

## REGISTROS DE CAMBIOS CLIMATICOS POR LOS DEPOSITOS Y MORFOLOGIAS FLUVIALES EN LA AMAZONIA OCCIDENTAL

J.F. DUMONT

ORSTOM, CP. 9214 La Paz, Bolivia

F. GARCIA

IGP, Ap. 3747 Lima 100, y IIAP, Ap. 784, Iquitos, Perú

M. FOURNIER

ORSTOM, 74 route d'Aulnay, 93140 Bondy, France

FLUVIAL LANDFORMS AND FLUVIAL DEPOSITS AS PALEOCLIMATIC RECORDS IN WESTERN AMAZONIA. Three examples of paleofluvial data provide insight into the paleoclimatic of western Amazonia. Gravel up to ten times coarser than present sandy deposits characterize irregular fluvial regime during pleistocene glaciations. Paleofluvial morphology from the oldest part of the Ucayali floodplain suggest a discharge 1/7 to 1/10 of the present discharge of the Ucayali River, about 13 Ka BP ago. A period of low precipitation between 4.6 and 1 Ka BP, with an upper water level of the Tapiche River lower than the present low stage, is documented from paleosoils and sedimentary deposits of a lateral fluvial accretion.

### INTRODUCCION

Los cambios climáticos influyen a la red fluvial por medio de los sedimentos transportados, y del régimen del agua, que controlan la dinámica y las morfologías fluviales. Pocas de estas oportunidades de registro paleoclimático son actualmente plenamente utilizadas en la Amazonia occidental. Tres ejemplos son presentados a escala de fenómenos diferentes, desde el punto más general hasta los registros más sencillos.

### MARCO GEOLOGICO

La llanura del oriente Peruano está dividida en sectores con tendencia positiva (levantamiento) o negativa (subsistencia) durante el Cuaternario (Dumont, 1989). De un modo sumario, la llanura del Perú central dentro del Arco de Fitzcarrald al sur y Contamana al norte (Fig.1) está superpuesta a un segmento horizontal de subducción desde el principio del Plioceno (Jordan *et al.*, 1983). En esa parte algunas terrazas abandonadas hasta 30m arriba del valle del alto Ucayali están probablemente relacionadas con ese levantamiento. Al norte, la Cuenca Marañón registra en esta época una subsistencia que sigue actualmente en la depresión del río Paštaza y en la zona interfluvial de los ríos Marañón y Ucayali (Dumont & García 1991). En estas depresiones los fenómenos fluviales tienen mayor importancia, y morfologías fluviales activas o abandonadas cubren la totalidad de la superficie.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Instituto por las Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), al Instituto Geofísico del Perú (IGP) y al Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM), que permitieron la realización de los estudios en el marco de dos convenios de acción conjunta ORSTOM-IIAP y ORSTOM-IGP.

## MORFOLOGIAS FLUVIALES ABANDONADAS

Cambios de caudales y de carga sólida de un río implica una adaptación de la morfología de su cauce (Schumm 1977). Una reducción de estos parámetros conduce a varios tipos de río subadaptado (Dury 1970). Los cambios climáticos son el origen más frecuente de este fenómeno. Cambios hidráulicos se combinan a veces con la migración lateral del río, dejando cursos abandonados sucesivamente más anchos (Leeder and Alexander 1987), o más estrechos (Baker 1978) según el aumento o la disminución del caudal.

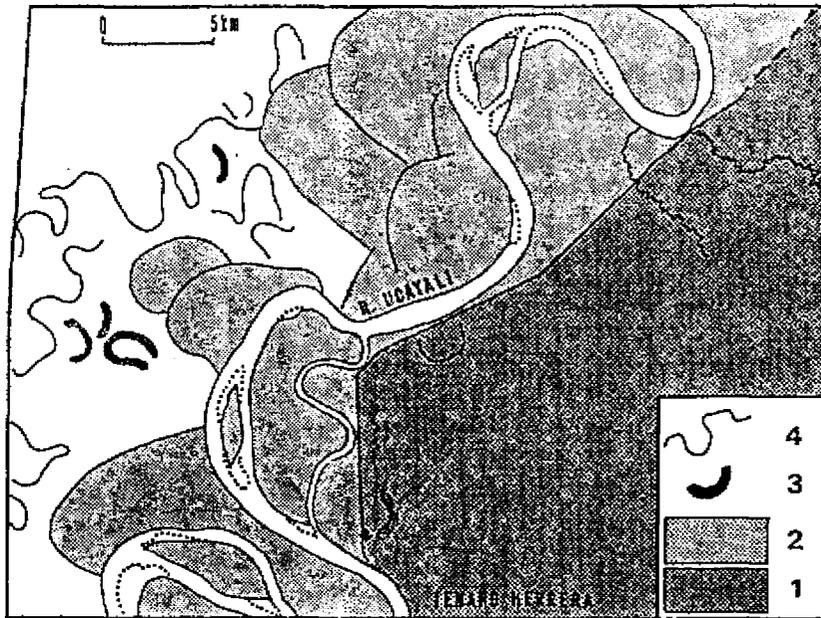


Fig.2, Esquema morfológico de la zona localizada sobre la fig.1. 1: alturas del Arco de Iquitos. 2: Morfoestructuras (bajiales, restingas) recientes del río Ucayali. 3: cochas (oxbows), y 4: ríos subadaptados, parte central de la llanura de inundación. 5: Terraza de 13Ka BP, y cochas.

Al noroeste de la banda fluvial del Ucayali, caracterizada por bajiales y restingas bien preservadas, y poco antes de su confluencia con el Río Marañón, existe una llanura fluvial antigua, más plana y homogénea, donde se observan porciones del cauce de un río abandonado (fig.2). La relación anchura del cauce / longitud de onda,  $A/O \geq 30$ , denota un río subadaptado de tipo "osage" (Dury, 1970). Lagos de tipo "oxbow", abandonados durante la migración del río, anteriormente a la subadaptación actual, nos permiten conocer la anchura anterior del río, que es alrededor de 200 metros (medida sobre imagen SPOT). Eso corresponde a una relación  $A/O$  dentro de 7.5 y 10, compatible con un río adaptado en su época de actividad.

Hemos tratado de conocer el caudal anterior del río, utilizando el cálculo de Schumm, (1977). Los parámetros de Schumm se utilizan en zona seca, y templada, y su aplicación en zona tropical no está todavía bien controlada. No obstante, la comparación con el caudal actual del Ucayali permite un control de los parámetros, que sugiere que los parámetros del lecho en estiaje son los más adecuados. Los resultados (tabla 1) sugieren un caudal antiguo dentro de 1/10 y 1/7

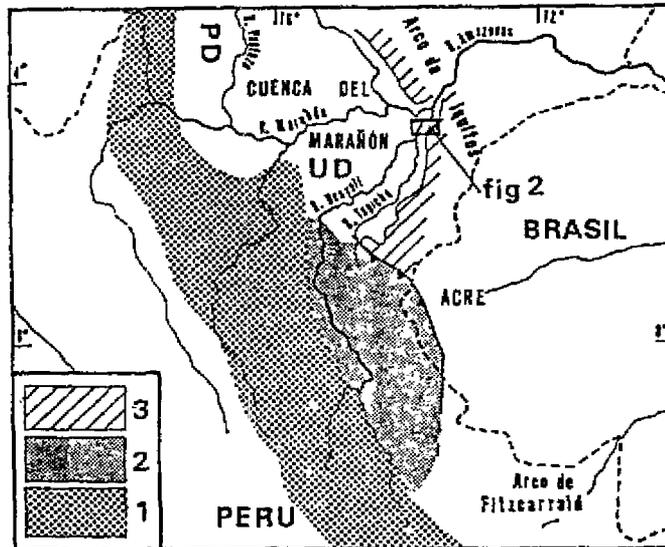


Fig.1, Esquema estructural del noroeste Peruano. 1: Zona subandina alta; 2: zona subandina baja; 3: alturas del Arco de Iquitos; PD: Pastaza depresión; UD: Ucamara Depresión.

#### CAMBIOS GRANULOMETRICOS

En el borde oriental de la cuenca Marañón, los ríos Marañón, Ucayali y Tapiche llevan consigo clastos de un tamaño máximo de 5mm. No obstante, las terrazas Cuaternarias contienen clastos hasta de un tamaño aproximada de 5cm: 1- cerca de Iquitos en canales en la base de la formación Ipururo, 2- en las zonas de Jenaro Herrera y Pucallpa, en terrazas de poca elevación.

En el primer caso los depósitos fluviales descansan sobre las arcillas de la formación Pebas, en las cuales restos fósiles sugieren una edad del Pleistoceno inferior en su tope (Dumont *et al.*, in press). Así, el cambio de litología parece relacionarse con las épocas glaciales cuaternarias.

El segundo caso corresponde a depósitos de arena y arcillas blancas con acumulaciones importantes de madera (de todo tamaño hasta troncos). Las secuencias fluviales no sobrepasan los 10 metros de espesor, lo que es poco en comparación de las secuencias actuales del Ucayali, de 15 metros en canales secundarios y más de 25 metros en el lecho principal. En Jenaro Herrera (Bajo Ucayali, Terraza Pumacahua in Dumont *et al.*, 1988) y Bolognesi (alto Ucayali), hemos obtenido antigüedades entre 32Ka y más de 40Ka BP. Niveles similares han sido descritos por Campbell & Romero (1989) y Räsänen *et al.* (1987) en la cuenca del Madre de Dios. Existe una duda en las edades más recientes, porque están al límite del alcance del método de datación por  $C^{14}$ , y provienen de niveles de alta porosidad, en barrancos de ríos, es decir fácilmente contaminadas. Según Argollo (1982), 33Ka BP se ubica en las últimas glaciaciones en los Andes de Bolivia. Así, estos depósitos son probablemente contemporáneos del Pleniglacial medio (33Ka/50Ka BP aprox.). Regímenes fluviales irregulares, con clima frío pero húmedo, como sugerido por Van der Hammen (1991), pueden explicar estos depósitos.

del caudal actual del río Ucayali, si se considera un ambiente similar al actual. El caudal sería menos con una ambiente más seco.

		río Ucayali	río subadaptado
W	(1)	500m	200m
M	(2)	15.6	17.4
Qm	(3)	10114m <sup>3</sup> /s	1014m <sup>3</sup> /s
Qm	(4)	17127m <sup>3</sup> /s	2233m <sup>3</sup> /s
caudal	(5)	9544m <sup>3</sup> /s	
	(6)	12600m <sup>3</sup> /s	
L	(7)	7km	3.2km

Tabla 1. Parámetros fluviales: 1: anchura en estiaje; 2: silt/arcilla %, calculado; 3: caudal anual medio calculado según Schumm 1977,  $W=37(Qm^{0.38}/M^{0.39})$ ; 4: idem (3), según Schumm (1977)  $Qm=0.38/L/1850*M^{0.34}$ ; 5: caudal según Gibbs (1967); 6:caudal según UNESCO (1980); 7:longitud onda.

Poco se conoce de la edad de la mosaica fluvial del Río Ucayali. Consideraciones indirectas sugieren una edad de más de 5 Ka BP por la parte donde hay el río subadaptado. Al este del Río Ucayali, en la superficie de una terraza de 13Ka BP (terracea Chupiari, in Dumont et al., 1988) existe un lago "oxbow" de tamaño similar a los lagos similares que acompañan el río subadaptado descrito previamente. Hasta lograr otras dataciones, consideremos probable una edad cerca de 13Ka B.P. por la parte más antigua de la llanura fluvial del Ucayali en esa región. Las características del río subadaptado pueden relacionarse con las condiciones más secas (y frías en la cordillera), que existían dentro de 24Ka y 12Ka BP (Seltzer 1990, Vander Hammen 1991).

#### SECCIONES ESTRATIGRAFICAS LATERALES

La acumulación lateral de sedimentos fluviales mediante la migración de un meandro forma sucesiones estratigráficas utilizables para estudiar los cambios climáticos. Estas secuencias son visibles en las orillas erosionadas, es decir dentro del ápex y del fondo de una curva. El interés de estas secuencias para la estratigrafía del Cuaternario reciente depende de sus características geométricas. Una migración lenta deja secuencias más inclinadas, hasta 35 grados aproximadamente, más adecuadas para estudiar. En cambio, una migración rápida deja depósitos de barra poco inclinados y muy extendidos, lo cual es menos favorable para la identificación de la estratigrafía.

El río Tapiche pertenece a la primera clase; sale de las colinas subandinas orientales (Sierra de Moa) y entra en la depresión Ucayali por el sur. Río abajo de Santa Elena, el curso tiene una sinuosidad de onda corta, que corresponde a la dinámica actual del río, que sigue una sinuosidad de onda más amplia, heredada de un curso antiguo más potente (Dumont, in press). Un meandro de corta sinuosidad ha sido estudiado en detalle cerca de San Pedro, dentro de Santa Elena de la desembocadura del río Blanco.

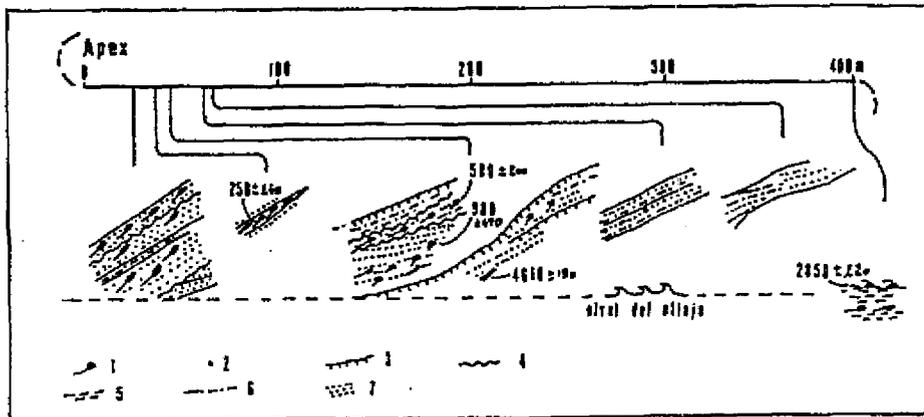


Fig.3, Corte estratigráfico de San Pedro. 1: hojas; 2: clastos de arcilla; 3: paleosuelo; 4: erosión; 5: arcilla; 6: silt; 7: arena fina. Los números son las dataciones por C<sup>14</sup>.

Los afloramientos de San Pedro se extienden sobre 400m, desde el ápex de un meandro hasta el fondo del meandro siguiente río arriba. Se observan tres partes diferentes desde el ápex (Fig.3): 1: por 50m (horizontalmente) son niveles decimétricos de arena fina y siltos, a veces con hojas o clastos de arcilla. A 45m se observan niveles de erosión y paleosuelos. Dos paleosuelos aparecen en la parte arriba de la ribera. Uno otro se extiende desde la parte más alta de la ribera hasta desaparecer bajo el nivel del agua en época de estiaje. Fragmentos de madera encima del paleosuelo han dado un edad de 980±300 años BP, mientras otros, bajo el paleosuelo tienen una edad de 4610±180 años BP; 2: de 45 hasta 70 metros las acumulaciones de hojas se hacen más raras, las arenas de color gris; 3: hasta el fondo de la curva son siltos y arcillas gris, características de depósitos pantanosos. Fragmentos de hojas han dado una edad de 2850±220 años BP.

La sucesión estratigráfica de San Pedro demuestra la presencia de rupturas de la sedimentación dentro de 1Ka y 4.6Ka BP aproximadamente. El paleosuelo mas extendido resultado de una época de nivel persistente de agua muy bajo, inferior al nivel de estiaje actual. El drenaje del Río Tapiche tiene una origen estrictamente subandino y amazónico, lo que descarta relaciones directas con el régimen de precipitaciones en las cordilleras. Proponemos correlacionar esas características hidráulicas bajas con la época árida conocida en el sur de la Amazonia dentro 3.4Ka y 1.4Ka BP (Servant *et al.*, 1981). Avance de glaciares son conocidas en estas épocas en la Cordillera Blanca del Perú (in Seltzer 1990), y relacionadas con temporadas de bajo régimen de lluvias en la Amazonia (Van der Hammen 1991).

## CONCLUSIONES

Los registros paleoclimáticos hechos en la llanura amazónica no tienen todavía la precisión de las observaciones hechas en las cordilleras, principalmente por cuestiones de material adecuado y de método. Los tres ejemplos presentados demuestran cómo se puede adaptar la investigación, aprovechando las características

## **THE VARIANCE SPECTRA OF THE SOUTHERN OSCILLATION UNDER DIFFERENT CLIMATOLOGICAL BOUNDARY CONDITIONS**

**Richard G. FAIRBANKS and Julia COLE**

Lamont-Doherty Geological Observatory  
of Columbia University, Palisades NY 10964, USA

**Michael MOORE and Lisa WELLS**

University of California, Berkeley

&

**Glen SHEN**

School of Oceanography, WB-10  
University of Washington, Seattle, WA 98195, USA

As Pacific ENSO conditions evolve, the Indonesian Low migrates northeastward to the vicinity of Tarawa and Canton Atolls, bringing torrential rainfall. Rainfall associated with the Indonesian Low is marked by low  $H_2^{18}O/H_2^{16}O$  ratios which vary inversely with the intensity of precipitation. The location of the Indonesian Low is recorded by the oxygen isotope composition of coral skeletons, thus a network of corals from Indonesia to Tarawa (1°N; 172°E) allows tracking of the Indonesian Low through time. Minor temperature changes in these regions can be estimated using the high precision Sr/Ca ratio measured by thermal ionization mass spectrometry (TIMS) (Beck et al., 1991). The history of the Indonesian Low can be monitored throughout this network of stations with seasonal resolution over the past several hundred years. This stratigraphic resolution is possible through measurements of coral banding, the annual cycles of  $\delta^{13}C$  and  $^{230}Th/^{234}U$  dating techniques via TIMS. Statistical comparison of coral isotope records from the Indonesia and Tarawa and instrumental records of ENSO demonstrate that corals record the known extremes of the ENSO system. Comparison with coral records from the Galapagos where ENSO-related sea surface temperature anomalies are most intense, demonstrates the ability of coral records to provide a complete picture of the key features of ENSO variability across the entire Pacific basin. Coral proxy records of ENSO are coherent with instrumental ENSO system evident in tropical meteorological records. Surveys are underway for an offshore drilling program to sample Pleistocene corals to determine the effect of ENSO on the Indo-Asian continent which was emergent as recently as 11,000 years before present.

*deliciosa*) y jurel (*Trachurus murphyi*) (Espino et al., 1987). Esta asociación es indicadora de la presencia de El Niño; esto fue observado en 1972-1973, 1982-1983 y 1987.

- Cambios en los patrones de distribución debido a la expansión de las áreas de distribución, condicionando la dispersión de los recursos hacia el sur y hacia profundidades mayores (Espino et al., 1986; Samamé et al., 1985; Vélez y Zeballos, 1985; Mendieta y Castillo, 1988; Espino y Wosnitza-Mendo, 1988; y Vélez et al., 1988). La variación del tamaño del área de distribución ha sido definido de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{AREA POTENCIAL} = \frac{100\ 000}{1 - \text{Exp} [-0.265 (T^\circ - 18.16)]}$$

En donde 100,000 corresponde al límite máximo teórico de expansión del área de distribución de merluza en Km<sup>2</sup>. El área normal de distribución es de 50 000 Km<sup>2</sup> (Espino y Wosnitza-Mendo, 1988).

- Cambios en los patrones de concentración (densidad), como una consecuencia de ampliación de las áreas de distribución (Espino y Wosnitza-Mendo, 1988).
- Cambios en la estructura poblacional de las diferentes áreas de distribución, determinado principalmente para la merluza, que normalmente presenta una estructura de tallas y edades decreciente de norte a sur. Es decir, los ejemplares de mayor tamaño se localizan al norte de los 06°S, en tanto que los ejemplares medianos y de menor dimensión se hallan al sur de este punto. Con los eventos El Niño, los ejemplares mayores se desplazan hacia el sur, observándose que las tallas medias de captura se incrementan en los 06°, 07°, 08° y 09° S, en función a la intensidad y duración del fenómeno (Espino, 1990).
- Cambios en el tamaño y localización de las áreas de desove.
- Cambios en la dieta y estrategias alimentarias como las descritas por Hoyos et al., 1985 en los recursos planctófagos y bentófagos de ambientes costeros.

### 3. Consecuencias del fenómeno El Niño en el subsistema demersal peruano.

- Con el desplazamiento de la mínima de oxígeno hacia el sur y a profundidades mayores las áreas de distribución crecen condicionando (Espino, 1990):
  - a) Reducciones de la concentración.
  - b) Disminución de la disponibilidad.
  - c) Disminución de la accesibilidad y vulnerabilidad.
  - d) Disminución de la mortalidad por pesca.
  - e) Disminución de la mortalidad natural por canibalismo, predación y/o competencia.
- Las poblaciones en general se ven favorecidas en sus reclutamientos que, durante o como efecto subsiguiente al fenómeno El Niño, son más abundantes y exitosos.
- Los reclutamientos favorables condicionan el crecimiento y fortalecimiento de las poblaciones.
- La pesquería de estos recursos inicialmente y durante el proceso mismo de dación del fenómeno, se ve afectada por la poca disponibilidad de algunas especies, pero se beneficia con la llegada de otras como los langostinos (Valdivia y Arntz, 1985), que les proporcionan mayores ingresos económicos y, posteriormente, al disponer de poblaciones recuperadas y en la plenitud de su desarrollo, mejorarán sus capturas.

Finalmente, es evidente que el conocimiento de los efectos del fenómeno El Niño y sus consecuencias sobre los recursos y sus pesquerías, se ha incrementado notablemente en los últimos años, quedando clara la necesidad de que las investigaciones orientadas a la evaluación de los recursos pesqueros en el Perú, deben considerar dentro de los modelos la variable El Niño, que es determinante en la dinámica poblacional de los recursos demersales del Perú.

desplazamientos humanos causados por presiones económicas y de subsistencia debieron causar numerosos trastornos en las poblaciones locales lo que se reflejaría en la repentina aparición de numerosas armas asociadas a los entierros de la época, así como de evidencias de profundos traumatismos en los cadáveres que hemos registrado en las excavaciones.

Estos cambios e implicancias culturales en base a fenómenos climáticos han sido ya advertidos para el caso de una gran sequía de 30 años que afectó la transición Moche IV-V en la costa norte (Shimada, et, al. 1991).

Concluyendo, se puede decir que sucesivos y fuertes eventos ENSO para fines del Formativo Medio y Tardío de Puemape en base a los bioindicadores zoológicos han permitido correlacionar las evidencias con otros sitios cronológicamente semejantes, donde se aprecia como denominador común la misma fauna tropical que testifica el fenómeno.

Estos fuertes impactos ENSO debieron ser muy frecuentes para esa época como los registrados por Quin, Neal y Antúnez de Mayolo (1986) que identifican cerca de una década sucesiva de actividad de eventos ENSO, que representaron cambios climáticos de duración significativa en las últimas 4 centurias. Como éstos, los impactos ENSO de la época Salinar debieron ser frecuentes y sucesivos como para originar cambios culturales importantes y drásticos.

## EL NIÑO Y SU EFECTO EN LA DINAMICA POBLACIONAL DE LOS PRINCIPALES PECES DEMERSALES DEL PERU

**Marco ESPINO**

Instituto del Mar del Perú  
Apartado 22, Callao, Perú

El subsistema demersal peruano está integrado por una gran variedad de peces, crustáceos y moluscos que ocupan la plataforma continental y se encuentran sometidos a una actividad pesquera permanente, así como también a las variaciones del ambiente que se producen intra e interanualmente (El Niño). El efecto que el ambiente tiene sobre las poblaciones de peces demersales, puede ser medido a través de los parámetros poblacionales tales como mortalidad y reclutamiento. Durante el verano el área de distribución de estos recursos se amplía para reducirse en el invierno. En los años El Niño el área de distribución crece en función a la intensidad y duración del fenómeno. Estas ampliaciones del área de distribución reducen la mortalidad natural, sobre todo en las edades menores, lo que traería como consecuencia un mejoramiento en los reclutamientos. Asimismo, las ampliaciones del área de distribución disminuyen la concentración de los recursos, reduciendo su accesibilidad y vulnerabilidad, con la consiguiente disminución de la mortalidad por pesca. Esto afecta de una manera determinante la dinámica poblacional de los peces demersales y por consiguiente su pesquería.

En líneas generales, es posible esquematizar los efectos de El Niño sobre los recursos demersales de la siguiente manera:

1. Efectos en el ambiente a nivel de fondo, los que han sido descritos y analizados, entre otros, por Arntz y Valdivia, 1985; Arntz et al., 1985; Guillén et al., 1985; Espino et al., 1985; Salzwedel et al., 1988; Vélez et al., 1988; Espino y Urquiza, 1986; y Espino y Wosnitzamendo, 1988. De ellos se resume lo siguiente:

- Aumento de la temperatura a nivel de fondo debido a la profundización de la termoclina.
- Aumento de la concentración de oxígeno en el fondo.
- Desplazamiento de la mínima de oxígeno hacia el sur ampliando el área de distribución de los recursos.
- La relación entre la temperatura y oxígeno a nivel de fondo, se describe de acuerdo a una curva logística positiva definida de la siguiente forma (Espino, 1990):

$$\text{OXIGENO} = \frac{6}{1 + \text{Exp. } [-0.3631 (T^\circ - 20^\circ)]}$$

En donde 6 corresponde al límite de concentración de oxígeno (ml/l) a nivel de fondo y  $T^\circ$  es la temperatura a nivel de fondo.

2. Efectos sobre los recursos demersales

- Aumento en la diversidad (Vélez et al., 1988), sobre todo al sur de los 06°S debido a:
  - a) Migración de especies de norte a sur.
  - b) Desplazamiento de especies de aguas someras hacia el fondo.
  - c) Desplazamiento de especies pelágicas hacia el fondo.
- Cambios en la asociación y dominancia en las diferentes áreas de distribución. Es decir la especie dominante del medio, que es la merluza (*Merluccius gayi peruanus*), pasa a compartir su primacía con especies como el vocador (*Prionotus stephanophrys*), lorna (*Sciaena*

CUADRO No. 1: DISTRIBUCION DE MOLUSCOS POR EPOCAS - PUEMAPE

Especies	E P O C A S			Especies	E P O C A S		
	CUPISNIQUE	SALINAR	TARDIO		CUPISNIQUE	SALINAR	TARDIO
<i>Acanthopleura echinata</i>	X	X	X	<i>Solenosteira fusiformis</i>		X	X
<i>Chiton cumingsii</i>		X	X	<i>Columbella fuscata</i>			X
<i>Chiton granosus</i>	X	X	X	<i>Columbella paytensis</i>			X
<i>Enoplochiton niger</i>	X	X	X	<i>Anachis sp.</i>			X
<i>Chaetopleura hennani</i>	X	X	X	<i>Mitrella buccinoides</i>		X	X
<i>Fissurella crassa</i>	X	X	X	<i>Nassarius luteostoma</i>		X	
<i>Fissurella latimarginata</i>	X	X	X	<i>Nassarius dentifer</i>	X	X	X
<i>Fissurella limbata</i>	X	X	X	<i>Oliva peruviana</i>	X		X
<i>Fissurella maxima</i>	X	X	X	<i>Olivella columellaris</i>	X	X	X
<i>Fissurella peruviana</i>	X	X	X	<i>Mitra orientalis</i>	X	X	X
<i>Fissurella sp.</i>	X	X	X	<i>Cancellaria decussata</i>	X	X	X
<i>Collisella orbigny</i>			X	<i>Cancellaria urceolata</i>	X	X	X
<i>Scurria parasitica</i>	X	X	X	<i>Cancellaria indentata</i>	X		
<i>Scurria viridula</i>	X	X	X	<i>Scutalus proteus</i>		X	
<i>Tegula atra</i>	X	X	X	<i>Anadara tuberculosa</i>			X
<i>Tegula euryomphalus</i>	X	X	X	<i>Anadara nux</i>			X
<i>Turbo sp.</i>		X		<i>Glycymeris ovata</i>		X	X
<i>Prisogaster niger</i>	X	X	X	<i>Glycymeris sp.</i>			
<i>Litorina peruviana</i>	X	X	X	<i>Aulacomya ater</i>			X
<i>Turritella sp.</i>			X	<i>Brachidontes sp.</i>	X	X	
<i>Cerithium stercusmuscarum</i>	X	X	X	<i>Choromytilus chorus</i>	X	X	X
<i>Cerithidea mazatlanica</i>	X	X	X	<i>Perumytilus purpuratus</i>	X	X	X
<i>Epitonium sp.</i>	X	X	X	<i>Semimytilus algosus</i>	X	X	X
<i>Calyptraea trochiformis</i>	X	X	X	<i>Ostrea angelica</i>		X	X
<i>Crepidula incurva</i>		X		<i>Argopecten purpuratus</i>	X	X	X
<i>Crepidatella dilatata</i>	X	X	X	<i>Argopecten circularis</i>		X	
<i>Crucibulum lignarium</i>		X	X	<i>Spondylus princeps</i>		X	
<i>Crucibulum spinosum</i>		X		<i>Pseudochama corrugata</i>			X
<i>Crucibulum sp.</i>			X	<i>Trachycardium procerum</i>	X	X	X
<i>Polinices intemeratus</i>	X	X		<i>Anomia peruviana</i>		X	X
<i>Polinices otis</i>		X	X	<i>Dosinia dunkeri</i>		X	X
<i>Polinices uber</i>	X	X	X	<i>Chione subrugosa</i>		X	X
<i>Polinices sp.</i>		X	X	<i>Chione sp.</i>			X
<i>Sinum cymba</i>	X	X	X	<i>Protothaca asperrima</i>		X	X
<i>Cymatium wiegmani</i>			X	<i>Protothaca thaca</i>	X	X	X
<i>Bursa nana</i>			X	<i>Eurhomalea rufa</i>	X	X	X
<i>Bursa ventricosa</i>	X	X	X	<i>Petricola rugosa</i>	X	X	X
<i>Concholepas concholepas</i>	X	X	X	<i>Macra velata</i>		X	X
<i>Homalocantha multicrispata</i>			X	<i>Spisula adamsi</i>	X	X	X
<i>Thais callaoensis</i>	X		X	<i>Mesodesma donacium</i>	X	X	X
<i>Thais biserialis</i>	X	X	X	<i>Donax obesulus</i>	X	X	X
<i>Thais chocolata</i>	X	X	X	<i>Tagelus dombeli</i>	X	X	X
<i>Thais deesertiana</i>	X	X	X	<i>Tagelus peruvianus</i>			X
<i>Thais haemastoma</i>	X	X	X	<i>Semele corrugata</i>	X		X
<i>Xanthochorus buxea</i>	X	X	X	<i>Semele solida</i>			X
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>		X	X	<i>Pholas chiloensis</i>	X		X
<i>Cantharus elegans</i>		X	X				

zooarqueología, identificar porcentajes importantes de fauna marina de procedencia tropical, que generalmente vienen asociados con fuertes eventos ENSO y que dejan testimonio de la presencia de este fenómeno especialmente en la parte norte de la costa peruana precisamente donde se encuentra Puemape, debido a que esta parte del país está ubicada en una posición subtropical y en el extremo más occidental de América del Sur, hecho que lo expone abiertamente a los efectos del Pacífico y de los episodios ENSO, que se manifiestan por la incursión de aguas cálidas y fauna tropical, afectando las cadenas biológicas de la fría corriente peruana y ocasionando trastornos en las poblaciones de pescadores establecidos en esta parte de la costa.

Estos estarían dados por la desaparición y/o muerte de numerosas especies de moluscos de gran importancia económica y vitales para la vida de comunidades que se dedican a su comercialización. Del mismo modo, muchas especies de peces que se han capturado con tecnologías específicas para pesca de orilla y de zonas rocosas emigran masivamente, con estos cambios de temperatura siendo reemplazados por peces de altura, lo que implica un proceso de adaptación tecnológica a las nuevas necesidades que incluyen redes más grandes, flotadores más eficientes, embarcaciones etc.

### DATOS ARQUEOZOOLÓGICOS: BIOINDICADORES DE ENSO

Los datos Arqueozoológicos extraídos del análisis de los restos de fauna del sitio Puemape están representando una serie valiosa de información que se relaciona principalmente con el Formativo Tardío del sitio, mediante ésta se ha podido interpretar los patrones de subsistencia y economía que tuvo la población asentada en el lugar. Otra línea interesante y que permitió identificar los sucesivos eventos ENSO son los bioindicadores, los cuales se definen como cualquier especie biológica que haya registrado en su contextura anatómica, fisiológica, bioquímica o en su patrón de población ecológica algunas alteraciones resultantes de cambios externos y que llevada al código adecuado nos pueda indicar climas, corrientes marinas, temperaturas, dietas alimenticias, densidades demográficas, cronologías relativas, actividades de subsistencia, desplazamientos trashumáticos, etc. (Llagostera 1979: 100).

Situados en esta perspectiva, los trabajos sobre bioindicadores se realizaron en forma general para hacer notar las cualidades de otras evidencias y correlacionarlos para tener una mejor y sustentada conclusión científicamente demostrable. (Llagostera, Op. cit.: Schiappacasse y Niemeyer, 1984 ).

Los resultados revelan la ocurrencia de fuertes eventos ENSO para la ocupación Cupisnique y Salinar del Sitio apreciándose un enriquecimiento en las especies marinas que repercuten en un aumento de la diversidad específica de las mismas.

Así observamos que de un total de 58 especies de moluscos marinos identificados para el periodo Cupisnique (final), 11 son especies tropicales, representando el 19% del total de especies.

Esta tropicalización en las tanatocenosis se hacen más evidentes y marcadas para las cerámicas asociadas a la cerámica Puemape Blanco sobre Rojo (Salinar), donde de un total de 68 especies de moluscos, 22 especies son tropicales representando un 32.3 % del total. Destacando moluscos de manglar como el *Cerithium stercusmuscarum*, *Cerithidea mazatlanica*, *Anadara tuberculosa*, *Cerithium bulbum lignarium*, etc. (Ver cuadro No. 1).

Complementándose con otros bioindicadores entre los que destacan crustáceos, como *Callinectes toxote* "jaiba de manglar", *Hypollobocera* sp. "cangrejo de río", *Cycloxanthus sexdecimdentatus*, *Ocypode gaudichaudii* "carretero" (Ver cuadro No. 2 ).

El registro de peces especifica la presencia de *Scomberomorus maculatus* "sierra"; un pez que invade las frías aguas sureñas cuando sucede un evento ENSO ampliando su distribución.