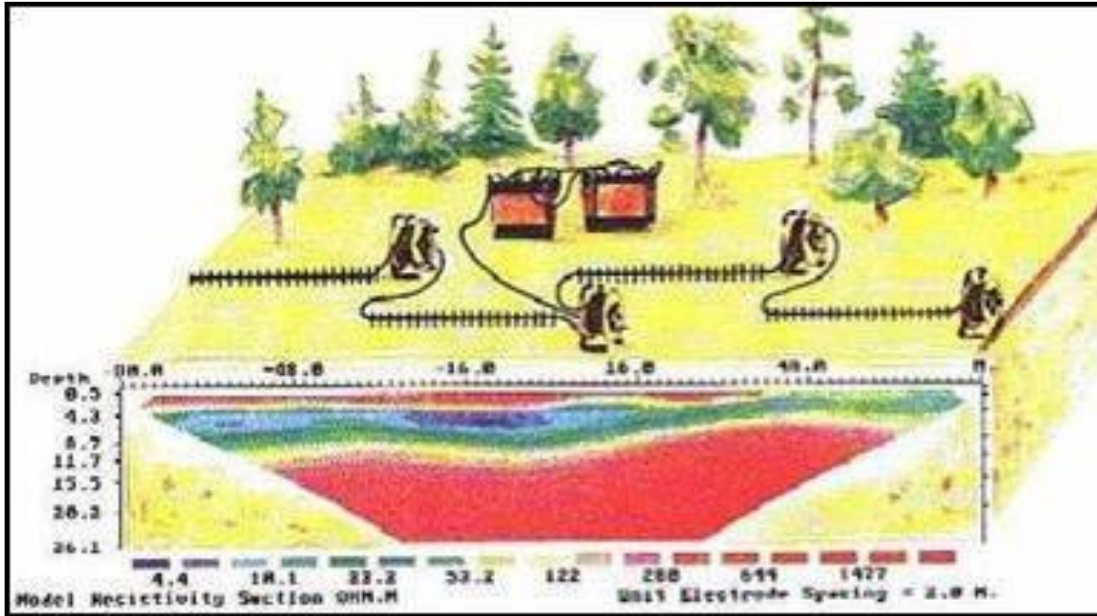
Esta técnica geofísica se caracteriza por el estudio de las variaciones de parámetros físicos de las rocas ó de los suelos, que tienen rangos de valores definidos como se muestra en la figura 3.7.7-5.

##### **B. Método Geofísico de Resistividad: (SEV) Simétrico**

Es un método geoelectrico indirecto normado y diseñado internacionalmente, para estudios de cortes geológicos, se emplea Sondaje Eléctrico Vertical (SEV) de configuración simétrica lineal tetraelectrónica (AMNB), el Dispositivo Tetraelectrónico Schlumberger empleado se muestra en la figura 3.7.7-4.

Una vez emplazado los electrodos en superficie, se introduce ciclos de corriente regulada, siendo el subsuelo un medio físico heterogéneo muy complejo, ofrece mayor ó menor dificultad al paso de la corriente eléctrica regulada, que está condicionada e influido por factores como: tipo de litología, granulometría, textura de las rocas, compacidad de las capas, temperatura, mineralización ó salinización y flujos de aguas subterráneas, principalmente.

Figura 3.7.7-4: Dispositivo Tetraelectrónico Schlumberger- Wenner.



**Dispositivo Schlumberger:** Supone los electrodos de potencial a una separación infinitesimal para los cálculos teóricos, comparados con la separación entre los electrodos de corriente.

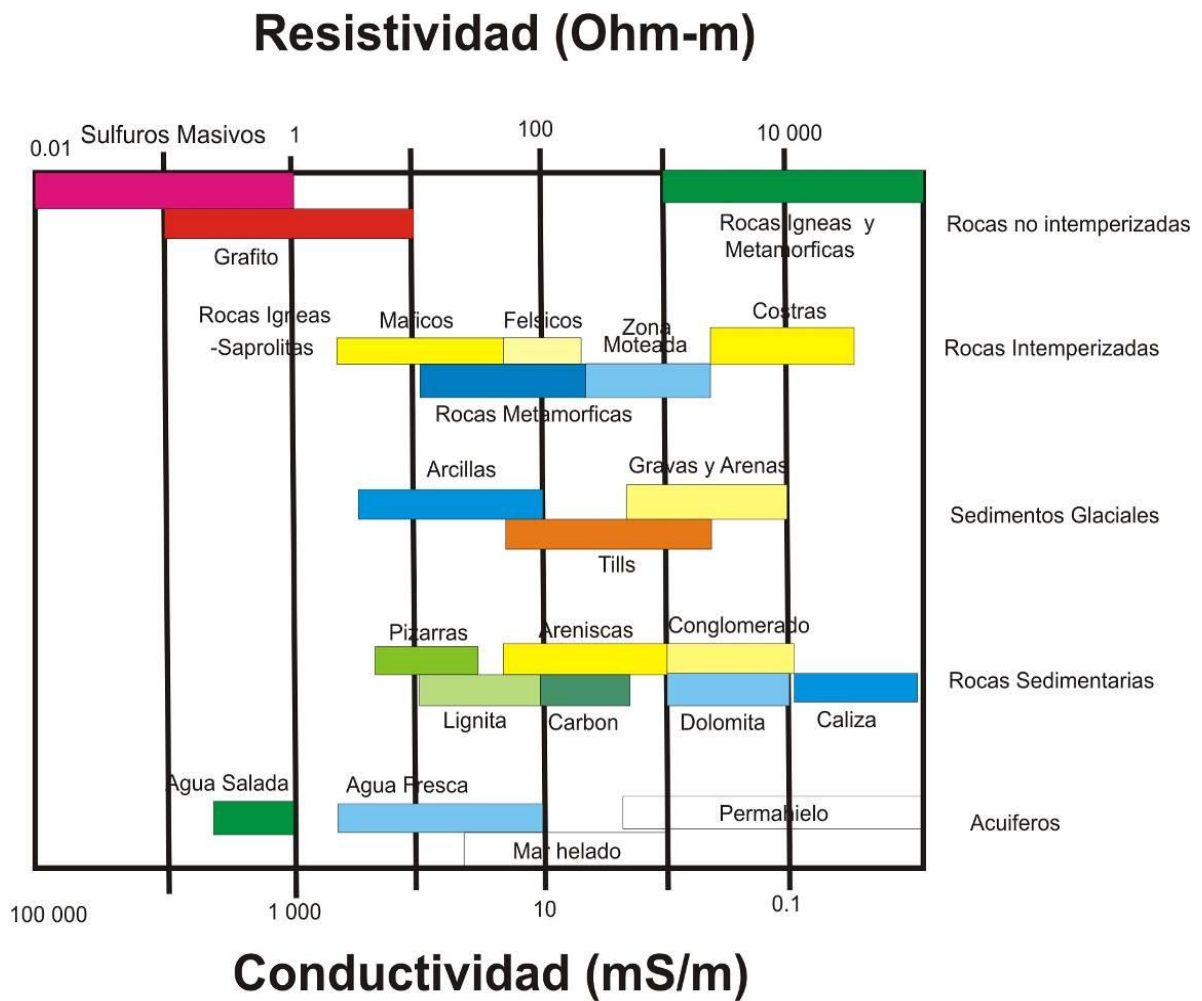
### C. Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) asimétrico

El dispositivo electrónico lineal asimétrico trielectrónico (AMNB), traslada uno de los electrodos de emisión al infinito.

Con el dispositivo trielectrónico, la resistividad aparente es registrada con el equipo geofísico de dispositivo aleatorio complementario al dispositivo

simétrico; se emplea en zonas ó áreas con dificultades de accesibilidad para los monitoreos de datos de campo y en la optimización de mapeos del subsuelo.

**Figura 3.7.7-5: Valores de resistividad de las rocas más comunes, materiales de suelo**



### **3.7.7.3.5. Características del estudio en campo**

El trabajo de campo se desarrolló de acuerdo a lo previsto teniendo en cuenta un control de la topografía y geología del área del proyecto. Se ejecutó con recursos humanos, equipo e instrumentos geofísicos y accesorios varios.

#### **A. Recursos Humanos**

- 01 Ingeniero Geofísico, especialista en monitoreo e interpretación, de estudios geoelectrónicos – con fines ambientales, geotécnicos e hidrogeológicos.
- Supervisión del Jefe del Proyecto.
- 04 Ayudantes de campo contratados por la contraparte, para plantado de electrodos y tendido de carretes de cables y traslados a las estaciones de SEV.

#### **B. Características del Equipo Geofísico: tipo PSYSCAL**

Para el desarrollo de las actividades de prospección en campo se ha utilizado el siguiente equipo:

Se empleó un resistivímetro modelo PSYSCAL JUNIOR de la INSTRUMENTS IRIS digital Francesa (Foto N°6). Con las siguientes especificaciones técnicas:

Las Especificaciones del Transmisor:

- Intensidad hasta 800 mA
- Voltaje de salida: hasta 400 V (800 V pico a pico).
- Potencia : 50 W
- Duración del pulso : (0.5 1 o 2 s)
- Precisión sobre la corriente : mejor que 1%

Las Especificaciones del Receptor:

- Proceso de medición y calibración automático
- Impedancia de entrada : 10 MOhms mínimo
- Rango de voltaje : protección hasta 1000 V
- Precisión sobre el voltaje : mejor que 1%
- Precisión sobre  $\Delta V/I$  :  $\pm 0.001$  mOhms ( a 800 mA)
- Temperatura de funcionamiento:  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$
- Alimentación : Batería interna 12 V, 7<sup>a</sup> ó externa de 12V
- Calculo de error Standard
- Calculo del Potencial Espontaneo –SP

#### **3.7.7.3.6. Procesamiento de la información**

La información ha sido procesada mediante software, con conocimiento de los parámetros geo-resistivos de los Grupos y Formaciones geológicas, depósitos sedimentarios cuaternarios, amplio sustento teórico y experiencia para su interpretación; siendo ésta etapa la más compleja para llegar a los resultados óptimos, y como producto final, obtener las secciones, perfiles y columnas geoelectricas que representan a la geoforma interna ó la geometría subterránea del corte geológico del área estudiada.

#### **3.7.7.3.7. Ubicación de los SEV**

La ubicación de los SEV se muestra en el Cuadro 3.7.7-3

**Cuadro 3.7.7-3. Ubicación de los SEV realizados en el área del proyecto  
Datum WGS 84-Zona 17**

SEV	Coordenadas	
	Este	Norte
SEV-35	493 535	9 354 800
SEV-37	494 241	9 354 566
SEV-34	496 504	9 352 914
SEV-33	491 417	9 358 854
SEV-36	497 054	9 352 056

Fuente: GPS.

### **3.7.7.3.8. Resultados e interpretación**

Se ha graficado una sección geoelectrica con los resultados obtenidos de los cinco (5) Sondeos Eléctricos Verticales - SEV; con la interpretación respectiva de las variaciones geofísicas para los diferentes puntos SEV en profundidad, con lo cual se ha podido definir: El espesor de las capas superficiales, depósitos de arenas con gravillas sueltas, suelo natural-cuaternario, material permeable saturado de agua, la capa alterada y/o fracturada y compacta, así como la granulometría de las capas geoelectricas existentes en el área y apreciar sus geoformas en cada horizonte.

#### **A. Perfil Geoelectrico A – A' - Z.R. Illescas (Figura 3.7.6-6)**

Sección con rumbo NW – SE elaborada en base a cinco (05) sondeos, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 3.7.7-4.

**Cuadro 3.7.7-4. Perfil Geoeléctrico A – A' ILLESCAS**

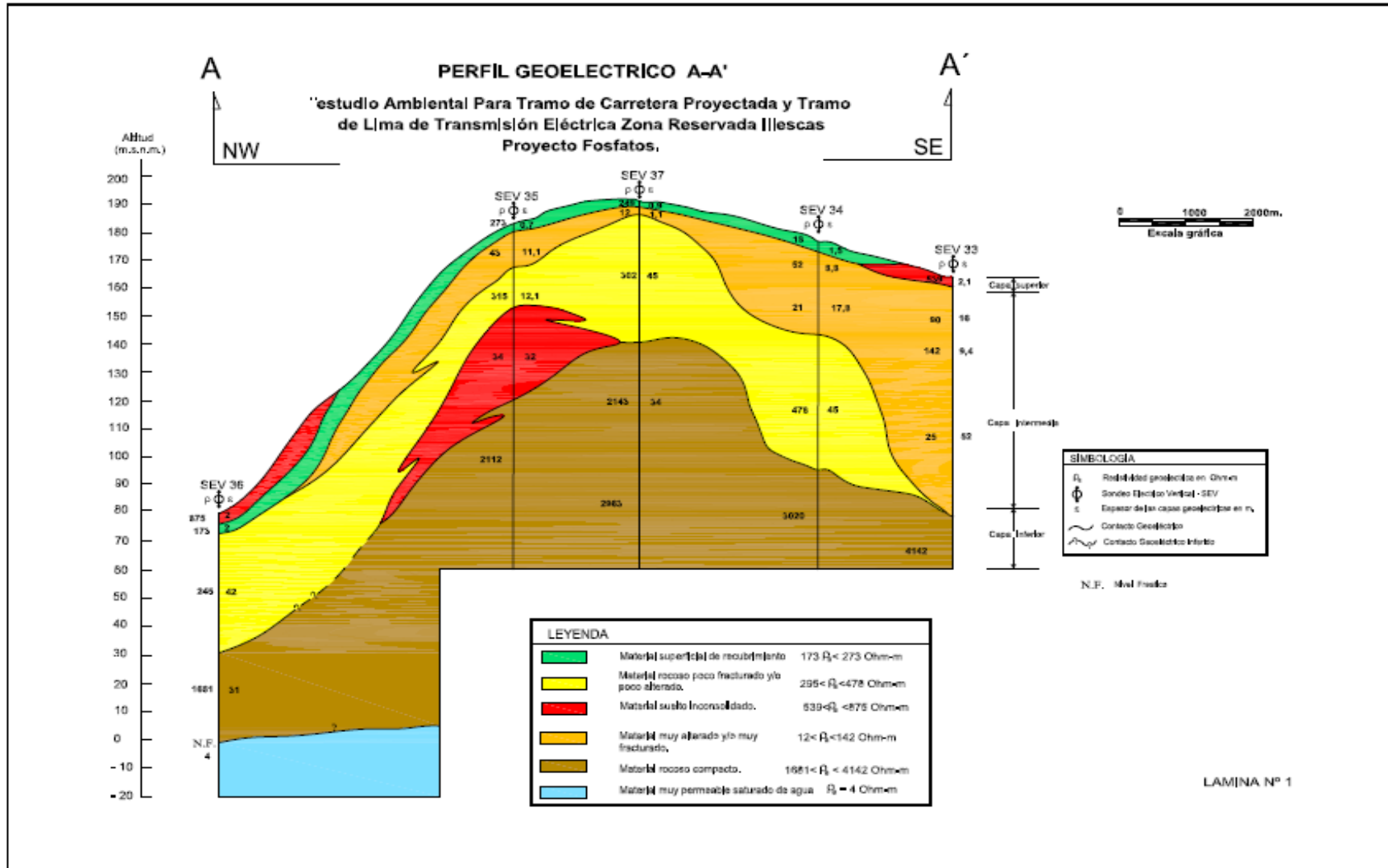
SEV	Tipo de curva	RESULTADOS									
		1ra Capa		2da Capa		3ra Capa		4ta Capa		5ta Capa	
		$\rho$ 1	E1	$\rho$ 2	E2	$\rho$ 3	E3	$\rho$ 4	E4	$\rho$ 5	E5
SEV 33	HKH	273	0.7	43	16.1	315	12.1	34	32	2112	---
SEV 34	HAA	249	0.9	12	1.1	302	45	2143	34	2963	----
SEV 35	QHA	181	1.5	52	8.8	21	17.8	478	45	3020	---
SEV 36	HAK	875	2.0	173	3.0	295	42	1681	31	4	---
SEV 37	HKH	539	2.1	90	16	142	9.4	25	52	4142	---

Estudio Geofísico de Sondajes Eléctricos Verticales - SEV, elaborado por el Ing. Walter Pari Pinto.

$\rho$  = Resistividad Geoeléctrica ( $\Omega$ -m)

E= Espesor de la capa en metros

Figura 3.7.7-6. Perfil Geoelectrico A – A'





- **SEV33**

Se alcanzó a investigar hasta los 100 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades de  $\rho_a = 539$  Ohmio-m y espesor de  $E = 2.1$  m que corresponden a un material reciente con contenidos de elementos gravosos más grandes, material cuaternario; subyace el material rocoso muy alterado y/o muy fracturado, roca de característica filítica metamórfica con resistividades de entre  $\rho_a = 25$  Ohmio-m a  $\rho_a = 142$  Ohm-m y espesor total de  $E = 77.4$  m; subyaciendo se encuentra la capa rocosa compacta (cuarcitas) con resistividades de 4 142 Ohm-m. No se ha determinado presencia de material permeable saturado de agua (Acuífero).

- **SEV34**

Se alcanzó a investigar hasta los 100 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades de  $\rho_a = 181$  Ohmio-m y espesor de  $E = 1.5$  m que corresponden a un material reciente con contenidos de gravillas sueltas y arenas, material cuaternario; subyace el material rocoso muy alterado y/o muy fracturado, roca de característica filítica metamórfica con resistividades de entre  $\rho_a = 21$  Ohmio-m a  $\rho_a = 52$  Ohm-m y espesor total de  $E = 26.6$  m; subyaciendo tenemos al material resistivo muy seco rocoso poco fracturado y/o poco alterado (roca de característica metamórfica fracturada) que se emplaza en la zona con resistividades de  $\rho_a = 478$  Ohmio-m y espesor de  $E = 45.0$  m; subyaciendo se encuentra la capa rocosa compacta (cuarcitas) con resistividades de 3 020 Ohm-m. No se ha determinado presencia de material permeable saturado de agua (Acuífero).

- **SEV35**

Se alcanzó a investigar hasta los 120 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades de  $\rho_a = 273$  Ohmio-m y espesor de  $E = 0.7$  m que corresponden a un material reciente con contenidos de gravillas, material cuaternario; subyace el material rocoso muy alterado y/o muy fracturado, roca de característica filítica metamórfica con resistividades de  $\rho_a = 43$  Ohmio-m y espesor de  $E = 16.1$  m; subyaciendo tenemos al material resistivo muy seco rocoso poco fracturado y/o poco alterado (roca de característica metamórfica fracturada) que se emplaza en la zona con resistividades de  $\rho_a = 315$  Ohmio-m y espesor de  $E = 12.1$  m; subyace el material rocoso muy alterado y/o muy fracturado, roca de característica filítica con resistividades de  $\rho_a = 34$  Ohmio-m y espesor de  $E = 32.0$  m; subyaciendo se encuentra la capa rocosa compacta (cuarcitas) con resistividades de  $\rho_a = 2\ 112$  Ohm-m. No se ha determinado presencia de material permeable saturado de agua (Acuífero).

- **SEV36**

Se alcanzó a investigar hasta 100 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades de  $\rho_a = 875$  Ohmio-m y espesor de  $E = 2.0$  m que corresponden a un material superficial de arenas sueltas e inconsolidadas, muy recientes; subyaciendo se encuentra una gruesa capa de material reciente con contenidos de elementos conductivos y/o material reciente cuaternario con resistividades de  $\rho_a = 173$  Ohmio-m y espesor de  $E = 3.0$  m; subyaciendo tenemos al material resistivo muy seco rocoso poco fracturado y/o poco alterado (roca de característica metamórfica fracturada) que se emplaza en la zona con resistividades de  $\rho_a = 295$  Ohmio-m y espesor de  $E = 42.0$  m ; subyaciendo se encuentra la capa rocosa compacta (cuarcitas) con resistividades de  $1\ 681$  Ohm-m y un espesor de  $E = 31.0$  m; subyaciendo se encuentra el material muy

permeable saturado de agua (acuífero libre) con resistividad de entre  $\rho_a = 4$  Ohmio-m.

- **SEV37**

Se alcanzó a investigar hasta los 120 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades de  $\rho_a = 249$  Ohmio-m y espesor de  $E = 0.9$  m que corresponden a un material reciente con contenidos de gravillas sueltas, material cuaternario; subyace el material rocoso muy alterado y/o muy fracturado, roca de característica filítica metamórfica con resistividades de  $\rho_a = 12$  Ohmio-m y espesor de  $E = 1.1$  m; subyaciendo tenemos al material resistivo muy seco rocoso poco fracturado y/o poco alterado (roca de característica metamórfica fracturada) que se emplaza en la zona con resistividades de  $\rho_a = 302$  Ohmio-m y espesor de  $E = 45.0$  m; subyaciendo se encuentra la capa rocosa compacta (cuarcitas) con resistividades de entre  $\rho_a = 2\ 143$  Ohm-m. a  $\rho_a = 2\ 963$  Ohm-m de espesor indeterminado. No se ha determinado presencia de material permeable saturado de agua (Acuífero).

En el perfil geoelectrico A – A', la capa de la roca compacta se encuentra a las profundidades señaladas en el Cuadro 3.7.7-5

**Cuadro 3.7.7-5. Profundidad a la capa compacta**

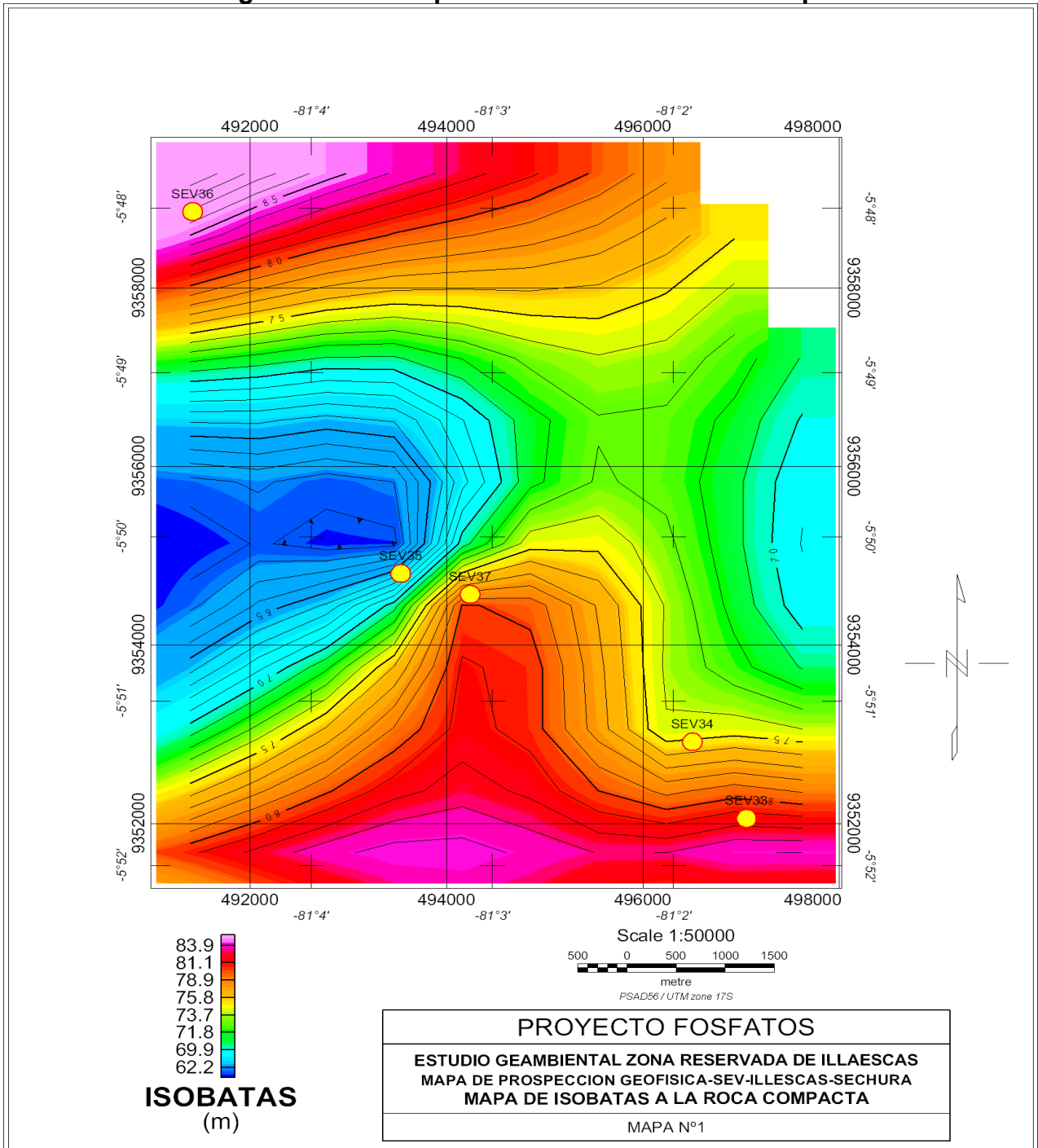
<b>SEV</b>	<b>Profundidad (m) de la capa compacta</b>
SEV 33	>81.0
SEV 34	73.1
SEV 35	60.9
SEV 36	78.0

SEV	Profundidad (m) de la capa compacta
SEV 37	81.0

### Mapa de Isobatas a la roca compacta

El mapa de la Figura 3.7.6-7 nos indica las profundidades a que se encuentra la montera superior de la roca compacta existente en la zona. Según el mapa nos muestra valores máximos mayores de  $Z > 75$  m y se localizan al noroeste en el SEV 36 (sector de la playa) y sector sur del área de estudio en los SEV 34, SEV 33 y SEV 37; conformando la zonas de mayor profundidad respecto a la superficie de terreno, que en el mapa se muestran de color rojo intenso; valores intermedios de entre  $69 < Z < 75$  m de profundidad se ubican desde el centro hacia el sector este del área; los valores mínimos se localizan al oeste y este del área en el SEV 35 con  $Z < 69$  m, en el mapa se muestra de color celeste.

**Figura 3.7.7-7. Mapa de Isobatas a la Roca Compacta**



#### **3.7.7.4. Análisis hidrogeológico**

El área evaluada está constituida por las rocas del precámbrico y del paleozoico fuertemente plegadas constituidas predominantemente por filitas y cuarcitas. El buzamiento de la foliación de filitas tiene ángulo variable de 50 a 75° en dirección noreste y rumbo 20° al norte.

El intenso metamorfismo y las estructuras que presentan las rocas paleozoicas, así como las intrusiones, diaclasas constituyen pasajes para la infiltración de las aguas provenientes de la precipitación en épocas de lluvias intensas que podrían relacionarse a los eventos climáticos extraordinarios como El Niño.

En el sector evaluado, las filitas paleozoicas exponen amplias áreas propicias para la infiltración de las aguas de precipitación las que ingresan hasta las rocas precámbricas, dificultando su circulación de acuerdo a la anisotropía de la roca, a la mayor competencia y menor permeabilidad.

La permeabilidad de las rocas, que han sufrido los procesos metamórficos, permite la circulación de las aguas procedentes de las eventuales precipitaciones, las que son transferidas a los remanentes de las terrazas marinas y el tablazo y almacenadas en la porosidad secundaria de macizo y al nivel del mar. Estas rocas del paleozoico inferior, se encuentran principalmente en el sector noreste y sureste del macizo y están afectadas por el intenso metamorfismo por efecto de las intrusiones graníticas emplazadas en áreas circundantes.

Otro medio de infiltración de las aguas es el núcleo precámbrico fallado exceptuando los sectores donde las fallas longitudinales y transversales estén selladas por los depósitos sedimentarios de baja permeabilidad, que impiden o dificultan la infiltración.

El drenaje radial que se ha configurado alrededor del sinclinorium Illescas, constituyen sectores donde se infiltran las aguas de las eventuales precipitaciones en los depósitos fluvio aluviales de las quebradas, las mismas que circulan en dirección de la pendiente hasta llegar a las terrazas marinas y tablazo que circunda al macizo.

### **Características hidrogeológicas del macizo Illescas**

Se realizaron 5 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) con el fin de verificar la calidad del macizo en profundidad y detectar sus niveles de humedad, dentro del área de influencia del proyecto.

Dos de los sondeos identificados como SEV 35 a 198 msnm y SEV 37 a 203 msnm, se realizaron cerca a una zona de contacto de falla transversal, con rumbo este oeste, en un bloque hundido, plegado y posteriormente erosionado, que originó una plataforma con ligera inclinación hacia el norte, en dirección de Punta Aguja.

La diferencia de cota entre los SEV 35 y SEV 37 y el tablazo a 25 msnm, es aproximadamente 175 m. Si consideramos que las aguas de origen marino están saturando el tablazo y las terrazas, encontraremos agua subterránea al nivel del mar a 25 m de profundidad debajo de la superficie del tablazo. Se puede colegir que las aguas subterráneas saturan también el macizo rocoso al nivel del mar, debido al grado de fracturas y porosidad.

El SEV 36, se ubica en la cota 78 msnm, en las terrazas marinas cubiertas por los depósitos eólicos recientes, en el sector occidental del macizo y a 700 m de la línea de costa, cuya profundidad de investigación penetra debajo del nivel medio del mar, encontrándose una capa muy conductiva en el horizonte atravesado correspondiente a la saturación del macizo Illescas a 78 m de profundidad

coincidente con el nivel medio del mar. La Figura 3.7.7-8, muestra la ubicación del SEV 36.

**Figura 3.7.7-8. Ubicación del SEV 36**



Ubicación del SEV 36 en la terraza marina en el sector occidental del macizo Illescas

Los SEV 33 a 157 msnm y SEV 34 a 143 msnm, fueron ubicados en las quebradas del lado noreste del macizo, cuyo acceso es por la vía que conduce a las instalaciones de Petroperú. La diferencia de cota entre los SEV 33 y SEV 34, y el tablazo es 87 m y 73 m, respectivamente. Si consideramos la profundidad de la investigación geofísica (100 m), sólo se llegó a investigar hasta 13 y 27 m respectivamente, encima del nivel del mar, sin encontrar niveles de saturación de agua.



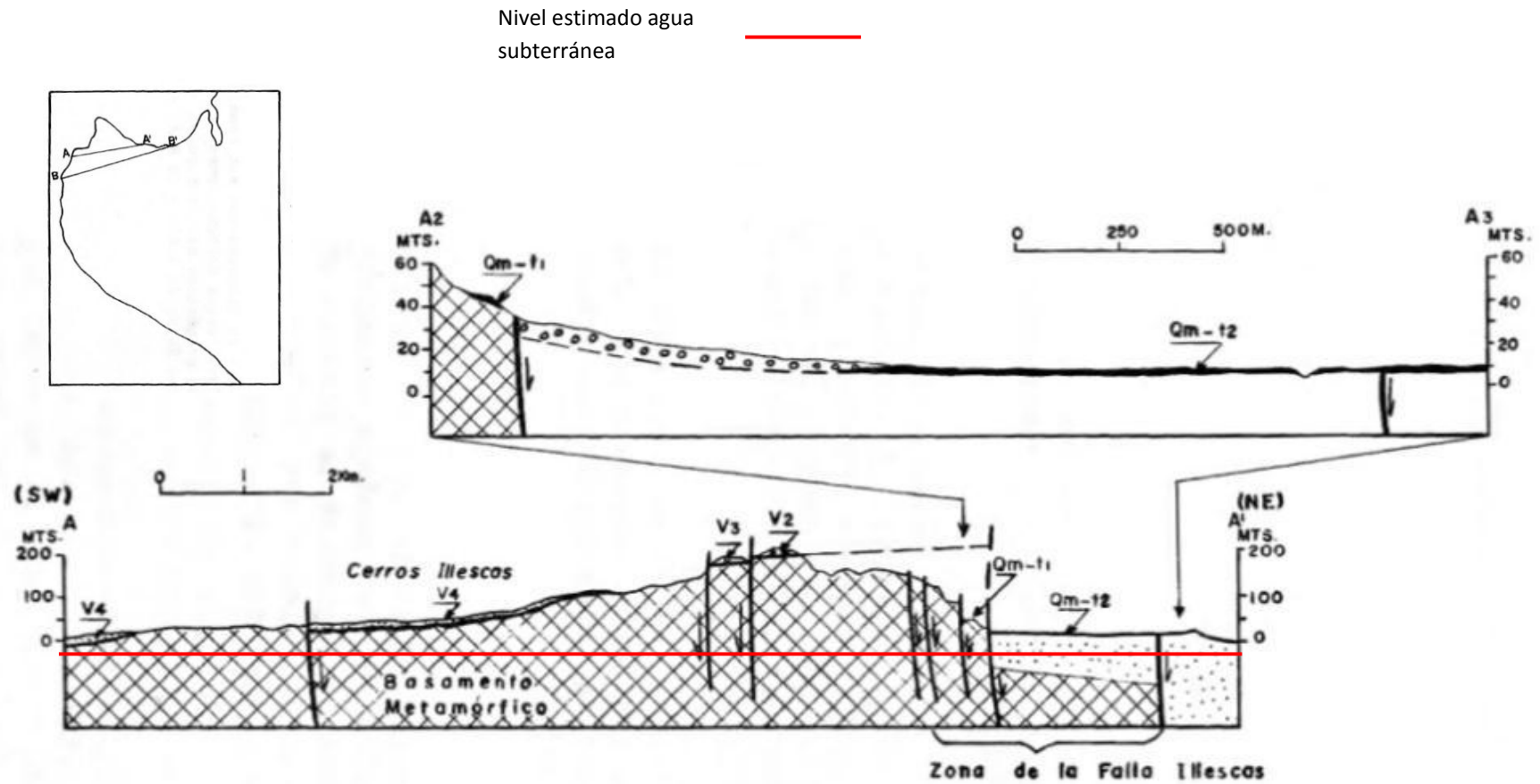
**Figura 3.7.7-9. Ubicación del SEV 34**



Quebrada del SEV 34, vista aguas abajo y aguas arriba

La Figura 3.7.7-10, muestra la sección hidrogeológica donde se muestra la posición del nivel del agua subterránea en el macizo, respecto a la superficie del terreno.

Figura 3.7.7-10. Posición del nivel de la Napa en el macizo Illescas

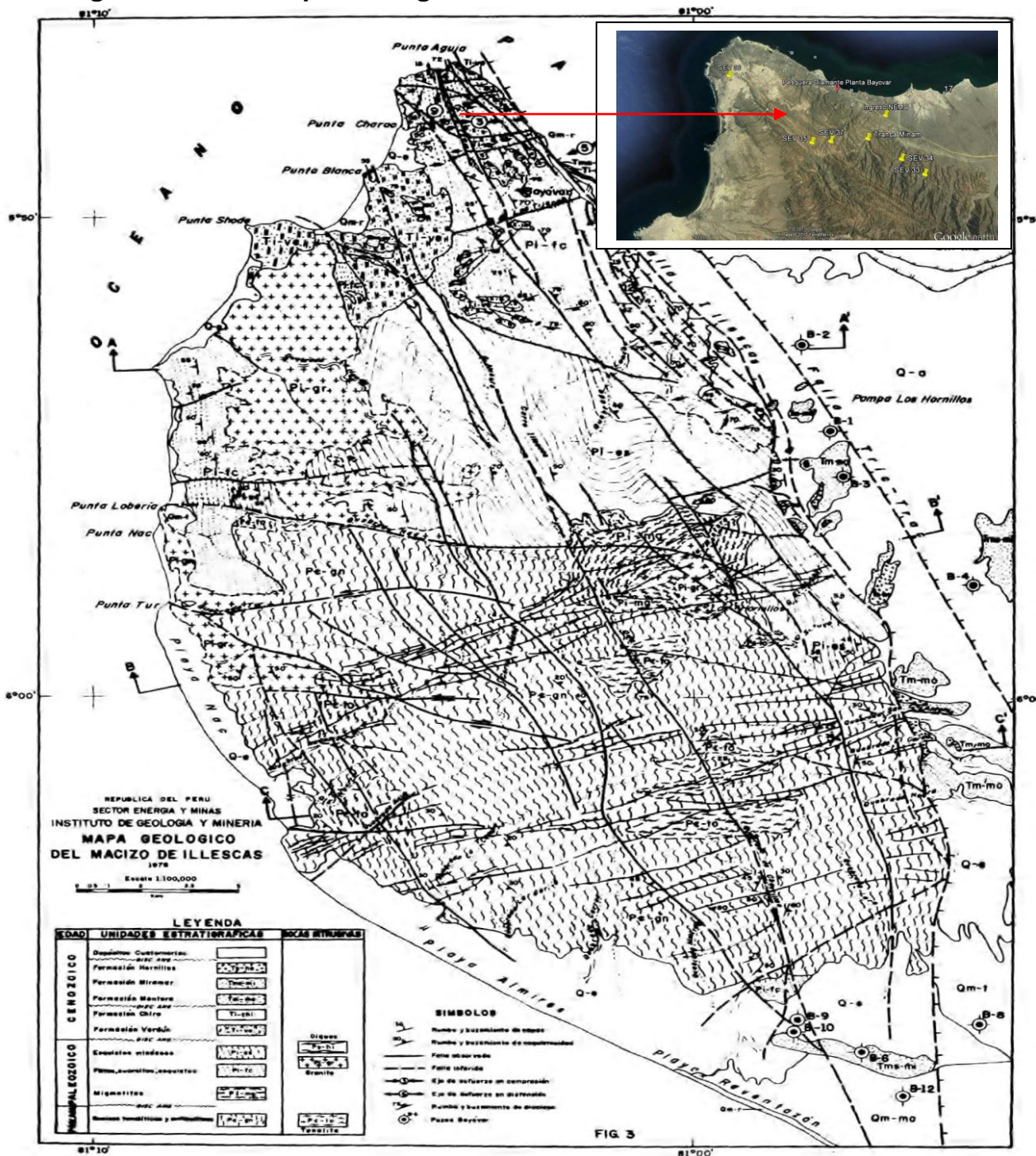


El estudio geofísico de la referencia (2) concluye que: “Todas las secciones son geológica y geomorfológicamente similares, presentándose cambios específicos en los espesores y resistividades a causa de sus diferentes grados de compactación, meteorización, alteración y naturaleza”.

En los SEV 33 SEV 34 SEV 35 y SEV 37 no se han localizado capas conductivas que correspondan al acuífero saturado, hasta la profundidad investigada de 120 m.

La figura 3.7.7-11 presenta las estructuras del macizo Illescas y la ubicación de los SEV.

Figura 3.7.7-11. Mapa Geológico Estructural del Macizo de Illescas



### **3.7.7.5. Conclusiones**

- Estructuralmente existen intrusiones graníticas, microfisuras de tensión, sistema de fallas longitudinales y transversales, diques andesíticos paralelos a las fallas transversales, que le otorgan a las rocas del macizo Illescas niveles de permeabilidad para infiltración de las aguas.
- El drenaje radial (quebradas) que se ha configurado alrededor del macizo Illescas, constituyen sectores de recarga al medio fracturado y al acuífero sedimentario durante las eventuales precipitaciones.
- Dentro del área evaluada, no se han localizado capas conductivas que correspondan al acuífero saturado, hasta la profundidad investigada de 120 m.
- Se ha reportado presencia de agua subterránea al nivel medio del mar en el SEV 36. La presencia de agua subterránea al nivel del mar, en la porosidad secundaria del macizo Illescas, es posible extenderla toda el área de la presente evaluación.
- Las obras superficiales a realizarse no comprometen a las aguas subterráneas en el área de influencia del proyecto, dentro del área evaluada.

### **3.7.8. Ambiente Biológico – Flora y Vegetación**

#### **3.7.8.1. Introducción**

El presente informe tiene como finalidad describir la flora y vegetación de la pequeña área de influencia del proyecto dentro de la Zona Reservada Cerro Illescas.

La información base de las características de la flora y vegetación de un área es necesaria para el futuro establecimiento de cualquier proyecto de desarrollo. Esta necesidad parte tanto de la legislación que norma los requerimientos para la ejecución de proyectos, como por la importancia intrínseca que presenta la vegetación como matriz biológica para el desarrollo de los demás componentes vivos del ecosistema.

La zona reservada Cerro Illescas se crea el 16 de diciembre del 2010, mediante la Resolución Ministerial N° 251-2010-MINAM, con la finalidad de conservar una muestra del paisaje del desierto costero del Perú, sus formaciones vegetales y la diversidad de fauna silvestre que alberga; además de garantizar la conservación de los atractivos naturales costeros, para el turismo sostenible y la recreación. Así como contribuir al desarrollo sostenible, la educación ambiental y el bienestar de las poblaciones de las regiones costeras. El Cerro Illescas se ubica en el distrito de Sechura, de la provincia del mismo nombre en el departamento de Piura, con una extensión de 37 452,58 hectáreas.

La evaluación de las características de la vegetación dentro del área de influencia del proyecto permitirá identificar los potenciales impactos que ocasionarían las actividades del mismo, posibilitando la elaboración de estrategias para la mitigación o idealmente, eliminación de los riesgos de daños e impactos ambientales.

### **3.7.8.2. Objetivos**

Los objetivos del presente estudio son:

- Evaluación de la composición florística del ámbito de estudio
- Descripción de la vegetación presente en el ámbito de estudio
- Determinación de las especies de flora de particular importancia en conservación.

### **3.7.8.3. Metodología**

#### **A. Evaluación de información previa**

El primer paso para el estudio fue el examen de toda la información publicada sobre el área de estudio, además se utilizó imágenes remotas del área para determinar las características generales del ambiente. Con estos insumos se hizo una lista de especies potenciales y se establecieron las principales zonas donde evaluar la flora y vegetación.

#### **B. Trabajo de campo**

El trabajo de campo incluyó dos acercamientos complementarios, el primero cualitativo que trato de documentar la flora presente y el segundo cuantitativo que registró los principales parámetros comunitarios de la vegetación.

#### Evaluación cualitativa

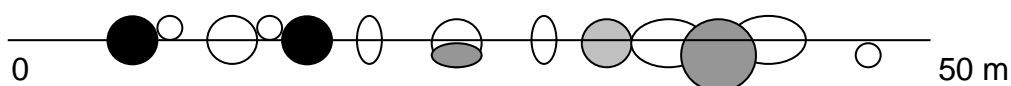
Consistió en el registro de todas las especies de flora presentes dentro del área de influencia del proyecto, para lo cual se recorrió lo más intensivamente posible cada sitio de muestreo dentro y fuera de las parcelas cuantitativas, con

observaciones generales sobre el tipo de sustrato y vegetación (Womersley, 1981).

### Evaluación cuantitativa

Para la evaluación cuantitativa se utilizó un diseño muestral estratificado selectivo, donde las parcelas evaluadas fueron seleccionadas como representativas de cada tipo de unidad de vegetación. Adicionalmente, se escogió aquellas áreas donde se probablemente se establecerían alguna edificación del proyecto.

Para las unidades de vegetación herbácea se utilizó el método de intersección línea (Arana 2007, Mateucci & Colma 1982) el cual consiste en medir cuantos centímetros son intersectados por una planta de una determinada especie en una línea de 50 m. De manera que 5000 cm equivale al 100%, la cobertura de cada especie se calcula como el número de centímetros interceptados por ella entre los 5000 cm por 100. Un esquema del muestreo se observa en el siguiente esquema.



Para las unidades de vegetación arbórea se utilizó el método de parcelas de 50x2 m, lo cual permitió examinar la abundancia (número de individuos), cobertura, diversidad y características estructurales de la unidad. Adicionalmente se obtuvieron datos de área basal y volumen de madera, para establecer sus principales características productivas.

### **C. Análisis de información**

Con los datos obtenidos en el campo se calcularon los valores de cobertura, abundancia, diversidad y datos de áreas basales y volúmenes de madera. Para el



caso de las hierbas sólo se utilizó la cobertura como medida de abundancia, debido a que es imposible el registro de individuos por la forma de crecimiento que presentan.

La cobertura fue calculada con la fórmula:

$$\%COBERTURA (sp a) = \frac{\sum cm \text{ intersectados en plantas de la especie } a}{total \text{ de cm de la línea (5000 cm)}} \times 100$$

La abundancia en las especies arbóreas fue calculada por el número de individuos registrados dentro de cada parcela.

La diversidad de especies fue calculada utilizando los índices de Shannon-Wiener (H') y de Simpson (1-D), además se calculó la equitabilidad (E):

$$H' = - \sum \text{Log}_2 p_i \times p_i$$

$$1 - D = \sum p_i^2$$

$$E = \frac{H'}{\text{Log}_2 S}$$

Donde:

*S* = número de especies presentes en la parcela

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

*n<sub>i</sub>* = número de individuos de la especie *i*

*N* = número total de individuos en la parcela

Los valores de área basal y volumen de madera fueron calculados utilizando los datos de perímetro del tronco, así como altura de fuste; este acercamiento aunque no es exacto permite calcular la cantidad de recurso leña por área, presente en el ámbito del estudio.

Las fórmulas utilizadas fueron:

$$\text{radio del tronco} = r = \frac{\text{perímetro}}{2 \times \pi}$$

$$\text{Área basal} = \pi \times r^2$$

$$\text{Volumen total de madera} = (\text{Área basal} \times \text{Altura del tronco})$$

### **3.7.8.4. Resultados**

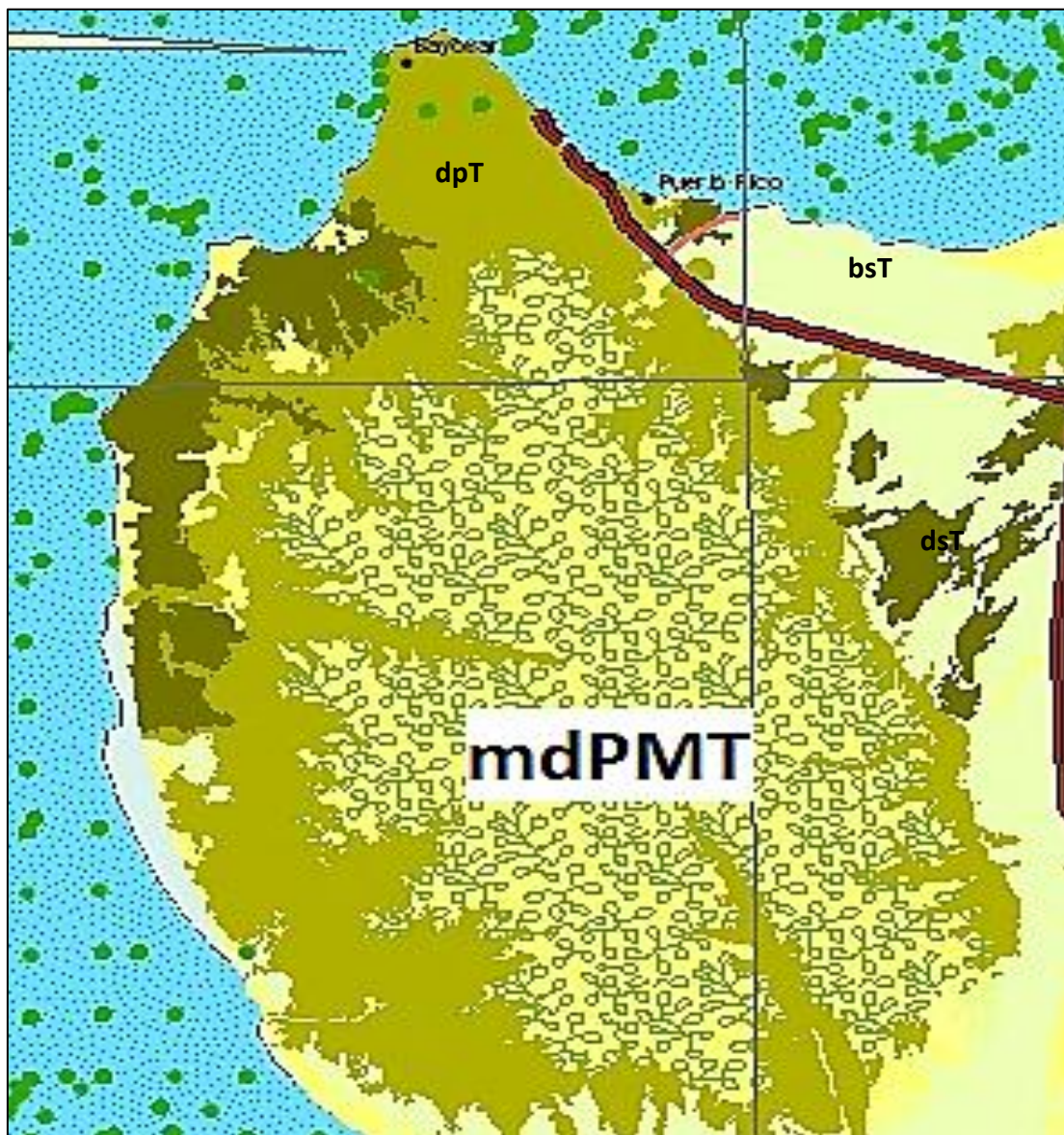
#### **3.7.8.4.1. Descripción general de la flora y vegetación**

El área de estudio localizada en la costa norte del Perú, está caracterizada por una marcada aridez, con valores de precipitación menores a 200 mm, sin embargo, durante años con ocurrencia del Evento El Niño (ENSO) los valores se incrementan hasta alcanzar valores cercanos a 1000 mm (Bernez de Falen & Revesz 1988).

Esta área está dominada por un bosque seco que mayormente estado dominado por el algarrobo (*Prosopis pallida*) y el palo verde (*Parkinsonia aculeata*), por lo que es denominado como “algarrobal” por algunos autores y está caracterizado estructuralmente como sabana y forma parte de la ecorregión del bosque seco ecuatorial (Brack 1986, Mostacero et al. 1996, Ferreyra 1983, Weberbauer 1945).

Las Zonas de Vida (según el Sistema Bioclimático de Holdridge) incluidas en el área de estudio son principalmente el desierto perárido tropical (dpT), el matorral desértico premontano tropical (mdPMT) y en menor medida el bosque seco tropical (bsT) y el desierto superárido Tropical (dsT) (figura 3.7.7-1).

Figura 3.7.8-1. Zonas de Vida en el área de estudio



dpT: desierto perárido tropical

mdPMT: matorral desecado premontano tropical

bsT: bosque seco tropical) y dsT (desierto superárido tropical

Fuente: Mapa de Zonas de Vida. Gobierno Regional de Piura, 2010.

El desierto perárido tropical tienen temperaturas medias anuales entre 20,8 y 23,4°C, y precipitaciones anuales entre 73,5 y 104,2 mm. La topografía es suave plana hasta colinosa, con yermosoles, xerosoles y regosoles, así como suelos de morfología estratificada de origen aluviónico. La vegetación está conformada por

manchas de “algarrobos” *Prosopis* spp, “vichayos” *Capparis avicennifolia* y “sapote” *Colicodendron scabridum* (INRENA 1995).

El matorral desértico premontano tropical presenta una temperatura media anual entre 22,3 y 25,5°C y una precipitación total anual entre 100,9 y 242,1 mm. El relieve topográfico varía entre ondulado y quebrado con algunas pendientes. Los suelos son regosoles con fluvisoles asociados. La vegetación está compuesta por árboles pequeños, achaparrados como el sapote *Colicodendron scabridum*, “algarrobos” *Prosopis* spp y arbustos como el vichayo *Capparis avicennifolia*, así como herbáceas estacionales (INRENA 1995).

El bosque seco tropical presenta temperaturas anuales entre 23,9 y 25,1°C, y precipitaciones entre 1000 y 1390 mm. La vegetación está conformada por un bosque con especies perennifolias y caducifolias con densidades medias a escasas (INRENA 1995).

El desierto superárido tropical presenta temperaturas alrededor de 24°C y precipitaciones anuales entre 62,5 y 125 mm. La topografía es plana a ondulada y con una fuerte erosión eólica. Los suelos son yermosoles y xerosoles cálcicos y gípsicos, regosoles (arenosos) y fluvisoles. La vegetación natural es escasa, algunos sectores con arbustos xerofíticos y en algunos parches árboles pequeños de *Prosopis* y *Colicodendron* (INRENA 1995).

En el presente estudio utilizamos los nombres Bosque seco con predominio de sapote (BSPS) para el “sapotal” y Bosque seco mixto (BSM) que incluye una mezcla de algarrobos, sapote y palo verde. Adicionalmente, en el ámbito del estudio, se presentan una vegetación asociada a las fuentes de agua, la cual por la naturaleza salobre de las mismas está formada por plantas halófitas, siguiendo a Weberbauer (1945) se ha denominado a esta unidad como Vegetación halófitas de playas marinas (VHPM).

La región de Sechura ha sido visitada por diversos autores desde hace mucho tiempo atrás, como Raimondi (1901), Weberbauer (1945), Ferreyra (1979, 1983), Mostacero y colaboradores (1996), Galvez y colaboradores (2006), los últimos autores encontraron un total de 12 especies de plantas, lo cual se explica porque no consideraron las comunidades de hierbas halófitas.

En general la vegetación del área puede ser considerada en dos grandes tipos, los bosques secos predominantes en el paisaje y los pequeños parches de vegetación halófito asociada a las playas marinas. No se registró cambios estacionales importantes, por lo que no se realiza un análisis estacional de la flora y vegetación.

#### 3.7.8.4.2. Composición florística

La flora del ámbito de estudio está representada por 17 especies de plantas vasculares (cuadro 3.7.8-1) un número esperado debido a la aridez del ambiente evaluado. La gran mayoría de las especies pertenecen a la clase Magnoliopsida (=dicotiledóneas) con 16 especies y con sólo una especie de Liliopsida (=monocotiledóneas) principalmente en la vegetación ligada a cuerpos de agua (ver figura 3.7.8-2).

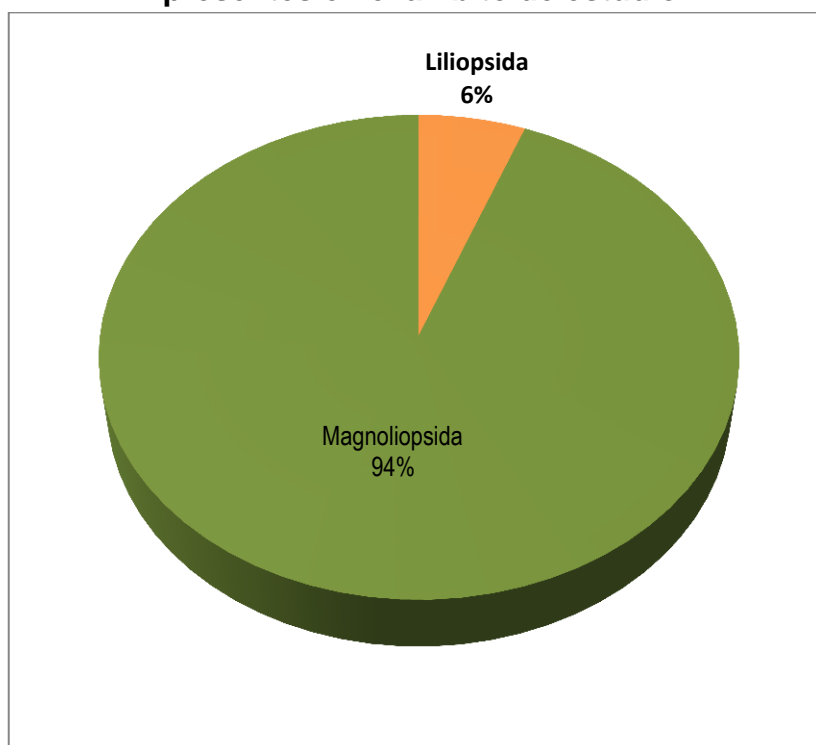
**Cuadro 3.7.7-1. Lista de especies de plantas vasculares presentes en el área de estudio.**

Familia	Nombre científico	Nombre común
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	lejía verde, lito
Amaranthaceae	<i>Alternanthera peruviana</i>	hierba blanca
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pubiflora</i>	
Asteraceae	<i>Encelia canescens</i>	
Bataceae	<i>Batis marítima</i>	vidrio
Boraginaceae	<i>Tiquilia dichotoma</i>	manito de ratón
Boraginaceae	<i>Tiquilia paronychioides</i>	flor de arena
Capparaceae	<i>Capparis avecinnifolia</i>	vichayo
Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	sapote

Familia	Nombre científico	Nombre común
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce lasiocarpa</i>	
Fabaceae	<i>Chamaecrista glandulosa</i>	
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	palo verde
Fabaceae	<i>Prosopis pallida</i>	algarrobo
Lamiaceae	<i>Galvezia fruticosa</i>	curi
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	grama salada
Rhamnaceae	<i>Scutia spicata</i>	espinos verde

Fuente: BISA

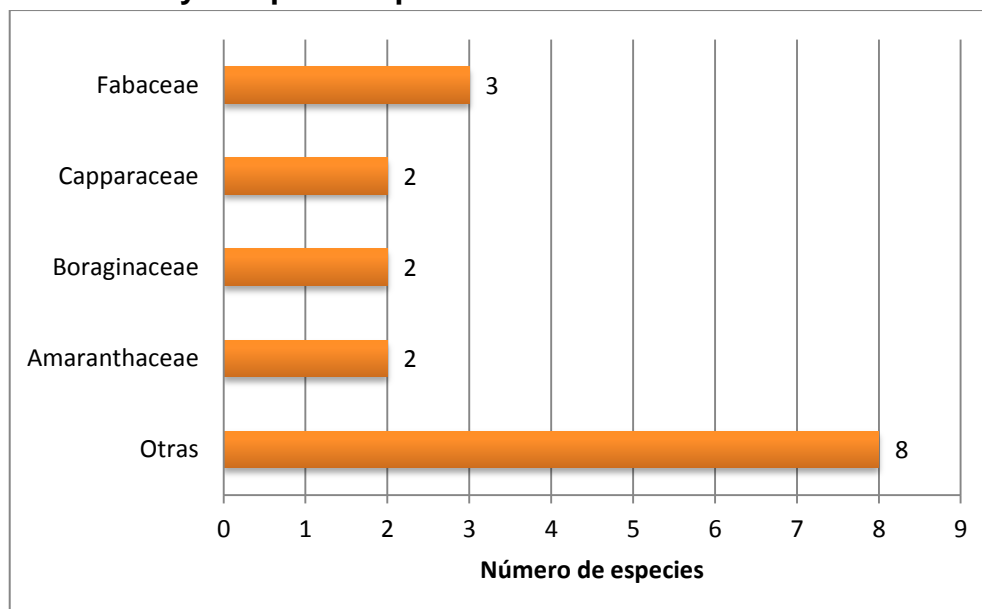
**Figura 3.7.8-2. Porcentaje de especies de plantas por clases botánicas presentes en el ámbito de estudio**



Fuente: BISA

La familia botánica con mayor número de especies fue Fabaceae (= leguminosas), la familia del algarrobo con tres especies, seguida de Capparaceae, Boraginaceae y Amaranthaceae, ambas con dos especies (figura 3.7.8-3).

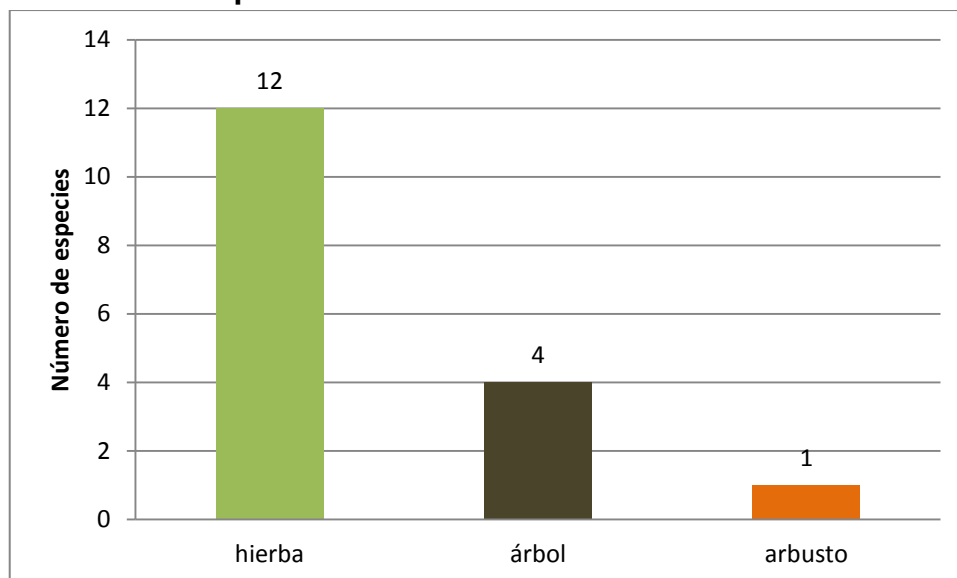
**Figura 3.7.8-3. Número de especies de plantas por familias botánicas con mayor riqueza específica en el ámbito de estudio**



Fuente: BISA

Estas 17 especies de plantas presentaron tres formas de crecimiento: árboles (plantas leñosas con un tronco principal y tamaño generalmente mayor a 3 m), arbustos (plantas leñosas sin un tronco principal notorio y tamaño generalmente menor a 3 m) y hierbas (plantas sin tejido leñoso). La mayoría de especies fueron hierbas (12 especies), seguidas de árboles y arbustos (figura 3.7.8-4).

**Figura 3.7.8-4. Número de especies de plantas por formas de crecimiento presentes en el ámbito de estudio**



Fuente: BISA

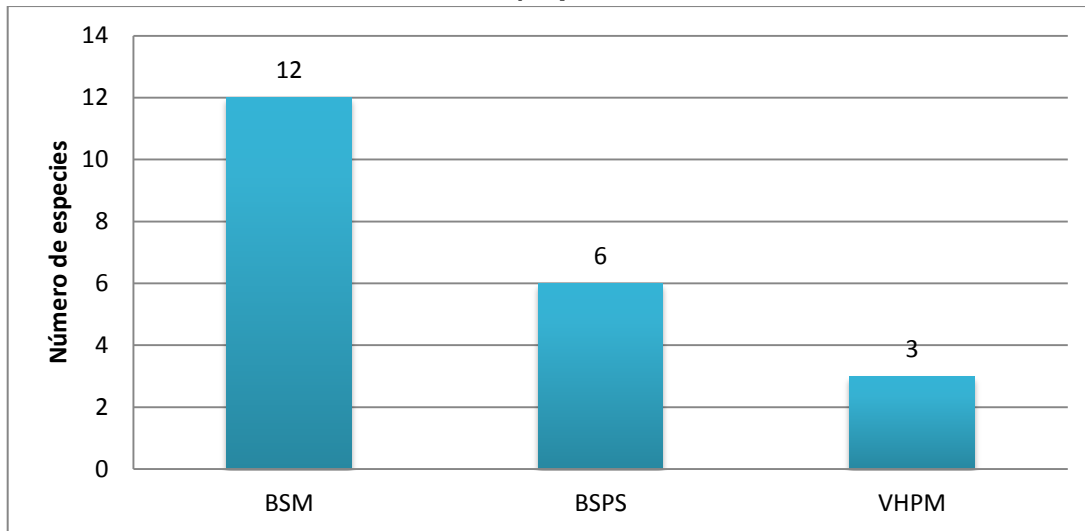
La composición de la flora registrada en el área de estudio corresponde a lo esperado, si bien no existe una publicación que incluya exactamente esta zona, un trabajo general sobre flora y fauna del desierto (Gálvez et al. 2006) registra 12 especies de plantas con las Fabaceae como la familia con más especies. En el presente estudio se incluyen también las especies de vegetación halófila asociada a playas marinas por lo que el número de especies es mayor.

#### **3.7.8.4.3. Unidades de vegetación**

En el área de estudio se registraron tres unidades de vegetación que fueron denominadas siguiendo una nomenclatura modificada a partir de los clásicos trabajos de Weberbauer (1945) y Ferreyra (1979, 1983). Las unidades registradas son: vegetación halófila de playas marinas (VHPM), bosque seco mixto (BSM) y bosque seco con predominio de sapote (BSPS) (figura 3.7.8-5), cada una con características comunitarias propias (figura 3.7.8-6).

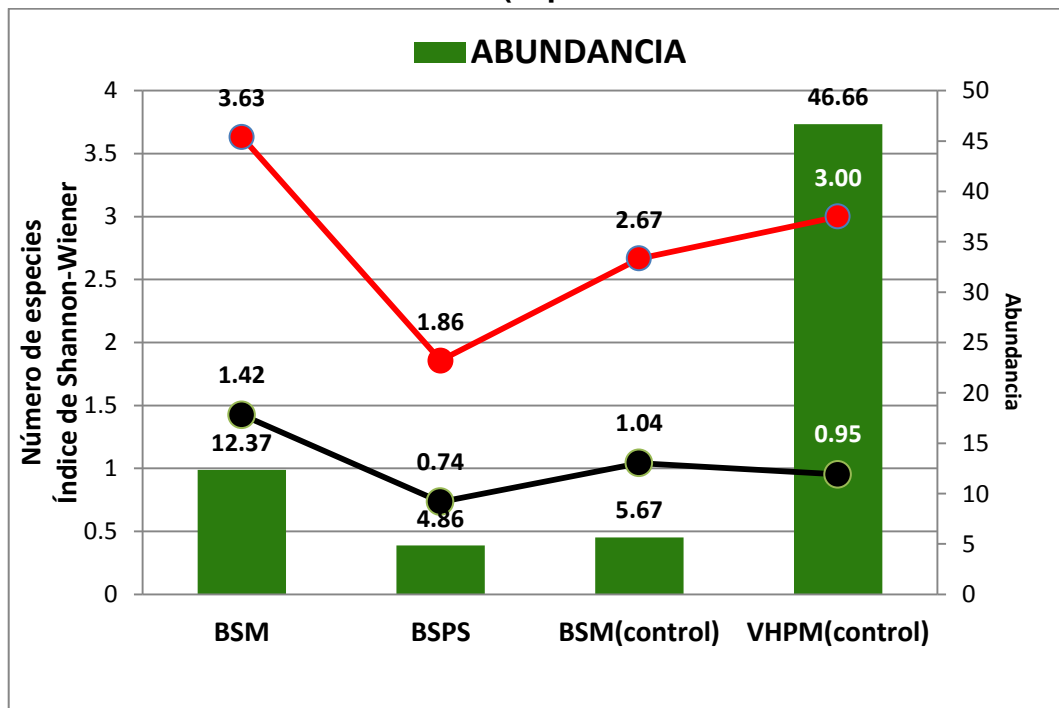


**Figura 3.7.8-5. Número de especies de plantas por unidades de vegetación presentes en el ámbito de estudio (explicación de abreviaturas en el texto)**



Fuente: BISA

**Figura 3.7.8-6. Parámetros comunitarios por unidades de vegetación presentes en el ámbito de estudio (explicación de abreviaturas en el texto)**



Fuente: BISA

(El área de control ha sido señalada)

**a. Vegetación Halófito de Playas Marinas (VHPM)**

La vegetación halófito está conformada por especies de plantas de diferentes familias filogenéticamente no relacionadas pero adaptadas a suelos con alto contenido de sal (Flowers et al. 2010). En el área de estudio esta vegetación se encuentra distribuida en las orillas arenosas o playas evaluadas en la zona de control.

Tres especies fueron registradas en este tipo de vegetación (figura 3.7.8-5, cuadro 3.7.8-2), siendo la unidad con menor riqueza de especies, lo que se explica por las difíciles condiciones ambientales donde se desarrolla este tipo de plantas, en las orillas del mar.

Todas las especies son hierbas, suculentas (lito y vidrio) y graminoides (grama salada), no alcanzan más de 0,8 m de altura y se distribuyen de manera fragmentada en zonas donde no alcanza la marea alta (figura 3.7.8-7).

**Cuadro 3.7.8-2. Lista de especies de plantas vasculares presentes en la unidad de vegetación Halófito de Playas Marinas (VHPM)**

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
AIZOACEAE	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	lejía verde, lito
BATACEAE	<i>Batis maritima</i> L.	Vidrio
POACEAE	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	grama salada

Fuente: BISA

**Figura 3.7.8-7. Vegetación halófila de playas marinas en punto de control 02.**



Fuente: BISA

Esta unidad fue evaluada en un sitio de muestreo en el control 02 con dos parcelas en total (cuadro 3.7.7-3). Los datos de estas parcelas han sido utilizados para el análisis cuantitativo de esta unidad de vegetación.

El análisis cuantitativo permitió obtener información de cobertura total, diversidad de especies y equitabilidad en esta unidad de vegetación (cuadro 3.7.7-4). El número de especies por parcela promedio fue de 2.2, variando desde una hasta tres especies, mientras que la cobertura promedio alcanzó 51.6%, con valores entre 6,1 y 102,2% y la diversidad medida por el índice de Shannon-Wiener fue muy baja en promedio ( $H' = 0.712$  bits/ind., entre 0 y 1.547 bits/ind.) al igual que la medida por el índice de Simpson ( $1-D = 0.293$  probits en promedio). Estos valores bajos de diversidad se deben principalmente a la baja riqueza (=número) de especies y también a que en muchos casos hubo fuerte dominancia de una especie, lo que se puede observar en los bajos valores de equitabilidad (0,48 en promedio).

**Cuadro 3.7.8-3. Parcelas y sitios de muestreo correspondiente a la unidad de vegetación Halófito de Playas Marinas (VHPM)**

SITIO MUESTREO	PARCELA	EASTING	NORTHING	ALTITUD
control 2	Ve-control2-01	490482	9356971	17
	Ve-control2-02	490550	9357157	15

Fuente: BISA

En síntesis se puede decir que esta unidad de vegetación se caracteriza por una baja riqueza y diversidad de especies, pero con una cobertura media (figura 3.7.8-4).

**Cuadro 3.7.8-4. Parámetros comunitarios correspondientes a la unidad de vegetación Halófito de Playas Marinas (VHPM)**

Sitio de muestreo	Parcela	Especies	Abundancia	Simpson (1-D)	Shannon-Wiener (H')	Equitabilidad
Control 02	Ve-control2-01	3	33.8	0.4661	1.1811	0.7452
	Ve-control2-02	3	59.52	0.3015	0.7226	0.4559
	<b>Promedio</b>	<b>3</b>	<b>46.66</b>	<b>0.3838</b>	<b>0.9519</b>	<b>0.6005</b>

Fuente: BISA

#### **b. Bosque Seco Mixto (BSM)**

Esta unidad de vegetación es la más ampliamente representada en el área de evaluación. Se encuentra ocupando las zonas planas con suelos pedregosos, laderas poco inclinadas y quebradas, se presentan en zonas que no tiene formación frecuente de dunas. Es el tipo de vegetación más representativo del ámbito de la evaluación.

Doce especies fueron registradas en este tipo de vegetación (figura 3.7.8-5, cuadro 3.7.8-5), siendo la unidad con mayor riqueza de especies, lo que se explica por la gran extensión que ocupa.

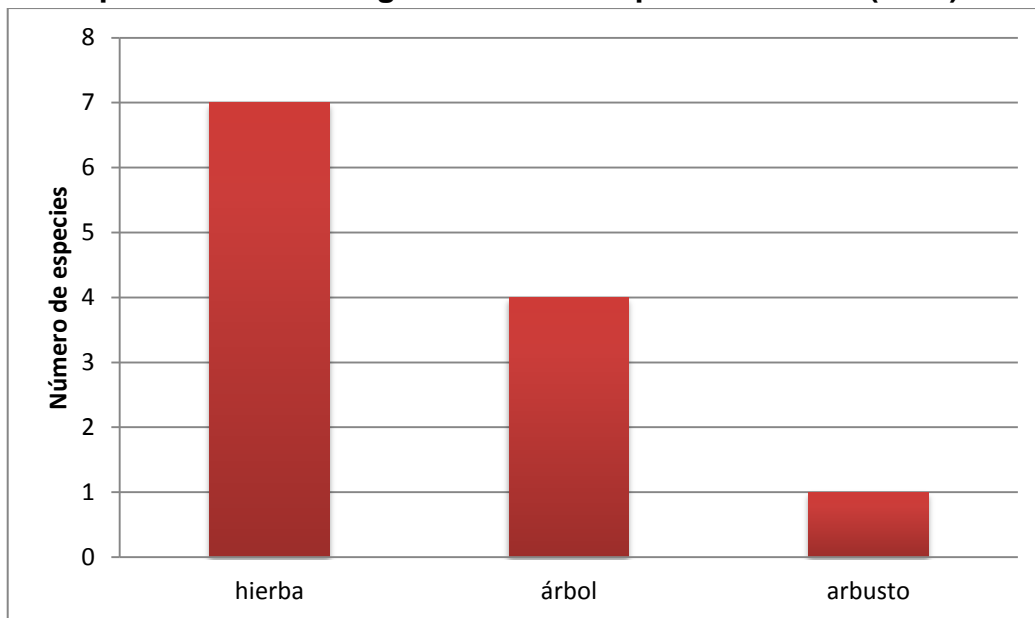
Siete especies son hierbas y cuatro árboles, con una arbustiva (figura 3.7.8-8). Las hierbas son típicamente xerofitas y presentan una no muy marcada estacionalidad, mientras que arbustos y árboles son perennes. Las hierbas son de bajo porte (menos de 40 cm) mientras que los árboles varían mucho de tamaño dependiendo de la localidad, en algunas zonas altas llegan a alcanzar un máximo de 10 m. Esta unidad de vegetación se distribuye de manera relativamente homogénea en gran parte del área de estudio (figura 3.7.8-9).

**Cuadro 3.7.8-5. Lista de especies de plantas vasculares presentes en la unidad de Bosque Seco Mixto (BSM)**

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pubiflora</i>	hierba blanca
Asteraceae	<i>Encelia canescens</i>	
Boraginaceae	<i>Tiquilia dichotoma</i>	manito de ratón
Capparaceae	<i>Capparis avicennifolia</i>	vichayo
Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	sapote
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce lasiocarpa</i>	
Fabaceae	<i>Chamaecrista glandulosa</i>	
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	palo verde
Fabaceae	<i>Prosopis pallida</i>	algarrobo
Lamiaceae	<i>Galvezia fruticosa</i>	Curi
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	
Rhamnaceae	<i>Scutia spicata</i>	espino verde

Fuente: BISA

**Figura 3.7.8-8. Número de especies de plantas por formas de crecimiento presentes en la vegetación de Bosque Seco Mixto (BSM)**



Fuente: BISA

**Figura 3.7.8-9. Bosque Seco Mixto (BSM) Cerro Illescas.**



Fuente: BISA

Esta unidad fue evaluada en ocho sitios de muestreo, siete en áreas con posibles influencias del proyecto y una en área control al pie del Cerro Illescas. En total se evaluaron 23 parcelas (cuadro 3.7.8-6). Los datos de estas parcelas han sido utilizados para el análisis cuantitativo de esta unidad de vegetación.

**Cuadro 3.7.8-6. Parcelas y sitios de muestreo correspondiente a la unidad de Bosque Seco Mixto (BSM)**

SITIO MUESTREO	PARCELA	ESTE	NORTE	ALTITUD
5	Ve05-1	492846	9357137	128
	Ve05-2	492603	9357190	113
6	Ve06-1	493604	9356139	163
	Ve06-2	493210	9356787	143
	Ve06-3	492984	9356635	163
9	Ve09-1	494054	9354768	189
	Ve09-2	494110	9354720	186
	Ve09-3	494140	9354557	193
10	Ve10-1	494871	9355043	130
	Ve10-2	495009	9355179	118
	Ve10-3	494850	9354651	168
11	Ve11-1	494812	9353701	316
	Ve11-2	494741	9353732	289
	Ve11-3	494685	9353928	229
12	Ve12-1	496369	9352540	168
	Ve12-2	496375	9352783	152
	Ve12-3	496086	9352710	195
13	Ve13-1	496820	9343315	150
	Ve13-2	496626	9353198	160
	Ve13-3	496586	9353259	134
control 1	Ve-control1-01	492383	9354279	100
	Ve-control1-02	491288	9354457	69
	Ve-control1-03	490605	9354671	45

Fuente: BISA

De manera similar a la anterior unidad, este análisis cuantitativo permitió obtener información de abundancia, cobertura total, diversidad de especies y equitabilidad en esta unidad de vegetación (Cuadro 3.7.8-7). El número de especies por parcela promedio fue de 3.5, variando desde uno hasta seis especies, mientras que la abundancia promedio alcanzó 11.55 individuos/parcela, con valores entre 4 y 22. La diversidad medida por el índice de Shannon-Wiener fue relativamente baja en promedio ( $H' = 1.37$  bits/ind., entre 0 y 2.1 bits/ind.) al igual que la medida por el índice de Simpson ( $1-D = 0.51$  probits en promedio). Estos valores de diversidad fueron mayores a los de la vegetación herbácea (VHPM). Sin embargo, los valores de riqueza, diversidad y cobertura fueron mayores a lo registrado en el bosque seco con predominancia de sapote (figura 3.7.8-10).

**Cuadro 3.7.8-7. Parámetros comunitarios correspondientes a la unidad de vegetación Bosque Seco Mixto (BSM)**

Sitio de muestreo	Parcelas	Especies	Abundancia	Simpson (1-D)	Shannon-Wiener (H')	Equitabilidad
05	Ve-05-01	2	6	0.278	0.650	0.650
	Ve-05-02	1	8	0.000	0.000	0.000
06	Ve-06-01	3	13	0.272	0.773	0.488
	Ve-06-02	2	16	0.117	0.337	0.337
	Ve-06-03	4	11	0.446	1.278	0.639
09	Ve-09-01	4	10	0.480	1.357	0.678
	Ve-09-02	4	14	0.459	1.292	0.646
	Ve-09-03	4	17	0.720	1.904	0.952
10	Ve-10-01	4	14	0.663	1.779	0.889
	Ve-10-02	4	6	0.722	1.919	0.959
	Ve-10-03	4	10	0.480	1.357	0.678
11	Ve-11-01	4	8	0.656	1.750	0.875
	Ve-11-02	6	18	0.716	2.105	0.815
	Ve-11-03	4	22	0.678	1.790	0.895
12	Ve-12-01	4	21	0.671	1.782	0.891
	Ve-12-02	4	16	0.672	1.749	0.875

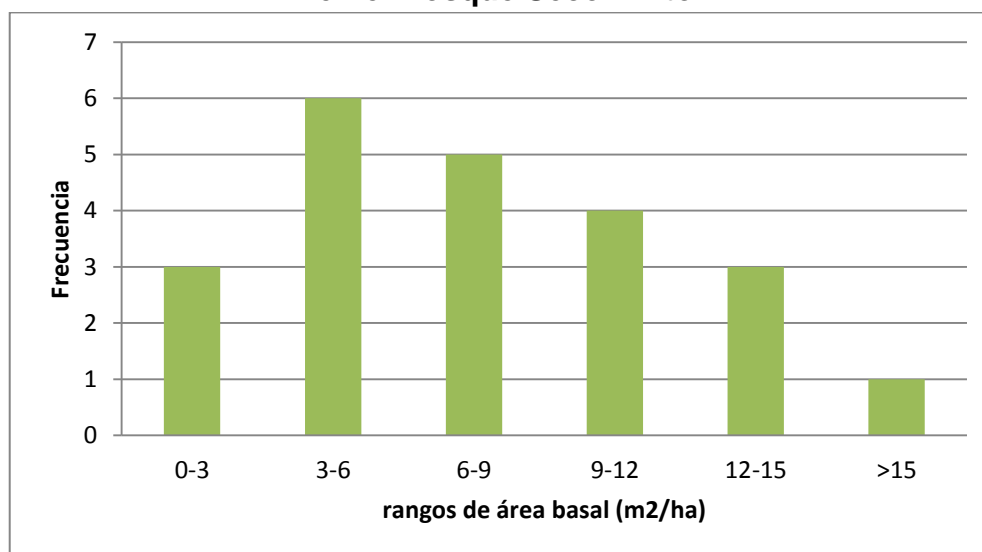


Sitio de muestreo	Parcelas	Especies	Abundancia	Simpson (1-D)	Shannon-Wiener (H')	Equitabilidad
13	Ve-13-01	3	9	0.568	1.352	0.853
	Ve-13-02	4	6	0.722	1.919	0.959
	Ve-13-03	4	10	0.740	1.971	0.986
<b>Promedio</b>		<b>3.632</b>	<b>12.368</b>	<b>0.530</b>	<b>1.424</b>	<b>0.740</b>
Control 01	Ve-control1-01	4	7	0.612	1.665	0.832
	Ve-control1-02	2	4	0.375	0.811	0.811
	Ve-control1-03	2	6	0.278	0.650	0.650
<b>Promedio</b>		<b>2.667</b>	<b>5.667</b>	<b>0.422</b>	<b>1.042</b>	<b>0.765</b>
<b>Promedio total</b>		<b>3.5</b>	<b>11.4545</b>	<b>0.5148</b>	<b>1.3722</b>	<b>0.7435</b>

Fuente: BISA

Para los bosques secos presentes en el ámbito de estudio se determinó las áreas basales de los árboles, así como el volumen de madera aproximado. Los valores de área basal variaron mucho en las diferentes parcelas con un promedio para el bosque seco mixto (BSM) de 7.92 m<sup>2</sup>/ha y con la mayoría de parcelas con valores de menos de 10 m<sup>2</sup>/ha (figura 3.7.8-10).

**Figura 3.7.8-10. Frecuencia de parcelas por rangos de áreas basales por ha en el Bosque Seco Mixto**



Fuente: BISA

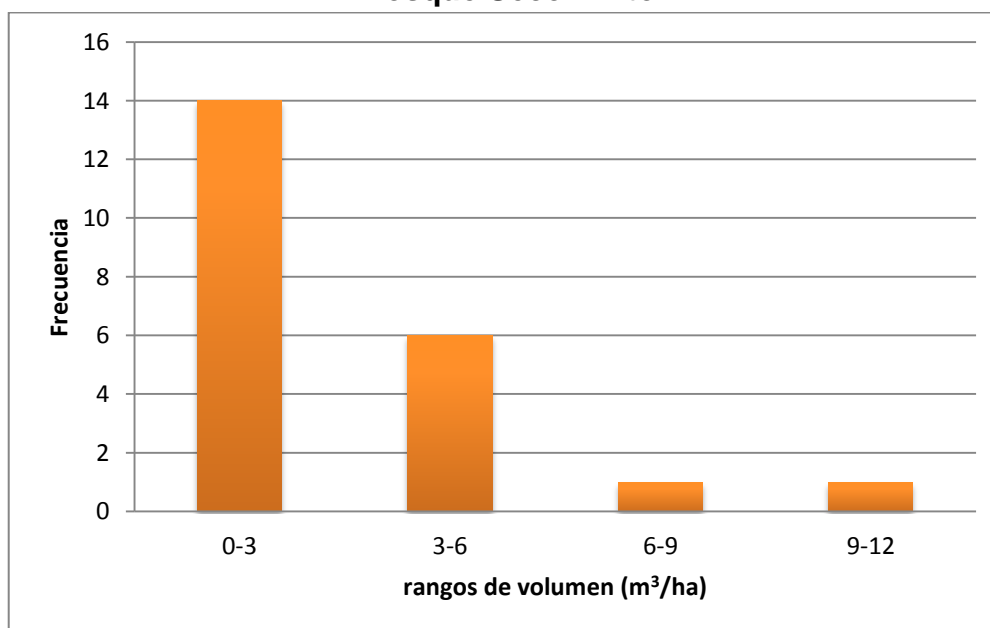
Analizando los valores de volumen de madera calculado para ambos tipos de bosque seco presentes en el área, se encuentra que en el caso de los bosques secos mixtos (BSM) el valor promedio fue de 3.12 m<sup>3</sup>/ha, lo que indica un muy pobre valor de potencial forestal (cuadro 3.7.8-8), con la gran mayoría de parcelas se encuentran por debajo de los 3 m<sup>3</sup>/ha (un valor de pobre potencial forestal) (figura 3.7.8-11).

**Cuadro 3.7.8-8. Categorías de Potencial Forestal según IIAP 2008 en Martínez (2010)**

Categoría	Potencial	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
I	Excelente	>150
II	Muy bueno	120-150
III	Bueno	90-120
IV	Regular	60-90
V	Pobre	<60

Fuente: Martínez 2010

**Figura 3.7.8-11. Frecuencia de parcelas por rangos de volumen por ha en el Bosque Seco Mixto**



Fuente: BISA

### c. Bosque Seco con Predominio de Sapote (BSPS)

Esta unidad de vegetación es el segundo tipo de bosque presente en el área de evaluación. Se encuentra ocupando las zonas planas y colinosas con suelos arenosos en zonas donde el viento produce dunas de arena de diferentes tamaños.

Seis especies fueron registradas en este tipo de vegetación (figura 3.7.8-5, cuadro 3.7.8-9), siendo la segunda unidad con mayor riqueza de especies, lo que se explica porque la presencia de vientos fuertes que acarrear la arena y forman dunas hace difícil el establecimiento de las plantas.

Dos especies son hierbas y cuatro árboles (figura 3.7.8-12). Las hierbas son típicamente xerofitas sin una marcada estacionalidad, mientras que los árboles son perennes.

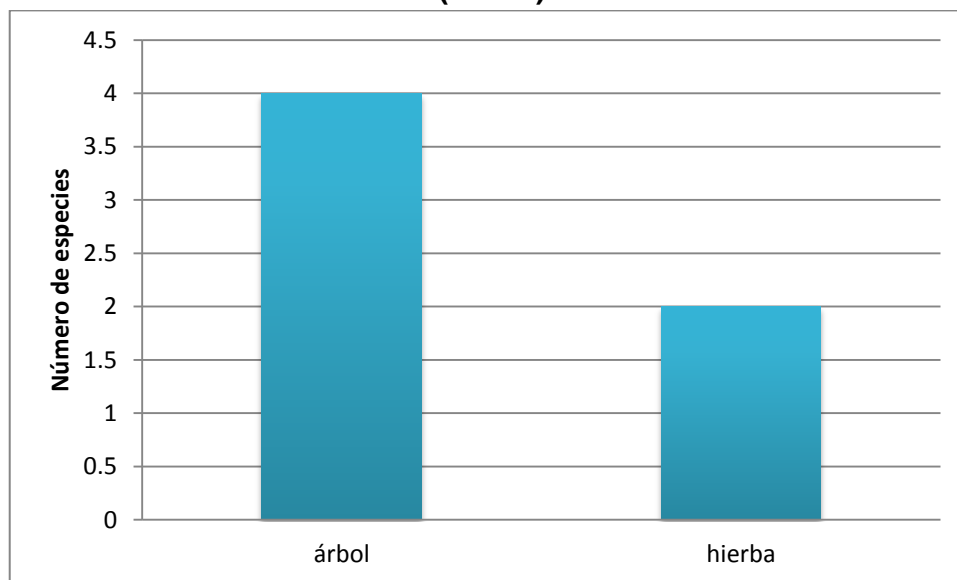
Las hierbas son de bajo porte (menos de 30 cm) mientras que los árboles varían mucho de tamaño dependiendo de la localidad, en algunas zonas llegan a alcanzar un máximo de 4 m, pero la mayoría tiene menos de 2 m. Esta unidad de vegetación se distribuye de manera fragmentada en los límites del área de estudio (figura 3.7.8-13).

**Cuadro 3.7.8-9. Lista de especies de plantas vasculares presentes en la unidad de Bosque Seco con Predominio de Sapotes (BSPS)**

Familia	Nombre científico	Nombre común
BORAGINACEAE	<i>Tiquilia dichotoma</i> (R. & P.) Pers.	manito de ratón
	<i>Tiquilia paronychioides</i> (F. Phil.) A.T. Richardson	flor de arena
CAPPARACEAE	<i>Capparis avicennifolia</i> Kunth	vichayo, bichayo
	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	sapote
FABACEAE	<i>Hoffmannseggia viscosa</i> (R & P.) Hook. & Arn. var. <i>viscosa</i>	
	<i>Prosopis pallida</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth	algarrobo

Fuente: BISA

**Figura 3.7.8-12. Número de especies de plantas por formas de crecimiento presentes en la vegetación de Bosque Seco con Predominio de Sapotes (BSPS)**



Fuente: BISA

**Figura 3.7.8-13. Bosque Seco con Predominio de Sapotes (BSPS) en sitio de muestreo 2**



Fuente: BISA

Esta unidad fue evaluada en tres sitios de muestreo. En total se evaluaron ocho parcelas (cuadro 3.7.8-10). Los datos de estas parcelas han sido utilizados para el análisis cuantitativo de esta unidad de vegetación.

**Cuadro 3.7.8-10. Parcelas y sitios de muestreo correspondiente a la unidad de Bosque Seco con Predominio de Sapotes (BSPS)**

Sitio de muestreo	Parcelas	EASTING	NORTHING	ALTITUD
2	Ve-02-01	491365	9359226	80
	Ve-02-02	491497	9359502	95
	Ve-02-03	491387	9359745	79
3	Ve-03-01	491820	9359300	110
	Ve-03-02	4919935	9359173	114
8	Ve-08-01	493679	9354648	198
	Ve-08-02	493701	9354730	196
	Ve-08-03	493810	9354951	193

Fuente: BISA

De manera similar a la anterior unidad, este análisis cuantitativo permitió obtener información de abundancia, cobertura total, diversidad de especies y equitabilidad en este tipo de bosque (cuadro 3.7.8-11). El número de especies por parcela promedio fue de 1.8, variando desde uno hasta tres especies, mientras que la abundancia (medida como la densidad por parcela) presentó un promedio de 4.8 árboles por parcela con valores entre 2 y 8 árboles. La diversidad medida por el índice de Shannon-Wiener fue muy baja en promedio ( $H' = 0.735$  bits/ind., entre 0 y 1.52 bits/ind.) al igual que la medida por el índice de Simpson ( $1-D = 0.342$  probits en promedio). Estos valores de diversidad fueron menores a los del bosque seco mixto, debido principalmente a que cada parcela suele incluir muy pocas especies, en aquellos casos donde una sola especie se presenta el índice es cero, lo que disminuye el valor promedio final.

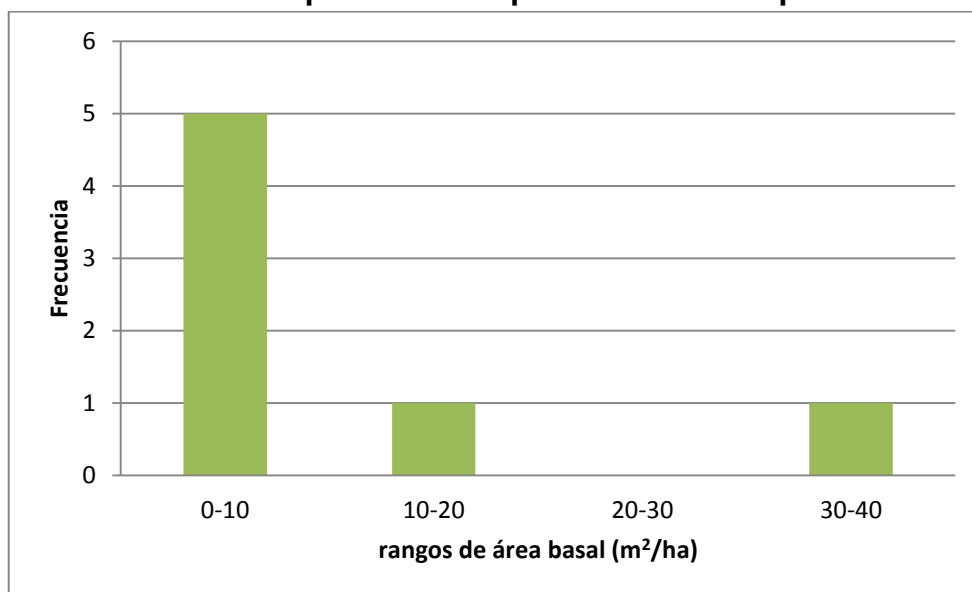
**Cuadro 3.7.8-11. Parámetros comunitarios correspondientes a la unidad de vegetación Bosque Seco con predominancia de Sapotes (BSPS)**

Sitio de muestreo	Parcelas	Especies	Abundancia	Simpson (1-D)	Shannon-Wiener (H')	Equitabilidad
02	Ve-02-01	2	5	0.320	0.722	0.722
	Ve-02-02	2	3	0.444	0.918	0.918
	Ve-02-03	2	4	0.500	1.000	1.000
03	Ve-03-01	1	2	0.000	0.000	0.000
08	Ve-08-01	2	7	0.490	0.985	0.985
	Ve-08-02	3	5	0.640	1.522	0.960
	Ve-08-03	1	8	0.000	0.000	0.000
<b>Promedio</b>		<b>1.857</b>	<b>4.857</b>	<b>0.342</b>	<b>0.735</b>	<b>0.655</b>

Fuente: BISA

Los valores de área basal variaron también mucho en las diferentes parcelas con un promedio para el bosque seco con predominio de sapotes (BSPS) de 12.1 m<sup>2</sup>/ha y con la mayoría de parcelas con valores de menos de 10 m<sup>2</sup>/ha (figura 3.7.8-14).

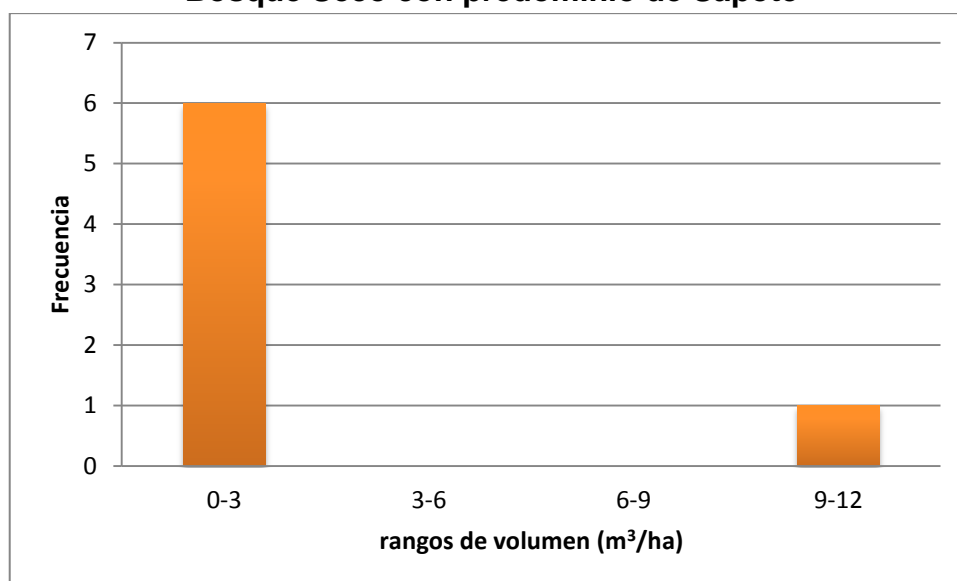
**Figura 3.7.8-14. Frecuencia de parcelas por rangos de áreas basales por ha en el Bosque Seco con predominio de Sapote**



Fuente: BISA

En los bosques con predominio de sapote (BSPS) el valor promedio de volumen de madera fue de 2.6 m<sup>3</sup>/ha, lo que indica un valor muy pobre de potencial forestal (cuadro 3.7.8-15), la gran mayoría de parcelas se encuentran por debajo de los 3 m<sup>3</sup>/ha (un valor de pobre potencial forestal) (figura 3.7.8-15, cuadro 3.7.8-8).

**Figura 3.7.8-15. Frecuencia de parcelas por rangos de volumen por ha en el Bosque Seco con predominio de Sapote**



Fuente: BISA

#### 3.7.8.4.4. Especies de importancia

Del total de especies de plantas presentes en el área de estudio, cuatro son de especial importancia, tres están incluidas en el Decreto Supremo 043-2006-AG que enlista a las especies vegetales en categorías de amenaza nacional y una es endémica del Perú, es decir su distribución está restringida a un territorio limitado (cuadro 3.7.8-12).

Las especies consideradas amenazadas por la legislación nacional son dos árboles y una hierba. La única especie herbácea es *Batis marítima* “vidrio” (figura 3.7.8-16) una hierba suculenta (que llega subarbusto suculento) que puede ser una planta postrada o erecta, tiene sexos separados y con frecuencia forma

masas densas en los alrededores de los estuarios y en orillas de playas marinas, tiene hojas suculentas, de color verde amarillento; sus inflorescencias son espigas que nacen por encima de las hojas; las masculinas tetragonales, y las femeninas ovoides, ambas con flores reducidas, y el fruto es de tipo drupáceo, con aspecto esponjoso. Está considerada en la categoría de amenaza “en peligro crítico” (CR) por la afectación a su hábitat. En el área de estudio se encontró en la vegetación hidrófita de playa marina (VHPM).

El “sapote” *Colicodendron scabridum*, es la otra especie considerada en la categoría de “en peligro crítico” (CR). El sapote es un árbol o arbusto, muchas veces postrado, presenta tallo compacto con la corteza fisurado-agrietada, presenta múltiples ramas y una copa amplia (figura 3.7.8-17). Sus hojas alternas, son de láminas oblongo-lanceoladas, coriáceas, lustrosas en el haz y densamente pubescente en el envés. Las flores son bisexuales, dispuestas en racimos presentan cuatro pétalos libres, estambres numerosos (cerca de 40), presenta un típico ginóforo de hasta 7 cm de longitud. El fruto es bacciforme cuando tierno, cápsula cuando maduro, oblongo o angostamente ovoide, carnoso, contiene semillas reniformes, cubiertas por un arilo pulposo anaranjado al estado fresco y corchoso al estado seco, pubescentes, numerosas (cerca de 100). Presenta el alto nivel de amenaza debido principalmente a la explotación de su madera para fines artesanales y como leña y carbón (Rodríguez et al. 2007). En el área de estudio se encontró en los bosques secos con predominio de sapote (BSPS) y mixto (BSM) (cuadro 3.7.8-12). Esta especie es una buena candidata para programas de conservación que aseguren disminuir el impacto de las actividades del proyecto.

La otra especie consideradas en categoría de amenaza es el árbol de la familia Fabaceae, *Prosopis pallida* “algarrobo” por el peligro que presenta (“vulnerable” (VU)) debido al uso intenso como fuente para carbón (figura 3.7.8-18).



**Cuadro 3.7.8-12. Especies de plantas de especial importancia presentes en el área de estudio**

Familia	Nombre científico	Nombre común	DS 043-2006-AG	Endémicas	Unidades
BATACEAE	<i>Batis maritima</i> L.	vidrio	CR		VHPM
BORAGINACEAE	<i>Tiquilia dichotoma</i> (Ruiz & Pav.) Pers	manito de ratón		AR,IC,LA,LI,LL,PI	BSM
CAPPARACEAE	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	sapote	CR		BSM, BSPS
FABACEAE	<i>Prosopis pallida</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth	algarrobo	VU		BSM, BSPS

Fuente: BISA

La única especie endémica nacional presente en el área de estudio es la Boraginaceae, *Tiquilia dichotoma*, una hierba perenne, presente en los ambientes áridos aluviales, lomas y tillandsiales (León et al. 2006, figura 3.7.8-19). En el área de estudio se registró en el bosque seco mixto, mientras que ha sido registrada en la costa de los departamentos de Arequipa (AR), Ica (IC), Lambayeque (LA), Lima (LI), La Libertad (LL) y Piura (PI) (Cuadro 3.7.8-12).

**Figura 3.7.8-16. *Batis marítima* “vidrio”, especie en peligro crítico registrada en el área de estudio.**



Fuente: BISA

**Figura 3.7.8-17. Flor de *Colicodendron scabridum* “sapote”, especie de árbol en peligro crítico registrada en el área de estudio.**



Fuente: BISA

**Figura 3.7.8-18. Flor y fruto inmaduro de *Prosopis pallida* “algarrobo”, especie de árbol vulnerable registrada en el área de estudio.**



Fuente: BISA

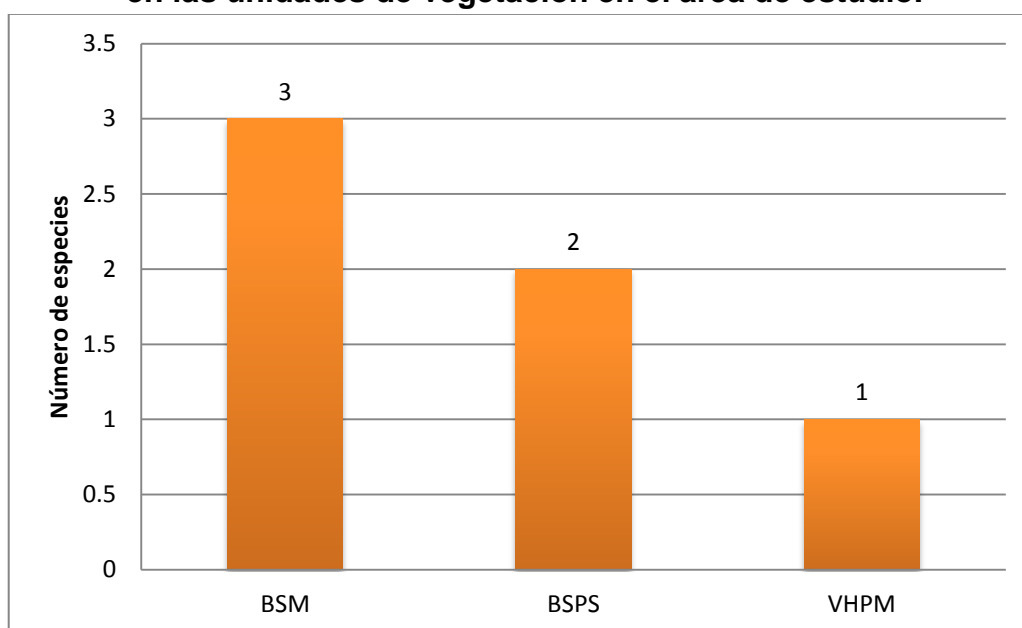
**Figura 3.7.8-19. *Tiquilia dichotoma* “pie de ratón”, especie de hierba endémica registrada en el área de estudio.**



Fuente: BISA

El Bosque seco mixto presentó el mayor número de especies de planta de importancia, seguido del bosque seco con predominio de sapote y por último la vegetación halófila de playas marinas (figura 3.7.8-20).

**Figura 3.7.8-20. Número de especies de plantas de importancia registradas en las unidades de vegetación en el área de estudio.**



Fuente: BISA

### 3.7.8.5. Conclusiones

- La flora del área de estudio está compuesta por un número limitado de especies, tan sólo 17, con predominio de la familia Fabaceae.
- La vegetación del ámbito de evaluación corresponde a tres unidades de vegetación: vegetación halófila de playas marinas, bosque seco mixto y bosque seco con predominio de sapotes.
- Los bosques secos mixtos son los que presentan más especies de importancia, por lo que deben ser consideradas prioritarios.
- Los valores de volúmenes de madera son muy bajos y están considerados dentro de los parámetros considerados como de pobre potencial forestal.

- El sapote *Colicodendron scabridum* debe ser considerada para un plan de manejo y recuperación por la creciente demanda de su madera con fines artesanales.

#### **3.7.8.6. Recomendaciones**

La importancia del área por ser una zona reservada y presentar valores paisajísticos y de biodiversidad, hacen necesario que se realicen estudios más detallados sobre la flora y se establezca un plan de monitoreo de la misma, así como estudios a nivel poblacional de las especies de mayor importancia tanto por su categoría de amenaza como por su endemismo.

#### **3.7.8.7. Bibliografía**

- Arana, C. 2007. Manual de evaluación de la vegetación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Bernex De Falen, N. & B. Revesz. 1988; Atlas Regional de Piura. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. PUCP - Centro de Investigación en Geografía Aplicada. Lima.
- Brack, A. 1986. Las ecorregiones del Perú. Bol. Lima 44: 57-70.
- Caviedes, C.N. 1998. Influencia de ENSO sobre las variaciones interanuales de ciertos ríos en América del Sur. Bull. de l'Institut Français d'Études Andines 27, 627-642
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). 2012. Apéndices I, II y III (en vigor a partir del 3 de abril de 2012).
- Decreto supremo N° 043-2006-AG. Categorización de especies amenazadas de flora silvestre.
- Erdmann, W.; N. Schulz, M: Richter & E.F. Rodríguez Rodríguez. 2008. Efectos del fenómeno del Niño 1997-1998 en la vegetación del desierto de Sechura, Región Paita hasta el año 2008. Arnaldoa 15(1): 63 – 86.

- Ferreyra, R. 1979. El Algarrobal y Manglar de la Costa Norte. Boletín de Lima. 1: 12-18.
- Ferreyra, R. (1983). Los tipos de vegetación de la costa peruana. Anales Jard. Bot. Madrid 40(1)241-256.
- Flowers, T.J., H. K. Galal & L. Bromham. 20120. Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plants. Functional Plant Biology, 37:604–612
- Gálvez, M. R. Barrionuevo & M. Charcape. 2006. El Desierto de Sechura: Flora, Fauna y relaciones Ecológicas. Universalia 11 (2):33-43.
- Goldberg, R.A.; G. Tisnado & R.A. Scofield. 1987. Characteristics of extreme rainfall events in NWPeru during the 1982/83 El Niño period. - Journal of Geophysical Research 92, 14225-14241
- INRENA. 1995. Manual del Mapa Ecológico del Perú. Ministerio de Agricultura, Lima.
- IUCN 2012. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 19 May 2012.
- León, B., J. Roque, C. Ulloa Ulloa, P.M. Jørgensen, N. Pitman & A. Cano (eds.) 2006. Libro Rojo de las Plantas endémicas del Perú. Revista Peruana de Biología, Edición Especial 13(2): 971 pp.
- Martínez, P. 2010. Forestal. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Valle del Río Apurímac - VRA. Iquitos - Perú
- Mateucci, S. D. & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. OEA, Monografía Científica # 22. 168+vi pp. Washington.
- Mostacero, J., F. Mejía y F. Pelaez. 1996. Fitogeografía del norte del Perú. Edit. CONCYTEC. Lima – Perú.
- Raimondi, A. 1901. El Perú. Vol. I-IV. Lima, Perú
- Rodríguez Rodríguez E. F., R. W. Bussmann, S. J. Arroyo, S. E. López & J. Briceño. 2007. *Capparis scabrida* (Capparaceae) una especie del Perú y Ecuador que necesita planes de conservación urgente. Arneloa 14(2):269-282

- Tovar, O. 1993. Las Gramíneas del Perú. Ruizia : RUIZIA, tomo 13. Monografía del Real Jardín Botánico: 1-482. Real Jardín Botánico. Madrid, España.480 pp..
- Womersley, J.S. 1981. Plant collecting and herbarium development: A manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Rome).
- Weberbauer, A. 1945. El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Estudio Fitogeográfico. Edit. Lumen. Ministerio de Agricultura. Lima. Perú.

### **3.7.9. Fauna – Aves Illescas**

#### **3.7.9.1. Generaliades**

El Cerro Illescas se encuentra en la principal península al sur de la bahía de Sechura, sus aves fueron documentadas por la investigadora María Koepcke en julio de 1958, en una gran variedad de ambientes, incluyendo la vegetación de este cerro sustentada en parte por la humedad de neblinas. Algunos ejemplares de las evaluaciones de M. Koepcke pudieran estar en el Field Museum of Natural History en Chicago, Estados Unidos (FMNH) y en Lima en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. La vegetación y la fauna fueron estudiadas por el esposo de M. Koepcke, H-W Koepcke en 1961.

La Zona Reservada Cerro Illescas, es la única Zona Reservada del departamento de Piura, protegida por el estado peruano desde el 16 de diciembre del 2010 con la Resolución Ministerial No. 251-2010-MINAM.

Cerro Illesca ha sido importante en la investigación y conservación de las aves por más de tres décadas, pues en 1980 Temple (Temple 1983) y más adelante Wallace y Temple (Wallace & Temple 1987, 1988) condujeron un programa experimental del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (en inglés, *US Fish and Wildlife Service*, FWS) con Cóndor Andino, orientadas a crear conocimiento que contribuyera a mejorar las técnicas de reproducción en cautiverio, reintroducción y monitoreo del Cóndor de California *Gymnogyps californianus*.

Numerosas instituciones (CDC 1992; CDC 2006, MINAM-SERNANP, 2009) e investigadores (Wust 1996, Tirira *et al.* 2004, Terán *et al.* 2004, Galvez *et al.* 2006, Véliz *et al.* 2008, More 2010), han contribuido a resaltar los atributos biológicos del Cerro Illescas. En esta Zona Reservada se han registrado poblaciones de aves de importancia en conservación como la Cortarrama



Peruana (*Phytotoma raimondii*) y Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) (Golder Associates 2007). Si bien se han reportado para esta zona muchas especies de aves endémicas de la región tumbecina; además de muchos otros vertebrados como mamíferos y reptiles endémicos, por mucho los estudios de Condor Andino *Vultur gryphus* ha sido notable en este lugar (Temple 1983, Wallace & Temple 1987, 1988, Stucchi 2009, More 2010) aportando al conocimiento de esta ave nacional emblemática para el turismo y la conservación la cual ha sido y es estudiada en todo el ámbito de su distribución en Sudamérica (Ríos-Uzeda & Wallace 2007, Lambertucci 2007).

La Zona Reservada Cerro Illescas es un área rica en fauna y flora, de gran importancia arqueológica y de gran belleza paisajística. Su importante biota marina y continental no solo es fuente de recursos para los grupos humanos locales, sino que es un centro de turismo ecológico, científico y deportivo difundido por el MINCETUR a través de PromPeru.

El presente informe es el resultado de la evaluación ornitológica de campo en la Zona Reservada Illescas, realizada durante el 27 de Marzo hasta el 02 de Abril del 2013.

#### **3.7.9.2. Objetivos**

- Evaluar cualitativa y cuantitativamente la población de aves que se encuentren presentes en la Zona Reservada Illescas que alberga el proyecto.
- Determinar las áreas de mayor importancia para las aves en el área del proyecto.
- Comparar la lista de especies de aves silvestres con las listas de categorización nacional e internacionales.

### **3.7.9.3. Área de estudio**

La Zona Reservada Cerro Illescas es un macizo rocoso en la península Illescas que va desde el litoral con playas y puntas rocosas y playas arenosas, hasta una zona rocosa alta cercana a los 500 m. Es una zona marino costera ubicada en el distrito y provincia de Sechura, departamento de Piura que cuenta con una extensión de 37 452.58 hectáreas.

Al ser un macizo rocoso de gran altitud para la región en la que se encuentra es una importante fuente de captación y almacenamiento de agua, protege el suelo del extremo sureño de Sechura de la acción erosiva del viento, permitiendo que las dunas de este desierto costero se desplacen menos y tengan una acción erosiva menor.

El área de estudio comprendió una sección norte de la Zona Reservada Illescas la vegetación dominante fueron parches de algarrobos y sapotes. Se evaluarán siete áreas y una zona denominada CONTROL, asociada a un Bosque de algarrobo y una playa arenosa.

### **3.7.9.4. Metodología**

#### **A. Etapa I: Gabinete – Pre Campo**

Previo al trabajo de campo, se identificaron las especies de aves que potencialmente se encontrarían en la zona de estudio y a partir de ello, se identificó un grupo de mayor sensibilidad. La finalidad de la identificación de especies potenciales y especies sensibles del área de estudio fue generar información que contribuyera a la planificación del levantamiento de información en campo, al ajuste de metodologías y poder enfatizar la evaluación en campo sobre las especies sensibles.

## **B. Etapa II: Evaluación de Campo**

### **a. Descripción del trabajo:**

En cada uno de los ocho Sitios de Muestreo establecidos en el área de estudio se evaluaron un número de puntos proporcional a su extensión desde 09 en PMB13 hasta 10 PMB6, durante el periodo húmedo.

Las unidades de vegetación en el área de estudio fueron cuatro, incluyendo la zona control; Un bosque seco Mixto (BSM) conformado por parches de algarrobo y sapote, Acantilado rocoso o Acantilado (Ado.), Vegetación halofila de playa marina (VHPM) y Bosque seco con predominio de algarrobos (BSPA), estas dos últimas unidades asociadas al área de CONTROL. Finalmente en este periodo de campo, en toda la zona de estudio, incluyendo la zona control fue de 79 puntos (cuadro 3.7.8-2).

En la zona o área de CONTROL se evaluaron adicionalmente dos zonas por medio de redes de niebla e inventario.

La evaluación de la avifauna se realizó en el periodo húmedo desde el 28 de Marzo hasta el 01 de Abril. Se evaluarán siete áreas a lo largo de la Línea de Transmisión Proyectada y la Carretera Proyectada FOSPAC. También se evaluó un área denominada CONTROL (cerca a las instalaciones de la CORPORATION NEMO) con sus dos zonas asociadas un Bosque de Algarrobo y una Playa arenosa (cuadro 3.7.9-2).

En los Sitios de Muestreo para la evaluación de la avifauna los puntos fueron establecidos al azar en la unidad de vegetación representativa de cada Sitio de Muestreo. Se utilizó la técnica de conteo de puntos para hacer las mediciones y comparaciones de diversidad, abundancia y riqueza de especies, también fueron instaladas redes de niebla. En cada Sitio de Muestreo los puntos fueron

georeferenciados con un GPS, en su mayoría, al igual que los lugares de encuestas y lugares de colecta de restos como plumas y carcazas de aves.

En cada Sitio de Muestreo se registró las condiciones de temperie reinantes: cielo despejado, parcialmente nublado o nublado. Se realizó una descripción general de la vegetación, con mayor atención en las zonas donde se colectaron restos de aves y los datos de la vegetación recopilados en el campo fueron los siguientes:(1) especies dominantes de plantas, (2) relieve: plano, pendiente moderada, pendiente pronunciada, (3) estratificación, (4) Suelo, (5) cercanía a cuerpos de aguas: playas, estuario, lagunas(6) drenaje, (10) fenología: floración, fructificación o en estado vegetativo. Descripciones de los sitios de muestreo son presentadas a continuación.

### Descripción de los Sitios de Muestreo

En el siguiente cuadro se describe la ubicación de los sitios de muestreo de evaluación de aves.

**Cuadro 3.7.9-1. Descripción de Sitios de Muestreo**

<b>Sitio de muestreo</b>	<b>PMB1</b>
Unidad de Vegetación	Acantilado (Ado)
Fecha de evaluación	31 de Marzo del 2013
Coordenadas:	Este: 491983      Norte: 9360405 Altitud: 15msnm
Descripción:	Esta zona está rodeada de acantilados, su suelo es de tipo rocoso, en el terreno se observa vegetación herbácea halófila y algunos parches de arbustos como el sapote.
<b>Sitio de muestreo</b>	<b>PMB3</b>
Unidad de Vegetación	Bosque Seco Mixto (BSM)
Fecha de evaluación	29 de marzo del 2013
Coordenadas:	Este: 491 137      Norte: 9 359 083 Altitud: 58 msnm
Descripción:	Este sitio de muestreo se encuentra ubicado en la Zona reservada Illescas, a unos 300 metros del faro, se observa parches de algarrobo y sapote aproximadamente de 1m de altura el suelo en general es pedregoso-arenoso.

<b>Sitio de muestreo</b>	<b>PMB5</b>
Unidad de Vegetación	Bosque Seco Mixto (BSM)
Fecha de evaluación	30 de Marzo del 2013
Coordenadas:	Este: 492867      Norte: 9357201 Altitud: 150 msnm
Descripción:	Sitio de muestreo ubicado frente a zona de producción del puerto de PetroPerú, laderas de suelo pedregoso con pendientes altas a moderadas, se observa disminución de los parches de algarrobo y sapote
<b>Sitio de muestreo</b>	<b>PMB6</b>
Unidad de Vegetación	Bosque Seco Mixto (BSM)
Fecha de evaluación	29 de Marzo del 2013
Coordenadas:	Este: 492910      Norte: 9356253 Altitud: 190msnm
Descripción:	Sitio de muestreo, de suelo irregular, con pendientes moderadas, se observa parches de algarrobo y sapote aproximadamente de 0.8m.
<b>Sitio de muestreo</b>	<b>PMB10</b>
Unidad de Vegetación	Bosque Seco Mixto (BSM)
Fecha de evaluación	28 de Marzo del 2013
Coordenadas:	Este: 494883      Norte: 9354938 Altitud: 160 msnm
Descripción:	Ubicado en la Zona reservada Illescas, se observa parches de algarrobo y sapote aproximadamente de 1m, el suelo es pedregoso con laderas de pendientes moderadas y bajas. Cerca de Quebrada los Tanques
<b>Sitio de muestreo</b>	<b>PMB11</b>
Unidad de Vegetación	Bosque Seco Mixto (BSM)
Fecha de evaluación	28 de Marzo del 2013
Coordenadas:	Este: 495160      Norte: 9354121 Altitud: 337 msnm
Descripción:	Ubicado en la Zona reservada Illescas, se observa parches de algarrobo y sapote aproximadamente de 1m, el suelo es pedregoso con laderas de pendientes altas. Cruza trocha carrozable.
<b>Sitio de muestreo</b>	<b>PMB13</b>
Unidad de Vegetación	Bosque Seco Mixto (BSM)
Fecha de evaluación	1 de Abril del 2013
Coordenadas:	Este: 497178      Norte: 9353344 Altitud: 79 msnm
Descripción:	Sitio de muestreo ubicado cerca a Línea de transmisión, suelo irregular pedregoso, con parche de algarrobo aproximadamente de 1m.
<b>Sitio de muestreo</b>	<b>CONTROL</b>
Unidad de Vegetación	Bosque Seco Mixto (BSM)
Fecha de evaluación	29 de Marzo del 2013
Coordenadas:	Este: 491991      Norte: 9354285

	Altitud: 91 msnm
Descripción:	Suelo de tipo pedregoso, con laderas de pendientes moderadas, con vegetación arbustiva de prosopis y sapote, ubicado cerca a instalaciones de la empresa NEMO, la quebrada seca desemboca en el mar. Este sitio de muestreo está asociado a dos zonas cercanas; Bosque de algarrobo <sup>(1)</sup> y Playa arenosa <sup>(2)</sup>
<b>(1) Zona Bosque con Predominancia de Algarrobo</b>	
Unidad de Vegetación	Zona Bosque con Predominancia de Algarrobo (BSPA)
Fecha de evaluación	31 de Marzo del 2013
Coordenadas:	Este: 490548      Norte: 9357111 Altitud: 3msnm
Descripción	Suelo arenoso con bosque de algarrobo de aproximadamente 2m.
<b>(2) Zona Playa Arenosa</b>	
Unidad de Vegetación	Vegetación halófila de playa marina (VHPM)
Fecha de evaluación	31 de Marzo del 2013
Coordenadas:	Este: 490710      Norte: 9357450 Altitud: 1msnm
Descripción	Suelo arenoso, con algunos bloques de roca maciza.

## **b. Metodología de Evaluación:**

Se utilizó una combinación de metodologías como conteo de puntos y evaluación continua de aves y fueron colocadas 25 redes de nieblas.

### **b.1 Determinación de la Intensidad de Muestreo**

Los Sitios de Muestreo fueron determinadas a través del diseño muestral en donde el número de sitios y esfuerzo de muestreo, así como el Tamaño de Unidad Muestral fueron establecidos aplicando criterios cualitativos relacionados a la extensión, representatividad y sensibilidad de las unidades de vegetación presentes en la zona de estudio. En estas unidades las aves fueron uno de los taxa de fauna a ser evaluados.

La intensidad Total de Muestreo de aves en el periodo húmedo fue de 79 puntos de Conteo. Los puntos fueron georreferenciados y representados el plano **830MA0001A-010-20-023**.

**Cuadro 3.7.9-2. Intensidad de Muestreo de Aves registradas en el toda el área de estudio durante el periodo húmedo de evaluación en el 2013**

Sitio de Muestreo	Puntos	Unidad de Vegetación	Código unidad de vegetación	Localidad	Norte	Este	Altitud
PMB1	1	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9360405	491983	15
PMB1	2	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9360411	491731	14
PMB1	3	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9360337	491522	17
PMB1	4	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9360294	491349	11
PMB1	5	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9360186	401138	20
PMB1	6	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9360052	491001	25
PMB1	7	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9359864	490899	29
PMB1	8	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9359708	490767	31
PMB1	9	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9359504	490627	31
PMB1	10	Acantilado	<b>Ado.</b>	Zona Reservada Illescas	9359283	490696	34
PMB3	1	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9359083	491137	58
PMB3	2	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9359213	491362	79
PMB3	3	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9359262	491591	110
PMB3	4	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9359075	491704	108
PMB3	5	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9358840	491704	119
PMB3	6	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9358831	491922	190
PMB3	7	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9358659	492029	201
PMB3	8	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9358505	492112	190
PMB3	9	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9358357	492209	192

Sitio de Muestreo	Puntos	Unidad de Vegetación	Código unidad de vegetación	Localidad	Norte	Este	Altitud
PMB3	10	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9358178	492219	190
PMB5	1	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9357879	492311	193
PMB5	2	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9357693	492407	182
PMB5	3	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9357504	492499	169
PMB5	4	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9357290	492548	158
PMB5	5	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9357201	492867	150
PMB5	6	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9356978	493009	161
PMB5	7	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9356831	493140	145
PMB5	8	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9356643	493142	173
PMB5	9	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9356534	492995	180
PMB5	10	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9356419	492844	182
PMB6	1	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9356253	492910	190
PMB6	2	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9356153	493044	195
PMB6	3	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9356010	493131	197
PMB6	4	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9355880	493222	191
PMB6	5	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9355674	493295	203
PMB6	6	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9355485	493368	196
PMB6	7	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9355275	493456	204
PMB6	8	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9355037	493449	196
PMB6	9	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354879	493501	210



Sitio de Muestreo	Puntos	Unidad de Vegetación	Código unidad de vegetación	Localidad	Norte	Este	Altitud
PMB6	10	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354695	493547	215
PMB10	1	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354938	494883	160
PMB10	2	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354928	494692	195
PMB10	3	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354995	494514	189
PMB10	4	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354928	494365	172
PMB10	5	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354888	494206	178
PMB10	6	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354778	494059	189
PMB10	7	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354673	493949	207
PMB10	8	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354521	493863	213
PMB10	9	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354398	493696	218
PMB10	10	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354477	493585	215
PMB11	1	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354121	495160	337
PMB11	2	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354021	494884	223
PMB11	3	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354178	494815	198
PMB11	4	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354341	494784	179
PMB11	5	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354522	494682	180
PMB11	6	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354747	494715	190
PMB11	7	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354884	494864	165
PMB11	8	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9355050	494892	125
PMB11	9	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9355161	494990	119

Sitio de Muestreo	Puntos	Unidad de Vegetación	Código unidad de vegetación	Localidad	Norte	Este	Altitud
PMB11	10	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9355209	495134	116
PMB13	1	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9353344	497178	79
PMB13	2	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9353265	496973	82
PMB13	3	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9353160	496793	95
PMB13	4	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9353005	496610	114
PMB13	5	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9352877	496463	126
PMB13	6	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9352681	496475	146
PMB13	7	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9352550	496341	170
PMB13	8	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9352445	496196	194
PMB13	9	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9352295	496134	218
Control	1	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354285	491991	91
Control	2	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354312	491842	86
Control	3	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354416	491701	83
Control	4	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354451	491548	80
Control	5	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354452	491327	75
Control	6	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354513	491119	70
Control	7	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354553	490907	67
Control	8	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354576	490717	59
Control	9	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354705	490577	56
Control	10	Bosque Seco Mixto	<b>BSM</b>	Zona Reservada Illescas	9354824	490452	42

**Cuadro 3.7.9-3. Intensidad de Muestreo de Aves registradas en el toda el área de estudio con redes de niebla durante el periodo húmedo de evaluación en el 2013**

Sitio de Mestreo	Unidad de Vegetación	Localidad	N° Redes
Control	Bosque Seco Mixto	Zona Reservada Illescas	25

### **b.2 Métodos Estandarizados Aplicados**

Durante el periodo de exploración biológica correspondiente a la evaluación de la avifauna, ésta se realizó en forma cualitativa y cuantitativa. Comprendió un inventario completo, un censo con conteo de puntos y conteo total en los espejos de agua y una exploración ligera a la percepción de la avifauna que tienen los pobladores locales.

#### **b.2.1 Evaluación Cualitativa**

##### **Inventario**

Se realizó un inventario completo de la avifauna en los Sitios de Muestreo. El inventario en cada Sitio de Muestreo comprendió la búsqueda intensiva en toda el área, observación directa de las aves con binoculares, búsqueda visual y auditiva para identificarlos por el canto, así como la identificación indirecta de las aves por medio del reconocimiento de sus huellas, nidos, madrigueras, dormideros, plumas caídas, heces y regurgitos. Todas las herramientas referidas en la identificación de las aves han sido bien documentadas como medios estandarizados, ampliamente empleados en el reconocimiento de la avifauna tanto en áreas de conservación (Davis *et al.* 1991, Mee *et al.* 2002, O'Neill 2003, Lane & Pequeño 2004, Stotz & Diaz 2007) como en proyectos de desarrollo de gran envergadura en la región andina (Angehr *et al.* 1998, Salinas *et al.* 2004) y costera (Franke & Salinas 2007, Salinas 2007, Salinas 2010, Salinas *et al.* 2007).

Fuerón colocadas redes de niebla, una aproximación exitosa en los programas de monitoreo a largo plazo (Ralph *et al.* 1981, 1993). Las aves fueron

fotografiadas con cámaras digitales con lentes zoom. El inventario fue enriquecido con la encuesta a un poblador local en los Sitios de Muestreo en donde fue posible. La encuesta fue de conversación no estructurada y se usó la ayuda de ilustraciones del libro *Aves de Perú* de (Schulenberg, T, et al. 2010).

### **b.2.2 Evaluación Cuantitativa**

Para realizar una estimación cuantitativa se emplearon dos métodos de censo en los mismos Sitios de Muestreo en los que se realizó el inventario:

El método de censo empleado en toda el área de estudio fue el Conteo de puntos no limitado a la distancia (Reynolds *et al.* 1980, Buckland 1987, Bibby *et al.* 1985, Bibby & Charlton 1991) el que fue aplicado en todos los Sitios de Muestreo en un diseño al azar, en donde los puntos de censo estuvieron ubicados a lo largo de senderos, recorridos o trochas o en los únicos lugares accesibles, distanciados entre sí aproximadamente por 200 metros. Este método es uno de los más eficientes para calcular la abundancia (Bibby *et al.* 1993). Una fortaleza adicional de este método fue que permite evaluar los aspectos particulares de los hábitats en cada punto de censo y registrar a las especies tanto por la observación directa como indirecta como por sus huellas, nidos, cantos y otras señales (Salinas *et al.* 2007).

solo en una zona se realizó un número menor de puntos de conteo. El Punto de muestreo 13 de bosque seco mixto fue evaluado en nueve puntos de censo, debido a lo inaccesible del terreno

También fueron colocadas 25 redes de nieblas, se debe resaltar que estas pertenecieron en su mayoría a la evaluación de Mastozoología, por este motivo el esfuerzo de muestreo con redes se vio limitado al horario de evaluación. Las aves capturadas fueron identificadas, fotografiadas y liberadas.

Se establecieron 10 puntos de censo en cada Sitio de Muestreo donde el método de conteo de puntos fue aplicado, el número de puntos fue proporcional a la extensión del Sitio de estudio o limitado por la capacidad de desplazarse en el sitio o tiempo disponible para la evaluación. El tiempo de conteo empleado en cada punto de censo fue de 10 minutos, el que ha sido identificado como conveniente con esta metodología en otros ambientes costeros (Salinas *et al.* 2007), con un intervalo de al menos dos minutos antes de empezar el censo, para que cese el disturbio que origina el arribo al punto de censo

Los puntos de censo, fueron georeferenciados y caracterizados extensamente en cuanto al tipo de vegetación, suelo, pendiente u orientación del punto, así como condiciones ambientales en el momento de la evaluación.

En los puntos de censo, luego del periodo de conteo se realizaron observaciones adicionales para registrar algún tipo de conducta relacionada con la reproducción (cortejo, displays, parejas, pichones, entre otros). Adicionalmente, se realizó la búsqueda de nidos con el fin de ubicar los lugares seleccionados para éstos, así como los elementos más importantes para su construcción.

En el método de Conteo de Puntos No Limitado a la Distancia (Bibby *et al.*, 1993) no se establece un radio fijo al inicio del trabajo de campo ya que se registra a todas las aves que se pueden detectar en el área, pues el censador hace las veces de un centro de detección de actividad dentro de un área semiesférica. La determinación de un valor de radio de avistamiento ( $r$ ) esperaba ser determinado a partir de los datos de distancias obtenidos en el muestreo (Bibby *et al.*, 1993), sin embargo no fue posible determinar los valores de  $r$  a partir de un acercamiento gráfico del porcentaje acumulativo de avistamientos (Salinas *et al.* 2007).

Los datos obtenidos del censo serán utilizados para caracterizar en a) composición, b) abundancia, (Bibby *et al.*, 1993) y c) diversidad de la avifauna de cada Estación de Muestreo evaluado. Se empleará el índice de diversidad de

Shannon-Wiener ( $H'$ ) y el de dominancia de Simpson (1-D) (Krebs 1998, Magurran 1991).

La estimación cuantitativa de la avifauna en el sitio de muestreo PMB1 se realizó con el **Conteo Total** que fue realizado para estimar el número de aves sobre el espejo de agua (Bibby *et al.* 1993). En el Conteo Total las aves fueron registradas por observación directa en puntos georeferenciados. Los puntos de conteo total en este sector fueron 10, determinados usando un mapa básico a escala del espejo de agua, los cuales fueron georeferenciados, caracterizados de modo general y ubicados en el mapa, de modo semejante a la evaluación de aves en espejos de agua en humedales costeros (Salinas *et al.* 2008).

Todas las aves del área de estudio reconocidas en el inventario y censo fueron identificadas inequívocamente hasta el nivel de especie y algunas hasta el nivel de subespecie. Finalmente la información obtenida con todas estas aproximaciones permitió brindar una imagen más completa de la abundancia de las especies de aves presentes en el área del proyecto.

### **C. Etapa III: Sistematización de la Información - POST CAMPO**

#### **Cálculo de Diversidad**

**Índice de Shannon-Weanner ( $H'$ ):** Los supuestos de este índice indican que cada unidad de muestreo tenga S clases diferentes de elementos (especies) y en los que cada clase de elementos tenga una probabilidad de ocurrencia  $P_i$ , se tiene la siguiente expresión:

$$H = -\sum P_i * \log_2 P_i$$
$$P_i = n_i/N$$

Donde:

$n_i$ : abundancia para una especie  
 $N$ : el número total de individuos

**Índice de Simpson (1-D):** Este índice examina la probabilidad de que dos individuos cualesquiera extraídos al azar en una comunidad infinitamente grande pertenezcan a diferentes especies. Es una medida de la igualdad de distribución, o de heterogeneidad de especies y homogeneidad poblacional entre ellas. Se expresa según la siguiente formula:

$$D = \sum P_i^2$$

Donde:  $P_i$  es la proporción de individuos de la  $i$ -ésima especies. A medida que  $D$  se incrementa, la diversidad decrece y el índice de Simpson es por lo tanto expresado normalmente como  $1-D$  (Magurran, 1988).

La clasificación taxonómica utilizada para la nomenclatura científica de los órdenes, familias, géneros y especies, fue la Lista de Aves 2013 del SACC (South American Classification Committee), la Lista de las Aves Del Perú 2013 por Manuel Plenge y también la del libro Aves del Perú 2010 de Schulenberg.

La condición de abundancia cualitativa (común, poco común o raro) señalada para algunas especies se estableció de acuerdo a la bibliografía especializada (Stolz *et al.* 1996), se describe para toda el área de estudio las especies incluidas en las categorías de conservación nacional (D.S. 034-2010-AG), las especies incluidas en las categorías de conservación internacional señaladas por la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza (IUCN), los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), las Áreas de Endemismo de Aves (EBAs según Stattersfield *et al.* 1988), la condición de ave indicadora de bioma o región biogeografía (BIOMA según Stolz *et al.* 1996), haciendo especial énfasis en la avifauna de los cuerpos de agua como lagunas que son de gran importancia en el área evaluada

### **3.7.9.5. Resultados**

A continuación se describe la composición de especies y abundancia de las aves registradas de modo general en toda el área de estudio y luego por cada unidad de vegetación.

#### **A. Avifauna del área de estudio**

Se registró en toda el área de estudio 55 especies distribuidas en 14 órdenes y 30 familias. Estas especies fueron registradas a través de los puntos de conteo como en los avistamientos, captura por redes de niebla, colecta de evidencias indirectas y encuestas dentro del área evaluada.

Los órdenes con mayor número de familias son los Charadriiformes con seis familias y 13 especies, el orden Passeriformes con ocho familias y 11 especies, el orden Suliformes con tres familias y seis especies y Pelecaniformes con dos familias y cinco especies; el resto de órdenes presentan un menor número de familias y especies.

En el área de estudio la riqueza de especies de los Parches de algarrobos y sapote y Bosque de algarrobo estuvo caracterizada por el dominio de los Paseriformes que en la zona de estudio comprendió 11 especies entre Furnariidae, Tyrannidae, Polioptilidae, Thraupidae, Emberizidae, Troglodytidae, Mimidae e Icteridae.

La riqueza de especies de aves de ambientes marinos se sustenta en la riqueza de especies del orden Charadriiformes, en donde las familias Laridae, Charadriidae, Scolopacidae y Rhynchopidae reunieron a ostreros, chorlos, gaviotas y ralladores. El otro orden más importante en estos ambientes acuáticos fue el Suliformes que comprendió Sulidae, Fregatidae y Phalacrocoracidae en donde los cormoranes fueron las de mayor riqueza de especies (cuadro 3.7.9-4).



**Cuadro 3.7.9-4. Especies de aves registradas en toda el área de estudio durante el periodo húmedo de evaluación en el 2013**

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Inglés</b>
Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Humboldt Penguin
Procellariiformes	Procellariidae	<i>Puffinus griseus</i>	Pardela Oscura	Sooty Shearwater
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanodroma microsoma</i>	Golondrina de Mar Menuda	Least Storm-Petrel
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	Magnificent Frigatebird
Suliformes	Sulidae	<i>Sula nebouxii</i>	Piquero de Pata Azul	Blue-footed Booby
Suliformes	Sulidae	<i>Sula variegata</i>	Piquero Peruano	Peruvian Booby
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	Neotropic Cormorant
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Cormorán de Pata Roja	Red-legged Cormorant
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Cormorán Guanay	Guanay Cormorant
Pelacaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano Pardo	Brown Pelican
Pelacaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano Peruano	Peruvian Pelican
Pelacaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera	Cattle Egret
Pelacaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Grande	Great Egret
Pelacaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garcita Blanca	Snowy Egret
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	Turkey Vulture
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	Black Vulture
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor Andino	Andean Condor
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	Variable Hawk
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Gritón	Killdeer
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo Nevado	Snowy Plover
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Americano	American Oystercatcher
Charadriiformes	Burhinidae	<i>Burhinus superciliaris</i>	Alcaraván Huerequeque	Peruvian Thick-knee
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador	Whimbrel

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre Inglés
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Coleador	Spotted Sandpiper
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	Playerito Occidental	Western Sandpiper
Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaviota de Capucha Gris	Gray-hooded Gull
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota Gris	Gray Gull
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota Peruana	Belcher's (Band-tailed) Gull
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Dominicana	Kelp Gull
Charadriiformes	Laridae	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín Zarcillo	Inca Tern
Charadriiformes	Rynchopidae	<i>Rynchops niger</i>	Rayador Negro	Black Skimmer
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	Croaking Ground Dove
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	Rock Pigeon
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre	Burrowing Owl
Strigiformes	Strigidae	<i>Pseudoscops clamator</i>	Búho Listado	Striped Owl
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	Lesser Nighthawk
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Chotacabras de Ala Bandeada	Band-winged Nightjar
Apodiformes	Trochilidae	<i>Myrtis Fanny</i>	Estrellita de Collar Púrpura	Purple-collared Woodstar
Apodiformes	Trochilidae	<i>Rhodopsis vesper</i>	Colibrí de Oasis	Oasis Hummingbird
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí de Vientre Rufo	Amazilia Hummingbird
Piciformes	Picidae	<i>Veniliornis callonotus</i>	Carpintero de Dorso Escarlata	Scarlet-backed Woodpecker
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	Crested Caracara
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	American Kestrel
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Peregrine Falcon
Passeriforme	Furnariidae	<i>Geositta peruviana</i>	Minero Peruano	Coastal Miner
Passeriforme	Furnariidae	<i>Synallaxis stictothorax</i>	Cola-Espina Acollarado	Necklaced Spinetail
Passeriforme	Tyrannidae	<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	Moscareta Gris y Blanca	Gray-and-white Tyrannulet
Passeriforme	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	Vermilion Flycatcher

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre Inglés
Passeriforme	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Ondeado	Fasciated Wren
Passeriforme	Troglodytidae	<i>Cantorchilus superciliaris</i>	Cucarachero con Ceja	Superciliated Wren
Passeriforme	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea bilineata</i>	Perlita Tropical	Tropical Gnatcatcher
Passeriforme	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	Long-tailed Mockingbird
Passeriforme	Thraupidae	<i>Piezorina cinérea</i>	Fringilo Cinéreo	Cinereous Finch
Passeriforme	Emberizidae	<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	Sulphur-throated Finch
Passeriforme	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero de Filos Blancos	White-edged Oriole

Orden Taxonómico según SACC 2013, Especies según Plenge 2013, Nombres en inglés: Según Plenge 2013, Schulenberg *et al.* 2010, Clements & Shany, 2001. Nombres español: Según Plenge 2013, Schulenberg *et al.* 2010, Clements & Shany, 2001.

## Zona Reservada de Illescas

En seis sitios de muestreo conformados por PMB3, PMB5, PMB6, PMB10, PMB11 y PMB13 correspondientes a la unidad de vegetación Parches de algarrobos y sapote, fueron registradas 22 especies, distribuidas en 10 ordenes y 15 familias y en el sitio de muestreo PMB1, correspondiente a la unidad de vegetación Acantilado se registrarón 28 especies, distribuidas en 9 ordenes y 16 familias.

En el sitio de muestreo denominado CONTROL, caracterizado por un bosque seco mixto fueron registradas 11 especies, distribuidas en 6 órdenes y 9 familias. En este periodo se hallaron próximas a la zona CONTROL dos zonas de interés para las aves. Estas zonas asociadas eran de Bosque seco con predominancia de algarrobos y Playa arenosa con vegetación halofita de playa marina, en las cuales se registrarón 17 y 9 especies respectivamente.

En este periodo de trabajo de campo se reportaron 55 especies (cuadro 3.7.9-5), de las cuales cuatro eran migrantes boreales y presentes en el área de estudio durante su migración en esta parte del hemisferio: Halcón Peregrino *Falco peregrinus*, Playero Coleador *Actitis macularius*, Playerito occidental *Calidris mauri* y Zarapito trinador *Numenius phaeopus*. Solo una especie migratoria austral fue registrada en este periodo la Gaviota gris *Leucophaeus modestus*.

**Cuadro 3.7.9-5. Especies de aves registradas en el toda el área de estudio durante el periodo húmedo 2013**

Familia	Especie	Nombre común	Periodo	Rango altitudinal	
			Humedo	Min	Max
Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	X	0	0
Procellaridae	<i>Puffinus griseus</i>	Pardela Oscura	X	0	0
Hydrobatidae	<i>Oceanodroma microsoma</i>	Golondrina de Mar Menuda	X	0	0
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	X	0	0
Sulidae	<i>Sula nebouxii</i>	Piquero de Pata Azul	X	0	0
Sulidae	<i>Sula variegata</i>	Piquero Peruano	X	0	0
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	X	0	3500
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Cormorán de Pata Roja	X	0	0
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Cormorán Guanay	X	0	0
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano Pardo	X	0	0
Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano peruano	X	0	0
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera	X	0	2200
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Grande	X	0	1500
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garcita Blanca	X	0	1500
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	X	0	2500
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	X	0	2800
Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor Andino	X	0	5000
Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	X	0	5000
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Gritón	X	0	2500
Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo Nevado	X	0	0

Familia	Especie	Nombre común	Periodo	Rango altitudinal	
			Humedo	Min	Max
Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	X	0	0
Burhinidae	<i>Burhinus superciliaris</i>	Alcaraván Huerequeque	X	0	2500
Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador	X	0	0
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Coleador	X	0	2200
Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	Playerito occidental	X	0	1200
Laridae	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaviota de Capucha Gris	X	0	1000
Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota gris	X	0	0
Laridae	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	X	0	0
Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	X	0	0
Laridae	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotin Zarcillo	X	0	0
Rhynchopidae	<i>Rynchops niger</i>	Rayador Negro	X	0	600
Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	X	0	2900
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	X	0	4500
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre	X	0	4000
Strigidae	<i>Pseudoscops clamator</i>	Búho Listado	X	0	1700
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	X	0	2500
Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Chotacabras de Ala Bandeada	X	0	4000
Trochilidae	<i>Myrtis fanny</i>	Estrellita de Collar Púrpura	X	0	4000
Trochilidae	<i>Rhodopis vesper</i>	Colibrí de Oasis	X	0	3350
Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí de Vientre Rufo	X	0	2000

Familia	Especie	Nombre común	Periodo	Rango altitudinal	
			Humedo	Min	Max
Picidae	<i>Veniliornis callonotus</i>	Carpintero Dorsiescarlata	X	0	1200
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	X	0	900
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	X	0	4500
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	X	0	4300
Furnariidae	<i>Geositta peruviana</i>	Minero Peruano	X	0	700
Furnariidae	<i>Synallaxis stictothorax</i>	Colaespina Acollarada	X	0	400
Tyrannidae	<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	Moscareta Gris y Blanca	X	0	800
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón (Turtupilín)	X	0	2600
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Ondeado	X	0	2600
Troglodytidae	<i>Canthorchilus superciliars</i>	Cucarachero Cejón	X	0	1200
Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea bilineata</i>	Perlita Tropical	X	500	700
Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga (Chisco o Zoña)	X	0	2450
Thraupidae	<i>Piezorhina cinerea</i>	Frigilo Cinéreo	X	0	0
Thraupidae	<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe Gargantiazufrada	X	0	0
Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero Filiblanco	X	0	800

Orden Taxonómico según SACC 2013, Especies según Plenge 2012, Nombres en inglés: Según Plenge 2013, Schulenberg *et al.* 2010, Clements & Shany, 2001. Nombres español: Según Plenge 2013, Schulenberg *et al.* 2010, Clements & Shany, 2001.

## **B. Avifauna según el tipo de vegetación**

Las aves en su mayoría se relacionan con un tipo en particular de ambiente y son muy pocas las que usan una amplia variedad de ambientes. La composición de especies varía en función de las unidades de vegetación, sitios de muestreo e incluso por la estacionalidad.

Durante el periodo de estudio se observó que la unidad de vegetación con mayor número de especies fue Acantilado con 28 especies, seguido por el Bosque seco mixto conformado por parches de algarrobos y sapote con 26 especies.

El inventario completo y la captura con redes de niebla nos permitieron registrar que el Bosque seco dominado por algarrobos presentaba 17 especies y la Vegetación halófila de playa marina 9 especies. Estos dos tipos de ambientes corresponden a los dos tipos de ambiente cercanos a la Zona contral y evaluados sólo cualitativamente.

### **b.1 Acantilado (Ado)**

En esta unidad de vegetación fueron registradas 28 especies (cuadro 3.7.9-6) de las cuales ocho especies fueron registradas únicamente por medio de encuestas y que corresponden al sitio de muestreo PMB1. Las aves de este hábitat que se mostraron más abundantes y frecuentes en este periodo de evaluación fueron *Sula nebouxii*, *Pelecanus thagus*, *Phalacrocorax bougainvillii* y *Phalacrocorax brasilianus*.



**Cuadro 3.7.9-6. Especies de aves de Parches de algarrobos y sapote durante el periodo húmedo 2013**

Orden	Familia	Especie	Nombre común 2013	Nombre Inglés
Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Humboldt Penguin
Procellariiformes	Procellariidae	<i>Puffinus griseus</i>	Pardela Oscura	Sooty Shearwater
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanodroma microsoma</i>	Golondrina de Mar Menuda	Least Storm-Petrel
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	Magnificent Frigatebird
Suliformes	Sulidae	<i>Sula nebouxii</i>	Piquero de Pata Azul	Blue-footed Booby
Suliformes	Sulidae	<i>Sula variegata</i>	Piquero Peruano	Peruvian Booby
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	Neotropic Cormorant
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Cormorán de Pata Roja	Red-legged Cormorant
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Cormorán Guanay	Guanay Cormorant
Pelacaniiformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano Pardo	Brown Pelican
Pelacaniiformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano Peruano	Peruvian Pelican
Pelacaniiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera	Cattle Egret
Pelacaniiformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Grande	Great Egret
Pelacaniiformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garcita Blanca	Snowy Egret
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	Turkey Vulture
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	Black Vulture
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	Variable Hawk
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Gritón	Killdeer
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo Nevado	Snowy Plover
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Americano	American Oystercatcher
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Coleador	Spotted Sandpiper
Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaviota de Capucha Gris	Gray-hooded Gull
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota Gris	Gray Gull
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota Peruana	Belcher's (Band-tailed) Gull
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota	Kelp Gull

Orden	Familia	Especie	Nombre común 2013	Nombre Inglés
			Dominicana	
Charadriiformes	Laridae	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín Zarcillo	Inca Tern
Apodiformes	Trochilidae	<i>Rhodopsis vesper</i>	Colibrí de Oasis	Oasis Hummingbird
Passeriforme	Thraupidae	<i>Piezorina cinerea</i>	Fringilo Cinéreo	Cinereous Finch

Orden Taxonómico según SACC 2013, Especies según Plenge 2013.

Destaca en este ambiente la golondrina de mar “Golondrina de Mar Menuda” *Oceanodroma microsoma*, que no fuera registrada en otros ambientes durante las evaluaciones del proyecto. Su presencia sin embargo se esperaba para el ámbito marino del área del proyecto y siendo que su abundancia es baja, la evaluación del Acantilado en Cerro Illesca brindó la oportunidad para que pudiera ser observada.

## b.2 Bosque Seco Mixto (BSM)

En esta unidad de vegetación un total de 26 especies fueron registradas, de estas, siete fueron registradas gracias a las encuestas. En todo el periodo de evaluación en cerro Illesca los Passeriformes destacaron especies de sus ocho familias (cuadro 3.7.9-7).

Los sitios de muestreo PMB3, PMB5, PMB6, PMB10, PMB11, PMB13 con esta unidad de vegetación presentaron 22 especies, distribuidas en 10 ordenes y 15 familias y el sitio de muestreo CONTROL, que también presentó esta unidad de vegetación, presentó 11 especies, distribuidas en 6 ordenes y 9 familias. La avifauna de esta unidad de vegetación estuvo representada principalmente por *Piezorhina cinerea*, *Coragyps atratus*, *Cathartes aura*, *Geositta peruviana*, *Polioptila plumbea*, *Rhodopsis vesper* y *Fregata magnificens*

**Cuadro 3.7.9-7. Especies de aves de Bosque Seco Mixto, dominado por parches de algarrobos y sapote durante el periodo húmedo 2013**

Orden	Familia	Especie	Nombre común 2013	Nombre Inglés
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	Magnificent Frigatebird
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	Turkey Vulture
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	Black Vulture
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor Andino	Andean Condor
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	Variable Hawk
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	Croaking Ground Dove
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	Rock Pigeon
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre	Burrowing Owl
Strigiformes	Strigidae	<i>Pseudoscops clamator</i>	Búho Listado	Striped Owl
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	Lesser Nighthawk
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Chotacabras de Ala Bandeada	Band-winged Nightjar
Apodiformes	Trochilidae	<i>Myrtis fanny</i>	Estrellita de Collar Púrpura	Purple-collared Woodstar
Apodiformes	Trochilidae	<i>Rhodopsis vesper</i>	Colibrí de Oasis	Oasis Hummingbird
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí de Vientre Rufo	Amazilia Hummingbird
Piciformes	Picidae	<i>Veniliornis callonotus</i>	Carpintero de Dorso Escarlata	Scarlet-backed Woodpecker
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	Crested Caracara
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	American Kestrel
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Peregrine Falcon
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta peruviana</i>	Minero Peruano	Coastal Miner
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	Moscareta Gris y Blanca	Gray-and-white Tyrannulet
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Ondeado	Fasciated Wren
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita Tropical	Tropical Gnatcatcher

Orden	Familia	Especie	Nombre común 2013	Nombre Inglés
Passeriforme	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	Long-tailed Mockingbird
Passeriforme	Thraupidae	<i>Piezorina cinerea</i>	Fringilo Cinéreo	Cinereous Finch
Passeriforme	Emberizidae	<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	Sulphur-throated Finch
Passeriforme	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero de Filos Blancos	White-edged Oriole

Orden Taxonómico según SACC 2013, Especies según Plenge 2013.

En este ambiente se han registrado tres especies de aves no registradas en otras zonas del proyecto. Como se esperaba se ha registrado la presencia del Condor Andino *Vultur gryphus*, de un búho mediano llamado Buho listado *Pseudoscops clamator* y un mosquerito llamado Moscareta gris y blanca *Pseudelaenia leucospodia*.

Las aves de esta unidad de vegetación fueron observadas en la ladera norte de Cerro Illescas, en el ámbito del proyecto, y también en la Zona CONTROL ubicada en la parte sur oeste de la Zona Reservada.

### **b.3 Bosque Seco con Prodominio de Algarrobo (BSPA)**

En esta unidad de vegetación, observada en la zona asociada al sitio de muestreo CONTROL y que fuera evaluado sólo cualitativamente se observaron 17 especies (cuadro 3.7.8-8), todas registradas en el inventario y con la captura con redes de niebla. La avifauna de este lugar estuvo representada por *Piezorina cinérea*, *Synallaxis stictothorax* y *Cathartes aura*.

**Cuadro 3.7.9-8. Especies de aves del Bosque Seco con Predominio de Algarrobo durante el 2013**

Orden	Familia	Especie	Nombre común 2013	Nombre Inglés
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	Magnificent Frigatebird
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	Turkey Vulture
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	Black Vulture
Charadriiformes	Burhinidae	<i>Burhinus superciliaris</i>	Alcaraván Huerequeque	Peruvian Thick-knee
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Chotacabras de Ala Bandeada	Band-winged Nightjar
Apodiformes	Trochilidae	<i>Rhodopis vesper</i>	Colibrí de Oasis	Oasis Hummingbird
Piciformes	Picidae	<i>Veniliornis callonotus</i>	Carpintero de Dorso Escarlata	Scarlet-backed Woodpecker
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	Crested Caracara
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Peregrine Falcon
Passeriforme	Furnariidae	<i>Geositta peruviana</i>	Minero Peruano	Coastal Miner
Passeriforme	Furnariidae	<i>Synallaxis stictothorax</i>	Cola-Espina Acollarado	Necklaced Spinetail
Passeriforme	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	Vermilion Flycatcher
Passeriforme	Troglodytidae	<i>Cantorchilus superciliaris</i>	Cucarachero con Ceja	Superciliated Wren
Passeriforme	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita Tropical	Tropical Gnatcatcher
Passeriforme	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	Long-tailed Mockingbird
Passeriforme	Thraupidae	<i>Piezorina cinerea</i>	Fringilo Cinéreo	Cinereous Finch
Passeriforme	Emberizidae	<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	Sulphur-throated Finch

Orden Taxonómico según SACC 2013, Especies según Plenge 2013.

En este ambiente se ha observado algunas especies de aves que dependen del suelo arenoso como la endémica nacional *Geositta peruviana* y el Huerequeque *Burhinus superciliaris* y especies de aves que se benefician de la protección que prodigan los algarrobos como el Carpintero de Dorso Escarlata *Veniliornis callonotus* o la endémica *Piezorina cinerea*.

#### b.4 Vegetación halófila de playa marina (VHPM)

En esta unidad de vegetación se observaron nueve especies (Cuadro 3.7.8-9), todas registradas a modo de inventario en el área Playa arenosa, en la zona asociada al sitio de muestreo CONTROL.

**Cuadro 3.7.9-9. Especies de aves de Vegetación halófila de playa marina (VHPM) durante el periodo húmedo 2013**

Orden	Familia	Especie	Nombre común 2013	Nombre Inglés
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	Magnificent Frigatebird
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	Turkey Vulture
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	Black Vulture
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador	Whimbrel
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	Playerito Occidental	Western Sandpiper
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota Gris	Gray Gull
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota Peruana	Belcher's (Band-tailed) Gull
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Dominicana	Kelp Gull
Charadriiformes	Rhynchopidae	<i>Rynchops niger</i>	Rayador Negro	Black Skimmer

Orden Taxonómico según SACC 2013, Especies según Plenge 2013.

Finalmente las aves del área de estudio se mostraron especialmente abundantes en la vegetación Acantilado, seguida del ambiente Bosque Seco Mixto.

Entre los sitios de muestreo evaluados la mayor riqueza de especies se observó en el Sitio de muestreo PMB1. Los otros sitios de mayor riqueza de especies fueron el del sitio CONTROL, seguido de PMB13 (**Anexo 3-8**).

En relación a la abundancia de individuos, destaco el sitio de muestreo PMB1 sector de acantilado, seguido de PMB3, PMB5 y el del sitio CONTROL (**Anexo 3-8**).

### **C. Abundancia y Diversidad de la Avifauna**

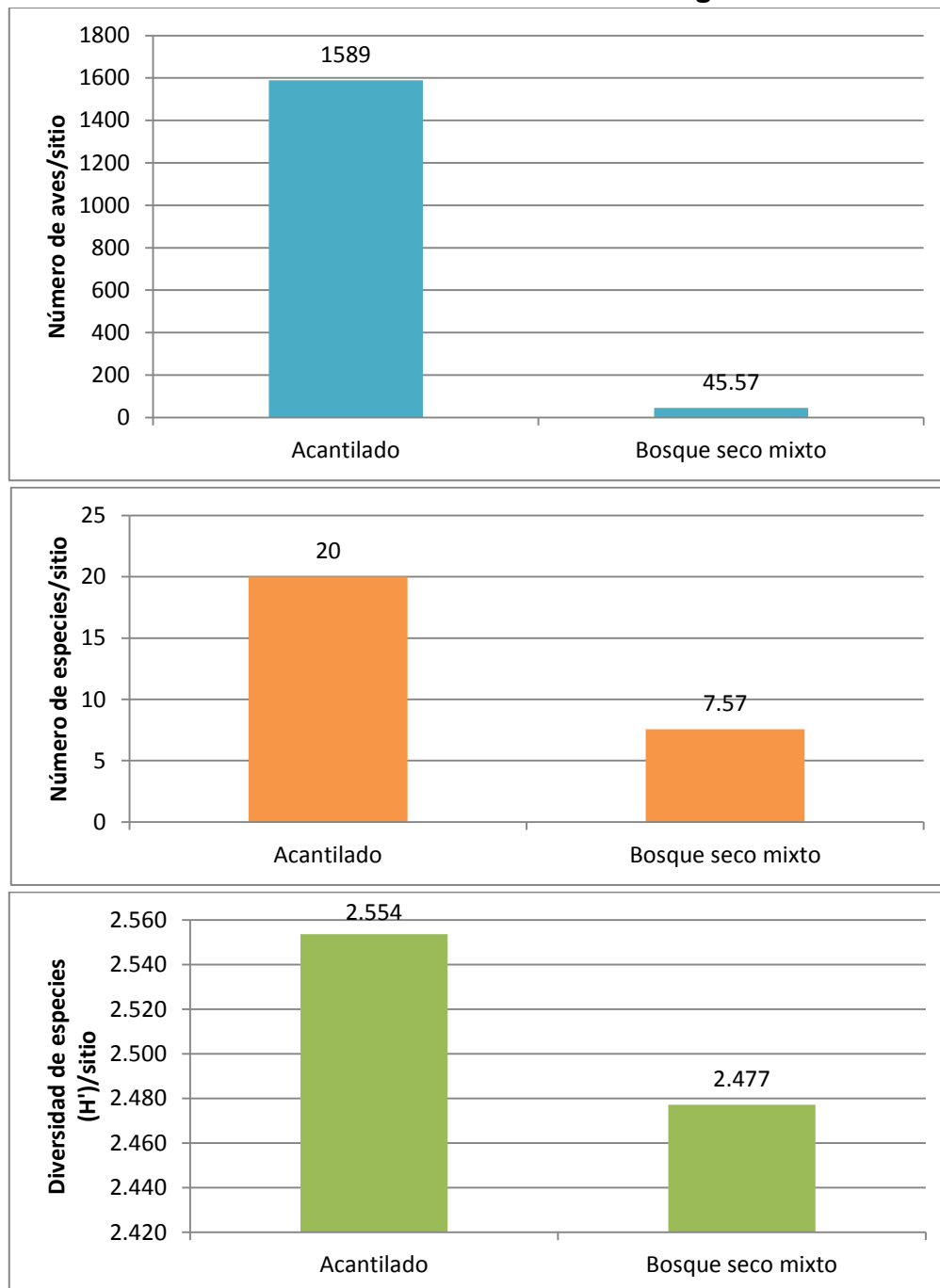
Durante la presente evaluación se encontró que la mayor abundancia de aves (número promedio de aves por sitio de muestreo) se registra por mucho en la unidad de Acantilados (1589 aves/sitio), seguida del bosque seco mixto (45.6) (figura 3.7.8-1, cuadro 3.7.8-10). Los valores de abundancia por sitio de muestreo variaron desde 31 individuos en el PMB10 (Bosque seco mixto) hasta 1589 en el sitio PMB1 (Acantilado).

El número de especies (riqueza) presentó también variación entre las unidades de vegetación, siendo mayor en promedio en el Acantilado (20 especies) (figura 3.7.8-1, cuadro 3.7.8-10). Los valores de riqueza variaron entre los sitios de muestreo desde 5 especies en el sitio PMB10 (bosque seco mixto), hasta 20 especies en el sitio PMB1 (Acantilado, cuadro 3.7.8-10).

Los mayores valores de diversidad se encontraron una vez más en el Acantilado ( $H' = 2,55$  bits/ind.), seguido de cerca por el bosque seco mixto ( $H' = 2,48$  bits/ind.) (Figura 3.7.8-1, cuadro 3.7.8-10). Los valores promedio de abundancia, riqueza y diversidad de especies son más bajos en el Bosque seco mixto (figura 3.7.8-1, cuadro 3.7.8-10).

Considerando el total de registros se observa los valores mayores de abundancia y riqueza de especies en el Acantilado (figura 3.7.8-2), a pesar de que sólo es un sitio de muestreo.

**Figura 3.7.9-1. Abundancia, Riqueza y Diversidad (H') de especies promedio de la avifauna en las diferentes unidades de vegetación del área**

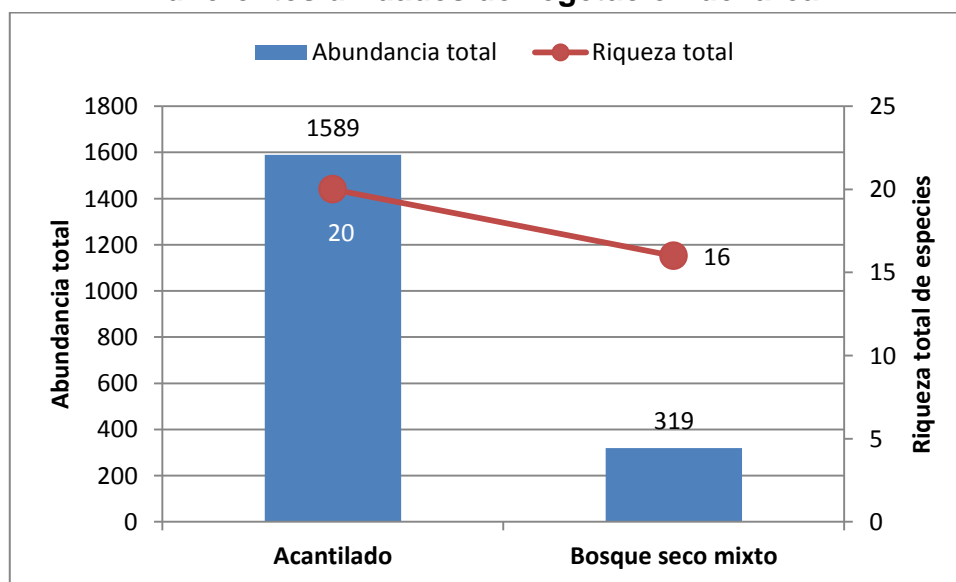




**Cuadro 3.7.9-10. Características de abundancia, riqueza, diversidad y equitabilidad de las avifaunas de las unidades de vegetación evaluadas**

Unidad	Sitio	Especies	Individuos	Shannon-Wiener (H')	Simpson (1-D)	Equitabilidad
Acantilado	PMB1	20	1589	2.554	0.7522	0.5909
	<b>Promedio</b>	<b>20</b>	<b>1589</b>	<b>2.554</b>	<b>0.7522</b>	<b>0.5909</b>
Bosque seco mixto	Control	11	48	3.191	0.8759	0.9225
	PMB10	5	31	2.178	0.7575	0.9381
	PMB11	6	45	1.714	0.5551	0.6631
	PMB13	10	38	3.132	0.8712	0.9428
	PMB3	7	66	2.229	0.7433	0.7939
	PMB5	8	50	2.551	0.8056	0.8502
	PMB6	6	41	2.344	0.7805	0.907
	<b>Promedio</b>	<b>7.57</b>	<b>45.57</b>	<b>2.477</b>	<b>0.7699</b>	<b>0.860</b>

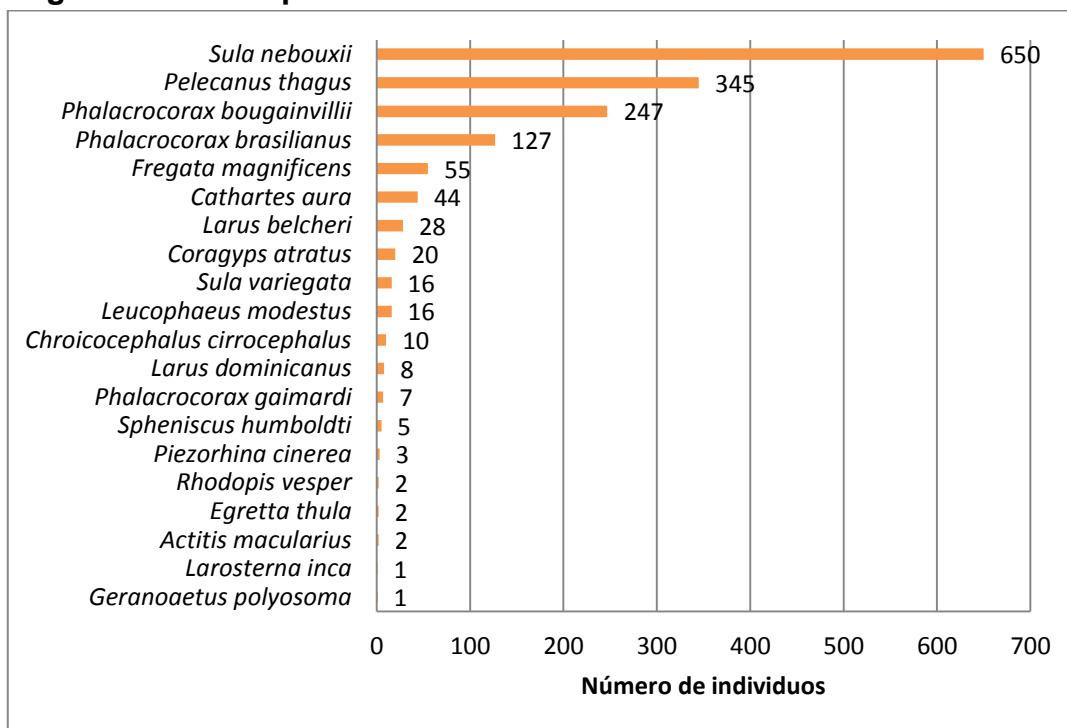
**Figura 3.7.9-2. Abundancia y riqueza de especies total de la avifauna en las diferentes unidades de vegetación del área**



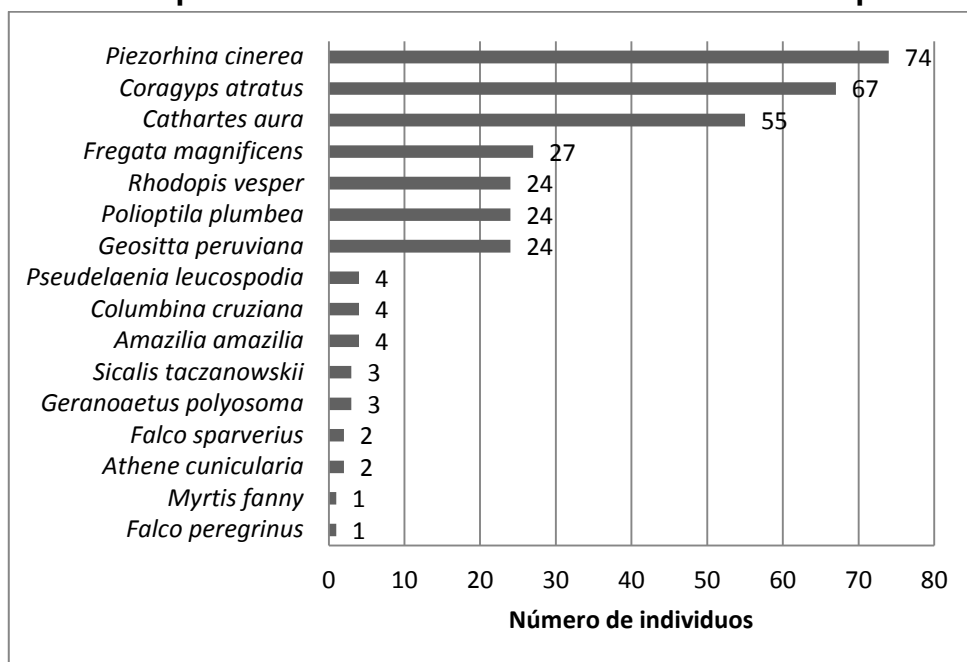
El piquero patas azules (*Sula nebouxii*) y el pelícano o alcatraz (*Pelecanus thagus*) fueron las especies más abundantes en la unidad de Acantilado durante el periodo de estudio (figura 3.7.9-3). En la unidad de vegetación de bosque seco mixto fue el Frigilo cinéreo *Piezorhina cinerea* la especie más abundante, seguida

por el gallinazo cabeza negra *Coragyps atratus* y el gallinazo cabeza roja *Cathartes aura* (figura 3.7.9-4).

**Figura 3.7.9-3. Especies más abundantes en la unidad de Acantilados**



**Figura 3.7.9-4. Especies más abundantes en la unidad de bosque seco mixto**



#### **D. Especies de Aves de Importancia para la Conservación**

De las especies de aves registradas para el área de estudio, destacan un grupo de importancia en conservación.

##### **a. Especies Protegidas por la Legislación Naional**

La avifauna peruana fue estudiada y documentada sistemáticamente por colectores y naturalistas desde el siglo XIX, hasta el siglo XXI en donde *A Field Guide to the Birds of Peru* registra 1800 especies (Clements & Shany 2001), *Birds of Peru* (Schulenberg *et al.* 2010) refieren de modo conservador un promedio de 1800 especies de aves para Perú y hasta 1839 (Plenge 2012) siendo por mucho el taxon de vertebrados mayores más diversos en nuestro país.

Con la consolidación de la Red List de la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (IUCN) en 1963 las especies de aves del mundo y las peruanas pudieron ser categorizadas en su nivel de amenaza, siendo las listas desde 1994

hasta la actualidad de amplia consulta. Desde el 2004 las categorías de amenaza de fauna peruana, incluyendo las aves han sido determinadas según las recomendaciones de IUCN. Especies de aves peruanas están consignadas en los Apéndices del Convenio CITES desde 1973 y en la Convención CMS desde 1979. Más recientemente las aves sensibles a los cambios de su hábitat, de importancia en conservación y investigación y Biomas fueron tratados en *Neotropical Birds Ecology and Conservation* (Stotz *et al* 1996), aves indicadoras de Áreas de Endemismo de aves (EBAs) en *Endemic Bird Areas of the World: priorities for Biodiversity Conservation* (Stattersfield *et al* 1998), las aves endémicas nacionales son reportadas en *A Field Guide to the Birds of Peru* (Clements & Shany 2001), *Birds of Peru* (Schulenberg *et al.* 2010) y *Aves de Perú* de Plenge (2012) .

El estado peruano se interesó tempranamente en la conservación de las aves peruanas, de modo tal que la historia de la conservación de la avifauna silvestre en el Perú sólo es un poco más joven que las estrategias de conservación mundiales; parte del proceso es bien referido en El libro rojo de la fauna silvestre del Perú (Pulido 1991). Sin embargo, los primeros esfuerzos nacionales en este campo estuvieron ligeramente inclinados a la protección de especies de aves grandes, conspicuas, simbólicas y basados en la opinión de especialistas más que en parámetros estandarizados. En el 2003 las autoridades de la Dirección de Conservación de la Biodiversidad Forestal y de Fauna Silvestre de INRENA toman la decisión de actualizar la lista de especies de fauna amenazada peruana para estar de la mano con los principios y criterios usados a nivel mundial, principalmente por la IUCN, así desde septiembre de 2004 un nuevo conjunto de especies de aves están protegidas a nivel nacional (Decreto Supremo 034-2004-AG). La moderna visión de conservación de las aves peruanas está comprometida con la conservación de su diversidad en casi todos sus niveles y requiere para ello el mantenimiento de los procesos ecológicos en los que las aves participan.

Desde el 2010 se ha trabajado en la actualización de lista de aves amenazadas para Perú; sin embargo el Decreto Supremo 034-2004-AG continúa siendo el vigente en el periodo de trabajo de campo de este proyecto.

Es importante reiterar que los criterios empleados en la determinación de las especies de aves actualmente protegidas por el estado peruano no difieren marcadamente de los criterios empleados por las instancias internacionales, de modo que actualmente las categorías y sus representaciones abreviadas son similares e equivalentes; con la particularidad que para la definición de esas especies ahora protegidas, se recogió la información existente en relación al estado de las poblaciones peruanas, siendo entonces sus categorías más semejantes a las de IUCN cuando las especies están sólo o principalmente presentes en Perú y algo más diferentes en especies de aves de distribución geográfica más amplia.

Durante la evaluación ornitológica realizada en Cerro Illescas en el 2013 se observó siete especies de ave amenazadas según la legislación nacional vigente (D.S. 034-2004-AG). Cinco especies se encuentran en la categoría de “en peligro” (EN), una en la categoría de “vulnerable” (VU) y una en la categoría de Menor Preocupación (NT) (cuadro 3.7.9-11).

**Cuadro 3.7.9-11. Lista de especies de aves incluidas en categorías de amenaza según la legislación nacional (DS 043-2006-AG)**

<b>Especies</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Categoría DS 043-2006-AG</b>
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	EN
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano peruano	EN
<i>Sula variegata</i>	Piquero peruano	EN
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Cormorán Guanay	EN
<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín Zarcillo	VU
<i>Vultur gryphus</i>	Condor Andino	EN
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	NT

## **b. Especies protegidas en alguna Categoría de Conservación Internacional**

De las especies de aves registradas en el área de estudio, un interesante grupo están comprendidas en algún parámetro de importancia en conservación internacional relevante, al que se suman especies que son importantes en parámetros de importancia en conservación menos concretos como ser altamente sensible a los cambios del hábitat, prioridad de conservación urgente o alta, prioridad de investigación alta o ser especies migrantes o estar protegidas en los apéndices de la Convención de especies migratorias.

En la presente evaluación ornitológica se ha encontrado un total de 16 especies de aves de interés en conservación bajo los parámetros internacionales más generalmente aceptados (cuadro 3.7.9-12). Los parámetros considerados son los de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), considerándose los datos actualizados al 2013. Una especie esta considera en la categoría “vulnerable” (VU) y cuatro en “casi amenazada” (NT) (cuadro 3.7.9-12).

**Cuadro 3.7.9-12. Lista de especies de aves incluidas en categorías de amenaza internacional según la IUCN.**

<b>Especies</b>	<b>Nombre común</b>	<b>IUCN 2012</b>
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	VU
<i>Puffinus griseus</i>	Pardela Oscura	NT
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano peruano	NT
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Cormorán Guanay	NT
<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín Zarcillo	NT

Un total de 11 especies de aves registradas en el área están consideradas en los Apéndices I o II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), tres especies pertenecen al Apéndice I, el pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti*, el Condor Andino

*Vultur gryphus* y el halcón peregrino *Falco peregrinus*. Otras ocho especies están consideradas dentro del Apéndice II (cuadro 3.7.9-13).

**Cuadro 3.7.9-13. Lista de especies de aves incluidas en categorías de amenaza internacional según la IUCN.**

Espece	Nombre común	CITES
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	I
<i>Vultur gryphus</i>	Condor Andino	I
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	II
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	II
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	II
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	I
<i>Pseudoscops clamator</i>	Buhó Listado	II
<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre	II
<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí de Vientre Rufo	II
<i>Rhodopis vesper</i>	Colibrí de Oasis	II
<i>Myrtis Fanny</i>	Estrellita de Collar Púrpura	II

**c. Especies migratorias, Congregatorias y Apendice de la CMS**

Durante la presente evaluación se registró en el área de estudio cinco especies migratorias (cuadro 3.7.9-14), una migrante Australes (es decir que se reproducen en el extremo sur de Sudamérica) y cuatro especies fueron migratorias Boreales (es decir que se reproducen en América del Norte), estas migratorias llegan en el verano austral a nuestro territorio patrio (cuadro 3.7.9-14).

**Cuadro 3.7.9-14. Lista de especies de aves migratorias registradas en el área de estudio.**

Familia	Espece	Nombre común	Migratoria
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Boreal
Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador	Boreal
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Coleador	Boreal
Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	Playerito occidental	Boreal

Familia	Especie	Nombre común	Migratoria
Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota gris	Austral

### Especies Incluidas en la Convención de Especies Migratorias

Las especies migratorias al requerir para su sobrevivencia de por lo menos dos lugares distantes en los cuales cumplir su ciclo vital, se convirtieron en un símbolo de la necesidad de unir esfuerzos internacionales en pro de la conservación, creándose en Bonn en 1979 la Convención de especies Migratorias (Convention on Migratory Species cuyas ciclas son CMS). Los países como el nuestro sumados a este esfuerzo no sólo asumen el compromiso de velar por la conservación de las especies migratorias, sino también de los hábitats que ellas requieren. En el área de estudio durante todo el periodo de evaluación se registraron tres especies que presentan poblaciones migratorias protegida en la Convención de Especies Migratorias (CMS). Una especie en el Apéndice I y dos en el Apéndice II de la CMS (cuadro 3.7.9-15).

### **Cuadro 3.7.9-15. Lista de especies de aves migratorias registradas en el área de estudio.**

Especie	Nombre común	CMS 2012
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	I
<i>Vultur gryphus</i>	Condor Andino	II
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	II

### Especies Congregatorias

Las poblaciones de aves acuáticas son de gran interés en relación a los Sitios RAMSAR (Blanco & Carbonell 2001). La Convención sobre los Humedales fue firmada en la ciudad Ramsar, en Irán en 1971, siendo un tratado intergubernamental que vela por la conservación y uso racional de los humedales en todo el mundo. Esta Convención promueve acciones nacionales y de cooperación internacional, con el fin de lograr un desarrollo sostenible de los humedales en todo el mundo. El Perú es uno de los 119 países adheridos a esta Convención y existen ya varios humedales reconocidos y protegidos por ésta. Los



humedales presentes en el área de estudio comprenden algunas lagunas en muy variados estados de conservación.

La evaluación de cuantas especies de aves acuáticas hay y cuan abundantes son sus poblaciones, es de gran interés, ya que los Sitios Ramsar son definidos en el mundo también por la preocupación en la conservación de las poblaciones de aves de este tipo (Blanco & Carbonell 2001). Dos de los criterios que orientan la definición de los sitios Ramsar (el No. 5 y el No. 6) toman en consideración estas especies de aves. El criterio No. 5 señala que un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular una población de 20,000 o más aves acuáticas. El criterio No. 6 hace referencia a que un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular el 1% de los individuos de una población de una especie o subespecie de ave acuática.

Muchas de las aves acuáticas son de hábitos solitarios o viven en pequeños grupos o parejas, sin embargo la mayoría de ellas suelen tener hábitos congregatorios, es decir se encuentran en un lugar en gran número. En el área de estudio se registraron 20 especies congregatorias, sólo una terrestre *Burhinus superciliaris* y el resto acuáticas (cuadro 3.7.8-16).

La Convención Ramsar ha establecido valores poblacionales a tomar en cuenta para las aves de este tipo en todo el mundo, así los valores que aparecen en el Cuadro 3.7.8-16 corresponden a los valores que esta Convención estableció para la región comprendida desde México al norte hasta el extremo sur de América; los valores equivalen al 1% de la población biogeográfica de esta región (Wetlands International 2002).

En relación a este aspecto, tres preguntas son de mayor interés: I) ¿existe en el lugar evaluado una población de 20,000 o más aves acuáticas?, II) ¿existe algún humedal evaluado que contenga al menos el 1% de los individuos de una

población de una especie acuática y III) ¿cuál es el lugar o ambiente que reúne el mayor número de especies de aves acuáticas, migratorias bajo protección de la Convención de Especies Migratorias? Definitivamente, el Acantilado en esta areade estudio se mostro importante.

**Cuadro 3.7.9-16. Lista de especies de aves Congregatorias registradas en el área de estudio.**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>1% Población biogeográfica</b>
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano peruano	10,000
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano	
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	20,000
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Cormorán Guanay	20,000
<i>Phala crocorax gaimardi</i>	Chuita	
<i>Ardea alba</i>	Garza Grande	20,000
<i>Egretta thula</i>	Garcita Blanca	20,000
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera	20,000
<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	500
<i>Burhinus suoerciliaris</i>	Huerequeque	100
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Gritón	350
<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo Nevado	166
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador	430
<i>Actitis macularius</i>	Playero Coleador	2,000
<i>Calidris mauri</i>	Playerito occidental	20,000
<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	100
<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota gris	250
<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaviota de Capucha Gris	90
<i>Larosterna inca</i>	Gaviotin Zarcillo	1,500
<i>Rynchops niger</i>	Rayador Negro	2,050

**d. Aves de Distribución Restringida o Endémica**

Se ha realizado una revisión de la información de distribución sobre cada especie de la avifauna que figura en la lista de especies potenciales, considerando materiales como mapas disponibles de rango de distribución, base de datos de

distribución acreditados (Natureserve, 2012) y otras fuentes importantes de información del rango de distribución de especies de aves.

El análisis de la distribución de las especies no solo han permitido identificar a las especies endémicas nacionales, sino otras dos categorías de aves de distribución restringida. Así se han catalogado las especies registradas de acuerdo con los criterios de Áreas de Aves Endémicas [EBAs] según Endemic Bird Areas of the World Priorities for Biodiversity Conservation por BirdLife International importantes en la definición de las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales [IBAs], considerados como sitios críticamente importantes a nivel mundial para las aves y la biodiversidad y los Biomas *sensu* Stotz *et al.* 1996 que también han sido considerados como áreas de distribución restringida.

#### Especies Endémicas Nacionales

Si bien la avifauna del Perú es rica y diversa, la mayoría de las especies presentes no son exclusivas de nuestro territorio, con la excepción de más de un centenar de especies cuyo rango de distribución espacial está contenido en su totalidad en nuestro país. Este grupo restringido de especies es llamado endémicas nacionales. Para el presente estudio han sido determinadas las aves según este criterio en Plenge 2013, Schulenberg *et al.*, 2010 y Clements y Shany (2001). Durante este periodo de estudio se han registrado tres especies endémicas nacionales, el Minero Peruano *Geositta peruviana* y el Frigilo Cinéreo *Piezorhina cinerea*. La mayoría de especies que presentan una distribución restringida se comparten con el vecino país de Ecuador.

#### Áreas de Endemismo de Aves

Son seis las especies de aves de distribución restringida a Áreas de endemismo de aves (EBAs) observadas en este estudio (Cuadro 3.7.8-17). A pesar que la zona de estudio es pequeña, en ella pudieron hallarse aves de tres EBAs P045

Ecuador-Peru East Andes (6 especies), P048 Southern Central Andes (1) y P052 Peruvian high Andes (1).

**Cuadro 3.7.9-17. Lista de especies de aves indicadoras de Áreas de aves endémicas (EBAs) registradas en el área de estudio.**

Especie	Nombre común	EBAs
<i>Geositta peruviana</i>	Minero Peruano	P 045,052
<i>Synallaxis stictothorax</i>	Colaespina Acollarada	P 045,048
<i>Cantorchilus superciliars</i>	Cucarachero Cejón	P 045
<i>Piezorhina cinerea</i>	Frigilo Cinéreo	P 045
<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe Gargantiazufrada	P 045
<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero Filiblanco	P 045

### Biomás

En el área de estudio son 11 las especies de aves (cuadro 3.7.9-18) características de un Bioma o gran región zoogeográfica en América (*sensu* Stotz *et al.* 1996), en su mayoría (seis especies) pertenecientes al bioma Pacífico Subtropical (STP) y cinco al bioma Costa del Pacífico Ecuatorial (EPC) (Cuadro 17).

**Cuadro 3.7.9-18. Lista de especies de aves indicadoras de Biomás registradas en el área de estudio.**

Especie	Nombre común	Bioma
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	STP
<i>Oceanodroma hornbyi</i>	Golondrina de Mar Acollarada	STP
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano peruano	STP
<i>Sula variegata</i>	Piquero peruano	STP
<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota gris	STP
<i>Larosterna inca</i>	Gaviotin Zarcillo	STP
<i>Synallaxis stictothorax</i>	Colaespina Acollarada	EPC
<i>Cantorchilus superciliars</i>	Cucarachero Cejón	EPC
<i>Piezorhina cinérea</i>	Frigilo Cinéreo	EPC
<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe Gargantiazufrada	EPC

Espece	Nombre común	Bioma
<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero Filiblanco	EPC

#### e. Especies Protegidas en otras categorías secundarias de conservación

En el mundo junto al crecimiento del progreso y explotación de los recursos naturales, creció también el interés del hombre por la protección del ambiente a través de indicadores de algún tipo. El estado de conservación de la avifauna se encuentra entre los indicadores más difundidos y antiguamente usados, por ellos en este grupo de vertebrados existe una amplia gama de criterios que son exclusivos al taxa. Para aves se han establecido con el tiempo algunos otros parámetros que bajo pautas detalladas y metodologías estandarizadas y más ampliamente sometidas a juicio científico se están usando, como las Áreas de endemismo de Aves (EBAs) y las especie consideradas indicadoras de un único bioma (BIOMA), empleadas en todo el mundo para la categorización del Programa de Áreas importantes para la Conservación de las Aves (IBAs: Important Bird Areas) conducido en el mundo por BirdLife. Sin embargo, otros parámetros creados para caracterizar a las aves neotropicales no se han difundido tanto como los anteriores y han quedado circunscritos a la avifauna de la región neotropical. Son tres los parámetros propuestos por Stotz en su libro Neotropical Birds Ecology and Conservation (Stotz *et al.* 1996) que son la Sensibilidad a los cambios del hábitat, la Prioridad de conservación y la Prioridad de investigación. En el área de estudio una especie presentaron alta prioridad de conservación (sensu Stotz *et al.* 1996), el Pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti*. Dos especies están consideradas como de muy alta prioridad de investigación el Pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* y la Estrellita de Collar Púrpura *Myrtis fanny*.

### 3.7.9.6. Bibliografía

- ANGEHR, G., AUCCA, C., & CHRISTIAN, D. 1998 Birds II: Biodiversity Assessment at Cashiriari-3 Well Site in tehe Lower Urubamba Region. In: (Alonso & Dallmeier, eds. ) Biodiversity Assessment and Monitoring of the Lower Urubamba Region, Peru. Pp. 165-185.
- BANGS, O. & NOBLE, G.K. 1918. list of birds collected on the Harvard Peruvian Expedition of 1916. *Auk*, 35: 442-463.
- BEST, B.J., CLARK, C.T., CHECKER, M., BROOM, A., THEWLIS, R.M., DUCKWORTH, W. & MCNAB A. 1993. Distributional records, natural history notes and conservation of some poorly known birds from southwest Ecuador and northwestern Peru. *Bull. B.O.C.* 113: 108-119; 234-255.
- BERLIOZ, J. 1962. Notes critiques sur quelques espèces de Trochilides. *Oiseau*, 32: 135-144.
- BLANCO, D.E. & M. CARBONELL (Eds). 2001. El Censo neotropical de Aves Acuáticas. Los primeros 10 años:1990-1999. Wetlands Internacional. Buenos Aires. Argentina & Ducks Unlimited, Inc. Memphis, USA.
- BIBBY, C.J.; PHILLIPS, B.N.; & SEDDON, A.J. 1985. Birds of restocked conifer plantations in Wales. *Journal of Applied Ecology*. 22: 619-633
- BIBBY, C.J.; BURGESS, N.D. & HILL, D.A. 1993. *Bird Census Techniques*. Academic Press, Cambridge. 257pp.
- BIBBY, C.J. & CHARLTON, T.D. 1991. Observation on the San Miguel Bullfinch. *Acoreana*. 7: 297-304
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2000. Threatened Birds of the World. Lynx Edic. and BirdLife Intl., Barcelona and Cambridge.
- BIRD LIFE INTERNATIONAL. 2003. BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation. Versión 2.0. Cambridge: Bird Life International. Disponible en: <[http:// www.birdlife.org](http://www.birdlife.org)> (acceso 23/4/2004). Citado en Flanagan et al (2005).
- BIRD LIFE INTERNATIONAL 2004. Threatened Birds of the World. CD-ROM. Cambridge.

- BIRDLIFE INTERNATIONAL Y CONSERVACION INTERNACIONAL, 2005. *Areas importantes para la conservación de las aves en los Andes Tropicales*. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Birdlife Conservation. Serie No. 14. Quito, 730pp.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2012) Important Bird Areas factsheet: Laquipampa. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 04/04/2012
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2012) Important Bird Areas factsheet: Isla Lobos de Afuera. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 04/04/2012
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2012) Important Bird Areas factsheet: Chiñama. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 04/04/2012
- BUCKLAND, S.T. 1987. On the variable circular plot method of estimating density. *Biometrika*. 43: 363-384.
- CAMPBELL, K.E. JR. 1971. First report of Sandwich Terns in Peru. *Auk*, 88: 676.
- CENTRO DE DATOS PARA LA CONSERVACIÓN (CDC). (1992). Estado de la Conservación de la Diversidad Natural de la región noroeste del Perú. Centro de Datos para la Conservación - Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima (Perú).
- CENTRO DE DATOS PARA LA CONSERVACIÓN (CDC). (2006). Análisis de la Cobertura Ecológica del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. Lima, Perú: CDC-UNALM/TNC.
- CHUBB, C. 1919. Descriptions of new forms of South and Central American birds. *Bull. Brit. Ornith. Club*. 39: 41-42, 51-53, 70-72.
- CHUBB C. 1919. Notes on collections of birds in the British Museum, from Ecuador, Peru, Bolivia and Argentina. *Ibis* 61:1-55.
- CITES & UNEP. 2012. Convención sobre el comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II y III.
- CLEMENTS J. & N. SHANY. 2001. A Field Guide to the Birds of Peru. Ibis Publishing Company. California. 588 pp.
- CMS. 2012. Appendices I and II of the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS) (as amended by the Conference

- of the Parties in 1985, 1988, 1991, 1994, 1997, 1999, 2002, 2005, 2008 and 2011) Effective: 23rd February 2012.
- COKER, R. 1920. Habits and economic relations of the guano birds of Peru. Proc. U.S. Nat. Mus. 56: 449-511.
  - COLLAR, N.J.; GONZAGA, L.P.; KRABBE, N.; MADROÑO NIETO, A.; NARANJO, L.G.; PARKER, T.A. & WEGE, D.C. 1992. Threatened birds of the Americas: The ICBP/IUCN Red Data Book. Cambridge, UK: International Council for Bird Preservation.
  - COLLINS, J.P. AND M.L CRUMP. 2009. Extinction in Our Times: Global Amphibian Decline. Oxford University Press, 273p.
  - CUSHMAN, G. T. 2003. The Lords of Guano: science and the management of Peru's marine environment, 1800- 1973. Doctor of Philosophy Dissertation, University of Texas at Austin, Texas, pp. i-xvii, 1- 762.
  - DINERSTEIN, E., OLSON, D.M., GRAHAM, D.J., WEBSTER, A. L., PRIMM, S.A., BROOKBINDER, M. P. & LEDEC,C. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. Washington, DC: World Bank.
  - EL PERUANO, 2004. D.S. No. 034-2004-AG. Pp 276853-276855.
  - FLANAGAN, J.N.M. & P. VELLINGA. 2000. Tres Bosques de neblina de Ayabaca: su avifauna y conservación. Piura: ProAvesPerú.
  - FLANAGAN, J. N. M., IRMA FRANKE, Y LETTY SALINAS 2005. Aves y endemismo en los bosques relictos de la vertiente occidental andina del norte del Perú y sur del Ecuador. In Los Bosques Relictos del NO de Perú y SO de Ecuador (Maximilian Weigend, Eric F. Rodriguez, and César Arana, Compilers). Revista Peruana de Biología, 12: 239-248.
  - FRANKE, I.; MATTOS, J.; SALINAS, L.; MENDOZA, C. & S. SAMBRANO. 2005. Areas Importantes para la Conservación de las Aves en Perú. Pp. 471-510 en BirdLife Internacional y Conservación Internacional. Areas Importantes para la Conservación de las Aves en los Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador. (Serie de Conservación de BirdLife No. 14).



- GALVEZ, M; R. BARRIONUEVO & M. CHARCAPE, 2006. El desierto de Sechura: Flora, Fauna y Relaciones ecológicas. *Universalia* 11(2).
- GIBBS, J. P, SNELL, H.L. & GASTON, C.E. 1999, Effective monitoring for adaptive wildlife management: lessons from the Galàpagos islands. *J. Wildl. Manage.* 63, 1055–1065.
- GOLDER ASSOCIATES PERÚ S.A. 2007. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Fosfatos Bayovar Piura, Perú. Resumen Ejecutivo preparado para Compañía Minera Miski Mayo S.A.C.
- HAFFER. J. 1974. Avian speciation in tropical South America. *Nuttall Ornith. Club Publ.*, No. 14, 390 pp.
- HILTON-TAYLOR, C. 2000. 2000 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- HILTY, S. 1994. *Birds of Tropical America: A watcher's introduction to behavior, breeding and diversity.* Chapters Publishing Ltd. Shelburne, Vermont.
- IUCN 2012. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 19 June 2012.
- KOEPCKE, H. W. 1961. Synökologische Studien an der Westseite der peruanischen Anden. *Bonn. Geogr. Abhand.*, 29, 320 pp.
- KOEPCKE, M. 1961. Birds of the western slope of the Andes of Peru. *Amer. Mus. Novit.*, no. 2028, 31 pp.
- KOEPCKE, M. 1964. *Las Aves del Departamento de Lima.* Edit. Morson. Lima.
- KOEPCKE, H. & M. KOEPCKE 1982. Erläuterung der Beobachtungs – und Sammler –Nummern zu den in den Jahren 1949 bis 1974 in Peru durchgeführten biologischen Studien. Hamburg.
- KOSKIMIES, P. & VÄISÄNEN, R.A. (eds.) 1991. *Monitoring Bird Populations.* Finnish Museum of Natural History, Helsinki.
- KREBS, CH. 1998. *Ecological Methodology.* 2da. Ed. Harper & Row Publishers, New York.

- LAMBERTUCCI S. 2007. Biología y Conservación del Condor Andino (*Vultur gryphus*) en Argentina. *Hornero* 22(2): 149-158.
- LESSON, R. & GARNOT, P. 1826. In L. I. Duperry, *Zoologie in Voyage autour du Monde sur la Corvette, "La Coquille"*. A. Bertrand, Paris, 1: 246-269.
- MacFARLANE, J.R.H. 1887. Notes on birds in the western Pacific, made in H. M. S. "Constance", 1883-1885. *Ibis* 1887: 201-215.
- MAGURRAN, A. E. 1991. *Ecological Diversity and its Measurement*. Chapman & Hall. New York.
- MANU EXPEDITIONS. 2007. Field Report – North Peru: Tumbesian Endemics. Led by Fernando Angulo with Jeffrey Kruk and Norka Ruiz Bravo.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE – SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (MINAM-SERNANP). 2009. Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas (Estrategia Nacional).
- MORE, A. 2010. El Cóndor Andino y la Península Illescas. Boletín informativo UNOP Vol. 5 N°2.
- MURPHY, R.C. 1936. *Oceanic birds of South America*. Amer. Mus. Nat. Hist., New York, 2 vols. 1245 pp.
- NATURESERVE. 2012. Infonature. Disponible en internet: <<http://www.natureserve.org/infonatura/>> Consultado: junio 2012.
- NOSS, R. F. 1990, Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conserv. Biol.* 4, 355–264.
- OFICINA DE LA CONVENCION DE RAMSAR, 2000. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la lista de humedales de importancia internacional. Manual No.7. Gland (Suiza), 60 p.
- O'NEILL, J.P. 1992. A general overview of the montane avifauna of Peru. *Memorias del Museo de Historia Natural UNMSM (Lima)* 21: 47-55.

- O'NEILL, J.P. 1996. Sugerencias para áreas protegidas basadas en la avifauna peruana. In: Rodríguez, L. (Ed.) Diversidad Biológica del Perú. Zonas Prioritarias para su Conservación. GTZ-INRENA, Lima.
- OIA-MINAG. 2001. Estadística Agrícola Trimestral 2000- 2001. OIA-MINAG. Peru.
- ONERN. 1989. Inventario y Evaluación de los recursos naturales de las microrregiones de Oyón y Cajatambo. Departamento de Lima, ONERN, Lima.
- PAINE, R. T.: 1995, A conversation on refining the concept of keystone species. *Conserv. Biol.* 9,962–964.
- PLENGE, M. Lista de Aves del Perú. 2012. Boletín UNOP. 41pp
- PYHÄLÄ, M. 2001. Informe ornitológico de una visita al norte del Perú: Tumbes-Lambayeque 1998 – 1999. Boletín de Lima, no. 123: 100-111.
- PULIDO, V. 1991. Libro rojo de la fauna silvestre. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. Lima.
- PULIDO, V. 1998. Vocabulario de los nombres comunes de la fauna silvestre del Perú. Lima.
- REYNOLDS, R.T.; SCOTT, J.M. & NUSSBAUM, R.A. 1980. A variable circular plot method for estimating birds numbers. *Condor* 82: 309-313.
- RIDGELY, R. & TUDOR, G. 1989. The Birds of South America. Volume I. The oscine passerines. University of Texas Press. Austin.
- RIDGELY, R. & TUDOR, G. 1994. The Birds of South America. Volume II. The suboscine passerines. University of Texas Press. Austin.
- RÍOS-UCEDA B. & M. WALLACE. 2007. Estimating the size of the Andean Condor population in the Apolobamba Mountains of Bolivia. *Journal of Field Ornithology* 78:170-175
- RODRIGUEZ, L.O. (Ed.). 1996. Diversidad Biológica del Perú: zonas prioritarias para su conservación. Proyecto FANPE, GTZ-INRENA. Lima.
- SALINAS, L. & ARANA, C. 2004. Avifauna de las lomas del departamento de Lima, Perú. (Avifauna of the Lomas of Lima, Peru). In Libro de Resúmenes

- de la XIII Reunión Científica del Instituto de Investigaciones Antonio Raimondi. UNMSM. Lima, Perú. Pp 54
- SALINAS, L., C. ARANA & V. PULIDO. 2007. Diversidad, Abundancia y Conservación de Aves en un agroecosistema del desierto de Ica, Perú. Revista Peruana de Biología (Número Especial: Avances de las ciencias biológicas en el Perú) 13(3): 155-167.
  - SALVIN, O. 1883. A list of the birds collected by Captain A. H. Markham on the west coast of America. Proc. Zool. Soc. London, 1883: 419-432.
  - SCHULENBERG, T. S. & PARKER, T.A. 1981. Status and distribution of some northwest Peruvian birds. Condor, 83: 209-216.
  - SCHULENBERG T.S., D.F. STOTZ, D. F. LANE, J.P. O'NEILL & T.A. PARKER. 2010. Aves del Peru. Princeton Unity Press. Chicago. 656 pp.
  - SHORT, L. & MORONY, J. 1969. Notes on some birds of central Peru. Bull. Brit. Ornith. Club, 89:112-115.
  - STATERSFIELD, A.; CROSBY, M., LONG, A. & C. WEGE. 1998. Endemic Bird Areas of the world: Priorities for Biodiversity Conservation. BirdLife International (Birdlife Conservation Series N° 7). UK.
  - STEPHENS, L & M. TRAYLOR JR. 1983. Ornithological gazetteer of Peru. Harvard University. Massachusetts.
  - STOTZ, D.; J. FITZPATRICK; T. PARKER & D. MOSKOVITS. 1996. Neotropical Birds. Ecology and Conservation. University of Chicago, Chicago.
  - STUART, S.N., J.S. CHANSON, N.A. COX, B.E. YOUNG, A.S.L. RODRIGUES, D.L. FISCHMAN, AND R.W. WALLER. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. Science 306:1 783-1786.
  - STUCCHI, M. 2009. Presencia del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la Costa Peruana. Boletín de Lima N°155: 124-133.
  - STUCCHI M., JUDITH FIGUEROA, GINA MORI Y FELIPE FLORES. 2011. Revisión y actualización de la avifauna de las islas Lobos de Afuera (Perú). Boletín UNOP. Vol. 6 Número 01.

- TACZANOWSKI, L. 1884B. Onithologie du Perou. Vol. 2. Oberthur, Paris, 566 pp.
- TACZANOWSKI, L. 1877a. Liste des oiseaux recueillis en 1876 au nord de Perou occidental par MM Jelski et Stolzmann. Proc. Zool. Soc. Lond. :319-333.
- TACZANOWSKI, L. 1877b. Supplement à la liste des oiseaux recueillis au nord du Perou occidental par MM Jelski et Stolzmann. Proc. Zool. Soc. Lond.:744-754.
- TERÁN, M.; CAMPOS, F.; CLARK, K.; RUIZ, D.; GUARDERAS, P.; JIMÉNEZ, P.; DENKINGER, J.; ORTIZ, E. & C. SUÁREZ. 2004. Portafolio de Sitios Prioritarios para la Conservación dentro de la Unidad de Planificación Ecorregional Pacífico Ecuatorial: Componente Marino. The Nature Conservancy. Quito– Ecuador.
- TEMPLE, S. 1983. To Save the condor. The Living Bird Quarterly 2: 21-23.
- TIRIRA, D.; ALMEIDA, P.; PADILLA, D.; CORTÉS, K.; DÍAZ, M.; ÁLVAREZ, U.; PINOS, G.; BOADA, C.; & P. SORIA. 2004. Evaluación Ecorregional Pacífico Ecuatorial: Componente Terrestre. Alianza Jatun Sacha, CDC – Ecuador, CDC – UNALM, The Nature Conservancy. Quito – Ecuador.
- TOVAR, S. H. 1969. Áreas de reproducción y distribución de las aves marinas en el litoral peruano. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, I: 523-546.
- VAURIE, C. 1972. An ornithological gazetteer of Peru (based on information compiled by J. T. Zimmer). Amer. Mus. Novit., No 2491, 36 pp.
- VERRIL, G.E. 1923. Rough notes on the avifauna of Paita, Peru. Auk 40: 303-312.
- VELARDE, D. (Ed.) 1998. Resultado de los Censos Neotropicales de Aves Acuáticas en el Perú 1992-1995. Programa de Conservación y desarrollo sostenido de humedales, Perú, Lima.
- VÉLIZ, C.; TOVAR, A.; TOVAR C.; REGAL F. & P. VÁSQUEZ. 2008. Qué áreas conservar en nuestras Zonas Áridas? Seleccionando sitios prioritarios para la conservación en la Ecorregión Desierto de Sechura - Perú. Zonas Áridas 12 (1).

- WALLACE M. & S. TEMPLE. 1987. Competitive Interactions within and between species in a guild of avian scavengers. *The Auk* 104: 290-295.
- WALLACE M. & S. TEMPLE. 1988. Impacts of the 1982-1983 El Niño on population dynamics of Andean Condors in Peru. *Biotropica* 20(2): 144-150
- WEGE, D. & LONG, A. 1995. Key areas for threatened birds in the Neotropics. *Birdlife Conservation Series No. 5*, Birdlife International, Cambridge.
- WETLANDS INTERNACIONAL. 2002. Waterbird Population Estimates. Third Edition. Wetlands International Global Series N° 12. Wageningen, The Netherlands.
- WUST, W. 1996. Propuesta de áreas protegidas para aves FANPE. Pp. 65-70, en: *Diversidad Biológica del Perú, Zonas prioritarias para su conservación* (L. Rodríguez, ed.). FANPE- GTZ, INRENA. Lima, Perú.

### **3.7.10. Fauna – reptiles**

#### **3.7.10.1. Introducción**

En Perú, la mayor riqueza de especies de herpetofauna se encuentra en los bosques húmedos de la cuenca Amazónica (“Selva Baja”), sin embargo aquellas especies presentes en los bosques montanos nubosos (“Selva Alta” o “Ceja de Selva”) o en zonas andinas son importantes por su endemismo (característicos específicos de un solo ecosistema). Al igual que las especies de los hábitats costeros, en donde las temperaturas de suelo y aire en los meses de verano son altas y los valores de precipitación anual son bajos, por lo que las especies residentes aquí demuestran una alta adaptabilidad solo a estos ecosistemas y no se les podrá encontrar en hábitats diferentes, en este factor radica la importancia de la herpetofauna de las zonas costeras.

Ciertamente, los reptiles de la costa de Perú, incluyendo algunas especies del bosque seco ecuatorial, han sido investigados con anterioridad por autores que proporcionan información básica sobre la taxonomía y ecología en lagartijas del género *Dicrodon* (Schmidt, 1957) y del género *Microlophus* (Dixon & Wright, 1975), gekos del género *Phyllodactylus* (Dixon & Huey, 1970; Huey, 1979) y serpientes (Schmidt & Walker, 1943). El estudio más actual acerca de la herpetofauna de alguna zona del norte de Perú, es el de Catenazzi y Donnelly (2007) los que evaluaron los efectos del fenómeno del niño sobre las poblaciones de lagartijas de la familia Phyllodactylidae en puntos de muestreo cercano a Cerro Illescas, un área muy cercana al área de estudio objeto de esta investigación.

Aunque todos estos estudios tiene una vital importancia para le conocimiento de las especies de la cuenca del Pacífico en al región norteña peruana, actualizaciones a cerca de la riqueza y diversidad de especies de reptiles en la zona de Illescas son escasas o nulas, y a pesar de que algunas evaluaciones

ambientales para proyectos de minerales contemplaron evaluaciones en zonas desérticas de Sechura, muchos de estos datos no han sido publicados o no son accesibles de manera pública, de manera que no contribuyen ni aportan al conocimiento de la herpetofauna en el norte de Perú. Es necesario remarcar, que una de las más importantes actualizaciones y recopilaciones de información acerca de la herpetofauna de la región occidental del norte de Perú, fue hecha por Venegas (2005), sin embargo, este estudio está basado en la herpetofauna habitante de los bosques secos ecuatoriales, y no de las zonas desérticas, como es el área de este estudio.

Por tanto, debido a la importancia de conservar esta ecorregión rica en endemismos y tratando de llenar el vacío de información referente a su herpetofauna, además de la necesaria lista de especies ocurrentes en el ámbito del área de influencia de un proyecto de extracción de Fosfatos en Sechura, se presentan a continuación, los procedimientos y resultados de la mencionada evaluación.

#### **3.7.10.2. Objetivos**

- Determinar las especies existentes en el área de Illescas.
- Obtener datos del estado de las poblaciones de las especies ocurrentes en el área de influencia del proyecto.

#### **3.7.10.3. Área de estudio**

El área de estudio está dentro de la ecorregion Desierto Costero (Brack, 1986), sin embargo más específicamente es un bosque estacionalmente seco que crece por debajo de los 100 m y está distribuido a lo largo de las planicies costeras del sur del departamento de Piura (incluida la Provincia de Sechura). Está compuesto principalmente por *Prosopis sp* y *Capparis scabrida* y en menor medida por



*Capparis aviceniifolia* todas arbustivas, aunque en ocasiones llegan a formar pequeños árboles. La flora acompañante está compuesta por *Parkinsonia praecox*, *Galvezia fruticosa*, *Encelia canescens* y *Acacia macracantha*.

Para un mejor análisis y con la finalidad de entender mejor la distribución de la herpetofauna en el área de estudio, se estratificó el área en hábitats, de los cuales son solo 3 los importantes para nuestro análisis: A) Matorral espinoso, presenta predominantemente arbustos espinosos y algunas herbáceas, el suelo es rocoso y las pendientes son fuertes, se ubica en morros o montañas colindantes con la zona litoral; B) Algarrobal en hondonadas o quebradas secas, presentan árboles de Algarrobos grandes de más de 2 metros y no tan dispersos, además aparecen otros árboles (sapote y palo verde) pero en menor abundancia. Suelo en su mayoría cascajo y pedregoso; C) Roquedal marino, este hábitat estuvo formado principalmente por sustrato rocoso, húmedo debido al constante baño de las olas marinas, se encuentra en la zona litoral del área, la vegetación aquí consistió de algas del tipo sésiles y otras móviles como *Macrocystis spp.*

#### **3.7.10.4. Metodología**

Para la presente evaluación se utilizaron dos métodos probados reiteradamente en numerosas evaluaciones en distintas ecorregiones, y son además los métodos más recomendados para evaluar herpetofauna de manera que sean comparables con evaluaciones en cualquier otro ecosistema (Heyer et.al., 1994): los Transectos visuales y los Relevamientos por encuentros visuales (REV), para el primero se trazaron líneas de 100 m de largo por 2 m de ancho (200m<sup>2</sup>) que se recorrieron uniformemente y en un mismo sentido por dos investigadores (en algunos casos tres) durante un tiempo no determinado, pues el tiempo dependerá siempre de la cantidad de refugios y microhábitats de potencial ocurrencia para anfibios o reptiles presentes en una unidad muestral esto podría ocasionar que la evaluación de dicha unidad tome más o menos tiempo, para la segunda metodología, se fijaron zonas de evaluación, en donde se trazaron líneas no

necesariamente rectas en áreas de potencial registro tanto para anfibios como reptiles de manera que se puedan recorrer las zonas y hábitats en donde se esperaría poder capturar estos organismos, el patrón estándar en esta metodología fue el tiempo, el cual fue de 30 min para cada REV y aunque fue una metodología usada en todos los puntos de muestreo, fue utilizada en menor intensidad que los transectos visuales, por ser una metodología que al no permitir tener un área definida de muestreo, no otorga datos que ayuden a analizar el estado poblacional de las especies en cuestión. Se evaluaron en total 36 transectos y 9 REV, lo que da por resultado un área evaluada aproximada de 8000 m<sup>2</sup>, el detalle de la ubicación de estos transectos se muestra en la cuadro 3.7.10-1.

**Cuadro 3.7.10-1. Ubicación de los puntos de muestreo evaluados.**

Zona	Coordenadas UTM (WGS 84)				Altitud (m)	Fecha de muestreo
	inicio		fin			
PMB13	17M 496828	9353307	17M 496734	9353273	158	29/03/2013
	17M 496711	9353265	17M 496626	9353208	162	29/03/2013
	17M 496626	9353208	17M 496559	9353133	162	29/03/2013
	17M 496559	9353133	17M 496521	9353024	152	29/03/2013
	17M 497098	9353361	17M 496854	9353327	141	29/03/2013
PMB11	17M 494467	9354175	17M 494475	9354073	221	27/03/2013
	17M 494497	9354018	17M 494579	9353957	229	27/03/2013
	17M 494595	9353963	17M 494612	9353861	234	27/03/2013
	17M 494620	9353852	17M 494571	9353764	312	27/03/2013
	17M 494639	9353923	17M 494627	9354158	221	27/03/2013
PMB7	17M 493049	9355263	17M 492952	9355287	181	28/03/2013
	17M 492952	9355287	17M 492868	9355223	160	28/03/2013
	17M 492868	9355223	17M 492776	9355185	160	28/03/2013
	17M 492746	9355148	17M 492650	9355181	150	28/03/2013
	17M 493125	9355145	17M 493049	9355263	181	28/03/2013
PMB4	17M 492713	9356243	17M 492649	9356330	188	28/03/2013
	17M 492611	9356348	17M 492561	9356452	183	28/03/2013
	17M 492562	9356464	17M 492520	9356556	179	28/03/2013
	17M 492201	9356714	17M 492148	9356800	118	28/03/2013
	17M 492520	9356556	17M 492201	9356714	166	28/03/2013
PMB1	17M 491493	9360236	17M 491399	9360194	35	29/03/2013

Zona	Coordenadas UTM (WGS 84)				Altitud (m)	Fecha de muestreo
	inicio		fin			
	17M 491160	9360144	17M 491082	9360077	34	29/03/2013
	17M 491059	9360085	17M 491024	9359986	31	29/03/2013
	17M 491031	9359956	17M 490943	9359909	33	29/03/2013
	17M 491390	9360189	17M 491161	9360202	34	29/03/2013
CONTROL	17M 491058	9354549	17M 490958	9354554	57	30/03/2013
	17M 490958	9354554	17M 490856	9354549	54	30/03/2013
	17M 490427	9354832	17M 490326	9354831	32	30/03/2013
	17M 490290	9354850	17M 490198	9354901	30	30/03/2013
	17M 490838	9354535	17M 490519	9354825	52	30/03/2013

El éxito de captura y la riqueza de especies fue estimada mediante un análisis de rarefacción utilizando el programa PAST (Hammer et.al., 2001), en orden de evitar un potencial sesgo de la información que tenga que ver con el tamaño de muestreo por cada punto evaluado. Hammer et.al. (2001) explican que para obtener los valores de esta estimación se utiliza un algoritmo gamma que se basa en una función binomial, la que tiene que ver con el número de especies, la abundancia y el esfuerzo de muestreo utilizado en una evaluación. Aquí, se utiliza este método para obtener el valor esperado de riqueza en el área de estudio, y aunque el objetivo principal no es obtener el valor real de riqueza de especies de la zona, si obtener valores que puedan permitir comparar estos resultados con futuras evaluaciones.

La diversidad de cada sitio de muestreo fue calculada mediante los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson tomando en cuenta los registros por unidad de vegetación, índice que toma en cuenta el número de especies de un sitio y su abundancia, para cotejarlas entre sí, los sitios con alto valor de número de especies y abundancias relativamente equitativas entre las mismas tienden a tener mayores valores de diversidad que otros, pues, en estos casos, la hipótesis a tomar es que la posibilidad de que un individuo registrado sea de una especie al individuo anterior, es muy alta, y esto solo pasa en sitios con alta diversidad donde las comunidades de un taxón, tiene una distribución ecológica equilibrada.

Las preferencias de hábitats por cada especie registrada son mostradas en gráficos de barras utilizando el programa Excel, y la compatibilidad hacia posibles simpatrias por parte de las especies en función del uso de hábitat son mostrados mediante clusters estructurados por distancia euclidiana, esto es la distancia geométrica entre dos puntos en un espacio determinado, este es un método utilizado no solo aquí, sino ampliamente efectivo para distintos estudios ecológicos (Mueller et al 2004) y es ampliamente recomendado cuando las variables analizadas son independientes una de la otra, como es el caso de las variables usadas (especies registradas) aquí.

La actividad de cada especie registrada fue evaluada mediante los datos tomados en campo, basados básicamente en el número de avistamientos por parte del evaluador hacia cada especie registrada, se estructuraron gráficos de barras con el programa Excel, que explican los picos de actividad de las especies ocurrentes en el área de estudio, estratificando el tiempo por horas evaluadas, de manera que se puede determinar durante que hora del día una u otra especie es más activa que otra.

#### **3.7.10.5. Resultados**

El total de unidades de muestreo fue de 30, repartidas en: 26 transectos y 4 VES, esto da por resultado que en total se han evaluado: 3000 m<sup>2</sup> (3 Km<sup>2</sup>). Así, teniendo en cuenta que se tomó para cada REV 30 minutos de evaluación y que para cada transecto se emplearon también 30 minutos todos con repeticiones nocturnas de la evaluación diurna, el esfuerzo de muestreo total resultó en 60 horas-hombre, el detalle de el esfuerzo de muestreo en esta evaluación se da en la Cuadro 3.7.10-2.

**Cuadro 3.7.10-2. Esfuerzo de muestreo en esta evaluación**

No de Transectos	No de REV	No de personas	Transectos		REV		Esfuerzo Total (Horas-hombre)
			Esfuerzo diurno	Esfuerzo nocturno	Esfuerzo diurno	Esfuerzo nocturno	
24	6	2	24 horas-hombre	24 horas-hombre	6 horas-hombre	6 horas-hombre	60

En esta evaluación se lograron registrar 8 especies de reptiles en el área de estudio, estas doce especies estuvieron distribuidas en 4 familias, los géneros representados por estas especies fueron los de lagartijas: *Callopistes* (1), *Dicrodon* (2), *Microlophus* (2) y *Phyllodactylus* (2) y el de serpientes *Leptodeira* (1), la evaluación correspondió a la temporada húmeda, a pesar de esto las temperaturas fueron optimas para el desplazamiento de las especies de reptiles, organismos ectotermicos que dependen de la temperatura ambiental, lo que a determinadas horas en le muestreo de campo, hizo más fácil su registro por parte de los evaluadores, el detalle de las especies registradas se muestra en la cuadro 3.7.10-3.

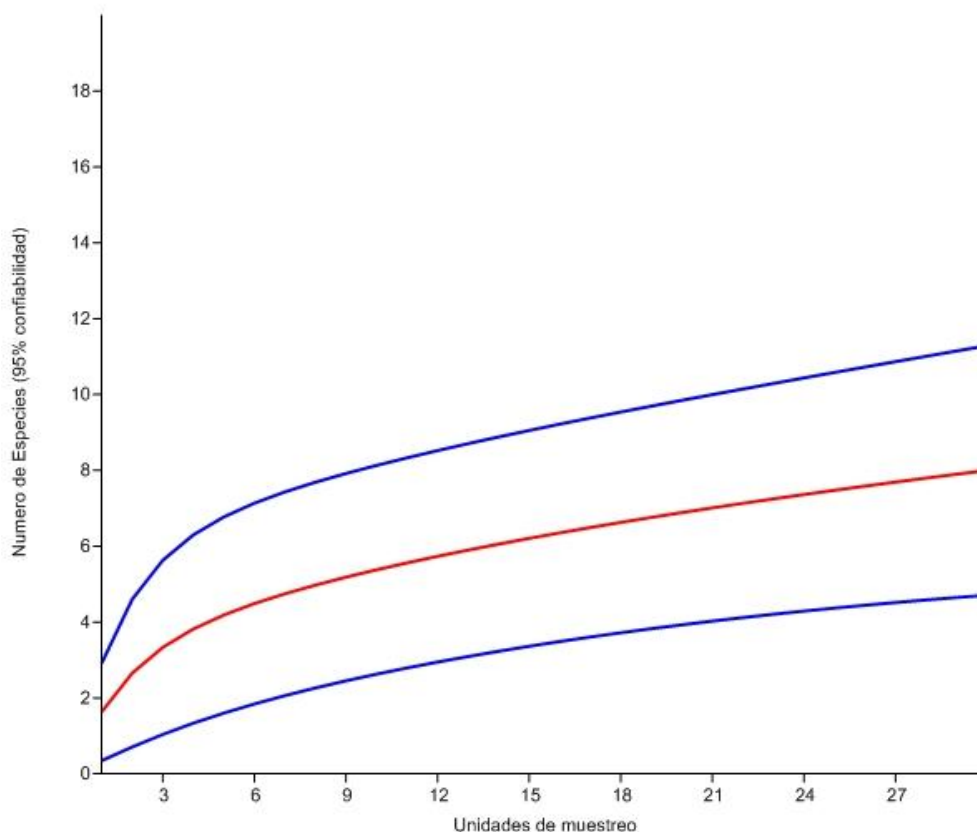
**Cuadro 3.7.10-3. Especies registradas en el área de estudio**

TAXA				
Familia	Especie	Nombre común	Epoca Húmeda	Tipo de Registro
TEIIDAE	<i>Dicrodon guttulatum</i>	Cañán	x	v
	<i>Dicrodon heterolepis</i>	Cañán	x	v
	<i>Callopistes flavipunctatus</i>	Iguana negra	x	r
TROPIDURIDAE	<i>Microlophus occipitalis</i>	Capón	x	v
	<i>Microlophus peruvianus</i>	Capón de las playas	x	v
GEKKONIDAE	<i>Phyllodactylus microphyllus</i>	Jañape	x	v
	<i>Phyllodactylus kofordi</i>	Jañape	x	v
COLUBRIDAE	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Culebra ojos de gato		v

V= registro visual, r= registro por restos (pieles o pedazos de cuerpo)

El análisis del éxito de captura arrojó una curva que no se estabiliza en una asíntota hacia el final de la misma. Es remarcable que se utilizaron los datos tanto de los transectos de muestreo como de los REV para este análisis, lo que constituye entonces, que se han tomado en cuenta los registros de 30 Unidades de muestreo: 6 REV y 24 Transectos. Aunque el esfuerzo de muestreo podría parecer insuficiente, es evidente que el número de especies registradas está cercano al número de especies presentes realmente aquí, tal como lo corrobora por ejemplo, los estudios realizados anteriormente en el área (Dixon, 1979, Dixon y Wright, 1982; Venegas, 2005). La curva, aunque no se estabiliza, es a partir de las 6 unidades muestrales que muestra una pendiente menos pronunciada y afin con la paralela al eje X, lo cual significa que el esfuerzo de muestreo ha tenido que ser relativamente fuerte para poder llegar a estabilizarla y con un número de especies relativamente moderado (8). En general, el grafico nos da a entender que para poder registrar 8 especies en el área de estudio se han tenido que ejecutar por lo menos 30 unidades muestrales (Transectos y REV), lo que denota hábitats con refugios apropiados para que las especies aquí, puedan ocultarse y así hacer difícil su captura por parte de los evaluadores. El detalle de este análisis se muestra graficado en la Figura 3.7.10-1.

**Figura 3.7.10-1. Curva de rarefacción para toda el área de estudio, línea roja representa la curva real y las líneas azules sus posibles límites máximos y mínimos.**



Los índices de diversidad fueron calculados teniendo como criterio la estratificación por hábitats mencionada anteriormente. Se obtuvieron valores moderados de diversidad, el hábitat para la que estos valores fueron más altos fue el ME en el que se obtuvieron 1.23 bits/ind para el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), esto debido al alto número de especies que se registraron aquí, aunque un resultado muy similar se obtuvo para el AHQ (1.22 bits/ind para este índice), probablemente los valores de diversidad pudieron ser más altos pero en estas unidades de vegetación dos especies fueron claramente más dominantes que el resto y fueron registradas claramente en mayor abundancia: la lagartija

*Microlophus occipitalis* “Capón” y *Phyllodactylus microphyllus* “Jañape”, esta desigualdad en las abundancias ocasionó que el valor de este índice no fuese más alto ni para el AHQ ni el ME. Los detalles de los índices de diversidad se muestran en el cuadro 3.7.10-4.

**Cuadro 3.7.10-4. Índices de diversidad por unidades de vegetación durante la época húmeda.**

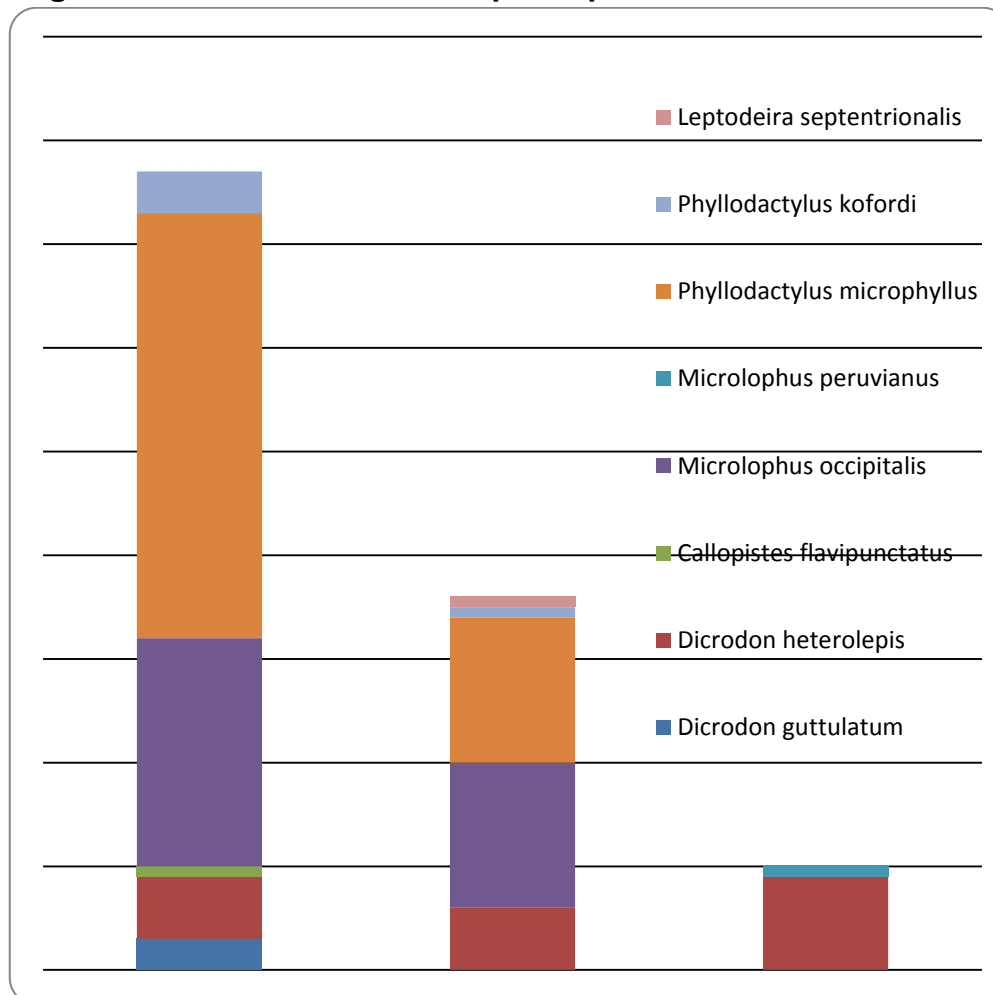
TAXA		Hábitat		
Familia	Especie	AHQ	ME	RM
TEIIDAE	<i>Dicrodon guttulatum</i>	3	0	0
	<i>Dicrodon heterolepis</i>	6	6	9
	<i>Callopietes flavipunctatus</i>	1	0	0
TROPIDURIDAE	<i>Microlophus occipitalis</i>	22	14	0
	<i>Microlophus peruvianus</i>	0	0	1
GEKKONIDAE	<i>Phyllodactylus kofordi</i>	4	1	0
	<i>Phyllodactylus microphyllus</i>	41	14	0
COLUBRIDAE	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	0	1	0
Número de Especies (S)		<b>6</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
Número de Individuos (N)		<b>77</b>	<b>36</b>	<b>10</b>
Índice de Simpson (1-D)		<b>0.6244</b>	<b>0.6682</b>	<b>0.18</b>
Índice de Shannon-Wiener (H')		<b>1.229</b>	<b>1.232</b>	<b>0.325</b>

Respecto a la utilización de hábitats, es necesario remarcar que en principio, la mayoría de especies son terrestres en el área de estudio, solo el gecko *Phyllodactylus microphyllus* utiliza las ramas de arbustos y algarrobos hasta los 3 m de altura, incluso la otra especie de gecko registrada en el área: *Phyllodactylus kofordi*, es terrestre y no sube hacia ningún otro estrato que no sea el suelo, en base a esto es que la estratificación pro hábitats se realizó de acuerdo a la vegetación en la que se ubicaron los refugios de las especies de reptiles aquí, por ende se tomaron en cuenta 3 hábitats (ya mencionados anteriormente): Matorral espinoso (ME), Algarrobal en hondonadas o quebradas secas (AHQ) y Roquedal marino (RM). El hábitat que fue más utilizado fue el AHQ, que fue además en donde se encontró la mayor cobertura arbórea y las zonas arbustivas mas densas, este tipo de vegetación protege los refugios del suelo que hacen muchas de las especies de lagartijas del área y les otorga una protección ideal frente a



predadores como zorros o aves rapaces. Además de esto, fue el único que le daba refugios apropiados al gecko *Phyllodactylus microphyllus*, la especie más abundante del área de estudio y la única que puede utilizar los árboles de este hábitat, por eso el alto número de individuos que utilizó este hábitat. El ME tiene una riqueza de reptiles muy similar (5 especies), sin embargo, existen algunas diferencias, no tiene vegetación arbórea y a pesar de que se registraron también aquí individuos de *Phyllodactylus microphyllus* (especie que mostró una gran adaptabilidad a varios hábitats) la cantidad de individuos fue mucho menor a lo registrado en el AHQ, solo lagartijas como *Dicrodon heterolepis* y *Microlophus occipitalis* pudieron ser registradas aquí en una abundancia moderada (no mayor a 14 individuos) debido a que parecen sentirse cómodas en los refugios rocosos que otorga este hábitat. El RM, fue un hábitat en el que solo se registraron dos especies, de estas, la lagartija *Microlophus peruvianus*, saurio de hábitos diurnos, tiene una dieta prácticamente marina (Pérez y Balta, 2005) y parece ser la más adaptada a este tipo de hábitat (aunque no sea esta la especie de mayor abundancia aquí), pues, esta dieta causa que se acerque mucho a la zona litoral del area para consumir crustáceos y algas que son parte de su dieta, esto además ha hecho que se adapte muy bien a vivir en las agrupaciones de rocas que son bañadas por las olas del mar, y que no se aleje mucho de este hábitat. El detalle del uso de hábitat por cada especie se muestra en la figura 3.7.10-2.

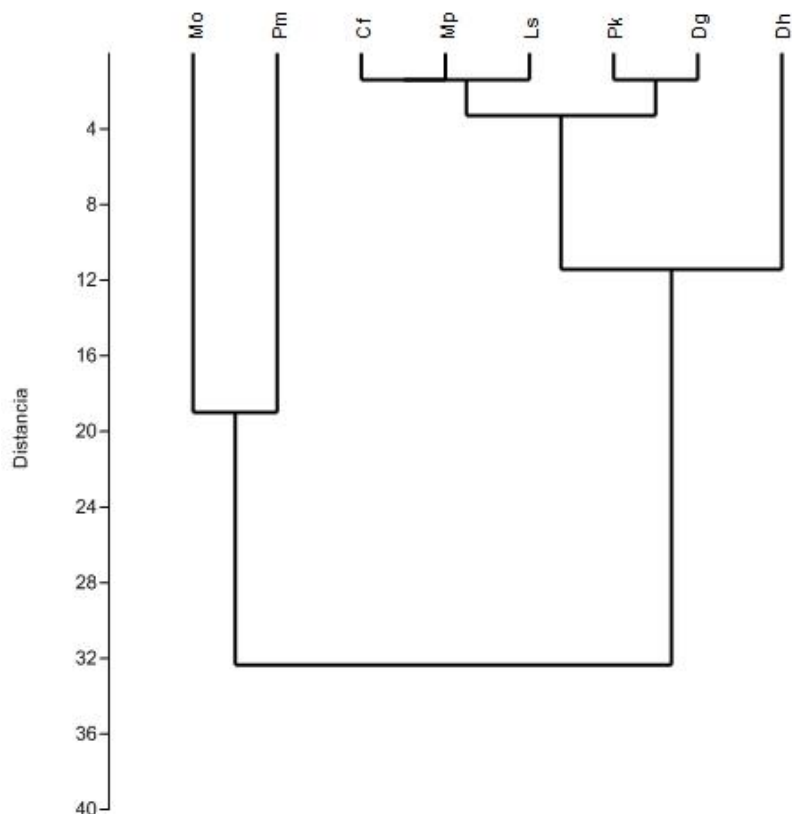
**Figura 3.7.10-2. Uso de hábitat por especie en el área de estudio.**



En base a estos resultados, se estructuró además un análisis de similitud de distancia Euclídeana entre las especies graficado en clusters, cotejando los registros de cada especie por hábitat, de manera que se pueda predecir que especies son preferentemente simpátricas en el área de estudio, teniendo en cuenta que en los datos, se tienen abundancias importantes de individuos, se elaboró este análisis. De acuerdo a esto, hay dos tendencias claras en el área de estudio, la lagartija diurna y terrestre *Microlophus occipitalis* comparte el hábitat con el gecko nocturno *Phyllodactylus microphyllus*, aunque no superponen sus nichos por sus horarios de actividad (diurno y nocturno), ciertamente estas dos especies son no solo las más abundantes en el área de estudio sino las que mejor se adaptan a distintos tipos de hábitat (ver figura 3.7.9-2). El lagarto de la familia

teiidae *Dicrodon guttulatum* parece compartir el habitat tambien con otro gecko, *Phyllodactylus kofordi*, aunque se da el mismo caso que con *Microlophus occipitalis* y *Phyllodactylus microphyllus*, debido a sus horarios diferentes, los nichos ecologicos nos e superponen y en conclusion no existe ninguna relación de competencia. La relación espacial que el grafico da para *Callopiastes flavipunctatus*, *Microlophus peruvianus* y la serpiente *Leptodeira septentrionalis* se considera circunstancial, pues de acuerdo a los habitos conocidos para cada una de estas especies, no tendrian porque “encontrarse” tan relacionados, pues *M.peruvianus* es una especie de habitats litorales, influenciado por habitats marinos, por el contrario *C. flavipunctatus* (de acuerdo a lo observado en el campo) es una especie que prefiere las zonas arenosas en donde pueda hacer sus madrigueras y *Leptodeira septentrionalis* parece ser mas adaptable a varios tipos de habitats, probablemente la poca cantidad de individuos de cada una de estas en el analisis le ah quitado fuerza y poca efectividad, por lo que esta agrupacion debe considerarse todavia a revisar en futuros estudios. La especie que si parece tener una fuerte relacion con el resto de las registradas en el area (excepto *M.occipitalis* y *P.microphyllus*) porque utiliza los mismos habitats es *Dicrodon heterolepis*, la que recorre bastante area durante el día como parte de su rango de habitat, este recorrido lo hace para buscar alimento, es en este momento en donde parece tener contacto con las otras especies registradas en el estudio, sobretodo con las que comparte horarios de actividad, pues esta especie es diurna. Los detalles de este análisis se muestran en la figura 3.7.10-3.

**Figura 3.7.10-3. Grafico de clusters, para el analisis de Jaccard tomando en cuenta preferencias de habitats.**

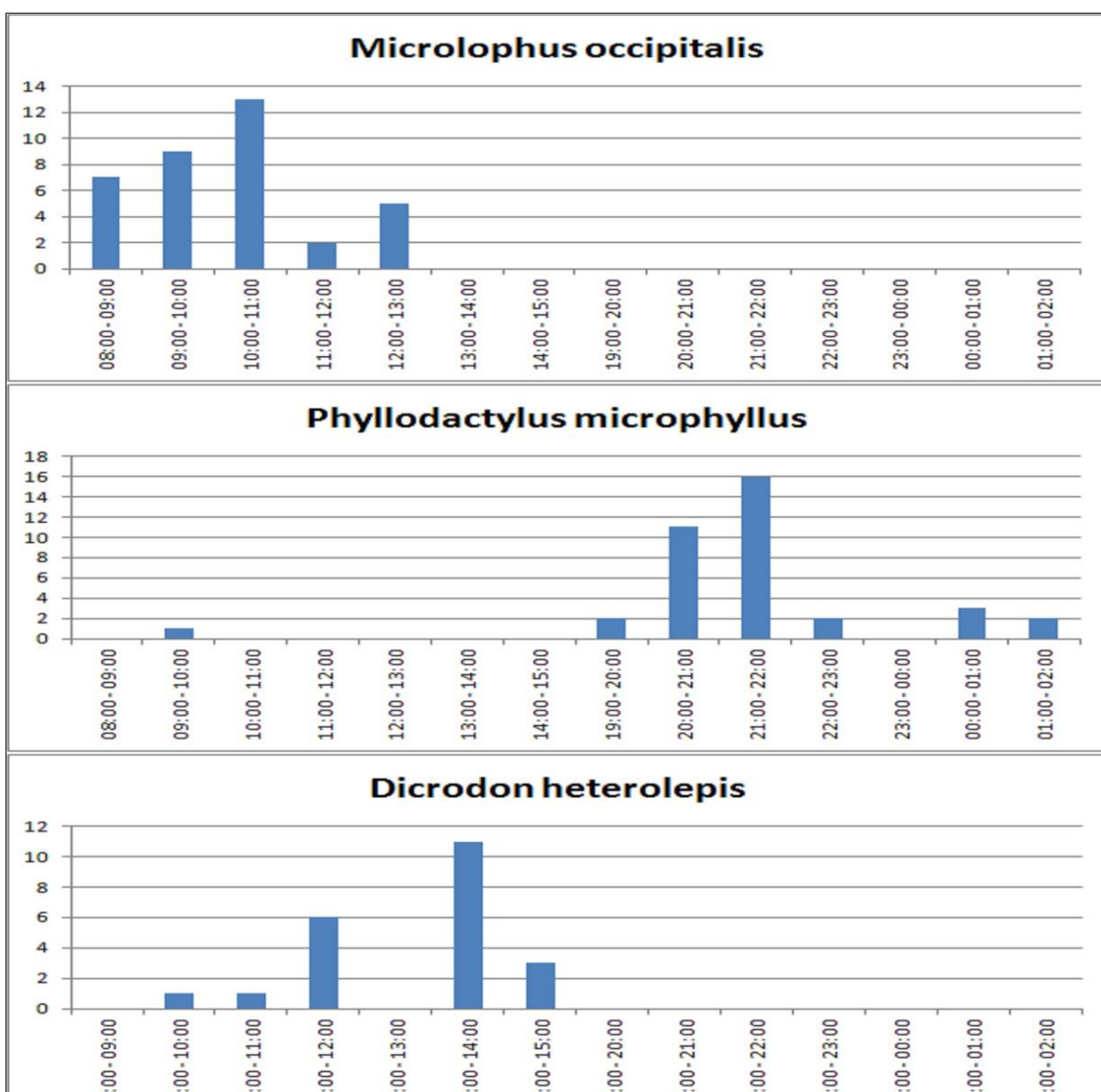


Cf=Callopietes flavipunctatus, Dg=Dicrodon guttulatum, Mo=Microlophus occipitalis, Pm=Phyllodactylus microphyllus, Pk=Phyllodactylus kofordi, Dh=Dicrodon heterolepis, Mp=Microlophus peruvianus.

La actividad de las especies del area, fue evaluada en ambas epocas, y a pesar de que fue evaluada en todas las especies, solo datos con un numero representativo de individuos por especie son otorgados en este informe, pues especies con solo pocos individuos registrados no otorgan un patrón común con el cual poder deducir conclusiones acerca de la actividad de los reptiles. Asi, se pudieron tomar datos de actividad de 3 especies de saurios en el área de estudio: Dicrodon heterolepis “Cañán”, Microlophus occipitalis “Capón” y Phyllodactylus microphyllus “Jañape”. Los resultados podrían explicar como evitan las especies

superponer sus nichos ecológicos teniendo distintos horarios como picos de actividad, pues además de la ya conocida actividad nocturna de *Phyllodactylus microphyllus*, tanto *Microlophus occipitalis* como *Dicrodon heterolepis*, parecen no querer “verse las caras” y los primeros están muy activos antes del mediodía mientras que los últimos aumentan considerablemente su actividad después del mediodía (ver figura 3.7.10-4).

**Figura 3.7.10-4. Periodos de actividad de cuatro especies de lagartijas del área de estudio**



## **Especies sensibles**

El análisis de especies sensibles se ha realizado tomando en cuenta lo considerado por las listas de conservación de IUCN, CITES y el D.S. 034-2004-AG, de esta manera se tienen 3 especies en listas de conservación, todas lagartijas, dos de la familia Teiidae y una de la familia Tropiduridae. La lista roja de IUCN solo tiene en cuenta de todas las especies del área de estudio a la lagartija *Microlophus peruvianus*, no obstante, la tiene en cuenta como en una categoría de bajo riesgo, es decir, no en una categoría de amenaza, debido probablemente a la amplia distribución de esta especie y a las poblaciones aparentemente saludables en cada punto de su distribución. La lagartija *Dicrodon heterolepis* es considerada en estado de VU por la lista nacional dada por el D.S. 034-2004-AG, debido a que a pesar de que su distribución puede ser relativamente larga, es endémica de Perú y dicha distribución está fragmentada debido a la alteración de su hábitat, sobre todo por el crecimiento urbano dado en la región del Pacífico peruano. La lagartija *Callopistes flavipunctatus*, es considerada como Casi Amenazada por el D.S. 034-2004-AG y además es considerada en el apéndice II de CITES, esto debido a que se encuentra restringida a la región costera del norte de Perú (también habita la región costera del sur de Ecuador), y es cazada regularmente por pobladores debido a hipotéticos perjuicios que podría causar en la crianza de aves de corral, pues la consideran peligrosa por sus hábitos dietéticos, en los que puede preñar aves, es cazada también debido a que en algunos mercados clandestinos internacionales es apreciada como mascota, todas estas razones han ocasionado que deba ser considerada por estas listas, aunque no se ha corroborado aun el estado de sus poblaciones.

**Cuadro 3.7.10-5. Especies sensibles del área de estudio.**

TAXA					
Familia	Especie	Nombre común	IUCN	CITES	DS 034-2004-AG
TEIIDAE	<i>Dicrodon heterolepis</i>	Cañán			VU
	<i>Callopistes flavipunctatus</i>	Iguana negra		II	NT
TROPIDURIDAE	<i>Microlophus peruvianus</i>	Capón de las playas	LC		

### 3.7.10.6. Conclusiones

El éxito de captura en la presente evaluación resultó en un valor aparentemente no lejano a la riqueza real del área de estudio, como lo demuestra el análisis de rarefacción realizado, aunque de hecho, con este cálculo no se determina el número de especies real en un sitio, es un valor indicativo de lo que se podría registrar, y en la presente evaluación, aparentemente, debido a la asíntota mostrada en el gráfico de rarefacción, que parece tener una tendencia a estabilizarse hacia el final de la misma, cierto es, que se ha necesitado un esfuerzo de muestreo relativamente menor (30 unidades de muestreo) para llegar a ella.

De las 8 especies registradas (todas reptiles), fue el gecko *Phyllodactylus microphyllus* la especie más abundante (55 individuos), en segundo lugar se encontró la lagartija *Microlophus occipitalis* (36 individuos) y dos especies como la serpiente *Leptodeira septentrionalis* y la lagartija *Callopistes flavipunctatus* fueron registradas solo por un individuo. El resto de especies fueron registradas moderadamente, algunas con valores altos de abundancia, otras con valores relativamente bajos, pero ninguna alcanza los valores de las dos primeras especies mencionadas.

Los análisis de diversidad, demuestran que el ME es el hábitat que ofrece la mayor diversidad en el área de estudio, es también la unidad de vegetación que

mejor representada está en el área de estudio. Estos resultados altos de diversidad se dan debido a que aunque la mayor cantidad de especies no fue registrada aquí, la abundancia de cada una de ellas fue relativamente equilibrada, con algunas excepciones, por ejemplo, el gecko *Phyllodactylus kofordi* y la serpiente *Leptodeira septentrionalis* fueron registrados solo a través de un individuo, sin embargo esto no influyó fuertemente en el resultado del análisis de diversidad.

Los de ecología de las especies registradas ofrecen importantes datos acerca de las asociaciones y relaciones dentro de la comunidad de herpetofauna en el área de estudio. Primeramente, por lo menos la mitad de las especies registradas se distribuye en toda el área de estudio, y aunque en un análisis a priori no pueda lucir como tal, habría ciertas preferencias de hábitats de acuerdo a la especie a analizar. La mayoría de especies tienden a utilizar los hábitats que den refugio, como es lógico, estos se registraron mayoritariamente en el AHQ. Solo unas pocas mostraron una gran adaptabilidad para ocupar hábitats distintos a estos, por ejemplo, *Phyllodactylus microphyllus* de noche, ocuparon también hábitats como el el ME, cosa que no ocurrió con otras como *Microlophus peruvianus* que solo ocupó el RM. Esto además, ayudó a que se realizará un análisis de compatibilidad por uso de hábitat, para determinar posible simpatrias que ayuden a tomar decisiones al proyecto, en el caso de que se analice la herpetofauna de cierto lugar y se desee predecir que se puede registrar, así, se pudo conocer que, las lagartijas *Microlophus occipitalis* y *Phyllodactylus microphyllus* son potencialmente simpátricas y de hecho hay una mayor probabilidad de que compartan el hábitat, no el nicho ecológico debido a sus distintos horarios de actividad, otro par de especies potencialmente simpátricas son *Dicrodon guttulatum* con *Phyllodactylus kofordi*, especies que tienen la misma tendencia a ser simpátricas sin superponer sus nichos ecológicos, sin embargo la cantidad de datos es insuficiente para poder afirmar esto, de hecho, es muy probable que lo sean. La única especie que claramente no comparte el hábitat con ninguna otra, pues utiliza el RM, es la lagartija *Microlophus peruvianus*, que debido a sus



preferencias por hábitats litorales parece ser el único reptil que pueda ocurrir en este tipo de zonas. El caso de la lagartija (la más grande del área de estudio) *Callopistes flavipunctatus* es particular, porque aunque el gráfico de clusters muestra afinidad con otras especies, ciertamente ha sido observada anteriormente co - habitando con varias otras lagartijas, pero en relación predador-presa, tomando el rol de predador, esta especie además se encontraría en la cúspide de la pirámide trófica de los reptiles en el área de estudio. Así mismo, de acuerdo a los patrones de actividad de cada una de las especies registradas, *Dicrodon heterolepis* y *Microlophus occipitalis*, dos de las especies mas abundantes del área, parecen preferir no competir por el alimento (ambas presumiblemente insectívoras) y tienen distintas horas como picos de actividad, tampoco compiten con la otra especie abundante: *Phyllodactylus microphyllus* ni con *Phyllodactylus kofordi* que son evidentemente nocturnos y casi no comparten horarios de actividad con otras especies.

Las especies importantes del área de estudio fueron categorizadas de acuerdo a las listas de especies amenazadas de IUCN, CITES y D.S. 034-2004-AG: la lagartija *Dicrodon heterolepis*, la lagartija *Callopistes flavipunctatus* y la lagartija *Microlophus peruvianus* estuvieron en la listas de amenaza, aunque ninguna se encuentra en alguna categoría de peligro mayor, si es necesario acotar que *C.flavipunctatus* se encuentra en estado Vulnerable bajo el D.S. 034-2004-AG debido a la presión que sufre por caza y perdida de hábitat, además de su rango de distribución restringido a la costa norte de Perú.

### 3.7.10.7. Bibliografía

- Brack, A. 1986. Las ecorregiones del Perú. Bol. Lima 44: 57-70.
- Catenazzi A. & M. Donnelly. 2007. Distribution of geckos in northern Peru: Long-term effect of strong ENSO events? Journal of Arid Environments 71:327-332
- Dixon, J. R. 1989. A key and checklist to the neotropical snakes of the genus *Liophis* with country list and maps. Smith. Herp. Inf. Serv. 79.
- Dixon, J. R. and R. B. Huey. 1970. Systematic of the lizards of the gekkonid genus *Phyllodactylus* of mainland South America. Cont. Sci. 192: 1-77.
- Dixon, J. R. and J. W. Wright. 1975. A review of the lizards of the Iguanid genus *Tropidurus* in Peru. Cont. Sci. 271: 1-39.
- Heyer R., Donnelly M. and Foster, M. 1994. Methods for Measuring and Monitoring Amphibians. Smithsonian Press. New York.
- Huey, R. B. 1979. Parapatry and niche complementarity of Peruvian desert gekos (*Phyllodactylus*): The ambiguous role of competition. Oecologia 38: 249-259.
- Schmidt, K. P. & W. F. Walker. 1943. Snakes of the Peruvians coastal region. Field Mus. Nat. Hist. Publ. Zool. Ser. 24(27): 297-324.
- Schmidt, K. P. 1957. Note of the genus *Dicrodon*. Nat. Hist. Mus. Chicago 39(9): 65-71.
- Venegas, P.J. 2005. Herpetofauna del Bosque Seco Ecuatorial de Perú: Taxonomía, Ecología y Biogeografía. Zonas Áridas (9): 9-21.

### **3.7.11. Fauna - Mamíferos**

#### **3.7.11.1. Introducción**

Perú es reconocido como uno de los países megadiversos de la Tierra, es decir, que concentra una gran diversidad biológica. Esta característica se debe a una serie de factores, como su ubicación geográfica entre el ecuador y el trópico, la existencia de la cordillera de Los Andes, y la presencia de las corrientes de Humboldt y de El Niño. Estas condiciones naturales han configurado una geografía muy particular que sirve de hábitat a un gran número de especies de flora y fauna silvestres, muchas de ellas endémicas (BirdLife 2009).

En las últimas décadas, la diversidad biológica se ha convertido en la piedra angular del desarrollo de los países que tienen la suerte de poseerla, ya que constituye un patrimonio natural altamente cotizado en todo el mundo, el cual es valorado como un bien escaso y con demandas altamente recientes: fuente para la investigación científica, energética, médica y genética; para la extracción de insumos industriales y materiales de diversa utilidad, para el turismo, y, sobre todo, para la preservación de la vida en nuestro planeta. Por ello es imprescindible analizar los patrones cíclicos y la calidad de los recursos que brindan la energía necesaria para el equilibrio en el ecosistema.

Uno de los primeros pasos en el estudio de los recursos biológicos es la evaluación de la diversidad con respecto a la riqueza de especies en un tiempo y lugar determinado (Wilson *et al.* 1996). La importancia de la evaluación de la biodiversidad recae principalmente en los estados posteriores de conocimiento que tienen como base esta evaluación, como la planificación de trabajos de monitoreo para detectar cambios a mediano y largo plazo, o el desarrollo de estudios para el manejo y la gestión de recursos naturales.

La biodiversidad abarca diferentes niveles, jerárquicamente relacionados, de organización biológica: diversidad genética dentro de poblaciones, diversidad de especies dentro de comunidades y diversidad de ecosistemas dentro de diferentes paisajes y regiones del planeta. Sobre estos niveles de organización también se pueden distinguir la diversidad de paisajes y la de regiones a escala global. La diversidad biológica, en cada uno de estos niveles, tiene características o atributos reconocibles que pueden ser evaluados y monitoreados mediante el uso de técnicas y herramientas relevantes en cada nivel de organización. A nivel de ecosistemas, las características de interés incluyen la identidad, riqueza, uniformidad y diversidad de especies, gremios y comunidades; mientras que a nivel de especie, atributos como abundancia, densidad y biomasa de cada población son de gran interés (Wilson *et al.* 1996).

Las diferentes especies que constituyen la suma de organismos que coexisten en una comunidad biológica son, a menudo, referidas como la *riqueza de especies* de la comunidad (Wilson *et al.* 1996). Medir el número de individuos que pertenecen a cada especie permite calcular la *diversidad de especies* en la comunidad. Sin embargo, en evaluaciones encargadas de comparar la diversidad biológica en más de un área de estudio y/o en intervalos sucesivos de tiempo, es básico el conocimiento de las historias de vida de las especies y el empleo de métodos estándares para determinar: la ocurrencia (presencia o ausencia de cada especie potencial), la abundancia de individuos, el tiempo que deben durar tales evaluaciones y el área que deben cubrir.

Perú cuenta con casi 600 especies de mamíferos si se tiene en cuenta la evidencia basada en especímenes de cerca de 25 especies adicionales que están en proceso de ser descritas o en revisión sistemática. Por su parte, Pacheco *et al.* (2009) documentan 508 especies nativas de mamíferos para el Perú, clasificadas en 13 órdenes, 50 familias y 218 géneros. Los roedores y murciélagos con cerca de 327 especies reconocidas para la ciencia representan casi las dos terceras partes de la diversidad (64%). Cinco géneros y 65 especies de mamíferos (12,8%)

son endémicos para Perú, siendo la mayoría de ellos roedores (45 especies, 69,2%). Esta gran diversidad no puede menos que obligar a un mayor compromiso por su conservación; sin embargo, es lamentable encontrar que el número de especies amenazadas ha incrementado, y más crítico aún encontrar que muchas de ellas son especies endémicas. Asimismo, es necesario estudiar la diversidad biológica y sus cambios a través del tiempo para desarrollar estrategias de manejo de ecosistemas que permitan establecer leyes y pautas adecuadas para la conservación de los recursos biológicos en el futuro (Wilson *et al.* 1996).

Como mencionan Pacheco (2002) y Solari (2005) aún son escasos los catálogos regionales, claves de determinación de especies o mapas actualizados de distribución para la mastofauna peruana. Adicionalmente, son indispensables inventarios completos de mamíferos para entender la organización ecológica de especies simpátricas, para la documentación de gradientes biogeográficos y como base para calibrar protocolos de evaluación rápida de la mastozoofauna de una zona.

La importancia de los *mamíferos* es que afectan la estructura, composición y dinámica de los ecosistemas que comparten con otras poblaciones de fauna (Solari *et al.* 2002) al participar en procesos como dispersión de semillas, dispersión micorrizal, polinización, folivoría, frugivoría y control de poblaciones de insectos (Fleming y Sosa 1994, Terborgh 1992). Estos animales, además, son componentes integrales de la religión, la cultura y la economía, siendo utilizados por muchos grupos étnicos como alimento, vestido, mascotas y elementos decorativos (Cuarón 2000, Bodmer *et al.* 1997, Novaro *et al.* 2000).

Por otra parte, muchas especies de carnívoros han sido usadas como especies emblema o sombrilla, para promover la conservación de los ecosistemas que habitan (Cuarón 2000). Por ello, los mamíferos se han convertido en importantes herramientas de conservación y de enlace entre la comunidad científica y el público en general. La presencia de grandes carnívoros depredadores es un

fuerte indicativo del buen estado natural de las áreas, dado que estos animales requieren de áreas extensas para sobrevivir. Tomando en cuenta este parámetro extremo, es de esperarse que otras especies de animales más pequeños ocupen ámbitos de hogar dentro de estos rangos extensos.

Con respecto a los mamíferos pequeños, su monitoreo es particularmente importante debido a que son un componente esencial de la mayoría de los ecosistemas terrestres y porque los registros e información son insuficientes para poder evaluar las necesidades de conservación de muchos de ellos. Estos animales son importantes, también, debido a que muchos predadores mayores dependen de ellos para su supervivencia.

Los *quirópteros*, más comúnmente conocidos como *murciélagos*, juegan un rol ecológico, económico y social muy importante en los bosques, debido a su abundancia relativa y las grandes distancias que recorren durante su vuelo nocturno, a su diversidad, a sus funciones en la cadena alimenticia y a los perjuicios que causan los vampiros al transmitir una enfermedad mortal como la rabia silvestre. Presentan un conjunto de adaptaciones y cambios evolutivos únicos, no observados en el resto de mamíferos, como la capacidad de volar y el desarrollo de un sistema de ecolocalización derivado de sus costumbres nocturnas; características que les permitieron ocupar nichos ecológicos no habitados anteriormente y, por lo tanto, ser parte de un alto proceso de especiación (formación de nuevas especies). Todos los quirópteros son de hábitos nocturnos, aunque ciertas especies inician su actividad al final de la tarde o la terminan poco después del amanecer. Existen especies de costumbres generalistas, que soportan una amplia variedad de hábitats, climas o dietas, mientras que otras son altamente específicas con respecto a los ecosistemas y rangos altitudinales que ocupan, así como los alimentos que prefieren (Tirira 2007).

Estos mamíferos voladores tienen una gran variedad de hábitos alimenticios que, directa o indirectamente, son beneficiosos para la humanidad y para el equilibrio del medio ambiente. Las especies insectívoras son controladoras naturales de insectos nocturnos que vuelan dentro del bosque (muchos de los cuales son plagas de diferentes cultivos) y de aquellos que vuelan en el dosel o fuera del bosque. Las especies carnívoras controlan poblaciones de animales como peces, ranas, aves o mamíferos pequeños. Los frugívoros permiten que las semillas de los frutos consumidos de arbustos y árboles sean dispersadas a gran distancia, ya que suelen transportarlos por buen tiempo antes de consumirlos. Los que se alimentan de néctar y polen cumplen la función de polinizar numerosas especies de plantas, muchas de ellas importantes frutos o cultivos. Las heces de estos animales sirven como fertilizante, las cuales se obtienen de algunas cuevas en las que habitan grandes comunidades de murciélagos (Pacheco y Solari 1997).

Algunas especies de quirópteros pueden consumir significativamente frutas frescas de árboles o cosechas, afectando su producción. Existen muchas enfermedades cuya prevalencia depende de la presencia de murciélagos, como la histoplasmosis, la cual es producida por la infección del hongo *Histoplasma capsulatum*. Diversos hongos causantes de disfunciones respiratorias o digestivas pueden encontrarse en cuevas muy pobladas. Sin duda, el problema más serio y preocupante es la transmisión del virus rábico por los vampiros, el cual ocasiona la muerte de los animales y personas infectadas (Pacheco y Solari 1997). Los habitantes de los diferentes centros poblados y comunidades rechazan a los murciélagos, ya que piensan que todos son vampiros y, debido a una serie de mitos, temen ser mordidos por ellos.

Los *roedores*, animales presentes en todos los ecosistemas del país, son importantes dentro de cada ambiente que habitan, ya que ocupan una gran diversidad de nichos. Gracias a la variedad de alimentos que incluyen en su dieta participan en muchas funciones ecológicas, ya que generalmente comen hojas, tallos, semillas, frutos o raíces; algunas especies también consumen insectos y

otros invertebrados, mientras que existe un grupo de roedores que se ha especializado en tomar su alimento del agua, por lo que comen peces e invertebrados acuáticos. Poseen 2 incisivos en cada mandíbula, de crecimiento continuo y adaptados para roer, tajar, agujonear, cortar ramas, abrir nueces, excavar túneles e incluso matar ciertos animales (Tirira 2007). Dentro de la cadena trófica, están incluidos en la dieta de muchos animales, además del humano, quien lo captura colocando trampas cerca de las tierras de cultivo. Con base en esta función trófica, la presencia o ausencia de determinadas especies de roedores da un indicio del grado de mantenimiento del sistema, pudiendo considerarse algunas como indicadoras de la calidad del hábitat o, incluso, especies focales para la conservación de grandes extensiones de áreas naturales (Pacheco y Amanzo, 2003).

Los *marsupiales*, es su mayoría arborícolas, son omnívoros, se alimentan de insectos, lombrices de tierra, caracoles, crustáceos de agua dulce, lagartijas, anfibios, aves, huevos, frutos, néctar. Construyen nidos entre la vegetación espesa o a partir de árboles huecos o cavidades en el suelo; en ocasiones habitan madrigueras abandonadas por otros mamíferos (Tirira, 2007).

#### **3.7.11.2. Objetivos**

- Elaborar una lista de las especies registradas de mamíferos mayores y menores.
- Comparar la riqueza, diversidad y abundancia relativa de los mamíferos registrados con el estado de conservación de cada uno de los ambientes evaluados.
- Registrar las especies endémicas o de distribución restringida y aquellas incluidas en las categorías de amenazas según el SERNANP, la IUCN y la CITES.



### **3.7.11.3. Área de estudio**

El área de estudio se localiza en el distrito de Sechura, provincia de Sechura, departamento de Piura, sector norte de la Zona Reservada Illescas.

### **3.7.11.4. Metodología**

#### **A. Metodologías de Evaluación**

#### **Metodología para la evaluación de mamíferos menores voladores**

Se empleó el método de captura con redes de neblina, las cuales, luego de un reconocimiento de la zona, fueron instaladas en lugares estratégicos de paso de quirópteros como fuentes de agua y alimento, refugios y senderos. Esta metodología es considerada la más efectiva para capturar murciélagos en vuelo, ya que permite realizar un estudio detallado de los especímenes y marcarlos para su posterior monitoreo; además, gracias a su fácil despliegue y a su portabilidad, permite evaluar los diferentes hábitats del área de estudio (Wilson *et al.* 1996).

En cada estación de muestreo fueron instaladas 5 redes de neblina de 12 metros de largo y 3 metros de alto cada una (un transecto de 60 metros de largo para cada estación), las cuales permanecieron activas de 6 de la tarde a 12 de la noche, siendo revisadas periódicamente. Los especímenes capturados fueron registrados biométricamente (tomándose datos de estadio de desarrollo, sexo, condición reproductiva y medidas externas), fotografiados, identificados taxonómicamente y, posteriormente, liberados (Animal Care and Use Committee 1998). Para la identificación taxonómica se siguieron las referencias de la guía de campo de Tirira (2007), la clave de murciélagos de Muñoz (1995) y el manual de murciélagos peruanos de Pacheco y Solari (1997).

En los siguientes cuadros se presenta la ubicación de las redes de neblina instaladas durante el monitoreo, para la evaluación de quirópteros. Se muestran las coordenadas geográficas respectivas.

**Datos Geográficos de la evaluación de quirópteros**

**Cuadro 3.7.11-1. Evaluación en la estación PMB 2**

Estación	Red	Inicio/Fin al	COORDENADAS (WGS84)		Altitud (m)
			ESTE	NORTE	
PMB 2	1	I	491 023	9 359 576	3
PMB 2	1	F	491 014	9 359 568	2
PMB 2	2	I	490 986	9 359 542	2
PMB 2	2	F	490 978	9 359 532	4
PMB 2	3	I	490 943	9 359 513	1
PMB 2	3	F	490 936	9 359 504	3
PMB 2	4	I	490 912	9 359 477	4
PMB 2	4	F	490 903	9 359 469	4
PMB 2	5	I	490 877	9 359 443	1
PMB 2	5	F	490 869	9 359 436	2

**Cuadro 3.7.11-2. Evaluación en la estación PMB 4**

Estación	Red	Inicio/Fin al	COORDENADAS (WGS84)		Altitud (m)
			ESTE	NORTE	
PMB 4	1	I	490 714	9 357 409	1
PMB 4	1	F	490 709	9 357 396	0
PMB 4	2	I	490 709	9 357 396	0
PMB 4	2	F	490 700	9 357 391	3
PMB 4	3	I	490 721	9 357 191	5
PMB 4	3	F	490 721	9 357 180	5
PMB 4	4	I	490 715	9 357 169	5
PMB 4	4	F	490 717	9 357 158	4
PMB 4	5	I	490 559	9 357 107	2
PMB 4	5	F	490 548	9 357 111	3

**Cuadro 3.7.11-3. Evaluación en la estación PMB 7**

Estación	Red	Inicio/Fin al	COORDENADAS (WGS84)		Altitud (m)
			ESTE	NORTE	
PMB 7	1	I	492 471	9 355 293	124
PMB 7	1	F	492 474	9 355 306	122
PMB 7	2	I	492 453	9 355 309	118
PMB 7	2	F	492 446	9 355 299	119
PMB 7	3	I	492 493	9 355 244	116
PMB 7	3	F	492 488	9 355 234	119
PMB 7	4	I	492 536	9 355 218	123
PMB 7	4	F	492 548	9 355 223	125
PMB 7	5	I	492 561	9 355 222	124
PMB 7	5	F	492 569	9 355 213	124

**Cuadro 3.7.11-4. Evaluación en la estación PMB 9**

Estación	Red	Inicio/Fin al	COORDENADAS (WGS84)		Altitud (m)
			ESTE	NORTE	
PMB 9	1	I	493 833	9 353 812	174
PMB 9	1	F	493 827	9 353 801	173
PMB 9	2	I	493 926	9 353 773	176
PMB 9	2	F	493 937	9 353 773	181
PMB 9	3	I	493 939	9 353 659	179
PMB 9	3	F	493 925	9 353 657	187
PMB 9	4	I	493 911	9 353 559	187
PMB 9	4	F	493 923	9 353 553	190
PMB 9	5	I	493 932	9 353 359	192
PMB 9	5	F	493 917	9 353 361	191

**Cuadro 3.7.11-5. Evaluación en la estación PMB 13**

Estación	Red	Inicio/Fin al	COORDENADAS (WGS84)		Altitud (m)
			ESTE	NORTE	
PMB 13	1	I	496 726	9 353 104	96
PMB 13	1	F	496 714	9 353 108	98
PMB 13	2	I	496 678	9 353 069	106
PMB 13	2	F	496 669	9 353 077	107
PMB 13	3	I	496 623	9 353 006	109
PMB 13	3	F	496 614	9 353 012	109
PMB 13	4	I	496 552	9 352 981	110
PMB 13	4	F	496 539	9 352 986	112
PMB 13	5	I	496 468	9 352 874	127
PMB 13	5	F	496 457	9 352 881	126

**Cuadro 3.7.11-6. Evaluación en la estación Control**

Estación	Red	Inicio/Fin al	COORDENADAS (WGS84)		Altitud (m)
			ESTE	NORTE	
Control	1	I	491 046	9 354 554	61
Control	1	F	491 036	9 354 557	61
Control	2	I	490 903	9 354 558	59
Control	2	F	490 894	9 354 565	57
Control	3	I	490 826	9 354 533	53
Control	3	F	490 818	9 354 540	53
Control	4	I	490 758	9 354 556	54
Control	4	F	490 755	9 354 567	56
Control	5	I	490 730	9 354 583	51
Control	5	F	490 719	9 354 580	50

### **Metodología para la evaluación de mamíferos menores no voladores**

Para capturar roedores y marsupiales fueron instaladas 30 trampas de impacto (conocidas como Tom Cat) en los diferentes hábitats de cada estación de muestreo, constituyendo transectos lineales de 2 trampas cada 10 metros, las cuales fueron cebadas con una mezcla de mantequilla de maní, vainilla y avena. Las trampas permanecieron activas durante toda la noche, mientras que la revisión y colecta de especímenes capturados fueron realizadas a la mañana siguiente, a partir de las 6:00 am.

Los individuos capturados fueron fotografiados, registrados biométricamente (edad, sexo, condición reproductiva y medidas externas) y colectados en frascos llenos de alcohol al 70% para su posterior identificación.

### **Metodología para la evaluación de mamíferos mayores**

Se considera mamífero grande o mayor a todo individuo de más de 1 kg de masa corporal y que pertenece a los órdenes Cingulata, Pilosa, Primates, Lagomorpha, Carnivora, Perissodactyla, Cetartiodactyla y, además, aquellos pertenecientes a algunas familias del orden Rodentia (Sciuridae, Erethizontidae, Chinchillidae, Dinomyidae, Caviidae, Dasyproctidae y Cuniculidae).

Para el registro de este grupo de animales se realizaron censos en el litoral marino y durante los recorridos por los accesos a las estaciones de muestreo; además se buscaron rastros de mamíferos mayores durante la instalación, revisión y desarmado de los transectos para el estudio de roedores y quirópteros. Fueron incluidos en el censo todos los registros directos (avistamientos o vocalizaciones) e indirectos (heces, mordidas, huellas, madrigueras) que hayan indicado la presencia de animales.

Para obtener información adicional sobre las poblaciones de mamíferos que habitan en la zona de estudio (proyecto e influencia), sobre los nombres locales

de estas especies y sobre la manera como la población aprovecha estos animales, se realizaron entrevistas gráficas (a partir de fotografías y dibujos de las especies potenciales) a los asistentes y otros locales relacionados con la empresa; además, solo se incluyeron en la lista aquellas especies identificadas por más de una persona entrevistada (Emmons y Feer 1997).

### **B. Índices empleados en el Análisis de los datos**

En función a los índices de captura por unidad de esfuerzo, se halló la abundancia relativa de los especímenes registrados. Para mamíferos pequeños voladores se consideró el número de individuos capturados por cada 100 metros de redes por noche; mientras que para roedores y marsupiales se tomó en cuenta el número de individuos capturados por cada 100 trampas por noche.

Los índices de diversidad (Shannon y Wiener, Simpson y Margalef) y el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) fueron hallados, en función al número de especies y de individuos registrados en cada estación, mediante el programa estadístico PAST (Hammer et. al. 2001).

### **C. Análisis de los Resultados**

#### **Esfuerzo de muestreo**

Durante la época de lluvias; para la captura de murciélagos en la zona del proyecto, se instalaron un total de 360 metros de redes de neblina en 6 estaciones de evaluación biológica (5 redes de 12 metros de largo cada una por estación). El cuadro 3.7.11-7 muestra la información correspondiente.

**Cuadro 3.7.11-7. Esfuerzo de muestreo empleado en la evaluación de quirópteros en la época húmeda**

Estación	# redes	m/red	# días	Esfuerzo (m)
PMB 2	5	12	1	60
PMB 4	5	12	1	60
PMB 7	5	12	1	60
PMB 9	5	12	1	60
PMB 13	5	12	1	60
Control	5	12	1	60
<b>Esfuerzo total en metros:</b>				<b>360</b>

Para la captura de roedores y marsupiales se instalaron un total de 180 trampas de impacto en las 6 estaciones de evaluación biológica (30 trampas en cada estación). El cuadro 3.7.11-8 muestra la información correspondiente.

**Cuadro 3.7.11-8. Esfuerzo de muestreo empleado en la evaluación de roedores en la época húmeda**

Estación	# días	# trampas
PMB 2	1	30
PMB 4	1	30
PMB 7	1	30
PMB 9	1	30
PMB 13	1	30
Control	1	30
<b>Esfuerzo total:</b>		<b>180</b>

### 3.7.11.5. Resultados

#### A. Riqueza y composición de las especies registradas

Durante la época de lluvias, se registraron un total de 7 especies de mamíferos en el estudio ambiental realizado en la zona del proyecto. El cuadro 3.7.11-9 y el cuadro 3.7.10-10 muestran la información correspondiente.

Cabe resaltar que el ratón orejón amigo (*Phyllotis amicus*) es endémico; mientras que el león marino (*Otaria flavescens*) es considerado vulnerable según la Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre aprobada por el Decreto Supremo 034-2004-AG.

En función al número de individuos avistados, se evidencia que existe una importante población de lobos marinos y una importante población de zorros (*Pseudalopex sechurae*) que habitan el Sector Norte de la Zona Reservada Illescas. Es necesario asegurar que el impacto de las actividades sea tal, que permita a estas y otras especies del bosque seco y el litoral marino desarrollarse y reproducirse con normalidad. También es indispensable controlar la caza y el comercio ilegal de estos animales por parte de pobladores locales quienes, a falta de trabajo, buscan una alternativa para ganar dinero.

### **B. Abundancia de las especies de mamíferos registradas**

Se registró una gran población de zorros (*Pseudalopex sechurae*) en la zona de estudio; así como una gran población de lobos marinos (*Otaria flavescens*) habitando una lobera ubicada en el sector norte de la Zona Reservada Illescas (PMB 1 y PMB 2).

Respecto a los mamíferos menores, se registró una gran población de murciélagos de lengua larga (*Glossophaga soricina*) en la zona de estudio. Estos animales son polinizadores nocturnos muy importantes, ya que recorren grandes distancias durante su actividad. Además son muy sensibles a perturbaciones, ya que se alimentan básicamente de polen.

Respecto a los roedores, se registró una considerable población de *Aegialomys xanthaeolus* en la zona de evaluación. El cuadro 3.7.11-11 y el cuadro 3.7.11-12 muestran la información correspondiente.

**Cuadro 3.7.11-9. Especies de mamíferos registradas durante la evaluación en la época húmeda al Sector Norte de la Zona Reservada Illescas**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro	Usos
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus stramineus</i>	Ardilla de nuca blanca	Entrevista	Alimento, comercio, mascota
	Cricetidae	<i>Aegialomys xantheolus</i>	Ratón costero amarillento	Captura	-
		<i>Phyllotis amicus</i>	Ratón orejón amigo	Captura	-
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago de lengua larga común	Captura	Comercio, medicina
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex sechurae</i>	Zorro de Sechura	Avistamiento	Comercio, mascota
	Otariidae	<i>Otaria flavescens</i>	León marino de Sudamérica	Avistamiento	Alimento, comercio
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrino hocico de cerdo	Entrevista	Comercio

**Cuadro 3.7.11-10. Endemismo y estado de conservación de las especies de mamíferos registradas durante la evaluación en la época húmeda al Sector Norte de la Zona Reservada Illescas**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endémica	IUCN	CITES	DS034-2004-AG
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus stramineus</i>	Ardilla de nuca blanca	-	-	LC	-
	Cricetidae	<i>Aegialomys xantheolus</i>	Ratón costero amarillento	-	-	LC	-
		<i>Phyllotis amicus</i>	Ratón orejón amigo	X	-	LC	-
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago de lengua larga común	-	-	LC	-
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex sechurae</i>	Zorro de Sechura	-	-	LC	-
	Otariidae	<i>Otaria flavescens</i>	León marino de Sudamérica	-	-	LC	VU
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrino hocico de cerdo	-	-	LC	-

LC: least concern; VU: vulnerable

**Cuadro 3.7.11-11. Abundancia relativa de las especies de quirópteros registradas en la época húmeda**

Especie	Estación PMB 2		Estación PMB 4		Estación PMB 7		Estación PMB 9		Estación PMB 13		Estación Control		Total	
	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat
<i>Glossophaga soricina</i>	2	3.3333	5	8.3333	3	5	1	1.6667	0	0	1	1.6667	12	3.3333

**Cuadro 3.7.11-12. Abundancia relativa de las especies de roedores registradas en la época húmeda**

Especie	Estación PMB 2		Estación PMB 4		Estación PMB 7		Estación PMB 9		Estación PMB 13		Estación Control		Total	
	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat	# indiv	Abun relat
<i>Aegialomys xantheolus</i>	1	3.3333	3	10	0	0	0	0	0	0	3	10	7	3.8889
<i>Phyllotis amicus</i>	0	0	0	0	0	0	1	3.3333	2	6.6667	0	0	3	1.6667



### **C. Diversidad alfa de las especies de mamíferos registradas**

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de un hábitat (diversidad alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, éstos se han dividido en dos grandes grupos: los que se basan en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y aquellos basados en la estructura de la comunidad, es decir, en la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie en función de su representatividad en la comunidad (abundancia relativa de los individuos, biomasa, cobertura, productividad). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Moreno 2001).

El índice de diversidad de Margalef considera a la diversidad alfa como el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes especies dentro de un hábitat particular o uniforme (riqueza de especies de una comunidad considerada homogénea). Mide la riqueza específica basándose en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de cada una. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Moreno 2001).

Sin embargo, el análisis del valor de importancia de las especies brinda parámetros que permiten tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxas o áreas amenazadas, así como monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran 1988).

Es por esto que, para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar tanto el número de especies como la representatividad de cada una dentro de la comunidad. Sin embargo emplear el mismo índice para describir ambos aspectos resulta difícil de interpretar. Por este motivo se emplean los índices de Shannon-Wiener, de Simpson y de Pielou, para, mediante el análisis de sus valores, describir la estructura de la comunidad (representatividad).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener, el cual se basa, principalmente, en el concepto de equidad, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre al predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar dentro de una comunidad específica (Baev y Penev 1995, Magurran 1988, Peet 1974). Dicho de otro modo, mide la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la comunidad; es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga  $n_1$  individuos de la especie 1,  $n_2$  individuos de la especie 2, así sucesivamente (Greig-Smith 1983, Hill 1973).

Si bien el índice de Simpson se basa en la dominancia (D) o representatividad de las especies con mayor valor de importancia (más dominantes), la cual no toma en cuenta la contribución del resto de las especies, en este análisis se considera el complemento de la dominancia (1-D), es decir, al igual que Shannon, el índice de diversidad de Simpson expresa la diversidad de especies y el grado de equidad de individuos de cada especie en cada una de las unidades evaluadas (Moreno 2001).

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Sus valores van de 0 a 1, de manera que un valor de equidad igual a 1 indica que hay igual cantidad de individuos en cada especie registrada dentro de cada zona evaluada (Moreno 2001).

Los índices de diversidad de Shannon y de Simpson, así como el índice de equidad de Pielou, describen las comunidades en términos del número de especies y de la importancia (numérica, en biomasa, en cobertura, en productividad) o uniformidad con que se distribuyen los individuos entre los taxa, lo que refleja el grado de complejidad de la comunidad (Moreno 2001).

El Cuadro 3.7.11-13 y el Cuadro 3.7.11-14 muestran los valores de diversidad y equidad obtenidos a partir de los especímenes capturados de mamíferos menores voladores y no voladores en cada estación evaluada. Si el índice de Simpson y el índice de equidad de Pielou son iguales a cero, una sola especie domina en la zona evaluada.

**Cuadro 3.7.11-13. Diversidad alfa de las especies de quirópteros registradas en la zona del proyecto Yuracyacu durante la época húmeda**

Índices	PMB 2	PMB 4	PMB 7	PMB 9	Control	Total
Especies	1	1	1	1	1	1
Individuos	2	5	3	1	1	12
Dominancia (D)	1	1	1	1	1	1
Simpson (1-D)	0	0	0	0	0	0
Shannon H/Ln(2)	0	0	0	0	0	0
Margalef	0	0	0	0	0	0
Equidad	0	0	0	0	0	0

**Cuadro 3.7.11-14. Diversidad alfa de las especies de roedores registradas en la zona del proyecto Yuracyacu durante la época húmeda**

Índices	PMB 2	PMB 4	PMB 9	PMB 13	Control	Total
Especies	1	1	1	1	1	2
Individuos	1	3	1	2	3	10
Dominancia (D)	1	1	1	1	1	0.58
Simpson (1-D)	0	0	0	0	0	0.42
Shannon H/Ln(2)	0	0	0	0	0	0.8813
Margalef	0	0	0	0	0	0.4343
Equidad	0	0	0	0	0	0.8813

#### **D. Endemismo y estado de conservación de las especies de mamíferos registradas**

Como se muestra en el Cuadro 3.7.10-10, el ratón orejón amigo (*Phyllotis amicus*) es endémico de Perú; mientras que el león marino (*Otaria flavescens*) es considerado vulnerable según la Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre aprobada por el Decreto Supremo 034-2004-AG.

Existe una importante población de lobos marinos y una importante población de zorros (*Pseudalopex sechurae*) que habitan el Sector Norte de la Zona Reservada Illescas. Es necesario asegurar que el impacto de las actividades sea tal, que permita a estas y otras especies del bosque seco y el litoral marino desarrollarse y reproducirse con normalidad.

#### **E. Usos actuales e importancia socio-económica de las especies de mamíferos registradas**

Como se muestra en el Cuadro 3.7.11-9, el zorro de Sechura, la ardilla de nuca blanca, el león marino de Sudamérica y el zorrino hocico de cerdo son comercializados ilegalmente en la zona evaluada. El zorro es perseguido por el humano hace muchas décadas, debido a que caza al ganado y al valor económico de su piel (Caso 2008). Los murciélagos son comercializados y su sangre se usa para curar enfermedades como la epilepsia.

Es necesario concientizar a los pobladores locales para que no arrojen sus desperdicios en el litoral y para que recojan los envases y otros desechos que puedan perjudicar al león marino y a todas las demás especies que habitan en el litoral.

### 3.7.11.6. Bibliografía

- Baev, P. y L. Penev. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Version 5.1. Pensoft Sofia-Moscow.
- BirdLife International. 2009. The BirdLife Preventing Extinctions Programme Annual Report. 13 pp. Cambridge, UK: BirdLife International. Available: <http://www.birdlife.org> (accessed 6/3/2010).
- Bodmer, R. E., Aquino, R. y P. Puertas. 1997. Alternativas de manejo para la Reserva Nacional Pacaya Samiria: Un análisis sobre el uso sostenible de la caza. En: Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia (T. Fang, R. E. Bodmer, R. Aquino y M. Valqui Eds.). La Paz, Bolivia, Págs. 65 - 74.
- Cadena, A., Anderson, R. P. y P. Rivas-Pava. 1998. Colombian mammals from the Chocoan slopes of Nariño. Occasional Papers of the Museum, Texas Tech University 180: 1-15.
- Caso, A., Lopez-Gonzalez, C., Payan, E., Eizirik, E., de Oliveira, T., Leite-Pitman, R., Kelly, M., Valderrama, C. y M. Lucherini. 2008. *Puma concolor*. En: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 28 July 2010.
- Cuarón, A. 2000. Effects of land-cover changes on mammals in a neotropical region: a modeling approach. Conservation Biology 14: 1676-1692.
- Emmons, L. y F. Feer. 1997. Neotropical Rainforest Mammals, a Field Guide. Segunda edición. The University of Chicago Press.
- Fleming, T. H. y V. J. Sosa. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. Journal of Mammalogy 75(4):845-851.
- Jiménez, J. E., Lucherini, M. y Novaro, A. J. 2008. *Pseudalopex culpaeus*. En: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 02 August 2010.
- Hammer, Ø., Harper, D., y P. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontología

Electrónica 4(1): 1-9. [http://palaeoelectronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).

- López-Arévalo, H. Y O. Montenegro-Díaz. 1993. Mamíferos no voladores de Carpanta. Págs. 165-187. En: Carpanta: selva nublada y páramo (G. I. Andrade, Ed.). Fundación Natura, Bogotá.
- Magurran, A. 1988. Diversidad Ecológica y su Medición. University Collage of North Wales. Bangor, 200 pp.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. MyT – Manuales y Tesis SEA, vol.1. España. 86 Pp.
- Novaro, A. J., Funes, M. C. y R. S. Walker. 2000. Ecological extinction of native prey of a carnivore assemblage in Argentine Patagonia. *Biological Conservation* 92: 25- 33.
- Núñez, C. A. 1996. Uso del hábitat natural y distribución de la población del borugo de páramo, *Agouti taczanowskii*, en relación con la alteración de los ecosistemas de alta montaña, en el Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Pacheco, V., y S. Solari. 1997. Manual de los murciélagos peruanos con énfasis en las especies hematófagas. Organización Panamericana de la Salud.
- Pacheco, V. 2002. Mamíferos del Perú. Págs. 503-549. En: Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. (G. Ceballos y J. A. Simonetti, Eds.). Conabio-UNAM. México, D.F.
- Pacheco., V. y J. Amanzo. 2003. Análisis de datos de cacería en las comunidades nativas de Pikiniki y Nuevo Belén, Río Alto Purús, Págs. 217-225. En: Alto Purús, Biodiversidad, Conservación y Manejo (R. Leite-Pitman, N. Pitman y P. Alvarez, Eds.) Center for Tropical Conservation. Duke University. Impreso Gráfica S.A., Lima, Perú.
- Solari, S. 2005. Perspectivas de la mastozoología en el Perú. *Mastozoología neotropical*, 12(1): 3-7.

- Solari, S., Rodríguez, J., Vivar, E. y P. M. Velazco. 2002. A framework for assessment and monitoring of small mammals in a lowland tropical forest. *Environmental Monitoring and Assessment* 76(1): 89-104.
- Terborgh, J. 1992. *Diversity and the tropical rain forest*. Scientific American Library, W. H. Freeman, New York. 242 Pp.
- Tirira, D. 2007. *Mamíferos del Ecuador, Guía de campo*. Publicación Especial 6. Ediciones Murciélago Blanco. Quito, Ecuador. 576 Pp.
- Wilson, D. J., Cole, F., Nichols, J. Rudran, R. y M. Foster. 1996. *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press Washington D.C.